



UNIVERSIDAD CÉSAR VALLEJO

FACULTAD DE INGENIERÍA Y ARQUITECTURA

ESCUELA PROFESIONAL DE INGENIERÍA CIVIL

“Incorporación de ceniza de eucalipto y poliestireno reciclado para
mejorar las propiedades del concreto ligero”

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

AUTOR:

Aclari Abad, Jimmy Paul (orcid.org/0000-0002-1285-4340)

ASESOR:

Mg. Reynoso Oscanoa, Javier (orcid.org/0000-0002-1002-0457)

LÍNEA DE INVESTIGACIÓN:

Diseño Sísmico y Estructural

LÍNEA DE RESPONSABILIDAD SOCIAL UNIVERSITARIA:

Desarrollo sostenible y adaptación al cambio climático

LIMA – PERÚ

2023

DEDICATORIA

Es un honor poder dedicar principalmente esta investigación de mi tesis a Dios por brindarme las fuerzas necesarias para prevalecer en cualquier adversidad y continuar una etapa nueva como es mi etapa profesional, a mi padre Erasmo Aclari Ramos por inculcarme valores, brindarme el apoyo y confianza incondicional hacia mí persona, a mi madre Dominga Pascuala Abad Abarca por apoyarme en momento de dificultad y darme consejos para no rendirme y lograr mis metas.

Bach. Aclari Abad, Jimmy Paul

AGRADECIMIENTO

Muestro mi gratitud a todas las personas involucradas en lograr este ambicioso objetivo, que es nuestro título profesional, apoyándonos mientras trabajábamos en esta tesis. Con todo nuestro orgullo, queremos expresar nuestro agradecimiento a Dios por suministrar el conocimiento, sensatez y energía para poder seguir en cada día, a nuestros seres queridos por darnos el sustento necesario en toda esta etapa, a la universidad César Vallejo y facultad ya que cuentan con buenos docentes y a la vez por darnos la oportunidad de poder adquirir nuestro título profesional y en especial al asesor Dr. Reinoso Oscanoa Javier, por tener paciencia y profesionalismo para podernos guiar en este trabajo de tesis.

Bach. Aclari Abad, Jimmy Paul



UNIVERSIDAD CÉSAR VALLEJO

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

Declaratoria de Autenticidad del Asesor

Yo, REYNOSO OSCANOVA JAVIER, docente de la FACULTAD DE INGENIERÍA Y ARQUITECTURA de la escuela profesional de INGENIERÍA CIVIL de la UNIVERSIDAD CÉSAR VALLEJO SAC - LIMA ATE, asesor de Tesis titulada: "Incorporación de ceniza de eucalipto y poliestireno reciclado para mejorar las propiedades del concreto ligero", cuyo autor es ACLARI ABAD JIMMY PAUL, constato que la investigación tiene un índice de similitud de 13.00%, 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, 20 de Diciembre del 2023

Apellidos y Nombres del Asesor:	Firma
REYNOSO OSCANOVA JAVIER DNI: 20072967 ORCID: 0000-0002-1002-0457	Firmado electrónicamente por: JREYNOSOOS el 20- 12-2023 12:01:37

Código documento Trilce: TRI - 0702517



UNIVERSIDAD CÉSAR VALLEJO

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

Declaratoria de Originalidad del Autor

Yo, ACLARI ABAD JIMMY PAUL estudiante de la FACULTAD DE INGENIERÍA Y ARQUITECTURA de la escuela profesional de INGENIERÍA CIVIL de la UNIVERSIDAD CÉSAR VALLEJO SAC - LIMA ATE, declaro bajo juramento que todos los datos e información que acompañan la Tesis titulada: "Incorporación de ceniza de eucalipto y poliestireno reciclado para mejorar las propiedades del concreto ligero", 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
ACLARI ABAD JIMMY PAUL DNI: 70803342 ORCID: 0000-0002-1285-4340	Firmado electrónicamente por: JPACLARI el 09-02- 2024 14:31:38

Código documento Trilce: INV - 1558553

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 TABLAS... ..	vii
ÍNDICE DE FIGURAS.....	ix
RESUMEN	xi
ABSTRACT	xii
I. INTRODUCCIÓN	1
II. MARCO TEÓRICO	6
III. METODOLOGÍA	16
3.1. Tipo y diseño de investigación	17
3.2. Variable y operacionalización.....	18
3.3. Población, muestra y muestreo.....	20
3.4. Técnica e instrumentos de recolección de datos	22
3.5. Procedimientos	24
3.6. Método de análisis de datos.....	33
3.7. Aspectos éticos	34
IV. RESULTADOS.....	35
V. DISCUSIÓN	71
VI. CONCLUSIONES	76
VII. RECOMENDACIONES	78
REFERENCIAS.....	79
ANEXOS	86

ÍNDICE DE TABLAS

Tabla 1. Constitución química del residuo calcinado de madera de eucalipto	15
Tabla 2. Conjunto de experimentos de evaluación de resistencia a compresión .	21
Tabla 3. Conjunto de experimentos de evaluación de resistencia a flexión	21
Tabla 4. Conjunto de experimentos de evaluación del asentamiento	21
Tabla 5. Conjunto de experimentos de evaluación de peso unitario	21
Tabla 6. Estudio de granulometría del material fino	35
Tabla 7. Estudio granulométrico del material grueso	36
Tabla 8. Porcentaje de absorción de los agregados	38
Tabla 9. Peso unitario del agregado fino	39
Tabla 10. Peso unitario del agregado grueso.....	40
Tabla 11. Cuantificación de insumos para la muestra patrón.....	41
Tabla 12. Cuantificación de insumos para el Grupo experimental 1	41
Tabla 13. Cuantificación de insumos para el Grupo experimental 2	42
Tabla 14. Cuantificación de insumos para el Grupo experimental 3	42
Tabla 15. Cuantificación de insumos para el Grupo experimental 4	43
Tabla 16. Peso unitario de la muestra patrón y experimentales.....	43
Tabla 17. Asentamiento de la muestra patrón y experimentales.....	44
Tabla 18. Resistencia a la compresión a los 7 días	45
Tabla 19. Resistencia a la compresión a los 14 días	46
Tabla 20. Resistencia a la compresión a los 28 días	47
Tabla 21. Resistencia a la flexión a los 7 días.....	48
Tabla 22. Resistencia a la flexión a los 14 días.....	49
Tabla 23. Resistencia a la flexión a los 28 días.....	50
Tabla 24. Test de normalidad de hipótesis específica 1	51
Tabla 25. Prueba de homogeneidad de varianzas de la hipótesis específica 1 ...	53
Tabla 26. Formulación de hipótesis alternativa y nula 1.....	53
Tabla 27. Análisis de varianzas de hipótesis 1	53
Tabla 28. Post-Hoc de HSD Tukey de hipótesis 1	54
Tabla 29. Medias de hipótesis 1	55
Tabla 30. Test de normalidad de hipótesis específica 2.....	56
Tabla 31. Prueba de homogeneidad de varianzas de la hipótesis específica 2 ...	58
Tabla 32. Formulación de hipótesis alternativa y nula 2.....	58

Tabla 33. Análisis de varianzas de hipótesis 2.....	58
Tabla 34. Post-Hoc de HSD Tukey de hipótesis 2	59
Tabla 35. Medias de hipótesis 2.....	60
Tabla 36. Test de normalidad de hipótesis específica 3.....	61
Tabla 37. Prueba de homogeneidad de varianzas de la hipótesis específica 3 ...	62
Tabla 38. Formulación de hipótesis alternativa y nula 3.....	63
Tabla 39. Análisis de varianzas de hipótesis 3.....	63
Tabla 40. Post-Hoc de HSD Tukey de hipótesis 3	64
Tabla 41. Medias de hipótesis 3.....	64
Tabla 42. Test de normalidad de hipótesis específica 4.....	66
Tabla 43. Prueba de homogeneidad de varianzas de la hipótesis específica 4 ...	67
Tabla 44. Formulación de hipótesis alternativa y nula 4.....	67
Tabla 45. Análisis de varianzas de hipótesis 4.....	68
Tabla 46. Post-Hoc de HSD Tukey de hipótesis 4	68
Tabla 47. Medias de hipótesis 4.....	69

ÍNDICE DE FIGURAS

Figura 1. Ceniza de carbón natural	11
Figura 2. Monumento de foro romano	12
Figura 3. Obtención del eucalipto para su tratamiento	25
Figura 4. Adquisición de los materiales convencionales	25
Figura 5. Calcinación del eucalipto.....	26
Figura 6. Granulometría de la ceniza de eucalipto	26
Figura 7. Prueba de humedad de los materiales.....	27
Figura 8. Proceso de granulometría de los agregados.....	27
Figura 9. Tamizado de los agregados	28
Figura 10. Ensayo de proporción absorbente y gravedad del agregado fino	28
Figura 11. Prueba de absorción y gravedad específica del agregado grueso	29
Figura 12. Densidad suelta del material fino	29
Figura 13. Densidad suelta del agregado grueso.....	30
Figura 14. Densidad compactada de los agregados	30
Figura 15. Diseño de mezcla de concreto en laboratorio	31
Figura 16. Ensayo de slump.....	31
Figura 17. Ensayo de peso unitario del concreto	32
Figura 18. Vaciado de concreto en los moldes.....	32
Figura 19. Rotura de probetas y vigas de concreto.....	33
Figura 20. Curva de distribución granulométrica del material fino.....	36
Figura 21. Curva de distribución granulométrica del material grueso.....	37
Figura 22. Porcentaje absorbente de los materiales	38
Figura 23. Densidad unitaria del material fino	39
Figura 24. Densidad unitaria del material grueso	40
Figura 25. Peso unitario de la muestra patrón y experimentales.....	44
Figura 26. Asentamiento de la muestra patrón y experimentales.....	45
Figura 27. Curva de maduración de resistencia a compresión a los 7 días	46
Figura 28. Curva de maduración de resistencia a compresión a los 14 días	47
Figura 29. Curva de maduración de resistencia a compresión a los 28 días	48
Figura 30. Curva de maduración de resistencia a flexión a los 7 días	49
Figura 31. Curva de maduración de resistencia a flexión a los 14 días	50
Figura 32. Curva de maduración de resistencia a flexión a los 28 días	51

Figura 33. Probabilidad de hipótesis específica 1	52
Figura 34. Intervalos de hipótesis específica 1.....	55
Figura 35. Probabilidad de hipótesis específica 2	57
Figura 36. Intervalos de hipótesis específica 2.....	60
Figura 37. Probabilidad de hipótesis específica 3	62
Figura 38. Intervalos de hipótesis específica 3.....	65
Figura 39. Probabilidad de hipótesis específica 4	66
Figura 40. Intervalos de hipótesis específica 4.....	70

RESUMEN

El estudio planteó como objetivo primordial de investigación analizar la influencia de la incorporación de ceniza de carbón de eucalipto y poliestireno reciclado para mejorar las propiedades del concreto ligero, donde los porcentajes utilizados bajo un análisis factorial fueron de 0.35%CCN+0.15%PR, 0.55%CCN+0.15%PR, 0.55%CCN+0.25%PR y 0.35%CCN+0.25%PR al reemplazar parcialmente el peso del cemento en los grupos experimentales del 1 al 4, presentando 90 unidades de concreto y 15 pie³ en estado fresco para los ensayos de compresión, flexión, asentamiento y peso unitario; en la cual, se presentaron los resultados mediante programas como el Grapher y ANOVA para los valores estadísticos. Finalmente, se expone los pesos unitarios de los concretos patrones y experimentales en promedio se obtuvo 2443 kg/m³, 2266 kg/m³, 2218 kg/m³, 2401 kg/m³ y 2248 kg/m³, donde el primer valor es el patrón, en el caso de los asentamientos del concreto fueron 3 2/3", 3 3/4", 3 1/2", 3 3/4" y 3 2/3" (patrón y experimentales), para las resistencias a compresión, el valor de mayor semejanza al estándar fue de 182 kg/cm² G4 mientras que el patrón mantuvo una media de 219 kg/cm², Por último, en la resistencia a flexión del concreto, se logró una mejora a favor del G4 con 44.47 kg/cm² ante un patrón de 42.9 kg/cm².

Palabras clave: Ceniza de eucalipto, poliestireno reciclado, concreto ligero, propiedades

ABSTRACT

The primary research objective of the study was to analyze the influence of the incorporation of eucalyptus charcoal ash and recycled polystyrene to improve the properties of lightweight concrete, where the percentages used under a factor analysis were 0.35%CCN+0.15%PR, 0.55%CCN+0.15%PR, 0.55%CCN+0.25%PR and 0.35%CCN+0.25%PR by partially replacing the weight of cement in experimental groups 1 to 4, presenting 90 units of concrete and 15 ft³ in the fresh state for compression, bending, settlement and unit weight tests; in which the results were presented using programs such as Grapher and ANOVA for the statistical values. Finally, the unit weights of the standard and experimental concretes are shown, on average 2443 kg/m³, 2266 kg/m³, 2218 kg/m³, 2401 kg/m³ and 2248 kg/m³ were obtained, where the first value is the standard, In the case of the concrete settlements, they were 3 2/3", 3 3/4", 3 1/2", 3 3/4" and 3 2/3" (standard and experimental), for the compressive strengths, the value that most closely resembles the standard was 182 kg/cm² G4 while the pattern maintained an average of 219 kg/cm². Finally, in the flexural strength of the concrete, an improvement was achieved in favor of G4 with 44.47 kg/cm² compared to a pattern of 42.9 kg/cm².

Keywords: eucalyptus ash, recycled polystyrene, lightweight concrete, properties

I. INTRODUCCIÓN

En la actualidad **a nivel internacional**, el concreto es altamente comercializado como elemento principal en la construcción de edificaciones y proyectos de diversas albergaduras. En Turquía presentaron porcentajes de porosidad por la segregación del cemento en las estructuras, lo que produjo debilitamiento y vulnerabilidad ante ataques de sulfatos. Así es como Bostanci (2020) manifestó la importancia de optimizar las características del concreto adicionando aditivos similares al cemento que causen mejorías en sus características, así como es el caso de las cenizas producto de la calcinación de maderas (p. 2).

Así mismo, Mangi et al., (2021) comentaron que las estructuras en Malasia presentaron deficiencias en el concreto a causa de la existencia de porcentajes de espacios vacíos en los elementos estructurales lo que tenía efecto en la reducción de la resistencia a esfuerzos propios de la edificación como externos. Por lo que buscaron adicionar agregados con propiedades parecidas al cemento a fin de optimizar las características mecánicas de concreto para prevenir la formación de nuevos problemas (p. 2).

Además, Jabbour et al. (2022) manifestaron que los ataques de sulfatos por exposición a la humedad inestabilizaron la resistencia del concreto en las estructuras de Malasia, esto conllevó a presentar deficiencias mecánicas en la estructura, producto del alto grado de permeabilidad y efectos de erosión que afectaron a la edificación. Es debido a esta incidencia que los autores propusieron utilizar cenizas como componente en el concreto por sus cualidades de adherencias mejorando consigo las resistencias. (p. 2-3).

Respecto a **nivel nacional**, Angaspilco et al. (2021) comentan sobre las viviendas en Pimentel - Chiclayo presentaron bajo nivel para soportar esfuerzos de compresión provocado por concretos erosionados a consecuencia de presencia de humedad de la superficie, derivándose a una disminución de la durabilidad de las estructuras evaluadas, por consiguiente, se analizaron componentes que incorporados a las mezclas de concreto mejoren estas deficiencias (p. 1). Asimismo, se manifestó que el concreto presentó inestabilidad ocasionado por la deficiente construcción de las estructuras, provocando la generación de corrosión

y erosión de los elementos estructurales en su etapa de endurecimiento reduciendo la resistencia y durabilidad de la estructura.

Por otro lado, Farfán y Pastor (2018) manifestaron que en diferentes ciudades del Perú se presentaron problemas en las losas y vigas de las estructuras, asimismo gran parte de estos inconvenientes se debieron a que los componentes de las estructuras estuvieron compuestos por materiales altamente pesados, de la misma manera a estos problemas se sumaron las deficiencias mecánicas que presentaron los componentes de concreto tales como la aparición de fracturas y resquebrajaduras, que como resultado los elementos estuvieron colisionando, por ende expresaron la importancia de crear un concreto ligero con mejores propiedades, en relación a ello indicaron que utilizando cenizas se podría optimizar las características de los materiales de construcción (p. 7). En tal sentido para la indagación se plantearon la utilización de cenizas para optimizar las características del concreto ligero.

De la misma manera, Olivera Guevara Muñoz (2022) en esta indagación efectuada en la ciudad de Lima, mostraron que, de acuerdo a un sondeo ejecutado pudieron determinar deficiencias en las estructuras construidas con concreto, no obstante, expresaron que uno de las causas por las que se presentaron estos problemas se debieron por problemas en la mezcla de concreto, es decir que los inconvenientes se generaron en el proceso de preparado de la pasta de concreto, específicamente en la dosificación de los materiales, lo que provocaron que el concreto no alcance su resistencia requerida, que por consiguiente con el pasar de los tiempos las estructuras fueron colisionando, con respecto a estos problemas suscitados los autores realizaron un estudio empleando fibras, para los cuales manifestaron que fue posible optimizar sus características del concreto, en correspondencia a ello pidieron seguir realizando indagaciones empleando fibras (p. 1).

Por los problemas suscitados, se presentó la necesidad de la indagación de acontecimientos para disminuir los inconvenientes presentados con las cualidades del material, por estas causas, la indagación incentivo el uso de la ceniza de carbón natural y poliestireno reciclado en el perfeccionamiento de las particularidades físicas y mecánicas del material aligerado, para de esta forma evitar que se

produzcan fallas durante la existencia de los elementos tales como la aparición de rajaduras y agrietamientos.

A continuación, se formuló el siguiente **problema general**: ¿De qué manera influye la incorporación de ceniza de carbón de eucalipto y poliestireno reciclado en la mejora de las propiedades del concreto ligero?; mientras que como **problemas específicos** se formularon lo siguiente: como **primer problema específico** tenemos: ¿Como influye la incorporación de ceniza de carbón de eucalipto y poliestireno reciclado en el peso unitario del concreto ligero?, asimismo para el **segundo problema específico** se formuló: ¿De qué manera influye la incorporación de ceniza de carbón de eucalipto y poliestireno reciclado en el asentamiento del concreto?, posteriormente como **tercer problema específico** se delimito ¿Como influye la incorporación de ceniza de carbón de eucalipto y poliestireno reciclado en la resistencia a compresión del concreto ligero? y finalmente como **cuarto problema específico** se formuló: ¿De qué manera influye la incorporación de ceniza de carbón de eucalipto y poliestireno reciclado en la resistencia a flexión del concreto ligero?

Asimismo, la investigación se **justificó teóricamente**, porque se aplicó los conocimientos existentes sobre el uso de la ceniza y el poliestireno situados en las diversas fuentes de información como artículos científicos, trabajos de maestría, entre otras bases de datos, asimismo el estudio brindó nuevos conocimientos sobre la utilización de la ceniza de carbón natural conjuntamente con el poliestireno en la fabricación de un nuevo concreto ligero. Por otro lado, como **justificación práctica**, se tuvo que mediante la adición de elementos reciclados como la ceniza de carbón natural y poliestireno permitió crear un nuevo material, lo cual brindo una nueva solución a través de propuesta frente a los inconvenientes expuestos con el concreto, asimismo redujo el uso de los materiales tradicionales; por otra parte, se tiene a la **justificación metodológica**, la cual el estudio se realizaron una revisión bibliográfica con respecto a la aplicación de cenizas y poliestireno en la preparación de elementos para construir, lo cual facilito la creación de las hipótesis de estudio, a este tipo de técnica se le denomino hipotético deductivo, asimismo se tuvo como **justificación social**, porque se basaron en crear un nuevo material de construcción empleando materiales de origen reciclado como la ceniza de carbón y poliestireno,

lo cual permitió edificar estructuras mucho más seguras, que beneficio a la sociedad en general.

Para la parte de objetivos, se redactó como **objetivo general**: Analizar la influencia de la incorporación de ceniza de carbón de eucalipto y poliestireno reciclado en la mejora de las propiedades del concreto ligero; del mismo modo en los **objetivos específicos** se tuvieron: como **primer objetivo específico** se formuló: Determinar el peso unitario del concreto ligero incorporando ceniza de carbón de eucalipto y poliestireno reciclado; de la misma manera también se tiene el **segundo objetivo específico** como: Determinar el asentamiento del concreto ligero incorporando ceniza de carbón de eucalipto y poliestireno reciclado; posteriormente como **tercer objetivo específico** se formuló: Determinar la resistencia a compresión del concreto ligero incorporando ceniza de carbón de eucalipto y poliestireno reciclado; y finalmente como **cuarto objetivo específico** se tuvo: Determinar la resistencia a flexión del concreto ligero incorporando ceniza de carbón de eucalipto y poliestireno reciclado.

En este sentido se plantearon las siguientes **hipótesis**, en la **general**: La incorporación de ceniza de carbón de eucalipto y poliestireno reciclado influye positivamente en la mejora de las propiedades del concreto ligero, y respecto a las **hipótesis específicas**, como **primera hipótesis específica** se formularon: La incorporación de ceniza de carbón de eucalipto y poliestireno reciclado influye positivamente en el peso unitario del concreto ligero, mientras que como **segunda hipótesis específica** se tuvo: La incorporación de ceniza de carbón de eucalipto y poliestireno reciclado influye positivamente en el asentamiento del concreto ligero, asimismo se hace mención de la **tercera hipótesis específica**: La incorporación de ceniza de carbón de eucalipto y poliestireno reciclado influye positivamente en la resistencia a compresión del concreto ligero, y como **cuarta hipótesis específica**: La incorporación de ceniza de carbón de eucalipto y poliestireno reciclado influye positivamente en la resistencia a flexión del concreto ligero.

En cuanto a la **delimitación temporal**, la investigación conllevó un periodo determinado de tiempo, transcurriendo entre los meses de setiembre hasta diciembre del 2023 en donde, se recolectó información científica pertinente al tema

de estudio, asimismo, se presentaron modelos de población para las evaluaciones en laboratorio como sustento de la experimentación de la investigación, así como los análisis de resultados conseguidos con la información previamente colectada. Mientras que, como **delimitación espacial** el estudio se desarrolló en el distrito de los Olivos como parte de Lima ciudad, departamento y región de Lima-Perú, considerándose como sector de estudio debido a su periferia del laboratorio y la zona de estudio.

II. MARCO TEÓRICO

Percy, et al. (2021), en un estudio científico titulado "Estudo da cinza da biomassa da palma como material cimentício suplementar na produção de concreto" llevado a cabo en Brasil examinaron el uso de cenizas de palma en diferentes proporciones para determinar experimentalmente el efecto que generaba en las características del concreto. En la indagación se profundizó en un método experimental de índole aplicativa y empleó un sistema de correlación. Se utilizaron cenizas de palma en proporciones de 0%, 7,5% y 15% como sustitutos del cemento, lo que dio como resultado un total de 36 muestras de concreto. El estudio presentó los siguientes resultados: estándar de las muestras alcanzó una compresión de 31 MPa. Para la proporción que contenía un 7,5% de ceniza de palma se logró un esfuerzo de 25 MPa, en tanto para la dosificación con un 15% de ceniza llegó a soportar una carga de 20 MPa. Como conclusión, se encontró que la adición de un 7,5% de ceniza de palma calcinada redujo la resistencia a la compresión en un 19,35%, y para la proporción con un 15%, la resistencia disminuyó en un 35,48%. Por lo tanto, se recomendó llevar a cabo investigaciones adicionales en la fabricación de materiales de construcción.

Así mismo Gabrijel, Jelčić y Štirmer (2021) en un artículo científico titulado "Influence of Wood Fly Ash on Concrete Properties through Filling Effect Mechanism" realizado en Croacia que investigaron sobre las particularidades del concreto al incorporar cenizas de madera en la mezcla. El estudio se basó en un enfoque experimental aplicado con un método correlacional y utilizó proporciones de 0%, 1.05%, 1.1% y 1.15% de ceniza de madera. El conjunto de muestras de concreto estuvo compuesto por 72 probetas. Los hallazgos obtenidos indicaron que el espécimen inicial alcanzó una capacidad ante esfuerzos compresores de 45 MPa. Además, se observó que la resistencia adquirida fue de 43 MPa para las muestras experimentales que contenían un 1.05% de polvo de madera. Para la proporción con un 1.1% de ceniza, la resistencia obtenida fue de 38 MPa, mientras que para la dosificación de 1.15%, el esfuerzo fue de 37 MPa. En resumen, se concluyó que la adición de un 1.05% de ceniza en la elaboración del concreto resultó en una disminución del 4.65% de su capacidad compresora en contraste de la muestra estándar.

De igual forma, Sun et al. (2022) en su artículo científico designado “An Investigation of the Properties of Expanded Polystyrene Concrete with Fibers Based on an Orthogonal Experimental Design” empleó poliestireno con propósito de producir concreto y evaluar su impacto en las propiedades mecánicas. Asimismo, el método utilizado fue experimental aplicado con orientación correlacional, para lo cual estudiaron la adición de poliestireno en proporciones de 0.0, 1043.71, 1083.38 y 1118.93 gramos. Por ende, la el conjunto de muestra se compuso de 90 moldes de concreto. Los hallazgos obtenidos demostraron que la fuerza de compresión era de 7,58 MPa para la muestra estándar y que la fuerza de tracción era de 0,91 MPa. Igualmente, para la adición de 1043.71 gramos, el esfuerzo a compresión presentó un valor de 9,41 MPa y el esfuerzo a tracción fue de 0,88 MPa. De igual forma, para la adición de 1083.38 gramos, la capacidad compresora fue de 9,19 MPa y a tracción fue de 9,19 MPa. Del mismo modo, para la adición de 1118.93 gramos, el esfuerzo a compresión tuvo un valor de 8,41 MPa y su cualidad de resistir efectos de tracción fue de 1,30 MPa. En conclusión, se pudo observar que al adicionar 1043.71 gramos de poliestireno, el esfuerzo a compresión incrementó en un 9,67%, mientras que el esfuerzo a tracción disminuyó en un 3,2% proporcionalmente.

Por otro lado, Daramola et al. (2023) en su estudio titulado “Optimization of the mechanical properties of polyester/coconut shell ash (CSA) composite for light-weight engineering applications” llevaron a cabo estudios empleando cenizas en diferentes proporciones para la producción de un concreto. El método empleado fue experimental aplicado con orientación correlacional, para lo cual realizaron la sustitución de cenizas por cemento en dosificaciones de 0%, 10%, 20%, y 30%. Por ende, se conformó como población de la investigación 72 especímenes de concreto. Se obtuvieron diversos resultados en la experimentación: para el espécimen estándar, el esfuerzo compresor fue de 50 MPa. En consecuencia, con un 10% de ceniza, el esfuerzo compresor fue de 46 MPa; con un 20%, el esfuerzo compresor fue de 65 MPa; y posteriormente, con un 30% de cenizas, el esfuerzo fue de 58 MPa. Para ellos, concluyeron que al incorporar un 20% de cenizas en la mezcla de concreto, el esfuerzo a compresión incrementó en un 30%. Asimismo, esta fue la proporción más óptima en cuanto a sus propiedades mecánicas, ya que en comparación con la proporción de 30%, la resistencia solo mejoró en un 16%, respectivamente.

Con respecto a Odeyemi et al. (2021) en su investigación titulada "Effect of Combining Maize Straw and Palm Oil Fuel Ashes in Concrete as Partial Cement Replacement in Compression," realizada en Nigeria, llevaron a cabo un estudio empleando cenizas de palma en la preparación de un concreto, con el propósito de estimar las consecuencias sobre el esfuerzo a la compresión que podía presentar el concreto. El estudio se analizó utilizando una metodología orientada correlacional y se aplicó experimentalmente. La muestra de estudio incluyó 72 probetas de concreto. De la misma manera, los especímenes se elaboraron con proporciones de 0%, 15% y 30% de cenizas. Los hallazgos obtenidos fueron los siguientes: en el espécimen estándar, el esfuerzo a compresión presentó un valor de 33.8 MPa, con un 15%, el esfuerzo compresor fue de 20.4 MPa, y, asimismo, respecto al porcentaje de 30% de cenizas de palma, la fuerza compresora fue 12.4 MPa, respectivamente. En relación a los resultados obtenidos, concluyeron que al añadir un 15% de ceniza de palma, el esfuerzo compresor se redujo en un 39%.

Como **antecedente nacional**, tuvimos a Andía y Erazo (2021) en su investigación denominada "Resistencia a la compresión del concreto con adición del poliestireno expandido y extruido reciclados", la cual presentó como propósito el estimar y evaluar el efecto del esfuerzo compresivo de 350 kg/cm² en el concreto empleando agregados de construcción y materiales reciclados de Tecnopor extruido. El método utilizado fue cuasiexperimental, así como del tipo aplicada. Por ende, se realizaron mezclas en dosificaciones de 20% de material fino (AF) y 30% de grueso (AG), 40% de A.F y 30% de AG, 70% de A.F. y 60% de A.G., además del concreto control. Asimismo, el poliestireno lavado reemplazó al agregado grueso, y el poliestireno sin lavar al agregado fino. De la misma manera, para el estudio se conformó un conjunto de 36 testigos de concreto. Los descubrimientos obtenidos se presentaron: para el grupo estándar, se presentó un esfuerzo compresor de 365 kg/cm²; para la cantidad añadida de 30% de AG y 20% de AF, el esfuerzo fue de 330 kg/cm²; con 30% de adición de AG y 40% de AF, el esfuerzo fue de 315 kg/cm², y finalmente, para la dosificación de 60% de AG y 70% de AF, el índice de aguante compresor fue de 495 kg/cm². Finalmente, se concluye que al incorporar un 60% de AG de poliestireno lavado y un 70% de AF por poliestireno sin lavar, la resistencia a compresión incrementó en un 35.61%.

Por otra parte, tuvimos a Rodríguez (2021) en su investigación titulada "Evaluación de la iluminación híbrida de concreto liviano con cantidades diferentes de fibra óptica plástica A4b", la cual se empleó como propósito de precisar los rasgos mecánicos del concreto empleando agregados de construcción y materiales reciclados de poliestireno. La metodología utilizada para la investigación fue experimental aplicada. Para ello, se realizaron mezclas en dosificaciones de 0%, 40%, 60% y 100% de poliestireno. Asimismo, la población se constituyó por 48 especímenes. Los descubrimientos encontrados fueron: para la briqueta estándar, se consiguió un valor compresor de 71,78 kg/cm²; con un 40%, se obtuvo un esfuerzo compresor de 85,88 kg/cm²; para la dosificación de 60%, la fuerza constó de 94,75 kg/cm², y finalmente, la dosificación de 100% de poliestireno se obtuvo 176,44 kg/cm² a los 28 días, respectivamente. Concluyendo que al añadir un 60% de poliestireno por agregado grueso, la resistencia a compresión aumentó en un 32%, y al sustituir el 100% de agregado grueso por poliestireno reciclado, el esfuerzo a compresión aumentó en un 145% en comparación con la muestra patrón.

