

UNIVERSIDAD NACIONAL DE JAÉN

FACULTAD DE INGENIERÍA



CARRERA PROFESIONAL DE INGENIERÍA CIVIL

**EFFECTO DE LA SUSTITUCIÓN PARCIAL DEL
CEMENTO POR CENIZAS DE HORNO DE
LADRILLERA ARTESANAL EN EL CONCRETO
F'C=210KG/CM2, JAÉN - 2024**

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

**Autores: Bach. Diaz Villalobos Jhon Antony
Bach. Herrera Jibaja Cristhian Danter**

Asesor: Dr. José Luis Piedra Tineo

Línea de Investigación: LI_IC_01 Estructuras

**JAÉN – PERÚ,
MAYO, 2025**

Jhon A. Diaz Villalobos; Cristhian D. Herrera Jibaja

EFFECTO DE LA SUSTITUCIÓN PARCIAL DEL CEMENTO POR CENIZAS DE HORNO DE LADRILLERA ARTESANAL EN EL CON...

-  Quick Submit
-  Quick Submit
-  Universidad Nacional de Jaen

Detalles del documento

Identificador de la entrega

trn:oid:::1:3262679702

84 Páginas

Fecha de entrega

28 may 2025, 11:01 a.m. GMT-5

20.539 Palabras

110.726 Caracteres

Fecha de descarga

28 may 2025, 11:08 a.m. GMT-5

Nombre de archivo

aja_Cristhian_Danter_-_INFORME_-_JHON_ANTONY_DIAZ_VILLALOBOS.pdf

Tamaño de archivo

2.9 MB



Dr. Alexander Huamán Mera
Responsable de la Unidad de Investigación de la Facultad de Ingeniería

16% Overall Similarity

The combined total of all matches, including overlapping sources, for each database.

Filtered from the Report

- Bibliography
- Quoted Text
- Small Matches (less than 15 words)

Top Sources

- 13%  Internet sources
- 2%  Publications
- 6%  Submitted works (Student Papers)

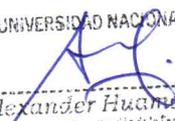
Integrity Flags

0 Integrity Flags for Review

No suspicious text manipulations found.

Our system's algorithms look deeply at a document for any inconsistencies that would set it apart from a normal submission. If we notice something strange, we flag it for you to review.

A Flag is not necessarily an indicator of a problem. However, we'd recommend you focus your attention there for further review.

 UNIVERSIDAD NACIONAL DE JAÉN

Dr. Alexander Huamán Mera
Responsable de la Unidad de Investigación de la Facultad de Ingeniería

UNIVERSIDAD NACIONAL DE JAÉN

Ley de Creación N° 29304

Universidad Licenciada con Resolución del Consejo Directivo N° 002-2018-SUNEDU/CD

FORMATO 03: ACTA DE SUSTENTACIÓN

En la ciudad de Jaén, el día 10 de junio del año 2025, siendo las 12:00 horas, se reunieron de manera presencial los integrantes del Jurado:

Presidente : Dra. Zadith Nancy Garrido Campaña
Secretario : Dr. Christiaan Zayed Apaza Panca
Vocal : M.Sc. Marcos Antonio Gonzales Santisteban

Para evaluar la Sustentación del Informe Final:

- () Trabajo de Investigación
(**X**) **Tesis**
() Trabajo de Suficiencia Profesional

Titulado:

"EFECTO DE LA SUSTITUCIÓN PARCIAL DEL CEMENTO POR CENIZAS DE HORNO DE LADRILLERA ARTESANAL EN EL CONCRETO $F'c=210$ KG/CM², JAÉN - 2024", presentado por los Bachilleres **Jhon Antony Diaz Villalobos y Cristhian Danter Herrera Jibaja**, de la Carrera Profesional de Ingeniería Civil.

Después de la sustentación y defensa, el Jurado acuerda:

(**X**) **Aprobar** () Desaprobar (**X**) **Unanimidad** () Mayoría

Con la siguiente mención:

- | | | |
|----------------|------------|---------------|
| a) Excelente | 18, 19, 20 | () |
| b) Muy bueno | 16, 17 | () |
| c) Bueno | 14, 15 | (14) |
| d) Regular | 13 | () |
| e) Desaprobado | 12 ò menos | () |

Siendo las 12:40 horas del mismo día, el Jurado concluye el acto de sustentación confirmando su participación con la suscripción de la presente.



Dra. Zadith Nancy Garrido Campaña
Presidente



Dr. Christiaan Zayed Apaza Panca
Secretario



M.Sc. Marcos Antonio Gonzales Santisteban
Vocal

“Año de la recuperación y consolidación de la economía peruana”

DECLARACIÓN JURADA DE AUTENTICIDAD Y DE NO PLAGIO

Yo, **Jhon Antony Diaz Villalobos** identificado con DNI **76031920**, y **Cristhian Danter Herrera Jibaja** identificado con DNI **73817890**, Bachilleres de la carrera **Profesional de Ingeniería Civil** de la Facultad de Ingeniería de la Universidad Nacional de Jaén.

Declaramos bajo juramento que:

1. Somos Autores del trabajo titulado:

“EFECTO DE LA SUSTITUCIÓN PARCIAL DEL CEMENTO POR CENIZAS DE HORNO DE LADRILLERA ARTESANAL EN EL CONCRETO F’C=210KG/CM2, JAÉN - 2024”.

Asesorado por **Dr. Ing. José Luis Piedra Tineo**.

El mismo que presentamos bajo la modalidad de **Tesis** para optar; el Título Profesional/ de **Ingeniero Civil**.

2. El texto de nuestro trabajo final respeta y no vulnera los derechos de terceros, incluidos los derechos de propiedad intelectual. En el sentido, el texto de mi trabajo final no ha sido plagiado total ni parcialmente, para la cual he respetado las normas internacionales de citas y referencias de las fuentes consultadas.
3. El texto del trabajo final que presentamos no ha sido publicado ni presentado antes en cualquier medio electrónico o físico.
4. La investigación, los resultados, datos, conclusiones y demás información presentada que atribuimos a nuestra autoría son veraces.
5. Declaramos que nuestro trabajo final cumple con todas las normas de la Universidad Nacional de Jaén.
6. Somos conscientes de que el hecho de no respetar los derechos de autor y hacer plagio, es objeto de sanciones universitarias y/o legales.

El incumplimiento de lo declarado da lugar a responsabilidad de los declarantes, en consecuencia; a través del presente documento asumimos frente a terceros, la Universidad Nacional de Jaén y/o la Administración Pública toda responsabilidad que pueda derivarse por el trabajo final presentado. Lo señalado incluye responsabilidad pecuniaria incluido el pago de multas u otros por los daños y perjuicios que se ocasionen.

Jaén, 4 de julio del 2025



Bach. Jhon Antony Diaz Villalobos

DNI:76031920



Bach. Cristhian Danter Herrera Jibaja

DNI: 73817890

ÍNDICE GENERAL

	Pág.
RESUMEN	viii
ABSTRACT	ix
I. INTRODUCCIÓN	10
1.1. Descripción de la realidad Problemática	10
1.2. Pregunta de investigación	12
1.3. Justificación	12
1.4. Hipótesis	14
1.5. Objetivos.....	15
1.5.1. Objetivos generales.....	15
1.5.2. Objetivos específicos	15
1.6. Antecedentes de la investigación.....	16
1.6.1. Internacionales	16
1.6.2. Nacionales.....	18
1.6.3. Regional.....	20
1.6.4. Local	22
II. MATERIAL Y MÉTODOS	24
2.1. Ubicación geográfica	24
2.2. Población, muestra y muestreo	24
2.2.1. Población	24
2.2.2. Muestra	24
2.2.3. Muestreo	25
2.2.4. Variables de estudio.....	25
2.2.5. Materiales	26
2.3. Metodología.....	27
2.3.1. Método.....	27
2.3.2. Técnicas e instrumentos.....	28
2.3.3. Procedimientos de recolección de datos	28
2.3.3.1. Características físicas y mecánicas de los agregados.....	29
2.3.3.2. Tratamiento de las cenizas de horno de ladrillera artesanal	33
2.3.3.3. Propiedades físicas del concreto $f_c=210 \text{ kg/cm}^2$ sustituyendo cemento por cenizas en 0%. 3% 5% y 7%	34

2.3.3.4. Resistencia a compresión de concreto $f_c=210$ kg/cm ² sustituyendo cemento por cenizas en 0%. 3% 5% y 7%	38
2.3.4. Análisis de datos	42
2.3.4.1. Análisis de datos de la resistencia a compresión a los 7 días.....	43
2.3.4.2. Análisis de datos de la resistencia a compresión a los 14 días.....	45
2.3.4.3. Análisis de datos de la resistencia a compresión a los 28 días.....	46
2.3.4.4. Análisis de datos de la resistencia a compresión a los 56 días.....	48
III. RESULTADOS	50
3.1. Características físicas y mecánicas de los agregados, para el diseño de mezcla de concreto $f_c=210$ kg/cm ²	50
3.2. Tratamiento de las cenizas de horno de ladrillera artesanal.	51
3.3. Propiedades físicas y resistencia a compresión de concreto $f_c=210$ kg/cm ² al sustituir parcialmente cemento por cenizas en porcentaje de 0%. 3% 5% y 7%.	52
3.4. Determinar el porcentaje óptimo de sustitución que mejora la resistencia a la compresión del concreto $f_c=210$ kg/cm ²	59
IV. DISCUSIÓN	60
V. CONCLUSIONES Y RECOMENDACIONES	66
5.1. Conclusiones.....	66
5.2. Recomendaciones	67
VI. REFERENCIAS BIBLIOGRÁFICAS	68
AGRADECIMIENTO	74
DEDICATORIA	75
ANEXOS	76

ÍNDICE DE TABLAS

Tabla 1. Especímenes cilíndricos para ensayar a compresión	25
Tabla 2. Forma general del análisis de datos a los 7, 14, 28 y 56 días	43
Tabla 3. Prueba de homogeneidad de varianzas de la resistencia a compresión $f^c=210\text{kg/cm}^2$, para las diferentes sustituciones de cenizas por cemento a los 7 días..	43
Tabla 4. Prueba ANOVA de la resistencia a compresión $f^c=210\text{kg/cm}^2$, para las diferentes sustituciones de cenizas por cemento a los 7 días.....	44
Tabla 5. Prueba comparaciones múltiples de la resistencia a compresión $f^c=210\text{kg/cm}^2$, para las diferentes sustituciones de cenizas por cemento a los 7 días	44
Tabla 6. Prueba de homogeneidad de varianzas de la resistencia a compresión $f^c=210\text{kg/cm}^2$, para las diferentes sustituciones de cenizas por cemento a los 14 días	45
Tabla 7. Prueba ANOVA de la resistencia a compresión $f^c=210\text{kg/cm}^2$, para las diferentes sustituciones de cenizas por cemento a los 14 días.....	45
Tabla 8. Prueba comparaciones múltiples de la resistencia a compresión $f^c=210\text{kg/cm}^2$, para las diferentes sustituciones de cenizas por cemento a los 14 días	46
Tabla 9. Prueba de homogeneidad de varianzas de la resistencia a compresión $f^c=210\text{kg/cm}^2$, para las diferentes sustituciones de cenizas por cemento a los 28 días	46
Tabla 10. Prueba ANOVA de la resistencia a compresión $f^c=210\text{kg/cm}^2$, para las diferentes sustituciones de cenizas por cemento a los 28 días.....	47
Tabla 11. Prueba comparaciones múltiples de la resistencia a compresión $f^c=210\text{kg/cm}^2$, para las diferentes sustituciones de cenizas por cemento a los 28 días	47
Tabla 12. Prueba de homogeneidad de varianzas de la resistencia a compresión $f^c=210\text{kg/cm}^2$, para las diferentes sustituciones de cenizas por cemento a los 56 días	48
Tabla 13. Prueba ANOVA de la resistencia a compresión $f^c=210\text{kg/cm}^2$, para las diferentes sustituciones de cenizas por cemento a los 56 días.....	48
Tabla 14. Prueba comparaciones múltiples de la resistencia a compresión $f^c=210\text{kg/cm}^2$, para las diferentes sustituciones de cenizas por cemento a los 56 días	49
Tabla 15. Características de los agregados	50
Tabla 16. Proporciones utilizadas para las diferentes sustituciones	51
Tabla 17. Tratamientos realizados a las cenizas de horno de ladrillera artesanal	51
Tabla 18. Valores de la temperatura y Slump para las diferentes sustituciones parciales de cemento por cenizas	52

Tabla 19. Resistencia a compresión del concreto $f^c=210\text{kg/cm}^2$ y parámetros a los 7 días, sustituyendo cemento por cenizas en diferentes porcentajes	53
Tabla 20. Resistencia a compresión del concreto $f^c=210\text{kg/cm}^2$ y parámetros a los 14 días, sustituyendo cemento por cenizas en diferentes porcentajes	54
Tabla 21. Resistencia a compresión del concreto $f^c=210\text{kg/cm}^2$ y parámetros a los 28 días, sustituyendo cemento por cenizas en diferentes porcentajes	56
Tabla 22. Resistencia a compresión del concreto $f^c=210\text{kg/cm}^2$ y parámetros a los 56 días, sustituyendo cemento por cenizas en diferentes porcentajes	57
Tabla 23. Resistencia a compresión del concreto $f^c=210\text{kg/cm}^2$ promedios, a diferentes edades y sustituciones de cemento por cenizas	59

ÍNDICE DE FIGURAS

Figura 1. Extracción del agregado grueso	29
Figura 2. Extracción del agregado fino.....	29
Figura 3. Obtención del cemento	29
Figura 4. Cuarteo del agregado grueso	30
Figura 5. Cuarteo del agregado fino	30
Figura 6. Contenido de humedad agregado grueso.....	30
Figura 7. Contenido de humedad agregado fino.....	30
Figura 8. Análisis granulométrico agregado grueso	31
Figura 9. Análisis granulométrico agregado fino	31
Figura 10. Material más fino que el tamiz N° 200.....	31
Figura 11. Peso unitario del agregado fino	31
Figura 12. Peso unitario del agregado grueso.....	32
Figura 13. Gravedad específica y absorción del agregado grueso.....	32
Figura 14. Gravedad específica y absorción del agregado fino.....	32
Figura 15. Horno artesanal de la ladrillera Fila Alta	33
Figura 16. Recolección de cenizas de horno de ladrillera artesanal.-.....	33
Figura 17. Tamizado de cenizas	33
Figura 18. Dosificación del concreto $f'c=210\text{kg/cm}^2$ patrón.....	34
Figura 19. Toma de temperatura del concreto $f'c=210\text{kg/cm}^2$ patrón	34
Figura 20. Slump del concreto $f'c=210\text{kg/cm}^2$ patrón.....	34
Figura 21. Fabricación de probetas de concreto $f'c=210\text{kg/cm}^2$ patrón	35
Figura 22. Dosificación del concreto $f'c=210\text{kg/cm}^2$ con sustitución de 3% de cenizas por cemento.....	35
Figura 23. Toma de temperatura del concreto $f'c=210\text{kg/cm}^2$ con sustitución de 3% de cenizas por cemento.....	35
Figura 24. Slump del concreto $f'c=210\text{kg/cm}^2$ con sustitución de 3% de cenizas por cemento.....	35
Figura 25. Fabricación de probetas de concreto $f'c=210\text{kg/cm}^2$ con sustitución de 3% de cenizas por cemento.....	36
Figura 26. Dosificación del concreto $f'c=210\text{kg/cm}^2$ con sustitución de 5% de cenizas por cemento.....	36

Figura 27. Toma de temperatura del concreto $f'c=210\text{kg/cm}^2$ con sustitución de 5% de cenizas por cemento.....	36
Figura 28. Slump del concreto $f'c=210\text{kg/cm}^2$ con sustitución de 5% de cenizas por cemento.....	36
Figura 29. Fabricación de probetas de concreto $f'c=210\text{kg/cm}^2$ con sustitución de 5% de cenizas por cemento.....	37
Figura 30. Dosificación del concreto $f'c=210\text{kg/cm}^2$ con sustitución de 7% de cenizas por cemento.....	37
Figura 31. Toma de temperatura del concreto $f'c=210\text{kg/cm}^2$ con sustitución de 7% de cenizas por cemento.....	37
Figura 32. Slump del concreto $f'c=210\text{kg/cm}^2$ con sustitución de 7% de cenizas por cemento.....	37
Figura 33. Fabricación de probetas de concreto $f'c=210\text{kg/cm}^2$ con sustitución de 7% de cenizas por cemento.....	38
Figura 34. Resistencia a los 7 días del concreto $f'c=210\text{kg/cm}^2$ patrón	38
Figura 35. Resistencia a los 14 días del concreto $f'c=210\text{kg/cm}^2$ patrón	38
Figura 36. Resistencia a los 28 días del concreto $f'c=210\text{kg/cm}^2$ patrón	39
Figura 37. V Resistencia a los 56 días del concreto $f'c=210\text{kg/cm}^2$ patrón.....	38
Figura 38. Resistencia a los 7 días del concreto $f'c=210\text{kg/cm}^2$ con sustitución de 3% de cenizas por cemento.....	39
Figura 39. Resistencia a los 14 días del concreto $f'c=210\text{kg/cm}^2$ con sustitución de 3% de cenizas por cemento	39
Figura 40. Resistencia a los 28 días del concreto $f'c=210\text{kg/cm}^2$ con sustitución de 3% de cenizas por cemento	40
Figura 41. Resistencia a los 56 días del concreto $f'c=210\text{kg/cm}^2$ con sustitución de 3% de cenizas por cemento	40
Figura 42. Resistencia a los 7 días del concreto $f'c=210\text{kg/cm}^2$ con sustitución de 5% de cenizas por cemento.....	40
Figura 43. Resistencia a los 14 días del concreto $f'c=210\text{kg/cm}^2$ con sustitución de 5% de cenizas por cemento	40
Figura 44. Resistencia a los 28 días del concreto $f'c=210\text{kg/cm}^2$ con sustitución de 5% de cenizas por cemento	41

Figura 45. Resistencia a los 56 días del concreto $f'c=210\text{kg/cm}^2$ con sustitución de 5% de cenizas por cemento	41
Figura 46. Resistencia a los 7 días del concreto $f'c=210\text{kg/cm}^2$ con sustitución de 7% de cenizas por cemento	41
Figura 47. Resistencia a los 14 días del concreto $f'c=210\text{kg/cm}^2$ con sustitución de 7% de cenizas por cemento	41
Figura 48. Resistencia a los 28 días del concreto $f'c=210\text{kg/cm}^2$ con sustitución de 7% de cenizas por cemento	42
Figura 49. Resistencia a los 56 días del concreto $f'c=210\text{kg/cm}^2$ con sustitución de 7% de cenizas por cemento	42
Figura 50. Temperatura y Slump para las diferentes sustituciones parciales de cemento por cenizas	52
Figura 51. Repeticiones de resistencias a compresión del concreto $f'c=210\text{kg/cm}^2$ a los 7 días, sustituyendo cemento por cenizas en diferentes porcentajes	53
Figura 52. Resistencias a compresión promedio del concreto $f'c=210\text{kg/cm}^2$ a los 7 días, sustituyendo cemento por cenizas en diferentes porcentajes	54
Figura 53. Resistencia a compresión del concreto $f'c=210\text{kg/cm}^2$ y parámetros a los 14 días, sustituyendo cemento por cenizas en diferentes porcentajes	55
Figura 54. Resistencias a compresión promedio del concreto $f'c=210\text{kg/cm}^2$ a los 14 días, sustituyendo cemento por cenizas en diferentes porcentajes	55
Figura 55. Resistencia a compresión del concreto $f'c=210\text{kg/cm}^2$ y parámetros a los 28 días, sustituyendo cemento por cenizas en diferentes porcentajes	56
Figura 56. Resistencias a compresión promedio del concreto $f'c=210\text{kg/cm}^2$ a los 28 días, sustituyendo cemento por cenizas en diferentes porcentajes	57
Figura 57. Resistencia a compresión del concreto $f'c=210\text{kg/cm}^2$ y parámetros a los 56 días, sustituyendo cemento por cenizas en diferentes porcentajes	58
Figura 58. Resistencia a compresión promedio del concreto $f'c=210\text{kg/cm}^2$ a los 56 días, sustituyendo cemento por cenizas en diferentes porcentajes	58
Figura 59. Porcentaje adecuado de sustitución que mejora la resistencia a la compresión del concreto $f'c=210\text{ kg/cm}^2$	59

RESUMEN

La investigación tuvo como objetivo evaluar el efecto de la sustitución parcial del cemento por cenizas de horno de ladrillera artesanal en el concreto $f^c = 210 \text{ kg/cm}^2$, Jaén - 2024. La metodología consistió en la evaluación de agregados, el diseño de mezclas con sustituciones del cemento, y posteriormente, la evaluación de las propiedades del concreto. Los resultados mostraron que los agregados fueron óptimos y las cenizas, una vez recolectadas, fueron secadas al ambiente durante 24 horas, luego molidas por 4 horas y tamizadas con malla N.º 200, cuyo pasante fue el material final utilizado, seguido se elaboraron mezclas con sustituciones en 0%, 3%, 5% y 7%, donde la temperatura fue de 28.30, 29.20, 31.80 y 33.80°C, el asentamiento de 10.16, 8.89, 7.62, 5.08cm; la resistencia a los 7 días fue de 216.00, 182.42, 212.6 y 198.89kg/cm²; a los 14 días de 224.35, 205.34, 239.62 y 237.50kg/cm²; a los 28 días de 256.85, 224.94, 267.29 y 256.23kg/cm², y a los 56 días de 267.98, 276.40, 306.97 y 290.36kg/cm². Concluyó que la óptima sustitución fue del 5% de cenizas, ya que alcanzó el mayor incremento de resistencia a los 56 días, sin exceder los límites aceptables en temperatura y asentamiento.

Palabras claves: Resistencia a la compresión del concreto $f_c=210 \text{ kg/cm}^2$, cenizas de horno de ladrillera artesanal, cáscara de arroz.

ABSTRACT

The research aimed to evaluate the effect of partial replacement of cement by ash from artisanal brick kilns on concrete $f_c = 210 \text{ kg / cm}^2$, Jaén - 2024. The methodology consisted of the evaluation of aggregates, the design of mixtures with cement substitutions, and subsequently, the evaluation of the properties of the concrete. The results showed that the aggregates were optimal and the ashes, once collected, were dried in the environment for 24 hours, then ground for 4 hours and sieved with a mesh No. 200, whose passage was the final material used, followed by mixtures with substitutions of 0%, 3%, 5% and 7%, where the temperature was 28.30, 29.20, 31.80 and 33.80 ° c, the slump of 10.16, 8.89, 7.62, 5.08 cm; The strengths at 7 days were 216.00, 182.42, 212.6 and 198.89 kg/cm²; at 14 days they were 224.35, 205.34, 239.62 and 237.50 kg/cm²; at 28 days they were 256.85, 224.94, 267.29 and 256.23 kg/cm², and at 56 days they were 267.98, 276.40, 306.97 and 290.36 kg/cm². It was concluded that the optimal replacement was 5% ash, since it achieved the greatest increase in strength at 56 days, without exceeding acceptable limits for temperature and slump.

Keywords: Compressive strength of concrete $f_c=210 \text{ kg/cm}^2$, ash from artisanal brick kiln, rice husk.

I. INTRODUCCIÓN

1.1. Descripción de la realidad Problemática

En el mundo el concreto es uno de los materiales mundialmente más utilizados en el sector de la construcción, siendo el cemento portland uno de los componentes más importantes dentro de la mezcla. Solo el consumo actual a nivel mundial de cemento es de aproximadamente 4,6 mil millones de toneladas por año y se espera que alcance aproximadamente 6 mil millones de toneladas para fines del año 2050, y es el encargado de emitir grandes cantidades de dióxido de carbono (CO₂), siendo responsable de alrededor del 8% de las emisiones mundiales (Seyed et al., 2018). Su consumo presenta una tasa anual alarmante y es responsable de la liberación de 9 kg de CO₂ por cada 10 kg de cemento producido, además, es uno de los mayores consumidores de energía del mundo, ya que en ella se invierte entre un 12% y 15 % del total de la energía destinada para uso industrial, la cual equivale a un 30 y un 70 % del total de la energía consumida por toda la humanidad; seguido de ser la segunda fuente antropogénica de gases efecto invernadero (GEI), con cerca del 5 % del total de los GEI del planeta; esperando que los requerimientos de recursos energéticos, así como las emisiones de CO₂, se incrementen en los próximos años (Aristizábal y González, 2021). Por lo tanto, se vuelve esencial explorar nuevas fuentes de materias primas que puedan reemplazar el uso de este aglomerante.

Solo en el Perú entre los años 2002 y 2012 la producción de cemento creció a más del doble, asimismo un informe realizado por el INEI en el año 2018, sostuvo que el consumo interno de cemento creció en un 7.29% en el año 2018 con respecto al año anterior, y que seguirá en aumento en el tiempo. Además, la industria del cemento en el país es uno de los sectores industriales más intensivos en el uso de energía, y que el costo de la energía puede llegar a representar el 40% de los costos de producción, por lo que en consecuencia, este sector emite altas cantidades de gases tóxicos hacia el medio ambiente, siendo el principal el dióxido de carbono (CO₂) con una representación de un 5% de las emisiones industriales; considerándose que por cada tonelada de cemento producido se libera un aproximado de 900 kg de CO₂. Solo la planta de Atocongo de la empresa UNACEM, una de las principales plantas productoras de cemento en Lima realizó emisiones de 2550272 Ton de CO₂ en el año 2017, 2738744 ton en el año 2018 y 2954766 ton en el 2019 (Luna y Bustillos, 2021).

La importancia de buscar elementos sustitutorios del cemento para la fabricación de concreto de comportamientos adecuados, se verá reflejado en el cuidado del medio ambiente.

En el departamento de Cajamarca no existe fábricas de cemento, que puedan generar un problema como tal, sin embargo, el cemento es uno de los elementos que se consume del día a día en la construcción de diversos proyectos, lo cual en cierta manera vienen generando de manera específica impactos negativos al ambiente, como en los ecosistemas y microorganismos en los sitios y alrededores donde se realizan las construcciones. Solo el polvo de cemento es un elemento altamente contaminante en el aire y para las vías respiratorias de las personas (Pampa, 2020). De otro lado son diversos los efectos dañinos para la salud de los trabajadores que tienen exposición directa con el cemento, cuyos efectos varían desde una simple irritación conjuntiva o dérmica de duración muy corta, hasta enfermedades crónicas y/o desarrollo de cáncer como resultado de una exposición prolongada y continuada en el tiempo a determinados agentes. Son múltiples los efectos crónicos que se dan por la inhalación prolongada y repetida del Cemento Portland que contiene trazas de sílice cristalina y cromo hexavalente (cancerígenos humanos), lo cual puede causar la silicosis (Cabrera, 2015).

En Jaén la problemática es idéntica a la regional esto debido a que, en las distintas obras privadas y públicas que se ejecutan en la ciudad, no se tiene un control adecuado de los desechos que genera el concreto, es decir el cemento es el principal contaminante de suelo aire y agua. Asimismo, la exposición de los trabajadores al cemento en las dosificaciones de concreto es directa, poniendo en riesgo a la salud y vida de los trabajadores. Además, Bravo (2013) refiere que, en la ciudad de Jaén, la fabricación artesanal de ladrillos constituye una actividad productiva importante en zonas como en el Reposo, Morro Solar, parte de Fila Alta y Balsahuayco. Estos hornos funcionan principalmente con combustibles como leña, residuos agrícolas e incluso, en algunos casos, materiales no regulados como plásticos o desechos sólidos. Como subproducto, se generan cenizas que comúnmente no se gestionan adecuadamente, acumulándose en los alrededores de los hornos o siendo arrastradas por el viento. Estas cenizas, además de contener partículas finas, pueden incorporar metales pesados y compuestos tóxicos que representan un riesgo para la salud de los pobladores y para el ambiente local. Diversos estudios señalan que la exposición prolongada a este tipo de contaminantes puede causar enfermedades respiratorias, además

de degradar la calidad del suelo si las cenizas se depositan directamente sobre terrenos agrícolas o zonas habitadas. MINAN (2021) menciona que, a pesar de este impacto ambiental negativo, las cenizas de hornos artesanales en Jaén representan un residuo subutilizado, ya que su composición rica en óxidos metálicos (como sílice, alúmina y hierro) ofrece un potencial como material puzolánico. Esta condición justifica su evaluación como sustituto parcial del cemento Portland, reduciendo así la cantidad de residuos dispersos y el uso de clinker en la fabricación de concreto, con los beneficios ambientales correspondientes.

Es así que, a causa de la gran cantidad de cenizas de las ladrilleras artesanales que se presentan en la zona local y como alternativa para reducir los impactos negativos que genera y viene generando las industrias cementeras en el mundo, ya sea en su etapa de producción, o explotación de canteras, además al ser un elemento altamente perjudicial para la salud de los trabajadores que laboran con este elemento para la fabricación de concreto en las distintas construcciones en el mundo y nuestro país. Se presenta el efecto de mantener y/o mejorar sus propiedades del concreto $f'c=210\text{kg/cm}^2$ mediante la sustitución parcial de cemento, en la ciudad de Jaén, y verificar de qué manera se mejoran las propiedades físicas y mecánicas del concreto; y de presentarse resultados satisfactorios, estaríamos frente a una mejora tanto en la resistencia a compresión del concreto y una disminución considerable de los costos para la producción.

1.2. Pregunta de investigación

Finalmente nos planteamos la siguiente interrogante: ¿Cuál es el efecto de la sustitución parcial del cemento por cenizas de horno de ladrillera artesanal en la resistencia a compresión y propiedades físicas del concreto $f'c=210\text{kg/cm}^2$, Jaén - 2024?

1.3. Justificación

Los hornos de ladrillo artesanal utilizan una gran cantidad variada de cáscara de arroz, café y otros, como combustible para quemar las pilas de ladrillos de arcilla, dejando como desechos de cenizas que comprende sílice y aluminio, los cuales tienen cualidades aglutinantes. Su uso como reemplazo parcial del cemento podría tener el potencial de reducir

la demanda de cemento Portland y, por tanto, disminuir la huella de carbono de la construcción.

Técnicamente esta investigación es importante y relevante porque aborda un tema de innovación en el ámbito de la ingeniería civil y la sostenibilidad de los materiales de construcción. La sustitución parcial de cemento por cenizas de horno de ladrillera artesanal puede abrir nuevas perspectivas para el desarrollo de concretos más sostenibles sin comprometer las propiedades esenciales del material.

Económicamente, debido a la alta demanda de cemento, los costos de construcción han aumentado, es por ello que el uso alternativo de cenizas de horno de ladrillos como sustituto del cemento, podríamos reducir los costos de construcción, y podría generar oportunidades de empleo en la gestión de residuos y la producción de materiales alternativos, beneficiando a la comunidad. El uso de cenizas de hornos de ladrillos como sustituto del cemento tiene el potencial de reducir los costos de construcción, lo que resultaría en un beneficio indirecto para la sociedad en su conjunto al reducir el uso de cemento y el costo de este conglomerante.

Socialmente la presente investigación, con el uso de cenizas de horno de ladrillera artesanal en la producción de concreto puede contribuir a la mejora de la infraestructura en las zonas urbanas y rurales de Jaén, especialmente en las zonas más vulnerables, como barrios de bajos recursos. Esto puede traducirse en edificaciones sostenibles y resistentes, mejorando la calidad de vida de los habitantes. Dado que el concreto de calidad es esencial para la construcción de viviendas resistentes a sismos, el uso de materiales alternativos puede tener un impacto directo en la seguridad y el bienestar de la población, considerando que Jaén se encuentra en una zona sísmicamente de actividad media.

Ambientalmente, la adopción de un estilo y sistema de construcción sostenible es actualmente muy importante, este enfoque se esfuerza por simplificar los procesos y el uso de recursos, reutilizando materiales de desechos con alto contenido de sílice. Entonces esta investigación buscara utilizar la ceniza de horno de una ladrillera artesanal del sector Fila Alta, sustituyendo parcialmente la ceniza por el cemento. La industria de la construcción es conocida por su impacto ambiental significativo, desde la extracción de materias primas

hasta la emisión de CO₂, es por ello que la sustitución del cemento por las cenizas producidas por los hornos artesanales después de quemar los ladrillos, podría reducir las emisiones de CO₂ y la explotación de recursos naturales, porque estas cenizas son subproductos de la fabricación de ladrillos.

Referente al criterio de selección de los porcentajes de sustitución del cemento por cenizas (3%, 5% y 7%), nos hemos basado en estudios previos y/o recomendaciones de investigaciones similares. Estos valores fueron elegidos para estudiar el comportamiento del concreto bajo distintas proporciones, observando cómo pequeñas sustituciones afectan sus propiedades.

1.4. Hipótesis

La sustitución parcial del 5% del cemento por cenizas de hornos de ladrillera artesanal en la mezcla de concreto con una resistencia de diseño $f'_c = 210 \text{ kg/cm}^2$, incrementa la resistencia a compresión en al menos un 5% respecto a un concreto convencional sin adición de cenizas; además de mejorar sus propiedades físicas.

1.5. Objetivos

1.5.1. Objetivos generales

Evaluar el efecto de la sustitución parcial del cemento por cenizas de horno de ladrillera artesanal en el concreto $f_c=210 \text{ kg/cm}^2$, Jaén – 2024.

1.5.2. Objetivos específicos

- Determinar las características físicas y mecánicas de los agregados, para el diseño de mezcla de concreto $f_c=210 \text{ kg/cm}^2$.
- Realizar el tratamiento de las cenizas de horno de ladrillera artesanal.
- Determinar las propiedades físicas y resistencia a compresión de concreto $f_c=210 \text{ kg/cm}^2$ al sustituir parcialmente cemento por cenizas en porcentaje de 0%. 3% 5% y 7%.
- Determinar el porcentaje adecuado de sustitución que mejora la resistencia a la compresión del concreto $f_c=210 \text{ kg/cm}^2$.

1.6. Antecedentes de la investigación

1.6.1. Internacionales

Según Choez y Ortiz (2023) en su estudio titulado “Optimización del diseño de una mezcla de hormigón de alto desempeño a partir de la adición de ceniza de la cascarilla de arroz como puzolana y superplastificante para la obtención del módulo de rotura”. Tuvo como objetivo optimizar el diseño de una mezcla de hormigón mediante la adición de ceniza de cascarilla de arroz calcinada como puzolana y un aditivo superplastificante. La metodología consistió en realizar especímenes cilíndricos con diversas adiciones de cenizas y superplastificantes, para posteriormente ensayarlos a compresión. Los resultados mostraron que con una adición del 5% de ceniza y un 2% de aditivo superplastificante, logrando resistencias de 491 kg/cm² (48.16 MPa) y un módulo de rotura de 5.83 MPa (59.48 kg/cm²) a los 28 días. Se concluyó que para obtener un hormigón de alto desempeño es esencial utilizar dosificaciones exactas y cumplir con los parámetros de selección de materiales según normas preestablecidas.

Por otro lado, Dhanalakshmi et al. (2023) en su estudio “An Experimental Study on Concrete with Partial Replacement of Cement By Rice Husk Ash and Bagasse Ash”. Su objetivo fue investigar cómo la sustitución parcial del cemento por ceniza de arroz y bagazo afecta las características del concreto. La metodología consistió en elaborar vigas y cilindros de concreto, con diferentes porcentajes de sustitución del cemento, para posteriormente ser sometidos a fuerzas a compresión, tracción y flexión. Entre los resultados tuvo que el porcentaje óptimo fue el 30%, de los cuales 20% ceniza de cascara de arroz y 10% ceniza de bagazo con un 70% de cemento, en cuanto a los ensayos de compresión, tracción y flexión, se pudo apreciar un incremento significativo en más de un 5% con respecto a la muestra patrón. Concluyó que la resistencia a la compresión, tracción y flexión aumenta con el tiempo.

