



UNIVERSIDAD CÉSAR VALLEJO

FACULTAD DE INGENIERÍA Y ARQUITECTURA

ESCUELA PROFESIONAL DE INGENIERÍA CIVIL

Fibras de vidrio, acero reciclado y cemento para mejorar la flexo-tracción de pavimentos hidráulicos en vías urbanas

TESIS PARA OBTENER EL TÍTULO PROFESIONAL DE:

Ingeniera Civil

AUTORES:

Osorio Paz, Missael (orcid.org/0000-0002-3971-3230)

Ruiz Arroyo, Lisbeth Karina (orcid.org/0000-0001-5644-6587)

ASESOR:

M. Sc. Clemente Condori, Luis Jimmy (orcid.org/0000-0002-0250-4363)

LÍNEA DE INVESTIGACIÓN:

Diseño de infraestructura vial

LÍNEA DE RESPONSABILIDAD SOCIAL UNIVERSITARIA:

Desarrollo sostenible y adaptación al cambio climático

LIMA – PERÚ

2024

Dedicatoria

A Dios, por permitirme gozar de buena salud y llenarme de bendiciones en el transcurso de toda la carrera. A mis padres, por su infinito amor, apoyo incondicional y por ser pilares fundamentales en mi vida, quienes con su ejemplo de trabajo y perseverancia me inculcaron los valores necesarios para alcanzar mis metas. A mi asesor, mentor que ha iluminado mi camino académico, por compartir su conocimiento, experiencia y sabiduría. Agradezco profundamente sus valiosas enseñanzas, su guía y por haberme motivado a ser un profesional íntegro y apasionado por la ingeniería civil.

Missael

A Dios, que nos guía y protege siempre. A mis padres, los cuales han sido el pilar fundamental de mi vida, por su amor incondicional, apoyo inquebrantable y por inculcarme los valores y principios que han guiado mi camino. Gracias por ser la fuente de mi inspiración y por enseñarme el verdadero significado del trabajo duro y la perseverancia. A mi hermano, mi compañero de vida, por su amistad, complicidad y por estar siempre presentes, compartiendo alegrías y ofreciendo su apoyo en los momentos difíciles. Agradezco su paciencia y comprensión, especialmente durante los largos periodos de dedicación a esta tesis.

Lisbeth

Agradecimientos

Elevamos nuestro más profundo agradecimiento a Dios, Por concedernos el don de la vida, por permitirnos disfrutar de cada día con salud y por darnos la fortaleza para alcanzar nuestras metas.

A nuestros queridos padres,

Expresamos nuestra infinita gratitud por su amor incondicional, su apoyo inquebrantable y por ser la guía que nos ha iluminado el camino. Gracias por sus valores, sus enseñanzas y por ser el pilar fundamental de nuestra existencia.

A nuestra alma mater, la Universidad,

Le rendimos un sincero homenaje por abrirnos sus puertas y brindarnos la oportunidad de adquirir una educación de excelencia. Agradecemos a sus profesores, quienes con su sabiduría y dedicación nos han formado como profesionales íntegros y apasionados por el conocimiento.

A todos aquellos que han formado parte de este camino,

Les expresamos nuestro más sincero agradecimiento por su apoyo, aliento y por creer en nosotros. Agradecemos las experiencias compartidas, las lecciones aprendidas y la huella imborrable que han dejado en nuestras vidas.

Con profunda gratitud y reconocimiento,

Missael y Lisbeth



UNIVERSIDAD CÉSAR VALLEJO

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

Declaratoria de Autenticidad del Asesor

Yo, CLEMENTE CONDORI LUIS JIMMY, docente de la FACULTAD DE INGENIERÍA Y ARQUITECTURA de la escuela profesional de INGENIERÍA CIVIL de la UNIVERSIDAD CÉSAR VALLEJO SAC - LIMA ATE, asesor de Tesis titulada: "Fibras de vidrio, acero reciclado y cemento para mejorar la flexo-tracción de pavimentos hidráulicos en vías urbanas", cuyos autores son OSORIO PAZ MISSAEL, RUIZ ARROYO LISBETH KARINA, constato que la investigación tiene un índice de similitud de 19.00%, verificable en el reporte de originalidad del programa Turnitin, el cual ha sido realizado sin filtros, ni exclusiones.