Por otro lado, tuvimos a Gonzales (2022) en su indagación denominada "Polietileno reciclado de alta densidad para la elaboración de concreto hidráulico en pavimentos rígidos sometidos a ciclos de congelamiento y deshielo en Pachachaca, Yauli - Junín". Este estudio se realizó con la intención de añadir un material que fuera alternativo para la optimización de las características del concreto. Por tanto, el estudio utilizó agregados de construcción y materiales reciclados de poliestireno. La metodología de la investigación estuvo compuesta por la experimental aplicada. De la misma manera, se realizaron mezclas en dosificaciones de 0%, 5%, 10% y 15% de poliestireno. Igualmente, se propuso una muestra de 120 probetas de concreto. Los descubrimientos mostrados en el estudio fueron: 212 kg/cm² de acumulación compresiva para el concreto estándar; con un 5%, el esfuerzo adquirido fue de 223 kg/cm²; con un 10%, el esfuerzo fue de 260 kg/cm², y posteriormente, con un 15%, el esfuerzo compresor fue de 293 kg/cm². Brindando una conclusión de que al añadir un 5% de poliestireno, la resistencia a compresión aumentó en un 5,18%. Por otro lado, incorporando un 15% de poliestireno aumentó en un 38,20% la capacidad de resistir esfuerzos con respecto a la muestra patrón.

Por otra parte, tuvimos a Benavides (2018) en su investigación titulada "Estudio del comportamiento termomecánico de compuestos de polietileno de alta densidad (HDPE) reciclado y ceniza de cáscara de arroz (CCA)". Realizó una indagación empleando CCA en la elaboración de un concreto, con el propósito de comprobar el efecto del esfuerzo a tracción del concreto. Para ello, la investigación utilizó residuos calcinados de cáscara de arroz. El método empleado fue cuasiexperimental aplicado. De la misma forma, también se tenían mezclas en dosificaciones del 0%, 10%, 20% y 30% de residuos calcinados de cáscara de arroz. Asimismo, se constituyó un conjunto de 60 probetas de concreto. Los descubrimientos en la investigación mostraron que para el grupo estándar, se consiguió fuerzas tractoras de 40,47 kg/cm²; con un 10%, el esfuerzo fue de 36,83 kg/cm²; con un 20%, el esfuerzo tractor fue de 26,39 kg/cm² y, finalmente, con un 30%, el esfuerzo fue de 38,79 kg/cm². Para los cuales concluyeron que al sustituir un 10%, el esfuerzo tractor disminuyó en un 9%, y al reemplazar un 30%, el esfuerzo se redujo en un 4,17% con respecto a la muestra control.

Por otra parte, Tupayachy et al. (2020) en su investigación titulado "Cenizas volcánicas peruanas como nuevo material alternativo en la preparación de concreto: influencia de la concentración de disolución y resistencia al desgaste" llevaron a cabo su investigación utilizando cenizas para la producción de un concreto, con la intención de analizar el efecto en la resistencia del concreto al añadir cenizas. Para ello, la investigación empleó cenizas y la metodología utilizada fue experimental aplicada. Asimismo, se tenía como población 78 probetas de concreto. Por ende, las muestras presentaron una dosificación del 0%, 9%, 12% y 16% de ceniza. Los hallazgos logrados estuvieron entre el concreto control de 28 MPa de esfuerzos compresivos; para la dosificación de 9%, el esfuerzo fue de 38 MPa; con un 12%, el esfuerzo fue de 60 MPa y posteriormente, con un 16%, el esfuerzo compresor conseguido fue de 61 MPa. A partir de los efectos concluyeron que al sustituir un 9% de ceniza por cemento, el esfuerzo a compresión aumentó en un 35,71% con respecto al grupo patrón. En relación a los resultados, pidieron proseguir efectuando investigaciones empleando cenizas en la producción de elementos para obra.

Como teorías se tuvieron la teoría de la **ceniza del carbón**, el uso de cemento a base de residuos, como las cenizas volantes, no era tan reciente como mucha gente pensaba. Probablemente, alrededor de la época de los romanos, se utilizaron cenizas volcánicas para fabricar este elemento y construyeron sus grandes obras, muchas de las cuales aún se mantienen en pie sorprendentemente. Sin embargo, la receta se perdió por un tiempo. Con el tiempo, algunas personas experimentaron con la quema de cal, y esta práctica mejoró hasta que el maestro Joseph Aspdin logró patentar la receta del cemento, que finalmente se llamó Portland. Se sabía que la ceniza de carbón contenía niveles tóxicos de arsénico, plomo, mercurio, cadmio, selenio, boro, cloro, manganeso, níquel y zinc. Algunas cenizas de carbón se enterraban en vertederos o sumideros, mientras que otras se reciclaban mezclándolas con agua y se utilizaban en la construcción. Incorporar cenizas naturales en la mezcla de concreto tenía beneficios que incluían la reducción de gastos, la disminución del uso de cemento y la mejora de diversas características, como la facilidad de manejo, la capacidad de carga, la densidad, la segregación, la impermeabilidad, la resistencia a agentes químicos (especialmente al sulfato) y el esfuerzo compresor (Rao y Sreenivas, 2019).



Figura 1. Ceniza de carbón natural
Fuente: <https://bit.ly/3Lb2iZR>

Asimismo, como **teoría del concreto** se tuvo que él concreto tenía un origen antiguo y sus usos se habían perfeccionado con el tiempo. Con este material se habían construido grandes proyectos de vivienda e infraestructura que habían pertenecido a momentos importantes de la humanidad, no solo como un descubrimiento, sino también como un verdadero motor del desarrollo humano.

Según algunos estudios, el uso más antiguo que se conocía de las mezclas de cemento se remontaba a los años pasados donde se habían obtenido resultados. Se habían descubierto evidencias de los primeros pisos de concreto quemado con piedra caliza en Israel y la ex Yugoslavia en el Mediterráneo occidental. Los griegos habían conquistado el arte de producir concreto al construir algunas de sus propias estructuras, como el Foro Romano. La civilización romana había copiado algunas de estas técnicas en la ciudad de C, al combinar arena volcánica fina con piedra caliza calcinada, creando así el puzzoli, un cemento puzolánico. Esta mezcla se había utilizado para construir el teatro de Pompeya. Posteriormente, para aligerar el peso del concreto, se había utilizado piedra volcánica como agregado para construir las cúpulas de 50 metros de diámetro del Coliseo y el Panteón (Kanniga et al., 2021).



Figura 2. Monumento de foro romano
Fuente: <https://bit.ly/3n56F0p>

Como **enfoques conceptuales** se empleó el **cemento**, cuando los agregados y el agua se combinaron con el cemento Portland que se utilizó como aglomerante, se creó el concreto resistente y duradero que sirvió como aglutinante para elaborar el concreto y fue el más empleado en la construcción. Al reaccionar químicamente con el agua para crear una sustancia con fuertes propiedades aglutinantes, tenía la misma propiedad que el cemento hidráulico, que era la capacidad de fraguar y endurecerse con el contenido de agua (Liu, 2022).

Por otro lado, se tuvo a los **agregados**, que son cualquier cantidad de partículas naturales o producidas sintéticamente que se podían procesar o tratar para formar una mezcla de los ingredientes necesarios para crear concreto. Variaban en tamaño desde gránulos casi invisibles hasta enormes piedras. Los agregados habían formado el esqueleto granular del concreto y habían sido su componente más importante, constituyendo alrededor del 80 al 90% del material. Esto los había convertido en la causa principal de muchas de las características distintivas del concreto (Liu, 2022).

Asimismo, se tuvo que el **concreto** era una sustancia muy utilizada en la construcción. El concreto se distinguía en ese sentido por su esfuerzo a compresión, pero no tanto por efectos de tracción o flexión. El concreto y el acero se combinaban con frecuencia para crear concreto armado debido a las cualidades de cada material (Mohamed, Sallam y Elbelacy, 2022).

De la misma manera, el **concreto en estado fresco** fue aquel material recién mezclado. Como resultado, la combinación era adecuada. Además, existía un ensayo llamado "asentamiento" que evaluaba la trabajabilidad del concreto y requería el uso de una superficie plana metálica, una vara metálica lisa no porosa y de un cono (Mohamed y Najm, 2019).

Por otra parte, el **asentamiento** fue la medida que determinaba qué tan fácil o consistente era trabajar con el concreto. En otras palabras, medía cuánto era trabajable y si era manejable para moldear y alisar el concreto. Por lo tanto, el valor de asentamiento indicaba el nivel de plasticidad de la mezcla para su empleabilidad, ya que el concreto era más manejable cuanto mayor fuera el asentamiento (Mohamed y Najm, 2019).

Asimismo, se tuvo que la **densidad unitaria** del concreto se refirió a una unidad de medida de un m³ de concreto estándar que pesaba entre 2.200 y 2.400 kilogramos. La aglomeración de materiales finos y gruesos, el de agua y la dosificación de cemento eran las causas de la variación de peso de la mezcla. Además, tenía un esfuerzo de 175 a 350 kg/cm². Este tipo de concreto era el que más se utilizaba en la construcción (Mohamed y Najm, 2019).

De la misma manera, el **curado del concreto** hizo referencia a que la falta de curado provocaba grietas en el concreto, lo que no solo restaba valor a la estética del acabado, sino que también proporcionaba el punto de entrada perfecto para que los agentes agresivos entraran en el acero de refuerzo, provocando la oxidación prematura y el deterioro de todo el elemento. Era un componente crucial durante los primeros 7 a 10 días para que el concreto desarrollara su resistencia de diseño mediante la retención de humedad en la mezcla, lo cual se podía lograr con un curado adecuado. Además de mejorar su durabilidad, la obtención de una estabilidad volumétrica ayudaba a disminuir la posibilidad de agrietamiento (Mohamed y Najm, 2019).

Por otra parte, el **esfuerzo a la compresión** es una característica que presentaban todos los materiales utilizados para crear estructuras de todo tipo, empezando por los reticulares. Se observaba con frecuencia en el concreto debido a su capacidad de resistir un fenómeno conocido como aplastamiento. La prueba de compresión del cilindro proporcionaba información precisa sobre las características mecánicas de la sustancia y cómo respondía a cargas estáticas o cargas que se acumulaban gradualmente con el tiempo (Kubica y Galman, 2022).

En la misma medida, el **esfuerzo a la flexión** involucrando elementos de viga o pilares de concreto se calculan aplicando cargas en una sección transversal de al menos seis pulgadas (150 milímetros) de ancho y tres veces respecto al espesor. Las fuerzas flectoras se medían empleando los tipos de prueba ASTM C78 o ASTM C293, y los resultados se presentaban como un módulo de ruptura (MR) en megapascuales (MPa) (Kubica y Galman, 2022).

De la misma manera se tuvo que la **ceniza de carbón natural**, es el resultado derivado de la incineración de material combustible como el carbón en las plantas de generación eléctrica que dependen del carbón para generar energía. Se produce cuando el carbón se quema a altas temperaturas, lo que resulta en la formación de residuos sólidos finos que se recogen mediante sistemas de filtrado (Gayathri et al., 2021). Entre las cenizas de carbón puede ser proveniente del tronco de eucalipto, se visualiza las propiedades químicas en la tabla 1.

Tabla 1. *Constitución química del residuo calcinado de madera de eucalipto*

Composición química	Resultados (%)
(CaO) Oxido de calcio	20.24
(Al ₂ O ₃) Trióxido de aluminio	6.53
(SiO ₂) Dióxido de silicio	5.63
(P ₂ O ₅) Pentóxido de fosforo	3.74
(FE ₂ O ₃) Trióxido de hierro	2.79
(K ₂ O) Oxido de potasio	31.26
(MnO) Oxido de manganeso	0.36
(SO ₃) Trióxido de azufre	0.25
(Cl) Cloruro	0.23
(TiO ₂) Dióxido de titanio	0.15
(ZnO) Oxido de Zinc	0.04
(MgO) Oxido de magnesio	28.75
(ZrO ₂) Dióxido de zirconio	0.03
(Br) Bromuro	0.02

Fuente: Carrillo, 2018

Asimismo, el **poliestireno expandido reciclado** se refirió al material de poliestireno que ha sido sometido a procesos de reciclaje para su reutilización y transformación en nuevos productos. El poliestireno es un tipo de plástico derivado del monómero de estireno y se utiliza ampliamente en diversos productos, como envases de alimentos, embalajes, aislamientos térmicos y productos desechables (Capricho et al., 2022).

III. METODOLOGÍA

Método de investigación

Método general de investigación

Emden (2021) nos manifestó que para afirmar que el método científico es un procedimiento cuyo objetivo principal es establecer conexiones entre eventos o fenómenos de manera que puedan ser evaluados, ocasionalmente mediante experimentación, aunque esto pueda sonar sencillo, además desempeña un papel fundamental como estándar para discernir lo que es verídico o no en consecuencia, el método científico se emplea para verificar las hipótesis de investigación utilizando enfoques empíricos, ya sea a través del método experimental o de otros enfoques y su objetivo principal sería adquirir nuevos conocimientos de manera que sean consistentes con los estándares científicos aceptados (p. 13). Por ende, el método que se empleó en la investigación fue científico debido que se realizó una secuencia lógica de los procedimientos y a su vez fueron comprobados de forma empírica en el laboratorio.

Método específico de investigación

En tanto, el método hipotético es subdividido en deductivo porque es una orientación de indagación científica que involucra la formulación de diversas hipótesis, la deducción de pronósticos específicas, la ejecución de ensayos empíricos y la evaluación de los hallazgos obtenidos. Para generar conocimiento científico y probar hipótesis causales, uno basa su trabajo en el razonamiento lógico y el contraste empírico (Sánchez, 2019).

En esta indagación se utilizó el método hipotético donde se planteó hipótesis de pronóstico ante la posible solución de adicionar ceniza de carbón de eucalipto y poliestireno reciclado en el concreto en el que se analizaron los resultados con la información previamente recolectada para constatar o desmentir la hipótesis sugerida inicialmente.

Nivel de investigación

El nivel correlacional en una investigación se centra en abordar la correlación de dos variables o más, en lo que se espera encontrar si existe una conexión entre las variables y en qué medida están relacionadas, se utiliza para medir la fuerza y dirección de esta relación, proporcionando información sobre la predictibilidad y

covariación entre las variables, cabe mencionar que la correlación no implica causalidad, sino simplemente una relación estadística entre las variables (Pratama et al., 2023). Contemplando lo anteriormente dicho, se realizó la correlación con el concreto patrón, el grupo experimental y los ensayos de como influyó las adiciones dentro de los rasgos tanto físicos igual con las características mecánicas en el concreto.

3.1. Tipo y diseño de investigación

3.1.1 Tipo de investigación

La indagación fue de índole aplicada, por tanto, describe a un enfoque de estudio que presenta como propósito abordar premisas presentados y encontrar soluciones concretas. Se diferencia de la investigación teórica o básica, que se centra en la ampliación del conocimiento sin una aplicación directa inmediata utilizando los conocimientos científicos existentes y aplicarlos de manera práctica para resolver problemas o mejorar situaciones en el mundo real (Hernández, 2018).

Para esto, la investigación optó por un enfoque de tipo aplicado debido a que se buscaron solucionar problemas percibidos de forma práctica mediante la aplicación de un concreto con adición de componentes no convencionales como la ceniza de carbón de eucalipto y el poliestireno reciclado para mejorar sus propiedades.

3.1.2 Diseño de investigación

El diseño **experimental** es un enfoque sistemático de la indagación que implica controlar y manipular factores para obtener conclusiones válidas y de la misma forma que presenten confiabilidad, así mismo Incluye la definición de variables, la asignación de grupos, la aplicación del tratamiento, la recopilación de data y el análisis estadístico, esto es importante ya que establece relaciones causales al mismo tiempo que produce resultados que son significativos para la investigación científica(Brus, 2019).

Por otra parte, se entiende como diseño **cuasiexperimental** a la estrategia de investigación utilizada para estudiar los efectos de los tratamientos o transiciones en entornos donde los sujetos o unidades de análisis no han sido asignados al azar. En este tipo de diseño, no se utiliza un criterio de asignación aleatoria, pero se intenta establecer grupos comparables en términos de características relevantes. Aunque no permite establecer causalidad de manera concluyente, el diseño

cuasiexperimental permite examinar los efectos de las intervenciones o variables independientes en las variables dependientes de interés (Brus, 2019). En este sentido, se procedió a desarrollar la investigación bajo un diseño experimental-cuasiexperimental a razón de contemplar y manipular continuamente la variable independiente buscando analizar el comportamiento de la CCE y PR en el concreto, además que no se eligió de forma aleatoria los grupos.

Entonces se expresó:

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

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

Dónde:

Ce : Conjunto de experimentación, añadiendo cenizas de carbón de eucalipto y poliestireno reciclado

Cc : Conjunto Control, sin añadir ceniza de carbón de eucalipto y poliestireno reciclado

Enfoque de Investigación

Los métodos de indagación cuantitativa se centran en recopilación y así mismo en poder analizar los datos numéricos para brindar contestaciones a las incógnitas presentadas en la investigación con precisión y rigor estadístico. El objetivo es obtener números confiables midiendo y cuantificando una variedad de factores (Müggenburg y Pérez, 2018).

En tanto, en este estudio se utilizaron métodos cuantitativos debido a los hallazgos de los desarrollos de la experimentación del concreto adicionado de ceniza de carbón natural y poliestireno reciclado que fue de carácter numérico y por ende cuantificable.

3.2. Variable y operacionalización

Las variables

Variable (x_1): Ceniza de carbón de eucalipto y poliestireno reciclado

- Dimensión: dosificación
- Indicador: 0.35% CCN + 0.15% PR, 0.55% CCN + 0.25% PR, 0.55% CCN + 0.15% PR, 0.35% CCN + 0.25% PR
- Dimensión: Caracterización
- Indicador: CCE: granulometría y propiedades químicas

- Indicador: PR: Longitud y peso

Variable (Y₂): Propiedades del concreto

- Dimensión: Las propiedades físicas
- Indicador: Peso unitario y revenimiento
- Dimensión: Las propiedades mecánicas
- Indicador: R. a compresión y a flexión

Operacionalización de variable

En la investigación científica, decidir cómo medir o manipular las variables se conoce como "operacionalización de variable", incluye el establecimiento de procedimientos y técnicas para la recolección que sirven para que se realice el análisis de datos, así como la concreción de conceptos nebulosos a través de la medición, esto es un paso importante para asegurar la objetividad y confianza de los hallazgos. (Villavicencio, 2019).

Asimismo, como **definición conceptual para la var. Independiente.** - Las CCE es un material grisáceo proveniente de la incineración de la madera del eucalipto, que está constituido por sustancias como sílice, magnesio, aluminio, fósforo, potasio y hierro (Gabrijel, Jelčić y Štirmer, 2021). De la misma manera el poliéster es un material compuesto por moléculas de estireno que presentaron características rígidas y resistentes, asimismo es un sólido transparente debido a la falta de arreglos cristalinos (Sun et al., 2022).

De igual forma como **definición operacional** se tiene que las cenizas fueron extraídas a partir de la calcinación de la ceniza del eucalipto, que posteriormente fueron caracterizados, por otro lado, el poliestireno se obtuvo a partir de la recolección de residuos del mismo material, asimismo los materiales se utilizaron en proporciones de 0.35% CCN + 0.15% PR, 0.55% CCN + 0.15% PR, 0.55% CCN + 0.25% PR, 0.35% CCN + 0.25% PR con la intención de mejorar las cualidades del concreto ligero.

Por otro lado, como **definición conceptual para la var. Dependiente.** - El asentamiento es un índice de trabajabilidad que presenta una mezcla de concreto, que por lo general es empleado para estimar la cantidad de agua utilizado (Mohamed y Najm, 2019). Asimismo, la densidad unitaria del concreto es

determinado como el peso por cada componente de volumen, que es afectado principalmente por la densidad unitario del agregado y que varía en relación a la ubicación geográfica (Mohamed y Najm, 2019). De la misma manera el esfuerzo a compresión es una propiedad del concreto que muestra la resistencia ante la aplicación de una carga por unidad de área (Odeyemi et al, 2021). De igual forma el esfuerzo a flexión es una cualidad mecánica del conglomerante que muestra la capacidad de que puede soportar (Kubica y Galman, 2022).

En relación a ello se tuvo como **definición operacional**, que la estimación de estas propiedades de gran importancia debido a que de esa manera se logró determinar el resultado a partir de haber añadido los materiales estrella (CCE y PR) analizando como se efectuó sobre las cualidades físicas y mecánicas del conglomerante ligero. Para definir la estructura de operacionalización de las variables se visualiza en el anexo N° 02, con la definición conceptual y operacional que sirvieron para poder establecer los diferentes conceptos.

3.3. Población, muestra y muestreo

3.3.1 Población

Esta referido al grupo general de individuos o sujetos que comparten una característica o atributo específico que se investiga. Representa el universo de casos sobre el cual se busca generalizar los resultados, y puede ser accesible o inaccesible en su totalidad, lo que puede requerir la selección de una muestra representativa (Sparks, 2019).

En este sentido, la población general de la investigación constó de un total de 90 especímenes en estado endurecido que se emplearon para los ensayos compresores y flexores, como se visualiza en la tabla 1 y 2. De estos, se tenían 45 probetas de forma cilíndrica con dimensiones de 15 x 30 cm y 45 vigas con dimensiones de 15 x 15 x 50 cm. Consecuentemente, se determinó las cualidades del material en estado fresco donde se necesitaron 15 muestras para la prueba de revenimiento y 15 muestras que involucra la prueba de densidad unitario, como se muestra en la tabla 4 y 5, para los cuales se requirió un total de 15 pies cúbicos de mezcla de concreto para cada ensayo físico.

Tabla 2. Conjunto de experimentos de evaluación de resistencia a compresión

Días	Patrón	Ceniza de carbón natural (CCN) y Poliestireno reciclado (PR)				TOTAL
		0.35%CCN+0.15% PR	0.35%CCN+0.25% PR	0.55%CCN+0.15% PR	0.55%CCN+0.25% PR	
7	3	3	3	3	3	15
14	3	3	3	3	3	15
28	3	3	3	3	3	15
Total de muestra						45

Tabla 3. Conjunto de experimentos de evaluación de resistencia a flexión

Días	Patrón	Ceniza de carbón natural (CCN) y Poliestireno reciclado (PR)				TOTAL
		0.35%CCN+0.15% PR	0.35%CCN+0.25% PR	0.55%CCN+0.15% PR	0.55%CCN+0.25% PR	
7	3	3	3	3	3	15
14	3	3	3	3	3	15
28	3	3	3	3	3	15
Total de muestra						45

Tabla 4. Conjunto de experimentos de evaluación del asentamiento

Patrón	Ceniza de carbón natural (CCN) y Poliestireno reciclado (PR)				TOTAL
	0.35%CCN+0.15%P R	0.35%CCN+0.25%P R	0.55%CCN+0.15%P R	0.55%CCN+0.25%P R	
3	3	3	3	3	15
Total de muestra					15

Tabla 5. Conjunto de experimentos de evaluación de peso unitario

Patrón	Ceniza de carbón natural (CCN) y Poliestireno reciclado (PR)				TOTAL
	0.35%CCN+0.15%P R	0.35%CCN+0.25%P R	0.55%CCN+0.15%P R	0.55%CCN+0.25%P R	
3	3	3	3	3	15
Total de muestra					15

Criterios de inclusión: Se incluyeron 36 especímenes tipo viga con dimensiones de 15 x 15 x 50 cm. y 36 especímenes cilíndricos con dimensiones de 15 x 30 cm. Por otro lado, para los ensayos físicos se constó con 15 muestras para el asentamiento y 15 muestras para el peso unitario, para los cuales se requirieron 15 pies cúbicos del conglomerante que contuvieron dosificaciones de CCE y PR. Además, el diseño se estableció con un esfuerzo especificada de $f'c = 210 \text{ kg/cm}^2$.

Criterios de exclusión: Se presentaron 9 briquetas de concreto tipo viga con dimensiones de 15 x 15 x 50 cm. y 9 especímenes cilíndricos con dimensiones de 15 x 30 cm. Por otro lado, para los ensayos físicos se tuvieron 3 muestras para el asentamiento y 3 muestras para el peso unitario, para los cuales se requirieron 3

pies cúbicos de mezcla de concreto que no contenían dosificaciones de CCE y PR. De la misma manera, el esfuerzo del concreto fue de $f'c = 210 \text{ kg/cm}^2$.

3.3.2 Unidad de análisis

La unidad de análisis es la entidad o elemento que constituye la base de estudio en una investigación científica y sobre la cual se recolectaron y analizaron los datos para obtener conclusiones y obtener conocimiento sobre el fenómeno investigado (Jornet y Damsa, 2021).

En este sentido, se utilizó en la investigación 45 probetas de forma cilíndrica de concreto de 15 cm x 30 cm, las cuales se emplearon para determinar la capacidad compresiva, y se contaron con 45 especímenes tipo viga de 15 x 15 x 50 cm para estudiar las fuerzas flectoras máximas. Por otra parte, se dispuso para los ensayos físicos 15 muestras para la prueba de asentamiento y 15 muestras para la prueba de densidad unitario, para los cuales se requirieron 15 pies cúbicos de mezcla de concreto para cada ensayo físico.

3.4. Técnica e instrumentos de recolección de datos

Técnica

Las técnicas de compilación de indagaciones, como la visualización directa, son comunes en la investigación científica donde el investigador registra eventos o comportamientos que ve en su entorno natural de manera objetiva y metódica sin interferir o cambiar las circunstancias. Es útil para recopilar información específica de una situación específica cuando la comunicación y el comportamiento son factores claves (Young et al., 2020).

En un estudio de carácter investigativo, se usó la técnica de estudio de documentaciones para revisar y evaluar críticamente los documentos que son relevantes para el tema del estudio, se pueden incluir artículos de magnitud científica, informes, así mismos libros, tesis, de igual manera documentaciones legales y otros de relevancia. El propósito de analizar el documento es compilar información útil, detectar estándares, predisposiciones e interacciones, y obtener un entendimiento definido de lo que se investiga (Peña, 2022).

Por tanto, para la investigación, se siguió un proceso compuesto por varias fases que se iniciaron con la recopilación de datos a través del análisis documental,

donde se recopilaban los datos necesarios, incluyendo artículos científicos, regulaciones, publicaciones y trabajos académicos. Por otra parte, también se empleó la observación directa para presenciar la reacción y cómo influye el concreto experimental mediante las adiciones en diferentes porcentajes.

Instrumentos de recolección de datos

Estos instrumentos se usaron a fin de recopilar datos de manera sistemática y objetiva. Estas herramientas pudieron cambiar según la naturaleza del estudio y la información que se debía recopilar. Asimismo, las herramientas comunes de recopilación de datos incluyeron cuestionarios, entrevistas estructuradas o semiestructuradas, bases de datos, observaciones directas, etc. (De la Lama, 2021).

Por ello se usaron los siguientes formatos:

- Distribución de granulometría de los materiales convencionales fino y grueso (ASTM C 136-19)
- Prueba de densidad unitaria de la materia prima convencional fino y grueso (ASTM C 29-17a)
- Elaboración de mezcla del concreto (ACI 211)
- Prueba de revenimiento (ASTM C 143M-20)
- Prueba de densidad unitaria del concreto (ASTM C 138)
- Prueba de esfuerzo a compresión (ASTM C39/C39M)
- Prueba de esfuerzo a flexión (ASTM C78)

Validez

La exactitud se define como el grado en que los hallazgos de un estudio son correctos, confiables y reflejan adecuadamente el fenómeno o tema bajo investigación. Es decir, la confiabilidad de un estudio depende de cuán preciso y completo sea (Patino y Carvalho, 2018). Esta investigación se validó por que se emplearon formatos del laboratorio que presenta acreditación por INACAL, Por otro lado, también se emplearon los formatos del tesista Labán (2022) que fue proporcionado por el laboratorio Centauro Ingenieros, así mismo del tesista Oré Pareja, Bryan Alexander (2021) que sus formatos fueron proporcionados por el laboratorio Masterlem, ambos laboratorios son acreditados por INACAL.

- Formato granulométrico de los agregados (ASTM C 136-19)
- Formato para la recopilación de valores de la prueba de densidad unitaria de los materiales convencionales fino y grueso (ASTM C 29-17a)
- Formato para el ensayo de revenimiento del concreto (ASTM C 143M-20)
- Formato para los valores de la prueba de densidad unitaria del concreto (ASTM C 138)
- Formato para evaluar los esfuerzos a compresión (ASTM C39/C39M)
- Formato para evaluar los esfuerzos a flexión (ASTM C78)

Confiabilidad

La confianza en la investigación científica es fundamental para avalar la coherencia y la fiabilidad de los hallazgos. Es crucial para garantizar que se pueda confiar en los hallazgos y de esta forma llegar a una conclusión del estudio, así como para replicar y generalizar esos hallazgos en todos los contextos y entre diferentes investigadores (Villasís, Miguel et al, 2018). Por consiguiente, la confiabilidad se brindó porque se emplearon formatos de recolección de datos en el laboratorio el cual estuvo avalado por INACAL.

- Ensayo de los agregados por análisis granulométrico (ASTM C 136-19)
- Ensayo de peso unitario de los materiales convencionales (ASTM C 29-17a)
- Elaboración de mezcla del concreto (ACI 211)
- Prueba de revenimiento (ASTM C 143M-20)
- Prueba de densidad unitaria del concreto (ASTM C 138)
- Prueba de esfuerzos ante compresión (ASTM C39/C39M)
- Prueba de esfuerzos ante flexión (ASTM C78)

3.5. Procedimientos

Etapas 01. Obtención de agregados no convencionales

Se procedió a conseguir la madera de eucalipto y el poliestireno, estos materiales se adquirieron de diferentes empresas, para luego posteriormente procesarlo de acuerdo a lo que se visualiza en la figura 3.



Figura 3. Obtención del eucalipto para su tratamiento

Etapa 02. Recopilación de material convencionales

Se recolectó los materiales provenientes de trapiche una cantera con agregado de buena calidad la cual cumple con los requisitos mínimos predispuestos por la NTP 400.037, por tanto, fueron empleados en el estudio como se muestra en la figura 4.



Figura 4. Adquisición de los materiales convencionales

Etapa 03. Obtención de residuos calcinados de la madera de eucalipto

Se realizó la calcinación de los troncos de eucalipto mediante un fogón artesanal a una temperatura media de 500 °C, luego se retiró los residuos de cenizas para que se enfríen lo cual se observa en la figura 5.



Figura 5. Calcinación del eucalipto

Etapas 04. Tamizado de ceniza de eucalipto

Se realizó el tamizado del eucalipto en cenizas por medio de la malla #200 como se muestra en la figura 6.



Figura 6. Granulometría de la ceniza de eucalipto

Etapas 05. Obtención de la humedad en contenido porcentual del agregado

El proceso inició con una muestra escogida de 1 kilogramo de agregado mediante el cuarteo; esto fue seguido por una medición de peso inicial, que luego el agregado se secó a una temperatura de 110° C en un horno, se dejó enfriar durante un período de tiempo determinado y finalmente se pesó nuevamente; la diferencia entre estas dos medidas se utilizó para calcular el peso final del agregado.



Figura 7. Prueba de humedad de los materiales

Etapa 06. Granulometría

Con el fin de identificar la distribución de las partículas de las muestras que se seleccionaron de forma representativa de los agregados utilizando el método del cuarteo.



Figura 8. Proceso de granulometría de los agregados

Luego, las muestras escogidas del cuarteo se vertieron por una serie de tamices de tamaños de malla progresivamente más pequeños, la prueba se realizó de acuerdo con las normas ASTM C136-06, como se observa en la figura 9.



Figura 9. Tamizado de los agregados

Etapas 07. Proporción absorbente y gravedad específica del agregado fino

El agregado fino de muestra finamente seleccionado se secó en un horno calentado a 110 grados Celsius, después de retirado se dispone a enfriar la cantidad de muestra a temperatura del ambiente durante dos horas, seguidamente se sumergió en agua durante un día completo, después de ser transcurrido este tiempo se colocó en una bandeja una muestra de agregado para su secado. Posteriormente se utilizó esta muestra para determinar su colocación, llenando y compactando mediante un molde en forma de cono hasta que esté lleno, se levantó la muestra y se analizó su deformación, como se muestra en la figura 10.