Gedafaw et al. (2022) en su investigación “Experimental Investigation on the Effects of Coffee Husk Ash as Partial Replacement of Cement on Concrete Properties”. Su objetivo fue evaluar el impacto del uso de ceniza de cascarilla de café como reemplazo parcial del cemento sobre las características del concreto. La metodología consistió en fabricar 147 muestras cúbicas de concreto (150 mm × 150 mm × 150 mm), en diferentes proporciones de

reemplazo (0%, 5%, 10% y 20%) en peso con una relación a/c constante de 0,5 para ser ensayadas a diferentes edades de curado (3,7,28,56 y 91 días). Los resultados revelaron que la trabajabilidad disminuye a mayor porcentaje, en cuanto a la resistencia a la compresión las proporciones de 5% y 10% cumplen con la resistencia mínima después de los 28 días de curado, mostrando un aumento de resistencia a mayor tiempo de curado. Concluyó que el uso de cenizas logra mejoras las propiedades del concreto.

Coque y Lechon (2021), en su tesis “Diseño de hormigón de alta resistencia adicionando cenizas de cascarilla y paja de trigo”. Tuvo como fin diseñar un concreto de alto rendimiento mediante la adición de cenizas de cáscara y paja de trigo. La metodología consistió en realizar especímenes diversas adiciones de cenizas de cáscara y paja, para finalmente evaluar sus propiedades mecánicas a diversas edades. Los resultados mostraron que para una sustitución del 2,5% resultó en un aumento del 8.33% en resistencia a la compresión, un 17.54% en resistencia a la tracción, un 4.55% en el módulo de elasticidad y un 9.25% en el módulo de rotura, en comparación con la muestra estándar. Concluyó que la sustitución del 2,5% de cenizas de cáscara y el 5% de cenizas de paja mejora diversas propiedades mecánicas del hormigón, recomendándose el uso de estos porcentajes para la fabricación de concreto.

Carlos (2023) en su tesis “Mejoramiento de las propiedades mecánicas del concreto con el uso de cenizas de cascara de arroz y fibras de palmera”. Tuvo como objetivo mejorar el concreto al incluir cenizas de cascara de arroz y fibras de palmera. La metodología consistió en realizar estudios para determinar si la ceniza cumplía los requisitos para considerarse una puzolana, para luego realizar mezclas de concreto utilizando diferentes porcentajes de sustituciones de CCA que fueron de 5%, 10%, 15% y 20%, obteniendo el óptimo porcentaje de CCA, para luego adicionarles las fibras de palmera (FP) en 0,75%, 1,50%, 2,25% y 3,00%, evaluando su comportamiento al compararlas con una mezcla patrón. Entre Los resultados alcanzados con la sustitución parcial del cemento por CCA en 5% mostraron un incremento en las propiedades mecánicas del concreto alcanzando una resistencia a la compresión de 252,17 kg/cm² y 308,45 kg/cm² con un aumento de 5,99% y 2,66% para 210 y 280 kg/cm² a los 28 días. Concluyó que las combinaciones de CCA y la adición de FP mejoran significativamente las propiedades mecánicas del concreto.

1.6.2. Nacionales

Refiere Jaila y Peralta, (2022) en su tesis “Influencia de la ceniza de la pajilla de arroz en la resistencia a la compresión del concreto en la ciudad de Arequipa”. Su fin fue determinar la influencia en la resistencia del concreto para diseños de 175 kg/cm², 210 kg/cm² y 280 kg/cm², sustituyendo el cemento por ceniza de pajilla de arroz. La metodología consistió en elaborar probetas con diferentes sustituciones de cemento por cenizas en diferentes porcentajes, y luego evaluar las propiedades mecánicas. Entre los resultados tuvo que el concreto 175 kg/cm²; todos los diseños lograron superar la resistencia mínima, siendo el 5% y 10% los porcentajes más idóneos; para el concreto 210 kg/cm² al utilizar el 5%, 10% y 15% de ceniza se lograron superar la resistencia mínima, para el concreto 280 kg/cm² los resultados al utilizar ceniza de pajilla de arroz, no fueron favorables. Concluyó que las cenizas son adecuadas para resistencia 175 kg/cm² y 210 kg/cm².

Según Juárez (2022) en su tesis titulada “Análisis de la influencia de la sustitución parcial del cemento por ceniza de rastrojo de *Zea mays* L. en la resistencia mecánica de concreto $f'_c=24.5$ MPa, distrito de Abancay, provincia de Abancay, región Apurímac – 2020”. Su fin fue evaluar la influencia de la sustitución parcial del cemento por ceniza rastrojo de *Zea mays* L en la resistencia mecánica de concreto $F'_c=24.5$ Mpa. La metodología consistió en realizar probetas y viguetas con diferentes sustituciones parciales de cemento por cenizas de restrojo, para luego evaluar su resistencia a compresión axial y la flexión, a diferentes edades. Entre los resultados tuvo que para las sustituciones de 0%, 5%, 10% y 15% el slump fue de 4, 3.6, 3.2 y 2.8”, y que la resistencia a compresión a la edad de 7 días fue de 212.83, 249.23, 211.41, 205.09kg/cm²; a los 14 días de 249.17, 255.30, 237.99 y 224.17kg/cm² y a los 28 días de 261.83, 277.23, 247.12 y 239.48kg/cm². Concluyó que la sustitución optima en la cual mejoran las propiedades es la del 5%, las otras sustituciones presentaron resultados negativos.

Rodríguez y Montalván (2021), en su investigación “Influencia de la adición de ceniza de cascarilla de arroz en la resistencia a compresión del concreto, San Martín – Perú 2021”. Su fin fue evaluar la resistencia a la compresión del concreto al adicionar cenizas producidas por la cascarilla de arroz. La metodología consistió en elaborar probetas cilíndricas con adiciones de cenizas de cascarilla de arroz y luego evaluarlas a compresión a las edades de 7 y 28 días. Entre los resultados tuvo que para las adiciones de 0%, 3%, 5%,

7% y 9% se tuvo resistencias a compresión de 159.86, 177.47, 155.97 y 169.29 y 126.95kg/cm²; a la edad de 28 días de 241.88, 250.71, 206.10, 173.79 y 162.96kg/cm². Concluyendo que la adición del 3% de cenizas mejora su resistencia a la compresión hasta en un 6% con respecto a la muestra patrón, el resto de porcentajes de adición alcanzaron una resistencia por debajo de la muestra patrón.

Según Arteaga y Caccha, (2021) en su tesis “Comparación en la adición de cenizas de la cascarilla de arroz y café para mejorar las propiedades del concreto F’C 210kg/cm² en edificaciones, Ica 2021”. El objeto fue comparar la adición de cenizas de cascarilla de arroz y café al sustituir por cemento para mejorar las propiedades de un concreto $f_c = 210$ kg/cm². La metodología consistió en realizar probetas de concreto con porcentajes del 0%, 5%, 10% y 15%, para luego analizar sus propiedades mecánicas. Entre los resultados tuvo que la resistencia compresión para las adiciones de 0%, 5%, 10% y 15%, a los 7 días fueron de 29.77, 293.04, 232.15 y 226.95kg/cm²; a los 14 días de 335.38, 358.54, 294.77 y 262.23kg/cm² y a los 28 días de 355.65, 373.22, 314.29 y 284.71kg/cm². Concluyendo que la resistencia a compresión con la adición del 5% es la más óptima ya que a la edad de 28 días supera a todos los tratamientos.

Camino et al. (2021) en su estudio “Efecto de la ceniza de bagazo de caña de azúcar en las propiedades del concreto”. Tuvo como fin estudiar de que manera las cenizas de caña ayudan en las propiedades del concreto. La metodología consistió en elaborar probetas con porcentajes de sustitución, para luego ser evaluadas en tres edades diferentes. Para las sustituciones de 5%, 10%, 15 % y 20%, el slump fue de 4, 3.8, 3.5, 3 y 2” y la temperatura fue de 30.5, 30.5, 31, 31.5 y 33.5°C; la resistencia a compresión a los 7 días fue de 197.44, 188.32, 193.96, 185.03 y 136.08kg/cm² y a los 28 días de 292.66, 291.22, 191.24, 182.09 y 122.99kg/cm². Concluyó que la adición de CBCA no mejora las propiedades físico-mecánicas del concreto.

1.6.3. Regional

Bautista (2024) en su investigación “Mejoramiento de las propiedades del concreto $f'c=280$ kg/cm² sustituyendo ceniza de faique (acacia macracantha), Av. Mártires de Uchuraccay, Cajamarca, 2023”. Tuvo como fin mejorar las propiedades del concreto reemplazando ceniza. La metodología consistió en realizar concretos sin sustitución de cenizas, y otro grupo con distintas sustituciones de cenizas por cemento portland tipo I, se recopiló datos mediante una ficha de observación para evaluar las propiedades de trabajabilidad, resistencia a la compresión y resistencia a la flexión a edades diferentes. Entre los resultados se observó que para las sustituciones de 0%, 5%, 10% y 15%, el slump fue de 10, 9.4, 8.9 y 6.6cm y que la resistencia a compresión a la edad de 7 días fue de 259.3, 283.7, 307.3 y 336.7kg/cm²; a los 14 días de 273.3, 323.3, 345, 371.7kg/cm²; y a los 28 días de 305, 360, 379.3 y 406.7kg/cm². Concluyó que las cenizas tienen un efecto significativo en la mejora de las propiedades antes mencionadas.

Por otro lado, Alva y Soto (2022) en su estudio “Modificación de las propiedades de concreto $F'c=280$ kg/cm² para fines de pavimentación empleando ceniza de eucalipto, Av. Alfonso Ugarte, Cajamarca, 2021”. Tuvo como fin mejorar las propiedades del concreto, empleado ceniza con fines de pavimentación. La metodología consistió en realizar dosificaciones de concreto con diferentes porcentajes de cenizas de eucalipto, para luego medir sus propiedades y determinar diferencias. Entre los resultados se observó que la resistencia a compresión para los porcentajes de 0%, 3%, 6% y 12% a los 7 días fue de 239.8, 268.3, 249.6 y 211.8kg/cm² y a los 28 días de 321.3, 349.6, 328.5 y 298.7kg/cm². Concluyó que el adecuado contenido de cenizas que mejora la resistencia del concreto es con 3% y 6%.

Portilla (2022) en su estudio “Evaluación de las propiedades del concreto $f'c=210$ kg/cm² adicionando cenizas de cáscara de arroz y caña de azúcar, Magdalena Cajamarca 2022”. Tuvo como fin evaluar las propiedades del concreto al adicionar dos tipos de cenizas. La metodología consistió en realizar un diseño para obtener un concreto de $f'c=210$ kg/cm², en el cual se realizaron probetas cilíndricas que se ensayaron a compresión, elaborándose con diferentes porcentajes combinatorios de cenizas. Entre los resultados se tuvo para las combinaciones de 5% (4% CCA y 1% CBCA), 10% (4% CCA y 6% CBCA) y 15% (10% CCA y 5% CBCA), el slump fue de 3.5, 1.5, 2.75 y 0.5”; la resistencia a compresión a los 7

días fue de 252.3, 297.9, 262.1 y 254.1kg/cm²; a los 14 días de 344.60, 269.60, 242.6 y 294.9kg/cm²; a los 28 días de 357.2, 291.2, 282.5 y 318.8kg/cm². Concluyó que, a mayor porcentaje de adición de cenizas, las propiedades mecánicas de concreto disminuyen.

También Huamán (2021) en su estudio “Evaluación de resistencia a compresión del concreto f^c 210 kg/cm², con adición de ceniza de cascara de café, San Ignacio, Cajamarca”. Tuvo como fin evaluar la resistencia a compresión de concreto al adicionar cenizas de cascara de café. La metodología consistió en realizar testigos con distintas incorporaciones de cenizas, para luego evaluar sus propiedades mecánicas. Entre los resultados tuvo que para las adiciones de 0%, 2.5%, 5%, 7.5%, 10% y 12.5% de cenizas, el slump fue de 10.01, 6.25, 5.94, 5.31, 4.87 y 4.41cm; de otro lado la resistencia a compresión a los 7 días fue de 168.43, 175.45, 179.88, 184.51, 188.53 y 192.86kg/cm²; a los 14 días de 185.07, 192.62, 201.06, 205.55, 211.45 y 214.80kg/cm²; y a los 28 días de 212.67, 217.65, 224.70, 229.87, 233.03 y 238.90kg/cm². Concluyó que las cenizas logran mejorar las propiedades del concreto.

Alarcon (2024) en su estudio “Evaluación de propiedades físicas y mecánicas del concreto f^c= 210 kg/cm² sustituyendo ceniza de ortiga por cemento, Cajamarca-2023”. Tuvo como objetivo estudiar las cualidades del concreto al sustituir ceniza de ortiga por cemento. La metodología consistió en realizar fabricación de probetas con diferentes adiciones de ceniza para luego ser ensayadas diferentes pruebas. Los resultados de resistencia a los 28 días de edad, a la Compresión, tracción y flexión al sustituir ceniza de ortiga por cemento fueron: al 0% (252.47, 17.03, 42.83 kg/cm²), al 1% (268.10, 17.73, 44.46 kg/cm²), al 3% (231.40, 16.23, 39.75 kg/cm²) y al 5% (214.47, 14.87, 34.49 kg/cm²) respectivamente. Concluyó que la ceniza de ortiga por cemento se genera un impacto positivo en las propiedades mecánicas.

1.6.4. Local

Mejía y Ramirez (2024) en su tesis “Influencia de la adición de ceniza de mesocarpio de coco sobre las propiedades mecánicas de concreto simple $f'c= 140\text{kg/cm}^2$, Jaén-2022”. Tuvo como fin estudiar el efecto de las cenizas de mesocarpio de coco, en las propiedades de un concreto. La metodología consistió en realizar probetas cilíndricas con adiciones de ceniza de mesocarpio de coco, donde se analizarán las propiedades del concreto fresco; luego a diferentes edades de curado ensayarlas a compresión. Entre los resultados tuvo que para las adiciones de 0%, 0.5%, 1%, 1.5% y 2%, el slump fue de 4, 4, 4, 3.5 y 3.0”; y la resistencia a compresión a la edad de 7 días fue de 98.65, 101.23, 109.13, 112.72 y 129.90 kg/cm^2 ; a los 14 días de 138.37, 144.51, 149.66, 150.41 y 153.55 kg/cm^2 ; y a los 28 días de 160.48, 167.01, 170.88, 174.15 y 184.66 kg/cm^2 . Concluyó que la adición de

Asimismo, Vargas y Maza (2023) en su tesis “Diseño de mezcla de concreto $f_c= 280\text{kg/cm}^2$ con incorporación de ceniza de café y carrizo para mejorar las propiedades mecánicas, Jaén, Cajamarca 2023”. Su fin fue mejorar las propiedades del concreto con adiciones de cenizas. La metodología consistió en realizar probetas y viguetas con diferentes sustituciones parciales de cemento por cenizas de restrojo, para luego evaluar su resistencia a compresión axial y la flexión, a diferentes edades. Entre los resultados tuvo que para las adiciones de 0%, 5%, 7% y 9% de ceniza de café, el slump fue de 9.85, 9.80, 9.75 y 9.70cm y en los mismos porcentajes pero con cenizas de carrizo, el asentamiento fue de 9.85, 9.75, 9.70 y 9.65cm; la resistencia a compresión con cenizas de café a la edad de 7 días fue de 205.11, 206.47, 208.64 y 209.71 kg/cm^2 ; a los 14 días de 241.28, 242.99, 243.11 y 244.80 kg/cm^2 y a los 28 días de 289.24, 291.54, 293.93 y 294.92 kg/cm^2 ; y para las cenizas de carrizo a los 7 días fue de 205.11, 204.28, 200.01 y 198.77 kg/cm^2 ; a los 14 días de 241.28, 241.49, 241.25 y 241.16 kg/cm^2 y a los 28 días de 289.24, 289.02, 284.60 y 282.28 kg/cm^2 . Concluyó que se puede afirmar que la ceniza de café es la opción más viable para mejorar la resistencia a compresión del concreto.

También Quispe y Ruiz (2023) en su tesis “Influencia de ceniza de cáscara de arroz en pavimento rígido diseñado con concreto $f'c= 210\text{kg/cm}^2$ Magllanal, Jaén, 2022”. Tuvo como fin estudiar el efecto de la ceniza de cáscara de arroz en un concreto $f'c= 210\text{kg/cm}^2$. La metodología consistió en realizar una serie de ensayos de concreto fresco y endurecido con diferentes incorporaciones de cenizas, para luego determinar diferencias. Entre los

resultados se observó que para las adiciones de 0%, 5%, 10% y 15%, a los 7 días la resistencia a compresión fue de 157.18, 169.28, 133.84 y 104.19; a los 14 días de 191.07, 212.58, 168.84 y 140.82kg/cm² y a los 28 días de 219.13, 235.76, 198.19 y 175.56kg/cm². Concluyó que es con el 5% de cenizas que se logra maximizar las propiedades del concreto.

Además, Ruiz (2022) en su tesis “Contrastación entre el bloque de concreto tradicional y bloque de concreto con ceniza de cáscara de arroz, Pucará-Jaén, 2021”. Tuvo como fin comparar de qué manera la ceniza de cáscara de arroz, mejora un bloque de concreto tradicional. La metodología consistió en realizar las propiedades físicas de los agregados, seguido de dosificaciones con diversas adiciones de cenizas y fabricar bloques para luego determinar sus propiedades mecánicas a distintas edades. Entre los resultados tuvo que para las adiciones de 0%, 5%, 7%, 12% y 15% la resistencia a compresión a la edad de 14 días fue de 74.1, 65.44, 59.22, 55.74 y 47.29; y a los 28 días de 86.34, 78.58, 74.32, 69.38 y 58.68kg/cm². Concluyó que al incorporar el 5% al 7% de cenizas la resistencia no varía en grandes cantidades.

Y finalmente Bravo y Saldaña (2021) en su tesis “Influencia de la ceniza de cascarilla de café para incrementar la resistencia a la compresión en una losa aligerada”. Tuvo como fin verificar la influencia de las cenizas de cascarilla de café en la resistencia del concreto. La metodología consistió en realizar cuatro grupos de investigación, grupo control patrón y el grupo experimental con tres tipos de sustituciones para reemplazar en función al peso del cemento en cada uno de los diseños, para luego verificar su resistencia en laboratorio. Entre los resultados tuvo que para las sustituciones de 0%, 10%, 15% y 20%, el slump fue de 8.7, 6.3, 5.2 y 3.7cm; la resistencia a compresión a los 7 días fue de 211.9, 276.95, 221.9 y 143.58kg/cm²; a los 14 días de 223, 290, 241 y 160kg/cm²; y a los 28 días de 239, 314, 250 y 173kg/cm². Concluyendo que es con el 10% que se logra mejorar la resistencia a compresión.

II. MATERIAL Y MÉTODOS

2.1. Ubicación geográfica

La investigación tuvo lugar en el distrito de Jaén, provincia de Jaén, departamento de Cajamarca. El laboratorio donde se han realizado los ensayos fue en el laboratorio LABSUC, ubicado en las coordenadas UTM WGS 84 fueron 743924.55 m E, 9367969.94 m S y altitud de 707msnm.

2.2. Población, muestra y muestreo

2.2.1. Población

La población es el universo de un conjunto de elementos que contienen ciertas características que se pretenden estudiar para conocer algo (Ventura, 2017). Por ende, la población 1, en lo que concierne a la variable dependiente, estuvo conformada por todos los especímenes cilíndricos de concreto de resistencia $f'c = 210\text{kg/cm}^2$. Y la población 2, de la variable independiente estuvo conformada por todas las cenizas de las ladrilleras ubicadas en el sector Fila Alta de la ciudad de Jaén - 2025.

2.2.2. Muestra

La muestra es el subconjunto o parte del universo o población en que se llevará a cabo la investigación, es decir la muestra es una parte representativa de la población (Ventura, 2017). Es así, que la muestra 1, para la variable dependiente, según la norma E.060 del Reglamento Nacional de edificaciones refiere que, la resistencia del concreto se considera satisfactoria si el promedio aritmético de 3 ensayos consecutivos es igual o superior al $f'c$; es por ello que la presente investigación, la muestra lo conformó 48 especímenes cilíndricos de concreto, como se muestra en la tabla 1. Y la muestra 2, para la variable independiente lo conformaron las cenizas de horno de ladrillera artesanal, y cuyas cantidades fueron de 0%, 3%, 5% y 7%; cuya elección está basado en los antecedentes, que refieren que el uso de cenizas en el concreto debe darse en bajos porcentajes.

Tabla 1*Especímenes cilíndricos para ensayar a compresión*

Días	Patrón			
	0%	3%	5%	7%
7	3	3	3	3
14	3	3	3	3
28	3	3	3	3
56	3	3	3	3
TOTAL	48			

Nota. Elaboración propia.

Según la norma E.060 del Reglamento Nacional de Edificaciones refiere que la resistencia del concreto a los 28 días debe cumplir el 100% de su resistencia de diseño. La norma no indica otras edades, sin embargo, diversos estudios estudian resistencias inferiores a la edad de 28 días y superiores, con el fin de evaluar mejor el comportamiento del concreto, al igual que el presente estudio.

2.2.3. Muestreo

Una muestra puede ser obtenida de dos tipos: probabilística y no probabilística. Las técnicas de muestreo probabilísticas, permiten conocer la probabilidad que cada individuo a estudio tiene de ser incluido en la muestra a través de una selección al azar. En cambio, en las técnicas de muestreo de tipo no probabilísticas, la selección de los sujetos a estudio dependerá de ciertas características, criterios, etc. que él investigador considere en ese momento (Otzen y Manterola, 2017). Visto esto el muestreo tanto para la muestra 1 y 2 fueron no probabilísticas, esto debido a que se han tomado las muestras en función al juicio propio del investigador, antecedentes y conceptos teóricos.

2.2.4. Variables de estudio

Variable Dependiente: Resistencia a compresión del concreto $f'c=210\text{kg/cm}^2$

Variable Independiente: Cenizas de horno de ladrillera artesanal

2.2.5. Materiales

Los materiales, equipos e instrumentos, junto con los procedimientos que se emplearán y aplicarán en el desarrollo de esta investigación, serán aquellos definidos por las normas correspondientes, las cuales se describirán a continuación.

a. Agregados:

- Extracción y preparación de muestras (NTP 400.010).
- Reducción de muestras de agregados (NTP 400.043).
- Contenido de humedad (NTP 339.185).
- Análisis granulométrico (NTP 400.012).
- Peso unitario (NTP 400.017).
- Peso específico y absorción de AF y AG (NTP 400.021).

b. Elaboración y curado de testigos:

- Elaboración y curado de testigos (NTP 339.033).

c. Ensayos del concreto en estado fresco:

- Temperatura del concreto (NTP 339.184).
- Asentamiento del concreto (NTP 339.035).

d. Ensayos del concreto en estado endurecido:

- Resistencia a compresión (NTP 339.0.36).

e. Formatos

- Análisis granulométrico de los agregado fino y grueso (NTP 400.012).
- Contenido de humedad evaporable de los agregados (NTP 339.185).
- Determinación del material más fino que el tamiz N°200 (NTP 400.018).
- Método de prueba estándar para densidad relativa (gravedad específica) y absorción de agregado fino (NTP 400.021) y agregado grueso (NTP 400.021).
- Método de prueba estándar para peso unitario suelto y compactado del agregado fino y grueso (NTP 400.017).
- Método de prueba estándar para la resistencia a la compresión de probetas cilíndricas de hormigón (NTP 339.0.36).

2.3. Metodología

2.3.1. Método

El método hipotético – deductivo es un método científico inferencial que comprende un patrón cíclico con los pasos siguientes: identificación de problema, planteamiento del problema, formulación de una hipótesis aislada falsable, medición, recopilación y análisis de datos e interpretación de los resultados; todo, con el fin de poner a prueba una teoría (Arbulú, 2023). Visto el concepto se deduce que nuestro estudio el método hipotético deductivo, puesto que se partirá de lo particular a general, es decir se partirá desde lo más básico como es el planteamiento del problema y se llegará a lo general que será comprobar una teoría.

La investigación de enfoque cuantitativo se caracteriza por el uso de datos numéricos y estadísticas para analizar fenómenos y obtener resultados objetivos. Su propósito es medir, contar y analizar variables de manera sistemática, utilizando herramientas matemáticas y estadísticas para llegar a conclusiones que sean generalizables (Quispe y Villalta, 2020). Nuestro estudio será cuantitativo puesto que en la investigación se obtendrán resultados numéricos y se aplicará análisis estadístico.

El estudio aplicado se centra en resolver problemas de la sociedad, concentrando su atención en identificar necesidades, problemas u oportunidades del contexto para, posteriormente, aplicar conocimientos y dar respuesta a estos requerimientos desde la aplicación del método científico (Maldonado et al., 2023). Al tratar de buscar solución a una problemática, mediante la aplicación del método científico deducimos que nuestro estudio será aplicado.

La investigación experimental se caracteriza por la manipulación intencionada de la variable independiente y el análisis de su impacto sobre una variable dependiente (Galarza, 2021). Al tratar de sustituir cenizas de horno de ladrillera artesanal en porcentajes 0%, 3%, 5% y 7% por cemento, estamos manipulando la variable independiente, es por ello que nuestro estudio será experimental.

2.3.2. Técnicas e instrumentos

La observación será la técnica, donde se podrá registrar de manera ordenada los datos que se vayan recolectando en laboratorio, los cuales permitirán determinar las principales propiedades físicas y mecánicas del concreto $f'c=210\text{k/cm}^2$ con y sin la adición de los diferentes porcentajes de cenizas de hornos artesanales. Dentro de los instrumentos, se tiene las guías de observación, que serán los formatos con los que cuente el laboratorio particular de la ciudad de Jaén.

2.3.3. Procedimientos de recolección de datos

El procedimiento de recolección de datos se presenta de manera ordenada por etapas de acuerdo a los objetivos planteados (ver anexo 3 – flujograma).

Cabe indicar que todos los equipos e instrumentos fueron calibrados antes de usarlos para la realización de cada ensayo. De otro lado la fuente de financiación del estudio, fue un proyecto independiente, es decir fue financiado por los propios investigadores.

2.3.3.1. Características físicas y mecánicas de los agregados

El agregado fino y grueso fueron obtenidos en la cantera Azula de la ciudad de Jaén, donde se extrajo muestras representativas y preparadas para su traslado al laboratorio según la normativa NTP 400.010. Por otro lado, el cemento fue el portland tipo I, que se almacenó en laboratorio en un ambiente seco, con el fin de preservar sus componentes iniciales. En la segunda fase se procedió a realizar el cuarteo de los agregados según la NTP 400.043, seguido se efectuó el análisis granulométrico según NTP 400.012 tanto para el agregado fino y grueso, y el ensayo de material fino según NTP 400.018. Y finalmente se realizaron los ensayos de peso unitario de ambos agregados según la NTP 400.017, y peso específico y absorción según la NTP 400.021.

Figura 1

Extracción del agregado grueso



Nota. Elaboración propia.

La figura muestra la extracción del agregado grueso de la cantera Azula.

Figura 2

Extracción del agregado fino



Nota. Elaboración propia.

La figura muestra la extracción del agregado fino de la cantera.

Figura 3

Obtención del cemento



Nota. Elaboración propia.

La figura muestra la obtención del cemento portland tipo I.

Figura 4

Cuarteo del agregado grueso



Nota. Elaboración propia.

La figura muestra la realización del cuarteo del agregado grueso.

Figura 5

Cuarteo del agregado fino



Nota. Elaboración propia.

La figura muestra la realización del cuarteo del agregado fino.

Figura 6

Contenido de humedad agregado grueso



Nota. Elaboración propia.

La figura muestra la realización del ensayo de contenido de humedad, donde el agregado grueso es colocado al horno.

Figura 7

Contenido de humedad agregado fino



Nota. Elaboración propia.

La figura muestra la realización del ensayo de contenido de humedad, donde el material es colocado al horno.

Figura 8

Análisis granulométrico agregado grueso



Nota. Elaboración propia.

La figura muestra la realización del ensayo de análisis granulométrico del agregado grueso, donde se tiene el tamizaje por las diferentes mallas.

Figura 9

Análisis granulométrico agregado fino

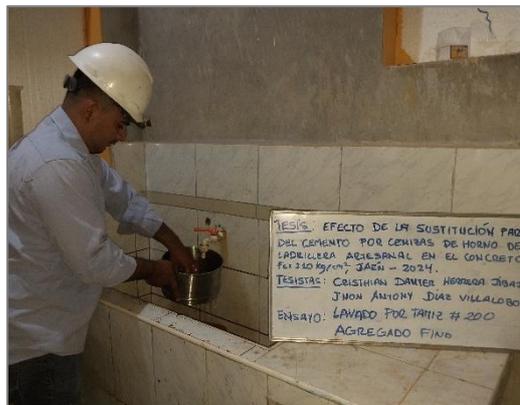


Nota. Elaboración propia.

La figura muestra la realización del ensayo de análisis granulométrico del agregado fino, donde se tiene el tamizaje por las diferentes mallas.

Figura 10

Material más fino que el tamiz N° 200



Nota. Elaboración propia.

La figura muestra la realización del ensayo material más fino que el tamiz N° 200, donde se visualiza el lavado de material por la malla correspondiente.

Figura 11

Peso unitario del agregado fino



Nota. Elaboración propia.

La figura muestra la realización del ensayo de peso unitario compactado del agregado fino, seguido se realizó el peso unitario suelto.

Figura 12*Peso unitario del agregado grueso**Nota.* Elaboración propia.

La figura muestra la realización del ensayo de peso unitario compactado del agregado grueso.

Figura 13*Gravedad específica y absorción del agregado grueso**Nota.* Elaboración propia.

La figura muestra la realización del ensayo de gravedad específica y absorción del agregado grueso, evidenciándose el secado superficial del agregado.

Figura 14*Gravedad específica y absorción del agregado fino**Nota.* Elaboración propia.

La figura muestra la realización del ensayo de gravedad específica y absorción del agregado fino, evidenciándose la eliminación de burbujas de aire de la mezcla de agua y material.

2.3.3.2. Tratamiento de las cenizas de horno de ladrillera artesanal

Las cenizas fueron recolectadas el día 01 de agosto del 2024, es decir 3 días después de quemado, en la ladrillera de horno artesanal “Fila Alta”, dichas cenizas fueron el resultado de un proceso de cocción por 24 horas de cascarilla de arroz, para la obtención de ladrillos artesanales, cuyas temperaturas alcanzaron entre 600 a 800°C. Después de este proceso las cenizas fueron recolectadas y trasladadas al laboratorio donde, se secó al sol por un periodo de 24 horas con el fin de eliminar cualquier tipo de humedad, se trituró y seguido fueron tamizadas por la malla N°200 para poder tener un elemento homogéneo. Y finalmente el material pasante fue depositado en unos baldes y en un lugar seco, para su posterior uso.

Figura 15

Horno artesanal de la ladrillera Fila Alta



Nota. Elaboración propia.

La figura muestra el horno artesanal que este hecho de adobes.

Figura 16

Recolección de cenizas de horno de ladrillera artesanal.



Nota. Elaboración propia.

La figura la muestra el horno artesanal que este hecho de adobes.

Figura 17

Tamizado de cenizas



Nota. Elaboración propia.

La figura muestra el tamizado de las cenizas por la malla N°200, en el laboratorio.

2.3.3.3. Propiedades físicas del concreto $f_c=210 \text{ kg/cm}^2$ sustituyendo cemento por cenizas en 0%. 3% 5% y 7%

Una vez realizado la dosificación para cada sustitución de cemento por cenizas, las propiedades físicas evaluadas fueron la temperatura y el slump, como se muestran a continuación. Además para garantizar la homogeneidad en la preparación de las mezclas de concreto, se ha utilizado una mezcladora industrial, donde las mezclas se realizaron durante un tiempo determinado empleando un control visual, seguido se realizó ensayos de slump y temperatura para asegurar que las mezclas fueran homogéneas.

Concreto con 0% de cenizas

Figura 18

Dosificación del concreto $f_c=210\text{kg/cm}^2$ patrón



Nota. Elaboración propia.

La figura muestra la dosificación de concreto $f_c=210\text{kg/cm}^2$.

Figura 19

Toma de temperatura del concreto $f_c=210\text{kg/cm}^2$ patrón



Nota. Elaboración propia.

La figura muestra la medición de la temperatura del concreto $f_c=210\text{kg/cm}^2$.

Figura 20

Slump del concreto $f_c=210\text{kg/cm}^2$ patrón



Nota. Elaboración propia.

La figura muestra la medida del slump del concreto $f_c=210\text{kg/cm}^2$.

Figura 21

Fabricación de probetas de concreto $f'c=210\text{kg/cm}^2$ patrón



Nota. Elaboración propia.

La figura muestra la fabricación de probetas de concreto $f'c=210\text{kg/cm}^2$.

Concreto con 3% de cenizas

Figura 22

Dosificación del concreto $f'c=210\text{kg/cm}^2$ con sustitución de 3% de cenizas por cemento



Nota. Elaboración propia.

La figura muestra la dosificación del concreto $f'c=210\text{kg/cm}^2$, con sustitución de 3% de cenizas.

Figura 23

Toma de temperatura del concreto $f'c=210\text{kg/cm}^2$ con sustitución de 3% de cenizas por cemento



Nota. Elaboración propia.

La figura muestra la medición de temperatura del concreto $f'c=210\text{kg/cm}^2$, sustituyendo el 3% de cenizas.

Figura 24

Slump del concreto $f'c=210\text{kg/cm}^2$ con sustitución de 3% de cenizas por cemento



Nota. Elaboración propia.

La figura muestra la medida del slump del concreto $f'c=210\text{kg/cm}^2$, sustituyendo el 3% de cenizas.

Figura 25

Fabricación de probetas de concreto $f'c=210\text{kg/cm}^2$ con sustitución de 3% de cenizas por cemento



Nota. Elaboración propia.

La figura muestra la fabricación de probetas de concreto $f'c=210\text{kg/cm}^2$, sustituyendo el 3% de cenizas.

Concreto con 5% de cenizas

Figura 26

Dosificación del concreto $f'c=210\text{kg/cm}^2$ con sustitución de 5% de cenizas por cemento



Nota. Elaboración propia.

La figura muestra la dosificación del concreto $f'c=210\text{kg/cm}^2$, con sustitución de 5% de cenizas.

Figura 27

Toma de temperatura del concreto $f'c=210\text{kg/cm}^2$ con sustitución de 5% de cenizas por cemento



Nota. Elaboración propia.

La figura muestra la medición de temperatura del concreto $f'c=210\text{kg/cm}^2$, sustituyendo el 5% de cenizas.

Figura 28

Slump del concreto $f'c=210\text{kg/cm}^2$ con sustitución de 5% de cenizas por cemento



Nota. Elaboración propia.

La figura muestra la medida del slump del concreto $f'c=210\text{kg/cm}^2$, sustituyendo del 5% de cenizas.

Figura 29

Fabricación de probetas de concreto $f'c=210\text{kg/cm}^2$ con sustitución de 5% de cenizas por cemento



Nota. Elaboración propia.

La figura muestra la fabricación de probetas de concreto $f'c=210\text{kg/cm}^2$, sustituyendo el 5% de cenizas.

Concreto con 7% de cenizas

Figura 30

Dosificación del concreto $f'c=210\text{kg/cm}^2$ con sustitución de 7% de cenizas por cemento



Nota. Elaboración propia.

La figura muestra la dosificación del concreto $f'c=210\text{kg/cm}^2$, con sustitución de 7% de cenizas.

Figura 31

Toma de temperatura del concreto $f'c=210\text{kg/cm}^2$ con sustitución de 7% de cenizas por cemento



Nota. Elaboración propia.

La figura muestra la toma de temperatura del concreto $f'c=210\text{kg/cm}^2$, sustituyendo el 7% de cenizas.

Figura 32

Slump del concreto $f'c=210\text{kg/cm}^2$ con sustitución de 7% de cenizas por cemento



Nota. Elaboración propia.

La figura muestra la medida del slump del concreto $f'c=210\text{kg/cm}^2$, sustituyendo del 7% de cenizas.