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

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

LIMA, 10 de Julio del 2024

Apellidos y Nombres del Asesor:	Firma
LUIS JIMMY CLEMENTE CONDORI DNI: 09957407 ORCID: 0000-0002-0250-4363	Firmado electrónicamente por: LCLEMENTECO el 17-07-2024 15:12:21

Código documento Trilce: TRI - 0808457





UNIVERSIDAD CÉSAR VALLEJO

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

Declaratoria de Originalidad de los Autores

Nosotros, OSORIO PAZ MISSAEL, RUIZ ARROYO LISBETH KARINA estudiantes de la FACULTAD DE INGENIERÍA Y ARQUITECTURA de la escuela profesional de INGENIERÍA CIVIL de la UNIVERSIDAD CÉSAR VALLEJO SAC - LIMA ATE, declaramos bajo juramento que todos los datos e información que acompañan la Tesis titulada: "Fibras de vidrio, acero reciclado y cemento para mejorar la flexo-tracción de pavimentos hidráulicos en vías urbanas", es de nuestra autoría, por lo tanto, declaramos que la Tesis:

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

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

Nombres y Apellidos	Firma
OSORIO PAZ MISSAEL DNI: 49038498 ORCID: 0000-0002-3971-3230	Firmado electrónicamente por: MOSORIO123 el 26-07-2024 15:45:21
RUIZ ARROYO LISBETH KARINA DNI: 72682274 ORCID: 0000-0001-5644-6587	Firmado electrónicamente por: LRUIZA67 el 26-07-2024 15:48:49

Código documento Trilce: INV - 1690927



ÍNDICE DE CONTENIDOS

Dedicatoria	ii
Agradecimientos	iii
Declaratoria de autenticidad del asesor.....	iv
Declaratoria de originalidad de los autores.....	iv
Índice de contenidos.....	vi
Índice de tablas.....	vii
Índice de figuras	ix
Índice de anexos	x
Resumen	xv
Abstract	xvi
I. INTRODUCCIÓN	1
II. MARCO TEÓRICO.....	7
III.METODOLOGÍA.....	25
3.1 Tipo y diseño de investigación	25
3.2 Variables y operacionalización	27
3.3 Población, muestra y muestreo unidad de análisis	30
3.4 Técnicas e instrumentos de recolección de datos.....	33
3.5 Procedimientos:.....	36
3.6. Método de análisis de datos.....	49
3.7. Aspectos éticos	50
IV. RESULTADOS.....	51
V. DISCUSIÓN	115
VI. CONCLUSIONES.....	116
VII. RECOMENDACIONES	117
REFERENCIAS.....	118
ANEXOS.....	132

ÍNDICE DE TABLAS

Tabla 1: <i>Delimitación temporal</i>	6
Tabla 2: <i>Tipos de cementos</i>	15
Tabla 3: <i>Grupo de diseño factorial 2³</i>	24
Tabla 4: <i>Operalización de variable</i>	29
Tabla 5: <i>Ensayos físicos planteados</i>	30
Tabla 6: <i>Ensayos mecánicos planteados al día 07</i>	31
Tabla 8: <i>Ensayos mecánicos planteados al día 28</i>	32
Tabla 9: <i>Granulometría de agregado fino - arena</i>	52
Tabla 10: <i>Granulometría de agregado grueso - grava</i>	54
Tabla 11: <i>Peso Unitario Suelto - Agregado Fino (PUS)</i>	55
Tabla 12: <i>Peso unitario compactado- Agregado Fino (PUC)</i>	56
Tabla 13: <i>Peso unitario suelto - agregado grueso (grava)</i>	57
Tabla 14: <i>Peso unitario compactado- agregado grueso (grava)</i>	58
Tabla 15: <i>Peso específico y absorción /agregado fino - arena)</i>	59
Tabla 16: <i>Peso específico y absorción /agregado grueso - grava)</i>	60
Tabla 17: <i>Resultados de contenido de humedad</i>	60
Tabla 18: <i>Resultados de contenido de humedad - Grava</i>	61
Tabla 19: <i>Propiedades físicas de los agregados (Resumen)</i>	62
Tabla 20: <i>Dosificación de diseño patrón (para 1 m³)</i>	64
Tabla 21: <i>Diseño de mezcla patrón. 8 grupos de control</i>	64
Tabla 22: <i>Diseño de mezcla patrón. 8 grupos de control''</i>	64
Tabla 23: <i>Diseño de mezcla patrón. 8 grupos de control en vigas</i>	65
Tabla 24: <i>Diseño de mezcla patrón. 8 grupos de control en una viga</i>	65
Tabla 25: <i>Asentamiento del GP y GE del concreto</i>	66