Figura 10. Ensayo de proporción absorbente y gravedad del agregado fino

Etapas 08. Proporción absorbente y gravedad específica del agregado grueso

El peso del agregado se determinó sometiendo una muestra a un proceso de secado en un horno calentado a 110 grados Celsius. Pasado el tiempo requerido, la muestra se sacó del horno y se dejó enfriar a la intemperie durante aproximadamente tres horas. Luego, se sumergió en una bandeja metálica con

agua como se visualiza en la figura 11. Subsiguientemente, se prosigió a secar superficialmente la muestra para establecer su densidad específica y la proporción absorbente presente.



Figura 11. Prueba de absorción y gravedad específica del agregado grueso

Etapa 09. Peso unitario suelto

Tal y como se visualiza en la figura 12, se extrajo una porción representativa de los agregados y se colocó en un contenedor de caída libre tres veces antes de establecer el pesaje de la masa del material fino, este procedimiento se denomina peso suelto unitario.



Figura 12. Densidad suelta del material fino

El mismo procedimiento se efectuó con la muestra recolectada de agregado grueso después del respectivo cuarteo, el ensayo se realizó utilizando un cucharón para verter el agregado al molde sin compactar para su pesaje, como se observa en la figura 13.



Figura 13. Densidad suelta del agregado grueso

Etapa 10. Peso unitario compactado

Siguiendo el procedimiento antes mencionado, las muestras elegidas se colocaron verticalmente en los moldes previamente pesados en tres secciones iguales; Luego se compactó cada sección utilizando una varilla de acero para aplicar 25 golpes en toda la superficie; este paso se repitió durante los tres tramos hasta llegar al borde del molde, momento en el que se realizó el enrazado utilizando la misma varilla.



Figura 14. Densidad compactada de los agregados

Etapa 11. Diseño de mezcla en laboratorio

Se utilizó un trompo de 4 pies cúbicos en el desarrollo de la mezcla patrón, donde los agregados, cemento y agua se mezclaron durante el tiempo especificado en el diseño de mezcla. Así mismo se empleó las dosificaciones de la mezcla patrón para realizar la mezcla experimental, el procedimiento descrito se ve en la figura 15.



Figura 15. Diseño de mezcla de concreto en laboratorio

Etapa 12. Ensayo de revenimiento (slump)

Para proporcionar una base estable para el cono de Abrams, se realizó una prueba sobre una placa plana, donde el molde se colocó en la sección inferior del receptor de mayor diámetro y se aseguró para evitar que se moviera, posteriormente se apilaron tres capas de la mezcla hasta que llegaron al borde del cono, luego se utilizaron 25 golpes con una varilla cada capa. Una vez finalizado la prueba, se levantó el cono con cuidado y buscando medir el nivel de asentamiento del concreto como se muestra en la figura 16.



Figura 16. Ensayo de slump

Etapa 13. Ensayo de peso unitario

Se procedió a verter una muestra de concreto en una briqueta previamente pesada, durante el llenado se buscó reducir espacios vacíos que pudieran generarse. Una vez llegado al límite del molde, el concreto excedente se nivela con una vara lisa y se procede a pesar la briqueta a fin de poder calcular el peso del concreto como se observa en la figura 17.



Figura 17. Ensayo de peso unitario del concreto

Etapas 14. Llenado y Curado de especímenes

Terminados los ensayos físicos del concreto, la mezcla utilizada se introduce en los moldes para minimizar las pérdidas de material seguidamente del concreto no empleado en las pruebas. Para evitar vacíos en las probetas y vigas se procedió a realizar el respectivo varillado en cada uno de los moldes como se visualiza en la figura 18.



Figura 18. Vaciado de concreto en los moldes

Finalizado el fraguado del concreto, se procedió al desmoldado y correspondiente curado de las probetas y vigas, este proceso consiste en mantener la temperatura del concreto con el propósito de que adquiera su máxima resistencia al sumergirse en agua por 7 días.

Etapa 15. Resistencia a compresión y flexión

Después de 7 días, 14 días y 28 días de curado, las muestras de concreto se apartaron de la bandeja de agua dejándose escurrir. Para realizar las pruebas de resistencia se tuvieron previamente el dimensionamiento de los especímenes registrando sus pesos, para posteriormente ser llevado a la prensa hidráulica, como se muestra en la figura 19.



Figura 19. Rotura de probetas y vigas de concreto

3.6. Método de análisis de datos

Es un proceso sistemático y estructurado para examinar, organizar y comprender datos. Implica la aplicación de técnicas estadísticas y matemáticas a los datos para encontrar patrones, relaciones y tendencias. El análisis de datos es utilizado en diversas disciplinas como la ciencia, la ingeniería, entre otras. El objetivo del análisis de datos es obtener información significativa y útil a partir de los datos, lo que puede ayudar a tomar decisiones informadas y perfeccionar la eficacia en la elección de decisiones. Existen varios métodos comunes para el análisis de datos, entre los cuales se contienen el análisis estadístico, cualitativo, de contenido, de regresión, correlación, factorial, y otros más (Islam, 2020).

La estadística utilizada fue de tipo descriptiva para obtener un promedio en la investigación. Además, se requirió la utilización de programas como Grapher para crear las tablas y los gráficos. Asimismo, se utilizó Minitab para llevar a cabo análisis inferenciales con ANOVA, buscando realizar el cotejo de las hipótesis de estudio mediante el análisis de datos conseguidos dentro de las pruebas puestas en el

laboratorio. También se evaluó la diferencia en la obtención de los resultados bajo los estándares de las normativas existentes al añadir nuevos componentes utilizando modelos estadísticos.

3.7. Aspectos éticos

Durante el curso De la indagación, se siguieron los aspectos éticos solicitados, tales como el compromiso de brindar una investigación verídica, la responsabilidad y la honestidad de brindar el reconocimiento a los autores correspondientes, en consonancia con el código de ética determinado por la UCV. La aplicación de estos valores fue reflejada en cada etapa de la indagación, desde la afirmación de las fuentes utilizadas en la Indagación al acatamiento de la Resolución N° 0262-2020/UCV. Conjuntamente, se indicaron las plataformas empleadas en la investigación, como Scopus, Scielo, Redalyc y Alicia, del mismo modo que las normas determinadas por la UCV, tales como la ISO 690 para citar y referenciar fuentes bibliográficas, y las normativas aplicadas en la operacionalización de la investigación. Finalmente, se utilizaron la plataforma de anti plagio conocida como Turnitin para detectar y reportar cualquier indicio de copia.

IV. RESULTADOS

4.1. Generalidades

Se realizaron diferentes ensayos como parte del estudio para conocer las cualidades físico-mecánicas de los grupos control y experimental; para lograrlo, se tomaron muestras de la cantera Trapiche para someterlas a diferentes pruebas para establecer si sus características cumplían con el estándar de calidad. El concreto fue diseñado con un esfuerzo de $f'c = 210 \text{ kg/cm}^2$ para cumplir con los requisitos de ACI 211 para su uso en la construcción de vigas y losas.

Análisis granulométrico del agregado fino (ASTM C136)

En esta etapa, se usó un tamaño de muestra de 943.7 g y se especifican todos los tamices utilizados, junto con sus tamaños de apertura y pesos retenidos. Los cálculos para el módulo de finura brindó un valor de 3.00, para ello se requirió los valores que se expresan en la tabla 6.

Tabla 6. Estudio de granulometría del material fino

Agregado fino ASTM – C136							
Tamiz	Tamaño de tamiz en mm	Peso retenido (gr.)	% Retenido	% Retenido acumulado	% Que pasa	Especificación	
						mínima %	máxima %
1/2"	12.50	0.00	0.00	0.00	100.0		
3/8"	9.50	0.00	0.00	0.00	100.0	100	
Nº4	4.76	18.9	2.0	2.00	98.0	95	100
Nº 8	2.38	162.4	17.2	19.2	80.8	80	100
Nº 16	1.19	228.2	24.2	43.4	56.6	50	85
Nº 30	0.60	197.3	20.9	64.3	35.7	25	60
Nº 50	0.30	147.6	15.6	79.9	20.1	5	30
Nº 100	0.15	110.4	11.7	91.6	8.4	0	10
FONDO	-	78.9	8.4	100.0	0.00		

Módulo de Fineza del agregado fino

Considerando que el rango es de 2,3 a 3,1, mediante la fórmula a continuación se puede denotar que el módulo de finura fue de 3,00 lo que indica que se encuentra dentro del rango.

$$\mathbf{MF} = \frac{19.2+43.4+64.3+79.9+91.6}{100}$$
$$\mathbf{MF} = 3.00$$

De este modo, la vigésimo primera figura representa la curva de distribución granulométrica del material fino, cuyo tamaño de partícula pasa por la apertura de

los tamices utilizados; este hallazgo indica que la curva está de acuerdo a lo que rige la norma.

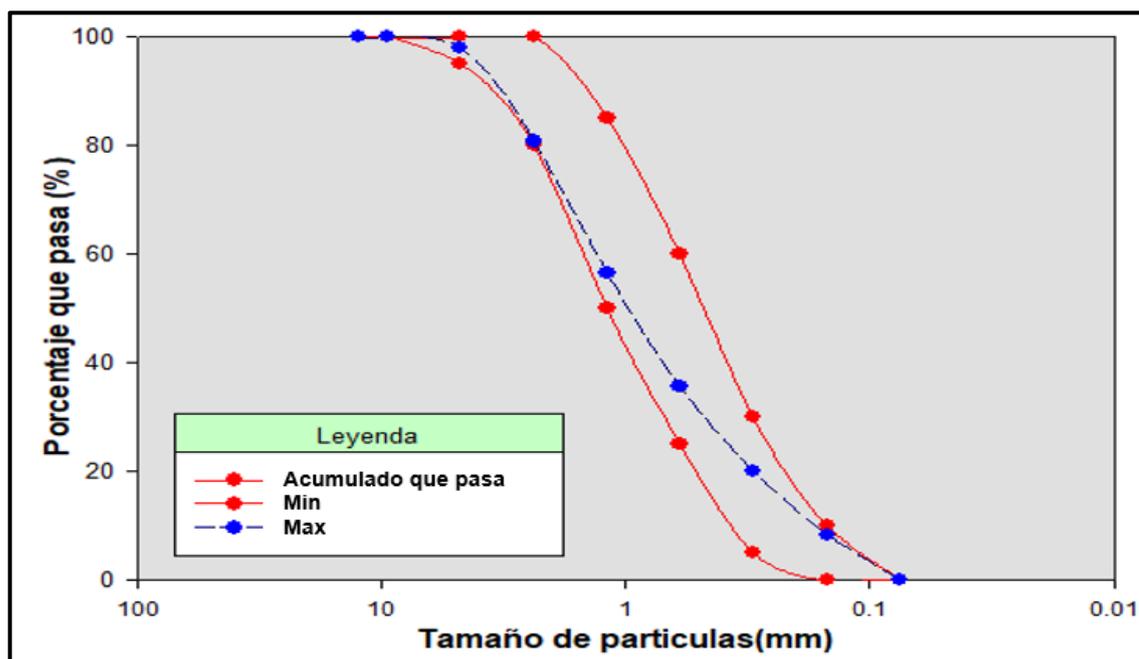


Figura 20. Curva de distribución granulométrica del material fino

Estudio granulométrico del material grueso (ASTM C136)

El agregado grueso muestreado usado en el estudio fue 2138.6 g, como se muestra en la tabla 7; esta cantidad se determinó siguiendo las especificaciones delineadas en ASTM C 136 donde el agregado paso por cada abertura desde la malla de 2" hasta la malla #200.

Tabla 7. Estudio granulométrico del material grueso

Agregado grueso ASTM – C136							
Tamiz	Tamaño de tamiz en mm	Peso retenido (gr.)	% Retenido	% Retenido acumulado	% Que pasa	Especificación	
						mínima %	máxima %
2"	50.00	0.0	0.0	0.0	100.0		
1 1/2"	37.50	0.0	0.0	0.0	100.0	100	
1"	24.50	209.2	9.8	9.8	90.2	90	100
3/4"	19.05	1,000.5	46.8	56.6	43.4	40	85
1/2"	12.50	665.4	31.1	87.7	12.3	10	40
3/8"	9.53	128.1	6.0	93.7	6.3	0	15
Nº 4	4.76	111.9	5.2	98.9	1.1	0	5
Nº 8	2.38	0.0	0.0	98.9	1.1		
Nº 16	1.18	0.0	0.0	98.9	1.1		
FONDO	-	23.5	1.1	100.0	0.0		

La curva granulométrica correspondiente al total de agregado se observa en la figura 21; esta curva manifiesta cómo cambia el porcentaje acumulado de acuerdo

al tamaño de la apertura, así mismo cómo se ajusta la curva a los límites establecidos por las categorías brindadas.

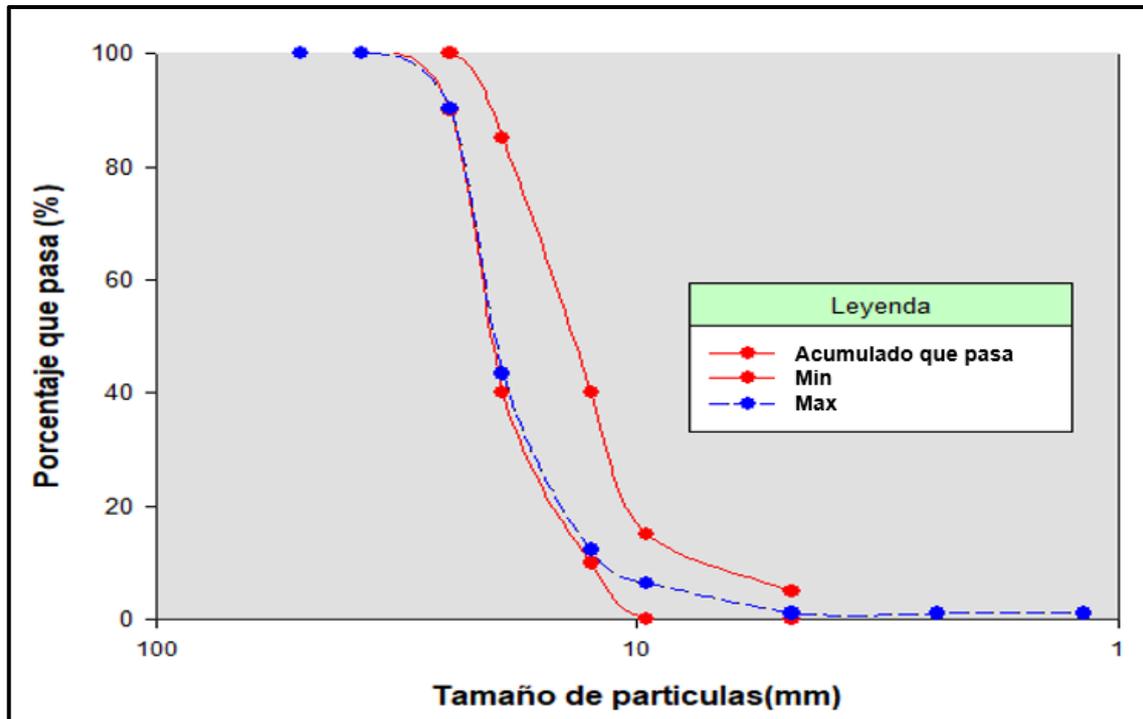


Figura 21. Curva de distribución granulométrica del material grueso

Módulo de Fineza del agregado grueso

Considerando que el rango es de 7.3 a 8.9, mediante la fórmula a continuación se puede denotar que el módulo de finura fue de 7,47 lo que indica que se encuentra dentro del rango.

$$MF = \frac{56.6 + 93.7 + 98.9 + 98.9 + 98.9 + 300}{100}$$

$$MF = 7.47$$

Porcentaje de absorción de los agregados (ASTM C127 y C128)

Se realizaron dos réplicas para conocer qué tan absorbentes eran los agregados; para ello se utilizó agregado grueso, es decir, el contenido que se retuvo en la malla N° 4, y caso contrario el agregado fino. Los agregados mostraron una absorción promedio de 1,6% y 1,1% respectivamente; manifestándose en la tabla 8.

Tabla 8. Porcentaje de absorción de los agregados

Agregado	Masa específica de la muestra	Masa específica de la muestra saturada superficialmente seco	Masa específico aparente	Porcentaje de absorción
Fino	2.63	2.67	2.75	1.6
	2.63	2.67	2.75	1.7
Grueso	2.67	2.70	2.74	1.0
	2.69	2.72	2.77	1.1

Los agregados mostraron una absorción promedio de 1,6% y 1,1% respectivamente; lo cual evidencia una disparidad entre los materiales, ya que se observa la infiltración en los poros de agua en las partículas de cada uno de los materiales, como se puede apreciar en la figura 22.

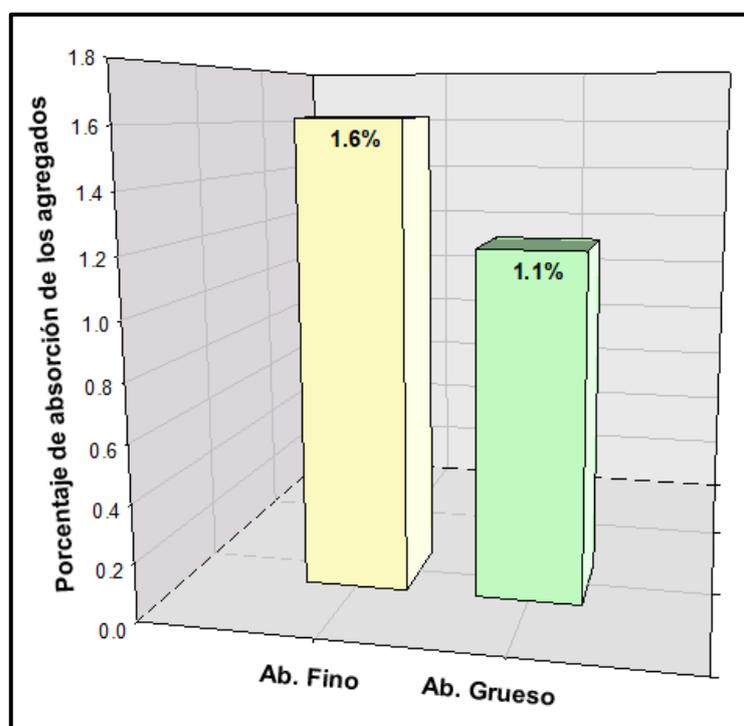


Figura 22. Porcentaje absorbente de los materiales

Peso unitario del agregado fino (ASTM C29)

El ensayo de densidad unitaria para el material fino se basó en la norma ASTM C29, del cual se empezó utilizando un molde de 1622 gramos. Luego se utilizó el mismo recipiente para pesar la muestra tanto en su forma suelta como compactada, obteniendo pesos de 5916 y 6577 gramos, respectivamente.

Tabla 9. *Peso unitario del agregado fino*

Replicas	Peso			Volumen del molde	Peso unitario de la muestra (g/cm ³)
	molde (g)	muestra (g)	molde+muestra (g)		
PS-01	1622	4295	5917	2800	1.534
PS-02	1622	4290	5912	2800	1.532
PS-03	1622	4296	5918	2800	1.534
SUB TOTAL					1.533
PC-01	1622	4957	6579	2800	1.770
PC-02	1622	4953	6575	2800	1.769
PC-03	1622	4955	6577	2800	1.770
SUB TOTAL					1.770

Los resultados de la prueba realizada con agregado fino tanto suelto como compactado se muestran en la figura 23; Se realizaron tres réplicas de acuerdo con la norma, arrojando un peso unitario medio de 1533 kg/m³ para el material suelto y 1770 kg/m³ para el material fino compactado (este último valor es mayor debido a que posteriormente se evacuaron los vacíos creados luego de realizar 25 varillados).

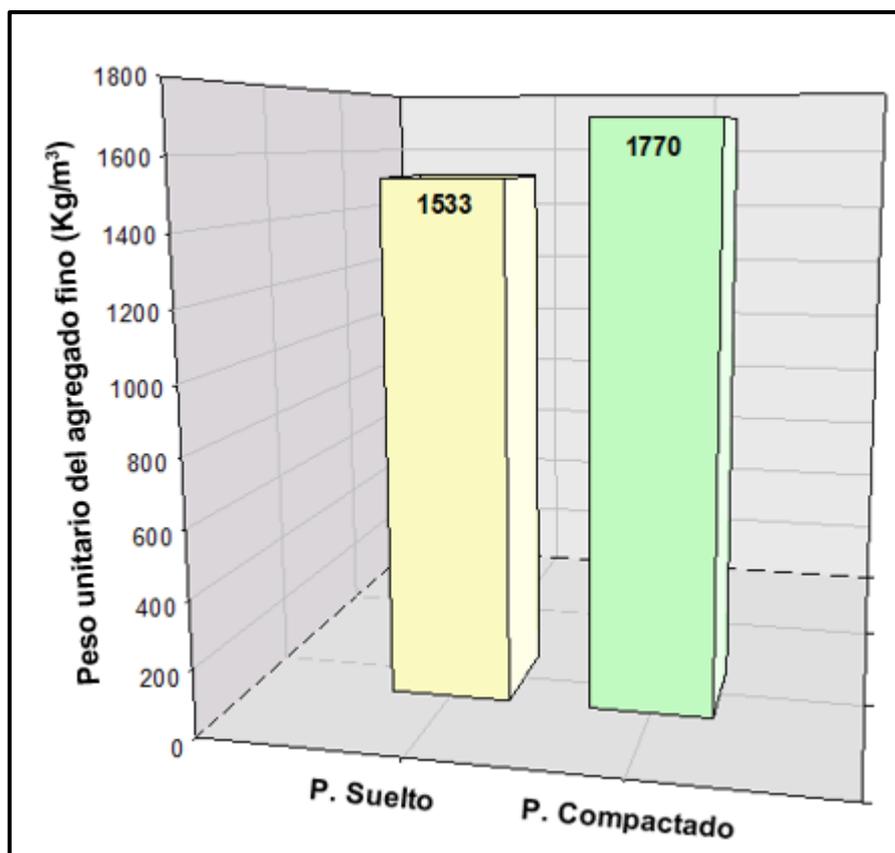


Figura 23. Densidad unitaria del material fino

Peso unitario del agregado grueso (ASTM C29)

Se realizaron pruebas para establecer la densidad unitaria del material de acuerdo con ASTM C29; la muestra se pesó antes de ser compactada en el recipiente y luego se pesó el molde para determinar la masa seca del material. Se hicieron tres réplicas y los resultados pueden ser vistos en la tabla 10.

Tabla 10. *Peso unitario del agregado grueso*

Replicas	Peso			Volumen del molde	Peso unitario de la muestra (g/cm ³)
	molde (g)	molde (g)	molde (g)		
PS-01	9200	21078	30278	14130	1.492
PS-02	9200	21068	30268	14130	1.491
PS-03	9200	21059	30259	14130	1.490
SUB TOTAL					1.491
PC-01	9200	22936	32136	14130	1.623
PC-02	9200	22928	32128	14130	1.623
PC-03	9200	22945	32145	14130	1.624
SUB TOTAL					1.623

Se muestran en la figura 24 que se realizaron tres réplicas de acuerdo con la norma, arrojando un peso unitario medio de 1491 kg/m³ para el material suelto y 1623 kg/m³ para el material grueso compactado (este último valor es mayor debido a que posteriormente se evacuaron los vacíos creados luego de realizar 25 varillados).

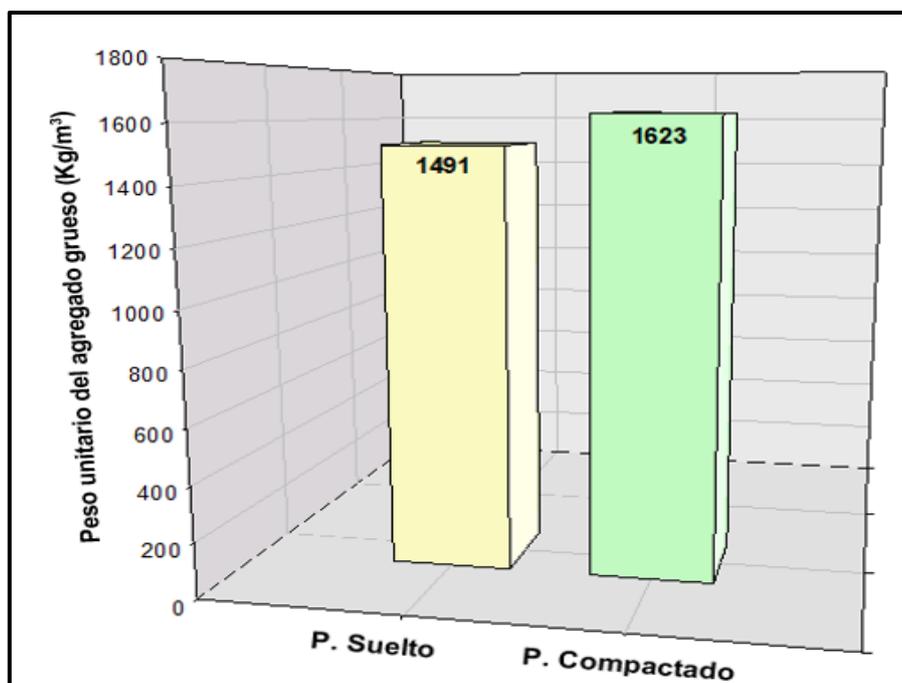


Figura 24. Densidad unitaria del material grueso

Diseño - Muestra patrón

La formulación de la mezcla para el concreto de muestra patrón se estableció con una resistencia especificada de $f'c = 210 \text{ kg/cm}^2$, la elección de los materiales se basó en la resistencia necesaria para el estudio, destacando el agua y el cemento como elementos esenciales en la producción del concreto convencional como se muestra en la tabla número 11.

Tabla 11. *Cuantificación de insumos para la muestra patrón*

Insumos/ Materiales	Cuantificación	Unidad	Resistencia $f'c$ (kg/cm^2)
Agregado fino	114.69	Kg	210
Agregado grueso	158.56	Kg	
Cemento	51.92	Kg	
Agua efectiva	30.48	Lts	
Total	355.65		

Diseño – Grupo experimental 01: 0.35% CE + 0.15% PR

Se presenta las cantidades específicas, conocidas como dosificaciones, que se aplican a las proporciones destinadas al diseño de la mezcla. En este caso, se incluyen adiciones de cenizas de carbón de eucalipto (CE) y poliestireno reciclado (PR) siendo la proporción ponderada utilizada es de 0.18 kg de ceniza y 0.17 kg de poliestireno, detallando la cantidad precisa de cada componente en el peso total de la mezcla como se detalla en la tabla 12

Tabla 12. *Cuantificación de insumos para el Grupo experimental 1*

Insumos/ Materiales	Cuantificación	Unidad	Resistencia $f'c$ (kg/cm^2)
Agregado fino	114.52	Kg	210
Agregado grueso	158.56	Kg	
Cemento	51.74	Kg	
Agua efectiva	30.48	Lts	
Ceniza de eucalipto	0.18	Kg	
Poliestireno reciclado	0.17	Kg	
Total	355.65		

Diseño – Grupo experimental 02: 0.35% CE + 0.25% PR

De esta forma, en la tabla 13 se muestran las dosificaciones en kilogramos de los agregados de ceniza de carbón de eucalipto y poliestireno reciclado del grupo experimental 02 donde presentaron 0.18 y 0.29 kg respectivamente.

Tabla 13. *Cuantificación de insumos para el Grupo experimental 2*

Insumos/ Materiales	Cuantificación	Unidad	Resistencia f'c (kg/cm ²)
Agregado fino	114.40	Kg	210
Agregado grueso	158.56	Kg	
Cemento	51.74	Kg	
Agua efectiva	30.48	Lts	
Ceniza de eucalipto	0.18	Kg	
Poliestireno reciclado	0.29	Kg	
Total	355.65		

Diseño – Grupo experimental 03: 0.55% CE + 0.15% PR

De esta forma, en la tabla 14 se muestran las dosificaciones en kilogramos de los agregados de ceniza de carbón de eucalipto y poliestireno reciclado del grupo experimental 03 donde presentaron 0.29 y 0.29 kg respectivamente.

Tabla 14. *Cuantificación de insumos para el Grupo experimental 3*

Insumos/ Materiales	Cuantificación	Unidad	Resistencia f'c (kg/cm ²)
Agregado fino	114.40	Kg	210
Agregado grueso	158.56	Kg	
Cemento	51.63	Kg	
Agua efectiva	30.48	Lts	
Ceniza de eucalipto	0.29	Kg	
Poliestireno reciclado	0.29	Kg	
Total	355.65		

Diseño – Grupo experimental 04: 0.55% CE + 0.25% PR

Por último, la tabla 15 expresa las dosificaciones de los materiales utilizados en el diseño del grupo experimental 4 de concreto, donde se adicionaron los componentes de ceniza de carbón de eucalipto en 0.29 kg y de poliestireno reciclado con 0.17 kg.

Tabla 15. Cuantificación de insumos para el Grupo experimental 4

Insumos/ Materiales	Cuantificación	Unidad	Resistencia f'c (kg/cm ²)
Agregado fino	114.52	Kg	210
Agregado grueso	158.56	Kg	
Cemento	51.63	Kg	
Agua efectiva	30.48	Lts	
Ceniza de eucalipto	0.29	Kg	
Poliestireno reciclado	0.17	Kg	
Total	355.65		

4.2. Objetivo específico 1

Determinar el peso unitario del concreto ligero incorporando ceniza de carbón de eucalipto y poliestireno reciclado.

En esta sección se realizó el proceso para la determinación del primer objetivo específico, del cual se enfoca en el peso unitario del concreto ligero al añadir cenizas de carbón de eucalipto (CE) y poliestireno reciclado (PR), en este ensayo se tomaron 3 pesajes para obtener con mayor precisión el peso unitario del concreto fresco, asimismo esto corresponde a la tabla 16.

Tabla 16. Peso unitario de la muestra patrón y experimentales

Tipo	Muestra	Peso del molde + muestra (kg)	Peso de molde (kg)	Volumen del molde	Peso unitario	Promedio
Muestra patrón (MP)	M-1	20.737	3.536	0.00704000	2443	2443
	M-2	20.735	3.536	0.00704000	2443	
	M-2	20.730	3.536	0.00704000	2442	
0.35% CE + 0.15% PR (G1)	M-1	19.486	3.536	0.00704000	2266	2266
	M-2	19.490	3.536	0.00704000	2266	
	M-2	19.488	3.536	0.00704000	2266	
0.35% CE + 0.25% PR (G2)	M-1	19.154	3.536	0.00704000	2218	2218
	M-2	19.161	3.536	0.00704000	2219	
	M-2	19.151	3.536	0.00704000	2218	
0.55% CE + 0.15% PR (G3)	M-1	19.357	3.536	0.00704000	2401	2401
	M-2	19.360	3.536	0.00704000	2402	
	M-2	19.362	3.536	0.00704000	2400	
0.55% CE + 0.25% PR (G4)	M-1	20.442	3.536	0.00704000	2247	2248
	M-2	20.448	3.536	0.00704000	2248	
	M-2	20.431	3.536	0.00704000	2248	

Asimismo, en la figura 25 se visualiza los pesos unitarios obtenidos de las muestras promediadas para entender más explícitamente la diferencia entre datos.