Figura 33

Fabricación de probetas de concreto $f'c=210\text{kg/cm}^2$ con sustitución de 7% de cenizas por cemento



Nota. Elaboración propia.

La figura muestra la fabricación de probetas de concreto $f'c=210\text{kg/cm}^2$, sustituyendo el 7% de cenizas.

2.3.3.4. Resistencia a compresión de concreto $f'c=210\text{ kg/cm}^2$ sustituyendo cemento por cenizas en 0%. 3% 5% y 7%

Cabe indicar que, para garantizar condiciones ambientales constantes durante el curado del concreto, las probetas fueron curadas, en agua potable, cuya temperatura oscilaba entre 19°C y 22°C , lo cual es lo adecuado según la norma NTP 339.033. Como parte de la variabilidad de los ensayos y su control se han realizado tres probetas por cada porcentaje de ceniza, y evaluadas en intervalos de tiempo de 7, 14, 28 y 56 días para cada porcentaje. Y para asegurar que los resultados sean

representativos y confiables el instrumento estuvo calibrado.

Concreto con 0% de cenizas

Figura 34

Resistencia a los 7 días del concreto $f'c=210\text{kg/cm}^2$ patrón



Nota. Elaboración propia.

La figura muestra el ensayo de resistencia a compresión a los 7 días, del concreto $f'c=210\text{kg/cm}^2$.

Figura 35

Resistencia a los 14 días del concreto $f'c=210\text{kg/cm}^2$ patrón



Nota. Elaboración propia.

La figura muestra el ensayo de resistencia a compresión a los 14 días, del concreto $f'c=210\text{kg/cm}^2$.

Figura 36

Resistencia a los 28 días del concreto
 $f'c=210\text{kg/cm}^2$ patrón



Nota. Elaboración propia.

La figura muestra el ensayo de resistencia a compresión a los 28 días, del concreto $f'c=210\text{kg/cm}^2$.

Figura 37

Resistencia a los 56 días del concreto
 $f'c=210\text{kg/cm}^2$ patrón



Nota. Elaboración propia.

La figura muestra el ensayo de resistencia a compresión a los 56 días, del concreto $f'c=210\text{kg/cm}^2$.

Concreto con 3% de cenizas

Figura 38

Resistencia a los 7 días del concreto
 $f'c=210\text{kg/cm}^2$ con sustitución de 3% de cenizas por cemento



Nota. Elaboración propia.

La figura muestra el ensayo de resistencia a compresión a los 7 días, del concreto $f'c=210\text{kg/cm}^2$, sustituyendo 3% de cenizas.

Figura 39

Resistencia a los 14 días del concreto
 $f'c=210\text{kg/cm}^2$ con sustitución de 3% de cenizas por cemento



Nota. Elaboración propia.

La figura muestra el ensayo de resistencia a compresión a los 14 días, del concreto $f'c=210\text{kg/cm}^2$, sustituyendo 3% de cenizas.

Figura 40

Resistencia a los 28 días del concreto $f'c=210\text{kg/cm}^2$ con sustitución de 3% de cenizas por cemento



Nota. Elaboración propia.

La figura muestra el ensayo de resistencia a compresión a los 28 días, del concreto $f'c=210\text{kg/cm}^2$, sustituyendo 3% de cenizas.

Figura 41

Resistencia a los 56 días del concreto $f'c=210\text{kg/cm}^2$ con sustitución de 3% de cenizas por cemento



Nota. Elaboración propia.

La figura muestra el ensayo de resistencia a compresión a los 56 días, del concreto $f'c=210\text{kg/cm}^2$, sustituyendo 3% de cenizas.

Concreto con 5% de cenizas

Figura 42

Resistencia a los 7 días del concreto $f'c=210\text{kg/cm}^2$ con sustitución de 5% de cenizas por cemento



Nota. Elaboración propia.

La figura muestra el ensayo de resistencia a compresión a los 7 días, del concreto $f'c=210\text{kg/cm}^2$, sustituyendo 5% de cenizas.

Figura 43

Resistencia a los 14 días del concreto $f'c=210\text{kg/cm}^2$ con sustitución de 5% de cenizas por cemento



Nota. Elaboración propia.

La figura muestra el ensayo de resistencia a compresión a los 14 días, del concreto $f'c=210\text{kg/cm}^2$, sustituyendo 5% de cenizas.

Figura 44

*Resistencia a los 28 días del concreto
 $f'c=210\text{kg/cm}^2$ con sustitución de 5% de
 cenizas por cemento*



Nota. Elaboración propia.

La figura muestra el ensayo de resistencia a compresión a los 28 días, del concreto $f'c=210\text{kg/cm}^2$, sustituyendo 5% de cenizas.

Figura 45

*Resistencia a los 56 días del concreto
 $f'c=210\text{kg/cm}^2$ con sustitución de 5% de
 cenizas por cemento*



Nota. Elaboración propia.

La figura muestra el ensayo de resistencia a compresión a los 56 días, del concreto $f'c=210\text{kg/cm}^2$, sustituyendo 5% de cenizas.

Concreto con 7% de cenizas

Figura 46

*Resistencia a los 7 días del concreto
 $f'c=210\text{kg/cm}^2$ con sustitución de 7% de
 cenizas por cemento*



Nota. Elaboración propia.

La figura muestra el ensayo de resistencia a compresión a los 7 días, del concreto $f'c=210\text{kg/cm}^2$, sustituyendo 7% de cenizas.

Figura 47

*Resistencia a los 14 días del concreto
 $f'c=210\text{kg/cm}^2$ con sustitución de 7% de
 cenizas por cemento*



Nota. Elaboración propia.

La figura muestra el ensayo de resistencia a compresión a los 14 días, del concreto $f'c=210\text{kg/cm}^2$, sustituyendo 7% de cenizas.

Tabla 2*Forma general del análisis de datos a los 7, 14, 28 y 56 días*

Descripción	Niveles del factor	Observaciones			Totales	Suma (S)	Media (M)
		1	2	3			
7 DÍAS	0%	X11	X12	X13	X1	S1	M1
	3%	X21	X22	X23	X2	S2	M2
	5%	X31	X32	X33	X3	S3	M3
	7%	X41	X42	X43	X4	S4	M4
14 DÍAS	0%	X51	X52	X53	X5	S6	M5
	3%	X61	X62	X63	X6	S7	M6
	5%	X71	X72	X73	X7	S8	M7
	7%	X81	X82	X83	X8	S9	M8
28 DÍAS	0%	X91	X92	X93	X9	S10	M9
	3%	X101	X102	X103	X10	S11	M10
	5%	X111	X112	X113	X11	S12	M11
	7%	X121	X122	X123	X12	S13	M12
56 DÍAS	0%	X131	X132	X133	X13	S14	M13
	3%	X141	X142	X143	X14	S15	M14
	5%	X151	X152	X153	X15	S16	M15
	7%	X161	X162	X163	X16	S17	M16

Nota. Elaboración propia**2.3.4.1. Análisis de datos de la resistencia a compresión a los 7 días****Tabla 3***Prueba de homogeneidad de varianzas de la resistencia a compresión $f'c=210\text{kg/cm}^2$, para las diferentes sustituciones de cenizas por cemento a los 7 días*

		Estadístico de Levene	gl1	gl2	Sig.
Resistencia	Se basa en la media	1.698	3	8	0.244
	Se basa en la mediana	0.365	3	8	0.780
	Se basa en la mediana y con gl ajustado	0.365	3	5.378	0.781
	Se basa en la media recortada	1.534	3	8	0.279

Nota. IBM spss statistics 27

De la tabla 3, se presenta la verificación de la homogeneidad de varianzas, donde se cumple que Sig de la media es mayor a 0.05, entonces se afirma que, existe homogeneidad de varianzas, es decir los grupos son homogéneos. Es posible continuar con la prueba ANOVA.

Tabla 4

Prueba ANOVA de la resistencia a compresión $f'c=210\text{kg/cm}^2$, para las diferentes sustituciones de cenizas por cemento a los 7 días

ANOVA					
Resistencia					
	Suma de cuadrados	gl	Media cuadrática	F	Sig.
Entre grupos	2101.020	3	700.340	9.441	0.005
Dentro de grupos	593.426	8	74.178		
Total	2694.446	11			

Nota. IBM spss statistics 27

De la tabla 4, se presenta un valor de Sig es inferior a 0.05, lo cual indica que en almenos en uno de sus tratamientos existe diferencias significativas o igualdad en la resistencia, es decir que existe variación al aplicar cenizas al concreto con respecto a la muestra patrón.

Tabla 5

Prueba comparaciones múltiples de la resistencia a compresión $f'c=210\text{kg/cm}^2$, para las diferentes sustituciones de cenizas por cemento a los 7 días

Cenizas	N	Resistencia	
		Subconjunto para alfa = 0.05	
		1	2
	3,00	3	182.4233
Tukey B ^a	7,00	3	198.8900
	5,00	3	212.6033
	,00	3	215.9967

Nota. IBM spss statistics 27.

De la tabla 5, se presenta valores comparativos del nivel de significancia de las medias para cada tratamiento, donde se tiene que los valores con los tratamientos del 5% y patrón (0%) está en el mismo subconjunto, es decir no presenta diferencias significativas, siendo estadísticamente iguales. Para los tratamientos del 3% y 7% los valores se encuentran en el mismo, son iguales, sin embargo, al compararlos con el patrón estos presentan diferencias significativas, pero tienden a disminuir.

2.3.4.2. Análisis de datos de la resistencia a compresión a los 14 días

Tabla 6

Prueba de homogeneidad de varianzas de la resistencia a compresión $f'c=210\text{kg/cm}^2$, para las diferentes sustituciones de cenizas por cemento a los 14 días

Pruebas de homogeneidad de varianzas					
		Estadístico de Levene	gl1	gl2	Sig.
Resistencia	Se basa en la media	3.390	3	8	0.074
	Se basa en la mediana	1.421	3	8	0.306
	Se basa en la mediana y con gl ajustado	1.421	3	3.669	0.369
	Se basa en la media recortada	3.227	3	8	0.082

Nota. IBM spss statistics 27.

De la tabla 6, se presenta la verificación de la homogeneidad de varianzas, donde se cumple que Sig de la media es mayor a 0.05, entonces se afirma que, existe homogeneidad de varianzas, es decir los grupos son homogéneos. Es posible continuar con la prueba ANOVA.

Tabla 7

Prueba ANOVA de la resistencia a compresión $f'c=210\text{kg/cm}^2$, para las diferentes sustituciones de cenizas por cemento a los 14 días

ANOVA					
Resistencia					
	Suma de cuadrados	gl	Media cuadrática	F	Sig.
Entre grupos	2235.710	3	745.237	2.090	0.180
Dentro de grupos	2853.093	8	356.637		
Total	5088.803	11			

Nota. IBM spss statistics 27.

De la tabla 7, se presenta un valor de Sig es mayor a 0.05, lo cual indica que en ninguno de sus tratamientos existe diferencias significativas en la resistencia, es decir que no existe variación al aplicar cenizas al concreto con respecto a la muestra patrón.

Tabla 8

Prueba comparaciones múltiples de la resistencia a compresión $f'c=210\text{kg/cm}^2$, para las diferentes sustituciones de cenizas por cemento a los 14 días

Cenizas	N	Subconjunto para alfa = 0.05	
		1	
	3,00	3	205.3400
Tukey B ^a	,00	3	224.3533
	7,00	3	237.5000
	5,00	3	239.6167

Nota. IBM spss statistics 27.

De la tabla 8, se presenta valores comparativos del nivel de significancia de las medias para cada tratamiento, donde se tiene que los valores de todos los tratamientos y patrón (0%) están en el mismo subconjunto, es decir no presenta diferencias significativas, siendo estadísticamente iguales.

2.3.4.3. Análisis de datos de la resistencia a compresión a los 28 días

Tabla 9

Prueba de homogeneidad de varianzas de la resistencia a compresión $f'c=210\text{kg/cm}^2$, para las diferentes sustituciones de cenizas por cemento a los 28 días

Pruebas de homogeneidad de varianzas					
		Estadístico de Levene	gl1	gl2	Sig.
Resistencia	Se basa en la media	1.818	3	8	0.222
	Se basa en la mediana	0.389	3	8	0.764
	Se basa en la mediana y con gl ajustado	0.389	3	5.899	0.766
	Se basa en la media recortada	1.642	3	8	0.255

Nota. IBM spss statistics 27.

De la tabla 9, se presenta la verificación de la homogeneidad de varianzas, donde se cumple que Sig de la media es mayor a 0.05, entonces se afirma que, existe homogeneidad de varianzas, es decir los grupos son homogéneos. Es posible continuar con la prueba ANOVA.

Tabla 10

Prueba ANOVA de la resistencia a compresión $f'c=210\text{kg/cm}^2$, para las diferentes sustituciones de cenizas por cemento a los 28 días

ANOVA					
Resistencia					
	Suma de cuadrados	gl	Media cuadrática	F	Sig.
Entre grupos	3016.792	3	1005.597	3.542	0.068
Dentro de grupos	2271.259	8	283.907		
Total	5288.051	11			

Nota. IBM spss statistics 27.

De la tabla 10, se presenta un valor de Sig es mayor a 0.05, lo cual indica que en ninguno de sus tratamientos existe diferencias significativas en la resistencia, es decir que no existe variación al aplicar cenizas al concreto con respecto a la muestra patrón.

Tabla 11

Prueba comparaciones múltiples de la resistencia a compresión $f'c=210\text{kg/cm}^2$, para las diferentes sustituciones de cenizas por cemento a los 28 días

Cenizas	N	Subconjunto para alfa = 0.05	
			1
	3,00	3	224.9400
Tukey B ^a	7,00	3	256.2333
	,00	3	256.8533
	5,00	3	267.2867

Nota. IBM spss statistics 27.

De la tabla 11, se presenta valores comparativos del nivel de significancia de las medias para cada tratamiento, donde se tiene que los valores de todos los tratamientos y patrón (0%) están en el mismo subconjunto, es decir no presenta diferencias significativas, siendo estadísticamente iguales.

2.3.4.4. Análisis de datos de la resistencia a compresión a los 56 días

Tabla 12

Prueba de homogeneidad de varianzas de la resistencia a compresión $f'c=210\text{kg/cm}^2$, para las diferentes sustituciones de cenizas por cemento a los 56 días

Pruebas de homogeneidad de varianzas					
		Estadístico de Levene	gl1	gl2	Sig.
Resistencia	Se basa en la media	4.133	3	8	0.048
	Se basa en la mediana	0.721	3	8	0.567
	Se basa en la mediana y con gl ajustado	0.721	3	3.040	0.602
	Se basa en la media recortada	3.705	3	8	0.062

Nota. IBM spss statistics 27.

De la tabla 12, se presenta la verificación de la homogeneidad de varianzas, donde se cumple que Sig de la media es mayor a 0.05, entonces se afirma que, existe homogeneidad de varianzas, es decir los grupos son homogéneos. Es posible continuar con la prueba ANOVA.

Tabla 13

Prueba ANOVA de la resistencia a compresión $f'c=210\text{kg/cm}^2$, para las diferentes sustituciones de cenizas por cemento a los 56 días

ANOVA					
Resistencia					
	Suma de cuadrados	gl	Media cuadrática	F	Sig.
Entre grupos	2623.124	3	874.375	1.992	0.194
Dentro de grupos	3511.423	8	438.928		
Total	6134.547	11			

Nota. IBM spss statistics 27

De la tabla 13, se presenta un valor de Sig es mayor a 0.05, lo cual indica que en ninguno de sus tratamientos existe diferencias significativas en la resistencia, es decir que no existe variación al aplicar cenizas al concreto con respecto a la muestra patrón.

Tabla 14

Prueba comparaciones múltiples de la resistencia a compresión $f'c=210\text{kg/cm}^2$, para las diferentes sustituciones de cenizas por cemento a los 56 días

Resistencia			
Cenizas	N	Subconjunto para alfa = 0.05	
		1	
	,00	3	267.9833
Tukey B ^a	3,00	3	276.3967
	7,00	3	290.3567
	5,00	3	306.9733

Nota. IBM spss statistics 27.

De la tabla 14, se presenta valores comparativos del nivel de significancia de las medias para cada tratamiento, donde se tiene que los valores de todos los tratamientos y patrón (0%) están en el mismo subconjunto, es decir no presenta diferencias significativas, siendo estadísticamente iguales.

III. RESULTADOS

3.1. Características físicas y mecánicas de los agregados, para el diseño de mezcla de concreto $f_c=210 \text{ kg/cm}^2$.

Tabla 15

Características de los agregados

Características físicas y mecánicas	Valores	
	Arena	Piedra
Perfil	-	Angular y Sub angular
Tamaño máximo nominal	-	3/4"
Peso específico de masa	2.60gr/cm ³	2.73 gr/cm ³
Peso unitario suelto seco	1641kg/m ³	1453kg/m ³
Peso unitario seco compactado	1800kg/m ³	1614kg/m ³
Humedad natural	5.04%	0.22%
Absorción	2.43%	0.75%
Módulo de finura	2.62	7.43
Material fino que pasa el Tamiz N° 200	2.89	1.02
Abrasión de los ángeles	-	29.87%

Nota. Elaboración propia.

En la tabla 15, se presenta las cualidades físicas y mecánicas de los agregados, con la que se realizó el diseño de mezclas. Dichos resultados se obtuvieron mediante diversos ensayos, que se presentan en los anexos.

El cemento usado fue el Portland Tipo I. El diseño de mezcla de concreto, de resistencia $f_c=210\text{kg/cm}^2$, empleado en la investigación, fue de los materiales corregidos por humedad por M3 antes de realizar la mezcla correspondiente.

CEMENTO	367.00	Kg
AGUA EFECTIVA	237.00	Lt
AGREGADO FINO	863.00	Kg
AGREGADO GRUESO	937.00	Kg
AIRE ATRAPADO	±2.00	%

Tabla 16*Proporciones utilizadas para las diferentes sustituciones*

Tratamiento sustitutorio	Cenizas (Kg)	Cemento (Kg)	Agregado fino (Kg)	Piedra de 3/4" (Kg)	Agua (Lt)	Relación a/C
0%	0	23.34	54.9	59.6	15.07	0.558
3%	0.70	22.64	54.9	59.6	15.07	0.558
5%	1.17	22.17	54.9	59.6	15.07	0.558
7%	1.63	21.71	54.9	59.6	15.07	0.558

Nota. Elaboración propia.

En la tabla 16, se presenta las dosificaciones exactas utilizadas para cada sustitución de cementos por cenizas.

3.2. Tratamiento de las cenizas de horno de ladrillera artesanal.

Tabla 17*Tratamientos realizados a las cenizas de horno de ladrillera artesanal.*

Numeración	Descripción	Valor o dato
1	Materia prima	Cascarilla de arroz
2	Tempo de cocción	24 horas
3	Temperatura	600°C a 800°C
4	Tiempo desde la cocción hasta su recolección	3 días
5	Secado al ambiente	24 horas
6	Molido en máquina de los ángeles	4 horas
7	Tamizado	Malla N°200
8	Cenizas usadas	Pasante la malla N°200

Nota. Elaboración propia.

En la tabla 17, se presenta los tratamientos que se realizaron desde el tipo de materia prima usada hasta las cenizas que se usaran como tal, es decir las cenizas de horno de ladrillera artesanal, pasantes por el tamiz N° 200.

3.3. Propiedades físicas y resistencia a compresión de concreto $f_c=210$ kg/cm² al sustituir parcialmente cemento por cenizas en porcentaje de 0%, 3% 5% y 7%.

Tabla 18

Valores de la temperatura y Slump para las diferentes sustituciones parciales de cemento por cenizas

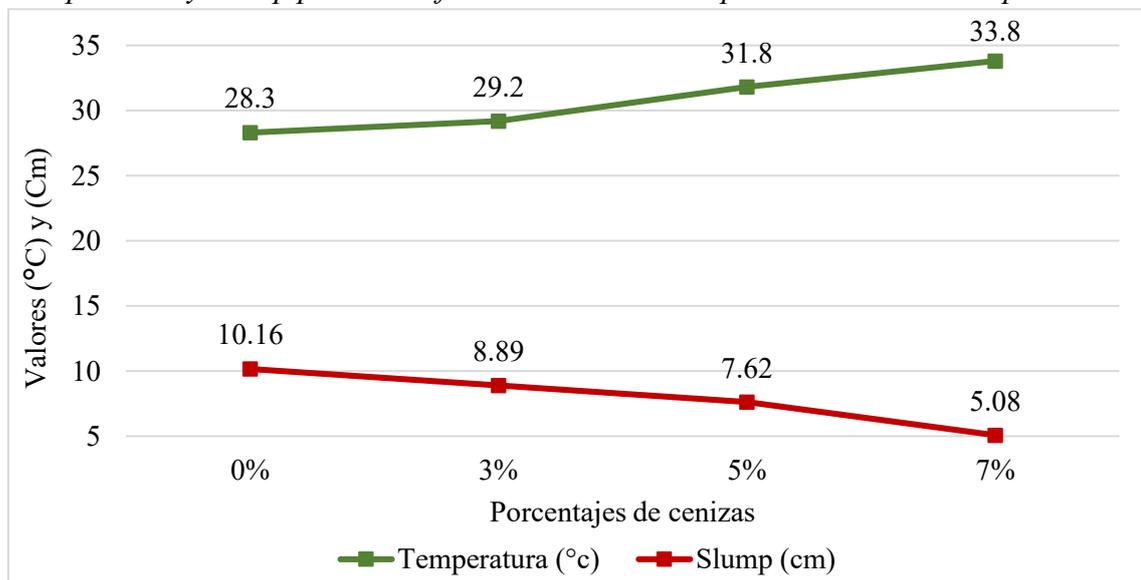
Cenizas	Temperatura (°c)	Slump (cm)
0%	28.30	10.16
3%	29.20	8.89
5%	31.80	7.62
7%	33.80	5.08

Nota. Elaboración propia.

En la tabla 18, se presenta la temperatura y Slump, para las diferentes sustituciones parciales de cemento por cenizas, donde la temperatura tiende a aumentar a medida que se incrementa la cantidad de cenizas, y slump tiende a disminuir.

Figura 50

Temperatura y Slump para las diferentes sustituciones parciales de cemento por cenizas



Nota. Elaboración propia.

En la figura se muestra, la línea de tendencia de la temperatura que aumenta, sin embargo, para el slump tiene a caer en picada a medida que se sustituye las cenizas.

Tabla 19

Resistencia a compresión del concreto $f'c=210\text{kg/cm}^2$ y parámetros a los 7 días, sustituyendo cemento por cenizas en diferentes porcentajes

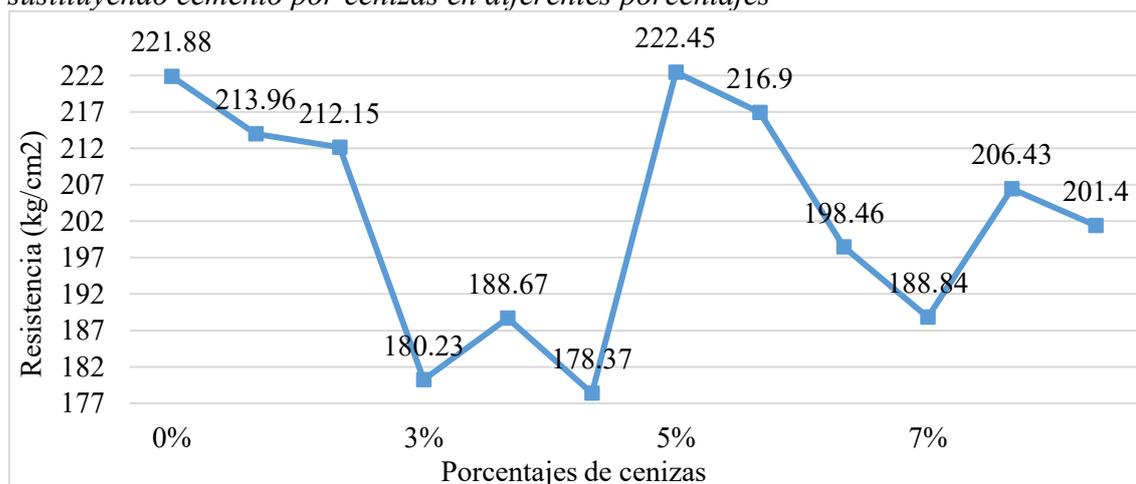
Cenizas	Resistencia (kg/cm ²)	Promedio	Desarrollo de la resistencia (%)	Desarrollo mínimo (%)	Cumplimiento
0%	221.88	216.00	102.86	70%	SI
	213.96				
	212.15				
3%	180.23	182.42	86.87	70%	SI
	188.67				
	178.37				
5%	222.45	212.60	101.24	70%	SI
	216.90				
	198.46				
7%	188.84	198.89	94.71	70%	SI
	206.43				
	201.40				

Nota. Elaboración propia.

En la tabla 19, se presenta la resistencia del concreto $f'c=210\text{kg/cm}^2$ a los 7 días, con sustituciones parciales de cemento por cenizas en 0%, 3%, 5% y 7%, donde es con el 5% que presenta un aumento. Además, todas cumplen con el desarrollo mínimo (%).

Figura 51

Repeticiones de resistencias a compresión del concreto $f'c=210\text{kg/cm}^2$ a los 7 días, sustituyendo cemento por cenizas en diferentes porcentajes

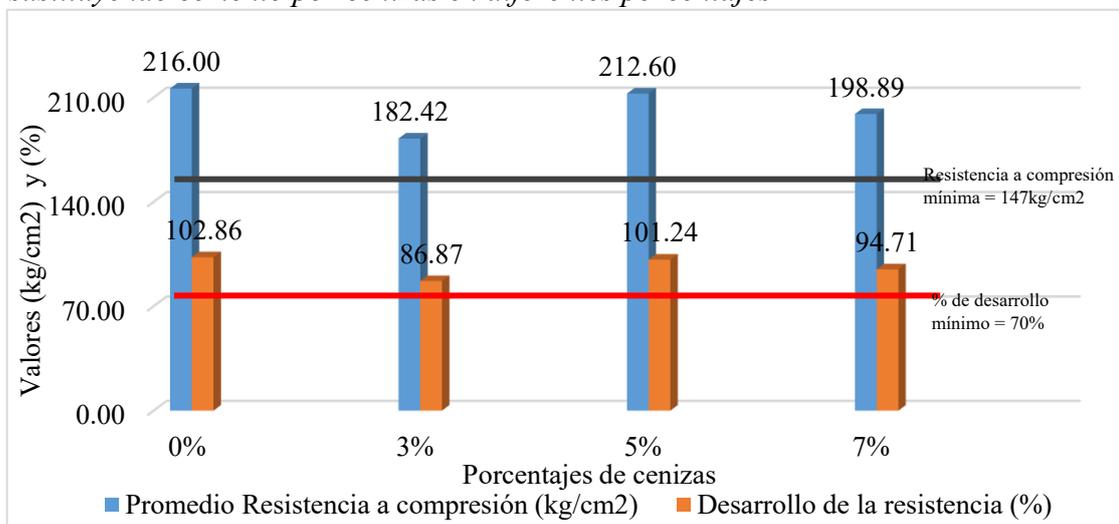


Nota. Elaboración propia.

En la figura se muestra que, para cada porcentaje sustitutorio de cemento por cenizas hay tres repeticiones de la resistencia a los 7 días, donde el pico máximo se alcanza con 5%.

Figura 52

Resistencias a compresión promedio del concreto $f'c=210\text{kg/cm}^2$ a los 7 días, sustituyendo cemento por cenizas en diferentes porcentajes



Nota. Elaboración propia.

En la figura se muestra que, para cada sustitución de cemento por cenizas, se tiene la resistencia promedio y el porcentaje mínimo que debe cumplir el concreto en 7 días.

Tabla 20

Resistencia a compresión del concreto $f'c=210\text{kg/cm}^2$ y parámetros a los 14 días, sustituyendo cemento por cenizas en diferentes porcentajes

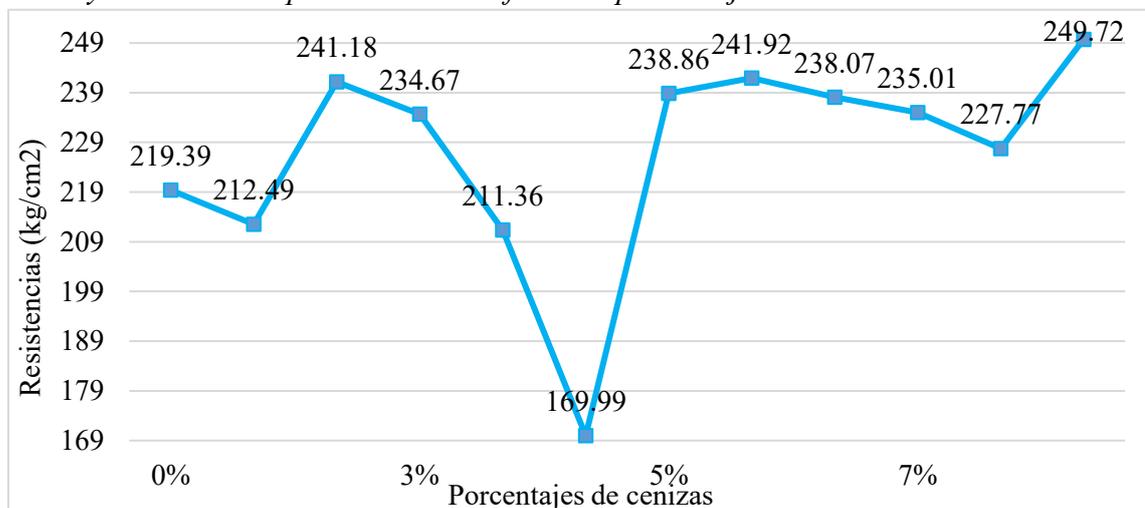
Cenizas	Resistencia (kg/cm ²)	Promedio	Desarrollo de la resistencia (%)	Desarrollo mínimo (%)	Cumplimiento
0%	219.39	224.35	106.83		SI
	212.49				
	241.18				
3%	234.67	205.34	97.78	90%	SI
	211.36				
	169.99				
5%	238.86	239.62	114.10		SI
	241.92				
	238.07				
7%	235.01	237.50	113.10		SI
	227.77				
	249.72				

Nota. Elaboración propia.

En la tabla 20, se presenta la resistencia del concreto $f'c=210\text{kg/cm}^2$ a los 14 días, con sustituciones parciales de cemento por cenizas en 0%, 3% 5% y 7%, donde es con el 5% que presenta un aumento. Además, todas cumplen con el desarrollo mínimo (%).

Figura 53

Resistencia a compresión del concreto $f'c=210\text{kg/cm}^2$ y parámetros a los 14 días, sustituyendo cemento por cenizas en diferentes porcentajes

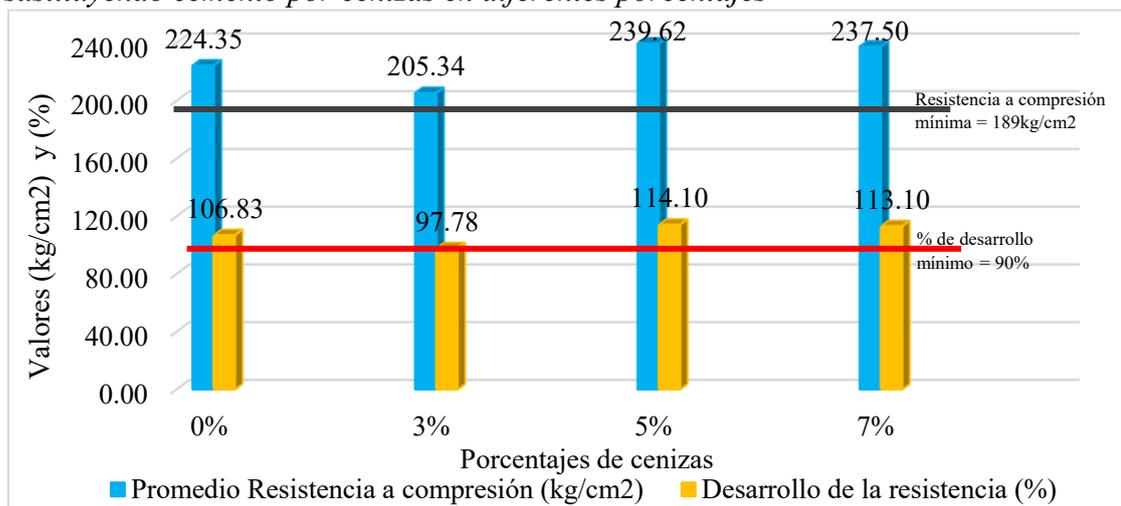


Nota. Elaboración propia.

En la figura se muestra que, para cada sustitución de cemento por cenizas hay tres repeticiones de la resistencia a los 14 días, donde el pico máximo se alcanza con el 5%.

Figura 54

Resistencias a compresión promedio del concreto $f'c=210\text{kg/cm}^2$ a los 14 días, sustituyendo cemento por cenizas en diferentes porcentajes



Nota. Elaboración propia.

En la figura se muestra que, para cada porcentaje sustitutorio de cemento por cenizas, se tiene resistencia promedio y el porcentaje mínimo que debe cumplir el concreto a los 14 días de edad.

Tabla 21

Resistencia a compresión del concreto $f'_c=210\text{kg/cm}^2$ y parámetros a los 28 días, sustituyendo cemento por cenizas en diferentes porcentajes

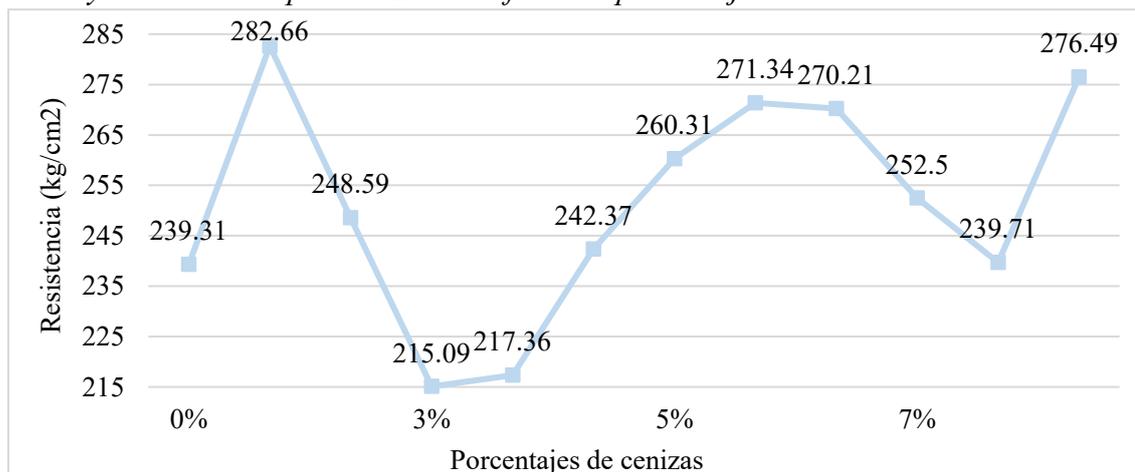
Cenizas	Resistencia (kg/cm ²)	Promedio	Desarrollo de la resistencia (%)	Desarrollo mínimo (%)	Cumplimiento
0%	239.31	256.85	122.31	100%	SI
	282.66				
	248.59				
3%	215.09	224.94	107.11	100%	SI
	217.36				
	242.37				
5%	260.31	267.29	127.28	100%	SI
	271.34				
	270.21				
7%	252.50	256.23	122.02	100%	SI
	239.71				
	276.49				

Nota. Elaboración propia.

En la tabla 21, se presenta la resistencia del concreto $f'_c=210\text{kg/cm}^2$ a los 28 días, con sustituciones parciales de cemento por cenizas en 0%, 3%, 5% y 7%, donde será con el 5% que presenta un aumento. Además, todas cumplen con el desarrollo mínimo (%).