Tabla 26. <i>Control de temperatura de concreto fresco</i>	68
Tabla 27. <i>Esfuerzo a compresión a los 07 días</i>	69
Tabla 28. <i>Resistencia a tracción indirecta al día 07</i>	72
Tabla 29. <i>Esfuerzo a compresión a los 14 días</i>	75
Tabla 30. <i>Resistencia a tracción indirecta al día 14</i>	78
Tabla 30. <i>Resistencia a flexión al día 14</i>	81
Tabla 31. <i>Esfuerzo a compresión de concreto a los 28 días</i>	84
Tabla 32. <i>Resistencia a tracción indirecta al día 28</i>	87
Tabla 33. <i>Resistencia a flexión al día 28</i>	90
Tabla 34. Minitab Resistencia de flexión-Estadísticas descriptivas	96
Tabla 35. Minitab Resistencia de flexión-Cálculo de t y valor p	96
Tabla 36. Minitab Resistencia de tracción indirecta	102
Tabla 37. Minitab Resistencia de tracción indirecta - Cálculo de t y valor p. .	102

ÍNDICE DE FIGURAS

<i>Figura 1.</i> Localización de Ate Vitarte.....	6
<i>Figura 2.</i> La antigua Roma.....	11
<i>Figura 3.</i> La antigua Grecia.....	12
<i>Figura 4.</i> Fibra de acero.....	14
<i>Figura 5.</i> Fibra de vidrio.....	14
<i>Figura 6.</i> Cemento.....	15
<i>Figura 7.</i> Agregado grueso y fino.....	16
<i>Figura 8.</i> Agregado fino.....	16
<i>Figura 9.</i> Agregado grueso.....	17
<i>Figura 10.</i> Agregado grueso.....	18
<i>Figura 11.</i> Prueba de slump.....	19
<i>Figura 12.</i> Composición del concreto.....	20
<i>Figura 13.</i> Curado de concreto.....	21
<i>Figura 14.</i> Ensayo de resistencia a flexión.....	21
<i>Figura 15.</i> Ensayo a tracción.....	22
<i>Figura 16.</i> Fibra de acero.....	23
<i>Figura 17.</i> Fibra de vidrio.....	23
<i>Figura 18.</i> Método hipotético-deductivo.....	27
<i>Figura 19.</i> Ensayo de laboratorio de contenido de humedad.....	38
<i>Figura 20.</i> Ensayo de peso unitario para agregado grueso.....	39
<i>Figura 21.</i> Ensayo de peso unitario para agregado fino-arena.....	39
<i>Figura 22.</i> Ensayo de absorción de agregado fino.....	41
<i>Figura 23.</i> Ensayo de absorción de agregado grueso.....	41
<i>Figura 24.</i> Ensayo de granulometría – agregado fino.....	42
<i>Figura 25.</i> Ensayo de granulometría - agregado grueso.....	42

<i>Figura 26.</i> Cuarteo de agregado grueso	43
<i>Figura 27.</i> Ensayo de granulometría para agregado fino-arena.....	43
<i>Figura 28.</i> Preparación de moldes y probetas,.....	44
<i>Figura 29.</i> Pesado de materiales para el mezclado.	45
<i>Figura 30.</i> Preparación de mezcla.....	45
<i>Figura 31.</i> Toma de temperatura en el concreto.	46
<i>Figura 32.</i> Fibras en las mezclas de concreto.....	46
<i>Figura 33.</i> Ensayo de Slump.	47
<i>Figura 34.</i> Medición del asentamiento del concreto fresco.	47
<i>Figura 35.</i> Llenado de briquetas.....	48
<i>Figura 36.</i> Desmoldado de briquetas.	48
<i>Figura 37.</i> Curado de briquetas.....	49
<i>Figura 38.</i> Distribución de tamaños de partículas de material fino (arena).	53
<i>Figura 39.</i> Curva de dispersión granulométrica del material grueso (grava). ...	55
<i>Figura 40.</i> Peso unitario de agregado fino (suelto-compactado).....	57
<i>Figura 41.</i> Peso unitario de agregado grueso (suelto-compactado).....	59
<i>Figura 42.</i> Porcentaje de absorción de agregado fino y grueso	60
<i>Figura 43.</i> Porcentaje de humedad de agregado fino y grueso.....	62
<i>Figura 44.</i> Asentamiento del concreto en grupos experimentales.....	67
<i>Figura 45.</i> Control de temperatura de concreto fresco	68
<i>Figura 46.</i> Esfuerzo a la compresión de especímenes	70
<i>Figura 47.</i> Resistencia a tracción indirecta de especímenes de concreto a los	73
<i>Figura 48.</i> Esfuerzo a la compresión de especímenes de concreto a los	76
<i>Figura 49.</i> Esfuerzo a tracción indirecta de especímenes a los 14 días.....	79
<i>Figura 50.</i> Esfuerzo a flexión de especímenes de concreto a los 14 días.....	82
<i>Figura 51.</i> Esfuerzo a la compresión de especímenes de concreto a los 28 días.	85