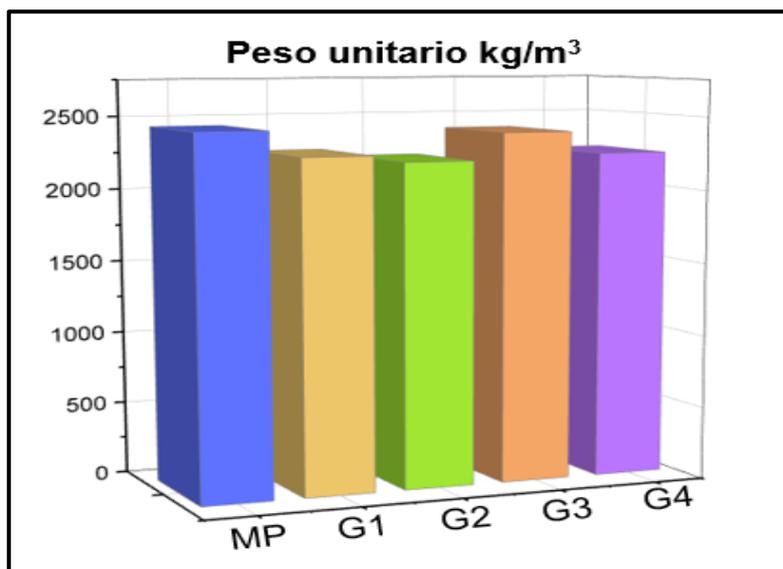


Figura 25. Peso unitario de la muestra patrón y experimentales

4.3. Objetivo específico 2

Determinar el asentamiento del concreto ligero incorporando ceniza de carbón de eucalipto y poliestireno reciclado.

En esta sección se realizó el proceso para la determinación del segundo objetivo específico, del cual se enfoca en el asentamiento del concreto ligero al añadir cenizas de carbón de eucalipto (CE) y poliestireno reciclado (PR), en este ensayo se tomaron 3 pesajes para obtener con mayor precisión el asentamiento del concreto fresco, asimismo esto corresponde a la tabla 17.

Tabla 17. Asentamiento de la muestra patrón y experimentales

Tipo	Asentamiento	Unidad	Promedio
Muestra patrón (MP)	3 ³ / ₄	Pulgada	3 ² / ₃
	3 ³ / ₄		
	3 ¹ / ₂		
0.35% CE + 0.15% PR (G1)	3 ³ / ₄	Pulgada	3 ³ / ₄
	3 ³ / ₄		
	3 ³ / ₄		
0.35% CE + 0.25% PR (G2)	3 ¹ / ₂	Pulgada	3 ¹ / ₂
	3 ¹ / ₂		
	3 ¹ / ₂		
0.55% CE + 0.15% PR (G3)	3 ³ / ₄	Pulgada	3 ³ / ₄
	3 ³ / ₄		
	3 ³ / ₄		
0.55% CE + 0.25% PR (G4)	3 ³ / ₄	Pulgada	3 ² / ₃
	3 ¹ / ₂		
	3 ³ / ₄		

De la misma forma se visualiza en la figura 26 de forma detallada y organizada los datos que se obtuvieron en el ensayo de asentamiento del concreto en estado fresco, para determinar su trabajabilidad.

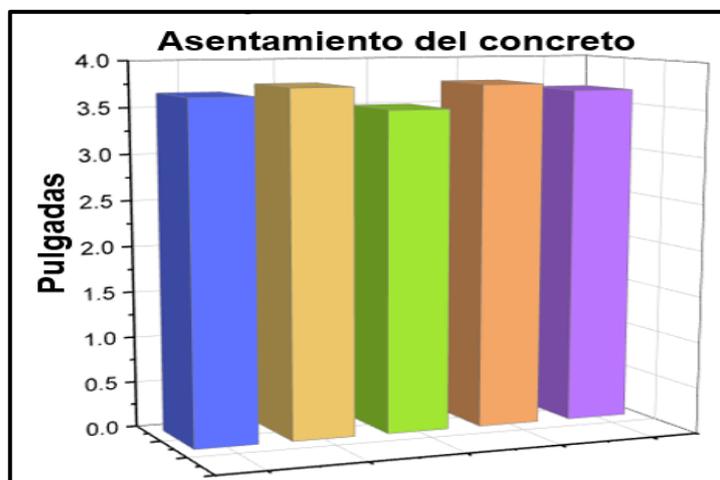


Figura 26. Asentamiento de la muestra patrón y experimentales

4.4. Objetivo específico 3

Determinar la resistencia a compresión del concreto ligero incorporando ceniza de carbón de eucalipto y poliestireno reciclado.

Continuando con las explicaciones de los objetivos, se determinó como tercer objetivo específico la resistencia ante efectos de compresión del concreto ligero al añadirse cenizas de carbón de eucalipto (CE) y poliestireno reciclado (PR) en diferentes dosis con 3 especímenes por grupo experimental para tener con mayor certeza la diferencia entre resultados que se pueden apreciar en la tabla 18.

Tabla 18. Resistencia a la compresión a los 7 días

Muestra	Fechas de curado		Tiempo (días)	Fuerza máxima (kgf)	Área (cm ²)	Esfuerzo (kg/cm ²)	Promedio	% F'c
	Fecha de vaciado	Fecha de rotura						
Muestra patrón	04/09/23	11/09/23	7	12507.4	78.5	159.2	160.70	75.81%
	04/09/23	11/09/23	7	12739.2	78.5	162.2		77.24%
	04/09/23	11/09/23	7	12625.0	78.5	160.7		76.52%
0.35% CE + 0.15% PR (G1)	04/09/23	11/09/23	7	6362.1	78.5	81.0	82.40	38.57%
	04/09/23	11/09/23	7	6495.1	78.5	82.7		39.38%
	04/09/23	11/09/23	7	6556.2	78.5	83.5		39.76%
0.35% CE + 0.25% PR (G2)	04/09/23	11/09/23	7	7827.2	78.5	99.7	101.70	47.48%
	04/09/23	11/09/23	7	8198.1	78.5	104.4		49.71%
	04/09/23	11/09/23	7	7949.1	78.5	101.2		48.19%
0.55% CE + 0.15% PR (G3)	04/09/23	11/09/23	7	6073.2	78.5	77.3	78.53	36.81%
	04/09/23	11/09/23	7	6293.6	78.5	80.1		38.14%
	04/09/23	11/09/23	7	6145.3	78.5	78.2		37.24%
0.55% CE + 0.25% PR (G4)	04/09/23	11/09/23	7	8444.6	78.5	107.5	108.97	51.19%
	04/09/23	11/09/23	7	8732.9	78.5	111.2		52.95%
	04/09/23	11/09/23	7	8498.1	78.5	108.2		51.52%

De esta forma, se puede observar en la figura 27 los promedios de los grupos según cada porcentaje adicionado a la mezcla de concreto para diferenciar con precisión los resultados obtenidos.

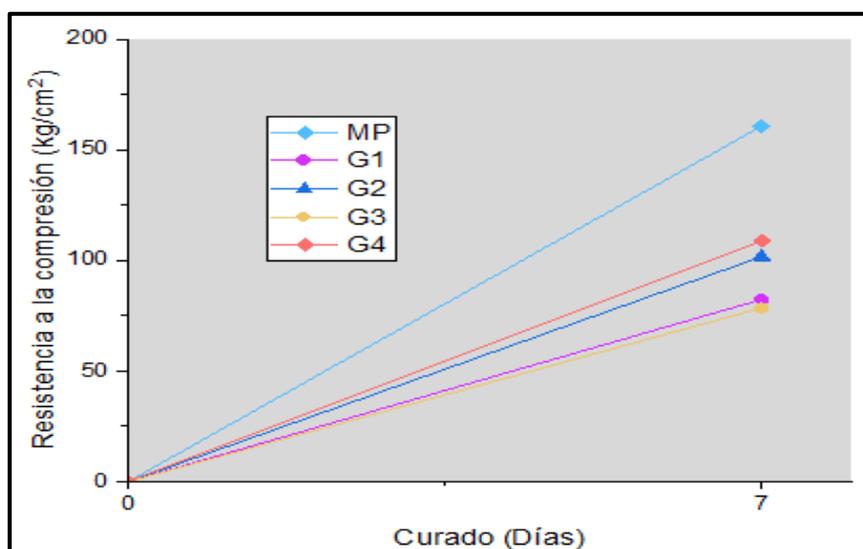


Figura 27. Curva de maduración de resistencia a compresión a los 7 días

Continuando con las explicaciones de los objetivos, se determinó como tercer objetivo específico la resistencia ante efectos de compresión del concreto ligero al añadirse cenizas de carbón de eucalipto (CE) y poliestireno reciclado (PR) en diferentes dosis con 3 especímenes por grupo experimental para tener con mayor certeza la diferencia entre resultados que se pueden apreciar en la tabla 19.

Tabla 19. Resistencia a la compresión a los 14 días

Muestra	Fechas de curado		Tiempo (días)	Fuerza máxima (kgf)	Área (cm²)	Esfuerzo (kg/cm²)	Promedio	% F'c
	Fecha de vaciado	Fecha de rotura						
Muestra patrón	04/09/23	18/09/23	14	14059.6	78.5	179.0	175.87	85.24%
	04/09/23	18/09/23	14	14109.6	78.5	179.6		85.52%
	04/09/23	18/09/23	14	13272.3	78.5	169.0		80.48%
0.35% CE + 0.15% PR (G1)	04/09/23	18/09/23	14	8113.4	78.5	103.3	100.87	49.19%
	04/09/23	18/09/23	14	7911.7	78.5	100.7		47.95%
	04/09/23	18/09/23	14	7741.2	78.5	98.6		46.95%
0.35% CE + 0.25% PR (G2)	04/09/23	18/09/23	14	11143.0	78.5	141.9	141.93	67.57%
	04/09/23	18/09/23	14	11003.8	78.5	140.1		66.71%
	04/09/23	18/09/23	14	11296.3	78.5	143.8		68.48%
0.55% CE + 0.15% PR (G3)	04/09/23	18/09/23	14	8911.1	78.5	113.5	113.17	54.05%
	04/09/23	18/09/23	14	8876.9	78.5	113.0		53.81%
	04/09/23	18/09/23	14	8878.9	78.5	113.0		53.81%
0.55% CE + 0.25% PR (G4)	04/09/23	18/09/23	14	11851.2	78.5	150.9	151.87	71.86%
	04/09/23	18/09/23	14	11939.7	78.5	152.0		72.38%
	04/09/23	18/09/23	14	11990.1	78.5	152.7		72.71%

De esta forma, se puede observar en la figura 28 los promedios de los grupos según cada porcentaje adicionado a la mezcla de concreto para diferenciar con precisión los resultados obtenidos.

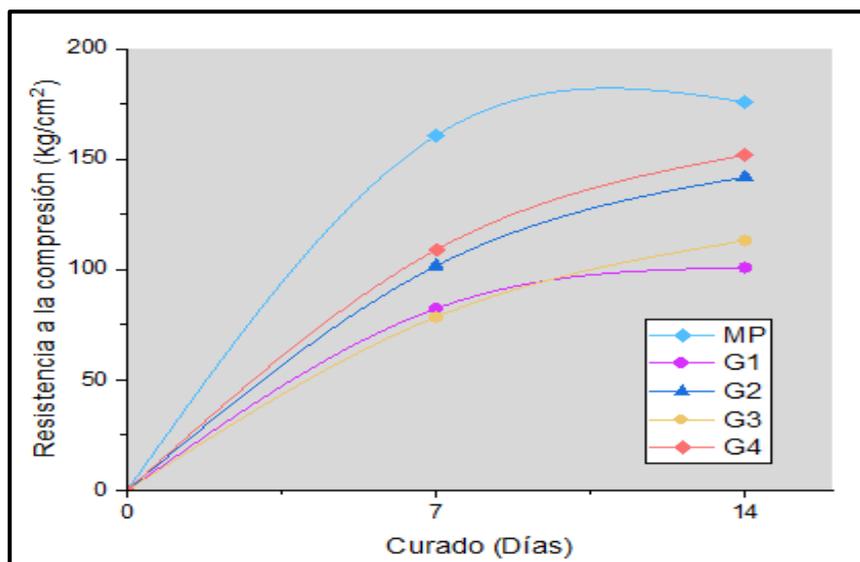


Figura 28. Curva de maduración de resistencia a compresión a los 14 días

Continuando con las explicaciones de los objetivos, se determinó como tercer objetivo específico la resistencia ante efectos de compresión del concreto ligero al añadirse cenizas de carbón de eucalipto (CE) y poliestireno reciclado (PR) en diferentes dosis con 3 especímenes por grupo experimental para tener con mayor certeza la diferencia entre resultados que se pueden apreciar en la tabla 20.

Tabla 20. Resistencia a la compresión a los 28 días

Muestra	Fechas de curado		Tiempo (días)	Fuerza máxima (kgf)	Área (cm ²)	Esfuerzo (kg/cm ²)	Promedio	% F'c
	Fecha de vaciado	Fecha de rotura						
Muestra patrón	04/09/23	02/10/23	28	17215.7	78.5	219.2	219.33	104.4%
	04/09/23	02/10/23	28	17189.8	78.5	218.9		104.2%
	04/09/23	02/10/23	28	17272.3	78.5	219.9		104.7%
0.35% CE + 0.15% PR (G1)	04/09/23	02/10/23	28	10981.5	78.5	139.8	138.40	66.6%
	04/09/23	02/10/23	28	10939.1	78.5	139.3		66.3%
	04/09/23	02/10/23	28	10689.3	78.5	136.1		64.8%
0.35% CE + 0.25% PR (G2)	04/09/23	02/10/23	28	14006.2	78.5	178.3	176.60	84.9%
	04/09/23	02/10/23	28	13853.8	78.5	176.4		84.0%
	04/09/23	02/10/23	28	13750.5	78.5	175.1		83.4%
0.55% CE + 0.15% PR (G3)	04/09/23	02/10/23	28	11478.7	78.5	146.2	145.93	69.6%
	04/09/23	02/10/23	28	11395.2	78.5	145.1		69.1%
	04/09/23	02/10/23	28	11509.7	78.5	146.5		69.8%
0.55% CE + 0.25% PR (G4)	04/09/23	02/10/23	28	14232.3	78.5	181.2	182.43	86.3%
	04/09/23	02/10/23	28	14342.7	78.5	182.6		87.0%
	04/09/23	02/10/23	28	14408.9	78.5	183.5		87.4%

De esta forma, se puede observar en la figura 29 los promedios de los grupos según cada porcentaje adicionado a la mezcla de concreto para diferenciar con precisión los resultados obtenidos.

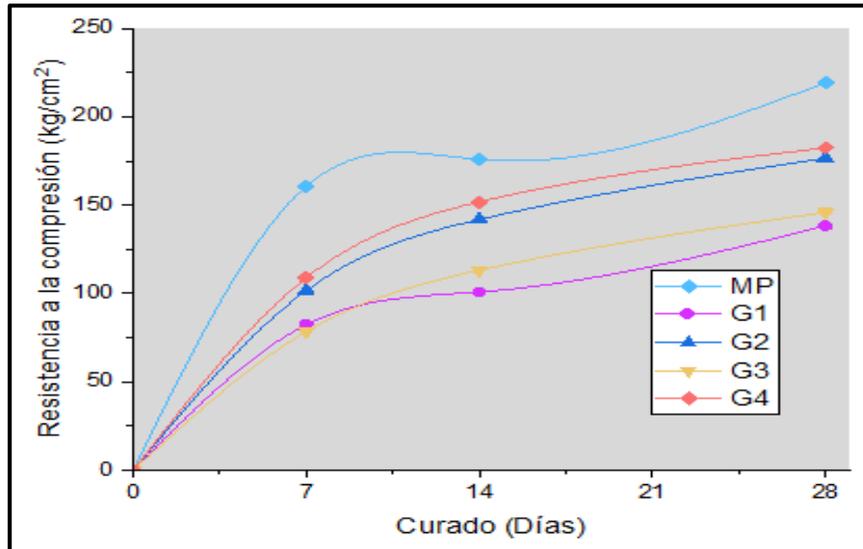


Figura 29. Curva de maduración de resistencia a compresión a los 28 días

4.5. Objetivo específico 4

Determinar la resistencia a flexión del concreto ligero incorporando ceniza de carbón de eucalipto y poliestireno reciclado.

Finalmente, determinando el cuarto objetivo específico sobre la resistencia ante efectos flexores del concreto ligero a los 7 días incorporando cenizas de carbón de eucalipto (CE) y poliestireno reciclado (PR) en proporciones variadas establecidas para evaluarse en 3 especímenes para muestra patrón y por grupo experimental, de esta forma estimar los valores de cada grupo ensayado, ello se manifiesta en la tabla 21.

Tabla 21. Resistencia a la flexión a los 7 días

Muestra	Fechas de curado		Tiempo (días)	Ubicación de falla	Luz libre (cm ²)	Esfuerzo (kg/cm ²)	Promedio
	Fecha de vaciado	Fecha de rotura					
Muestra patrón	04/09/23	11/09/23	7	Dentro del tercio medio	45.0	37.1	37.27
	04/09/23	11/09/23	7	Dentro del tercio medio	45.0	36.6	
	04/09/23	11/09/23	7	Dentro del tercio medio	45.0	38.1	
0.35% CE + 0.15% PR (G1)	04/09/23	11/09/23	7	Dentro del tercio medio	45.0	35.1	35.07
	04/09/23	11/09/23	7	Dentro del tercio medio	45.0	34.5	
	04/09/23	11/09/23	7	Dentro del tercio medio	45.0	35.6	
0.35% CE + 0.25% PR (G2)	04/09/23	11/09/23	7	Dentro del tercio medio	45.0	27.2	28.53
	04/09/23	11/09/23	7	Dentro del tercio medio	45.0	29.9	
	04/09/23	11/09/23	7	Dentro del tercio medio	45.0	28.5	
0.55% CE + 0.15% PR (G3)	04/09/23	11/09/23	7	Dentro del tercio medio	45.0	29.1	28.27
	04/09/23	11/09/23	7	Dentro del tercio medio	45.0	27.1	
	04/09/23	11/09/23	7	Dentro del tercio medio	45.0	28.6	
0.55% CE + 0.25% PR (G4)	04/09/23	11/09/23	7	Dentro del tercio medio	45.0	37.8	37.67
	04/09/23	11/09/23	7	Dentro del tercio medio	45.0	37.9	
	04/09/23	11/09/23	7	Dentro del tercio medio	45.0	37.3	

Además, la figura 30 representa gráficamente los resultados promediados de cada grupo experimental para determinar las diferencias entre muestras.

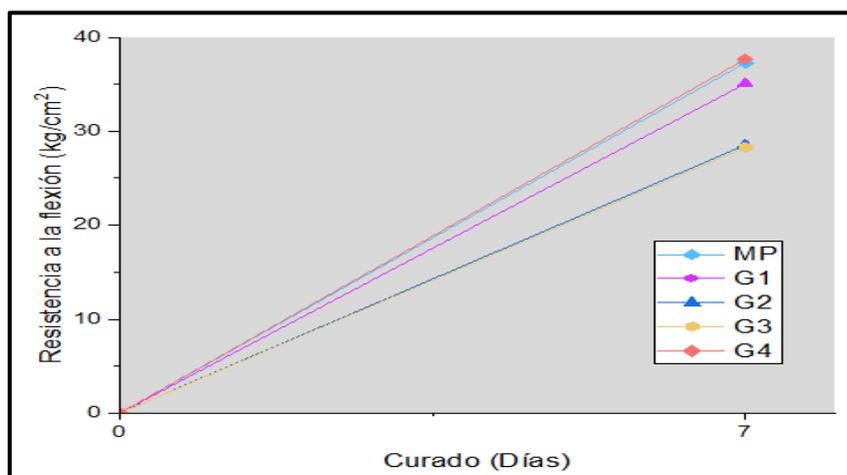


Figura 30. Curva de maduración de resistencia a flexión a los 7 días

Continuando con el cuarto objetivo específico sobre la resistencia ante efectos flexores del concreto ligero a los 14 días incorporando cenizas de carbón de eucalipto (CE) y poliestireno reciclado (PR) en proporciones variadas establecidas para evaluarse en 3 especímenes para muestra patrón y por grupo experimental, de esta forma estimar los valores de cada grupo ensayado, ello se manifiesta en la tabla 22.

Tabla 22. Resistencia a la flexión a los 14 días

Muestra	Fechas de curado		Tiempo (días)	Ubicación de falla	Luz libre (cm ²)	Esfuerzo (kg/cm ²)	Promedio
	Fecha de vaciado	Fecha de rotura					
Muestra patrón	04/09/23	18/09/23	14	Dentro del tercio medio	45.0	40.7	39.00
	04/09/23	18/09/23	14	Dentro del tercio medio	45.0	37.9	
	04/09/23	18/09/23	14	Dentro del tercio medio	45.0	38.4	
0.35% CE + 0.15% PR (G1)	04/09/23	18/09/23	14	Dentro del tercio medio	45.0	38.1	38.43
	04/09/23	18/09/23	14	Dentro del tercio medio	45.0	38.1	
	04/09/23	18/09/23	14	Dentro del tercio medio	45.0	39.1	
0.35% CE + 0.25% PR (G2)	04/09/23	18/09/23	14	Dentro del tercio medio	45.0	31.1	31.03
	04/09/23	18/09/23	14	Dentro del tercio medio	45.0	30.5	
	04/09/23	18/09/23	14	Dentro del tercio medio	45.0	31.5	
0.55% CE + 0.15% PR (G3)	04/09/23	18/09/23	14	Dentro del tercio medio	45.0	29.3	30.40
	04/09/23	18/09/23	14	Dentro del tercio medio	45.0	32.2	
	04/09/23	18/09/23	14	Dentro del tercio medio	45.0	29.7	
0.55% CE + 0.25% PR (G4)	04/09/23	18/09/23	14	Dentro del tercio medio	45.0	41.9	40.47
	04/09/23	18/09/23	14	Dentro del tercio medio	45.0	40.3	
	04/09/23	18/09/23	14	Dentro del tercio medio	45.0	39.2	

Además, la figura 31 representa gráficamente los resultados promediados de cada grupo experimental para determinar las diferencias entre muestras.

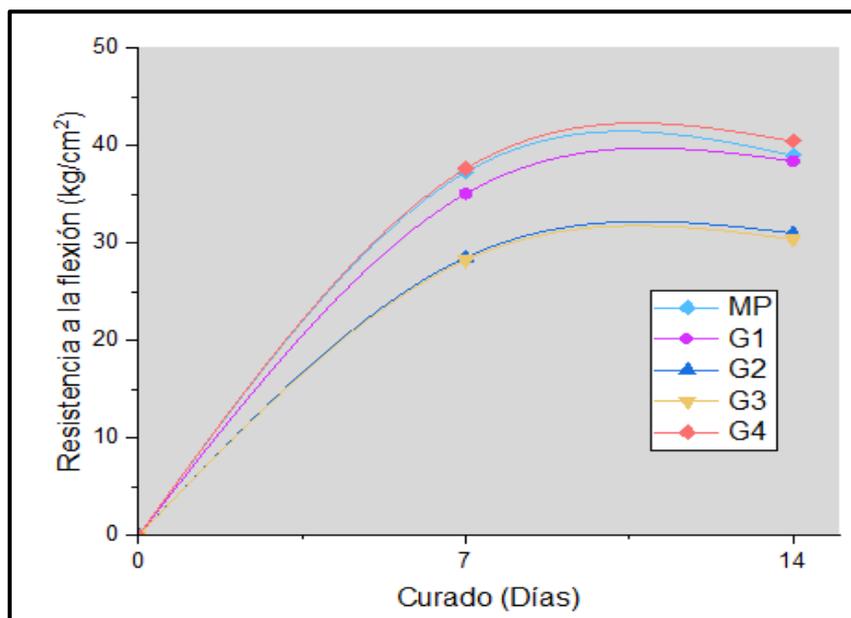


Figura 31. Curva de maduración de resistencia a flexión a los 14 días

Continuando con el cuarto objetivo específico sobre la resistencia ante efectos flexores del concreto ligero a los 14 días incorporando cenizas de carbón de eucalipto (CE) y poliestireno reciclado (PR) en proporciones variadas establecidas para evaluarse en 3 especímenes para muestra patrón y por grupo experimental, de esta forma estimar los valores de cada grupo ensayado, ello se manifiesta en la tabla 23.

Tabla 23. Resistencia a la flexión a los 28 días

Muestra	Fechas de curado		Tiempo (días)	Ubicación de falla	Luz libre (cm ²)	Esfuerzo (kg/cm ²)	Promedio
	Fecha de vaciado	Fecha de rotura					
Muestra patrón	04/09/23	02/10/23	28	Dentro del tercio medio	45.0	44.7	42.90
	04/09/23	02/10/23	28	Dentro del tercio medio	45.0	41.7	
	04/09/23	02/10/23	28	Dentro del tercio medio	45.0	42.3	
0.35% CE + 0.15% PR (G1)	04/09/23	02/10/23	28	Dentro del tercio medio	45.0	41.9	42.27
	04/09/23	02/10/23	28	Dentro del tercio medio	45.0	41.9	
	04/09/23	02/10/23	28	Dentro del tercio medio	45.0	43.0	
0.35% CE + 0.25% PR (G2)	04/09/23	02/10/23	28	Dentro del tercio medio	45.0	34.2	34.13
	04/09/23	02/10/23	28	Dentro del tercio medio	45.0	33.5	
	04/09/23	02/10/23	28	Dentro del tercio medio	45.0	34.7	
0.55% CE + 0.15% PR (G3)	04/09/23	02/10/23	28	Dentro del tercio medio	45.0	32.3	33.47
	04/09/23	02/10/23	28	Dentro del tercio medio	45.0	35.4	
	04/09/23	02/10/23	28	Dentro del tercio medio	45.0	32.7	
0.55% CE + 0.25% PR (G4)	04/09/23	02/10/23	28	Dentro del tercio medio	45.0	46.0	44.47
	04/09/23	02/10/23	28	Dentro del tercio medio	45.0	44.3	
	04/09/23	02/10/23	28	Dentro del tercio medio	45.0	43.1	

Además, la figura 32 representa gráficamente los resultados promediados de cada grupo experimental para determinar las diferencias entre muestras.

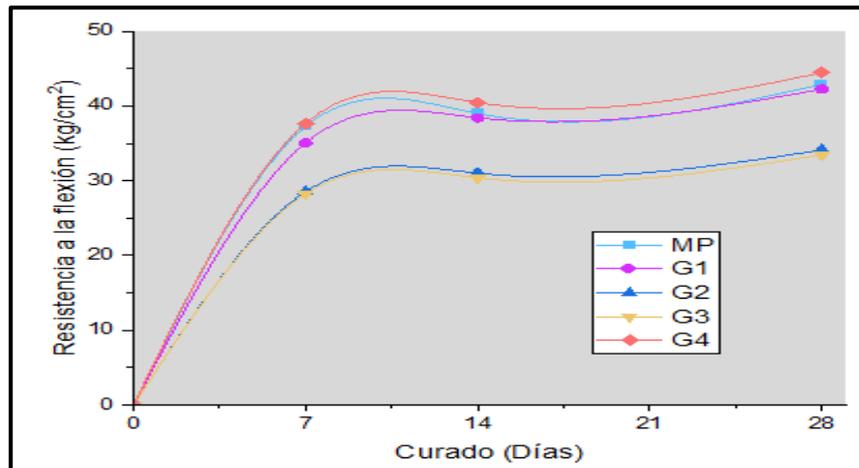


Figura 32. Curva de maduración de resistencia a flexión a los 28 días

4.6. Contrastación de Hipótesis

Hipótesis específica 1

La incorporación de ceniza de carbón de eucalipto y poliestireno reciclado influye positivamente en el peso unitario del concreto ligero.

Continuando con la contrastación de las hipótesis, se determinó como primera hipótesis específico que la incorporación de ceniza de carbón de eucalipto (CE) y poliestireno reciclado (PR) influye positivamente en el peso unitario del concreto ligero en diferentes dosis con 3 especímenes por grupo experimental para saber si los datos son paramétricos mediante el test de normalidad, como se muestra en la tabla 24.

Tabla 24. Test de normalidad de hipótesis específica 1

Tipo de muestra	Muestra	Peso unitario	Promedio	Desviación estándar	N°	Valor P
MP	M-1	2443.00	2442.67	0.5774	3	0.057
	M-2	2443.00				
	M-3	2442.00				
G1	M-1	2266.10	2266.10	0.1	3	0.631
	M-2	2266.00				
	M-3	2266.20				
G2	M-1	2218.00	2218.33	0.5774	3	0.057
	M-2	2219.00				
	M-3	2218.00				
G3	M-1	2247.00	2247.67	0.5774	3	0.057
	M-2	2248.00				
	M-3	2248.00				
G4	M-1	2401.00	2401.00	1	3	0.631
	M-2	2402.00				
	M-3	2400.00				

Por lo que, por medio del procesamiento de los resultados del ensayo se logró graficar la probabilidad de presentar estos valores y ejemplificar mediante la figura 33 el test de normalidad de la prueba de peso unitario del concreto.

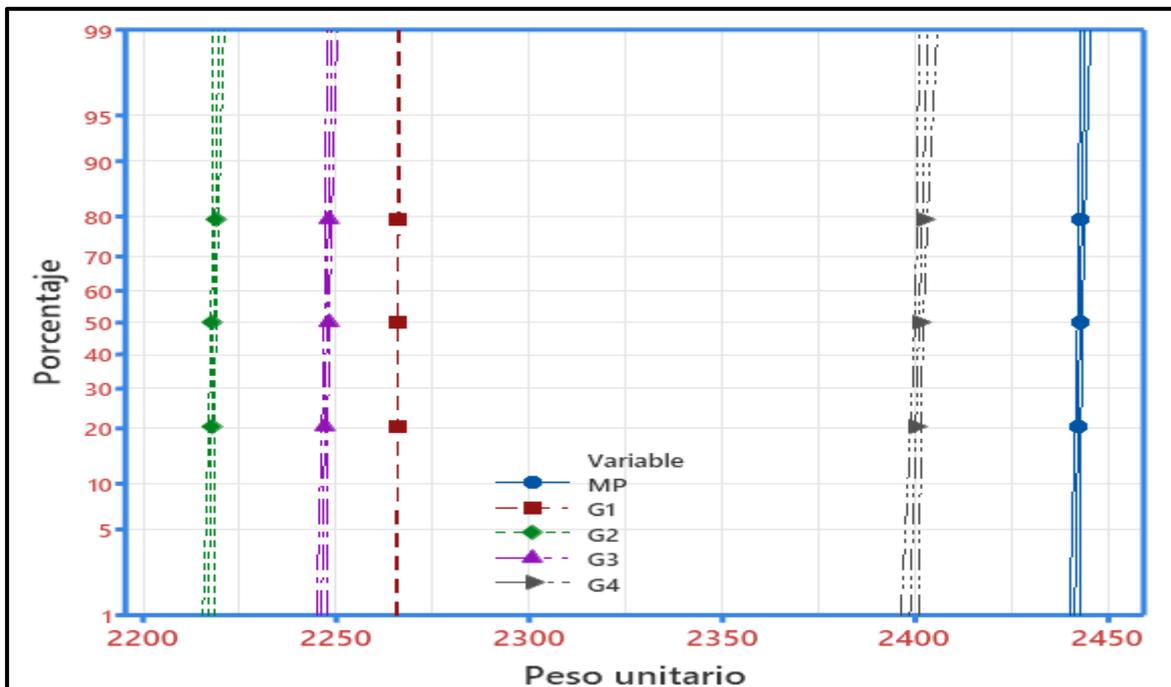


Figura 33. Probabilidad de hipótesis específica 1

En virtud de los resultados derivados de la prueba de normalidad aplicada al ensayo de peso unitario del concreto de la mezcla tradicional como los grupos experimentales, se llega a la conclusión de que el valor de p obtenido es superior a 0.05, por lo tanto, se realiza la respectiva afirmación de la validez de la primera hipótesis, indicando que los datos exhiben una distribución normal.