Figura 55

Resistencia a compresión del concreto $f'_c=210\text{kg/cm}^2$ y parámetros a los 28 días, sustituyendo cemento por cenizas en diferentes porcentajes

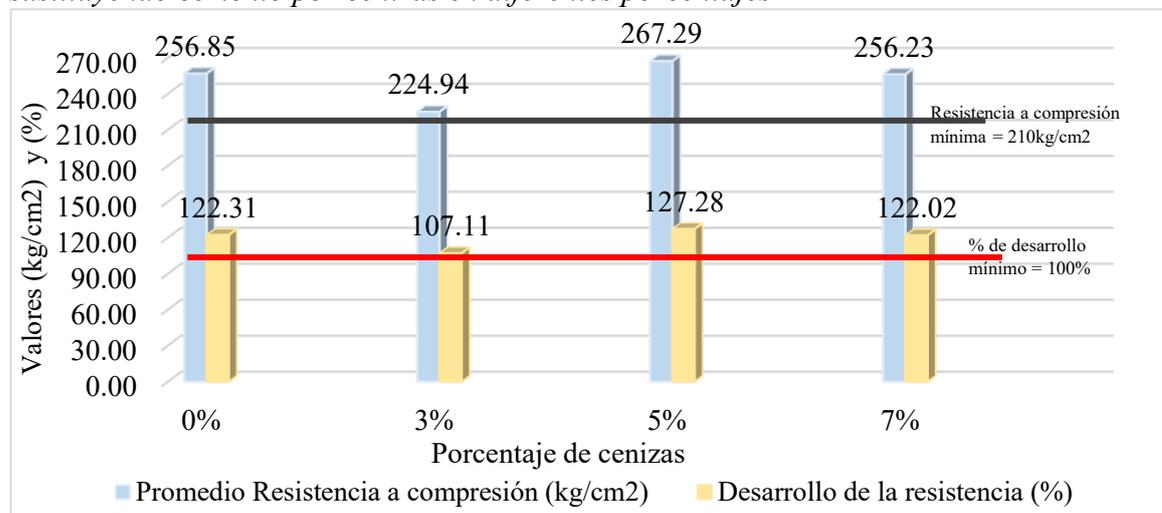


Nota. Elaboración propia.

En la figura se muestra que, para cada porcentaje sustitutorio de cemento por cenizas hay tres repeticiones de la resistencia a los 28 días, donde el pico máximo de algún modo se alcanza con el 5% de cenizas.

Figura 56

Resistencias a compresión promedio del concreto $f'c=210\text{kg/cm}^2$ a los 28 días, sustituyendo cemento por cenizas en diferentes porcentajes



Nota. Elaboración propia.

En la figura se muestra que, para cada sustitución de cemento por cenizas, se tiene la resistencia promedio y el porcentaje mínimo que debe cumplir el concreto a los 28 días.

Tabla 22

Resistencia a compresión del concreto $f'c=210\text{kg/cm}^2$ y parámetros a los 56 días, sustituyendo cemento por cenizas en diferentes porcentajes

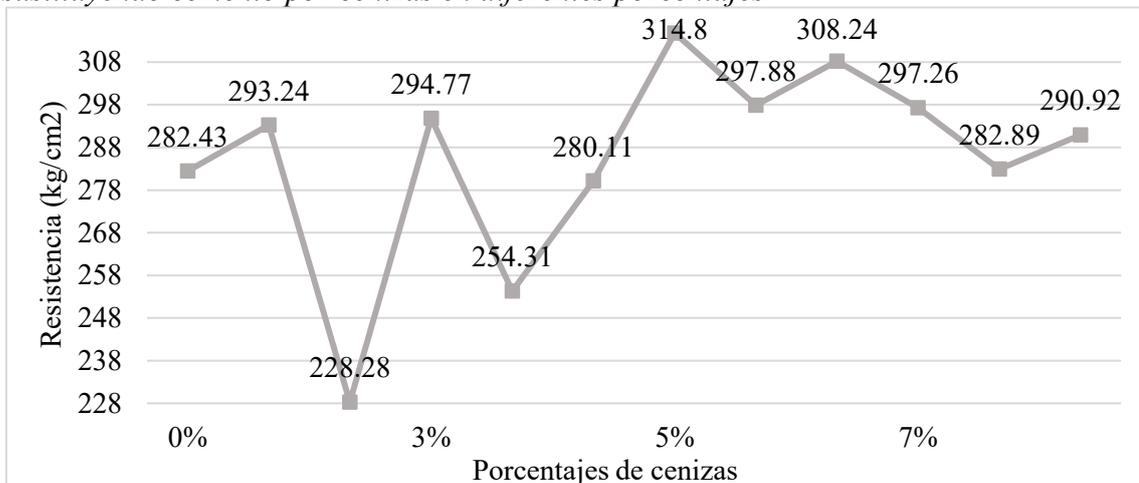
Cenizas	Resistencia (kg/cm ²)	Promedio	Desarrollo de la resistencia (%)	Desarrollo mínimo (%)	Cumplimiento
0%	282.43	267.98	127.61	100%	SI
	293.24				
	228.28				
3%	294.77	276.40	131.62	100%	SI
	254.31				
	280.11				
5%	314.8	306.97	146.18	100%	SI
	297.88				
	308.24				
7%	297.26	290.36	138.27	100%	SI
	282.89				
	290.92				

Nota. Elaboración propia.

En la tabla 22, se presenta la resistencia del concreto $f'c=210\text{kg/cm}^2$ a los 56 días, con sustituciones parciales de cemento por cenizas en porcentajes de 0%. 3% 5% y 7%, donde será con el 5% que presenta un aumento.

Figura 57

Resistencia a compresión del concreto $f'c=210\text{kg/cm}^2$ y parámetros a los 56 días, sustituyendo cemento por cenizas en diferentes porcentajes

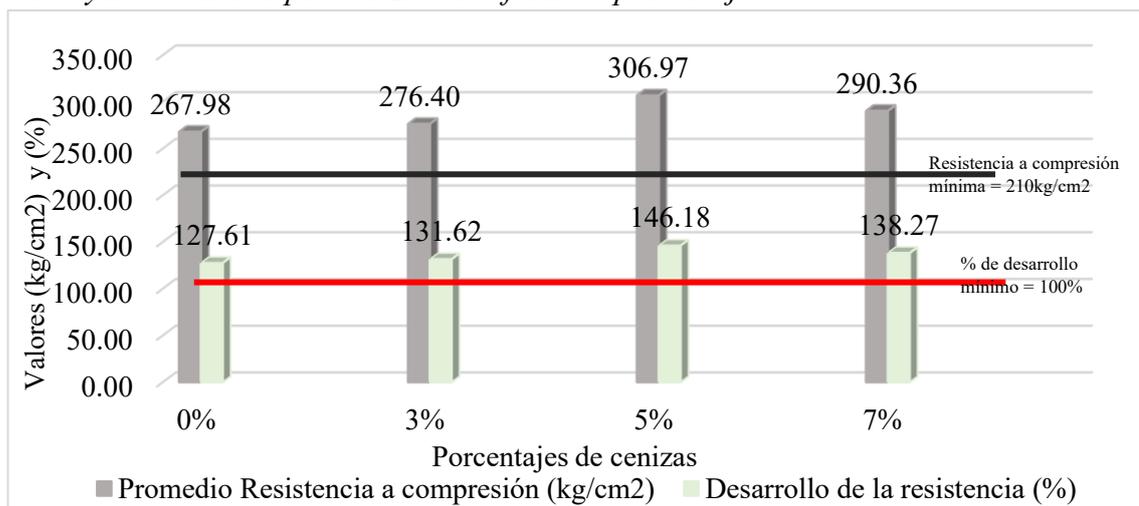


Nota. Elaboración propia.

En la figura se muestra que, para cada porcentaje sustitutorio de cemento por cenizas hay tres repeticiones de la resistencia a los 56 días, donde el pico máximo de algún modo alcanza con el 5% de cenizas.

Figura 58

Resistencias a compresión promedio del concreto $f'c=210\text{kg/cm}^2$ a los 56 días, sustituyendo cemento por cenizas en diferentes porcentajes



Nota. Elaboración propia.

En la figura se muestra que, para cada porcentaje sustitutorio de cemento por cenizas, se tiene resistencia promedio y el porcentaje mínimo que debe cumplir el concreto a 56 días.

3.4. Determinar el porcentaje adecuado de sustitución que mejora la resistencia a la compresión del concreto $f_c=210 \text{ kg/cm}^2$

Tabla 23

Resistencia a compresión del concreto $f_c=210\text{kg/cm}^2$ promedios, a diferentes edades y sustituciones de cemento por cenizas

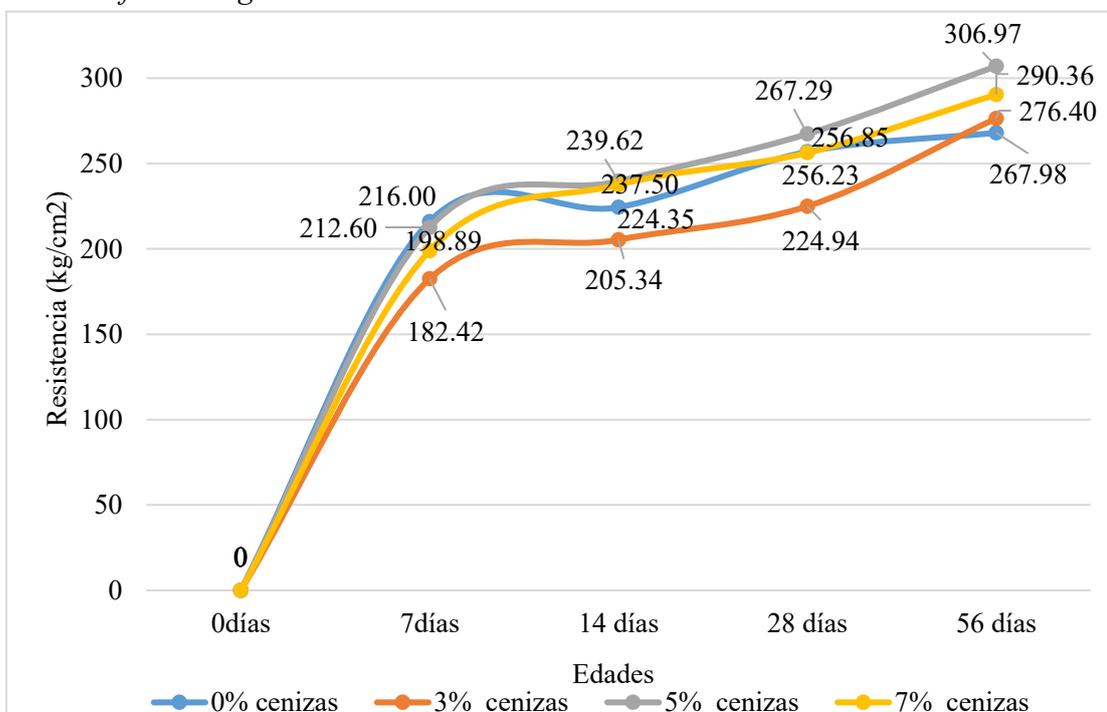
Cenizas	Resistencia a compresión (kg/cm ²)				
	0días	7días	14 días	28 días	56 días
0%	0	216.00	224.35	256.85	267.98
3%	0	182.42	205.34	224.94	276.40
5%	0	212.60	239.62	267.29	306.97
7%	0	198.89	237.50	256.23	290.36

Nota. Elaboración propia.

En la tabla 23, se presenta diversas resistencias a compresión promedio del concreto $f_c=210\text{kg/cm}^2$ para diferentes edades y sustituciones parciales de cemento por cenizas.

Figura 59

Porcentaje adecuado de sustitución que mejora la resistencia a la compresión del concreto $f_c=210 \text{ kg/cm}^2$



Nota. Elaboración propia.

En la figura se muestra la resistencia del concreto en el tiempo donde, el porcentaje más conservador es con el 5%.

IV. DISCUSIÓN

De las propiedades físicas de los agregados fueron idóneas, y esto se vio reflejado en que el diseño de mezcla de resistencia $f'c=210\text{kg/cm}^2$, cumplió la resistencia en laboratorio. En lo que respecta al agregado fino este tuvo un peso específico de 2.60gr/cm^3 , peso unitario suelo seco de 1641kg/m^3 , peso unitario seco compactado de 1800kg/cm^3 , una humedad natural de 5.04% , absorción de 2.43% , módulo de finura de 2.62 y material fino que pasa el Tamiz N° 200 de 2.89 . El agregado grueso fue piedra chancada de $\frac{3}{4}$ " mediante proceso mecánicos, que hacen que esta posea una propiedad idónea de angularidad y sub angularidad, su peso específico fue de 2.73gr/cm^3 , peso unitario suelto y compactado de 1453gr/m^3 y 1614kg/m^3 respectivamente, humedad natural de 0.22% , absorción de 0.75% , módulo de finura de 7.43 y material fino que pasa el Tamiz N° 200 de 1.02 . Entre las propiedades mecánicas solo se observó que el agregado grueso presento 29.87% de desgaste, cumpliendo con el mínimo permisible. En contraste con los resultados, los investigadores Quispe y Ruiz (2023) obtuvieron que las propiedades del agregado fino usado, presento un módulo de finura de 2.88 , humedad natural de 2.63% , absorción de 1.88% , peso unitario suelto y compactado de 1782kg/m^3 y 1902kg/cm^3 . Todas estas características se acercan en cierta manera los resultados obtenidos en nuestro estudio, pero al tratarse de otra cantera el agregado fino usado por los autores Quispe y Ruiz presenta mayores absorciones y pesos unitarios, y el primero podría deberse a que las partículas del agregado presentan mayor capacidad de absorber agua debido a los poros de las partículas y el segundo debido son más densas. El agregado grueso tuvo un tamaño máximo nominal de $\frac{3}{4}$ " cuyo módulo de finura fue de 7.25 , de humedad de 0.76% , absorción de 0.87% y los pesos unitarios suelto y compactado de 1471kg/cm^3 y 1559kg/cm^3 . Al comparar estos datos con los obtenidos en el presente estudio, son semejantes los valores. En general a pesar que se han tenido algunas variaciones en los valores en el agregado fino, se ha logrado en ambas investigaciones llegar a la resistencia de diseño a la edad de 28 días. Otros autores como Vargas y Maza (2023) en su tesis, tuvo también valores de propiedades físicas y mecánicas idénticas a las de nuestro estudio, dando como resultado resistencias adecuadas.

Dado que las cenizas utilizadas en este estudio fueron recolectadas de hornos artesanales, es importante señalar que estos procesos no suelen contar con un control sistemático en la cocción de las unidades de arcilla para la fabricación de ladrillos. Sin

embargo, las cenizas utilizadas en esta investigación provinieron de la ladrillera "Fila Alta", donde se aplicaron procedimientos en gran medida controlados. La materia prima utilizada para la combustión fue la cascarilla de arroz, un subproducto generado localmente en la ciudad de Jaén. Este material, al ser empleado como combustible en los hornos, permitió alcanzar temperaturas de entre 600 °C y 800 °C, con un proceso de quemado que tuvo una duración aproximada de 24 horas. Las cenizas resultantes fueron recolectadas tres días después de la quema, luego sometidas a un secado al aire libre con exposición solar, con el objetivo de eliminar su contenido de humedad. Posteriormente, fueron molidas mecánicamente durante cuatro horas para lograr una mayor finura y, finalmente, tamizadas con la malla N°200. El material pasante fue almacenado en recipientes plásticos herméticamente cerrados hasta su uso como sustituto parcial del cemento. En comparación, con lo autores Jaila y Peralta (2022), en su tesis sobre la transformación de la cascarilla de arroz en material puzolánico artificial para su uso en el concreto, llevaron a cabo cuatro etapas fundamentales: secado de la pajilla durante una semana para facilitar la combustión, incineración en horno artesanal con temperaturas superiores a los 600 °C, molienda manual y tamizado con malla N°100. Estos procedimientos físicos son consistentes con los empleados en la presente investigación. No obstante, se destaca que en este estudio se utilizó ceniza tamizada por la malla N°200, lo que garantiza una mayor finura y, por ende, una mejor reactividad puzolánica, ya que una mayor finura favorece la activación de la sílice, aproximando su comportamiento al del cemento Portland. Asimismo, Jaila y Peralta enfatizan que temperaturas de quema superiores a 600 °C son deseables para eliminar el carbono residual, lo que resulta en cenizas de tonalidad blanquecina, indicativas de una mayor concentración de sílice amorfa. Bajo este criterio, las cenizas recolectadas en el presente estudio, al haber sido sometidas a temperaturas adecuadas, presentan propiedades favorables para su uso como adición puzolánica. Del mismo modo, Rodríguez y Montalván (2021) coinciden en la necesidad de someter las cenizas a tratamientos físicos antes de su uso y señalan que este tipo de material puede contener hasta un 90% de sílice. Estos autores subrayan que la actividad puzolánica de las cenizas depende directamente de la temperatura y del tiempo de incineración, factores que determinan la presencia de sílice amorfa —la única que reacciona con el hidróxido de calcio para formar compuestos cementantes. En ese sentido, advierten que temperaturas superiores a 700 °C pueden inducir la cristalización de la sílice, reduciendo significativamente su reactividad. Por tanto, un control adecuado de la

temperatura durante la calcinación de la cascarilla de arroz es esencial para obtener un material con alta capacidad puzolánica.

Entre las propiedades físicas del concreto $f'c = 210 \text{ kg/cm}^2$ al sustituir parcialmente el cemento por cenizas en proporciones de 0%, 3%, 5% y 7%, se observó que el asentamiento (slump) fue de 10.16 cm, 8.89 cm, 7.62 cm y 5.08 cm, respectivamente. Estos resultados evidencian una disminución progresiva en la trabajabilidad del concreto conforme aumenta el porcentaje de sustitución, siendo más notoria en comparación con la muestra patrón (0%). Asimismo, se registró un incremento en la temperatura del concreto fresco conforme aumentó el contenido de cenizas, llegando a superar en $1.80 \text{ }^\circ\text{C}$ el límite mínimo normativo en el caso del 7% de sustitución. Estos hallazgos coinciden con los reportados por Juárez (2022), quien en su tesis titulada Análisis de la influencia de la sustitución parcial del cemento por ceniza de rastrojo de *Zea mays* L. en la resistencia mecánica del concreto $f'c = 24.5 \text{ MPa}$, distrito de Abancay, evaluó sustituciones de 0%, 5%, 10% y 15%, obteniendo asentamientos de 10.10 cm, 9.30 cm, 8.20 cm y 7.20 cm, respectivamente. A pesar de utilizar mayores porcentajes de sustitución, los resultados de Juárez muestran una tendencia similar a la encontrada en el presente estudio, lo cual sugiere que el tipo de ceniza empleada (en su caso, de rastrojo de maíz) también influye significativamente en la trabajabilidad. El autor Al et al. (2022) indican que el incremento en el contenido de cenizas en la mezcla de concreto eleva la capacidad de absorción de agua, debido a que las partículas finas no obstruyen completamente los poros del material. Esto permite una mayor penetración de moléculas de agua, reduciendo la fluidez del concreto. Esta observación concuerda con varios estudios existentes y explica en parte la disminución del asentamiento observada. De otro lado el aumento de temperatura se debe al calor de hidratación que presentan las cenizas.

Respecto al comportamiento mecánico, la resistencia a compresión promedio del concreto $f'c = 210 \text{ kg/cm}^2$ con distintas tasas de sustituciones, a la edad de 7 días fue de 216.0, 182.42, 212.60 y 198.89 kg/cm^2 , a los días de 224.35, 205.34, 239.62 y 237.50 kg/cm^2 ; a los 28 días de 256.85, 224.94, 267.29 y 256.23 kg/cm^2 y finalmente a la edad de 56 días de 267.98, 276.40, 306.97 y 290.36 kg/cm^2 . Todas las resistencias registradas cumplieron con los porcentajes mínimos de desarrollo establecidos: 70% a los 7 días, 90% a los 14 días, y 100% a los 28 y 56 días. Se evidenció que a los 7 días la resistencia tendió a disminuir respecto a la muestra patrón. No obstante, a los 14 días se observaron incrementos

con las sustituciones de 5% y 7%, y a los 28 días, el 5% superó el patrón mientras que el 7% lo igualó. Finalmente, a los 56 días, todas las sustituciones superaron la resistencia de la muestra sin cenizas, siendo el 5% el porcentaje con el mejor desempeño. Arteaga y Caccha (2021), en su investigación sobre la sustitución de cemento por cenizas en proporciones de 0%, 5%, 10% y 15%, reportaron resultados similares. A los 7 días, las resistencias fueron de 295.77, 283.79, 230.10 y 175.86 kg/cm²; a los 14 días, 335.38, 331.53, 291.23 y 217.83 kg/cm²; y a los 28 días, 355.65, 358.73, 301.29 y 263.13 kg/cm². Estos resultados muestran que el 5% de sustitución alcanzó el mayor valor de resistencia en edades medias, patrón que coincide con los resultados de este estudio. Así, se refuerza la idea de que existe un porcentaje óptimo de sustitución, más allá del cual la resistencia disminuye. Del mismo modo, los resultados coinciden con los obtenidos por Curibanco y Mercedes (2024), quienes analizaron sustituciones del 0%, 10%, 15% y 20%. A los 7 días, las resistencias fueron de 242.3, 205.0, 184.3 y 134.0 kg/cm²; a los 14 días, 284.10, 245.30, 213.60 y 157.0 kg/cm²; y a los 28 días, 289.90, 257.50, 226.80 y 167.50 kg/cm². Los datos confirman que sustituciones de hasta el 10% mantienen o mejoran la resistencia, mientras que valores superiores provocan reducciones significativas. Y finalmente, Zarpán y Prado (2024) explican que esta mejora en la resistencia puede atribuirse a la presencia de compuestos minerales amorfos como óxidos de silicio (SiO₂), aluminio (Al₂O₃) y hierro (Fe₂O₃) en las cenizas de horno artesanal. Estos reaccionan lentamente con el hidróxido de calcio liberado durante la hidratación del cemento, formando productos cementantes secundarios como el silicato de calcio hidratado (C-S-H), lo cual incrementa tanto la resistencia como la durabilidad del concreto.

Para determinar el porcentaje óptimo de sustitución de cemento por cenizas de horno artesanal que mejora la resistencia a la compresión del concreto $f'_c = 210$ kg/cm², se analizó el comportamiento mecánico del concreto a distintas edades con respaldo estadístico. A los 7 días, se observó que la sustitución del 5% presentó una leve disminución en comparación con la muestra patrón; sin embargo, esta diferencia no fue estadísticamente significativa, lo que sugiere que el desempeño del concreto con 5% de cenizas es similar al del concreto convencional. Por otro lado, a los 14 días, el análisis de comparaciones múltiples evidenció que, aunque la resistencia disminuyó con el 3% de adición y aumentó con los porcentajes de 5% y 7%, estas variaciones tampoco fueron estadísticamente significativas, manteniéndose los valores dentro de rangos comparables al patrón. Además, al transcurrir 28 días, se

observó un incremento numérico en la resistencia solo para el 5%, mientras que el 7% mantuvo el valor de la muestra patrón y el 3% presentó una ligera disminución. No obstante, estadísticamente, estas diferencias también resultaron no significativas y Finalmente, a los 56 días, todas las mezclas con cenizas superaron la resistencia del concreto patrón. A pesar de ello, los análisis estadísticos concluyeron que estas mejoras no son significativas. En consecuencia, dentro del marco estadístico, no se evidencian diferencias significativas en la resistencia a compresión entre las muestras con ceniza y la muestra patrón. Sin embargo, desde un enfoque numérico y práctico, la mezcla con un 5% de sustitución demostró ser la más eficiente, mostrando un desempeño consistente y ligeramente superior en edades medias y tardías, por lo que puede considerarse el porcentaje óptimo. Estos resultados coinciden con los hallazgos de Ruiz (2022), quien evaluó sustituciones de 0%, 5%, 7%, 12% y 15% de ceniza. En su estudio, los porcentajes de 5% y 7% mostraron mejoras numéricas en la resistencia a compresión, aunque no significativas estadísticamente. Esto refuerza la conclusión de que el 5% constituye una proporción conservadora y adecuada, tanto en nuestro estudio como en el de Ruiz. Adicionalmente, Al et al. (2022) destacan que el uso de cenizas con partículas finas fue determinante en la mejora de las propiedades del concreto, considerándolas una alternativa prometedora como reemplazo parcial del cemento Portland. No obstante, advierten que, al aumentar el contenido de ceniza, disminuye la capacidad de retención de agua de la mezcla. En ese contexto, cualquier exceso de agua puede reducir la densidad del concreto y debilitar la adherencia entre agregados, disminuyendo su resistencia final. Estos autores también identificaron que con una sustitución del 7% de cenizas, se obtuvo solo un 1.5% de mejora en la resistencia a los 10 días con una baja relación agua/cemento, y un 4% con una relación más alta. A los 30 días, la mejora fue del 2% para ambas relaciones. Por ello, recomiendan realizar futuros estudios que analicen en profundidad el efecto de la relación agua/cemento cuando se incorporan cenizas como material cementante complementario, lo que representa una línea de investigación relevante y necesaria.

De la hipótesis planteada, que establece que la sustitución parcial del 5% del cemento por cenizas de hornos de ladrillera artesanal en una mezcla de concreto con una resistencia de diseño de $f'c = 210 \text{ kg/cm}^2$ incrementa la resistencia a compresión en al menos un 5% respecto a un concreto convencional sin adición de cenizas, además de mejorar sus propiedades físicas. Se infiere que el concreto con adición de cenizas logra aumentar su

resistencia a compresión en más del 5%, pero solo a los 14 y 56 días. A los 14 días, se obtuvo un incremento del 6.80% con el 5% de cenizas y del 5.86% con el 7%. A los 56 días, los aumentos fueron del 14.55% y 8.35% respectivamente, en comparación con el concreto sin adición. En cuanto a las propiedades físicas, se observó un aumento de la temperatura y una disminución del asentamiento (slump). Sin embargo, los valores se mantuvieron dentro de los límites normativos: la temperatura no superó los 32 °C y el slump se mantuvo en el rango de 3" a 4", siendo más adecuados los porcentajes de reemplazo del 3% y 5%. En general, se acepta parcialmente la hipótesis planteada, ya que se confirma el incremento de resistencia, aunque no de forma consistente en todos los tiempos evaluados.

V. CONCLUSIONES Y RECOMENDACIONES

5.1. Conclusiones

- Se determinó que los agregados utilizados cumplen con las características físicas y mecánicas exigidas por la norma técnica peruana (NTP 400.037 y NTP 400.018), presentando granulometría adecuada, módulo de fineza aceptable y niveles de absorción dentro de los rangos permisibles. Estas condiciones permitieron alcanzar y superar la resistencia de diseño de 210 kg/cm^2 en todos los ensayos realizados.
- Las cenizas de horno artesanal recolectadas fueron sometidas a tratamiento físico consistente en secado al ambiente por 24 horas, molienda mecánica durante 4 horas y tamizado por malla N°200. Este tratamiento permitió obtener un material fino y homogéneo, adecuado para actuar como adición puzolánica en mezclas de concreto.
- Entre las propiedades físicas del concreto $f_c=210 \text{ kg/cm}^2$ al sustituir parcialmente cemento por cenizas en porcentaje de 0%, 3%, 5% y 7%; se observó que la temperatura fue de 28.30, 29.20, 31.80 y 33.80°C , el asentamiento fue de 10.16, 8.89, 7.62, 5.08cm; lo cual indica un aumento de la temperatura y pérdida de trabajabilidad. Las propiedades mecánicas a los 7 días la resistencia promedio fue de 216.00, 182.42, 212.6 y 198.89 kg/cm^2 ; a los 14 días de 224.35, 205.34, 239.62 y 237.50 kg/cm^2 ; a los 28 días de 256.85, 224.94, 267.29 y 256.23 kg/cm^2 , y finalmente a los 56 días de 267.98, 276.40, 306.97 y 290.36 kg/cm^2 . Se observa que se evidencia el efecto beneficioso de la reacción puzolánica a largo plazo.
- El porcentaje adecuado de sustitución del cemento por cenizas de horno artesanal fue el 5%, ya que esta mezcla alcanzó las mayores resistencias a compresión a los 28 días (267.29 kg/cm^2) y a los 56 días (306.97 kg/cm^2), superando significativamente el valor de diseño original. Este porcentaje equilibra resistencia, trabajabilidad y Temperatura.
- La sustitución parcial del 5% del cemento por cenizas de horno artesanal incrementa la resistencia a compresión en más del 5%, y es conservadora en las propiedades físicas del concreto $f'_c = 210 \text{ kg/cm}^2$.

5.2. Recomendaciones

- Se recomienda el uso de agregados procesados y debidamente caracterizados, conforme a las normas técnicas peruanas, para garantizar una mezcla de concreto $f'c = 210 \text{ kg/cm}^2$ estable y homogénea, especialmente cuando se incorporan materiales alternativos como cenizas puzolánicas.
- Se recomienda desarrollar investigaciones complementarias que utilicen cenizas de horno artesanal cuya combustión haya sido controlada a temperaturas específicas (por ejemplo, 600–800 °C), a fin de mejorar la estabilidad química del residuo y su potencial puzolánico, comparando su desempeño con cenizas no controladas como en esta investigación.
- Se sugiere ampliar los ensayos de resistencia a compresión a edades mayores, como 90, 120 y 180 días, para evaluar el desarrollo de la resistencia a largo plazo y confirmar la continuidad del efecto puzolánico observado a los 56 días.
- Se recomienda utilizar cenizas de horno artesanal como sustituto parcial del cemento en elementos estructurales no críticos (como veredas, solados o muros de albañilería confinada), preferiblemente en porcentajes menores al 5%, validando previamente su resistencia conforme al Reglamento Nacional de Edificaciones (RNE).
- Se recomienda realizar estudios que evalúen la durabilidad del concreto con cenizas, como resistencia a ataque de sulfatos, cloruros, carbonatación y absorción capilar, con el fin de establecer su viabilidad en ambientes agresivos o costeros. Además realizar análisis microscópicos (SEM, DRX o FTIR) para estudiar la microestructura y la formación de productos cementantes (como C-S-H) generados por la reacción puzolánica de las cenizas, lo cual permitiría comprender mejor el mecanismo de ganancia de resistencia.

VI. REFERENCIAS BIBLIOGRÁFICAS

- Alva Sangay, M. y Soto Tasilla, S. (2022). *Modificación de las propiedades de concreto $f'c= 280\text{kg/cm}^2$ para fines de pavimentación empleando ceniza de eucalipto*, Av. Alfonso Ugarte, Cajamarca, 2021 [Tesis de pregrado, Universidad César Vallejo]. Repositorio Institucional Universidad César Vallejo. <https://repositorio.ucv.edu.pe/handle/20.500.12692/92205>
- Al-Alwan, A. A. K., Al-Bazoon, M., Mussa, F. I., Alalwan, H. A., Shadhar, M. H., Mohammed, M. M., & Mohammed, M. F. (2022). El impacto del uso de ceniza de cáscara de arroz como material de reemplazo en el hormigón: Un estudio experimental. *Journal of King Saud University - Engineering Sciences*. Advance online publication. <https://www.sciencedirect.com/science/article/pii/S1018363922000265>
- Alarcon Sanchez, L. (2024). *Evaluación de propiedades físicas y mecánicas del concreto $f'c= 210 \text{ kg/cm}^2$ sustituyendo ceniza de ortiga por cemento*, Cajamarca-2023 [Tesis de pregrado, Universidad César Vallejo]. Repositorio Institucional Universidad César Vallejo. https://alicia.concytec.gob.pe/vufind/Record/UCVV_cddeabbd27ce1b317773b9aa58b899b
- Arbulú Jurado, C. (2023). *Definición de método hipotético-deductivo*. https://www.researchgate.net/publication/374898591_Definicion_de_metodo_hipotetico-deductivo/link/653403091d6e8a7070423664/download?tp=eyJjb250ZXh0Ijp7ImZpcnN0UGFnZSI6InB1YmxpY2F0aW9uIiwicGFnZSI6InB1YmxpY2F0aW9uIn19
- Aristizábal-Alzate, C., & González-Manosalva, J. (2021). Revisión de las medidas en pro de la eficiencia energética y la sostenibilidad de la industria del cemento a nivel mundial. *Revista UIS ingenierías*, 20(3), 91-110. <https://www.redalyc.org/journal/5537/553770600006/553770600006.pdf>
- Arteaga Conislla, S. y Caccha Reyes, M. (2022). *Comparación en la adición de cenizas de la cascarilla de arroz y café para mejorar las propiedades del concreto $F'C$*

- 210kg/cm² en edificaciones, Ica 2021 [Tesis de pregrado, Universidad César Vallejo]. Repositorio Universidad César Vallejo. <https://repositorio.ucv.edu.pe/handle/20.500.12692/92300>
- Bautista Alcalde, J. (2024). *Mejoramiento de las propiedades del concreto $f'c= 280$ kg/cm² sustituyendo ceniza de faique (Acacia macracantha), Av. Mártires de Uchuraccay, Cajamarca, 2023* [Tesis de pregrado, Universidad César Vallejo]. Repositorio Institucional Universidad César Vallejo. <https://repositorio.ucv.edu.pe/handle/20.500.12692/142313>
- Bravo Sánchez, J. y Saldaña Becerra, L. (2021). *Influencia de la ceniza de cascarilla de café para aumentar la resistencia a la compresión en una losa aligerada, Jaén 2021* [Tesis de pregrado, Universidad César Vallejo]. Repositorio Institucional Universidad César Vallejo. <https://repositorio.ucv.edu.pe/handle/20.500.12692/142313>
- Bravo Callao, C. (2013). *Evaluación del proceso productivo de las empresas ladrilleras del sector Fila Alta de la Ciudad de Jaén* [Tesis de pregrado, Universidad Nacional de Cajamarca]. Repositorio Institucional Universidad Nacional de Cajamarca. <https://repositorio.unc.edu.pe/bitstream/handle/20.500.14074/616/T%20666.737%20B826%202013.pdf?sequence=1&isAllowed=y>
- Camino, R. S. C., Pérez, S. P. M., & Lafitte, E. D. R. (2021). Efecto de la ceniza de bagazo de caña de azúcar en las propiedades del concreto. *INGENIERÍA: Ciencia, Tecnología e Innovación*, 8(2), 61-76. <https://revistas.uss.edu.pe/index.php/ING/article/view/1904>
- Castro Maldonado, J. J., Gómez Macho, L. K., & Camargo Casallas, E. (2023). La investigación aplicada y el desarrollo experimental en el fortalecimiento de las competencias de la sociedad del siglo XXI. *Tecnura*, 27(75), 140-174. http://www.scielo.org.co/scielo.php?pid=S0123-921X2023000100140&script=sci_arttext
- Cabrera Rojas, V. A. (2015). *Intoxicación respiratoria por partículas del cemento en suspensión en trabajadores de construcción civil setiembre-diciembre 2014* [Tesis de pregrado, Universidad Alas Peruanas]. Repositorio Institucional Universidad Alas Peruanas.

https://repositorio.uap.edu.pe/bitstream/handle/20.500.12990/9463/Tesis_Intoxicaci%C3%B3n_Cemento_Trabajadores.pdf?sequence=1&isAllowed=y

Carlos Sanchez, J. (2023). *Mejoramiento de las propiedades mecánicas del concreto con el uso de cenizas de cascara de arroz y fibras de palmera* [Tesis de pregrado, Universidad Señor de Sipán]. Repositorio Institucional Universidad Señor de Sipán. <https://repositorio.uss.edu.pe/handle/20.500.12802/10674>

Choez Franco, A. y Ortiz Pincay, C. (2023). *Optimización del diseño de una mezcla de hormigón de alto desempeño a partir de la adición de ceniza de la cascarilla de arroz como puzolana y superplastificante para la obtención del módulo de rotura* [Tesis de pregrado, Universidad Estatal Península de Santa Elena]. Repositorio Institucional Universidad Estatal Península de Santa Elena. <https://repositorio.upse.edu.ec/handle/46000/9200>

Coque Quispe, L. y Lechon Churuchumbi, Tania. (2021). *Diseño de hormigón de alta resistencia adicionando cenizas de cascarilla y paja de trigo* [Tesis de pregrado, Universidad Central de Ecuador]. Repositorio Institucional Universidad Central de Ecuador. <https://www.dspace.uce.edu.ec/server/api/core/bitstreams/6c752de0-b975-45c6-b63e-337d4c6bb23a/content>

Curibanco Cenizario, G. y Mercedes Marcelo, G. (2024). *Análisis de la resistencia a compresión del concreto $F_c = 210 \text{ kg/cm}^2$ con cenizas de carbón y conchas de abanico, Chimbote, 2023* [Tesis de pregrado, Universidad César Vallejo]. Repositorio Institucional Universidad César Vallejo. https://alicia.concytec.gob.pe/vufind/index.php/Record/UCVV_7680f6c80c6c5ede4a6bceec0d13836b

Dhanalakshmi, A., Jeyaseela, J., Karthika, S., & Margret, A. L. (2023). An experimental study on concrete with partial replacement of cement by rice husk ssh and bagasse ash. In *E3S Web of Conferences*, 387, 3004. https://www.e3s-conferences.org/articles/e3sconf/abs/2023/24/e3sconf_icseret2023_03004/e3sconf_icseret2023_03004.html

Galarza, C. A. R. (2021). Diseños de investigación experimental. *Ciencia América: Revista de divulgación científica de la Universidad Tecnológica Indoamérica*, 10(1), 1-7. <https://dialnet.unirioja.es/servlet/articulo?codigo=7890336>

- Gedefaw, A., Worku Yifru, B., Endale, S. A., Habtegebreal, B. T., & Yehualaw, M. D. (2022). Experimental investigation on the effects of coffee husk ash as partial replacement of cement on concrete properties. *Advances in Materials Science and Engineering*, 2022(1), 4175460. <https://onlinelibrary.wiley.com/doi/abs/10.1155/2022/4175460>
- Huamán Vela, O. (2021). *Evaluación de resistencia a compresión del concreto $f'c$ 210 Kg/Cm², con adición de ceniza de cascara de café, San Ignacio, Cajamarca* [Tesis de pregrado, Universidad César Vallejo]. Repositorio Institucional Universidad César Vallejo. <https://repositorio.ucv.edu.pe/handle/20.500.12692/88813>
- Jaila Carrillo, M. y Peralta Rios, K. (2022). *Influencia de la Ceniza de la pajilla de Arroz en la Resistencia a la Compresión del Concreto en la Ciudad de Arequipa* [Tesis de pregrado, Universidad Nacional de San Agustín de Arequipa]. Repositorio Institucional Universidad Nacional de San Agustín de Arequipa. <https://repositorio.unsa.edu.pe/bitstreams/bf0dac9f-593a-46a2-b8e5-957a2ed5fb89/download>
- Juárez Torvisco, Y. (2022). *Análisis de la influencia de la sustitución parcial del cemento por ceniza de rastrojo de Zea mays L. en la resistencia mecánica de concreto $F'c=24.5$ MPa, distrito de Abancay, provincia de Abancay región Apurímac-2020* [Tesis de pregrado, Universidad Tecnológica de los Andes]. Repositorio Institucional Tecnológica de los Andes. <https://repositorio.utea.edu.pe/bitstreams/24715951-8d60-4e13-9e38-0f22be3a3e15/download>
- Luna García, B. y Bustillos Huamán, J. (2021). *Propuesta de mejora en el proceso de clinkerización para reducir la contaminación ambiental en Lima* [Tesis de pregrado, Universidad Peruana de Ciencias Aplicadas]. Repositorio académico UPC. <https://repositorioacademico.upc.edu.pe/bitstream/handle/10757/655130/LunaGB.pdf?sequence=3&isAllowed=y>
- Mejia Silva, D. y Ramirez De La Cruz, L. (2024). *Influencia de la adición de ceniza de mesocarpio de coco sobre las propiedades mecánicas de concreto simple $f'c=140$ kg/cm², Jaén-2022* [Tesis de pregrado, Universidad Nacional de Jaén].