<i>Figura 52. Esfuerzo a tracción indirecta de especímenes a los 28 días.....</i>	88
<i>Figura 53. Esfuerzo a flexión de especímenes de concreto a los 28 días.....</i>	91
<i>Figura 54: Minitab Resistencia de flexión de grupo patrón-Prueba de normalidad</i>	97
<i>Figura 55: Minitab Resistencia de flexión de grupo 1-Prueba de normalidad ..</i>	97
<i>Figura 56: Minitab Resistencia de flexión de grupo 2-Prueba de normalidad ..</i>	98
<i>Figura 57: Minitab Resistencia de flexión de grupo 3-Prueba de normalidad ..</i>	98
<i>Figura 58: Minitab Resistencia de flexión de grupo 4 -Prueba de normalidad .</i>	99
<i>Figura 59: Minitab Resistencia de flexión de grupo 5 -Prueba de normalidad .</i>	99
<i>Figura 60: Minitab Resistencia de flexión de grupo 6 -Prueba de normalidad</i>	100
<i>Figura 61: Minitab Resistencia de flexión de grupo 7 -Prueba de normalidad</i>	100
<i>Figura 62: Minitab Resistencia de flexión de grupo 8 -Prueba de normalidad</i>	101
<i>Figura 63: Minitab Resistencia de tracción indirecta de grupo Patrón-Prueba de normalidad</i>	103
<i>Figura 64: Minitab Resistencia de tracción indirecta de grupo 1-Prueba de normalidad</i>	104
<i>Figura 65: Minitab Resistencia de tracción indirecta de grupo 2-Prueba de normalidad</i>	104
<i>Figura 66: Minitab Resistencia de tracción indirecta de grupo 3-Prueba de normalidad</i>	105
<i>Figura 68: Minitab Resistencia de tracción indirecta de grupo 5 -Prueba de normalidad</i>	106
<i>Figura 69: Minitab Resistencia de tracción indirecta de grupo 6 -Prueba de normalidad</i>	106
<i>Figura 70: Minitab Resistencia de tracción indirecta de grupo 7 -Prueba de normalidad</i>	107
<i>Figura 71: Minitab Resistencia de tracción indirecta de grupo 8 -Prueba de normalidad.</i>	107
<i>Figura 79: Minitab Resistencia de compresión-Estadísticas descriptivas</i>	108
<i>Figura 80: Minitab Resistencia de compresión-Calculo de t y valor p</i>	109
<i>Figura 72: Minitab Resistencia de compresión de grupo patrón-Prueba de</i>	

<i>normalidad</i>	110
<i>Figura 73: Minitab Resistencia de compresión de grupo 1-Prueba de normalidad</i>	110
<i>Figura 74: Minitab Resistencia de compresión de grupo 2-Prueba de normalidad</i>	111
<i>Figura 75: Minitab Resistencia de compresión de grupo 3-Prueba de normalidad</i>	111
<i>Figura 76: Minitab Resistencia de compresión de grupo 4 -Prueba de normalidad</i>	112
<i>Figura 77: Minitab Resistencia de compresión de grupo 5 -Prueba de normalidad</i>	112
<i>Figura 78: Minitab Resistencia de compresión de grupo 6 -Prueba de normalidad</i>	113
<i>Figura 79: Minitab Resistencia de compresión de grupo 7 -Prueba de normalidad</i>	113
<i>Figura 80: Minitab Resistencia de compresión de grupo 8 -Prueba de normalidad</i>	114

ÍNDICE DE ANEXOS

Anexo N° 1. Matriz de Consistencia	132
Anexo N° 2. Formato de validación de opinión de experto 1	133
Anexo N° 3 Cuestionario de validación de instrumentos de experto 1	134
Anexo N° 4. Formato de validación de opinión de experto 2	135
Anexo N° 5. Cuestionario de validación de instrumentos de experto 2	136
Anexo N° 6. T de Student.....	137
Anexo N° 7. Ficha técnica cemento Sol	138
Anexo N° 8. Ficha técnica fibra de vidrio	140
Anexo N° 9. Certificado de calibración de prensa de concreto.....	141
Anexo N° 10. Certificado de calibración de balanza.....	144
Anexo N° 11: Panel Fotográfico	145
Anexo N° 12: Reporte de Turnitin.....	151

ÍNDICE DE ABREVIATURAS

CP	: Concreto patrón
NTP	: Norma técnica peruana
Mpa	: Mega pascales
F'c	: Resistencia a la compresión del concreto
MF	: Módulo de finesa
TMN	: Tamaño máximo nominal
TM	: Tamaño máximo
MTC	: Ministerio de transporte y comunicaciones
µm	: Micrómetro
CPO	: Cemento Portland Ordinario
Kg	: Kilogramo
Kg/m³	: Kilogramo por metro cúbico
mm	: Milímetro
Kg/cm²	: Kilogramo por centímetro cuadrado.
A/C	: Agua y cemento
INEI	: Instituto nacional de estadística e informática
FV	: Fibra de vidrio
GO	: Grupo de control
GE	: Grupo experimental
C	: Cemento
FAR	: Fibra de acero de neumáticos reciclados.
AG	: Agregado Grueso
PC	: Piedra chancada
H₂O	: Agua