Prueba de Homogeneidad de Varianzas hipótesis 1

La prueba de Levene fue utilizada para comparar si la hipótesis nula de varianzas son iguales en todos los grupos (prueba de homocedasticidad). Prueba importante, especialmente para diseños no aleatorios y no balanceados, como se muestra en la tabla 25, la prueba de homocedasticidad conduce a un resultado no significativo al nivel del 5%.

Tabla 25. Prueba de homogeneidad de varianzas de la hipótesis específica 1

Pruebas de homogeneidad de varianzas					
Muestra		Estadístico de Levene	gl1	gl2	Sig.
Resistencia a tracción	Se basa en la media	2.000	4	10	0.171
	Se basa en la mediana	0.625	4	10	0.655
	Se basa en la mediana y con gl ajustado	0.625	4	8.000	0.658
	Se basa en la media recortada	1.876	4	10	0.191

Se encontró en la prueba de homogeneidad que los valores obtenidos en el análisis estadístico de Levene realizados para el peso unitario del concreto son superiores a 0.05, donde se acepta la hipótesis nula, indicando que existe igualdad entre las varianzas de los diseños aplicados con respecto a las adiciones, entonces cumplen con los requisitos establecidos para trabajar con ANOVA (sig).

Se procedió a formular la hipótesis alternativa y nula y esto se visualiza en la tabla 26.

Tabla 26. Formulación de hipótesis alternativa y nula 1

HIPÓTESIS	
NULA	ALTERNATIVA
La incorporación de ceniza de carbón de eucalipto y poliestireno reciclado no influye positivamente en el peso unitario del concreto ligero.	La incorporación de ceniza de carbón de eucalipto y poliestireno reciclado influye positivamente en el peso unitario del concreto ligero.

Análisis de varianzas

Conforme a los resultados obtenidos en la prueba de normalidad, se ha confirmado la presencia de una distribución normal en los datos de densidad de la mezcla con y sin adición. En consecuencia, se procedió a realizar un análisis de varianza, cuyos detalles se encuentran expuestos en la tabla 27.

Tabla 27. Análisis de varianzas de hipótesis 1

Fuente	GL	SC Ajust.	MC Ajust.	Valor F	Valor p
Factor	4	119892	29973.1	74559.87	0.000
Error	10	4	0.4		
Total	14	119896			

De acuerdo con los datos presentados en la tabla anterior, se ha obtenido un valor P de 0.0000 para la incorporación de cenizas de carbón de eucalipto (CE) y poliestireno reciclado (PR), del cual al contar con un valor inferior de significancia exigida por Shapiro Wilk que es el 0.05, del cual, se procede a rechazar la hipótesis nula y, por ende, aceptar la hipótesis alternativa.

Post-Hoc de HSD Tukey

Para evaluar y analizar el efecto que propiciaron por los materiales de Cenizas de carbón de Eucalipto (CE) y Poliestireno reciclado (PR) en los valores del peso unitario del concreto según cada uno de los grupos de experimentación (patrón y experimentales) se utilizó la prueba de Post Hoc HSD o Prueba de Tukey, por lo que se muestran las medias de cada grupo en la tabla 28 y con ello identificar la variación existente y significancia que presentan estos valores.

Tabla 28. *Post-Hoc de HSD Tukey de hipótesis 1*

Factor	N°	Media	Agrupación				
MP	3	2442.67	A				
G4	3	2401.00		B			
G1	3	2266.10			C		
G3	3	2247.67				D	
G2	3	2218.33					E

Después de analizar los resultados, se pudo observar que todos los grupos experimentales mostraron una mejoría al reducir el peso del concreto en comparación con la muestra de referencia. Se notó que el diseño 2, que consistía en un 0.35% CE + 0.25% PR (G2) fue el menor valor promediado del estudio con una diferencia de 9.18% en comparación a la muestra patrón, mientras que el grupo más cercano al patrón fue el G4 obteniendo un valor de diferencia porcentual de 0.89%.

Medias

En la tabla 29, se muestran las medias de los distintos grupos que formaron parte del experimento sobre el peso del concreto, esta tabla incluye tanto la muestra de referencia como los grupos experimentales, brindando información sobre las medidas promedio obtenidas en cada caso.

Tabla 29. Medias de hipótesis 1

Medias de los grupos para peso unitario				
Factor	N°	Media	Desv. Estándar	IC de 95%
MP	3	2442.67	0.58	(2441.85; 2443.48)
G1	3	2266.10	0.10	(2265.28; 2266.92)
G2	3	2218.33	0.58	(2217.52; 2219.15)
G3	3	2247.67	0.58	(2246.85; 2248.48)
G4	3	2401.00	1.00	(2400.18; 2401.82)

El estudio revela que al agregar Cenizas de carbón de Eucalipto (CE) y Poliestireno reciclado (PR) a las mezclas de concreto, se observa una diferencia porcentual de 9.18% a favor del grupo 2 con 0.35% CE + 0.25% PR (G2), que alcanzó un peso unitario de 2401 kg/m³ en contraste con la muestra patrón (MP) que obtuvo un peso de 2442.67 kg/m³, lo que indicó que la muestra número 2 mostró un pesaje menor volviendo al concreto más ligero para su uso.

En el gráfico que se presenta a continuación, se puede observar la variación del peso unitario entre los distintos grupos de concreto evaluados, observándose que este valor disminuye entre los grupos G2, G3 y G1 mientras que el G4 persiste al presentar un peso semejante al de la muestra patrón, lo cual se puede apreciar en la figura 34.

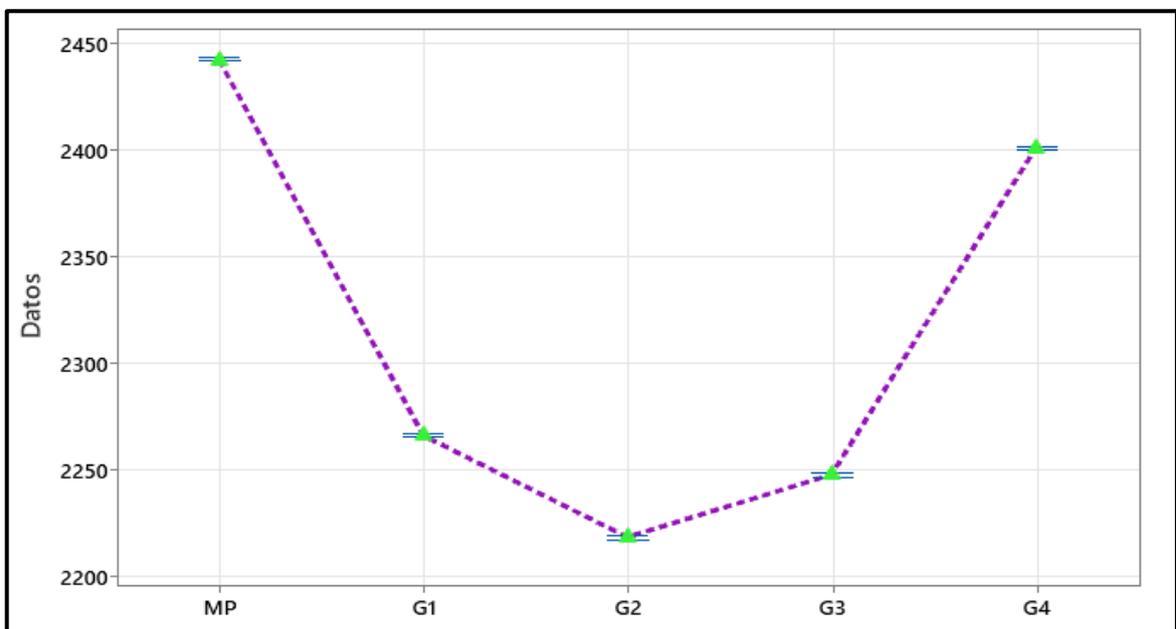


Figura 34. Intervalos de hipótesis específica 1

Hipótesis específica 2

La incorporación de ceniza de carbón de eucalipto y poliestireno reciclado influye positivamente en el asentamiento del concreto ligero.

Continuando con la contrastación de las hipótesis, se determinó como segunda hipótesis específico que la incorporación de ceniza de carbón de eucalipto (CE) y poliestireno reciclado (PR) influye positivamente en el asentamiento del concreto ligero en diferentes dosis con 3 especímenes por grupo experimental para saber si los datos son paramétricos mediante el test de normalidad, como se muestra en la tabla 30.

Tabla 30. Test de normalidad de hipótesis específica 2

Tipo de muestra	Muestra	Asentamiento	Promedio	Desviación estándar	N°	Valor P
MP	M-1	3.75	3.67	0.1443	3	0.057
	M-2	3.75				
	M-3	3.50				
G1	M-1	3.75	3.75	0.005774	3	0.057
	M-2	3.75				
	M-3	3.75				
G2	M-1	3.50	3.50	0.005774	3	0.057
	M-2	3.50				
	M-3	3.50				
G3	M-1	3.75	3.75	0.005774	3	0.057
	M-2	3.75				
	M-3	3.75				
G4	M-1	3.75	3.67	0.1443	3	0.057
	M-2	3.50				
	M-3	3.75				

Por lo que, por medio del procesamiento de los resultados del ensayo se logró graficar la probabilidad de presentar estos valores y ejemplificar mediante la figura 35 el test de normalidad de la prueba del asentamiento del concreto.

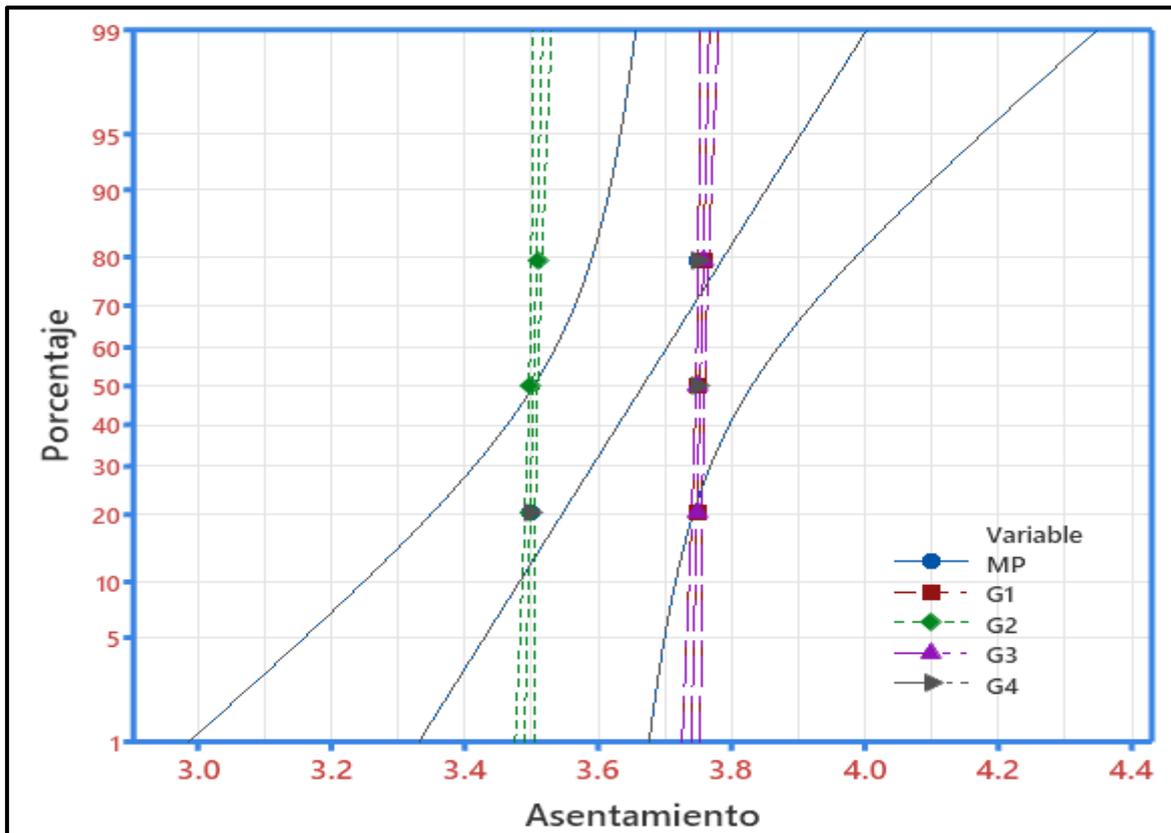


Figura 35. Probabilidad de hipótesis específica 2

En virtud de los resultados derivados de la prueba de normalidad aplicada al ensayo de asentamiento del concreto de la mezcla tradicional como los grupos experimentales, se llega a la conclusión de que el valor de p obtenido es superior a 0.05, por lo tanto, se realiza la respectiva afirmación de la validez de la segunda hipótesis, indicando que los datos exhiben una distribución normal.

Prueba de Homogeneidad de Varianzas hipótesis 2

La prueba de Levene fue utilizada para comparar si la hipótesis nula de varianzas son iguales en todos los grupos (prueba de homocedasticidad). Prueba importante, especialmente para diseños no aleatorios y no balanceados, como se muestra en la tabla 31, la prueba de homocedasticidad conduce a un resultado no significativo al nivel del 5%.

Tabla 31. Prueba de homogeneidad de varianzas de la hipótesis específica 2

Pruebas de homogeneidad de varianzas					
	Muestra	Estadístico de Levene	gl1	gl2	Sig.
Resistencia a tracción	Se basa en la media	3.486	4	10	0.050
	Se basa en la mediana	2.608	4	10	1.000
	Se basa en la mediana y con gl ajustado	2.608	4	3.325	0.213
	Se basa en la media recortada	3.448	4	10	0.051

Se encontró en la prueba de homogeneidad que los valores obtenidos en el análisis estadístico de Levene realizados para el asentamiento del concreto son superiores a 0.05, donde se acepta la hipótesis nula, indicando que existe igualdad entre las varianzas de los diseños aplicados con respecto a las adiciones, entonces cumplen con los requisitos establecidos para trabajar con ANOVA (sig).

Se procedió a formular la hipótesis alternativa y nula y esto se visualiza en la tabla 32.

Tabla 32. Formulación de hipótesis alternativa y nula 2

HIPÓTESIS	
NULA	ALTERNATIVA
La incorporación de ceniza de carbón de eucalipto y poliestireno reciclado no influye positivamente en el asentamiento del concreto ligero.	La incorporación de ceniza de carbón de eucalipto y poliestireno reciclado influye positivamente en el asentamiento del concreto ligero.

Análisis de varianzas

Conforme a los resultados obtenidos en la prueba de normalidad, se ha confirmado la presencia de una distribución normal en los datos de la trabajabilidad de la mezcla con y sin adición. En consecuencia, se procedió a realizar un análisis de varianza, cuyos detalles se encuentran expuestos en la tabla 33.

Tabla 33. Análisis de varianzas de hipótesis 2

Fuente	GL	SC Ajust.	MC Ajust.	Valor F	Valor p
Factor	4	0.12504	0.031260	3.74	0.041
Error	10	0.08353	0.008353		
Total	14	0.20857			

De acuerdo con los datos presentados en la tabla anterior, se ha obtenido un valor P de 0.0041 para la incorporación de cenizas de carbón de eucalipto (CE) y poliestireno reciclado (PR), del cual al contar con un valor inferior de significancia exigida por Shapiro Wilk que es el 0.05, del cual, se procede a rechazar la hipótesis nula y, por ende, aceptar la hipótesis alternativa.

Post-Hoc de HSD Tukey

Para evaluar y analizar el efecto que propiciaron por los materiales de Cenizas de carbón de Eucalipto (CE) y Poliestireno reciclado (PR) en los valores del asentamiento del concreto según cada uno de los grupos de experimentación (patrón y experimentales) se utilizó la prueba de Post Hoc HSD o Prueba de Tukey, por lo que se muestran las medias de cada grupo en la tabla 34 y con ello identificar la variación existente y significancia que presentan estos valores.

Tabla 34. *Post-Hoc de HSD Tukey de hipótesis 2*

Factor	N°	Media	Agrupación	
MP	3	3.753	A	
G4	3	3.753	A	
G1	3	3.667	A	B
G3	3	3.667	A	B
G2	3	3.503		B

Después de analizar los resultados, se pudo observar que todos los grupos experimentales mostraron una reducción del asentamiento del concreto en comparación con la muestra de referencia. Se notó que el diseño 4, que consistía en un 0.55% CE + 0.25% PR (G4) fue el valor de mayor semejanza del estudio con el promedio de referencia con 3.753 pulgadas mientras que el grupo más lejano al patrón fue el G2 obteniendo un valor de diferencia porcentual de 6.66%.

Medias

En la tabla 35, se muestran las medias de los distintos grupos que formaron parte del experimento sobre el asentamiento del concreto, esta tabla incluye tanto la muestra de referencia como los grupos experimentales, brindando información sobre las medidas promedio obtenidas en cada caso.

Tabla 35. Medias de hipótesis 2

Medias de los grupos para el asentamiento				
Factor	Nº	Media	Desv. Estándar	IC de 95%
MP	3	3.6667	0.1443	(3.5491; 3.7842)
G1	3	3.75333	0.00577	(3.63576; 3.87091)
G2	3	3.50333	0.00577	(3.38576; 3.62091)
G3	3	3.75333	0.00577	(3.63576; 3.87091)
G4	3	3.6667	0.1443	(3.5491; 3.7842)

El estudio revela que al agregar Cenizas de carbón de Eucalipto (CE) y Poliestireno reciclado (PR) a las mezclas de concreto, se observa una diferencia porcentual de 2.18% a favor de los grupos G1 y G3 con 00.35% CE + 0.15% PR (G1) y 0.55% CE + 0.15% PR (G3) los cuales alcanzaron un asentamiento de $3 \frac{3}{4}$ pulgadas en contraste con la muestra patrón (MP) que obtuvo $3 \frac{2}{3}$ pulgadas, lo que indicó que las muestras número 1 y 3 mostraron un asentamiento mayor volviendo al concreto más trabajable para su uso.

En el gráfico que se presenta a continuación, se puede observar la variación del asentamiento entre los distintos grupos de concreto evaluados, observándose que este valor disminuye en el grupo G2 mientras que en los diseños G1, G3 y G4 persiste y aumenta la trabajabilidad al presentar asentamientos semejantes y superiores al de la muestra patrón, lo cual se puede apreciar en la figura 36.

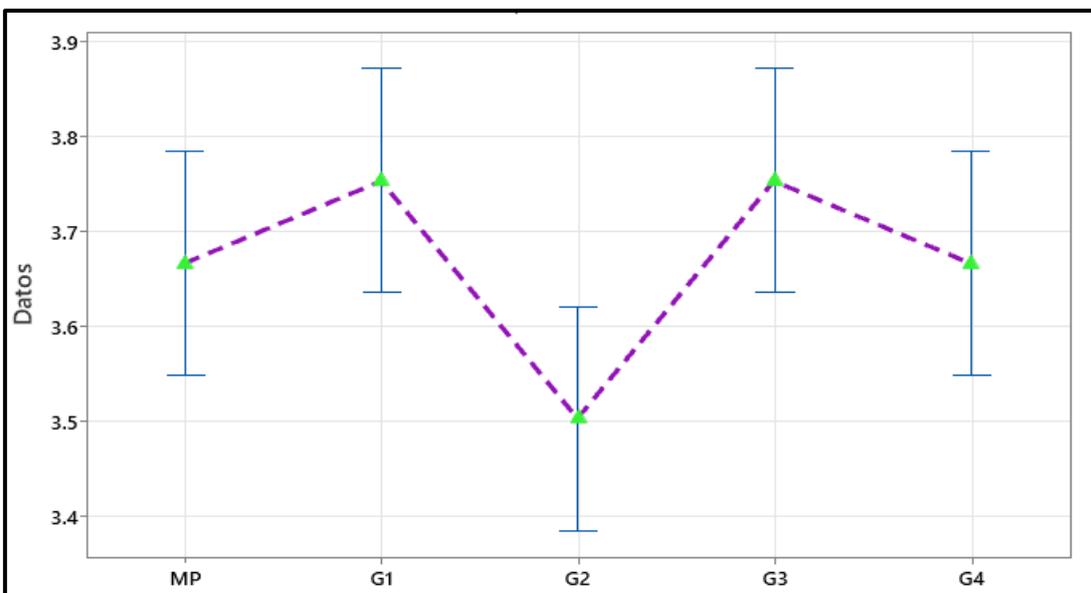


Figura 36. Intervalos de hipótesis específica 2

Hipótesis específica 3

La incorporación de ceniza de carbón de eucalipto y poliestireno reciclado influye positivamente en la resistencia a compresión del concreto ligero.

Continuando con la contrastación de las hipótesis, se determinó como tercera hipótesis específico que la incorporación de ceniza de carbón de eucalipto (CE) y poliestireno reciclado (PR) influye positivamente en la resistencia a compresión del concreto ligero en diferentes dosis con 3 especímenes por grupo experimental para saber si los datos son paramétricos mediante el test de normalidad, como se muestra en la tabla 36.

Tabla 36. Test de normalidad de hipótesis específica 3

Tipo de muestra	Muestra	Esfuerzo a compresión	Promedio	Desviación estándar	Nº	Valor P
MP	M-1	219.2	219.33	0.5132	3	0.426
	M-2	218.9				
	M-3	219.9				
G1	M-1	139.8	138.40	2.007	3	0.160
	M-2	139.3				
	M-3	136.1				
G2	M-1	178.3	176.60	1.609	3	0.572
	M-2	176.4				
	M-3	175.1				
G3	M-1	146.2	145.93	0.7371	3	0.272
	M-2	145.1				
	M-3	146.5				
G4	M-1	181.2	182.43	1.159	3	0.555
	M-2	182.6				
	M-3	183.5				

Por lo que, por medio del procesamiento de los resultados del ensayo se logró graficar la probabilidad de presentar estos valores y ejemplificar mediante la figura 37 el test de normalidad de la prueba de resistencia ante esfuerzos de compresión del concreto.

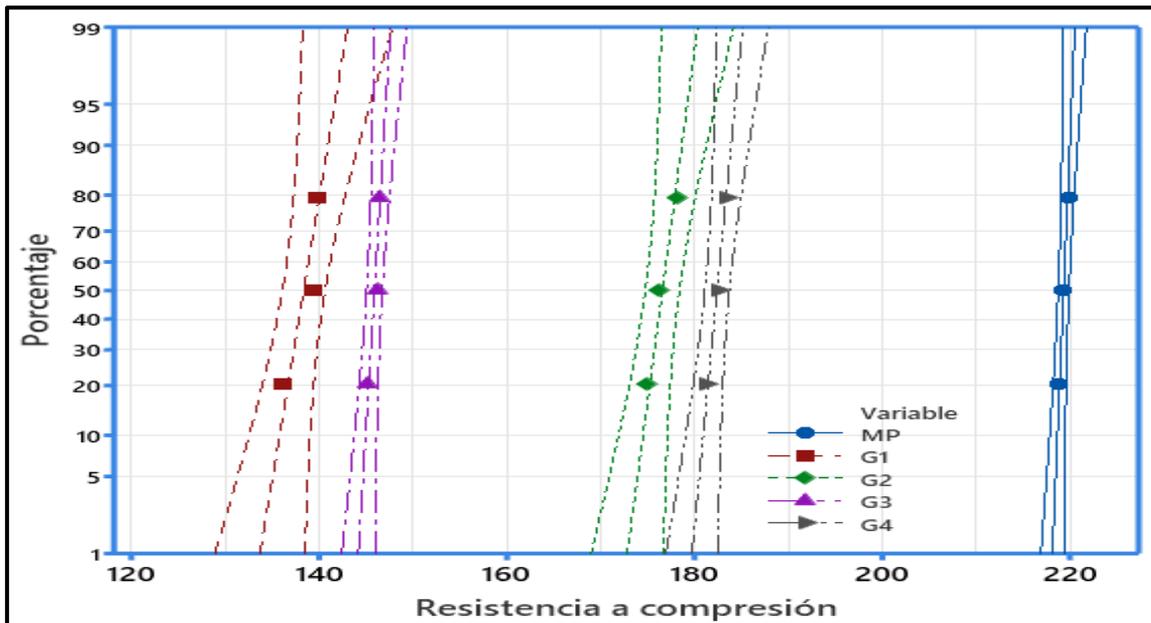


Figura 37. Probabilidad de hipótesis específica 3

En virtud de los resultados derivados de la prueba de normalidad aplicada al ensayo de resistencia a compresión del concreto de la mezcla tradicional como los grupos experimentales, se llega a la conclusión de que el valor de p obtenido es superior a 0.05, por lo tanto, se realiza la respectiva afirmación de la validez de la tercera hipótesis, indicando que los datos exhiben una distribución normal.

Prueba de Homogeneidad de Varianzas hipótesis 3

La prueba de Levene fue utilizada para comparar si la hipótesis nula de varianzas son iguales en todos los grupos (prueba de homocedasticidad). Prueba importante, especialmente para diseños no aleatorios y no balanceados, como se muestra en la tabla 37, la prueba de homocedasticidad conduce a un resultado no significativo al nivel del 5%.

Tabla 37. Prueba de homogeneidad de varianzas de la hipótesis específica 3

Pruebas de homogeneidad de varianzas					
Muestra		Estadístico de Levene	gl1	gl2	Sig.
Resistencia a tracción	Se basa en la media	1.965	4	10	0.176
	Se basa en la mediana	0.452	4	10	0.769
	Se basa en la mediana y con gl ajustado	0.452	4	4.697	0.769
	Se basa en la media recortada	1.801	4	10	0.205

Se encontró en la prueba de homogeneidad que los valores obtenidos en el análisis estadístico de Levene realizados para el resistencia a compresión del concreto son

superiores a 0.05, donde se acepta la hipótesis nula, indicando que existe igualdad entre las varianzas de los diseños aplicados con respecto a las adiciones, entonces cumplen con los requisitos establecidos para trabajar con ANOVA (sig).

Se procedió a formular la hipótesis alternativa y nula y esto se visualiza en la tabla 38.

Tabla 38. *Formulación de hipótesis alternativa y nula 3*

HIPÓTESIS	
NULA	ALTERNATIVA
La incorporación de ceniza de carbón de eucalipto y poliestireno reciclado no influye positivamente en la resistencia a compresión del concreto ligero.	La incorporación de ceniza de carbón de eucalipto y poliestireno reciclado influye positivamente en la resistencia a compresión del concreto ligero.

Análisis de varianzas

Conforme a los resultados obtenidos en la prueba de normalidad, se ha confirmado la presencia de una distribución normal en los datos de densidad de la mezcla con y sin adición. En consecuencia, se procedió a realizar un análisis de varianza, cuyos detalles se encuentran expuestos en la tabla 39.

Tabla 39. *Análisis de varianzas de hipótesis 3*

Fuente	GL	SC Ajust.	MC Ajust.	Valor F	Valor p
Factor	4	12532.3	3133.07	1786.25	0.000
Error	10	17.5	1.75		
Total	14	12549.8			

De acuerdo con los datos presentados en la tabla anterior, se ha obtenido un valor P de 0.0000 para la incorporación de cenizas de carbón de eucalipto (CE) y poliestireno reciclado (PR), del cual al contar con un valor inferior de significancia exigida por Shapiro Wilk que es el 0.05, del cual, se procede a rechazar la hipótesis nula y, por ende, aceptar la hipótesis alternativa.

Post-Hoc de HSD Tukey

Para evaluar y analizar el efecto que propiciaron por los materiales de Cenizas de carbón de Eucalipto (CE) y Poliestireno reciclado (PR) en los valores de la resistencia ante esfuerzos de compresión del concreto según cada uno de los grupos de experimentación (patrón y experimentales) se utilizó la prueba de Post

Hoc HSD o Prueba de Tukey, por lo que se muestran las medias de cada grupo en la tabla 40 y con ello identificar la variación existente y significancia que presentan estos valores.

Tabla 40. Post-Hoc de HSD Tukey de hipótesis 3

Factor	N°	Media	Agrupación			
MP	3	219.33	A			
G4	3	182.43		B		
G2	3	176.600			C	
G3	3	145.933				D
G1	3	138.400				E

Después de analizar los resultados, se pudo observar que todos los grupos experimentales mostraron una reducción de la resistencia del concreto en comparación con la muestra de referencia. Se notó que el diseño 4, que consistía en un 0.55% CE + 0.25% PR (G4) fue el valor de mayor semejanza del estudio con el promedio de referencia con 182.43 kg/cm² de resistencia mientras que el grupo más lejano al patrón fue el G1 con 0.35% CE + 0.15% PR (G1) obtuvo un valor de diferencia porcentual de 36.90%.

Medias

En la tabla 41, se muestran las medias de los distintos grupos que formaron parte del experimento sobre la resistencia ante esfuerzos de compresión del concreto, esta tabla incluye tanto la muestra de referencia como los grupos experimentales, brindando información sobre las medidas promedio obtenidas en cada caso.

Tabla 41. Medias de hipótesis 3

Medias de los grupos para la resistencia a compresión				
Factor	N°	Media	Desv. Estándar	IC de 95%
MP	3	219.333	0.513	(217.630; 221.037)
G1	3	138.4	2.01	(136.70; 140.10)
G2	3	176.6	1.609	(174.896; 178.304)
G3	3	145.933	0.737	(144.230; 147.637)
G4	3	182.433	1.159	(180.730; 184.137)

El estudio revela que al agregar Cenizas de carbón de Eucalipto (CE) y Poliestireno reciclado (PR) a las mezclas de concreto, se observa una diferencia porcentual de 16.82% por parte del grupo G4 con 0.55% CE + 0.25% PR (G4) el cual alcanzó una resistencia de 182.43 kg/cm² en contraste con la muestra patrón (MP) que obtuvo 219.33 kg/cm², lo que indicó que las muestras número 1, 2, 3 y 4 no mostraron una resistencia mayor a la de la muestra patrón del concreto.

En el gráfico que se presenta a continuación, se puede observar la variación de la resistencia ante esfuerzos de compresión del concreto entre los distintos grupos de concreto evaluados, observándose que este valor disminuye en los grupos G1 y G3 mientras que en los diseños G2 y G4 persisten la resistencia al presentar diferencias de esfuerzos de 36.9 y 45.73 kg/cm² ante la muestra patrón, lo cual se puede apreciar en la figura 38.