Repositorio Institucional Universidad Nacional de Jaén.
<http://repositorio.unj.edu.pe/handle/UNJ/652>

MINAN (2021). *Minam promueve reducción de emisiones contaminantes vehiculares para mejorar la calidad del aire en el país*.
<https://www.gob.pe/institucion/minam/noticias/549484-minam-promueve-reduccion-de-emisiones-contaminantes-vehiculares-para-mejorar-la-calidad-del-aire-en-el-pais>

Otzen, T., & Manterola, C. (2017). Técnicas de Muestreo sobre una Población a Estudio. *International journal of morphology*, 35(1), 227-232.
<https://www.scielo.cl/pdf/ijmorphol/v35n1/art37.pdf>

Pampa Condori, J. (2020). *Desarrollo de un sistema de desempolvado para la línea de transporte de cemento* [Tesis de pregrado, Universidad Tecnológica del Perú].
 Repositorio Institucional Universidad Tecnológica del Perú.
https://repositorio.utp.edu.pe/bitstream/handle/20.500.12867/3312/Joel%20Pampa_Trabajo%20de%20Suficiencia%20Profesional_Titulo%20Profesional_2020.pdf?sequence=1&isAllowed=y

Portilla Ortiz, E. (2022). *Evaluación de las propiedades del concreto $f' c = 210 \text{kg/cm}^2$ adicionando cenizas de cáscara de arroz y caña de azúcar, Magdalena Cajamarca 2022* [Tesis de pregrado, Universidad César Vallejo]. Repositorio Institucional Universidad César Vallejo.
<https://repositorio.ucv.edu.pe/handle/20.500.12692/109206>

Quispe, T. Y., & Villalta, L. Z. B. (2020). Epistemología e investigación cuantitativa. *Igobernanza*, 3(12), 107-120.
<https://igobernanza.org/index.php/IGOB/article/view/88/471>

Quispe Oblitas, C. y Ruiz Burgos, E. (2023). *Influencia de ceniza de cáscara de arroz en pavimento rígido diseñado con concreto $f' c = 210 \text{kg/cm}^2$. Magllanal, Jaén, 2022* [Tesis de pregrado, Universidad César Vallejo]. Repositorio Institucional Universidad César Vallejo.
<https://repositorio.ucv.edu.pe/handle/20.500.12692/109919>

- Rodriguez Ruiz, L. y Montalvan Jimenez, Y. (2021). *Influencia de la adición de ceniza de cascarilla de arroz en la resistencia a compresión del concreto, San Martín-Perú 2021* [Tesis de pregrado, Universidad Científica del Perú]. Repositorio Institucional Universidad Científica del Perú. <http://repositorio.ucp.edu.pe/handle/UCP/1483>
- Ruiz Odar, M. (2022). *Contrastación entre el bloque de concreto tradicional y bloque de concreto con ceniza de cáscara de arroz, Pucará-Jaén, 2021* [Tesis de pregrado, Universidad César Vallejo]. Repositorio Institucional Universidad César Vallejo. <https://repositorio.ucv.edu.pe/handle/20.500.12692/105982>
- Vargas Guevara, C. y Maza Huaman, E. (2023). *Diseño de mezcla de concreto $f_c = 280$ kg/cm² con incorporación de ceniza de café y carrizo para mejorar las propiedades mecánicas, Jaén, Cajamarca 2023* [Tesis de pregrado, Universidad César Vallejo]. Repositorio Institucional Universidad César Vallejo. <https://repositorio.ucv.edu.pe/handle/20.500.12692/88813>
- Ventura León, J. (2017). ¿Población o muestra?: Una diferencia necesaria. *Revista cubana de salud pública*, 43(4), 0-0. http://scielo.sld.cu/scielo.php?pid=s0864-34662017000400014&script=sci_arttext&tlng=en
- Zarpán, J. D., & Prado, W. Q. (2024). Influencia de la ceniza de subproductos-agroindustriales como sustituto parcial del cemento en las propiedades mecánicas y microestructurales del concreto, ICA-2024. *Revista de Climatología Edición Especial Ciencias Sociales*, 24, 2153. https://rclimatol.eu/wp-content/uploads/2024/10/Articulo-RCLIMCS24_Jose-Zarpan.pdf

AGRADECIMIENTO

Agradecemos a Dios, por protegernos, darnos fuerzas y vida para conseguir este proyecto tan anhelado.

A nuestros padres, por el apoyo incondicional y ánimos en cada momento de este proceso educativo para lograr a ser un ingeniero civil.

A mis hermanos y amigos, por su apoyo incondicional, en cada momento de este trance de formación.

Bach. Diaz Villalobos Jhon Antony

Bach. Herrera Jibaja Cristhian Danter

DEDICATORIA

Este estudio está dedicado a Dios quien siempre ha sido mi guía en todo momento, mi protector y quien doy gracias por otorgarme salud en todo este tiempo.

A mis padres y familiares quien con todo amor y apoyo incondicional en cada momento han permitido llegar a cumplir este anhelado objetivo.

Bach. Diaz Villalobos Jhon Antony

Bach. Herrera Jibaja Cristhian Danter

ANEXOS

Anexo 1

Operacionalización de variables

Variable	Definición operacional	Dimensión	Indicador	Unidad	Técnica de recolección	Instrumento de recolección de información
Independiente	Ceniza de horno de ladrillera artesanal	Dosificación	Porcentajes de cenizas: 0% 3% 5% 7%	Kg	Observación y análisis bibliográfico	Ficha de observación de recolección de datos
Dependiente	Concreto F'c=210kg/cm2	Propiedad mecánica	Resistencia a compresión 7, 14, 28 y 56 días	Kg/cm2	Observación y ensayos	Formato de resistencia a la compresión del concreto

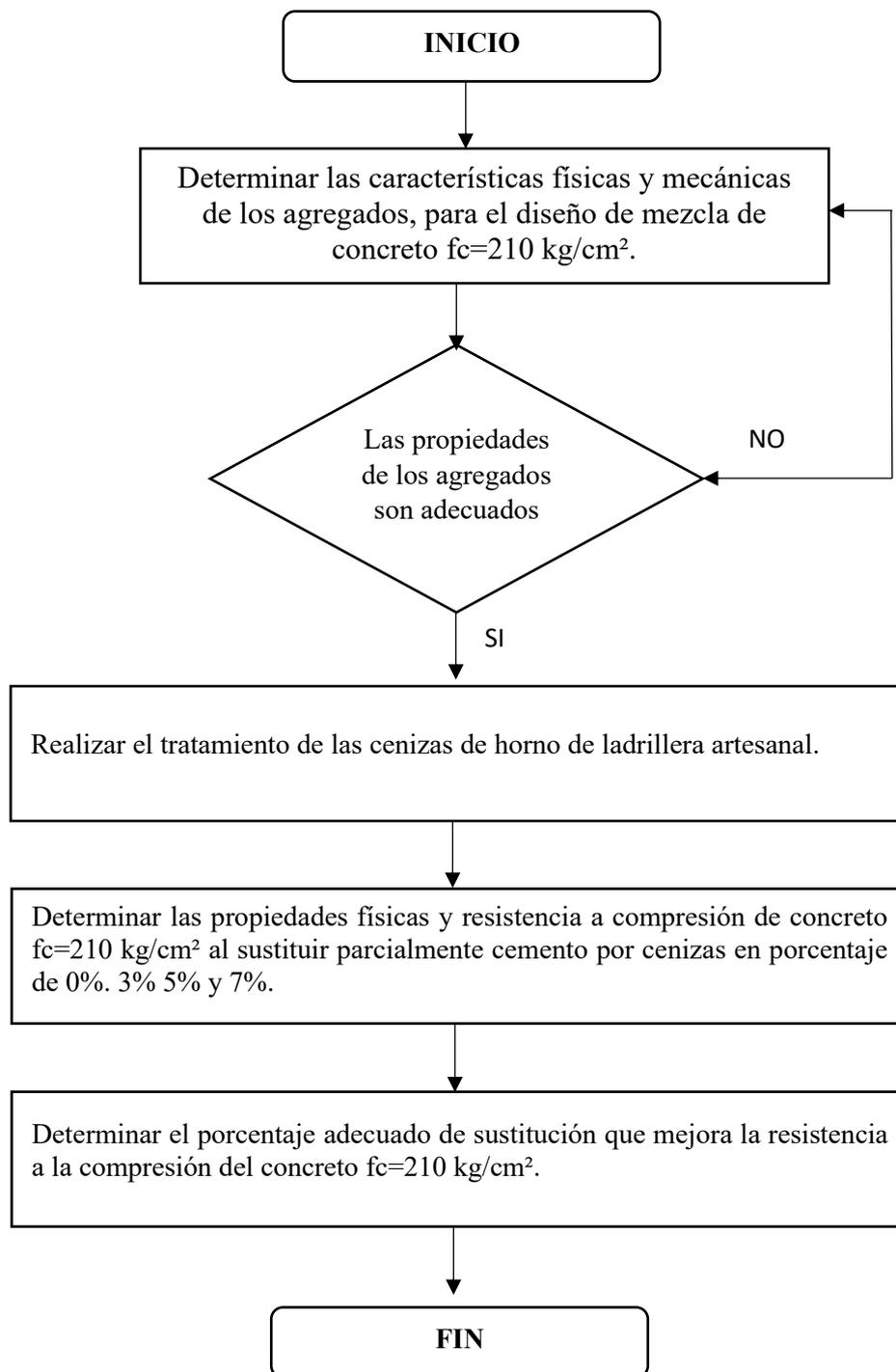
Nota. Elaboración propia.

Anexo 2

Matriz de consistencia

PROBLEMA GENERAL	OBJETIVOS OBJETIVO GENERAL	HIPÓTESIS GENERAL	VARIABLE VARIABLES INDEPENDIENTE	DIMENSIONES	INDICADORES	UNIDAD	INSTRUMENTOS	METODOLOGÍA
¿Cuál es el efecto de la sustitución parcial del cemento por cenizas de horno de ladrillera artesanal en el concreto $f^c=210$ kg/cm ² , Jaén - 2024?	OBJETIVOS ESPECÍFICOS Determinar las características físicas y mecánicas de los agregados, para el diseño de mezcla de concreto $f^c=210$ kg/cm ² .	La sustitución parcial del cemento por cenizas provenientes de ladrilleras de hornos artesanales mejora en un 5% las propiedades mecánicas del concreto $f^c=210$ kg/cm ² .	cenizas de horno de ladrillera artesanal	Dosificaciones	0%	Kg	-	Hipotético deductivo, Aplicada, cuantitativa y experimental
					3%	Kg		
					5%	Kg		
					7%	Kg		
¿Cuál es el efecto de la sustitución parcial del cemento por cenizas de horno de ladrillera artesanal en el concreto $f^c=210$ kg/cm ² , Jaén - 2024?	Realizar el tratamiento de las cenizas de horno de ladrillera artesanal.	Concreto $f^c=210$ kg/cm ²	Propiedades mecánicas	Resistencia	Resistencia a los 7 días	Kg/cm ²	Ficha de resistencia a compresión	
					Resistencia a los 14 días			
					Resistencia a los 28 días			
Determinar las propiedades físicas y resistencia a compresión de concreto $f^c=210$ kg/cm ² al sustituir parcialmente cemento por cenizas en porcentaje de 0%, 3% 5% y 7%.	Determinar el porcentaje adecuado de sustitución que mejora la resistencia a la compresión del concreto $f^c=210$ kg/cm ² .				Resistencia a los 56 días			

Nota. Elaboración propia.

Anexo 3*Flujograma*

Nota. Elaboración propia.

Anexo 4*ENSAYOS DE LABORATORIO*



TESIS: "EFECTO DE LA SUSTITUCIÓN PARCIAL DEL CEMENTO POR CENIZA DE HORNO DE LADRILLERA ARTESANAL EN EL CONCRETO F´C = 210 KG/CM2, JAÉN – 2024".

SOLICITANTE:
CRISTHIAN DANTER HERRERA JIBAJA
JHON ANTONY DIAZ VILLALOBOS

PORTADA

LSP24 - DM - 290

JULIO - 2024

DISEÑO DE MEZCLA DE CONCRETO

PROYECTO:

“EFECTO DE LA SUSTITUCIÓN PARCIAL DEL CEMENTO POR CENIZA DE HORNO DE LADRILLERA ARTESANAL EN EL CONCRETO F´C = 210 KG/CM2, JAÉN – 2024”.

SOLICITANTE:

**CRISTHIAN DANTER HERRERA JIBAJA
JHON ANTONY DIAZ VILLALOBOS**

DISTRITO: JAÉN

PROVINCIA: JAÉN

DEPARTAMENTO: CAJAMARCA

JAEN, CAJAMARCA, JULIO - 2024

 <small>LABORATORIO DE SUELOS Y PAVIMENTOS</small>	TESIS: "EFECTO DE LA SUSTITUCIÓN PARCIAL DEL CEMENTO POR CENIZA DE HORNO DE LADRILLERA ARTESANAL EN EL CONCRETO F' C = 210 KG/CM2, JAÉN - 2024".		SOLICITANTE: CRISTHIAN DANTER HERRERA JIBAJA JHON ANTONY DIAZ VILLALOBOS
	INFORME	LSP24 - DM - 290	

INDICE

1.	GENERALIDADES	2
1.1.	OBJETIVOS DEL ESTUDIO	2
1.2.	NORMATIVIDAD	2
2.	CARACTERISTICAS DE LOS MATERIALES.....	3
2.1.	AGREGADO FINO : ARENA.....	3
2.2.	AGREGADO GRUESO : PIEDRA.....	3
2.3.	CEMENTO	3
3.	DISEÑOS DE MEZCLA DE CONCRETO F' C = 210 KG/CM2	4
3.1.	CARACTERISTICAS ESTRUCTURALES	4
3.2.	CANTIDAD DE MATERIAL POR M ³ DE CONCRETO	4
3.3.	PROPORCIONAMIENTO DE MATERIALES	4
4.	OBSERVACIONES	5


LABSUC
 LABORATORIO DE SUELOS Y PAVIMENTOS

 ING. JHONATAN J. HERRERA BARAHONA
 INGENIERO CIVIL
 CIP: 312615

 <small>LABORATORIO DE SUELOS Y PAVIMENTOS</small>	TESIS: "EFECTO DE LA SUSTITUCIÓN PARCIAL DEL CEMENTO POR CENIZA DE HORNO DE LADRILLERA ARTESANAL EN EL CONCRETO F´C = 210 KG/CM2, JAÉN – 2024".		SOLICITANTE: CRISTHIAN DANTER HERRERA JIBAJA JHON ANTONY DIAZ VILLALOBOS
	INFORME	LSP24 - DM - 290	

INFORME TÉCNICO

1. GENERALIDADES

1.1. OBJETIVOS DEL ESTUDIO

El objetivo del presente Informe corresponde a un análisis de canteras para el proyecto de tesis: "EFECTO DE LA SUSTITUCIÓN PARCIAL DEL CEMENTO POR CENIZA DE HORNO DE LADRILLERA ARTESANAL EN EL CONCRETO F´C = 210 KG/CM2, JAÉN – 2024". Dicho estudio se ha efectuado mediante trabajos de laboratorio para evaluar las características físicas y mecánicas de los agregados.

1.2. NORMATIVIDAD

La evaluación de los agregados destinados para el proyecto: "EFECTO DE LA SUSTITUCIÓN PARCIAL DEL CEMENTO POR CENIZA DE HORNO DE LADRILLERA ARTESANAL EN EL CONCRETO F´C = 210 KG/CM2, JAÉN – 2024". Está en concordancia con las siguientes normas.

- Normativa Del Reglamento Nacional De Edificaciones RNE:
 - Norma E.060 "Concreto Armado"
- Normas técnicas peruanas, Normas ASTM, MTC
 - NTP 400.010 – MTC E 201 "Muestreo para materiales de construcción".
 - NTP 400.018 Método de ensayo normalizado para determinar materiales más finos que pasan por el tamiz normalizado Cantidad de 75um (Nº 200) por lavado en agregados – MTC E 202 – ASTM C29-97.
 - NTP 400.017 Método de ensayo normalizado para determinar la masa por unidad de volumen o densidad ("Peso Unitario") y los vacíos en los agregados – MTC E 203 – ASTM C117.
 - NTP 400.012: Análisis granulométrico del agregado fino, grueso y global – MTC E 204 – ASTM C136.
 - NTP 400.012: Análisis granulométrico del agregado fino, grueso y global – MTC E 205 – ASTM C128-15.
 - NTP 400.021: Método de ensayo normalizado para peso específico y absorción del agregado Grueso – MTC E206 – ASTM C127-15.
 - NTP 400.019: Agregados. Método de ensayo normalizado para la determinación de la resistencia a la degradación en agregados gruesos de tamaños menores por Abrasión e Impacto en la Máquina de Los Ángeles – MTC R 207 – ASTM C131.
 - NTP 339.185: Método de ensayo normalizado para contenido de humedad total evaporable de agregados por secado – MTC E 215 – ASTM C566-19


LABSUC
 LABORATORIO DE SUELOS Y PAVIMENTOS

 ING. JHONATAN J. HERRERA BARAHONA
 INGENIERO CIVIL
 CIP: 312615

 LABORATORIO DE SUELOS Y PAVIMENTOS	TESIS: "EFECTO DE LA SUSTITUCIÓN PARCIAL DEL CEMENTO POR CENIZA DE HORNO DE LADRILLERA ARTESANAL EN EL CONCRETO F' C = 210 KG/CM ² , JAÉN - 2024".		SOLICITANTE: CRISTHIAN DANTER HERRERA JIBAJA JHON ANTONY DIAZ VILLALOBOS
	INFORME	LSP24 - DM - 290	

2. CARACTERISTICAS DE LOS MATERIALES

2.1. AGREGADO FINO

: ARENA

Peso Específico De Masa	:	2.60 Gr/Cm ³
Peso Unitario Suelto Seco	:	1671 Kg/M ³
Peso Unitario Seco Compactado	:	1800 Kg/M ³
Humedad Natural	:	5.04 %
Absorción	:	2.43 %
Módulo De Finura (Mf)	:	2.62
Material Fino Que Pasa Tamiz N° 200:	:	2.89 %

2.2. AGREGADO GRUESO

: PIEDRA

Perfil	:	Angular Y Sub Angular
Tamaño Máximo Nominal	:	3/4"
Peso Específico De Masa	:	2.73 gr/cm ³
Peso Unitario Suelto Seco	:	1453 Kg/m ³
Peso Unitario Seco Compactado	:	1614 Kg/m ³
Humedad Natural	:	0.22 %
Absorción	:	0.75 %
Módulo De Finura (Mg)	:	7.43
Material Fino Que Pasa Tamiz N° 200:	:	1.02 %
Abrasión Los Ángeles	:	29.87 %

2.3. CEMENTO

- Cemento Tipo I
- Peso Específico: 3.15 gr/cm³


 LABORATORIO DE SUELOS Y PAVIMENTOS
 ING. JHONATAN J. HERRERA BARAHONA
 INGENIERO CIVIL
 CIP: 312615

 <small>LABORATORIO DE SUELOS Y PAVIMENTOS</small>	TESIS: "EFECTO DE LA SUSTITUCIÓN PARCIAL DEL CEMENTO POR CENIZA DE HORNO DE LADRILLERA ARTESANAL EN EL CONCRETO F'c = 210 KG/CM2, JAÉN - 2024".		SOLICITANTE: CRISTHIAN DANTER HERRERA JIBAJA JHON ANTONY DIAZ VILLALOBOS
	INFORME	LSP24 - DM - 290	

3. DISEÑOS DE MEZCLA DE CONCRETO F'c = 210 KG/CM2

3.1. CARACTERISTICAS ESTRUCTURALES

- Resistencia A La Compresión De Diseño : $f'c = 210 \text{ Kg/cm}^2$ (28 Días).
- Resistencia A Compresión Promedio : $f'cr = f'c + 84 = 294 \text{ Kg/cm}^2$ (28 Días).
Según Código A.C.I. 318.
- Asentamiento : 3" a 4".

3.2. CANTIDAD DE MATERIAL POR M³ DE CONCRETO

MATERIALES DE DISEÑO POR M³

- Cemento : 367 Kg.
- Agregado Fino Seco : 822 Kg.
- Agregado Grueso Seco : 935 Kg.
- Agua De Mezcla : 205 Lt.
- Contenido De Aire Atrapado : $\pm 2.0 \%$

MATERIALES CORREGIDOS POR HUMEDAD POR M³

- Cemento : 367 Kg.
- Agregado Fino Húmedo : 863 Kg.
- Agregado Grueso Húmedo : 937 Kg.
- Agua Efectiva : 237 Lt.
- Contenido De Aire Atrapado : $\pm 2.0 \%$

3.3. PROPORCIONAMIENTO DE MATERIALES

PROPORCIONAMIENTO EN VOLUMEN

1: 2.11: 2.64 / 27.4 Lt/bolsa.


LABSUC
 LABORATORIO DE SUELOS Y PAVIMENTOS
 ING. JONATAN J. HERRERA BARAHONA
 INGENIERO CIVIL
 CIP: 312615

 <small>LABORATORIO DE SUELOS Y PAVIMENTOS</small>	TESIS: "EFECTO DE LA SUSTITUCIÓN PARCIAL DEL CEMENTO POR CENIZA DE HORNO DE LADRILLERA ARTESANAL EN EL CONCRETO F' C = 210 KG/CM ² , JAÉN - 2024".		SOLICITANTE: CRISTHIAN DANTER HERRERA JIBAJA JHON ANTONY DIAZ VILLALOBOS
	INFORME	LSP24 - DM - 290	

4. OBSERVACIONES

- El coeficiente considerado para la determinación de la Resistencia promedio (f'_{cr}) está acorde con el Código A.C.I. 318, Capítulo 5 (Calidad del Concreto, Mezclado y Colocación).
- En el presente diseño se ha considerado el contenido de humedad del agregado fino igual a 5.04 % y el contenido de humedad del agregado grueso de T.M.N 3/4" igual a 0.22 %.
- El agregado grueso de T.M.N 3/4", antes de ser utilizado deberá tamizarse por el tamiz de 1". El agregado fino antes de utilizarse deberá tamizarse por el tamiz de 3/8". Esto se debe hacer en planta procesadora antes de entregar al cliente.
- El material más fino que el tamiz N° 200, se ha determinado utilizando el procedimiento de ensayo acorde a la norma A.S.T.M. C-117 (N.T.P. 400.018).
- Al preparar la tanda de concreto en obra, se deberá corregir periódicamente el contenido de agua efectiva, en el proporcionamiento de los materiales, debido a la variación permanente en el contenido de humedad de los agregados.
- Se recomienda que al realizar la dosificación correcta en volumen de obra se debe utilizar recipientes adecuados, a fin de evitar variación volumétrica de los componentes de la mezcla, teniendo como base el volumen de una bolsa de cemento, considerado como un pie cúbico.
- El agregado fino cumple con el uso granulométrico de la Norma A.S.T.M. C 33-93a (N.T.P. 400.037) y el agregado grueso cumple con el uso granulométrico de la Norma A.S.T.M. C 33-99a (Requerimiento de granulometría de los agregados gruesos).
- Se recomienda ajustar periódicamente el proporcionamiento en volumen de obra, por variaciones de granulometría del agregado que suele darse en la Cantera, a fin de mantener la homogeneidad del concreto.
- Asimismo, se recomienda que cada vez que se prepare las tandas de concreto en obra, se deberá realizar en forma regular pruebas de revenimiento, acorde a la Norma N.T.P. 339.035 – 1999, y toma de muestras para testigos de concreto a fin de mantener uniforme la consistencia del concreto y por ende la resistencia mecánica.
- El agua a utilizarse en la mezcla de concreto debe cumplir con la Norma E-060.
- El curado de los especímenes de concreto elaborados en obra, deberá realizarse de acuerdo con la Norma A.S.T.M. C 31M-98.
- La Empresa No ha intervenido en la exploración y muestreo de los agregados.


LABSUC
 LABORATORIO DE SUELOS Y PAVIMENTOS
 ING. JHONATAN J. HERRERA BARAHONA
 INGENIERO CIVIL
 CIP: 312615

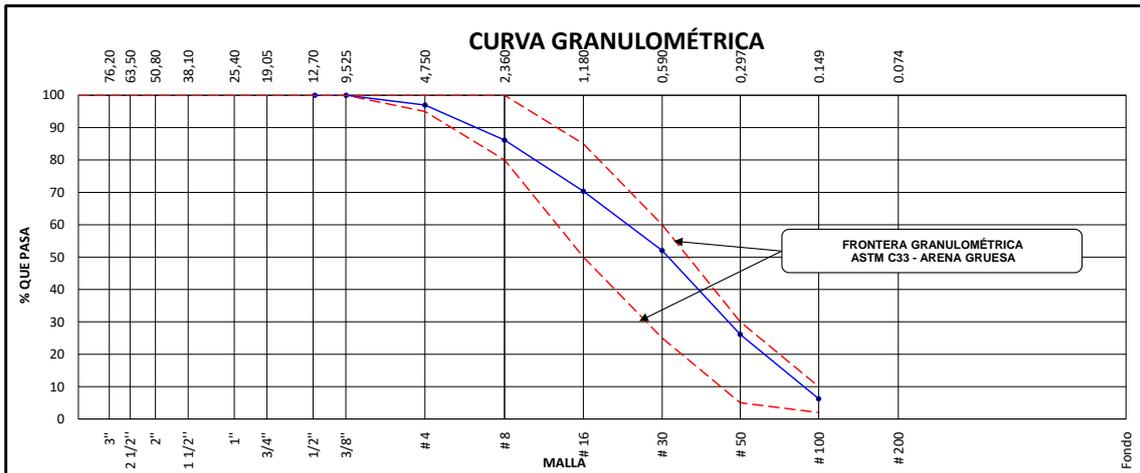
 LABORATORIO DE SUELOS Y PAVIMENTOS	TESIS: "EFECTO DE LA SUSTITUCIÓN PARCIAL DEL CEMENTO POR CENIZA DE HORNO DE LADRILLERA ARTESANAL EN EL CONCRETO F´C = 210 KG/CM2, JAÉN - 2024".			SOLICITANTE: CRISTHIAN DANTER HERRERA JIBAJA JHON ANTONY DIAZ VILLALOBOS
	PORTADA	LSP24 - DM - 290	JULIO - 2024	

ANEXO I

ENSAYOS DE LABORATORIO

 LABSUC LABORATORIO DE SUELOS Y PAVIMENTOS	LABSUC LABORATORIO DE SUELOS Y PAVIMENTOS		RUC	20604546231	
	ANÁLISIS GRANULOMÉTRICO DE LOS AGREGADOS ASTM C136		INDECOPI	00116277	
			FECHA	JULIO - 2024	
			PAGINA	1 de 9	
DATOS DEL MUESTREO					
PROYECTO:	"EFECTO DE LA SUSTITUCIÓN PARCIAL DEL CEMENTO POR CENIZA DE HORNO DE LADRILLERA ARTESANAL EN EL CONCRETO F' C = 210 KG/CM2, JAÉN - 2024".			REGISTRO N°:	LSP24 - DM - 290
UBICACIÓN:	DISTRITO DE JAÉN, PROVINCIA DE JAÉN, DEPARTAMENTO DE CAJAMARCA			MUESTREADO POR :	SOLICITANTE
SOLICITANTE:	CRISTHIAN DANTER HERRERA JIBAJA - JHON ANTONY DIAZ VILLALOBOS			ENSAYADO POR:	J.H.B.
CANTERA:	AZULA				

AGREGADO FINO ASTM C33/C33M - 18 - ARENA GRUESA						
Malla	Peso Retenido g	% Parcial Retenido	% Acumulado Retenido	% Acumulado que pasa	ASTM "LIM INF"	ASTM "LIM SUP"
4"	100.00 mm				100.00	100.00
3 1/2"	90.00 mm				100.00	100.00
3"	75.00 mm				100.00	100.00
2 1/2"	63.00 mm				100.00	100.00
2"	50.00 mm				100.00	100.00
1 1/2"	37.50 mm				100.00	100.00
1"	25.00 mm				100.00	100.00
3/4"	19.00 mm				100.00	100.00
1/2"	12.50 mm	0.00	0.00	0.00	100.00	100.00
3/8"	9.50 mm	0.00	0.00	0.00	100.00	100.00
# 4	4.75 mm	25.30	3.04	3.04	96.96	100.00
# 8	2.36 mm	90.00	10.80	13.84	86.16	100.00
# 16	1.18 mm	131.70	15.81	29.65	70.35	85.00
# 30	600 µm	152.50	18.31	47.95	52.05	60.00
# 50	300 µm	215.90	25.92	73.87	26.13	30.00
# 100	150 µm	165.60	19.88	93.75	6.25	10.00
Fondo	-	52.10	6.25	100.00	0.00	-
					MF	2.62
					TMN	---



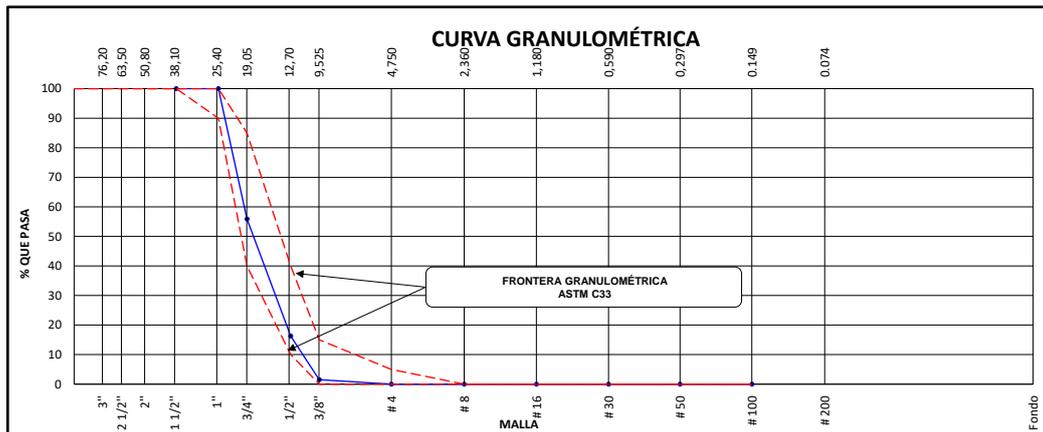
OBSERVACIONES	LA MUESTRA CUMPLE CON EL USO GRANULOMETRICO
---------------	---

LABSUC
LABORATORIO DE SUELOS Y PAVIMENTOS
[Signature]
BACH. ARODI R. CIEZA ROMERO
JEFE DE LABORATORIO

LABSUC
LABORATORIO DE SUELOS Y PAVIMENTOS
[Signature]
ING. JHONATAN J. HERRERA BARAHONA
INGENIERO CIVIL
CIP: 312615

 LABSUC LABORATORIO DE SUELOS Y PAVIMENTOS	LABSUC LABORATORIO DE SUELOS Y PAVIMENTOS	RUC	20604546231
	ANÁLISIS GRANULOMÉTRICO DE LOS AGREGADOS ASTM C136	INDECOPI	00116277
		FECHA	JULIO - 2024
		PAGINA	2 de 9
DATOS DEL MUESTREO			
PROYECTO:	"EFECTO DE LA SUSTITUCIÓN PARCIAL DEL CEMENTO POR CENIZA DE HORNO DE LADRILLERA ARTESANAL EN EL CONCRETO F' C = 210 KG/CM2, JAÉN - 2024".	REGISTRO N°:	LSP24 - DM - 290
UBICACIÓN:	DISTRITO DE JAÉN, PROVINCIA DE JAÉN, DEPARTAMENTO DE CAJAMARCA	MUESTREADO POR :	SOLICITANTE
SOLICITANTE:	CRISTHIAN DANTER HERRERA JIBAJA - JHON ANTONY DIAZ VILLOBOS	ENSAYADO POR:	J.H.B.
CANTERA:	AZULA		

AGREGADO GRUESO ASTM C33/C33M - 18 - HUSO # 56							
Malla		Peso Retenido g	% Parcial Retenido	% Acumulado Retenido	% Acumulado que pasa	ASTM "LIM INF"	ASTM "LIM SUP"
4"	100.00 mm					100.00	100.00
3 1/2"	90.00 mm					100.00	100.00
3"	75.00 mm					100.00	100.00
2 1/2"	63.00 mm					100.00	100.00
2"	50.00 mm					100.00	100.00
1 1/2"	37.50 mm	0.0	0.00	0.00	100.00	100.00	100.00
1"	25.00 mm	0.0	0.00	0.00	100.00	90.00	100.00
3/4"	19.00 mm	5234.0	44.11	44.11	55.89	40.00	85.00
1/2"	12.50 mm	4701.0	39.62	83.73	16.27	10.00	40.00
3/8"	9.50 mm	1752.0	14.77	98.50	1.50	0.00	15.00
# 4	4.75 mm	178.5	1.50	100.00	0.00	0.00	5.00
# 8	2.36 mm	0.0	0.00	100.00	0.00	0.00	0.00
# 16	1.18 mm	0.0	0.00	100.00	0.00	0.00	0.00
# 30	600 µm	0.0	0.00	100.00	0.00	0.00	0.00
# 50	300 µm	0.0	0.00	100.00	0.00	0.00	0.00
# 100	150 µm	0.0	0.00	100.00	0.00	0.00	0.00
Fondo	-	0.0	0.00	100.00	0.00	-	-
						MF	7.43
						TMN	1"



OBSERVACIONES	LA MUESTRA CUMPLE CON EL USO GRANULOMETRICO
---------------	---

LABSUC
LABORATORIO DE SUELOS Y PAVIMENTOS
BACH. ARODI R. CIEZA ROMERO
JEFE DE LABORATORIO

LABSUC
LABORATORIO DE SUELOS Y PAVIMENTOS
ING. JHONATAN J. HERRERA BARAHONA
INGENIERO CIVIL
CIP: 312615

 <small>LABORATORIO DE SUELOS Y PAVIMENTOS</small>	LABSUC LABORATORIO DE SUELOS Y PAVIMENTOS	RUC	20604546231
	CONTENIDO DE HUMEDAD EVAPORABLE DE LOS AGREGADOS ASTM C566-19	INDECOPI	00116277
		FECHA	JULIO - 2024
		PAGINA	3 de 9
DATOS DEL MUESTREO			
PROYECTO:	"EFECTO DE LA SUSTITUCIÓN PARCIAL DEL CEMENTO POR CENIZA DE HORNO DE LADRILLERA ARTESANAL EN EL CONCRETO F'c = 210 KG/CM2. JAÉN – 2024".	REGISTRO N°	LSP24 - DM - 290
UBICACIÓN:	DISTRITO DE JAÉN, PROVINCIA DE JAÉN, DEPARTAMENTO DE CAJAMARCA	MUESTREADO POR:	SOLICITANTE
SOLICITANTE:	CRISTHIAN DANTER HERRERA JIBAJA - JHON ANTONY DIAZ VILLALOBOS	ENSAYADO POR:	J.H.B.