Resumen

Este estudio consiste en incorporar fibra de acero reciclada, fibra de vidrio y cemento en la mezcla de concreto. El objetivo principal fue evaluar la influencia de las propiedades mecánicas del concreto al adicionar fibra de acero reciclada, fibra de vidrio y cemento. La investigación es aplicada de diseño experimental, utilizando un enfoque cuantitativo y un método hipo-deductivo. Se experimentó con 3 tipos de añadiduras: fibra de acero reciclada y fibra de vidrio en proporciones del 0.025% y 0.050%, e incremento de cemento 0.050% y 1%. Se elaboraron 198 especímenes de concreto: 36 vigas de 50 cm x 15 cm x 15 cm y 162 probetas cilíndricas de 8"x4". Se realizaron ensayos de compresión a los 14, 21 y 28 días de curado, ensayos de flexión a los 14 y 28 días, y ensayos de tracción indirecta a los 14, 21 y 28 días. Análisis riguroso del impacto de las fibras recicladas en las propiedades del concreto. Aplicación de una metodología sólida que garantiza la validez de los resultados. Evaluación exhaustiva del comportamiento del concreto en distintas edades. De acuerdo a los resultados obtenidos, las añadiduras mejoraron la resistencia a flexión, tracción indirecta y compresión y de los 8 grupos experimentales siendo más representativa en el grupo 6. La incorporación de fibras de vidrio, acero reciclado y cemento mejora notablemente la resistencia a la flexo-tracción del concreto en pavimentos hidráulicos de vías urbanas. Esta mejora en las propiedades mecánicas se ha corroborado mediante ensayos de laboratorio en ocho mezclas experimentales. Entre ellas, la que combina 0.5% de fibra de vidrio, 0.5% de fibra de acero y 1% de cemento adicional (Grupo 6) destaca por su máximo incremento en la resistencia a la flexo-tracción (28.82%), superando significativamente al patrón sin aditivos.

Palabras clave: Concreto, fibras, resistencia a la compresión, resistencia a la tracción indirecta, resistencia a la flexión.

Abstract

This study consists of incorporating recycled steel fiber, fiberglass and cement into the concrete mix. The main objective was to evaluate the influence of the mechanical properties of concrete when adding recycled steel fiber, glass fiber and cement. The research is applied with an experimental design, using a quantitative approach and a hypo-deductive method. Three types of additives were experimented with: recycled steel fiber and glass fiber in proportions of 0.025% and 0.050%, and an increase in cement of 0.050% and 1%. 198 concrete specimens were made: 36 beams of 50 cm x 15 cm x 15 cm and 162 cylindrical specimens of 8"x4". Compression tests were carried out at 14, 21 and 28 days of curing, bending tests at 14 and 28 days, and indirect tensile tests at 14, 21 and 28 days. Rigorous analysis of the impact of recycled fibers on concrete properties. Application of a solid methodology that guarantees the validity of the results. Exhaustive evaluation of the behavior of concrete at different ages. According to the results obtained, the additions improved the resistance to bending, indirect traction and compression and of the 8 experimental groups, being more representative in group 6. The incorporation of glass fibers, recycled steel and cement notably improves the resistance to flexo-traction of concrete in hydraulic pavements of urban roads. This improvement in mechanical properties has been corroborated by laboratory tests on eight experimental mixtures. Among them, the one that combines 0.5% glass fiber, 0.5% steel fiber and 1% additional cement (Group 6) stands out for its maximum increase in flexural-traction resistance (28.82%), significantly surpassing the pattern without additives.

Keywords: Concrete, fibers, compressive strength, indirect tensile strength, flexural strength.

I. INTRODUCCIÓN

Mundialmente, el concreto es preferido para la conformación de pavimentos rígidos, demostrando su versatilidad en este ámbito. Sin embargo, su uso no está exento de desafíos. Estudios como el realizado por Yung, Rondón y Córdoba (2022) en San José, Cúcuta, Colombia, evidencian la aparición de problemas como fisuras, agrietamientos y deformaciones prematuras en las vías, principalmente debido a errores en la dosificación de la mezcla, cálculos erróneos del tránsito vehicular y el aumento poblacional (p. 3).

Aunque el concreto posee alta resistencia a compresión, su desempeño a flexión es limitado. Diversos estudios han buscado mejorar esta propiedad, pero con resultados no del todo satisfactorios (Hatmoko y Lendra, 2021, p. 4).