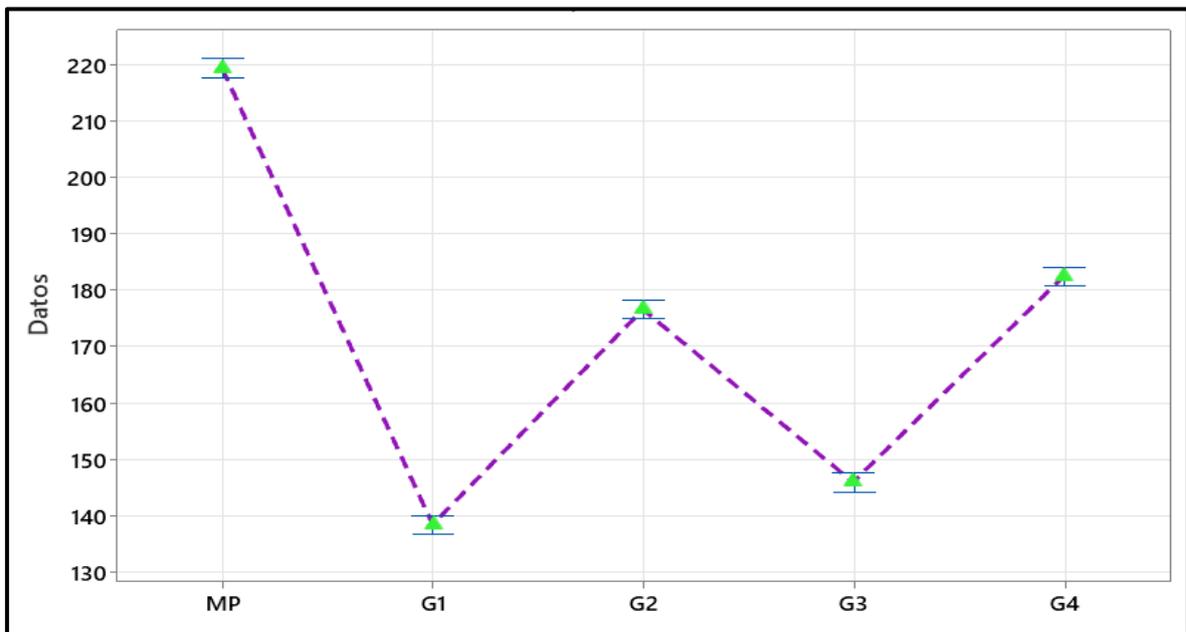


Figura 38. Intervalos de hipótesis específica 3

Hipótesis específica 4

La incorporación de ceniza de carbón de eucalipto y poliestireno reciclado influye positivamente en la resistencia a flexión del concreto ligero.

Continuando con la contrastación de las hipótesis, se determinó como cuarta hipótesis específico que la incorporación de ceniza de carbón de eucalipto (CE) y poliestireno reciclado (PR) influye positivamente en la resistencia a flexión del concreto ligero en diferentes dosis con 3 especímenes por grupo experimental para saber si los datos son paramétricos mediante el test de normalidad, como se muestra en la tabla 42.

Tabla 42. Test de normalidad de hipótesis específica 4

Tipo de muestra	Muestra	Esfuerzo a flexión	Promedio	Desviación estándar	N°	Valor P
MP	M-1	44.7	42.90	1.587	3	0.249
	M-2	41.7				
	M-3	42.3				
G1	M-1	41.9	42.27	0.6351	3	0.057
	M-2	41.9				
	M-3	43.0				
G2	M-1	34.2	34.13	0.6028	3	0.584
	M-2	33.5				
	M-3	34.7				
G3	M-1	32.3	33.47	1.686	3	0.153
	M-2	35.4				
	M-3	32.7				
G4	M-1	44.7	42.90	1.587	3	0.249
	M-2	41.7				
	M-3	42.3				

Fuente: Propia

Por lo que, por medio del procesamiento de los resultados del ensayo se logró graficar la probabilidad de presentar estos valores y ejemplificar mediante la figura 37 el test de normalidad de la prueba de resistencia ante esfuerzos de flexión del concreto.

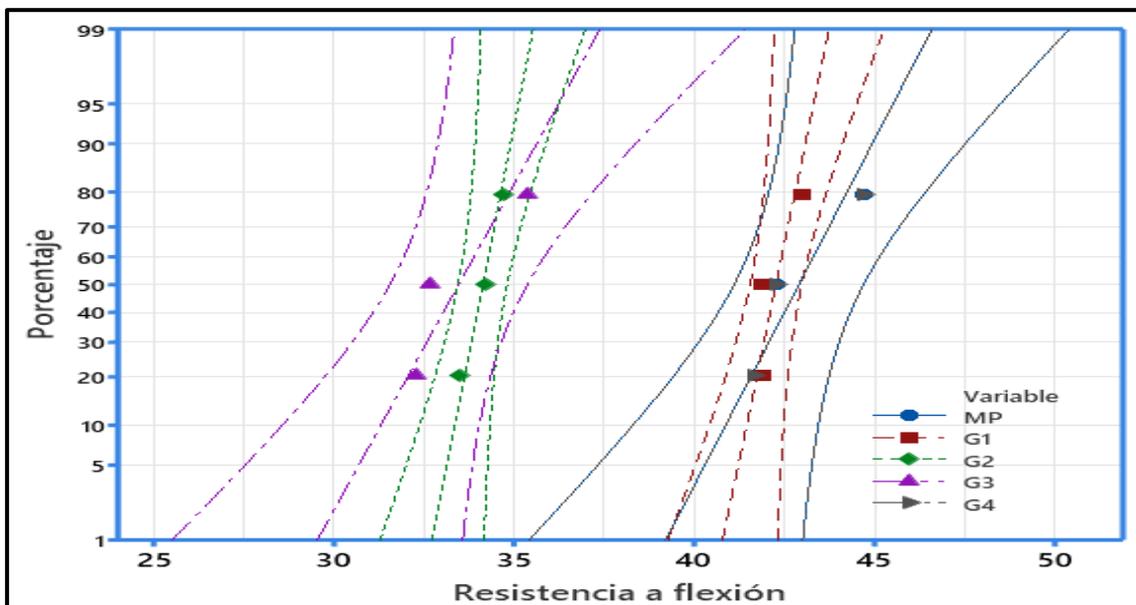


Figura 39. Probabilidad de hipótesis específica 4

En virtud de los resultados derivados de la prueba de normalidad aplicada al ensayo de resistencia a flexión del concreto de la mezcla tradicional como los grupos experimentales, se llega a la conclusión de que el valor de p obtenido es superior

a 0.05, por lo tanto, se realiza la respectiva afirmación de la validez de la cuarta hipótesis, indicando que los datos exhiben una distribución normal.

Prueba de Homogeneidad de Varianzas hipótesis 4

La prueba de Levene fue utilizada para comparar si la hipótesis nula de varianzas son iguales en todos los grupos (prueba de homocedasticidad). Prueba importante, especialmente para diseños no aleatorios y no balanceados, como se muestra en la tabla 43, la prueba de homocedasticidad conduce a un resultado no significativo al nivel del 5%.

Tabla 43. Prueba de homogeneidad de varianzas de la hipótesis específica 4

Pruebas de homogeneidad de varianzas					
Muestra		Estadístico de Levene	gl1	gl2	Sig.
Resistencia a tracción	Se basa en la media	1.737	4	10	0.218
	Se basa en la mediana	0.346	4	10	0.841
	Se basa en la mediana y con gl ajustado	0.346	4	6.438	0.839
	Se basa en la media recortada	1.569	4	10	0.256

Se encontró en la prueba de homogeneidad que los valores obtenidos en el análisis estadístico de Levene realizados para el resistencia flexión del concreto son superiores a 0.05, donde se acepta la hipótesis nula, indicando que existe igualdad entre las varianzas de los diseños aplicados con respecto a las adiciones, entonces cumplen con los requisitos establecidos para trabajar con ANOVA (sig). Se procedió a formular la hipótesis alternativa y nula y esto se visualiza en la tabla 44.

Tabla 44. Formulación de hipótesis alternativa y nula 4

HIPÓTESIS	
NULA	ALTERNATIVA
La incorporación de ceniza de carbón de eucalipto y poliestireno reciclado no influye positivamente en la resistencia a flexión del concreto ligero.	La incorporación de ceniza de carbón de eucalipto y poliestireno reciclado influye positivamente en la resistencia a flexión del concreto ligero.

Análisis de varianzas

Conforme a los resultados obtenidos en la prueba de normalidad, se ha confirmado la presencia de una distribución normal en los datos de densidad de la mezcla con y sin adición. En consecuencia, se procedió a realizar un análisis de varianzas, cuyos detalles se encuentran expuestos en la tabla 45.

Tabla 45. Análisis de varianzas de hipótesis 4

Fuente	GL	SC Ajust.	MC Ajust.	Valor F	Valor p
Factor	4	285.91	71.478	41.32	0.000
Error	10	17.30	1.730		
Total	14	303.21			

De acuerdo con los datos presentados en la tabla anterior, se ha obtenido un valor P de 0.0000 para la incorporación de cenizas de carbón de eucalipto (CE) y poliestireno reciclado (PR), del cual al contar con un valor inferior de significancia exigida por Shapiro Wilk que es el 0.05, del cual, se procede a rechazar la hipótesis nula y, por ende, aceptar la hipótesis alternativa.

Post-Hoc de HSD Tukey

Para evaluar y analizar el efecto que propiciaron por los materiales de Cenizas de carbón de Eucalipto (CE) y Poliestireno reciclado (PR) en los valores de la resistencia ante esfuerzos de flexión del concreto según cada uno de los grupos de experimentación (patrón y experimentales) se utilizó la prueba de Post Hoc HSD o Prueba de Tukey, por lo que se muestran las medias de cada grupo en la tabla 46 y con ello identificar la variación existente y significancia que presentan estos valores.

Tabla 46. Post-Hoc de HSD Tukey de hipótesis 4

Factor	N°	Media	Agrupación	
G4	3	42.900	A	
MP	3	42.900	A	
G1	3	42.267	A	B
G2	3	34.133		B
G3	3	33.467		B

Después de analizar los resultados, se pudo observar que todos los grupos experimentales mostraron una reducción de la resistencia del concreto en comparación con la muestra de referencia. Se notó que el diseño 4, que consistía

en un 0.55% CE + 0.25% PR (G4) fue el valor de mayor semejanza del estudio con el promedio de referencia con 42.9 kg/cm² de resistencia mientras que el grupo más lejano al patrón fue el G3 con 0.55% CE + 0.15% PR (G3) obtuvo un valor de diferencia porcentual de 36.90%.

Medias

En la tabla 47, se muestran las medias de los distintos grupos que formaron parte del experimento sobre la resistencia ante esfuerzos de flexión del concreto, esta tabla incluye tanto la muestra de referencia como los grupos experimentales, brindando información sobre las medidas promedio obtenidas en cada caso.

Tabla 47. Medias de hipótesis 4

Medias de los grupos para la resistencia a flexión				
Factor	Nº	Media	Desv. Estándar	IC de 95%
MP	3	42.9	1.587	(41.208; 44.592)
G1	3	42.267	0.635	(40.575; 43.959)
G2	3	34.133	0.603	(32.441; 35.825)
G3	3	33.467	1.686	(31.775; 35.159)
G4	3	42.9	1.587	(41.208; 44.592)

El estudio revela que al agregar Cenizas de carbón de Eucalipto (CE) y Poliestireno reciclado (PR) a las mezclas de concreto, se observa una diferencia porcentual del 0% por parte del grupo G4 con 0.55% CE + 0.25% PR (G4) el cual alcanzó una resistencia de 42.9 kg/cm² al igual que la muestra patrón (MP), lo que indicó que las muestras número 1, 2 y 3 no mostraron una resistencia mayor a la de la muestra patrón del concreto.

En el gráfico que se presenta a continuación, se puede observar la variación de la resistencia ante esfuerzos de flexión del concreto entre los distintos grupos de concreto evaluados, observándose que este valor disminuye en los grupos G2 y G3 mientras que en los diseños G1 y G4 persisten la resistencia al presentar diferencias de esfuerzos de 0.63 y 0 kg/cm² respectivamente para los grupos 1 y 4 respectivamente ante la muestra patrón, lo cual se puede apreciar en la figura 40.

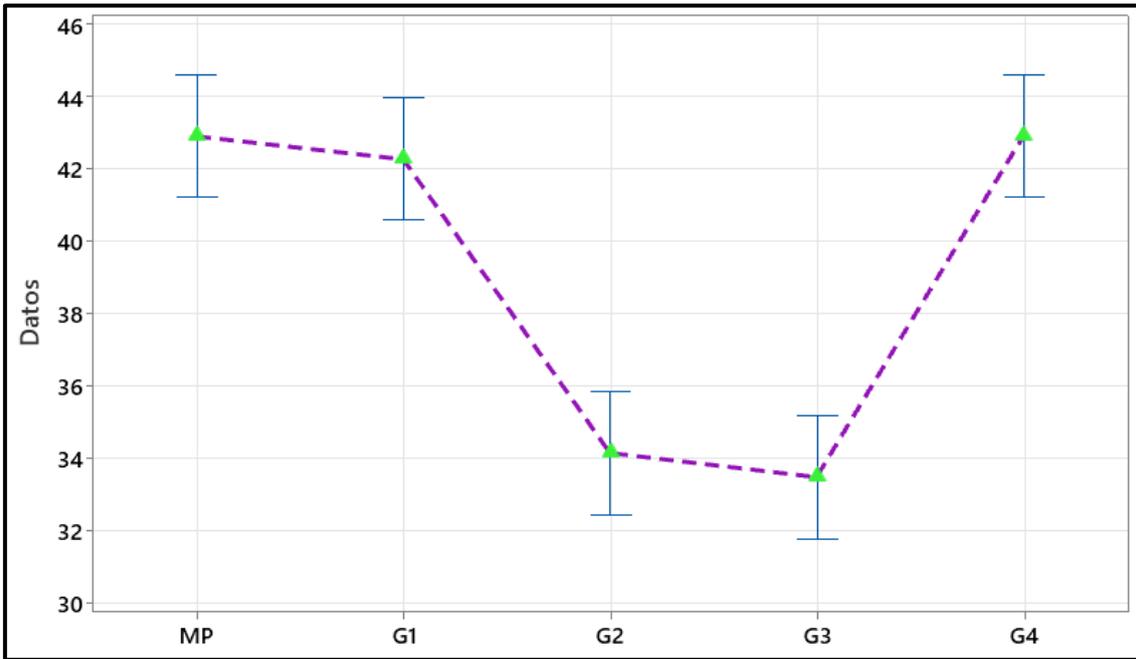


Figura 40. Intervalos de hipótesis específica 4

V. DISCUSIÓN

En el contexto de expresar el objetivo general de analizar la influencia que presenta la incorporación de elementos como cenizas de carbón de eucalipto y poliestireno reciclado en el concreto ligero, se estimaron los resultados de las diversas pruebas presentadas en el estudio, donde, en los ensayos de peso unitario de concreto fresco se presencié una disminución del peso a medida que se aumentaba los porcentajes de adición durante la evaluación de los experimentales de concreto, en la cual se percibió como muestra más ligera a la propuesta del G2 (Grupo 01 - 0.35% CE + 0.25% PR) con 2218 kg/m^3 y al ser comparado con la MP (Muestra patrón) se encuentra una diferencia de 225 kg/m^3 o definiéndose mejor con un porcentaje de 9.21% en comparación del patrón con 2443 kg/m^3 , infiriéndose que al agregar los valores de adición expuestos en la investigación aligera el peso del concreto, no obstante, se observó que el G1 tuvo el menor pesaje en comparación a los otros grupos de experimentación por lo que se recomienda utilizar dicho grupo; por otro lado, en el segundo ensayo físico del concreto fresco se presentaron los valores de los asentamientos mostrados por cada grupo evaluado, en la cual se observó que los grupos de experimentación con cenizas y poliestireno reciclado mostraron resultados fueron variados con $3 \frac{3}{4}$ pulgadas para los G1 (Grupo 01 - 0.35% CE + 0.15% PR) y G3 (Grupo 03 - 0.55% CE + 0.15% PR), mientras que el grupo G4 (Grupo 04 - 0.55% CE + 0.25% PR) junto a la muestra patrón fueron de $3 \frac{2}{3}$ " de pulgada y para el G2 (Grupo 02 - 0.35% CE + 0.25% PR) fue de $3 \frac{1}{2}$ ", en donde el G1 mostró tener una mejor trabajabilidad ante los otros asentamientos con diferencias de 2.27% y una diferencia de $\frac{1}{2}$ "; en el caso de las evaluaciones mecánicas del concreto endurecido, se mostraron los resultados de las pruebas de compresión simple comenzando con la muestra patrón que tuvo una resistencia de 219.33 kg/cm^2 mientras que los experimentales mostraron respuestas de menor valor al proporcionado por el referente, sin embargo el grupo más cercano fue el G4 (Grupo 04 - 0.55% CE + 0.25% PR) con una diferencia de 36.9 y un porcentaje del 16.82%; finalmente para los ensayos de flexión se encontraron algunos resultados respecto al patrón en comparación al ensayo de compresión, estas resistencias fueron provistas por el grupo experimental G4 (Grupo 04 - 0.55% CE + 0.25% PR) con valor de 44.47 kg/cm^2 mientras que el patrón obtuvo esfuerzo flector de 42.90 kg/cm^2 , dando como diferencia 1.57 y un porcentaje de mejora de

3.66% ante el patrón, y a su vez, el G1 (Grupo 01 - 0.35% CE + 0.15% PR) el cual presentó una resistencia similar al patrón generó una diferencia de 0.63 kg/cm² y un porcentaje de 1.47 de diferencia con el patrón, expresándose que los grupos G1 y G4 llegan a cumplir el requerimiento del concreto de muestra para su uso.

Así mismo, se tuvo que para el objetivo específico 1 que comprende la variación en el pesaje del concreto bajo diferentes adiciones de ceniza de eucalipto y poliestireno reciclado, Gabrijel, Jelčić y Štirmer (2021) presentaron los resultados obtenidos tras agregar porcentajes de cenizas de madera la densidad del concreto se redujo el peso en bajas proporciones, donde se obtuvo como menor valor 2450 kg/m³ para el concreto experimental y 2470 kg/m³ para el concreto de referencia, generándose una diferencia de 20 kg/m³ y un porcentaje de 0.81%. Mientras que para los grupos de concretos evaluados con diferentes porcentajes de ceniza de eucalipto (CE) y poliestireno (PR) presentados en esta investigación se presentaron reducciones en el peso unitario de cada uno de los grupos experimentales en donde, se consiguieron diferencias en porcentaje del 9.21% y un valor de 225 kg/m³ entre los grupos que corresponden al G2 con 0.35% CE + 0.25% PR (G2) respecto a la muestra patrón. Por lo que, durante la contrastación de hipótesis mediante el análisis de varianza (ANOVA) como técnica estadística utilizada para comparar las medias de varios grupos, se encontró que el valor de p fue menor de 0.05 en todos los experimentales por tal se considera que existe significancia estadística, lo que implica que hay una diferencia significativa entre las medias de los grupos, asimismo, se puede aceptar los resultados de los autores, de los cuales presentó resultados y desempeños similares al del presente estudio, por lo tanto, se está de acuerdo con los autores.

Por otro lado para el objetivo específico 2 que comprende la variación en el asentamiento del concreto bajo diferentes adiciones de ceniza de eucalipto y poliestireno reciclado, Percy, et al. (2021) en su estudio aplicó porcentajes de 0%, 7,5% y 15% de cenizas de cenizas de palma como sustituto del cemento, consiguió resultados reducidos para el asentamiento de las mezclas de concreto, en las que se observó 135 mm de slump para el concreto de referencia mientras que las muestras con 7,5% de cenizas obtuvo 130 mm y con 15% fue de 118 mm, generándose diferencias en porcentajes de 3.7% y 12.59% respectivamente; en el

caso de Gabrijel, Jelčić y Štirmer (2021) en su investigación presentando adiciones de cenizas de madera en la elaboración de concreto se observó variaciones en el asentamiento de las muestras experimentales, donde se presentaron valores de 100, 40, 85, 90 y 90 mm de slump, mientras que para el patrón fue de 90 mm, generándose diferencias en porcentajes de 11.11, 55.56, 5.56, 0 y 0% respecto al patrón; por otra parte, Sun et al. (2022) demostró que al agregar poliestireno en las mezclas de concreto en proporciones variadas el asentamiento se reducía a medida que el material adicionado aumentaba, consiguiendo valores de 196 mm para el concreto control y 115, 10 y 72 mm para los experimentales y experimentando una diferencia porcentual mayor del 41.33%. Mientras que para los grupos de concretos evaluados con diferentes porcentajes de ceniza de eucalipto (CE) y poliestireno (PR) se presentaron reducciones en el asentamiento de cada uno de los grupos experimentales en donde, se consiguieron diferencias en porcentaje del 2.36% que corresponde a los grupos 1 y 3 con 0.35% CE + 0.15% PR (G1) y 0.55% CE + 0.15% PR (G3) respecto al patrón con 3 2/3 de pulgada. Por lo que, durante la contrastación de hipótesis mediante el análisis de varianza (ANOVA) como técnica estadística utilizada para comparar las medias de varios grupos, se encontró que el valor de p fue menor de 0.05 en todos los experimentales por tal se considera que existe significancia estadística, lo que implica que hay una diferencia significativa entre las medias de los grupos, asimismo, se puede aceptar los resultados de los autores, de los cuales presentó resultados y desempeños similares al del presente estudio, por lo tanto, se está de acuerdo con los autores.

Se tuvo que para el objetivo específico 3 que comprende la variación en la resistencia a compresión del concreto bajo diferentes adiciones de ceniza de eucalipto y poliestireno reciclado, Percy, et al. (2021) señaló que el administrar dosis de cenizas en porcentajes de 0%, 7,5% y 15% el concreto obtenía resistencias de 31 MPa para el patrón, 25 MPa para la primera dosificación y 20 MPa para la segunda, generando diferencias en porcentajes de 19.35% y 35.48% respectivamente; del mismo modo, Gabrijel, Jelčić y Štirmer (2021) mostró que al presenciar porcentajes de 0%, 1.05%, 1.1% y 1.15% en las mezclas concreticeas se modificaban los esfuerzos en 45 MPa como concreto de referencia, 43, 38 y 37 MPa para los experimentales, en donde el valor más cercano al patrón fue el de 1.05% de cenizas con una diferencia porcentual del 4.44%; asimismo,

Odeyemi et al. (2021) en su investigación presentó valores de 33.8 MPa, 20.4 MPa y 12.4 MPa con porcentajes de 0%, 15% y 30% de cenizas, para lo cual se generó una diferencia en porcentajes de 39.64% y 63.31%; de tal forma, Rodríguez (2021) en su investigación de concreto con adiciones en dosificaciones de 0%, 40%, 60% y 100% de poliestireno adquirió resultados de 71.78 kg/cm² para 0% del material en el concreto y como mayor valor alcanzado con 100% de poliestireno se obtuvo 176.44 kg/cm² demostrando una mejoría en porcentajes de 145.81%. Mientras que para los grupos de concretos evaluados con diferentes porcentajes de ceniza de eucalipto (CE) y poliestireno (PR) se presentaron reducciones en la resistencia a compresión de cada uno de los grupos experimentales en donde, se consiguieron diferencias en porcentaje del 16.32% y 19.48% que corresponde a 182.43 y 176.6 kg/cm² de los grupos 4 y 2 con 0.55% CE + 0.25% PR (G4) y 0.35% CE + 0.25% PR (G2) respecto al patrón con 219.33 kg/cm². Por lo que, durante la contrastación de hipótesis mediante el análisis de varianza (ANOVA) como técnica estadística utilizada para comparar las medias de varios grupos, se encontró que el valor de p fue menor de 0.05 en todos los experimentales por tal se considera que existe significancia estadística, lo que implica que hay una diferencia significativa entre las medias, asimismo, se puede aceptar los resultados de los autores, de los cuales presentó resultados y desempeños similares al del presente estudio, por lo tanto, se está de acuerdo con los autores.

Se tuvo que para el objetivo específico 4 que comprende la variación en la resistencia a flexión del concreto bajo diferentes adiciones de ceniza de eucalipto y poliestireno reciclado, Daramola et al. (2023) manifestaron en su artículo que las dosificaciones de cenizas presentes en el concreto con adiciones de 0%, 10%, 20%, y 30% consiguieron esfuerzos de 38 MPa como muestra referencial y como máximo valor adquirido del estudio en flexión fue de 85 MPa con 20% de adición, generándose una mejoría porcentual de 123.68%. Mientras que para los grupos de concretos evaluados con diferentes porcentajes de ceniza de eucalipto (CE) y poliestireno (PR) se presentaron reducciones en la resistencia a flexión de cada uno de los grupos experimentales en donde, se consiguieron diferencias en porcentaje del 3.66% que corresponde a 44.47 kg/cm² del grupo 4 con 0.55% CE + 0.25% PR (G4) respecto al patrón con 42.9 kg/cm². Por lo que, durante la contrastación de hipótesis mediante el análisis de varianza (ANOVA) como técnica

estadística utilizada para comparar las medias de varios grupos, se encontró que el valor de p fue menor de 0.05 en todos los experimentales por tal se considera que existe significancia estadística, lo que implica que hay una diferencia significativa entre las medias de los grupos, asimismo, se puede aceptar los resultados de los autores, de los cuales presentó resultados y desempeños similares al del presente estudio, por lo tanto, se está de acuerdo con los autores.

VI. CONCLUSIONES

1. Se concluye a nivel general que los diversos resultados obtenidos a lo largo del desarrollo de la experimentación del concreto en sus estados frescos y endurecidos, donde se encontró que el peso unitario más ligero fue el del segundo grupo que obtuvo un pesaje de 2218.33 kg/m^3 ; mientras que el asentamiento de las mezclas mejoró con los grupos experimentales 1 (0.35% CE + 0.15% PR) y 3 (0.55% CE + 0.15% PR) en un 2.36% ante el patrón con $3 \frac{2}{3}$ de pulgada; por otro lado, en los ensayos de resistencia, los concretos dosificados bajo compresión mostraron una reducción en los valores de con una diferencia porcentual de 16.32%, mientras que ante efectos de flexión, los concretos de mayor valor adquirido fueron los del grupo 4 (0.55% CE + 0.25% PR) con una valoración porcentual del 3.66% ante el patrón.
2. Se concluye a nivel específico 1 que para el peso unitario en promedio de los concretos evaluado en distintos grupos experimentales se obtuvo 2442.67 kg/m^3 para el concreto patrón y para los concretos experimentales de 0.35% CE + 0.15% PR (G1), 0.35% CE + 0.25% PR (G2), 0.55% CE + 0.15% PR (G3) y 0.55% CE + 0.25% PR (G4) se presentaron resultados 2266.10 kg/m^3 , 2218.33 kg/m^3 , 2247.67 kg/m^3 y 2401 kg/m^3 de forma respectiva, de los cuales el grupo 2 consiguió una mejor densidad que el patrón al presentar una diferencia porcentual de 9.18% según el requerimiento de la presente investigación.
3. Se concluye a nivel específico 2 que para el asentamiento en promedio de los concretos evaluado en distintos grupos experimentales se obtuvo $3 \frac{2}{3}$ pulgadas para el concreto patrón y para los concretos experimentales de 0.35% CE + 0.15% PR (G1), 0.35% CE + 0.25% PR (G2), 0.55% CE + 0.15% PR (G3) y 0.55% CE + 0.25% PR (G4) se presentaron resultados de $3 \frac{3}{4}$, $3 \frac{1}{2}$, $3 \frac{3}{4}$ y $3 \frac{2}{3}$ de pulgada, en las cuales los grupos 1 y 3 consiguieron una mejor trabajabilidad que el patrón al presentar una diferencia porcentual del 2.36%.
4. Se concluye a nivel específico 3 que para la resistencia a esfuerzos de compresión en promedio de los concretos evaluado en distintos grupos experimentales se obtuvo 219.33 kg/cm^2 para el concreto patrón y para los concretos experimentales de 0.35% CE + 0.15% PR (G1), 0.35% CE +

0.25% PR (G2), 0.55% CE + 0.15% PR (G3) y 0.55% CE + 0.25% PR (G4) se presentaron resultados de 138.4, 176.6, 145.93 y 182.43 kg/cm², en las cuales los grupos 2 y 4 consiguieron una resistencia cercaba al patrón al presentar diferencias porcentuales de 19.48% y 16.32% respectivamente.

5. Se concluye a nivel específico 4 en este estudio que para la resistencia a esfuerzos de flexión en promedio de los concretos evaluado en distintos grupos experimentales se obtuvo 42.9 kg/cm² para el concreto patrón y para los concretos experimentales de 0.35% CE + 0.15% PR (G1), 0.35% CE + 0.25% PR (G2), 0.55% CE + 0.15% PR (G3) y 0.55% CE + 0.25% PR (G4) se presentaron resultados de 42.27, 34.13, 33.47 y 44.47 kg/cm², en las cuales el grupo 4 consiguió optimizar la resistencia respecto del patrón al presentar mejoría porcentual de 3.66%.

VII. RECOMENDACIONES

1. Se recomienda implementar nuevas proporciones de los materiales de cenizas de eucalipto (CE) y poliestireno reciclado (PR) debido a que los resultados de este estudio no presentaron las mejorías esperadas en los distintos grupos experimentales.
2. Se recomienda realizar el desarrollo de la experimentación de los futuros estudios con estos materiales en laboratorios de certificación de la INACAL, a fin de procurar la veracidad y calidad de los resultados en los ensayos a realizarse.
3. Se sugiere probar con porcentajes de cenizas de eucalipto (CE) y poliestireno reciclado (PR) por motivos de la cercanía del grupo de experimentación número 4 al estándar de concreto bajo el método de ACI del concreto. Del mismo modo, se expresa la necesidad de experimentar los diseños de concreto con otros métodos.
4. Se sugiere expresar la estadística en otros modelos de softwares, con el propósito de valorar de forma precisa la variación y la significancia que puedan presentar los resultados en los distintos ensayos del concreto y a fines, para ello, se deberá tomar en cuenta la cantidad de ensayos y bajo qué criterios serán evaluados

REFERENCIAS

A Critical Review of Existing Test-Methods for External Sulfate Attack por Jabbour Mike [et al]. *Materials* [en línea]. Vol. 15 n°21: 1-13, noviembre 2022. [Fecha de consulta: 26 de abril de 2023].

Disponible en: <https://doi.org/10.3390%2Fma15217554>

ISSN: 1996-1944

A review on biological carbon sequestration: a sustainable solution for a cleaner air environment, less pollution and lower health risks por GAYATHRI, R. [et al]. *Journal of King Saud University - Science* [en línea]. Vol. 33 n°2, 2021. [Fecha de consulta: 26 de mayo de 2023].

Disponible en: <https://doi.org/10.1016/j.jksus.2020.101282>

ISSN: 1018-3647

A study on evolution of geopolymers concrete por Kanniga, R. [et al]. *Materials Today: Proceedings* [en línea]. Vol. 46 n°1: 3975–3978, 2021. [Fecha de consulta: 4 de mayo de 2023].

Disponible en: <https://doi.org/10.1016/j.matpr.2021.02.524>

ISSN: 2214-7853

An Investigation of the Properties of Expanded Polystyrene Concrete with Fibers Based on an Orthogonal Experimental Design por Sun, Yi [et al]. *Materials* [en línea]. Vol. 15 n°3: 1-13, marzo 2022. [Fecha de consulta: 25 de abril de 2023].

Disponible en: <https://doi.org/10.3390/ma15031228>

ISSN: 1996-1944

ANDÍA, Janet y ERAZO, Raymundo. Resistencia a la compresión del concreto con adición del poliestireno expandido y extruido reciclados. *Revista del Instituto de investigación de la Facultad de minas, metalurgia y ciencias geográficas* [en línea]. Vol. 24 n°48: 307–314, diciembre 2021. [Fecha de consulta: 26 de abril de 2023].

Disponible en: <https://doi.org/10.15381/iigeo.v24i48.20725>

ISSN: 1682-3087

ANDRADE, Chittaranjan. Sample size and its importance in research. *Indian Journal of Psychological Medicine* [en línea]. Vol.42 N°1: 1-2, 2020. [Fecha de consulta: 12 de mayo de 2023].