CONTENIDO DE HUMEDAD DEL AGREGADO GRUESO

ITEM	DESCRIPCION	UND.	DATOS	CANTERA
1	Peso del Recipiente	g	132.5	AZULA
2	Peso del Recipiente + muestra húmeda	g	3260.5	
3	Peso del Recipiente + muestra seca	g	3253.5	
4	CONTENIDO DE HUMEDAD	%	0.22	

CONTENIDO DE HUMEDAD DEL AGREGADO FINO

ITEM	DESCRIPCION	UND.	DATOS	CANTERA
1	Peso del Recipiente	g	140.6	AZULA
2	Peso del Recipiente + muestra húmeda	g	1140.6	
3	Peso del Recipiente + muestra seca	g	1092.6	
4	CONTENIDO DE HUMEDAD	%	5.04	

OBSERVACIONES	
----------------------	--


LABORATORIO DE SUELOS Y PAVIMENTOS

 BACH. ARODI R. CIEZA ROMERO
 JEFE DE LABORATORIO


LABORATORIO DE SUELOS Y PAVIMENTOS

 ING. JHONATAN J. HERRERA BARAHONA
 INGENIERO CIVIL
 CIP: 312615

	LABSUC LABORATORIO DE SUELOS Y PAVIMENTOS	RUC	20604546231
	DETERMINACIÓN DEL MATERIAL MÁS FINO QUE EL TAMIZ N°200 ASTM C 117	INDECOPI	00116277
		FECHA	JULIO - 2024
		PAGINA	4 de 9
DATOS DEL MUESTREO			
PROYECTO:	*EFECTO DE LA SUSTITUCIÓN PARCIAL DEL CEMENTO POR CENIZA DE HORNO DE LADRILLERA ARTESANAL EN EL CONCRETO F' C = 210 KG/CM2, JAÉN - 2024*.	REGISTRO N°	LSP24 - DM - 290
UBICACIÓN:	DISTRITO DE JAÉN, PROVINCIA DE JAÉN, DEPARTAMENTO DE CAJAMARCA	MUESTREADO POR:	SOLICITANTE
SOLICITANTE:	CRISTHIAN DANTER HERRERA JIBAJA - JHON ANTONY DIAZ VILLALOBOS	ENSAYADO POR:	J.H.B.

AGREGADO FINO - CANTERA AZULA

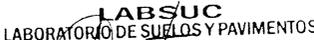
IDENTIFICACIÓN	1	2	PROMEDIO
Masa de tara (g)	129.5	130.7	
Masa de tara + muestra seca (g)	956.5	985.3	
Masa de tara + muestra lavada y seca (g)	932.8	960.4	
MATERIAL MENOR AL TAMIZ N°200 (%)	2.86	2.91	

AGREGADO GRUESO - CANTERA AZULA

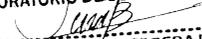
IDENTIFICACIÓN	1	2	PROMEDIO
Masa de tara (g)	131.6	129.7	
Masa de tara + muestra seca (g)	1825.3	1841.5	
Masa de tara + muestra lavada y seca (g)	1807.5	1824.7	
MATERIAL MENOR AL TAMIZ N°200 (%)	1.05	0.98	

Método de lavado utilizado : A

OBSERVACIONES	
---------------	--



 BACH. ARODI R. CIEZA ROMERO
 JEFE DE LABORATORIO



 ING. JHONATAN J. HERRERA BARAHONA
 INGENIERO CIVIL
 CIP: 312615

 <small>LABORATORIO DE SUELOS Y PAVIMENTOS</small>	LABSUC LABORATORIO DE SUELOS Y PAVIMENTOS	RUC	20604546231
	RESISTENCIA AL DESGASTE DEL AGREGADO GRUESO DE TAMAÑO MAYOR POR ABRASIÓN E IMPACTO EN LA MAQUINA LOS ÁNGELES ASTM C 131	INDECOPI	00116277
		FECHA	JULIO - 2024
		PAGINA	5 de 9
DATOS DEL MUESTREO			
PROYECTO:	"EFECTO DE LA SUSTITUCIÓN PARCIAL DEL CEMENTO POR CENIZA DE HORNO DE LADRILLERA ARTESANAL EN EL CONCRETO F'c = 210 KG/CM2, JAÉN - 2024".	REGISTRO N°	LSP24 - DM - 290
UBICACIÓN:	DISTRITO DE JAÉN, PROVINCIA DE JAÉN, DEPARTAMENTO DE CAJAMARCA	MUESTREADO POR:	SOLICITANTE
SOLICITANTE:	CRISTHIAN DANTER HERRERA JIBAJA - JHON ANTONY DIAZ VILLALOBOS	ENSAYADO POR:	J.H.B.
CANTERA:	AZULA		

GRADACIÓN	"A"	"B"	"C"	"D"
ESFERAS	12	11	8	6
1.1/2" - 1"	1250	-	-	-
1" - 3/4"	1250	-	-	-
3/4" - 1/2"	1250	2500	-	-
1/2" - 3/8"	1250	2500	-	-
3/8" - 1/4"			2500	-
1/4" - Nº4	-	-	2500	-
Nº4 - Nº8	-	-	-	5000
Peso Muestra	5000	5000	5000	
Peso Retenido Tamiz Nº 12		3506.5		
Peso Pasante Tamiz Nº 12		1494		
% DESGASTE		29.87		
PROMEDIO	29.87%			

OBSERVACIONES	
----------------------	--

LABSUC
LABORATORIO DE SUELOS Y PAVIMENTOS

BACH. ARODI R. CIEZA ROMERO
JEFE DE LABORATORIO

LABSUC
LABORATORIO DE SUELOS Y PAVIMENTOS

ING. JHONATAN J. HERRERA BARAHONA
INGENIERO CIVIL
CIP: 312615

DIRECCION: CALLE LA COLINA NRO. 381 (MONTEGRANDE - A 1 CDRA MCDO SOL DIVINO) CAJAMARCA - JAEN - JAEN

CEL: 969577841 - 975421091 - 912493920

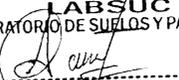
 <small>LABORATORIO DE SUELOS Y PAVIMENTOS</small>	LABSUC LABORATORIO DE SUELOS Y PAVIMENTOS	RUC	20604546231	
	MÉTODO DE PRUEBA ESTÁNDAR PARA DENSIDAD RELATIVA (GRAVEDAD ESPECÍFICA) Y ABSORCIÓN DE AGREGADO FINO ASTM C128-15	INDECOPI	00116277	
		FECHA	JULIO - 2024	
		PAGINA	6 de 9	
DATOS DEL MUESTREO				
PROYECTO:	"EFECTO DE LA SUSTITUCIÓN PARCIAL DEL CEMENTO POR CENIZA DE HORNO DE LADRILLERA ARTESANAL EN EL CONCRETO F'c = 210 KG/CM2, JAÉN – 2024".		REGISTRO N°	LSP24 - DM - 290
UBICACIÓN:	DISTRITO DE JAÉN, PROVINCIA DE JAÉN, DEPARTAMENTO DE CAJAMARCA		MUESTREADO POR:	SOLICITANTE
SOLICITANTE:	CRISTHIAN DANTER HERRERA JIBAJA - JHON ANTONY DIAZ VILLALOBOS		ENSAYADO POR:	J.H.B.
CANTERA:	AZULA			

ITEM	DATOS DE ENSAYO / N° DE PRUEBA	1	2	
A	Masa secada al horno (OD) (g)	487.4	488.9	
B	Masa de picnómetro con agua hasta la marca (g)	900.0	901.0	
C	Masa de picnómetro con agua + muestra sss (g)	1207.0	1209.0	
S	Masa saturada con superficie seca (SSS) (g)	500.0	500.0	PROMEDIO
Densidad Relativa (Gravedad específica) (OD)		2.53	2.55	2.54
Densidad Relativa (Gravedad específica) (SSD)		2.59	2.60	2.60
Densidad Relativa aparente (Gravedad específica)		2.70	2.70	2.70
% Absorción		2.59	2.27	2.43

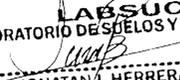
MÉTODO DE PREPARACIÓN DE LA MUESTRA

- Secado al horno
 Desde su Humedad Natural

OBSERVACIONES	
----------------------	--


LABORATORIO DE SUELOS Y PAVIMENTOS

BACH. ARODI R. CIEZA ROMERO
JEFE DE LABORATORIO


LABORATORIO DE SUELOS Y PAVIMENTOS

ING. JHONATAN HERRERA BARAHONA
INGENIERO CIVIL
CIP: 312615

 LABORATORIO DE SUELOS Y PAVIMENTOS	LABSUC LABORATORIO DE SUELOS Y PAVIMENTOS	RUC	20604546231
	MÉTODO DE PRUEBA ESTÁNDAR PARA DENSIDAD RELATIVA (GRAVEDAD ESPECÍFICA) Y ABSORCIÓN DE AGREGADO GRUESO ASTM C127-15	INDECOPI	00116277
		FECHA	JULIO - 2024
		PAGINA	7 de 9
DATOS DEL MUESTREO			
PROYECTO: UBICACIÓN: SOLICITANTE: CANTERA:	"EFECTO DE LA SUSTITUCIÓN PARCIAL DEL CEMENTO POR CENIZA DE HORNO DE LADRILLERA ARTESANAL EN EL CONCRETO F'c = 210 KG/CM2, JAÉN - 2024". DISTRITO DE JAÉN, PROVINCIA DE JAÉN, DEPARTAMENTO DE CAJAMARCA CRISTHIAN DANTER HERRERA JIBAJA - JHON ANTONY DIAZ VILLALOBOS AZULA		REGISTRO N° LSP24 - DM - 290 MUESTREADO POR: SOLICITANTE ENSAYADO POR: J.H.B.

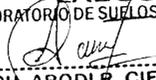
DATOS / N° DE PRUEBA		1	2
A	Masa de la muestra seca en el horno	4967.0	4961.0
B	Masa de la muestra al aire SSD	5006.0	4996.0
C	Masa de la muestra sumergida	3170.0	3171.0

RESULTADOS	1	2	PROMEDIO
Densidad Relativa (Gravedad específica OD)	2.71	2.72	2.71
Densidad Relativa (Gravedad específica SSD)	2.73	2.74	2.73
Densidad Relativa Aparente (Gravedad específica)	2.76	2.77	2.77
Absorción (%)	0.79	0.71	0.75

MÉTODO DE PREPARACIÓN DE LA MUESTRA

<input type="checkbox"/>	Secado al horno
<input checked="" type="checkbox"/>	Desde su Humedad Natural

OBSERVACIONES	
----------------------	--

LABSUC
LABORATORIO DE SUELOS Y PAVIMENTOS

BACH. ARODI R. CIEZA ROMERO
JEFE DE LABORATORIO

LABSUC
LABORATORIO DE SUELOS Y PAVIMENTOS

ING. JHONATAN J. HERRERA BARAHONA
INGENIERO CIVIL
CIP: 312615

 LABORATORIO DE SUELOS Y PAVIMENTOS	LABSUC LABORATORIO DE SUELOS Y PAVIMENTOS	RUC	20604546231
	MÉTODO DE PRUEBA ESTÁNDAR PARA PESO UNITARIO DEL AGREGADO GRUESO ASTM C29-97	INDECOPI	00116277
		FECHA	JULIO - 2024
		PAGINA	8 de 9
DATOS DEL MUESTREO			
PROYECTO:	"EFECTO DE LA SUSTITUCIÓN PARCIAL DEL CEMENTO POR CENIZA DE HORNO DE LADRILLERA ARTESANAL EN EL CONCRETO F'C = 210 KG/CM2, JAÉN - 2024".	REGISTRO N°	LSP24 - DM - 290
UBICACIÓN:	DISTRITO DE JAÉN, PROVINCIA DE JAÉN, DEPARTAMENTO DE CAJAMARCA	MUESTREADO POR:	SOLICITANTE
SOLICITANTE:	CRISTHIAN DANTER HERRERA JIBAJA - JHON ANTONY DIAZ VILLALOBOS	ENSAYADO POR:	J.H.B.
CANTERA:	AZULA		

PESO UNITARIO SUELTO ASTM C 29				
ENSAYO	UND	1	2	3
PESO DEL MATERIAL + MOLDE	gr.	18820	18756	18816
PESO DE MOLDE	gr.	5331	5331	5331
PESO DEL MATERIAL SUELTO	gr.	13489	13425	13485
VOLUMEN DEL MOLDE	cm3	9268	9268	9268
PESO UNITARIO SUELTO	Kg/m3	1455	1449	1455
PROMEDIO		1453 Kg/M3		

PESO UNITARIO COMPACTADO ASTM C 29				
ENSAYO	UND	1	2	3
PESO DEL MATERIAL + MOLDE	gr.	20151	20404	20300
PESO DE MOLDE	gr.	5331	5331	5331
PESO DEL MATERIAL COMPACTADO	gr.	14820	15073	14969
VOLUMEN DEL MOLDE	cm3	9268	9268	9268
PESO UNITARIO COMPACTADO	Kg/m3	1599	1626	1615
PROMEDIO		1614 Kg/M3		

OBSERVACIONES	
---------------	--


 LABORATORIO DE SUELOS Y PAVIMENTOS

 BACH. ARODI R. CIEZA ROMERO
 JEFE DE LABORATORIO


 LABORATORIO DE SUELOS Y PAVIMENTOS

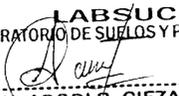
 ING. JHONATAN J. HERRERA BARAHONA
 INGENIERO CIVIL
 CIP: 312615

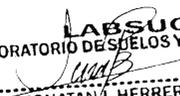
 LABORATORIO DE SUELOS Y PAVIMENTOS	LABSUC LABORATORIO DE SUELOS Y PAVIMENTOS	RUC	20604546231	
	MÉTODO DE PRUEBA ESTÁNDAR PARA PESO UNITARIO DEL AGREGADO FINO ASTM C29-97	INDECOPI	00116277	
		FECHA	JULIO - 2024	
		PAGINA	9 de 9	
DATOS DEL MUESTREO				
PROYECTO:	EFECTO DE LA SUSTITUCIÓN PARCIAL DEL CEMENTO POR CENIZA DE HORNO DE LADRILLERA ARTESANAL EN EL CONCRETO F' C = 210 KG/CM2, JAÉN - 2024.		REGISTRO N°	LSP24 - DM - 290
UBICACIÓN:	DISTRITO DE JAÉN, PROVINCIA DE JAÉN, DEPARTAMENTO DE CAJAMARCA		MUESTREADO POR:	SOLICITANTE
SOLICITANTE:	CRISTHIAN DANTER HERRERA JIABA - JHON ANTONY DIAZ VILLALOBOS		ENSAYADO POR:	J.H.B.
CANTERA:	AZULA			

PESO UNITARIO SUELTO ASTM C 29				
ENSAYO	UND	1	2	3
PESO DEL MATERIAL + MOLDE	gr.	6820	6864	6841
PESO DE MOLDE	gr.	2334	2334	2334
PESO DEL MATERIAL SUELTO	gr.	4486	4530	4507
VOLUMEN DEL MOLDE	cm3	2697	2697	2697
PESO UNITARIO SUELTO	Kg/m3	1663	1680	1671
PROMEDIO		1671 Kg/M3		

PESO UNITARIO COMPACTADO ASTM C 29				
ENSAYO	UND	1	2	3
PESO DEL MATERIAL + MOLDE	gr.	7156	7209	7198
PESO DE MOLDE	gr.	2334	2334	2334
PESO DEL MATERIAL SUELTO	gr.	4822	4875	4864
VOLUMEN DEL MOLDE	cm3	2697	2697	2697
PESO UNITARIO SUELTO	Kg/m3	1788	1808	1803
PROMEDIO		1800 Kg/M3		

OBSERVACIONES	
---------------	--


 LABORATORIO DE SUELOS Y PAVIMENTOS
 BACH. ARODI R. CIEZA ROMERO
 JEFE DE LABORATORIO


 LABORATORIO DE SUELOS Y PAVIMENTOS
 ING. JHONATAN J. HERRERA BARAHONA
 INGENIERO CIVIL
 CIP: 312615

Anexo 5

INDECOPI Y CERTIFICADOS DE CALIBRACIÓN

 LABORATORIO DE SUELOS Y PAVIMENTOS	TESIS: "EFECTO DE LA SUSTITUCIÓN PARCIAL DEL CEMENTO POR CENIZA DE HORNO DE LADRILLERA ARTESANAL EN EL CONCRETO F´C = 210 KG/CM2, JAÉN – 2024".			SOLICITANTE: CRISTHIAN DANTER HERRERA JIBAJA JHON ANTONY DIAZ VILLALOBOS
	PORTADA	LSP24 - DM - 290	JULIO - 2024	

ANEXO II

CERTIFICADO DE CALIBRACIÓN DE EQUIPOS Y DE INDECOPI



PERÚ

Presidencia
del Consejo de Ministros

INDECOPI

Registro de la Propiedad Industrial

Dirección de Signos Distintivos

CERTIFICADO N° 00116277

La Dirección de Signos Distintivos del Instituto Nacional de Defensa de la Competencia y de la Protección de la Propiedad Intelectual – INDECOPI, certifica que por mandato de la Resolución N° 014173-2019/DSD - INDECOPI de fecha 28 de junio de 2019, ha quedado inscrito en el Registro de Marcas de Servicio, el siguiente signo:

Signo : La denominación LABSUC LABORATORIO DE SUELOS Y PAVIMENTOS y logotipo (se reivindica colores), conforme al modelo

Distingue : Estudios de mecánica de suelos, concreto y asfalto

Clase : 42 de la Clasificación Internacional.

Solicitud : 0796363-2019

Titular : GROUP JHAC S.A.C.

País : Perú

Vigencia : 28 de junio de 2029

Tomo : 0582

Folio : 091

RAY MELONI GARCIA
Director
Dirección de Signos Distintivos
INDECOPI

LABSUC
LABORATORIO DE SUELOS Y PAVIMENTOS

Área de Metrología
Laboratorio de Masas

CERTIFICADO DE CALIBRACIÓN CA-LM-049-2024

Página 1 de 4

1. Expediente	0358
2. Solicitante	LABSUC LABORATORIO DE SUELOS Y PAVIMENTOS S.A.C.
3. Dirección	CAL. LA COLONIA N° 316 - CAJAMARCA - JAEN
4. Instrumento calibrado	BALANZA ELECTRÓNICA
Marca	OHAUS
Modelo	NVT62012H
N° de serie	8341346465
Identificación	No indica
Procedencia	China
Capacidad máxima:	6200 g
División de escala (d)	0,1 g
Div. de verificación (e)	1 g
Capacidad mínima	5 g
Clase de exactitud	III
5. Fecha de calibración	2024-05-17

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

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

CALIBRATEC 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.

Este certificado de calibración no podrá ser reproducido parcialmente sin la aprobación por escrito del laboratorio que lo emite.

El certificado de calibración sin firma y sello carece de validez.

Fecha de Emisión

2024-05-26

Jefe de Laboratorio



Área de Metrología
Laboratorio de Masas

CERTIFICADO DE CALIBRACIÓN CA-LM-049-2024

Página 2 de 4

6. Método de calibración:

La calibración se realiza por comparación directa entre las indicaciones de lectura de la balanza y las cargas aplicadas mediante pesas patrones siguiendo el procedimiento PC-001 "Procedimiento para la calibración de instrumentos de pesaje de funcionamiento no automático clase III y IIII (Edición 01) del INACAL - DM

7. Lugar de calibración

Laboratorio LABSUC LABORATORIO DE SUELOS Y PAVIMENTOS S.A.C.

8. Condiciones ambientales

	Inicial	Final
Temperatura	29,1 °C	29,5 °C
Humedad relativa	69 %	68 %

9. Patrones de referencia

Trazabilidad	Patrón utilizado	Certificado de calibración
PESATEC	Juego de pesas de 1 mg a 2 kg de clase M1	1492-MPES-C-2022
TOTAL WEIGHT	Pesa de 5 kg de clase M2	CM-4235-2022

10. Observaciones

- Se colocó una etiqueta autoadhesiva con la indicación **CALIBRADO**.
- En el caso de ser necesario, ajustar la indicación en cero antes de cada medición.
- Se realizó el ajuste de las indicaciones de la balanza antes de la calibración. (Para la carga de 6200 g la balanza indicaba 6199,79 g)
- El valor de "e", capacidad mínima y la clase de exactitud han sido determinados por el fabricante.
- Los resultados declarados en el presente certificado, se relacionan solamente con el ítem calibrado indicado en la página 1.
- En coordinación con el cliente, la variación de temperatura es 5 °C
- Se ha considerado como coeficiente de deriva de temperatura a $0,00001\text{ }^{\circ}\text{C}^{-1}$ según lo indicado en el manual de la balanza.
- El cliente no cuenta con pesas patrones para realizar el ajuste de la balanza.
- El cliente no cuenta con la información de los certificados anteriores para la balanza a calibrar. Por lo tanto, la contribución de la incertidumbre de la deriva de la balanza no será considerada.

Área de Metrología
Laboratorio de Masas

CERTIFICADO DE CALIBRACIÓN CA-LM-049-2024

Página 3 de 4

11. Inspección Visual

Ajuste a cero	Tiene	Escala	No tiene
Oscilación libre	Tiene	Cursor	No tiene
Plataforma	Tiene	Nivelación	Tiene
Sistema de traba	No tiene		

12. Resultados de la medición

ENSAYO DE REPETIBILIDAD

	Inicial	Final
Temperatura	29,3 °C	29,6 °C

	Inicial	Final
Humedad	68,0 %	68,0 %

Carga L1	3 000,00 g		
I	ΔL	E	
g	g	g	
3 000,0	0,06	-0,01	
3 000,0	0,06	-0,01	
3 000,0	0,07	-0,02	
3 000,0	0,05	0,00	
3 000,0	0,04	0,01	
3 000,0	0,05	0,00	
3 000,1	0,08	0,07	
3 000,0	0,04	0,01	
3 000,0	0,05	0,00	
3 000,0	0,05	0,00	
Dif M _{áx.} Encontrada	0,09		
EMP	3,0		

Carga L2	6 000,31 g		
I	ΔL	E	
g	g	g	
6 000,1	0,06	-0,22	
6 000,0	0,05	-0,31	
6 000,1	0,07	-0,23	
6 000,0	0,06	-0,32	
6 000,0	0,04	-0,30	
6 000,1	0,07	-0,23	
6 000,1	0,07	-0,23	
6 000,1	0,06	-0,22	
6 000,0	0,04	-0,30	
6 000,0	0,04	-0,30	
Dif M _{áx.} Encontrada	0,10		
EMP	3,0		

ENSAYO DE EXCENTRICIDAD

3	4
2	5

	Inicial	Final
Temperatura	29,6 °C	29,7 °C

	Inicial	Final
Humedad	67,0 %	67,0 %

Pos. Carga	Determinación del Error en Cero E ₀				Determinación del Error Corregido E _c				
	C. mínima g	I g	ΔL g	E ₀ g	Carga L g	I g	ΔL g	E g	E _c g
1	1,00	1,0	0,06	-0,01	2 000,00	2 000,0	0,06	-0,01	0,00
2		1,0	0,07	-0,02		2 000,0	0,07	-0,02	0,00
3		1,0	0,07	-0,02		2 000,1	0,05	0,10	0,12
4		1,0	0,07	-0,02		2 000,0	0,04	0,01	0,03
5		1,0	0,05	0,00		2 000,1	0,08	0,07	0,07
Error máximo permitido (±)									2,0

Área de Metrología
Laboratorio de Masas

CERTIFICADO DE CALIBRACIÓN CA-LM-049-2024

Página 4 de 4

ENSAYO DE PESAJE

	Inicial	Final		Inicial	Final
Temperatura	29,6 °C	29,7 °C	Humedad	67,0 %	67,0 %

Carga L g	Carga creciente				Carga decreciente				EMP g
	I g	ΔL g	E g	Ec g	I g	ΔL g	E g	Ec g	
E ₀	1,00	1,0	0,06	-0,01					
	2,00	2,0	0,06	-0,01	0,00	2,0	0,09	-0,04	-0,03
	600,00	600,0	0,05	0,00	0,01	600,1	0,08	0,07	0,08
	1 200,00	1 200,0	0,06	-0,01	0,00	1 200,1	0,08	0,07	0,08
	2 000,00	2 000,0	0,07	-0,02	-0,01	2 000,1	0,05	0,10	0,11
	2 500,00	2 500,0	0,05	0,00	0,01	2 500,0	0,07	-0,02	-0,01
	3 000,00	3 000,0	0,06	-0,01	0,00	3 000,1	0,05	0,10	0,11
	3 500,00	3 500,0	0,04	0,01	0,02	3 500,1	0,06	0,09	0,10
	4 000,00	4 000,1	0,07	0,08	0,09	4 000,1	0,06	0,09	0,10
	5 000,31	5 000,1	0,08	-0,24	-0,23	5 000,1	0,04	-0,20	-0,19
	6 200,31	6 200,1	0,07	-0,23	-0,22	6 200,1	0,07	-0,23	-0,22

L: Carga puesta sobre la plataforma de la balanza

I: Lectura de indicación de la balanza

E: Error encontrado

EMP: Error máximo permitido

E₀: Error en cero

Ec: Error corregido

ΔL: Carga incrementada

Incertidumbre expandida de medición

$$U_R = 2 \times \sqrt{0,0047 \text{ g}^2 + 0,00000000062 \cdot R^2}$$

Lectura corregida de la balanza

$$R_{\text{corregida}} = R + 0,00000016 \cdot R$$

R: Indicación de la lectura de la balanza en g

13. Incertidumbre

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, el cual proporciona un nivel de confianza de aproximadamente 95%.

La incertidumbre expandida de medición fue calculada a partir de los componentes de incertidumbre de los factores de influencia en la calibración.

FIN DEL DOCUMENTO

CERTIFICADO DE CALIBRACIÓN CA-LT-010-2024

Área de Metrología
Laboratorio de Temperatura

Página 1 de 7

- Expediente:** 358
- Solicitante:** LABSUC LABORATORIO DE SUELOS Y PAVIMENTOS S.A.C.
- Dirección:** CALLE LA COLONIA NRO. 316 - CAJAMARCA- JAEN - JAEN
- Equipo:** HORNO - ESTUFA
Marca: ARSON GROUPS
Modelo: HR 701
N° de serie: 202042
Procedencia: PERU
Identificación: NO INDICA
Ubicación: LABORATORIO DE MATERIALES

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

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

CALIBRATEC 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.

Este certificado de calibración no podrá ser reproducido parcialmente sin la aprobación por escrito del laboratorio que lo emite.

El certificado de calibración sin firma y sello carece de validez.

Descripción	Dispositivo de control	Instrumento de medición
Intervalo de indicación	0 °C a 300 °C	0 °C a 300 °C
Resolución	1 °C	1 °C
Tipo	Digital	Digital

- Fecha de calibración** 2024-05-17

Fecha de Emisión

2024-05-31

Jefe del Laboratorio



CERTIFICADO DE CALIBRACIÓN CA-LT-010-2024

Área de Metrología

Laboratorio de Temperatura

Página 2 de 7

6. Método de calibración

La calibración se efectuó por comparación directa con termómetros calibrados que tiene trazabilidad a la Escala Internacional de Temperatura de 1990 (EIT 90), se utilizó el Procedimiento para la Calibración de Medios Isotérmicos con aire como Medio Termostático PC-018 2da edición.

7. Lugar de calibración

LABSUC LABORATORIO DE SUELOS Y PAVIMENTOS S.A.C.

8. Condiciones ambientales

	Inicial	Final
Temperatura	28,8 °C	30,3 °C
Humedad relativa	71,0 %	71,0 %

9. Patrones de referencia

Trazabilidad	Patrón utilizado	Certificado de calibración
LT-0417-2024	Termómetro digital con 10 sensores tipo K (CH01 al CH10) con incertidumbre en el orden de 0,15 °C a 0,16 °C	SAT

10. Observaciones

- Se colocó una etiqueta autoadhesiva con la indicación **CALIBRADO**.
- La periodicidad de la calibración depende del uso, mantenimiento y conservación del instrumento de medición.
- Antes de la calibración no se realizó algún tipo de ajuste.
- La carga para la medición consistió de muestras con muestras.

CERTIFICADO DE CALIBRACIÓN CA-LT-010-2024

Área de Metrología
Laboratorio de Temperatura

Página 3 de 7

11. Resultados de la medición

Temperatura ambiental promedio 29,4 °C
 Tiempo de calentamiento y estabilización del equipo 3 horas
 El controlador se seteó en 110 °C

TEMPERATURA DE TRABAJO DE 110 °C ± 5 °C

Tiempo min	Term. del equipo °C	TEMPERATURAS EN LAS POSICIONES DE MEDICIÓN (°C)										T. prom °C	T _{máx} - T _{mín} °C
		NIVEL SUPERIOR					NIVEL INFERIOR						
		1	2	3	4	5	6	7	8	9	10		
00	109	106,2	107,4	107,0	108,0	107,3	112,4	112,5	112,5	112,3	112,7	109,8	6,5
02	110	107,0	108,1	107,7	108,7	108,1	113,3	113,3	113,3	113,0	113,4	110,6	6,4
04	110	107,3	107,8	107,4	108,5	107,7	113,7	113,8	113,8	113,5	114,0	110,7	6,7
06	109	106,4	107,6	107,2	108,2	107,5	112,8	112,9	113,0	112,3	113,3	110,1	6,9
08	109	106,0	107,2	106,7	108,0	107,0	112,6	112,8	113,0	112,5	112,8	109,9	6,9
10	109	106,6	107,9	107,5	108,5	107,7	113,0	113,1	113,1	112,8	113,1	110,3	6,5
12	110	107,5	108,5	108,0	108,9	108,3	114,1	114,1	114,2	113,8	114,2	111,2	6,7
14	110	107,7	108,7	108,2	109,3	108,6	114,6	114,2	114,2	113,9	114,2	111,4	6,8
16	109	106,6	107,7	107,4	108,3	107,6	112,9	113,0	113,0	112,7	113,4	110,3	6,8
18	110	106,7	107,7	107,2	108,2	107,5	113,2	113,3	113,3	113,0	113,4	110,3	6,7
20	110	107,3	108,3	107,7	108,3	108,1	113,6	113,7	113,7	113,5	113,7	110,8	6,4
22	109	106,9	108,2	107,4	108,8	108,0	113,3	113,3	113,3	113,0	113,4	110,6	6,5
24	109	106,2	107,8	107,3	107,9	107,6	112,7	112,8	113,0	112,4	112,8	110,0	6,7
26	109	106,4	107,5	106,9	107,8	107,4	112,6	112,7	112,9	112,5	113,0	110,0	6,6
28	110	107,4	108,3	107,8	108,9	108,4	113,5	113,6	113,7	113,4	113,8	110,9	6,4
30	110	107,2	108,6	108,0	109,1	108,3	113,9	114,1	114,1	113,8	114,2	111,1	6,9
32	110	107,5	108,8	108,3	109,4	108,6	113,6	113,8	113,7	113,4	114,0	111,1	6,5
34	109	106,9	108,2	107,7	108,8	108,0	113,3	113,4	113,4	113,2	113,6	110,6	6,7
36	109	106,1	107,5	107,0	108,1	107,3	112,5	112,6	112,7	112,3	112,6	109,9	6,5
38	110	107,2	107,0	106,6	107,5	107,0	113,1	113,3	113,3	113,0	113,1	110,1	6,8
40	109	106,9	107,5	107,0	108,2	107,4	113,4	113,6	113,6	113,3	113,6	110,4	6,7
42	109	106,2	107,4	106,8	108,0	107,2	112,6	112,7	112,9	112,6	112,9	109,9	6,7
44	110	107,3	108,5	107,9	109,1	108,3	113,4	113,5	113,4	113,1	113,4	110,8	6,1
46	110	106,9	108,2	107,7	108,9	108,1	113,1	113,2	113,2	112,9	113,3	110,5	6,4
48	110	107,1	108,4	107,9	109,0	108,2	113,3	113,4	113,4	113,1	113,4	110,7	6,3
50	109	106,8	108,0	107,5	108,6	107,8	113,0	113,1	113,1	112,8	113,2	110,4	6,4
52	109	106,0	107,3	106,8	107,9	107,1	112,3	112,5	112,7	112,4	112,6	109,8	6,6
54	111	107,7	108,0	107,5	108,7	107,6	113,7	113,8	113,8	113,5	114,0	110,8	6,5
56	110	107,6	108,5	108,0	109,1	107,5	113,6	113,9	114,0	113,7	114,1	111,0	6,6
58	110	107,0	108,1	107,6	108,6	107,1	113,0	113,1	113,1	112,8	113,2	110,4	6,2
60	109	106,5	107,8	107,4	106,9	106,9	112,7	112,7	112,9	112,4	112,8	109,9	6,3
T. PROM		106,9	108,0	107,4	108,4	107,7	113,2	113,3	113,3	113,0	113,4	110,5	
Temp. máxima		107,7	108,8	108,3	109,4	108,6	114,6	114,2	114,2	113,9	114,2		
Temp. mínima		106,0	107,0	106,6	106,9	106,9	112,3	112,5	112,5	112,3	112,6		
DTT		1,7	1,8	1,8	2,5	1,7	2,3	1,7	1,8	1,6	1,6		

CERTIFICADO DE CALIBRACIÓN CA-LT-010-2024

Área de Metrología
Laboratorio de Temperatura

Página 4 de 7

PARÁMETROS	Valor °C	Incertidumbre °C
Máxima Temperatura medida	114,6	0,4
Mínima Temperatura medida	106,0	0,3
Desviación de Temperatura en el Tiempo	2,5	0,1
Desviación de Temperatura en el Espacio	6,5	0,1
Estabilidad medida	1,25	0,05
Uniformidad medida	6,9	0,2

- T. PROM : Promedio de la temperatura en una posición de medición durante el tiempo de calibración.
T. prom : Promedio de las temperaturas en la diez posiciones de medición para un instante dado.
T_{MAX} : Temperatura máxima.
T_{MIN} : Temperatura mínima.
DTT : Desviación de Temperatura en el Tiempo.