En México, el estudio de Guzmán (2021) en Querétaro evaluó las condiciones de las carreteras, determinando que las deficiencias estructurales se originaban por el impacto del tránsito vehicular, ocasionando daños a los vehículos y afectando el desarrollo económico de la región (p. 5).

En Perú, la situación no es diferente. La infraestructura vial presenta un notable deterioro debido a la mala gestión y el incumplimiento de las normas constructivas. El incremento del parque automotor y la expansión urbana exigen soluciones urgentes.

La generación de desechos de acero sin un manejo adecuado también representa un problema ambiental. En este contexto, surge la propuesta de reciclarlo y así reducir el impacto ambiental.

Navarrete (2019) en Manabí, Ecuador, y De La Cruz, Ibañez y Chaquira (2022) en Lima, Perú, coinciden en la necesidad de implementar materiales innovadores como las fibras sintéticas y naturales. (p. 25, 98).

León (2021) en su investigación en Lima, Perú, identifica los problemas que presentan los pavimentos: agrietamientos y fisuras longitudinales,

atribuibles principalmente a errores en la dosificación de insumos durante la etapa de mezclado (p. 3).

En busca de soluciones sostenibles, Perú ha realizado avances en la implementación para mejorar la infraestructura vial. El uso de un nuevo material como el concreto con fibras de vidrio y acero reciclado podría contribuir para prolongar la vida útil del pavimento, facilitando el acceso al transporte en la ciudad y promoviendo el desarrollo nacional sostenible.

Factores que afectan la durabilidad de los pavimentos rígidos:

Fisuras transversales y longitudinales: Causadas por erosión, fatiga o asentamientos diferenciales.

Deterioro de la carpeta de rodadura: El concreto presenta baja resistencia a la flexión, por lo que las fibras de vidrio y acero reciclado se emplean para mejorar esta propiedad y la vida útil del pavimento.

Falta de programas de reciclaje: La acumulación de desechos de acero genera problemas ambientales.

Daños comunes: Grietas por contracción, fatiga, agujeros o baches, desplazamiento de juntas, baja resistencia del concreto, compactación inadecuada, diseño inadecuado y mala calidad del material.

Carga vehicular: Los vehículos pesados dañan el firme de la carretera.

Estudio del desempeño a compresión y flexo-tracción de carreteras hidráulicas:

Esta investigación busca evaluar el comportamiento de carreteras hidráulicas elaboradas con añadiduras de fibra de vidrio y acero reciclado a compresión y flexo-tracción, aportándoles durabilidad y resistencia.

1.1 Formulación del problema

Problema general

¿Cómo la incorporación de fibras de vidrio, acero reciclado y cemento mejora la resistencia a flexo-tracción del concreto en pavimentos hidráulico en vías urbanas?

Problemas secundarios:

¿Mediante una cantidad definida de una mezcla que contiene fibras de vidrio, acero reciclado y cemento modifica la resistencia a flexión del concreto en pavimentos hidráulicos en vías urbanas?

¿Por medio de un porcentaje establecido de una mezcla que contiene fibras de vidrio, fibras de acero reciclado y cemento altera la resistencia a tracción indirecta del concreto en pavimentos hidráulico de en vías urbanas?

¿A través de una proporción definida en una mezcla que contiene fibras de vidrio, fibras de acero reciclado y cemento mejora la resistencia a compresión del concreto en pavimentos hidráulico en vías urbanas?

1.2 Justificación de estudio

Justificación Práctica:

Este proyecto se enfoca en encontrar soluciones innovadoras para optimizar los pavimentos hidráulicos de la Avenida Metropolitana de Ate-Lima, con el objetivo principal de incrementar la resistencia mediante la incorporación de fibras de vidrio y acero reciclado. Esta iniciativa busca abordar los problemas de deterioro y baja durabilidad que actualmente presentan los pavimentos, mejorando la calidad de la infraestructura vial y beneficiando directamente a los usuarios.

Justificación Metodológica:

El estudio es de metodología hipotético-deductiva, un pilar fundamental del proceso de investigación científica. Este enfoque permite formular y comprobar teorías a través de la elaboración de hipótesis que expliquen relaciones causales o fenómenos específicos. La comprobación de estas hipótesis se realiza mediante razonamiento lógico y la cuidadosa recolección de datos empíricos en investigaciones experimentales.

Justificación Social:

Esta investigación tiene un alto impacto social, ya que mejorara la transitabilidad de los usuarios de la Avenida Metropolitana de Ate-Lima. Entre los principales beneficiarios se encuentran automovilistas, motociclistas, ciclistas, peatones, empresas de transporte, empresas de logística, el gobierno local y central, y los residentes del entorno. Al optimizar los pavimentos hidráulicos, se espera facilitar un acceso más rápido y seguro a servicios esenciales como colegios, hospitales y comercios, contribuyendo al bienestar general de la comunidad.