Disponible en: https://doi.org/10.4103/ijpsym.ijpsym_504_19

ISSN: 0975-1564

BENAVIDES, Víctor. Estudio del comportamiento termomecánico de compuestos de polietileno de alta densidad (hdpe) reciclado y ceniza de cáscara de arroz (CCA). Tesis (Doctorado en ingeniería civil). Arequipa-Perú: Universidad Nacional de San Agustín, 2018. 72 pp.

Disponible en: <https://bit.ly/40GS3SN>

BOSTANCI, S. C. Coal ash use as a cement replacement in concrete production. *IOP Conference Series: Materials Science and Engineering* [en línea]. Vol. 800 n°1, 2020. [Fecha de consulta: 16 de marzo de 2023].

Disponible en: <https://doi.org/10.1088/1757-899x/800/1/012010>

ISSN: 1757-899X

BRUS, D. J. Sampling for digital soil mapping: A tutorial supported by R scripts. *Geoderma* [en línea]. Vol. 338 N°1: 1-17, 2019. [Fecha de consulta: 12 de mayo de 2023].

Disponible en: <https://doi.org/10.1016/j.geoderma.2018.07.036>

ISSN: 0016-7061

CAPRICHIO, Jaworski C. et al. Upcycling polystyrene. *Polymers* [en línea]. Vol. 14 n°22, 2022. [Fecha de consulta: 26 de mayo de 2023].

Disponible en: <https://doi.org/10.3390/polym14225010>

ISSN: 2073-4360

CORRELATIONAL Research por Pratama, Rendi [et al]. *JIIP - Jurnal Ilmiah Ilmu Pendidikan* [en línea]. Vol. 6 N°3: 1-6, 2023. [Fecha de consulta: 12 de mayo de 2023].

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

ISSN: 2614-8854

DE LA LAMA, Paula, DE LA LAMA Z., Marco A. y DE LA LAMA G., Alfredo. Los instrumentos de la investigación científica. Hacia una plataforma teórica que clarifique y gratifique. *Horizonte de la Ciencia* [en línea]. Vol.12 N°22: 1-14, 2021. [Fecha de consulta: 12 de mayo de 2023].

Disponible en: <https://doi.org/10.26490/uncp.horizonteciencia.2022.22.1078>

ISSN: 2413-936X

ESTUDO da cinza da biomassa da palma como material cimentício suplementar na produção de concreto por Percy, Brenno Pires [et al]. *Research, Society and Development* [en línea]. Vol. 10 n°10: 1-16, diciembre 2021. [Fecha de consulta: 25 de abril de 2023].

Disponible en: <http://dx.doi.org/10.33448/rsd-v10i10.18590>

ISSN: 2525-3409

EFFECT of Combining Maize Straw and Palm Oil Fuel Ashes in Concrete as Partial Cement Replacement in Compression por Odeyemi, Samson [et al]. *Trends in Sciences* [en línea]. Vol. 18 n°19: 20-29, agosto 2021. [Fecha de consulta: 25 de abril de 2023].

Disponible en: <https://doi.org/10.48048/tis.2021.29>

ISSN: 2774-0226

EMDEN, Markus. Reintroducing “the” Scientific Method to Introduce Scientific Inquiry in Schools? *Science & Education* [en línea]. Vol. 30 N°5, 1037–1073, 2021. [Fecha de consulta: 29 de septiembre de 2023].

Disponible en: <https://doi.org/10.1007/s11191-021-00235-w>

ISSN: 1573-1901

FARFAN, Marlon y PASTOR, Hary. Ceniza de bagazo de caña de azúcar en la resistencia a la compresión del concreto. *UCV HACER* [en línea]. Vol. 7 n°3: 1-15, diciembre 2018. [Fecha de consulta: 25 de abril de 2023].

Disponible en: <https://doi.org/10.18050/RevUCVHACER.v7n3a2>

ISSN: 2414-8695

GABRIJEL, Ivan, JELČIĆ, Marija y ŠTIRMER, Nina. Influence of Wood Fly Ash on Concrete Properties through Filling Effect Mechanism. *Materials* [en línea]. Vol. 14 n°23: 1-19, Septiembre 2021. [Fecha de consulta: 25 de abril de 2023].

Disponible en: <https://doi.org/10.3390/ma14237164>

ISSN: 1996-1944

GONZALES, Carlos. Polietileno reciclado de alta densidad para la elaboración de concreto hidráulico en pavimentos rígidos sometidos a ciclos de congelamiento y deshielo en Pachachaca, Yauli – Junín. Tesis (Magister en ingeniería civil). Perú: Universidad Peruana Los Andes, 2022. 122 pp.

Disponible en: <https://hdl.handle.net/20.500.12848/4870>

HERNÁNDEZ, José. Tipos de Investigación. *Boletín Científico de la Escuela Superior Atotonilco de Tula* [en línea]. Vol. 5 n°9: 1, 2018. [Fecha de consulta: 12 de mayo de 2023].

Disponible en: <https://doi.org/10.29057/esat.v5i9.2885>

ISSN: 2007-7831

INFLUENCE of Coal Ash on the Concrete Properties and Its Performance Under Sulphate and Chloride Conditions por Mangi, Sajjad [et al]. *Researchsquare* [en línea]. Vol. 28 N°1: 1-22, abril 2021. [Fecha de consulta: 15 de marzo de 2023].

Disponible en: <https://doi.org/10.21203/rs.3.rs-373072/v1>

ISSN: 1614-7499

ISLAM, Mohaiminul. Data analysis: types, process, methods, techniques and tools. *International Journal on Data Science and Technology* [en línea]. Vol. 6 n°1: 1, 2020. [Fecha de consulta: 26 de mayo de 2023].

Disponible en: <https://doi.org/10.11648/j.ijdst.20200601.12>

ISSN: 2472-2200

JORNET, Alfredo y DAMSA, Crina. Unit of analysis from an ecological perspective: Beyond the individual/social dichotomy. *ScienceDirect* [en línea]. Vol. 31 Parte B, Diciembre 2021. [Fecha de consulta: 12 de mayo de 2023].

Disponible en: <https://doi.org/10.1016/j.lcsi.2019.100329>

ISSN: 2210-6561

KUBICA, Jan, y GALMAN, Iwona. Investigations on flexural and compressive strengths of mortar dedicated to clinker units—influence of mixing water content and curing time. *Materials* [en línea]. Vol. 15 n°1: 347, Enero 2022. [Fecha de consulta: 9 de marzo de 2023].

Disponible en: <https://doi.org/10.3390/ma15010347>

ISSN: 1996-1944

LIU, Qing. Progress and research challenges in concrete durability: ionic transport, electrochemical rehabilitation and service life prediction. *RILEM Technical Letters* [en línea]. Vol. 7 n°1:98-11, Noviembre 2022. [Fecha de consulta: 9 de marzo de 2023].

Disponible en: <https://doi.org/10.21809/rilemtechlett.2022.158>

ISSN: 2518-0231

MOHAMED, Gouda, SALLAM, Ezzaat, y ELBELACY, Ahmed. Structural Behavior of Reinforced Concrete Beams Containing Nanomaterials Subjected to Monotonic and Cyclic Loadings. *Buildings* [en línea]. Vol.12 n°10: 1620, Octubre 2022. [Fecha de consulta: 27 de abril de 2023].

Disponible en: <https://doi.org/10.3390/buildings12101620>

ISSN: 2075-5309

MOHAMED, Osama y NAJM, Omar. Effect of Curing Methods on Compressive Strength of Sustainable Self-Consolidated Concrete. *IOP Conference Series: Materials Science and Engineering* [en línea]. Vol.471, n°1: 1-7, Julio 2019 [Fecha de consulta: 24 de marzo de 2023].

Disponible en: <https://doi.org/10.1088/1757-899x/471/3/032059>

ISSN: 1757-899X

MÜGGENBURG, María y PÉREZ, Iñiga. Tipos de estudio en el enfoque de investigación cuantitativa. *Enfermería Universitaria* [en línea]. Vol. 4 N°1: 1-4, 2018. [Fecha de consulta: 12 de mayo de 2023].

Disponible en: <https://doi.org/10.22201/eneo.23958421e.2007.1.469>

ISSN: 2395-8421

OLIVERA, Yamalit, GUEVARA, SANDRO y Muñoz Sócrates. Revisión sistemática de la literatura sobre la mejora de las propiedades mecánicas del hormigón con fibras de origen artificial-natural. *Ingeniería* [en línea]. Vol. 27 n°2, Marzo 2022. [Fecha de consulta: 18 de marzo de 2023].

Disponible en: <https://doi.org/10.14483/23448393.18207>

ISSN: 2344-8393

OPTIMIZATION of the mechanical properties of polyester/coconut shell ash (CSA) composite for light-weight engineering applications por Daramola O. [et al]. *Scientific Reports* [en línea]. Vol. 13 n° 1: 1-8, Enero 2023. [Fecha de consulta: 25 de abril de 2023].

Disponible en: <https://doi.org/10.1038/s41598-022-26632-x>

ISSN: 2045-2322

OVERCOMING the Challenges of Direct Observation and Feedback Programs: A Qualitative Exploration of Resident and Faculty Experiences por Young, John Q. [et al]. *Teaching and Learning in Medicine* [en línea]. Vol.32 N°5: 1-11, 2020. [Fecha de consulta: 12 de mayo de 2023].

Disponible en: <https://doi.org/10.1080/10401334.2020.1767107>

ISSN: 1532-8015

OYOLA García, Alfredo. La variable. *SciELO* [en línea]. Vol. 14 N°1: 1-4, 2021. [Fecha de consulta: 12 de mayo de 2023].

Disponible en: <http://dx.doi.org/10.35434/rcmhnaaa.2021.141.905>

ISSN: 2227-4731

PATINO, Cecilia y CARVALHO, Juliana. Internal and external validity: can you apply research study results to your patients? *Jornal Brasileiro de Pneumologia* [en línea]. Vol.44 N°3: 1, 2018. [Fecha de consulta: 12 de mayo de 2023].

Disponible en: <https://doi.org/10.1590/s1806-37562018000000164>

ISSN: 1806-3756

PEÑA VERA, Tania. Etapas del análisis de la información documental. *Revista Interamericana de Bibliotecología* [en línea]. Vol. 45 n°3: 1-8, Diciembre 2022. [Fecha de consulta: 12 de mayo de 2023].

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

ISSN: 2538-9866

PERUVIAN volcanic ashes as new alternative material in geopolymer preparation: influence of dissolution concentration and wear resistance por Tupayachy Danny [et al]. *LACCEI* [en línea]. Vol. 18: 27-31, Julio 2020. [Fecha de consulta: 26 de abril de 2023].

Disponible en: <http://dx.doi.org/10.18687/LACCEI2020.1.1.5>

ISSN: 2414-6390

RAO, K. y SREENIVAS T. Recovery of Rare Earth Elements from Coal Fly Ash: A Review. *En: Critical and Rare Earth Elements* [en línea]. CRC Press, n°1: 343–364, 2019. [Fecha de consulta: 4 de mayo de 2023].

Disponible en: <https://doi.org/10.1201/9780429023545-18>

RESEARCH protocol VII. Validity and reliability of the measurements por Miguel Villasís [et al]. *SciElo* [en línea]. Vol. 65 n°4: 1-28, 2018. [Fecha de consulta: 12 de mayo de 2023].

Disponible en: <https://doi.org/10.29262/ram.v65i4.560>

ISSN: 2448-9190

RODRÍGUEZ, Gustavo. Evaluación de la iluminación híbrida de concreto liviano con cantidades diferentes de fibra óptica plástica A4b. *Anales Científicos* [en línea]. Vol. 82: 1-10, Agosto 2021. [Fecha de consulta: 26 de abril de 2023].

Disponible en: <http://dx.doi.org/10.21704/ac.v82i1.1750>

ISSN: 2519-7398

SÁNCHEZ, Fabio. Fundamentos epistémicos de la investigación cualitativa y cuantitativa: Consensos y disensos. *SciElo Perú* [en línea]. Vol. 13 n°1, 2019. [Fecha de consulta: 12 de mayo de 2023].

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

ISSN: 2223-2516

SPARKS, Corey S. y Kara JOYNER. Population Research Briefs in Population Research and Policy Review. *Population Research and Policy Review* [en línea]. Vol.38 N°2: 1-3, 2019. [Fecha de consulta: 12 de mayo de 2023].

Disponible en: <https://doi.org/10.1007/s11113-019-09522-5>

ISSN: 1573-7829

USO de cenizas de carbón para mejorar la resistencia a la compresión del concreto por Angaspilco Mariseli [et al]. *Nor@ndina* [en línea]. Vol. 4 n°2: 1-14, Septiembre 2021. [Fecha de consulta: 16 de marzo de 2023].

Disponible en: <http://doi.org/10.37518/2663-6360X2021v4n2p47>

ISSN: 2663-6360

VILLAVICENCIO Caparó, Ebingen. ¿Cómo plantear las variables de una investigación?: Operacionalización de las variables. *Odontología Activa Revista Científica* [en línea]. Vol.4 N°1: 1-6, 2019. [Fecha de consulta: 12 de mayo de 2023].

Disponible en: <http://dx.doi.org/10.31984/oactiva.v4i1.289>

ISSN: 2588-0624

ANEXOS

Anexo 1: Matriz de consistencia

ANEXOS

Anexo 1: Matriz de consistencia

Incorporación de ceniza de carbón de eucalipto y poliestireno reciclado para mejorar las propiedades del concreto ligero						
PROBLEMAS	OBJETIVOS	HIPÓTESIS	VARIABLES	DIMENSION	INDICADORES	METODOLOGIA
<p>PROBLEMA PRINCIPAL</p> <p>¿De qué manera influye la incorporación de ceniza de carbón de eucalipto y poliestireno reciclado en la mejora de las propiedades del concreto ligero?</p>	<p>OBJETIVO PRINCIPAL</p> <p>Analizar la influencia de la incorporación de ceniza de carbón de eucalipto y poliestireno reciclado en la mejora de las propiedades del concreto ligero.</p>	<p>HIPOTESIS PRINCIPAL</p> <p>La incorporación de ceniza de carbón de eucalipto y poliestireno reciclado influye positivamente en la mejora de las propiedades del concreto ligero.</p>	<p>VI:</p> <p>Ceniza de carbón de eucalipto y Poliestireno reciclado</p>	<p>Dosificación</p> <p>Caracterización</p>	<p>0.35%CCN+0.15%PR 0.55%CCN+0.15%PR 0.55%CCN+0.25%PR 0.35%CCN+0.25%PR</p> <p>Granulometria</p>	<p>• METODO DE INVESTIGACION: Científico -hipotético deductivo</p> <p>• DISEÑO DE INVESTIGACION: Experimental</p> <p>Gc (A): Y1 \Rightarrow X \Rightarrow Y2 \Rightarrow X' \Rightarrow Y4</p> <p>Ge (A): Y3</p> <p>Gc₁: Sin adicionar ceniza de carbón de eucalipto y Poliestireno reciclado</p> <p>Ge₂: Adicionando ceniza de carbón de eucalipto y Poliestireno reciclado</p> <p>• TIPO DE INVESTIGACIÓN: Aplicada</p> <p>• ENFOQUE DE INVESTIGACIÓN: Cuantitativo</p> <p>• NIVEL DE INVESTIGACIÓN correlacional</p> <p>• POBLACIÓN En el ensayo consta de 45 probetas 45 vigas y 30 ensayos físicos</p> <p>• MUESTRA Es igual que la población</p> <p>• TECNICAS DE RECOLECCIÓN DE DATOS: Fuentes primarias: ensayos de laboratorio, observación. Fuentes secundarias: Tablas técnicas, textos formatos de control, fichas.</p> <p>• TECNICAS PARA EL PROCESAMIENTO DE DATOS Se realiza a través de ensayos y análisis</p>
<p>PROBLEMA SECUNDARIO Nº 1</p> <p>¿Como influye la incorporación de ceniza de carbón de eucalipto y poliestireno reciclado en el peso unitario del concreto ligero?</p>	<p>OBJETIVO SECUNDARIO Nº 1</p> <p>Determinar el peso unitario del concreto ligero incorporando ceniza de carbón de eucalipto y poliestireno reciclado.</p>	<p>HIPOTESIS SECUNDARIO Nº1</p> <p>La incorporación de ceniza de carbón de eucalipto y poliestireno reciclado influye positivamente en el peso unitario del concreto ligero.</p>	<p>VD:</p> <p>Propiedades del concreto</p>	<p>Propiedades Físicas</p>	<p>Asentamiento (pulgada)</p>	
<p>PROBLEMA SECUNDARIO Nº 2</p> <p>¿De qué manera influye la incorporación de ceniza de carbón de eucalipto y poliestireno reciclado en el asentamiento del concreto?</p>	<p>OBJETIVO SECUNDARIO Nº 2</p> <p>Determinar el asentamiento del concreto ligero incorporando ceniza de carbón de eucalipto y poliestireno reciclado.</p>	<p>HIPOTESIS SECUNDARIO Nº 2</p> <p>La incorporación de ceniza de carbón de eucalipto y poliestireno reciclado influye positivamente en el asentamiento del concreto ligero.</p>			<p>Peso Unitario (kg)</p>	
<p>PROBLEMA SECUNDARIO Nº 3</p> <p>¿Como influye la incorporación de ceniza de carbón de eucalipto y poliestireno reciclado en la resistencia a compresión del concreto ligero?</p>	<p>OBJETIVO SECUNDARIO Nº 3</p> <p>Determinar la resistencia a compresión del concreto ligero incorporando ceniza de carbón de eucalipto y poliestireno reciclado.</p>	<p>HIPOTESIS SECUNDARIO Nº3</p> <p>La incorporación de ceniza de carbón de eucalipto y poliestireno reciclado influye positivamente en la resistencia a compresión del concreto ligero.</p>			<p>Resistencia a Compresión (kg/cm²)</p>	
<p>PROBLEMA SECUNDARIO Nº 4</p> <p>¿De qué manera influye la incorporación de ceniza de carbón de eucalipto y poliestireno reciclado en la resistencia a flexión del concreto ligero?</p>	<p>OBJETIVO SECUNDARIO Nº 4</p> <p>Determinar la resistencia a flexión del concreto ligero incorporando ceniza de carbón de eucalipto y poliestireno reciclado.</p>	<p>HIPOTESIS SECUNDARIO Nº4</p> <p>La incorporación de ceniza de carbón de eucalipto y poliestireno reciclado influye positivamente en la resistencia a flexión del concreto ligero.</p>			<p>Resistencia a flexión (kg/cm²)</p>	

Anexo 2: Matriz de operacionalización de variables

Variables	Definición Conceptual	Definición operacional	Dimensiones	Indicadores	Unidades	Escala de medición
<p>Variable independiente</p> <p>Ceniza de carbón de eucalipto y Poliestireno reciclado</p>	<p>Las cenizas de carbón de eucalipto es un material de color gris proveniente de la combustión del carbón natural, que está constituido por sustancias como sílice, magnesio, aluminio, fósforo, potación y hierro (Gabrijel, Jelčić y Štirmer, 2021). El poliestireno es un polímero compuesto por moléculas de estireno que presenta características rígidas y resistentes, asimismo es un sólido transparente debido a la falta de arreglos cristalinos (Sun et al., 2022).</p>	<p>Las cenizas fueron extraídas a partir de la calcinación de la madera de eucalipto, que posteriormente fueron caracterizados, por otro lado, el poliestireno se obtuvo a partir de la recolección de residuos del mismo material, asimismo los materiales se utilizarán en proporciones de 0.35% CCN + 0.15% PR, 0.55% CCN + 0.15% PR, 0.55% CCN + 0.25% PR, 0.35% CCN + 0.25%PR con el propósito de mejorar las propiedades del concreto ligero, al reemplazar parcialmente el peso del cemento con estas dosificaciones</p>	<p>Dosificación</p> <p>Caracterización</p>	<p>0.35%CCN+0.15%PR 0.55%CCN+0.15%PR 0.55%CCN+0.25%PR 0.35%CCN+0.25%PR</p> <p>Granulometría</p>	<p>% (porcentaje)</p>	<p>Razón</p>
<p>Variable dependiente</p> <p>Propiedades del concreto</p>	<p>El asentamiento es una medida de consistencia y trabajabilidad de una mezcla de concreto, que por lo general es empleado para estimar la cantidad de agua utilizado (Mohamed y Najm, 2019). El peso unitario del concreto es definido como la masa del concreto por unidad de volumen, que es afectado principalmente por el peso unitario del agregado y que varía en relación a la ubicación geográfica (Mohamed y Najm, 2019). La resistencia a compresión es una propiedad del concreto que indica la resistencia ante la aplicación de una carga por unidad de área (Odeyemi et al, 2021). La resistencia ante esfuerzos a flexión es una cualidad mecánica que presenta el concreto, la cual muestra la capacidad de resistir fuerzas flectoras (Kubica y Galman, 2022).</p>	<p>La estimación de estas propiedades será de suma importancia debido a que de esa manera se logrará determinar los efectos producidos por la incorporación de ceniza de carbón natural y poliestireno reciclado sobre las propiedades físicas y mecánicas del concreto ligero.</p>	<p>Propiedades físicas</p> <p>Propiedades mecánicas</p>	<p>Asentamiento (Pulg.)</p> <p>Peso unitario (kg/m³)</p> <p>Resistencia a Compresión (kg/cm²)</p> <p>Resistencia a Flexión (kg/cm²)</p>	<p>Pulg. (pulgadas)</p> <p>kg/m³ (kilogramos sobre metro cúbico)</p> <p>kg/cm² (kilogramos sobre centímetro cuadrado)</p>	<p>Intervalo</p>

Anexo 3: Instrumento de recolección de datos

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

LABORATORIO DE ENSAYOS EN AGREGADOS
ASTM C128

REFERENCIA : Datos de laboratorio
 SOLICITANTE :
 PROYECTO :
 UBICACIÓN :

MATERIAL : AGREGADO FINO CANTERA : TRAPICHE Fecha de ensayo:

MUESTRA Nº		CANTERA		PROMEDIO
		M - 1	M - 2	
1	Peso de la Muestra S.S.S. + Peso Balón + Peso de Agua	g		
2	Peso de la Muestra S.S.S. + Peso Balón	g		
3	Peso del Agua (W = 1 - 2)			
4	Peso de la Muestra Seca al Horno + Peso del Balón	g/cc		
5	Peso del Balón	g/cc		
6	Peso de la Muestra Seca al Horno (A = 4 - 5)	g/cc		
7	Volumen del Balón (V)	cc		

RESULTADOS

PESO ESPECIFICO DE LA MASA (P.E.M. = A/(V-W))	g/cc		
PESO ESPEC. DE MASA S.S.S. (P.E.M. S.S.S. = ((2)-(5))/(V-W))	g/cc		
PESO ESPECIFICO APARENTE (P.E.A. = A/[(V-W)-((2)-(5))-A])	g/cc		
PORCENTAJE DE ABSORCIÓN (%) [((2) - (5) - A) / A * 100]	%		

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

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

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

LABORATORIO DE MECANICA DE SUELOS Y ROCAS
ASTM C127

REFERENCIA : Datos de laboratorio
 SOLICITANTE :
 PROYECTO :
 UBICACIÓN :

MATERIAL : AGREGADO GRUESO CANTERA : TRAPICHE Fecha de ensayo:

MUESTRA Nº			CANTERA		PROMEDIO
			M - 1	M - 2	
1	Peso de la Muestra Sumergida Canastilla	A	g		
2	Peso muestra Sat. Sup. Seca	B	g		
3	Peso muestra Seco	C	g		
4	Peso específico Sat. Sup. Seca = B/B-A		g/cc		
5	Peso específico de masa = C/B-A		g/cc		
6	Peso específico aparente = C/C-A		g/cc		
7	Absorción de agua = ((B - C)/C)*100		%		

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

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

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

LABORATORIO DE ENSAYOS EN AGREGADOS

ASTM C29

REFERENCIA : Datos de laboratorio SOLICITANTE : PROYECTO : UBICACIÓN :

Fecha de ensayo:

MATERIAL : AGREGADO FINO

CANTERA : TRAPICHE

MUESTRA Nº		M-1	M-2	M-3
1	Peso de la Muestra + Molde	g		
2	Peso del Molde	g		
3	Peso de la Muestra (1 - 2)	g		
4	Volumen del Molde	cc		
5	Peso Unitario Suelto de la Muestra	g/cc		
PROMEDIO PESO UNITARIO SUELTO		g/cc		
MUESTRA Nº		M-1	M-2	M-3
1	Peso de la Muestra + Molde	g		
2	Peso del Molde	g		
3	Peso de la Muestra (1 - 2)	g		
4	Volumen del Molde	cc		
5	Peso Unitario Compactado de la Muestra	g/cc		
PROMEDIO PESO UNITARIO COMPACTADO		g/cc		

OBSERVACIONES:

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

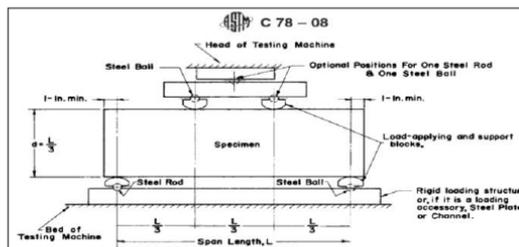
Elaborado por:	Revisado por:	Aprobado por:
Jefe de Laboratorio	Ingeniero de Suelos y Pavimentos	Control de Calidad JJ GEOTECNIA

LABORATORIO DE ENSAYO DE MATERIALES	FORMATO	Código	AE-FO-124
	MÉTODO DE PRUEBA ESTÁNDAR PARA LA DETERMINACIÓN DE LA RESISTENCIA A LA FLEXIÓN DEL CONCRETO (USANDO UNA VIGA SIMPLE)	Versión	02
		Fecha	27-04-2023
		Página	1 de 1

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
PATRÓN						
0.80% POLVO DE CONCHA DONAX + 1.50% FIBRA DE CAUCHO						
1.80% POLVO DE CONCHA DONAX + 2.50% FIBRA DE CAUCHO						
0.80% POLVO DE CONCHA DONAX + 2.50% FIBRA DE CAUCHO						
1.80% POLVO DE CONCHA DONAX + 1.50% FIBRA DE CAUCHO						



OBSERVACIONES:

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

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

Anexo 4: Certificado de los resultados

Certificado



INACAL
Instituto Nacional
de Calidad
Acreditación

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

SPECIALIZED METROLOGY CENTER S.A.C.

Laboratorio de Calibración

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

Con base en la norma

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

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

Fecha de Acreditación: 28 de agosto de 2019

Fecha de Vencimiento: 27 de agosto de 2022



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

ALEJANDRA RODRIGUEZ ALEGRÍA
Directora, Dirección de Acreditación - INACAL

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

Fecha de emisión: 17 de mayo de 2021

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

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

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

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



Laboratorio PP

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



Registro N° LC - 033

CERTIFICADO DE CALIBRACIÓN N° LM-1185-2023

Página: 1 de 3

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

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

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

2. Instrumento de Medición : BALANZA

Marca : OHAUS

Modelo : R21PE30ZH

Número de Serie : 8342167664

Alcance de Indicación : 30 000 g

División de Escala de Verificación (e) : 1 g

División de Escala Real (d) : 1 g

Procedencia : CHINA

Identificación : NO INDICA

Tipo : ELECTRÓNICA

Ubicación : LABORATORIO

Fecha de Calibración : 2023-11-06

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

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

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

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

3. Método de Calibración

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

4. Lugar de Calibración

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



PT-06.F06 / Diciembre 2016 / Rev 02

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

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

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

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



Laboratorio PP

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



CERTIFICADO DE CALIBRACIÓN N° LM-1187-2023

Página: 1 de 3

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

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

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

2. Instrumento de Medición : BALANZA

Marca : OHAUS

Modelo : TAJ4001

Número de Serie : B222979084

Alcance de Indicación : 4 000 g

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

División de Escala Real (d) : 0,1 g

Procedencia : CHINA

Identificación : BM-018-13

Tipo : ELECTRÓNICA

Ubicación : LABORATORIO

Fecha de Calibración : 2023-11-06

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

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

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

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

3. Método de Calibración

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

4. Lugar de Calibración

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



PT-06.F06 / Diciembre 2016 / Rev 02


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

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

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

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



Laboratorio PP

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



Registro N° LC - 033

CERTIFICADO DE CALIBRACIÓN N° LM-1189-2023

Página: 1 de 3

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

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

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

2. Instrumento de Medición : **BALANZA**

Marca : **NO INDICA**

Modelo : **NO INDICA**

Número de Serie : **NO INDICA**

Alcance de Indicación : **10 000 g**

División de Escala de Verificación (e) : **1 g**

División de Escala Real (d) : **0,1 g**

Procedencia : **NO INDICA**

Identificación : **NO INDICA**

Tipo : **ELECTRÓNICA**

Ubicación : **LABORATORIO**

Fecha de Calibración : **2023-11-06**

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

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

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

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

3. Método de Calibración

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

4. Lugar de Calibración

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



PT-06.F06 / Diciembre 2016 / Rev 02

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

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

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

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



PUNTO DE PRECISIÓN S.A.C.