Para cada posición de medición su "desviación de temperatura en el tiempo" DTT está dada por la diferencia entre la máxima y la mínima temperatura en dicha posición.

Entre dos posiciones de medición su "desviación de temperatura en el espacio" está dada por la diferencia entre los promedios de temperaturas registradas en ambas posiciones.

Incertidumbre expandida de las indicaciones del termómetro propio del Medio Isothermo : 0,6 °C

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

La uniformidad es la máxima diferencia medida de temperatura entre las diferentes posiciones espaciales para un mismo instante de tiempo.

La Estabilidad es considerada igual a $\pm 1/2$ DTT.

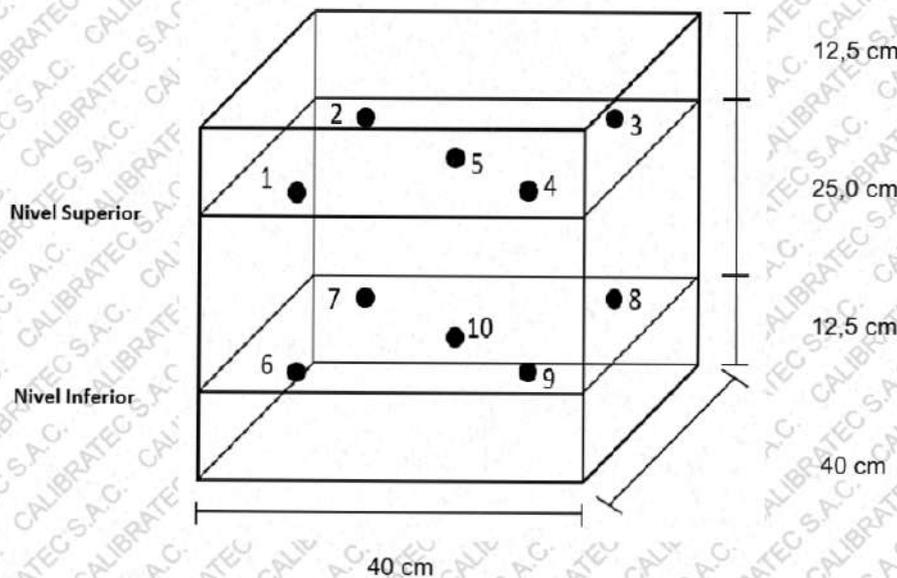
**Durante la calibración y bajo las condiciones en que ésta ha sido hecha, el medio isotermo
CUMPLE con los límites especificados de temperatura**

CERTIFICADO DE CALIBRACIÓN CA-LT-010-2024

Área de Metrología
Laboratorio de Temperatura

Página 5 de 7

DISTRIBUCIÓN DE LOS SENSORES DEL EQUIPO



Los sensores 5 y 10 están ubicados en el centro de sus respectivos niveles.

Los sensores del 1 al 5 están ubicados a 1,5 cm por encima de la carga más alta.

Los sensores del 6 al 10 están ubicados a 1,5 cm por debajo de la parrilla inferior.

Los sensores del 1 al 4 y 6 al 9 están ubicados 5 cm de las paredes laterales y a 5 cm del frente y fondo del equipo.

Incertidumbre

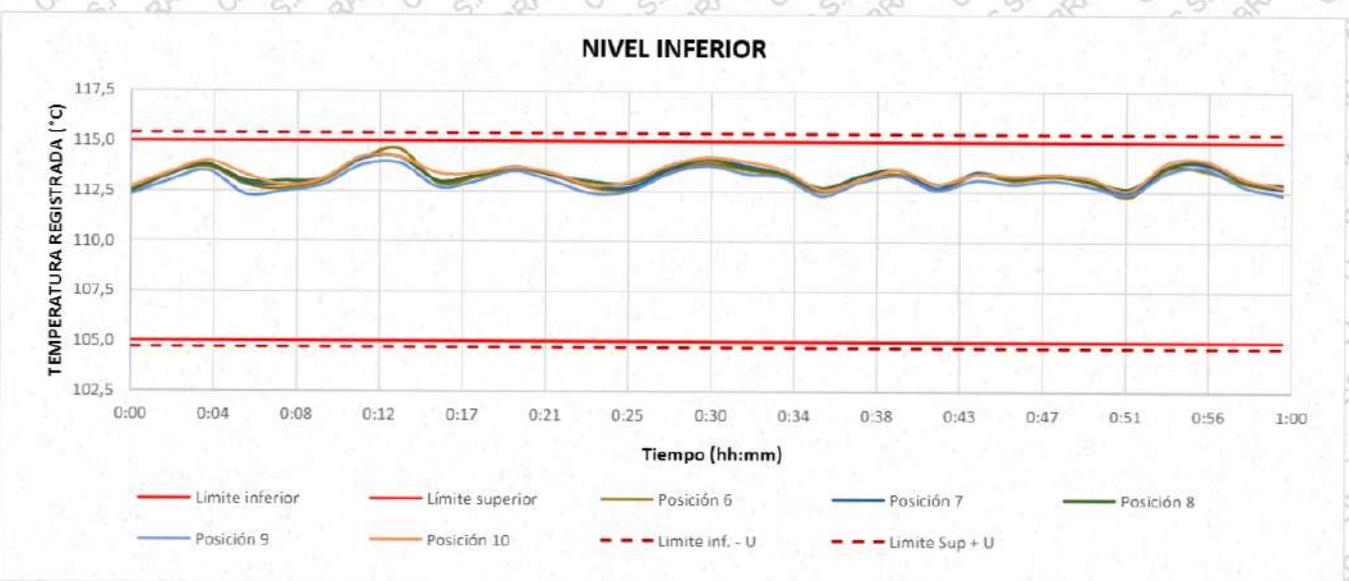
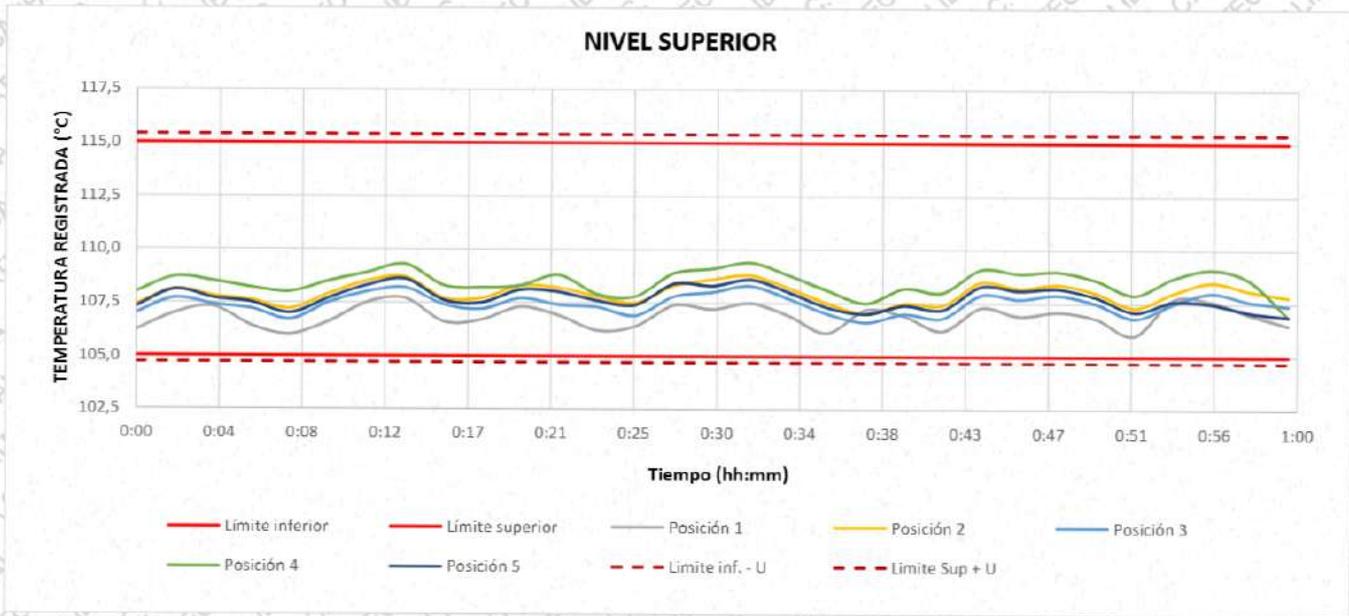
La incertidumbre reportada en el presente certificado es la incertidumbre expandida de medición que resulta de multiplicar la incertidumbre estándar por el factor de cobertura $k=2$, el cual proporciona un nivel de confianza de aproximadamente 95%.

CERTIFICADO DE CALIBRACIÓN CA-LT-010-2024

Área de Metrología
Laboratorio de Temperatura

Página 6 de 7

TEMPERATURA DE TRABAJO DE 110 °C ± 5 °C



CERTIFICADO DE CALIBRACIÓN CA-LT-010-2024

Área de Metrología
Laboratorio de Temperatura

Página 7 de 7

FOTOGRAFÍA INTERNA DEL EQUIPO



FIN DEL DOCUMENTO

CERTIFICADO DE CALIBRACIÓN CA-LM-051-2024

Página 1 de 4

Área de Metrología
Laboratorio de Masas

1. Expediente	0358
2. Solicitante	LABSUC LABORATORIO DE SUELOS Y PAVIMENTOS S.A.C.
3. Dirección	CAL. COLONIA N° 316 - CAJAMARCA - JAEN
4. Instrumento calibrado	BALANZA ELECTRÓNICA
Marca	OHAUS
Modelo	NV622Z4
N° de serie	8341346598
Identificación	No indica
Procedencia	China
Capacidad máxima:	620 g
División de escala (d)	0,01 g
Div. de verificación (e)	0,1 g
Capacidad mínima	0,2 g
Clase de exactitud	III
5. Fecha de calibración	2024-05-17

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

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

CALIBRATEC 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.

Este certificado de calibración no podrá ser reproducido parcialmente sin la aprobación por escrito del laboratorio que lo emite.

El certificado de calibración sin firma y sello carece de validez.

Fecha de Emisión

2024-05-26

Jefe de Laboratorio



6. Método de calibración:

La calibración se realiza por comparación directa entre las indicaciones de lectura de la balanza y las cargas aplicadas mediante pesas patrones siguiendo el procedimiento PC-001 "Procedimiento para la calibración de instrumentos de pesaje de funcionamiento no automático clase III y IIII (Edición 01) del INACAL - DM

7. Lugar de calibración

Laboratorio LABSUC LABORATORIO DE SUELOS Y PAVIMENTOS S.A.C.

8. Condiciones ambientales

	Inicial	Final
Temperatura	29,3 °C	29,6 °C
Humedad relativa	66 %	66 %

9. Patrones de referencia

Trazabilidad	Patrón utilizado	Certificado de calibración
PESATEC	Juego de pesas de 1 mg a 2 kg de clase M1	1492-MPES-C-2022

10. Observaciones

- Se colocó una etiqueta autoadhesiva con la indicación **CALIBRADO**.
- En el caso de ser necesario, ajustar la indicación en cero antes de cada medición.
- Se realizó el ajuste de las indicaciones de la balanza antes de la calibración. (Para la carga de 620 g la balanza indicaba 619.74 g)
- El valor de "e", capacidad mínima y la clase de exactitud han sido determinados por el fabricante.
- Los resultados declarados en el presente certificado, se relacionan solamente con el ítem calibrado indicado en la página 1.
- En coordinación con el cliente, la variación de temperatura es 5 °C
- Se ha considerado como coeficiente de deriva de temperatura a $0,00001\text{ }^{\circ}\text{C}^{-1}$ según el procedimiento PC-001 "Procedimiento para la calibración de instrumentos de pesaje de funcionamiento no automático clase III y IIII (Edición 01) del INACAL - DM.
- El cliente no cuenta con pesas patrones para realizar el ajuste de la balanza.
- El cliente no cuenta con la información de los certificados anteriores para la balanza a calibrar. Por lo tanto, la contribución de la incertidumbre de la deriva de la balanza no será considerada.

Área de Metrología
Laboratorio de Masas

CERTIFICADO DE CALIBRACIÓN CA-LM-051-2024

Página 3 de 4

11. Inspección Visual

Ajuste a cero	Tiene	Escala	No Tiene
Oscilación libre	Tiene	Cursor	No Tiene
Plataforma	Tiene	Nivelación	Tiene
Sistema de traba	No Tiene		

12. Resultados de la medición

ENSAYO DE REPETIBILIDAD

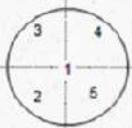
	Inicial	Final
Temperatura	29,5 °C	29,7 °C

	Inicial	Final
Humedad	65,0 %	65,0 %

Carga L1		300,001 g	
I	ΔL	E	
g	g	g	
300,00	0,006	-0,002	
300,00	0,006	-0,002	
300,01	0,005	0,009	
300,00	0,007	-0,003	
300,00	0,007	-0,003	
300,01	0,008	0,006	
300,01	0,009	0,005	
300,01	0,008	0,006	
300,00	0,004	0,000	
300,00	0,005	-0,001	
Dif Máx. Encontrada		0,012	
EMP		0,30	

Carga L2		600,001 g	
I	ΔL	E	
g	g	g	
600,01	0,008	0,006	
600,01	0,007	0,007	
600,00	0,003	0,001	
600,01	0,007	0,007	
600,01	0,008	0,006	
600,01	0,007	0,007	
600,00	0,004	0,000	
600,01	0,007	0,007	
600,01	0,008	0,006	
600,01	0,009	0,005	
Dif Máx. Encontrada		0,007	
EMP		0,30	

ENSAYO DE EXCENTRICIDAD



	Inicial	Final
Temperatura	29,7 °C	29,6 °C

	Inicial	Final
Humedad	63,0 %	65,0 %

Pos. Carga	Determinación del Error en Cero E_0				Determinación del Error Corregido E_c				
	C. mínima g	I g	ΔL g	E_0 g	Carga L g	I g	ΔL g	E g	E_c g
1	0,100	0,10	0,006	-0,001	200,001	200,00	0,007	-0,003	-0,002
2		0,10	0,008	-0,003		200,01	0,008	0,006	0,009
3		0,10	0,007	-0,002		200,01	0,005	0,009	0,011
4		0,10	0,006	-0,001		200,00	0,004	0,000	0,001
5		0,10	0,005	0,000		199,99	0,005	-0,011	-0,011
Error máximo permitido (\pm)									0,20

Área de Metrología
Laboratorio de Masas

CERTIFICADO DE CALIBRACIÓN CA-LM-051-2024

Página 4 de 4

ENSAYO DE PESAJE

	Inicial	Final		Inicial	Final
Temperatura	29,6 °C	29,8 °C	Humedad	65,0 %	65,0 %

Carga L g	Carga creciente				Carga decreciente				EMP g
	I g	ΔL g	E g	Ec g	I g	ΔL g	E g	Ec g	
E ₀	0,100	0,10	0,006	-0,001					
	0,200	0,20	0,006	-0,001	0,000				0,10
	60,000	60,00	0,004	0,001	0,002	60,00	0,005	-0,001	0,000
	120,000	120,00	0,005	0,000	0,001	120,01	0,005	0,000	0,001
	150,000	150,00	0,006	-0,001	0,000	150,01	0,007	0,008	0,011
	200,001	200,00	0,006	-0,002	-0,001	200,01	0,006	0,008	0,009
	250,001	250,01	0,008	0,006	0,007	250,01	0,005	0,009	0,010
	300,001	300,01	0,007	0,007	0,008	300,01	0,006	0,008	0,009
	350,001	350,00	0,004	0,000	0,001	350,01	0,007	0,007	0,008
	400,002	400,01	0,008	0,005	0,006	400,01	0,006	0,007	0,008
	620,001	620,01	0,009	0,005	0,006	620,01	0,009	0,005	0,006

L: Carga puesta sobre la plataforma de la balanza
I: Lectura de indicación de la balanza
E: Error encontrado
EMP: Error máximo permitido

E₀: Error en cero
Ec: Error corregido
ΔL: Carga incrementada

Incertidumbre expandida de medición

$$U_R = 2 \times \sqrt{0,000045 \text{ g}^2 + 0,00000000067 \cdot R^2}$$

Lectura corregida de la balanza

$$R_{\text{corregida}} = R - 0,000012 \cdot R$$

R: Indicación de la lectura de la balanza en g

13. Incertidumbre

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, el cual proporciona un nivel de confianza de aproximadamente 95%.

La incertidumbre expandida de medición fue calculada a partir de los componentes de incertidumbre de los factores de influencia en la calibración.

FIN DEL DOCUMENTO

Área de Metrología
Laboratorio de Masas

CERTIFICADO DE CALIBRACIÓN CA-LM-050-2024

Página 1 de 4

1. Expediente	0358
2. Solicitante	LABSUC LABORATORIO DE SUELOS Y PAVIMENTOS S.A.C.
3. Dirección	CAL. LA COLONIA N° 316 - CAJAMARCA - JAEN
4. Instrumento calibrado	BALANZA ELECTRÓNICA
Marca	OHAUS
Modelo	R21PE30
N° de serie	8640110596
Identificación	No indica
Procedencia	China
Capacidad máxima:	30000 g
División de escala (d)	1 g
Div. de verificación (e)	10 g
Capacidad mínima	200 g
Clase de exactitud	III
5. Fecha de calibración	2024-05-17

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

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

CALIBRATEC 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.

Este certificado de calibración no podrá ser reproducido parcialmente sin la aprobación por escrito del laboratorio que lo emite.

El certificado de calibración sin firma y sello carece de validez.

Fecha de Emisión

2024-05-26

Jefe de Laboratorio



Revisión 00

RT03-F01

CERTIFICADO DE CALIBRACIÓN CA-LM-050-2024

Área de Metrología
Laboratorio de Masas

Página 2 de 4

6. Método de calibración:

La calibración se realiza por comparación directa entre las indicaciones de lectura de la balanza y las cargas aplicadas mediante pesas patrones siguiendo el procedimiento PC-001 "Procedimiento para la calibración de instrumentos de pesaje de funcionamiento no automático clase III y IIII (Edición 01) del INACAL - DM

7. Lugar de calibración

Laboratorio LABSUC LABORATORIO DE SUELOS Y PAVIMENTOS S.A.C.

8. Condiciones ambientales

	Inicial	Final
Temperatura	29,3 °C	29,5 °C
Humedad relativa	67 %	68 %

9. Patrones de referencia

Trazabilidad	Patrón utilizado	Certificado de calibración
PESATEC	Juego de pesas de 1 mg a 2 kg de clase M1	1492-MPES-C-2022
TOTAL WEIGHT	Pesa de 5 kg de clase M2	CM-4235-2022
TOTAL WEIGHT	Pesa de 10 kg de clase M2	CM-4188-2022
TOTAL WEIGHT	Pesa de 20 kg de clase M2	CM-4239-2022

10. Observaciones

- Se colocó una etiqueta autoadhesiva con la indicación **CALIBRADO**.
- En el caso de ser necesario, ajustar la indicación en cero antes de cada medición.
- Se realizó el ajuste de las indicaciones de la balanza antes de la calibración. (Para la carga de 30000 g la balanza indicaba 29992 g)
- El valor de "e", capacidad mínima y la clase de exactitud han sido determinados por el fabricante.
- Los resultados declarados en el presente certificado, se relacionan solamente con el ítem calibrado indicado en la página
- En coordinación con el cliente, la variación de temperatura es 5 °C
- Se ha considerado como coeficiente de deriva de temperatura a 0,00001 °C⁻¹ según el procedimiento PC-001 "Procedimiento para la calibración de instrumentos de pesaje de funcionamiento no automático clase III y IIII (Edición 01) del INACAL - DM.
- El cliente no cuenta con pesas patrones para realizar el ajuste de la balanza.
- El cliente no cuenta con la información de los certificados anteriores para la balanza a calibrar. Por lo tanto, la contribución de la incertidumbre de la deriva de la balanza no será considerada.

CERTIFICADO DE CALIBRACIÓN CA-LM-050-2024

Página 3 de 4

Área de Metrología
Laboratorio de Masas

11. Inspección Visual

Ajuste a cero	Tiene	Escala	No tiene
Oscilación libre	Tiene	Cursor	No tiene
Plataforma	Tiene	Nivelación	Tiene
Sistema de traba	No tiene		

12. Resultados de la medición

ENSAYO DE REPETIBILIDAD

	Inicial	Final
Temperatura	29,5 °C	29,6 °C

	Inicial	Final
Humedad	66,0 %	66,0 %

Carga L1	15 000,3 g	
I	ΔL	E
g	g	g
15 000	0,5	-0,3
15 000	0,7	-0,5
15 000	0,6	-0,4
15 000	0,4	-0,2
15 000	0,6	-0,4
15 000	0,7	-0,5
15 000	0,5	-0,3
15 000	0,7	-0,5
15 000	0,3	-0,1
15 000	0,7	-0,5
Dif Máx. Encontrada	0,4	
EMP	20	

Carga L2	30 001,2 g	
I	ΔL	E
g	g	g
30 001	0,8	-0,5
30 001	0,9	-0,6
30 000	0,3	-1,0
30 000	0,4	-1,1
30 001	0,8	-0,5
30 000	0,3	-1,0
30 000	0,4	-1,1
30 000	0,5	-1,2
30 000	0,4	-1,1
30 000	0,4	-1,1
Dif Máx. Encontrada	0,7	
EMP	30	

ENSAYO DE EXCENTRICIDAD

3	4
2	5

	Inicial	Final
Temperatura	29,6 °C	29,6 °C

	Inicial	Final
Humedad	66,0 %	66,0 %

Pos. Carga	Determinación del Error en Cero E_0				Determinación del Error Corregido E_c				
	C. mínima g	I g	ΔL g	E_0 g	Carga L g	I g	ΔL g	E g	E_c g
1	100,0	100	0,6	-0,1	10 000,0	10 000	0,5	0,0	0,1
2		100	0,5	0,0		10 001	0,8	0,7	0,7
3		100	0,6	-0,1		10 000	0,3	0,2	0,3
4		100	0,5	0,0		10 000	0,4	0,1	0,1
5		100	0,7	-0,2		10 000	0,4	0,1	0,3
Error máximo permitido (\pm)									20

Área de Metrología
Laboratorio de Masas

CERTIFICADO DE CALIBRACIÓN CA-LM-050-2024

Página 4 de 4

ENSAYO DE PESAJE

	Inicial	Final		Inicial	Final
Temperatura	29,6 °C	29,7 °C	Humedad	67,0 %	67,0 %

Carga L g	Carga creciente				Carga decreciente				EMP g	
	I g	ΔL g	E g	Ec g	I g	ΔL g	E g	Ec g		
E ₀	100,0	100	0,6	-0,1						
	200,0	200	0,6	-0,1	0,0	200	0,7	-0,2	-0,1	10
	3 000,0	3 000	0,4	0,1	0,2	3 000	0,7	-0,2	-0,1	10
	6 000,3	6 000	0,7	-0,5	-0,4	6 000	0,5	-0,3	-0,2	20
	7 500,3	7 500	0,6	-0,4	-0,3	7 500	0,4	-0,2	-0,1	20
	10 000,0	10 000	0,7	-0,2	-0,1	10 000	0,5	0,0	0,1	20
	12 000,0	12 000	0,4	0,1	0,2	12 000	0,6	-0,1	0,0	20
	15 000,3	15 000	0,5	-0,3	-0,2	15 000	0,7	-0,5	-0,4	20
	20 001,2	20 001	0,7	-0,4	-0,3	20 000	0,7	-1,4	-1,3	20
	25 001,5	25 001	0,8	-0,8	-0,7	25 000	0,6	-1,6	-1,5	30
	30 001,2	30 001	0,8	-0,5	-0,4	30 001	0,8	-0,5	-0,4	30

L: Carga puesta sobre la plataforma de la balanza
I: Lectura de indicación de la balanza
E: Error encontrado
EMP: Error máximo permitido

E₀: Error en cero
Ec: Error corregido
ΔL: Carga incrementada

Incertidumbre expandida de medición

$$U_R = 2 \times \sqrt{0,33 \text{ g}^2 + 0,00000000080 \cdot R^2}$$

Lectura corregida de la balanza

$$R_{\text{corregida}} = R + 0,000022 \cdot R$$

R: Indicación de la lectura de la balanza en g

13. Incertidumbre

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, el cual proporciona un nivel de confianza de aproximadamente 95%.

La incertidumbre expandida de medición fue calculada a partir de los componentes de incertidumbre de los factores de influencia en la calibración.

FIN DEL DOCUMENTO

 LABORATORIO DE SUELOS Y FUNDACIONES	TESIS: "EFECTO DE LA SUSTITUCIÓN PARCIAL DEL CEMENTO POR CENIZA DE HORNO DE LADRILLERA ARTESANAL EN EL CONCRETO F´C = 210 KG/CM2, JAÉN – 2024".		SOLICITANTE: CRISTHIAN DANTER HERRERA JIBAJA JHON ANTONY DIAZ VILLALOBOS
	PORTADA	LSP24 - EC – 311	OCTUBRE - 2024

ENSAYOS A COMPRESIÓN

“EFECTO DE LA SUSTITUCIÓN PARCIAL DEL CEMENTO POR CENIZA DE HORNO DE LADRILLERA ARTESANAL EN EL CONCRETO F´C = 210 KG/CM2, JAÉN – 2024”.

SOLICITANTE:

**CRISTHIAN DANTER HERRERA JIBAJA
JHON ANTONY DIAZ VILLALOBOS**

**DISTRITO: JAÉN
PROVINCIA: JAÉN
DEPARTAMENTO: CAJAMARCA**

JAEN, CAJAMARCA, OCTUBRE - 2024

 LABORATORIO DE SUELOS Y PAVIMENTOS	TESIS: "EFECTO DE LA SUSTITUCIÓN PARCIAL DEL CEMENTO POR CENIZA DE HORNO DE LADRILLERA ARTESANAL EN EL CONCRETO F' C = 210 KG/CM2, JAÉN - 2024".		SOLICITANTE: CRISTHIAN DANTER HERRERA JIBAJA JHON ANTONY DIAZ VILLALOBOS
	ANEXOS	LSP24 - EC - 311	

ANEXO I

ENSAYO A COMPRESIÓN DE PROBETAS CILINDRICAS

LABORATORIO DE SUELOS Y PAVIMENTOS



RESISTENCIA A LA COMPRESIÓN DE CILINDROS DE CONCRETO

CÓDIGO: LSP24 - EC - 311
VERSIÓN: 01
FECHA: AGOSTO - 2024
PAGINA : 1 DE: 1

MTC E - 704 / ASTM C - 39/ 39 M

BACHILLER: CRISTHIAN DANTER HERRERA JIBAJA - JHON ANTONY DIAZ VILLALOBOS

TEISIS: "EFECTO DE LA SUSTITUCIÓN PARCIAL DEL CEMENTO POR CENIZA DE HORNO DE LADRILLERA ARTESANAL EN EL CONCRETO F'c = 210 KG/CM2. JAÉN - 2024"

ATENCIÓN: JHONATAN HERRERA B.

LOCALIZACIÓN: DISTRITO DE JAÉN - PROVINCIA DE JAÉN - REGIÓN CAJAMARCA

ASENTAMIENTO (PULGADAS): PROCEDENCIA DE LA MEZCLA

Table with 10 columns (CILINDRO N° 1-9) and 20 rows (IDENTIFICACIÓN, FECHA TOMA DE MUESTRA, EDAD ROTURA, FECHA DE ENSAYO, D: DIÁMETRO, L: LONGITUD, W: MASA DEL CILINDRO, AREA, DENSIDAD, CARGA MAXIMA, RELACIÓN L/D, FACTOR DE CORRECCIÓN, RESISTENCIA A LA COMPRESIÓN CALCULADA, etc.)

RESISTENCIA A LA COMPRESIÓN CALCULADA (Kg/cm²)
PROMEDIO RESISTENCIA A LA COMPRESIÓN CALCULADA (Kg/cm²)
% DE DESARROLLO A LA RESISTENCIA ESPECIFICADA
% PROMEDIO DESARROLLO A LA RESISTENCIA ESPECIFICADA

TIPO DE FALLA table with 6 columns (Tipo 1-6) and 2 rows (Description and Diagrams)

REMISIÓN: MUESTRA TOMADA Y TRANSPORTADA POR EL CLIENTE
EQUIPO UTILIZADO: Nombre: Fransa de concreto Marca: Perutest Modelo: ----- Serie: 010

OBSERVACIONES: Muestras elaboradas por el solicitante

LABORATORIO and RECIBIDO sections with signatures and stamps of LABSUC and ING. JHONATAN J. HERRERA BARAHONA

RESISTENCIA A LA COMPRESIÓN DE CILINDROS DE CONCRETO

MTC E - 704 / ASTM C - 39/ 39 M

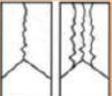
BACHILLER: CRISTHIAN DANTER HERRERA JIABA - JHON ANTONY DIAZ VILLALOBOS

TE SIS: "EFECTO DE LA SUSTITUCIÓN PARCIAL DEL CEMENTO POR CENIZA DE HORNO DE LADRILLERA ARTESANAL EN EL CONCRETO F'c = 210 KG/CM2. JAÉN - 2024"

ATENCIÓN: JHONATAN HERRERA B.

LOCALIZACIÓN	DISTRITO DE JAÉN - PROVINCIA DE JAÉN - REGIÓN CAJAMARCA					
ASENTAMIENTO (PULGADAS)	PROCEDENCIA DE LA MEZCLA					
CILINDRO N°	10	11	12			
IDENTIFICACIÓN	CONCRETO PATRÓN	CONCRETO PATRÓN	CONCRETO PATRÓN			
FECHA TOMA DE MUESTRA	02/08/2024	02/08/2024	02/08/2024			
EDAD ROTURA (días)	56	56	56			
FECHA DE ENSAYO	27/09/2024	27/09/2024	27/09/2024			
D: DIÁMETRO (mm)	150.00	150.00	150.00			
L: LONGITUD (mm)	300.00	300.00	300.00			
W: MASA DEL CILINDRO (kg)	-	-	-			
AREA (cm ²)	176.71	176.71	176.71			
DENSIDAD kg/m ³	-	-	-			
CARGA MAXIMA (kgf)	49910.0	51820.0	40340.0			
RELACIÓN L/D	2.00	2.00	2.00			
FACTOR DE CORRECCIÓN L/D ≤ 1,75	1.000	1.000	1.000			
RESISTENCIA A LA COMPRESIÓN CALCULADA (Kg/cm ²)	282.43	293.24	228.28			
PROMEDIO RESISTENCIA A LA COMPRESIÓN CALCULADA (Kg/cm ²)	267.98					
% DE DESARROLLO A LA RESISTENCIA ESPECIFICADA	134.5	139.6	108.7			
% PROMEDIO DESARROLLO A LA RESISTENCIA ESPECIFICADA	127.6					

RESISTENCIA ESPECIFICADA f_c: 210 Kg/cm² / 21 MPa

Tipo 1	Tipo 2	Tipo 3	Tipo 4	Tipo 5	Tipo 6
 <p>Conos razonablemente bien formados en ambos extremos</p>	 <p>Conos formados en un extremo pero en el otro no. Grietas verticales que llegan a los extremos</p>	 <p>Agrietamiento vertical columnar que abarca ambos extremos. No hay conos bien formados</p>	 <p>Fractura diagonal sin grietas a través de los extremos. Se debe golpear con martillo para distinguirlo del tipo 1</p>	 <p>Fracturas en las esquinas (usuales en cilindros sin refrentar)</p>	 <p>Similar al Tipo 5, pero las esquinas tienden a unirse</p>

REMISIÓN: MUESTRA TOMADA Y TRANSPORTADA POR EL CLIENTE

EQUIPO UTILIZADO: Nombre: Prensa de concreto Marca: Perutest Modelo: ----- Serie: 010

OBSERVACIONES: Muestras elaboradas por el solicitante

LABORATORIO	RECIBIDO
<p>LABSUC LABORATORIO DE SUELOS Y PAVIMENTOS</p> <p><i>[Firma]</i> BACH. ARODI R. CIEZA ROMERO JEFE DE LABORATORIO</p> <p>REALIZO</p>	<p>LABSUC LABORATORIO DE SUELOS Y PAVIMENTOS</p> <p><i>[Firma]</i> ING. JHONATAN HERRERA BARAHONA INGENIERO CIVIL CIP: 312615</p> <p>APROBO</p>
	<p>CLIENTE</p>

MTC E - 704 / ASTM C - 39/ 39 M

BACHILLER: CRISTHIAN DANTER HERRERA JIBAJA - JHON ANTONY DIAZ VILLALOBOS

TESIS: "EFECTO DE LA SUSTITUCIÓN PARCIAL DEL CEMENTO POR CENIZA DE HORNO DE LADRILLERA ARTESANAL EN EL CONCRETO F'c = 210 KG/CM2, JAÉN - 2024"

ATENCIÓN: JHONATAN HERRERA B.