Justificación Ambiental:

El uso de pavimentos hidráulicos fabricados con materiales como fibra de vidrio, acero reciclado y cemento presenta importantes beneficios ambientales, reducen las emisiones de gases contaminantes y la preservación de los recursos naturales

Justificación Económica:

El estudio se justifica económicamente, debido a la reducción de costos de adquisición de materiales: El uso de materiales reciclados como la fibra de vidrio y el acero reciclado permite disminuir significativamente los costos de adquisición de materiales en comparación con los materiales convencionales.

Ahorro en gastos de mantenimiento: La mayor resistencia y durabilidad de los pavimentos hidráulicos fabricados con fibras recicladas se traduce en una menor necesidad de reparaciones y mantenimientos preventivos y contribución al desarrollo sostenible.

1.3 Objetivo:

Objetivo general:

- Optimizar la resistencia a flexión-tracción del concreto en pavimentos hidráulico en vías urbanas incorporando fibras de vidrio, acero reciclado y cemento.

Objetivos específicos:

- Modificar la resistencia a flexión del concreto de pavimentos hidráulicos en vías urbanas mediante una cantidad definida de una mezcla de fibras de vidrio, acero reciclado y cemento.
- Aumentar la resistencia a tracción indirecta del concreto de pavimentos hidráulicos en vías urbanas con un porcentaje establecido de una mezcla de fibras de vidrio, acero reciclado y cemento.
- Modificar la resistencia a compresión del concreto en pavimentos hidráulicos en vías urbanas con una proporción definida de una mezcla de fibras de vidrio, acero reciclado y cemento.

1.4 Hipótesis

Hipótesis general:

La incorporación de fibras de vidrio, acero reciclado y cemento incrementaría la resistencia a flexo-tracción del concreto de pavimentos hidráulicos en vías urbanas.

Hipótesis específicas:

- Una cantidad definida de una mezcla de fibras de vidrio, acero reciclado y cemento aumentaría la resistencia a flexión del concreto en pavimentos en vías urbanas.
- Un porcentaje establecido de una mezcla de fibra vidrio, acero reciclado elevaría la resistencia a tracción indirecta del concreto en pavimentos hidráulicos en vías urbana.
- Una proporción definida de una mezcla de fibras de vidrio, acero reciclado y cemento mejoraría la resistencia a compresión del concreto de pavimentos hidráulicos en vías urbanas.

Delimitaciones

Delimitación temporal

Tabla 1: Delimitación temporal

ITEM	DETALLE	INICIO	DE FIN	(DIAS)
1	P. de investigación	28/08/2023	20/12/2023	114
2	Inf. de investigación	1/04/2024	24/07/2024	115

Fuente: Elaboración propia

La investigación tiene una duración de 08 meses, desde agosto de 2023 hasta julio de 2024, tal como se detalla en la Tabla 1. Durante este período, se recopiló información relevante para garantizar el correcto desarrollo del estudio y se realizaron consultas al laboratorio para efectuar pruebas sobre los atributos mecánicos del pavimento hidráulico.

Delimitación Espacial:

La zona de estudio se localiza en Lima, específicamente en el distrito de Ate-Vitarte, Avenida Metropolitana, Figura 1.