LABORATORIO DE CALIBRACIÓN

CERTIFICADO DE CALIBRACIÓN N° LFP-917-2023

Página : 1 de 2

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

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

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

2. Descripción del Equipo : CARGA PUNTUAL

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

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

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

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

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

5. Trazabilidad

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

6. Condiciones Ambientales

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

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

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



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

Certificado de Calibración

LM23-141

Número de OT: 528-2023

CLIENTE

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

FECHA Y LUGAR DE CALIBRACIÓN

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

INSTRUMENTO DE MEDICIÓN : PRENSA DE CONCRETO

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

CARACTERÍSTICAS TÉCNICAS DEL OBJETO CALIBRADO

Capacidad	:	2000	KN
Resolución	:	0,01	KN

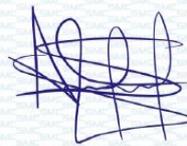
MÉTODO DE CALIBRACIÓN

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

Sello

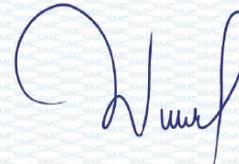


Metrólogo



Armando Marin Berrios

Director Técnico



Wilfredo Reyes Yzaguirre

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

Certificado de Calibración

LM23-141

Número de OT: 528-2023

PATRONES UTILIZADOS

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

CONDICIONES AMBIENTALES

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

RESULTADOS DE LA CALIBRACIÓN

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



INCERTIDUMBRE DE MEDICIÓN

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

OBSERVACIONES

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

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

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

LABORATORIO DE ENSAYO DE MATERIALES	CERTIFICADO DE ENSAYO ANALISIS GRANULOMÉTRICO DE AGREGADO GRUESO	Código	FOR-LTC-AG-002
		Revisión	2
		Aprobado	CC-JJG

LABORATORIO DE TECNOLOGÍA DEL CONCRETO
ASTM C136

REFERENCIA	: Datos de laboratorio		
SOLICITANTE	: JIMMY PAUL ACLARI ABAD		
PROYECTO	: INCORPORACIÓN DE CENIZA DE EUCALIPTO Y PULVERIZADO RECICLADO PARA MEJORAR LAS PROPIEDADES DEL CONCRETO LIGERO		
UBICACIÓN	: LIMA		

MATERIAL	AGREGADO GRUESO	CANTERA:	TRAPICHE	Fecha de ensayo:	21/08/2023
PESO INICIAL HÚMEDO (g)	2,143.5	% W =	0.2		
PESO INICIAL SECO (gr)	2,138.6	MF =	7.47		

MALLAS	ABERTURA (mm)	MATERIAL RETENIDO		% ACUMULADOS		ESPECIFICACIONES HUSOSIS
		(g)	(%)	Retenido	Pasa	
2"	50.00	0.0	0.0	0.0	100.0	
1 1/2"	37.50	0.0	0.0	0.0	100.0	100
1"	24.50	209.2	9.8	9.8	90.2	90 - 100
3/4"	19.00	1,000.5	46.8	56.6	43.4	40 - 85
1/2"	12.50	695.4	31.1	87.7	12.3	10 - 40
3/8"	9.50	128.1	6.0	93.7	6.3	0 - 15
Nº 4	4.75	111.2	5.2	98.9	1.1	0 - 5
Nº 8	2.38	0.0	0.0	98.9	1.1	
Nº 15	1.18	0.0	0.0	98.9	1.1	
FONDO	-	23.5	1.1	100.0	0.0	



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

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

PESO UNITARIO DEL AGREGADO



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

www.jjgeotecniasac.com

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

LABORATORIO DE TECNOLOGÍA DEL CONCRETO ASTM C29

REFERENCIA	Datos de laboratorio
SOLICITANTE	JIMMY PAUL ACLARI ABAD
PROYECTO	INCORPORACIÓN DE CENIZA DE EUCAUPTO Y POLIESTIRENO REICLADO PARA MEJORAR LAS PROPIEDADES DEL CONCRETO LIGERO
UBICACIÓN	LIMA

MATERIAL: AGREGADO GRUESO CANTERA: TRAPICHE Fecha de ensayo: 21/08/2023

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

1	Peso de la Muestra + Molde	g	30270	30258	30259
2	Peso del Molde	g	9200	9200	9200
3	Peso de la Muestra (1 - 2)	g	21070	21058	21059
4	Volumen del Molde	cc	14130	14130	14130
6	Peso Unitario Suelto de la Muestra	g/cc	1.492	1.491	1.490

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

MUESTRA N°	N-1	N-2	N-3
------------	-----	-----	-----

1	Peso de la Muestra + Molde	g	32198	32128	32145
2	Peso del Molde	g	9200	9200	9200
3	Peso de la Muestra (1 - 2)	g	22998	22928	22945
4	Volumen del Molde	cc	14130	14130	14130
5	Peso Unitario Compactado de la Muestra	g/cc	1.623	1.623	1.624

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

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

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

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

LABORATORIO DE ENSAYOS EN AGREGADOS
ASTM C29

REFERENCIA	: Datos de laboratorio
SOLICITANTE	: JIMMY PAUL ACLARI ABAD
PROYECTO	: INCORPORACIÓN DE CENIZA DE EUCALIPTO Y POLIESTIRENO RECICLADO PARA MEJORAR LAS PROPIEDADES DEL CONCRETO LIGERO
UBICACIÓN	: LIMA

MATERIAL : AGREGADO FINO CANTERA : TRAPICHE Fecha de ensayo: 21/09/2023

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

1	Peso de la Muestra + Molde	g	5917	5912	5918
2	Peso del Molde	g	1922	1922	1922
3	Peso de la Muestra (1 - 2)	g	4295	4290	4296
4	Volumen del Molde	cc	2800	2800	2800
5	Peso Unitario Suelto de la Muestra	g/cc	1.534	1.532	1.534

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

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

1	Peso de la Muestra + Molde	g	6579	6575	6577
2	Peso del Molde	g	1922	1922	1922
3	Peso de la Muestra (1 - 2)	g	4957	4953	4955
4	Volumen del Molde	cc	2800	2800	2800
5	Peso Unitario Compactado de la Muestra	g/cc	1.770	1.769	1.770

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

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

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

ABSORCIÓN DEL AGREGADO



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

www.jjgeotecniasac.com

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

LABORATORIO DE MECÁNICA DE SUELOS Y ROCAS ASTM C127

REFERENCIA	: Datos de laboratorio
SOLICITANTE	: JIMMY PAUL ACLARI ABAD
PROYECTO	: INCORPORACIÓN DE CENIZA DE EUCALIPTO Y POLIESTIRENO RECICLADO PARA MEJORAR LAS PROPIEDADES DEL CONCRETO LIGERO
UBICACIÓN	: LIMA

MATERIAL : AGREGADO GRUESO CANTERA : TRAPICHE Fecha de ensayo: 21/08/2023

MUESTRA N°			M - 1	M - 2	PROMEDIO	
1	Peso de la Muestra Sumergida Canastilla	A	g	1286.2	1294.9	1290.6
2	Peso muestra Sat. Sup. Seca	B	g	2044.2	2049.2	2046.7
3	Peso muestra Seco	C	g	2024.1	2027.1	2025.6
4	Peso específico Sat. Sup. Seca = BB-A		g/cc	2.70	2.72	2.71
5	Peso específico de masa = DB-A		g/cc	2.67	2.69	2.68
6	Peso específico aparente = CC-A		g/cc	2.74	2.77	2.76
7	Absorción de agua = ((B - C)/C)*100		%	1.0	1.1	1.0

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

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

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

LABORATORIO DE ENSAYOS EN AGREGADOS
ASTM C128

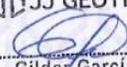
REFERENCIA	: Datos de laboratorio
SOLICITANTE	: JIMMY PAUL ACLARI ABAD
PROYECTO	: INCORPORACIÓN DE CENIZA DE EUCALIPTO Y POLIESTIRENO RECICLADO PARA MEJORAR LAS PROPIEDADES DEL CONCRETO LIGERO
UBICACIÓN	: LIMA

MATERIAL : AGREGADO FINO CANTERA : TRAPICHE Fecha de ensayo: 21/08/2023

MUESTRA Nº		M - 1	M - 2	PROMEDIO	
1	Peso de la Muestra S.S.S. + Peso Balón + Peso de Agua	g	988.3	988.9	988.6
2	Peso de la Muestra S.S.S. + Peso Balón	g	653.1	654.1	653.6
3	Peso del Agua (W = 1 - 2)	g	315.2	314.8	315.0
4	Peso de la Muestra Seca al Horno + Peso del Balón	g/cc	645.4	645.0	645.2
5	Peso del Balón	g/cc	153.1	153.1	153.1
6	Peso de la Muestra Seca al Horno (A = 4 - 5)	g/cc	492.3	492.5	492.4
7	Volumen del Balón (V)	cc	502.2	502.2	502.2

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

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

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

DISEÑO DE MEZCLA



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

www.jjgeotecniasac.com

LABORATORIO DE ENSAYO DE MATERIALES	CERTIFICADO DE ENSAYO DISEÑO DE MEZCLA DE CONCRETO			Código	FOR-LAB-CO-001	
				Revisión	1	
				Aprobado	CC-JJ	
				Fecha	1/01/2022	
LABORATORIO DE ENSAYOS EN AGREGADOS Y CONCRETO ACI 211						
REFERENCIA : Datos de laboratorio SOLICITANTE : JIMMY PAUL ACLARI ABAD TESIS : INCORPORACIÓN DE CENIZA DE EUCALIPTO Y POLIESTIRENO RECICLADO PARA MEJORAR LAS UBICACIÓN : LIMA Fecha de ensayo: 22/08/2023						
f'c 210 kg/cm² (PATRÓN)						
MATERIAL	PESO ESPECIFICO g/cc	MODULO FINEZA	HUM. NATURAL %	ABSORCIÓN %	P. UNITARIO S. Kg/m³	P. UNITARIO C. Kg/m³
CEMENTO SOL TIPO I	3.12					
AGREGADO FINO - CANTERA TRAPICHE	2.63	3.00	1.5	1.6	1533.0	1770.0
AGREGADO GRUESO - CANTERA TRAPICHE	2.68	7.47	0.2	1.0	1491.0	1623.0
MATERIALES: AGREGADO FINO Y AGREGADO GRUESO DE LA CANTERA TRAPICHE						
A) VALORES DE DISEÑO						
1. ASENTAMIENTO				3.75	pulg	
2. TAMAÑO MÁXIMO NOMINAL				1"		
3. RELACION AGUA CEMENTO				0.560		
4. AGUA				194		
5. TOTAL DE AIRE ATRAPADO %				1.5		
6. VOLUMEN DE AGREGADO GRUESO				0.65		
7. TEMPERATURA C°				25.5	°c	
B) ANALISIS DE DISEÑO						
FACTOR CEMENTO				346.132	Kg/m³	
Volumen absoluto del cemento				0.1109	m³/m³	8.1
Volumen absoluto del Agua				0.1940	m³/m³	
Volumen absoluto del Aire				0.0150	m³/m³	
VOLUMEN ABSOLUTOS DE AGREGADOS						
Volumen absoluto del Agregado fino				0.2864	m³/m³	
Volumen absoluto del Agregado grueso				0.3936	m³/m³	
SUMATORIA DE VOLUMENES ABSOLUTOS						
C) CANTIDAD DE MATERIALES m³ POR EN PESO SECO						
CEMENTO				346	Kg/m³	
AGUA				194	L/m³	
AGREGADO FINO				765	Kg/m³	
AGREGADO GRUESO				1655	Kg/m³	
PESO DE MEZCLA				2348	Kg/m³	
D) CORRECCION POR HUMEDAD						
AGREGADO FINO HUMEDO				794.6	Kg/m³	
AGREGADO GRUESO HUMEDO				1057.1	Kg/m³	
E) CONTRIBUCION DE AGUA DE LOS AGREGADOS						
AGREGADO FINO				0.10	Lts/m³	0.8
AGREGADO GRUESO				0.80	Lts/m³	8.4
AGUA DE MEZCLA CORREGIDA						9.2
						203.2
F) CANTIDAD DE MATERIALES m³ POR EN PESO HUMEDO						
CEMENTO				346	Kg/m³	
AGUA				203	Lts/m³	
AGREGADO FINO				765	Kg/m³	
AGREGADO GRUESO				1057	Kg/m³	
PESO DE MEZCLA				2371	Kg/m³	
G) CANTIDAD DE MATERIALES (150 lt.)						
CEMENTO				51.92	Kg	
AGUA				30.48	Lts	
AGREGADO FINO				114.69	Kg	
AGREGADO GRUESO				158.56	Kg	
PORPORCIÓN EN PESO p3 (húmedo)				PORPORCIÓN EN VOLUMEN p3 (húmedo)		
C				C		
A.F				A.F		
A.G				A.G		
H2o				H2o		
1.0				1.0		
2.21				2.16		
3.05				3.07		
24.9				24.9		
Elaborado por:	Revisado por:			Aprobado por:		
Jefe de Laboratorio	Ingeniero de Búsqueda y Control de Calidad			Control de Calidad		

PESO UNITARIO DEL CONCRETO



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

www.jjgeotecniasac.com

LABORATORIO DE ENSAYO DE MATERIALES	CERTIFICADO DE ENSAYO PESO UNITARIO DEL CONCRETO FRESCO
-------------------------------------	--

SOLICITANTE	: JIMMY PAUL ACLARI ABAD
PROYECTO	: INCORPORACIÓN DE CENIZA DE EUCALIPTO Y POLIESTIRENO RECICLADO PARA MEJORAR LAS PROPIEDADES DEL CONCRETO LIGERO
UBICACIÓN	: Lima
FECHA	: 4-09-2023

PESO UNITARIO DEL CONCRETO FRESCO ASTM C-138

PESO UNITARIO DEL CONCRETO FRESCO				
IDENTIFICACIÓN	Peso de molde (kg)	Peso del molde + muestra (kg)	Volumen del molde (m ³)	Peso Unitario del concreto fresco (kg/m ³)
Muestra 1 Mezcla patrón	3.536	20.737	0.00704000	2443
Muestra 2 Mezcla patrón	3.536	20.735	0.00704000	2443
Muestra 3 Mezcla patrón	3.536	20.730	0.00704000	2442

OBSERVACIONES:

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

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

LABORATORIO DE ENSAYO DE MATERIALES	CERTIFICADO DE ENSAYO PESO UNITARIO DEL CONCRETO FRESCO
-------------------------------------	--

SOLICITANTE	: JIMMY PAULACLARI ABAD
PROYECTO	: INCORPORACIÓN DE CENIZA DE EUCALIPTO Y POLIESTIRENO RECICLADO PARA MEJORAR LAS PROPIEDADES DEL CONCRETO LIGERO.
UBICACIÓN	: Lima.
FECHA	: 13-09-2023

PESO UNITARIO DEL CONCRETO FRESCO ASTM C-138
--

PESO UNITARIO DEL CONCRETO FRESCO				
IDENTIFICACIÓN	Peso de molde (kg)	Peso del molde + muestra (kg)	Volumen del molde (m ³)	Peso Unitario del concreto fresco (kg/m ³)
Muestra 1 0.35% CENIZA DE EUCALIPTO + 0.75% POLIESTIRENO RECICLADO	3.536	19.486	0.00704000	2266
Muestra 2 0.35% CENIZA DE EUCALIPTO +0.75% POLIESTIRENO RECICLADO	3.536	19.490	0.00704000	2266
Muestra 3 0.35% CENIZA DE EUCALIPTO +0.75% POLIESTIRENO RECICLADO	3.536	19.488	0.00704000	2266

OBSERVACIONES:

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

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

LABORATORIO DE ENSAYO DE MATERIALES	CERTIFICADO DE ENSAYO PESO UNITARIO DEL CONCRETO FRESCO
-------------------------------------	--

SOLICITANTE	: JIMMY PAUL ACLARI ABAD
PROYECTO	: INCORPORACIÓN DE CENIZA DE EUCALIPTO Y POLIESTIRENO RECICLADO PARA MEJORAR LAS PROPIEDADES DEL CONCRETO LIGERO
UBICACIÓN	: Lima
FECHA	: 13-09-2023

PESO UNITARIO DEL CONCRETO FRESCO ASTM C-138

PESO UNITARIO DEL CONCRETO FRESCO				
IDENTIFICACIÓN	Peso de molde (kg)	Peso del molde + muestra (kg)	Volumen del molde (m ³)	Peso Unitario del concreto fresco (kg/m ³)
Muestra 1 0.35% CENIZA DE EUCALIPTO + 1.10% POLIESTIRENO RECICLADO	3.536	19.154	0.00704000	2218
Muestra 2 0.35% CENIZA DE EUCALIPTO + 1.10% POLIESTIRENO RECICLADO	3.536	19.161	0.00704000	2219
Muestra 3 0.35% CENIZA DE EUCALIPTO + 1.10% POLIESTIRENO RECICLADO	3.536	19.151	0.00704000	2218

OBSERVACIONES:

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

Elaborado por:	Revisado por:	Aprobado por:
 VºBº LABORATORIO DE ENSAYO DE MATERIALES	 G. García Guzmán INGENIERO CIVIL CIP N° 299741	 JJ GEOTECNIA S.A.C. CONTROL DE CALIDAD
Jefe de Laboratorio	Ingeniero de Suelos y Pavimentos	Control de Calidad JJ GEOTECNIA

LABORATORIO DE ENSAYO DE MATERIALES	CERTIFICADO DE ENSAYO PESO UNITARIO DEL CONCRETO FRESCO
-------------------------------------	--

SOLICITANTE	: JIMMY PAUL ACLARI ABAD
PROYECTO	: INCORPORACIÓN DE CENIZA DE EUCALIPTO Y POLIESTIRENO RECICLADO PARA MEJORAR LAS PROPIEDADES DEL CONCRETO LIGERO
UBICACIÓN	: Lima
FECHA	: 14-09-2023

PESO UNITARIO DEL CONCRETO FRESCO ASTM C-138

PESO UNITARIO DEL CONCRETO FRESCO				
IDENTIFICACION	Peso de molde (kg)	Peso del molde + muestra (kg)	Volumen del molde (m ³)	Peso Unitario del concreto fresco (kg/m ³)
Muestra 1 0.55% CENIZA DE EUCALIPTO +1.10% POLIESTIRENO RECICLADO	3.530	19.357	0.00704000	2247
Muestra 2 0.55% CENIZA DE EUCALIPTO +1.10% POLIESTIRENO RECICLADO	3.536	19.360	0.00704000	2248
Muestra 3 0.55% CENIZA DE EUCALIPTO +1.10% POLIESTIRENO RECICLADO	3.536	19.362	0.00704000	2248

OBSERVACIONES:

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

Elaborado por:	Revisado por:	Aprobado por:
	 Gilder García Guzmán INGENIERO CIVIL CIP N° 293741	 JJ GEOTECNIA S.A.C CONTROL DE CALIDAD
Jefe de Laboratorio	Ingeniero de Suelos y Pavimentos	Control de Calidad JJ GEOTECNIA

LABORATORIO DE ENSAYO DE MATERIALES	CERTIFICADO DE ENSAYO PESO UNITARIO DEL CONCRETO FRESCO
-------------------------------------	--

SOLICITANTE	: JIMMY PAUL ACLARI ABAD
PROYECTO	: INCORPORACIÓN DE CENIZA DE EUCALIPTO Y POLIESTIRENO RECICLADO PARA MEJORAR LAS PROPIEDADES DEL CONCRETO LIGERO
UBICACIÓN	: Lima
FECHA	: 14-09-2023

PESO UNITARIO DEL CONCRETO FRESCO ASTM C-138

PESO UNITARIO DEL CONCRETO FRESCO				
IDENTIFICACIÓN	Peso de molde (kg)	Peso del molde + muestra (kg)	Volumen del molde (m ³)	Peso Unitario del concreto fresco (kg/m ³)
Muestra 1 0.55% CENIZA DE EUCALIPTO +0.75% POLIESTIRENO RECICLADO	3.536	20.442	0.00704000	2401
Muestra 2 0.55% CENIZA DE EUCALIPTO +0.75% POLIESTIRENO RECICLADO	3.536	20.448	0.00704000	2402
Muestra 3 0.55% CENIZA DE EUCALIPTO +0.75% POLIESTIRENO RECICLADO	3.536	20.431	0.00704000	2400

OBSERVACIONES:

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

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

ASENTAMIENTO DEL CONCRETO



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

www.jjgeotecniasac.com

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

LABORATORIO DE TECNOLOGÍA DEL CONCRETO ASTM C143

REFERENCIA	: Datos de laboratorio
SOLICITANTE	: JIMMY PAUL ACLARI ABAD
PROYECTO	: INCORPORACIÓN DE CENIZA DE EUCALIPTO Y POLIESTIRENO RECICLADO PARA MEJORAR LAS PROPIEDADES DEL CONCRETO LIGERO
UBICACIÓN	: Lima

FECHA DE ENSAYO:	4/09/2023
------------------	-----------

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

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

Elaborado por:	Revisado por:	Aprobado por:
	 JJ GEOTECNIA SAC Gilder García Guzmán INGENIERO CIVIL CIP N° 293741	 JJ GEOTECNIA S.A.C. CONTROL DE CALIDAD
Jefe de Laboratorio	Ingeniero de Suelos y Pavimentos	Control de Calidad JJ GEOTECNIA

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

LABORATORIO DE TECNOLOGÍA DEL CONCRETO
ASTM C143

REFERENCIA	: Datos de laboratorio
SOLICITANTE	: JIMMY PAUL ACLARI ABAD
PROYECTO	: INCORPORACIÓN DE CENIZA DE EUCALIPTO Y POLIESTIRENO RECICLADO PARA MEJORAR LAS PROPIEDADES DEL CONCRETO LIGERO
UBICACIÓN	: Lima.

FECHA DE ENSAYO:	13/09/2023
------------------	------------

IDENTIFICACIÓN	ASENTAMIENTO (pulg.)
<p>Maestra 1</p> <p>0.35% CENIZA DE EUCALIPTO + 0.15% POLIESTIRENO RECICLADO</p>	3.34
<p>Maestra 2</p> <p>0.35% CENIZA DE EUCALIPTO + 0.15% POLIESTIRENO RECICLADO</p>	3.34
<p>Maestra 3</p> <p>0.35% CENIZA DE EUCALIPTO + 0.15% POLIESTIRENO RECICLADO</p>	3.34

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

Elaborado por:	Revisado por:	Aprobado por:
 Jefe de Laboratorio	 Oilder García Guzmán INGENIERO CIVIL CIP N° 298741 Ingeniero de Suelos y Pavimentos	 JJ GEOTECNIA S.A.C. CONTROL DE CALIDAD Control de Calidad JJ GEOTECNIA

LABORATORIO DE ENSAYO DE MATERIALES

MÉTODO DE PRUEBA ESTÁNDAR PARA DETERMINAR EL ASENTAMIENTO DEL CONCRETO DE CEMENTO HIDRÁULICO

LABORATORIO DE TECNOLOGÍA DEL CONCRETO

ASTM C143

REFERENCIA : Datos de laboratorio
SOLICITANTE : JIMMY PAUL ACLARI ABAD
PROYECTO : INCORPORACIÓN DE CENIZA DE EUCALIPTO Y POLIESTIRENO RECICLADO PARA MEJORAR LAS PROPIEDADES DEL CONCRETO LIGERO
UBICACIÓN : Lima

FECHA DE ENSAYO: 13/09/2023

IDENTIFICACIÓN	ASENTAMIENTO (pulg.)
Muestra 1 0.35% CENIZA DE EUCALIPTO + 0.25% POLIESTIRENO RECICLADO	3 1/2
Muestra 2 0.35% CENIZA DE EUCALIPTO + 0.25% POLIESTIRENO RECICLADO	3 1/2
Muestra 3 0.35% CENIZA DE EUCALIPTO + 0.25% POLIESTIRENO RECICLADO	3 1/2

OBSERVACIONES:

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

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

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

LABORATORIO DE TECNOLOGÍA DEL CONCRETO
ASTM C143

REFERENCIA	: Datos de laboratorio
SOLICITANTE	: JIMMY PAUL ACLARI ABAD
PROYECTO	: INCORPORACIÓN DE CENIZA DE EUCALIPTO Y POLIESTIRENO RECICLADO PARA MEJORAR LAS PROPIEDADES DEL CONCRETO LIGERO
UBICACIÓN	: Lima.

FECHA DE ENSAYO:	14/09/2023
------------------	------------

IDENTIFICACIÓN	ASENTAMIENTO (pulg.)
Muestra 1 0.55% CENIZA DE EUCALIPTO +0.15% POLIESTIRENO RECICLADO	3.314
Muestra 2 0.55% CENIZA DE EUCALIPTO +0.15% POLIESTIRENO RECICLADO	3.314
Muestra 3 0.55% CENIZA DE EUCALIPTO +0.15% POLIESTIRENO RECICLADO	3.314

OBSERVACIONES:

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

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

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

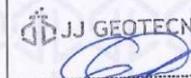
LABORATORIO DE TECNOLOGÍA DEL CONCRETO
ASTM C143

REFERENCIA	: Datos de laboratorio
SOLICITANTE	: JIMMY PAUL ACLARI ABAD
PROYECTO	: INCORPORACIÓN DE CENIZA DE EUCALIPTO Y POLIESTIRENO RECICLADO PARA MEJORAR LAS PROPIEDADES DEL CONCRETO LIGERO
UBICACIÓN	: Lima.

FECHA DE ENSAYO:	14/09/2023
-------------------------	------------

IDENTIFICACIÓN	ASENTAMIENTO (pulg.)
Muestra 1 0.55% CENIZA DE EUCALIPTO + 0.25% POLIESTIRENO RECICLADO	3 3/4
Muestra 2 0.55% CENIZA DE EUCALIPTO + 0.25% POLIESTIRENO RECICLADO	3 1/2
Muestra 3 0.55% CENIZA DE EUCALIPTO + 0.25% POLIESTIRENO RECICLADO	3 3/4

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

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

RESISTENCIA A COMPRESIÓN



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

www.jjgeotecniasac.com

LABORATORIO DE ENSAYO DE MATERIALES	CERTIFICADO DE ENSAYO RESISTENCIA A LA COMPRESIÓN DE MUESTRAS DE CONCRETO CILÍNDRICO	Código	FOR-LAB-CO-009
		Revisión	2
		Aprobado	CC-JJ
		Fecha	26/04/2023

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

REFERENCIA	: Datos de laboratorio
SOLICITANTE	: JIMMY PAUL ACLARI ABAD
TESIS	: INCORPORACIÓN DE CENIZA DE EUCALIPTO Y POLIESTIRENO RECICLADO PARA MEJORAR LAS PROPIEDADES DEL CONCRETO LIGERO
UBICACIÓN	: LIMA
	Fecha de emisión: 12/10/2023

IDENTIFICACIÓN DE ESPECIMEN	FECHA DE VACADO	FECHA DE ROTURA	EDAD EN DÍAS	FUERZA MÁXIMA kgf	ÁREA cm ²	ESFUERZO kg/cm ²	F _o Diseño kg/cm ²	% F _c
PATRÓN	4/09/2023	2/10/2023	28	17215.7	78.5	219.2	210.0	104.4
	4/09/2023	2/10/2023	28	17189.8	78.5	218.9	210.0	104.2
	4/09/2023	2/10/2023	28	17272.3	78.5	219.9	210.0	104.7
0.35% CENIZA DE EUCALIPTO + 0.15% POLIESTIRENO RECICLADO	13/09/2023	11/10/2023	28	10991.5	78.5	139.8	210.0	66.6
	13/09/2023	11/10/2023	28	10939.1	78.5	139.3	210.0	66.3
	13/09/2023	11/10/2023	28	10669.3	78.5	136.1	210.0	64.8
0.35% CENIZA DE EUCALIPTO + 0.25% POLIESTIRENO RECICLADO	13/09/2023	11/10/2023	28	14056.2	78.5	178.3	210.0	84.9
	13/09/2023	11/10/2023	28	13853.8	78.5	176.4	210.0	84.0
	13/09/2023	11/10/2023	28	13750.5	78.5	175.1	210.0	83.4
0.55% CENIZA DE EUCALIPTO + 0.15% POLIESTIRENO RECICLADO	14/09/2023	12/10/2023	28	11478.7	78.5	146.2	210.0	69.6
	14/09/2023	12/10/2023	28	11395.2	78.5	145.1	210.0	69.1
	14/09/2023	12/10/2023	28	11509.7	78.5	146.5	210.0	69.8
0.55% CENIZA DE EUCALIPTO + 0.25% POLIESTIRENO RECICLADO	14/09/2023	12/10/2023	28	14232.3	78.5	181.2	210.0	86.3
	14/09/2023	12/10/2023	28	14342.7	78.5	182.6	210.0	87.0
	14/09/2023	12/10/2023	28	14408.9	78.5	183.5	210.0	87.4

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

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

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

RESISTENCIA A FLEXIÓN



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

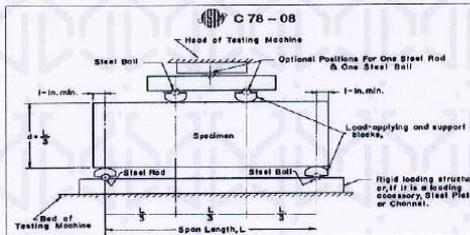
www.jjgeotecniasac.com

LABORATORIO DE ENSAYO DE MATERIALES	FORMATO	Código	AE-F-0-124
	MÉTODO DE PRUEBA ESTÁNDAR PARA LA DETERMINACIÓN DE LA RESISTENCIA A LA FLEXIÓN DEL CONCRETO (USANDO UNA VIGA SIMPLE)	Versión	02
		Fecha	27-04-2023
		Página	1 de 1

PROYECTO	INCORPORACIÓN DE CENIZA DE EUCALIPTO Y POLIESTIRENO RECICLADO PARA MEJORAR LAS PROPIEDADES DEL CONCRETO LIGERO
SOLICITANTE	JIMMY PAUL ACLARI ABAD
UBICACIÓN	LIMA
FECHA DE EMISIÓN :	12/10/2023
Tipo de muestra	Concreto endurecido
Presentación	Especímenes prismáticos
F _c de diseño	210 kg/cm ²

RESISTENCIA A LA FLEXIÓN DEL CONCRETO ENDURECIDO ASTM C78

IDENTIFICACIÓN	FECHA DE VACIADO	FECHA DE ROTURA	EDAD	UBICACIÓN DE FALLA	LUZ LIBRE (cm)	MÓDULO DE ROTURA
PATRÓN	4/09/2023	2/10/2023	28 días	DENTRO DEL TERCIO MEDIO	45.0	44.7 kg/cm ²
	4/09/2023	2/10/2023	28 días	DENTRO DEL TERCIO MEDIO	45.0	41.7 kg/cm ²
	4/09/2023	2/10/2023	28 días	DENTRO DEL TERCIO MEDIO	45.0	42.3 kg/cm ²
0.35% CENIZA DE EUCALIPTO + 0.15% POLIESTIRENO RECICLADO	13/09/2023	11/10/2023	28 días	DENTRO DEL TERCIO MEDIO	45.0	41.9 kg/cm ²
	13/09/2023	11/10/2023	28 días	DENTRO DEL TERCIO MEDIO	45.0	43.0 kg/cm ²
0.35% CENIZA DE EUCALIPTO + 0.25% POLIESTIRENO RECICLADO	13/09/2023	11/10/2023	28 días	DENTRO DEL TERCIO MEDIO	45.0	34.2 kg/cm ²
	13/09/2023	11/10/2023	28 días	DENTRO DEL TERCIO MEDIO	45.0	33.5 kg/cm ²
	13/09/2023	11/10/2023	28 días	DENTRO DEL TERCIO MEDIO	45.0	34.7 kg/cm ²
0.55% CENIZA DE EUCALIPTO + 0.15% POLIESTIRENO RECICLADO	14/09/2023	12/10/2023	28 días	DENTRO DEL TERCIO MEDIO	45.0	32.3 kg/cm ²
	14/09/2023	12/10/2023	28 días	DENTRO DEL TERCIO MEDIO	45.0	35.4 kg/cm ²
0.55% CENIZA DE EUCALIPTO + 0.25% POLIESTIRENO RECICLADO	14/09/2023	12/10/2023	28 días	DENTRO DEL TERCIO MEDIO	45.0	32.7 kg/cm ²
	14/09/2023	12/10/2023	28 días	DENTRO DEL TERCIO MEDIO	45.0	46.0 kg/cm ²
	14/09/2023	12/10/2023	28 días	DENTRO DEL TERCIO MEDIO	45.0	44.3 kg/cm ²
	14/09/2023	12/10/2023	28 días	DENTRO DEL TERCIO MEDIO	45.0	43.1 kg/cm ²



OBSERVACIONES:

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

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

Anexo 6: Panel fotográfico



Etapa 01. Obtención de agregados no convencionales



Etapa 02. Recopilación de material convencionales



Etapa 03. Obtención de residuos calcinados de la madera de eucalipto



Etapa 04. Tamizado de ceniza de eucalipto



Etapa 05. Obtención de la humedad en contenido porcentual del agregado



Etapa 06. Granulometría



Etapa 07. Proporción absorbente y gravedad específica del agregado fino



Etapa 08. Proporción absorbente y gravedad específica del agregado grueso



Etapa 09. Peso unitario del agregado



Etapa 10. Diseño de mezcla en laboratorio



Etapa 11. Ensayo de revenimiento (slump)



Etapa 12. Ensayo de peso unitario



Etapa 13. Llenado y Curado de especímenes



Etapa 15. Resistencia a compresión y flexión

Anexo N° 8. Ficha de revista indexada

Título tentativo del artículo científico	“Incorporación de ceniza de eucalipto y poliestireno reciclado para mejorar las propiedades del concreto ligero”
Nombre de la revista a postular	Novasinerгия
URL de revista	https://novasinerгия.unach.edu.ec/index.php/novasinerгия/issue/view/12
Base de datos de indización	Scientific Electronic Library Online - SciELO
Cuartil	Sin cuartil
Idioma	Español
ISSN	ISSN 2631-2654
h-index	