LOCALIZACIÓN	DISTRITO DE JAÉN - PROVINCIA DE JAÉN - REGIÓN CAJAMARCA							
ASENTAMIENTO (PULGADAS)	PROCEDENCIA DE LA MEZCLA							
CILINDRO N°	1	2	3	4	5	6		
IDENTIFICACIÓN	3%	3%	3%	3%	3%	3%		
FECHA TOMA DE MUESTRA	04/08/2024	04/08/2024	04/08/2024	04/08/2024	04/08/2024	04/08/2024		
EDAD ROTURA (días)	7	7	7	14	14	14		
FECHA DE ENSAYO	11/08/2024	11/08/2024	11/08/2024	18/08/2024	18/08/2024	18/08/2024		
D: DIÁMETRO (mm)	150.00	150.00	150.00	150.00	150.00	150.00		
L: LONGITUD (mm)	300.00	300.00	300.00	300.00	300.00	300.00		
W: MASA DEL CILINDRO (kg)	-	-	-	-	-	-		
AREA (cm ²)	176.71	176.71	176.71	176.71	176.71	176.71		
DENSIDAD kg/m ³	-	-	-	-	-	-		
CARGA MAXIMA (kgf)	31850.0	33340.0	31520.0	41470.0	37350.0	30040.0		
RELACIÓN L/D	2.00	2.00	2.00	2.00	2.00	2.00		
FACTOR DE CORRECCIÓN L/D ≤ 1,75	1.000	1.000	1.000	1.000	1.000	1.000		
RESISTENCIA A LA COMPRESIÓN CALCULADA (Kg/CM ²)	180.23	188.67	178.37	234.67	211.36	169.99		
PROMEDIO RESISTENCIA A LA COMPRESIÓN CALCULADA (Kg/CM ²)	182.42			205.34				
% DE DESARROLLO A LA RESISTENCIA ESPECIFICADA	85.8	89.8	84.9	111.7	100.6	80.9		
% PROMEDIO DESARROLLO A LA RESISTENCIA ESPECIFICADA	86.9			97.8				
RESISTENCIA ESPECIFICADA F _c	210 Kg/CM ² / 21 MPa							
TIPO DE FALLA								
Tipo 1	Tipo 2	Tipo 3	Tipo 4	Tipo 5	Tipo 6			
Conos razonablemente bien formados en ambos extremos	Conos formados en un extremo pero en el otro no. Grietas verticales que llegan a los extremos	Agrietamiento vertical columnar que abarca ambos extremos. No hay conos bien formados	Fractura diagonal sin grietas a través de los extremos. Se debe golpear con martillo para distinguirlo del tipo 1	Fracturas en las esquinas (usuales en cilindros sin refrentar)	Similar al Tipo 5, pero las grietas tienden a unirse			
REMIÓN:	MUESTRA TOMADA Y TRANSPORTADA POR EL CLIENTE							
EQUIPO UTILIZADO:	Nombre: Prensa de concreto Marca: Perutest Modelo: ----- Serie: 010							
OBSERVACIONES:	Muestras elaboradas por el solicitante							
LABORATORIO			RECIBIDO					
<p>LABSUC LABORATORIO DE SUELOS Y PAVIMENTOS</p> <p>BACH. ARODI R. CIEZA ROMERO JEFE DE LABORATORIO</p> <p>REALIZO</p>			<p>LABSUC LABORATORIO DE SUELOS Y PAVIMENTOS</p> <p>ING. JHONATAN J. HERRERA BARAHONA INGENIERO CIVIL CIP: 312615</p> <p>APROBO</p>			<p>CLIENTE</p>		
DIRECCION: CALLE LA COLINA NRO. 381 (MONTEGRANDE - A 1 CDRA MCDO SOL DIVINO) CAJAMARCA - JAEN - JAEN						CEL: 969577841 - 975421091 - 912493920		

RESISTENCIA A LA COMPRESIÓN DE CILINDROS DE CONCRETO

MTC E - 704 / ASTM C - 39/ 39 M

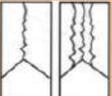
BACHILLER: CRISTHIAN DANTER HERRERA JIBAJA - JHON ANTONY DIAZ VILLALOBOS

TEISIS: "EFECTO DE LA SUSTITUCIÓN PARCIAL DEL CEMENTO POR CENIZA DE HORNO DE LADRILLERA ARTESANAL EN EL CONCRETO F'c = 210 KG/CM2. JAÉN - 2024".

ATENCIÓN: JHONATAN HERRERA B.

LOCALIZACIÓN	DISTRITO DE JAÉN - PROVINCIA DE JAÉN - REGIÓN CAJAMARCA					
ASENTAMIENTO (PULGADAS)	PROCEDENCIA DE LA MEZCLA					
CILINDRO N°	1	2	3	4	5	6
IDENTIFICACIÓN	3%	3%	3%	3%	3%	3%
FECHA TOMA DE MUESTRA	04/08/2024	04/08/2024	04/08/2024	04/08/2024	04/08/2024	04/08/2024
EDAD ROTURA (días)	28	28	28	56	56	56
FECHA DE ENSAYO	01/09/2024	01/09/2024	01/09/2024	29/09/2024	29/09/2024	29/09/2024
D: DIÁMETRO (mm)	150.00	150.00	150.00	150.00	150.00	150.00
L: LONGITUD (mm)	300.00	300.00	300.00	300.00	300.00	300.00
W: MASA DEL CILINDRO (kg)	-	-	-	-	-	-
AREA (cm ²)	176.71	176.71	176.71	176.71	176.71	176.71
DENSIDAD kg/m ³	-	-	-	-	-	-
CARGA MAXIMA (kgf)	38010.0	38410.0	42830.0	52090.0	44940.0	49500.0
RELACIÓN L/D	2.00	2.00	2.00	2.00	2.00	2.00
FACTOR DE CORRECCIÓN L/D ≤ 1,75	1.000	1.000	1.000	1.000	1.000	1.000
RESISTENCIA A LA COMPRESIÓN CALCULADA (Kg/cm ²)	215.09	217.36	242.37	294.77	254.31	280.11
PROMEDIO RESISTENCIA A LA COMPRESIÓN CALCULADA (Kg/cm ²)	224.94			276.40		
% DE DESARROLLO A LA RESISTENCIA ESPECIFICADA	102.4	103.5	115.4	140.4	121.1	133.4
% PROMEDIO DESARROLLO A LA RESISTENCIA ESPECIFICADA	107.1			131.6		

RESISTENCIA ESPECIFICADA f_c: 210 Kg/cm² / 21 MPa

Tipo 1	Tipo 2	Tipo 3	Tipo 4	Tipo 5	Tipo 6
 <p>Conos razonablemente bien formados en ambos extremos</p>	 <p>Conos formados en un extremo pero en el otro no. Grietas verticales que llegan a los extremos</p>	 <p>Agrietamiento vertical columnar que abarca ambos extremos. No hay conos bien formados</p>	 <p>Fractura diagonal sin grietas a través de los extremos. Se debe golpear con martillo para distinguirlo del tipo 1</p>	 <p>Fracturas en las esquinas (usuales en cilindros sin refrentar)</p>	 <p>Similar al Tipo 5, pero las grietas tienden a unirse</p>

REMISIÓN: MUESTRA TOMADA Y TRANSPORTADA POR EL CLIENTE

EQUIPO UTILIZADO: Nombre: Prensa de concreto Marca: Perutest Modelo: ----- Serie: 010

OBSERVACIONES: Muestras elaboradas por el solicitante

LABORATORIO	RECIBIDO
<p>LABSUC LABORATORIO DE SUELOS Y PAVIMENTOS</p> <p><i>[Firma]</i> BACH. ARODI R. CIEZA ROMERO JEFE DE LABORATORIO</p> <p>REALIZO</p>	<p>LABSUC LABORATORIO DE SUELOS Y PAVIMENTOS</p> <p><i>[Firma]</i> ING. JHONATAN J. HERRERA BARAHONA INGENIERO CIVIL CIP: 312615</p> <p>APROBO</p>
	<p>CLIENTE</p>

MTC E - 704 / ASTM C - 39/ 39 M

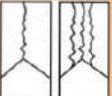
BACHILLER: CRISTHIAN DANTER HERRERA JIBAJA - JHON ANTONY DIAZ VILLALOBOS

TE SIS: "EFECTO DE LA SUSTITUCIÓN PARCIAL DEL CEMENTO POR CENIZA DE HORNO DE LADRILLERA ARTESANAL EN EL CONCRETO F' C = 210 KG/CM2. JAÉN - 2024".

ATENCIÓN: JHONATAN HERRERA B

LOCALIZACIÓN	DISTRITO DE JAÉN - PROVINCIA DE JAÉN - REGIÓN CAJAMARCA					
ASENTAMIENTO (PULGADAS)	PROCEDENCIA DE LA MEZCLA					
CILINDRO N°	1	2	3	4	5	6
IDENTIFICACIÓN	5%	5%	5%	5%	5%	5%
FECHA TOMA DE MUESTRA	09/08/2024	09/08/2024	09/08/2024	09/08/2024	09/08/2024	09/08/2024
EDAD ROTURA (días)	7	7	7	14	14	14
FECHA DE ENSAYO	16/08/2024	16/08/2024	16/08/2024	23/08/2024	23/08/2024	23/08/2024
D: DIÁMETRO (mm)	150.00	150.00	150.00	150.00	150.00	150.00
L: LONGITUD (mm)	300.00	300.00	300.00	300.00	300.00	300.00
W: MASA DEL CILINDRO (kg)	-	-	-	-	-	-
AREA (cm ²)	176.71	176.71	176.71	176.71	176.71	176.71
DENSIDAD kg/m ³	-	-	-	-	-	-
CARGA MÁXIMA (kgf)	39310.0	38330.0	35070.0	42210.0	42750.0	42070.0
RELACIÓN LD	2.00	2.00	2.00	2.00	2.00	2.00
FACTOR DE CORRECCIÓN L/D ≤ 1,75	1.000	1.000	1.000	1.000	1.000	1.000
RESISTENCIA A LA COMPRESIÓN CALCULADA (Kg/cm ²)	222.45	216.90	198.46	238.06	241.92	238.07
PROMEDIO RESISTENCIA A LA COMPRESIÓN CALCULADA (Kg/cm ²)	212.60			239.61		
% DE DESARROLLO A LA RESISTENCIA ESPECIFICADA	105.9	103.3	94.5	113.7	115.2	113.4
% PROMEDIO DE SARROLLO A LA RESISTENCIA ESPECIFICADA	101.2			114.1		

RESISTENCIA ESPECIFICADA f_c: 210 Kg/cm² / 21 MPa

Tipo 1	Tipo 2	Tipo 3	Tipo 4	Tipo 5	Tipo 6
 <p>Conos razonablemente bien formados en ambos extremos</p>	 <p>Conos formados en un extremo pero en el otro no. Grietas verticales que llegan a los extremos</p>	 <p>Agrietamiento vertical columnar que abarca ambos extremos. No hay conos bien formados</p>	 <p>Fractura diagonal sin grietas a través de los extremos. Se debe golpear con martillo para distinguirlo del tipo 1</p>	 <p>Fracturas en las esquinas (usuales en cilindros sin refrentar)</p>	 <p>Similar al Tipo 5, pero las grietas tienden a unirse</p>

REMISIÓN: MUESTRA TOMADA Y TRANSPORTADA POR EL CLIENTE

EQUIPO UTILIZADO: Nombre: Fransa de concreto Marca: Perutest Modelo: ----- Serie: 010

OBSERVACIONES: Muestras elaboradas por el solicitante

LABORATORIO	RECIBIDO
<p>LABSUC LABORATORIO DE SUELOS Y PAVIMENTOS</p> <p>BACH. ARODI R. CIEZA ROMERO JEFE DE LABORATORIO</p> <p>REALIZO</p>	<p>LABSUC LABORATORIO DE SUELOS Y PAVIMENTOS</p> <p>ING. JHONATAN J. HERRERA BARAHONA INGENIERO CIVIL CIP: 312615</p> <p>APROBO</p>
	<p>CLIENTE</p>

RESISTENCIA A LA COMPRESIÓN DE CILINDROS DE CONCRETO

MTC E - 704 / ASTM C - 39/ 39 M

BACHILLER: CRISTHIAN DANTER HERRERA JIABAJA - JHON ANTONY DIAZ VILLALOBOS

TEISIS: "EFECTO DE LA SUSTITUCIÓN PARCIAL DEL CEMENTO POR CENIZA DE HORNO DE LADRILLERA ARTESANAL EN EL CONCRETO F'c = 210 KG/CM2. JAÉN - 2024"

ATENCIÓN: JHONATAN HERRERA B.

LOCALIZACIÓN	DISTRITO DE JAÉN - PROVINCIA DE JAÉN - REGIÓN CAJAMARCA					
ASENTAMIENTO (PULGADAS)	PROCEDENCIA DE LA MEZCLA					
CILINDRO N°	1	2	3			
IDENTIFICACIÓN	5%	5%	5%			
FECHA TOMA DE MUESTRA	09/08/2024	09/08/2024	09/08/2024			
EDAD ROTURA (días)	28	28	28			
FECHA DE ENSAYO	06/09/2024	06/09/2024	06/09/2024			
D: DIÁMETRO (mm)	150.00	150.00	150.00			
L: LONGITUD (mm)	300.00	300.00	300.00			
W: MASA DEL CILINDRO (kg)	-	-	-			
AREA (cm ²)	176.71	176.71	176.71			
DENSIDAD kg/m ³	-	-	-			
CARGA MAXIMA (kgf)	46000.0	47950.0	47750.0			
RELACIÓN L/D	2.00	2.00	2.00			
FACTOR DE CORRECCIÓN L/D ≤ 1,75	1.000	1.000	1.000			
RESISTENCIA A LA COMPRESIÓN CALCULADA (Kg/cm ²)	260.31	271.34	270.21			
PROMEDIO RESISTENCIA A LA COMPRESIÓN CALCULADA (Kg/cm ²)	267.29					
% DE DESARROLLO A LA RESISTENCIA ESPECIFICADA	124.0	129.2	128.7			
% PROMEDIO DESARROLLO A LA RESISTENCIA ESPECIFICADA	127.3					

RESISTENCIA ESPECIFICADA f_c 210 Kg/cm² / 21 MPa

Tipo de Falla	Tipo 1	Tipo 2	Tipo 3	Tipo 4	Tipo 5	Tipo 6
Conos razonablemente bien formados en ambos extremos		Conos formados en un extremo pero en el otro no. Grietas verticales que llegan a los extremos	Agrietamiento vertical columnar que abarca ambos extremos. No hay conos bien formados	Fractura diagonal sin grietas a través de los extremos. Se debe golpear con martillo para distinguirlo del tipo 1	Fracturas en las esquinas (usuales en cilindros sin refrentar)	Similar al Tipo 5, pero las grietas tienden a unirse

REMISIÓN: MUESTRA TOMADA Y TRANSPORTADA POR EL CLIENTE

EQUIPO UTILIZADO: Nombre: Prensa de concreto Marca: Perutest Modelo: ----- Serie: 010

OBSERVACIONES: Muestras elaboradas por el solicitante

LABORATORIO	RECIBIDO
<p>LABSUC LABORATORIO DE SUELOS Y PAVIMENTOS</p> <p><i>[Firma]</i> BACH. ARODI R. CIEZA ROMERO JEFE DE LABORATORIO</p> <p>REALIZO</p>	<p>LABSUC LABORATORIO DE SUELOS Y PAVIMENTOS</p> <p><i>[Firma]</i> ING. JHONATAN J. HERRERA BARAHONA INGENIERO CIVIL CIP: 312615</p> <p>APROBO</p>
	<p>CLIENTE</p>

MTC E - 704 / ASTM C - 39/ 39 M

BACHILLER: CRISTHIAN DANTER HERRERA JIBAIA - JHON ANTONY DIAZ VILLALOBOS

TESIS: "EFECTO DE LA SUSTITUCIÓN PARCIAL DEL CEMENTO POR CENIZA DE HORNO DE LADRILLERA ARTESANAL EN EL CONCRETO F'c = 210 KG/CM2. JAÉN - 2024"

ATENCIÓN: JHONATAN HERRERA B.

LOCALIZACIÓN	DISTRITO DE JAÉN - PROVINCIA DE JAÉN - REGIÓN CAJAMARCA					
ASENTAMIENTO (PULGADAS)	PROCEDENCIA DE LA MEZCLA					
CILINDRO N°	1	2	3			
IDENTIFICACIÓN	5%	5%	5%			
FECHA TOMA DE MUESTRA	09/08/2024	09/08/2024	09/08/2024			
EDAD ROTURA (días)	56	56	56			
FECHA DE ENSAYO	04/10/2024	04/10/2024	04/10/2024			
D: DIÁMETRO (mm)	150.00	150.00	150.00			
L: LONGITUD (mm)	300.00	300.00	300.00			
W: MASA DEL CILINDRO (kg)	-	-	-			
AREA (cm ²)	176.71	176.71	176.71			
DENSIDAD kg/m ³	-	-	-			
CARGA MAXIMA (kgf)	55630.0	52640.0	54470.0			
RELACIÓN L/D	2.00	2.00	2.00			
FACTOR DE CORRECCIÓN L/D ≤ 1,75	1.000	1.000	1.000			
RESISTENCIA A LA COMPRESIÓN CALCULADA (Kg/CM ²)	314.80	297.88	308.24			
PROMEDIO RESISTENCIA A LA COMPRESIÓN CALCULADA (Kg/CM ²)	306.97					
% DE DESARROLLO A LA RESISTENCIA ESPECIFICADA	149.9	141.8	146.8			
% PROMEDIO DESARROLLO A LA RESISTENCIA ESPECIFICADA	146.2					
RESISTENCIA ESPECIFICADA f _c	210 Kg/CM ² / 21 MPa					

TIPO DE FALLA	Tipo 1	Tipo 2	Tipo 3	Tipo 4	Tipo 5	Tipo 6
Conos razonablemente bien formados en ambos extremos		Conos formados en un extremo pero en el otro no. Grietas verticales que llegan a los extremos	Agrietamiento vertical columnar que abarca ambos extremos. No hay conos bien formados	Fractura diagonal sin grietas a través de los extremos. Se debe golpear con martillo para distinguirlo del tipo 1	Fracturas en las esquinas (usuales en cilindros sin refrentar)	Similar al Tipo 5, pero las grietas tienden a unirse

REMISIÓN: MUESTRA TOMADA Y TRANSPORTADA POR EL CLIENTE
 EQUIPO UTILIZADO: Nombre: Prensa de concreto Marca: Perutest Modelo: ----- Serie: 010

OBSERVACIONES: Muestras elaboradas por el solicitante

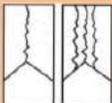
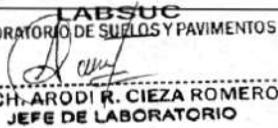
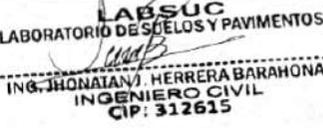
LABORATORIO	RECIBIDO
<p>LABSUC LABORATORIO DE SUELOS Y PAVIMENTOS</p> <p><i>[Firma]</i> BACHARODI R. CIEZA ROMERO JEFE DE LABORATORIO</p> <p>REALIZO</p>	<p>LABSUC LABORATORIO DE SUELOS Y PAVIMENTOS</p> <p><i>[Firma]</i> ING. JHONATAN V. HERRERA BARAHONA INGENIERO CIVIL CIP: 312615</p> <p>APROBO</p>
	CLIENTE

MTC E - 704 / ASTM C - 39/ 39 M

BACHILLER: CRISTHIAN DANTER HERRERA JIBAJA - JHON ANTONY DIAZ VILLALOBOS

TE SIS: "EFECTO DE LA SUSTITUCIÓN PARCIAL DEL CEMENTO POR CENIZA DE HORNO DE LADRILLERA ARTESANAL EN EL CONCRETO F' C = 210 KG/CM2. JAÉN - 2024".

ATENCIÓN: JHONATAN HERRERA B

LOCALIZACIÓN	DISTRITO DE JAÉN - PROVINCIA DE JAÉN - REGIÓN CAJAMARCA					
ASENTAMIENTO (PULGADAS)	PROCEDENCIA DE LA MEZCLA					
CILINDRO N°	1	2	3	4	5	6
IDENTIFICACIÓN	7%	7%	7%	7%	7%	7%
FECHA TOMA DE MUESTRA	13/08/2024	13/08/2024	13/08/2024	13/08/2024	13/08/2024	13/08/2024
EDAD ROTURA (días)	7	7	7	14	14	14
FECHA DE ENSAYO	20/08/2024	20/08/2024	20/08/2024	27/08/2024	27/08/2024	27/08/2024
D: DIÁMETRO (mm)	150.00	150.00	150.00	150.00	150.00	150.00
L: LONGITUD (mm)	300.00	300.00	300.00	300.00	300.00	300.00
W: MASA DEL CILINDRO (kg)	-	-	-	-	-	-
AREA (cm ²)	176.71	176.71	176.71	176.71	176.71	176.71
DENSIDAD kg/m ³	-	-	-	-	-	-
CARGA MÁXIMA (kgf)	33370.0	36480.0	35590.0	41530.0	40250.0	44130.0
RELACIÓN LD	2.00	2.00	2.00	2.00	2.00	2.00
FACTOR DE CORRECCIÓN L/D ≤ 1,75	1.000	1.000	1.000	1.000	1.000	1.000
RESISTENCIA A LA COMPRESIÓN CALCULADA (Kg/CM ²)	188.84	206.43	201.40	235.01	227.77	249.72
PROMEDIO RESISTENCIA A LA COMPRESIÓN CALCULADA (Kg/CM ²)	198.89			237.50		
% DE DESARROLLO A LA RESISTENCIA ESPECIFICADA	89.9	98.3	95.9	111.9	108.5	118.9
% PROMEDIO DESARROLLO A LA RESISTENCIA ESPECIFICADA	94.7			113.1		
RESISTENCIA ESPECIFICADA f _c	210 Kg/CM ² / 21 MPa					
TIPO DE FALLA	Tipo 1	Tipo 2	Tipo 3	Tipo 4	Tipo 5	Tipo 6
	 <p>Conos razonablemente bien formados en ambos extremos</p>	 <p>Conos formados en un extremo pero en el otro no. Grietas verticales que llegan a los extremos</p>	 <p>Agrietamiento vertical columnar que abarca ambos extremos. No hay conos bien formados</p>	 <p>Fractura diagonal sin grietas a través de los extremos. Se debe golpear con martillo para distinguirlo del tipo 1</p>	 <p>Fracturas en las esquinas (usuales en cilindros sin refrentar)</p>	 <p>Similar al Tipo 5, pero las grietas tienden a unirse</p>
REMISIÓN:	MUESTRA TOMADA Y TRANSPORTADA POR EL CLIENTE					
EQUIPO UTILIZADO:	Nombre: Prensa de concreto Marca: Perutest Modelo: ----- Serie: 010					
OBSERVACIONES:	Muestras elaboradas por el solicitante					
LABORATORIO			RECIBIDO			
 BACH. ARODI R. CIEZA ROMERO JEFE DE LABORATORIO			 ING. JHONATAN HERRERA BARAHONA INGENIERO CIVIL CIP: 312615			
REALIZO			APROBO			CLIENTE
DIRECCION: CALLE LA COLINA NRO. 381 (MONTEGRANDE - A 1 CDRA MCDO SOL DIVINO) CAJAMARCA - JAEN - JAEN						CEL: 969577841 - 975421091 - 912493920

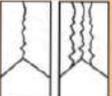
MTC E - 704 / ASTM C - 39/ 39 M

BACHILLER: CRISTHIAN DANTER HERRERA JIABA - JHON ANTONY DIAZ VILLALOBOS

TESES: "EFECTO DE LA SUSTITUCIÓN PARCIAL DEL CEMENTO POR CENIZA DE HORNO DE LADRILLERA ARTESANAL EN EL CONCRETO F'c = 210 KG/CM2. JAÉN - 2024".

ATENCIÓN: JHONATAN HERRERA B.

LOCALIZACIÓN	DISTRITO DE JAÉN - PROVINCIA DE JAÉN - REGIÓN CAJAMARCA					
ASENTAMIENTO (PULGADAS)	PROCEDENCIA DE LA MEZCLA					
CILINDRO N°	1	2	3			
IDENTIFICACIÓN	7%	7%	7%			
FECHA TOMA DE MUESTRA	13/08/2024	13/08/2024	13/08/2024			
EDAD ROTURA (días)	28	28	28			
FECHA DE ENSAYO	10/09/2024	10/09/2024	10/09/2024			
D: DIÁMETRO (mm)	150.00	150.00	150.00			
L: LONGITUD (mm)	300.00	300.00	300.00			
W: MASA DEL CILINDRO (kg)	-	-	-			
AREA (cm ²)	176.71	176.71	176.71			
DENSIDAD kg/m ³	-	-	-			
CARGA MAXIMA (kgf)	44620.0	42360.0	48860.0			
RELACIÓN L/D	2.00	2.00	2.00			
FACTOR DE CORRECCIÓN L/D ≤ 1,75	1.000	1.000	1.000			
RESISTENCIA A LA COMPRESIÓN CALCULADA (Kg/cm ²)	252.50	239.71	276.49			
PROMEDIO RESISTENCIA A LA COMPRESIÓN CALCULADA (Kg/cm ²)	256.23					
% DE DESARROLLO A LA RESISTENCIA ESPECIFICADA	120.2	114.1	131.7			
% PROMEDIO DE SARROLLO A LA RESISTENCIA ESPECIFICADA	122.0					
RESISTENCIA ESPECIFICADA f _c	210 Kg/cm ² / 21 MPa					

TIPO DE FALLA		Tipo 1	Tipo 2	Tipo 3	Tipo 4	Tipo 5	Tipo 6				
Conos razonablemente bien formados en ambos extremos		Conos formados en un extremo pero en el otro no. Grietas verticales que llegan a los extremos		Agrietamiento vertical columnar que abarca ambos extremos. No hay conos bien formados		Fractura diagonal sin grietas a través de los extremos. Se debe golpear con martillo para distinguirlo del tipo 1		Fracturas en las esquinas (usuales en cilindros sin refrentar)		Similar al Tipo 5, pero las grietas tienden a unirse	

REMISIÓN: MUESTRA TOMADA Y TRANSPORTADA POR EL CLIENTE

EQUIPO UTILIZADO: Nombre: Prensa de concreto Marca: Perutest Modelo: ----- Serie: 010

OBSERVACIONES: Muestras elaboradas por el solicitante

LABORATORIO	RECIBIDO
<p>LABSUC LABORATORIO DE SUELOS Y PAVIMENTOS</p> <p><i>[Firma]</i> BACH. ARODI R. CIEZA ROMERO JEFE DE LABORATORIO</p> <p>REALIZO</p>	<p>LABSUC LABORATORIO DE SUELOS Y PAVIMENTOS</p> <p><i>[Firma]</i> ING. JHONATAN J. HERRERA BARAHONA INGENIERO CIVIL CIP: 312615</p> <p>APROBO</p>
	CLIENTE

RESISTENCIA A LA COMPRESIÓN DE CILINDROS DE CONCRETO

MTC E - 704 / ASTM C - 39/ 39 M

BACHILLER: CRISTHIAN DANTER HERRERA JIBAJA - JHON ANTONY DIAZ VILLALOBOS

TEISIS: "EFECTO DE LA SUSTITUCIÓN PARCIAL DEL CEMENTO POR CENIZA DE HORNO DE LADRILLERA ARTESANAL EN EL CONCRETO F'c = 210 KG/CM2. JAÉN - 2024"

ATENCIÓN: JHONATAN HERRERA B.

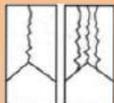
LOCALIZACIÓN: DISTRITO DE JAÉN - PROVINCIA DE JAÉN - REGIÓN CAJAMARCA

ASENTAMIENTO (PULGADAS): PROCEDENCIA DE LA MEZCLA

CILINDRO N°	1	2	3				
IDENTIFICACIÓN	7%	7%	7%				
FECHA TOMA DE MUESTRA	13/08/2024	13/08/2024	13/08/2024				
EDAD ROTURA (días)	56	56	56				
FECHA DE ENSAYO	08/10/2024	08/10/2024	08/10/2024				
D: DIÁMETRO (mm)	150.00	150.00	150.00				
L: LONGITUD (mm)	300.00	300.00	300.00				
W: MASA DEL CILINDRO (kg)	-	-	-				
AREA (cm ²)	176.71	176.71	176.71				
DENSIDAD kg/m ³	-	-	-				
CARGA MAXIMA (kgf)	52530.0	49990.0	51410.0				
RELACIÓN L/D	2.00	2.00	2.00				
FACTOR DE CORRECCIÓN L/D ≤ 1,75	1.000	1.000	1.000				
RESISTENCIA A LA COMPRESIÓN CALCULADA (Kg/cm ²)	297.26	282.89	290.92				
PROMEDIO RESISTENCIA A LA COMPRESIÓN CALCULADA (Kg/cm ²)	290.36						
% DE DESARROLLO A LA RESISTENCIA ESPECIFICADA	141.6	134.7	138.5				
% PROMEDIO DESARROLLO A LA RESISTENCIA ESPECIFICADA	138.3						

RESISTENCIA ESPECIFICADA f_c: 210 Kg/cm² / 21 MPa

TIPO DE FALLA

Tipo 1	Tipo 2	Tipo 3	Tipo 4	Tipo 5	Tipo 6
 <p>Conos razonablemente bien formados en ambos extremos</p>	 <p>Conos formados en un extremo pero en el otro no. Grietas verticales que llegan a los extremos</p>	 <p>Agrietamiento vertical columnar que abarca ambos extremos. No hay conos bien formados</p>	 <p>Fractura diagonal sin grietas a través de los extremos. Se debe golpear con martillo para distinguirlo del tipo 1</p>	 <p>Fracturas en las esquinas (usuales en cilindros sin refrentar)</p>	 <p>Similar al Tipo 5, pero las grietas tienden a unirse</p>

REMISIÓN: MUESTRA TOMADA Y TRANSPORTADA POR EL CLIENTE

EQUIPO UTILIZADO: Nombre: Fransa de concreto Marca: Perutest Modelo: ----- Serie: 010

OBSERVACIONES: Muestras elaboradas por el solicitante

LABORATORIO	RECIBIDO
<p>LABSUC LABORATORIO DE SUELOS Y PAVIMENTOS</p> <p>BACH. ARODI R. CIEZA ROMERO JEFE DE LABORATORIO</p> <p>REALIZO</p>	<p>LABSUC LABORATORIO DE SUELOS Y PAVIMENTOS</p> <p>ING. JHONATAN J. HERRERA BARAHONA INGENIERO CIVIL CIP: 312615</p> <p>APROBO</p>
	<p>CLIENTE</p>

 LABORATORIO DE SUELOS Y PAVIMENTOS	TESIS: "EFECTO DE LA SUSTITUCIÓN PARCIAL DEL CEMENTO POR CENIZA DE HORNO DE LADRILLERA ARTESANAL EN EL CONCRETO F'c = 210 KG/CM2, JAÉN - 2024".			SOLICITANTE: CRISTHIAN DANTER HERRERA JIBAJA JHON ANTONY DIAZ VILLALOBOS
	ANEXOS	LSP24 - EC - 311	OCTUBRE - 2024	

ANEXO II

CERTIFICADO DE CALIBRACIÓN DE EQUIPOS Y DE INDECOPI

LABORATORIO DE SUELOS Y PAVIMENTOS



PERÚ

Presidencia
del Consejo de Ministros

INDECOPI

Registro de la Propiedad Industrial

Dirección de Signos Distintivos

CERTIFICADO N° 00116277

La Dirección de Signos Distintivos del Instituto Nacional de Defensa de la Competencia y de la Protección de la Propiedad Intelectual – INDECOPI, certifica que por mandato de la Resolución N° 014173-2019/DSD - INDECOPI de fecha 28 de junio de 2019, ha quedado inscrito en el Registro de Marcas de Servicio, el siguiente signo:

Signo : La denominación LABSUC LABORATORIO DE SUELOS Y PAVIMENTOS y logotipo (se reivindica colores), conforme al modelo

Distingue : Estudios de mecánica de suelos, concreto y asfalto

Clase : 42 de la Clasificación Internacional.

Solicitud : 0796363-2019

Titular : GROUP JHAC S.A.C.

País : Perú

Vigencia : 28 de junio de 2029

Tomo : 0582

Folio : 091

RAY MELONI GARCIA
Director
Dirección de Signos Distintivos
INDECOPI

LABSUC
LABORATORIO DE SUELOS Y PAVIMENTOS

CERTIFICADO DE CALIBRACIÓN CA-F-046-2024

Área de Metrología
Laboratorio de Fuerza

Página 1 de 4

1. Expediente	0358
2. Solicitante	LABSUC LABORATORIO DE SUELOS Y PAVIMENTOS S.A.C.
3. Dirección	CAL. LA COLONIA N° 316 - CAJAMARCA - JAEN
4. Instrumento calibrado	MÁQUINA DE ENSAYO UNIAIXIAL (PRENSA DE CONCRETO)
Marca	PERÜTEST
Modelo	PC120
N° de serie	10
Identificación	NO INDICA
Procedencia	PERU
Intervalo de indicación	0 kgf a 120000 kgf
Resolución	10 kgf
Clase de exactitud	No indica
Modo de fuerza	Compresion
Indicador Digital	
Marca	No indica
Modelo	No indica
Transductor de Presión	
Marca	No indica
Modelo	No indica
5. Fecha de calibración	2024-05-17

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

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

CALIBRATEC 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.

Este certificado de calibración no podrá ser reproducido parcialmente sin la aprobación por escrito del laboratorio que lo emite.

El certificado de calibración sin firma y sello carece de validez.

Fecha de Emisión

2024-05-26

Jefe de Laboratorio



CERTIFICADO DE CALIBRACIÓN CA-F-046-2024

Área de Metrología
Laboratorio de Fuerza

Página 2 de 4

6. Método de calibración

La calibración se realiza por comparación directa entre el valor de fuerza indicada en el dispositivo indicador de la máquina a ser calibrada y la indicación de fuerza real tomada del instrumento de medición de fuerza patrón siguiendo la PC-032 "Procedimiento para la calibración de máquinas de ensayos uniaxiales" Edición 01 del INACAL - DM

7. Lugar de calibración

Laboratorio LABSUC LABORATORIO DE SUELOS Y PAVIMENTOS S.A.C.

8. Condiciones de calibración

	Inicial	Final
Temperatura	29,1 °C	29,3 °C
Humedad relativa	69 %	69 %

9. Patrones de referencia

Trazabilidad	Patrón utilizado	Certificado de calibración
PUCP	Celda de carga de 150 t con una incertidumbre de 271 kg	INF-LE N° 093-24 B

10. Observaciones

- Se colocó una etiqueta autoadhesiva con la indicación **CALIBRADO**.
- El instrumento a calibrar no indica la clase, sin embargo cumple con el criterio para maquinas de ensayo uniaxiales de clase 1 según la norma UNE-EN ISO 7500-1.

CERTIFICADO DE CALIBRACIÓN CA-F-046-2024

Área de Metrología
Laboratorio de Fuerza

Página 3 de 4

11. Resultados de medición

Indicación de la máquina de ensayo		Indicación del transductor de fuerza patrón					Promedio	Error de medición
		1ra Serie	2da Serie	3ra Serie		4ta Serie Accesorios		
		Ascenso kgf	Ascenso kgf	Ascenso kgf	Descenso kgf	Ascenso kgf		
%	kgf					kgf	kgf	
10	10000	10066,39	10076,37	10066,39	--	--	10069,7	-69,72
20	20000	20088,56	20068,59	20058,60	--	--	20071,9	-71,92
30	30000	30025,21	30015,23	30025,21	--	--	30021,9	-21,89
40	40000	40006,16	40016,16	39996,17	--	--	40006,2	-6,16
50	50000	49991,46	49981,46	49991,46	--	--	49988,1	11,87
60	60000	59971,11	59961,11	59971,11	--	--	59967,8	32,23
70	70000	69995,12	69985,12	70005,13	--	--	69995,1	4,88
80	80000	80023,52	80023,52	80023,52	--	--	80023,5	-23,52
90	90000	90056,29	90066,30	90046,27	--	--	90056,3	-56,29
100	100000	100103,45	100083,42	100063,38	--	--	100083,4	-83,42

Indicación de la máquina de ensayo		Errores relativos de medición					Incertidumbre de medición relativa
		Indicación	Repetibilidad	Reversibilidad	Resolución relativa	Error con accesorios	
		q %	b %	v %	a %	%	
%	kgf						%
10	10000	-0,69	0,10	--	0,10	--	1,38
20	20000	-0,36	0,15	--	0,05	--	0,74
30	30000	-0,07	0,03	--	0,03	--	0,53
40	40000	-0,02	0,05	--	0,03	--	0,44
50	50000	0,02	0,02	--	0,02	--	0,39
60	60000	0,05	0,02	--	0,02	--	0,36
70	70000	0,01	0,03	--	0,01	--	0,34
80	80000	-0,03	0,00	--	0,01	--	0,33
90	90000	-0,06	0,02	--	0,01	--	0,32
100	100000	-0,08	0,04	--	0,01	--	0,31

Clase de la escala de la máquina de ensayo	Valor máximo permitido (ISO 7500 - 1)				
	Indicación	Repetibilidad	Reversibilidad	Resolución relativa	Cero f0
	q %	b %	v %	a %	%
0,5	± 0,50	0,5	± 0,75	± 0,25	± 0,05
1	± 1,00	1,0	± 1,50	± 0,50	± 0,10
2	± 2,00	2,0	± 3,00	± 1,00	± 0,20
3	± 3,00	3,0	± 4,50	± 1,50	± 0,30

MÁXIMO ERROR RELATIVO DE CERO (f₀) 0,00 %

CERTIFICADO DE CALIBRACIÓN CA-F-046-2024

Área de Metrología
Laboratorio de Fuerza

Página 4 de 4

12. Incertidumbre

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 $k=2$, el cual proporciona un nivel de confianza de aproximadamente 95%.

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

FIN DEL DOCUMENTO