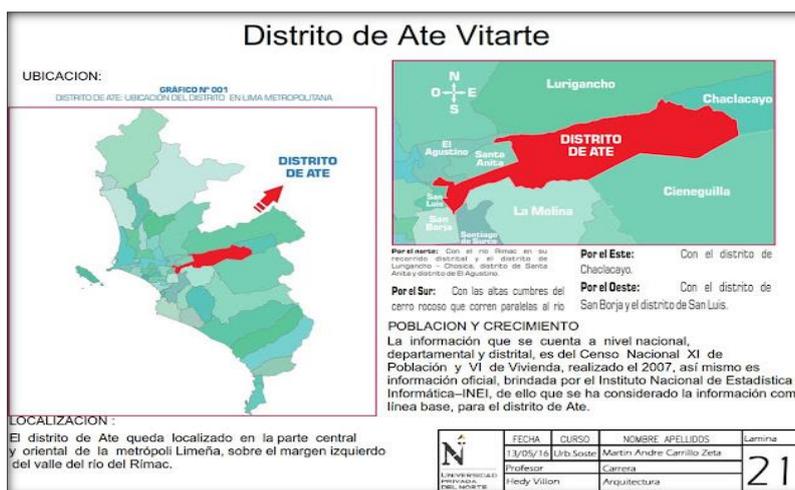


Figura 1. Localización de Ate Vitarte

Fuente: <https://bitly.ws/XrDI>

II. MARCO TEÓRICO

2.1 Antecedentes

Antecedentes internacionales

Vaitkus (2021) propone el uso de concreto de con fibras y humo de sílice es una estrategia para optimizar el grosor y reducir los costos de construcción. La investigación, de tipo experimental deductivo, demostró que el uso de estas mezclas permite reducir el espesor del pavimento en un 6% y 39% en comparación con los pavimentos hidráulicos comunes. Además, se identificaron tres mezclas de concreto que podrían reducir aún más el costo y el espesor del pavimento. Si bien el estudio presenta resultados prometedores, se requieren más investigaciones para validar estos resultados en diferentes condiciones y escalas. No obstante, el uso de mezclas de concreto de alto rendimiento es viable para su aplicación.

Mastali (2019) investiga cómo los aglutinantes puzolánicos, que también se conocen como cenizas volantes y humo de sílice, afectan al concreto reforzado. La investigación experimental encontró que el uso de humo de sílice mejora significativamente la flexión y la durabilidad del concreto reforzado con fibras de neumáticos, mientras que las cenizas volantes no tuvieron un impacto significativo. Aunque el estudio es prometedor, recomienda efectuar más estudios para velr el comportamiento del concreto en diferentes condiciones y escalas. Sin embargo, el uso de humo de sílice como sustituto del cemento se presenta como una alternativa viable.

Abbass, Iqbal y Mourad (2018) investigaron cómo el añadir de fibras de acero modifica las propiedades mecánicas del concreto de diversas resistencias. Su investigación experimental reveló que la adición de fibras de acero mejora significativamente la resistencia del concreto en compresión, tracción y flexión, se observó un incremento del 9.7%, 31.56% y 149% en la resistencia a la compresión, tracción y flexión,

respectivamente. Aunque estos resultados son prometedores, se requieren más estudios para evaluar el comportamiento de este tipo de concreto en diferentes condiciones y escalas. No obstante, podría ser una opción viable en la construcción.

Abdi y Ali (2021) investigaron el impacto de las fibras de acero en la tracción y compresión a diferentes edades y temperaturas. Su estudio experimental mostró que mejoran la resistencia a la tracción del concreto, especialmente en edades avanzadas, aunque pueden disminuir considerablemente la resistencia a la compresión. El efecto de las fibras de acero depende del porcentaje añadido y la edad del concreto. Aunque los resultados son prometedores, se requiere más investigación para comprender mejor el comportamiento de este concreto en diversas condiciones y escalas. A pesar de ello, el concreto reforzado con fibras de acero puede ser una opción viable para construir estructuras más resistentes y duraderas que soporten altas temperaturas.

Barbosa et al. (2019) investigaron cómo las características del concreto de consistencia seca afectan la resistencia a la tracción por flexión de tres puntos en dicho concreto. El estudio experimental cualitativo mostró que la compactación mecánica produce concreto más fuerte que la compactación manual y que la adición de fibras de acero incrementa la resistencia a la flexión. Es crucial considerar las características específicas del concreto y las condiciones de carga establecidas. Aunque los resultados son prometedores, se necesita más investigación para evaluar el comportamiento de este concreto en diferentes condiciones y escalas. Sin embargo, el concreto con fibras de acero es una opción viable para construir estructuras más resistentes y duraderas.

Antecedentes nacionales

Osorio (2018) investiga cómo la incorporación de nanopartículas de sílice (SiO_2) afecta la capacidad de compresión del cemento Portland Tipo 1. La investigación de tipo experimental encontró que la incorporación de un 4 % de nanopartículas de sílice puede aumentar significativamente la resistencia a compresión, particularmente en relaciones A/C de 0,52 después de 28 días de curado. Aunque el estudio es prometedor, requieren más estudios en diferentes condiciones y escalas. Sin embargo, agregar nanopartículas de sílice al cemento puede ser una buena opción para crear un concreto más resistente y duradero.

Inga, Santamaría y Muñoz (2021), en su artículo "Elaboración de un concreto autocompactante con fibras de acero trefilado", examinaron las características del concreto al agregar fibras de acero. Utilizando una metodología experimental, obtuvieron valores de 48,99 kg/cm^2 con porcentajes de fibras de 1 %, 1,5 %, 2 %, 2,5 %, y lecturas de 46,67, 47,5, 48,83 y 46,99 kg/cm^2 . En términos porcentuales, se obtuvieron 51,37, 38,32, 53,87 y 52,26 kg/cm^2 . Se encontró que la fibra de acero aumentó la resistencia un 6 % en porcentajes inferiores al 2 %. Sin embargo, la resistencia a la flexión disminuyó un 15 % a los 14 días y la resistencia a la tracción disminuyó un 4,8 % a los 28 días. Aunque prometedores, se debe de evaluar el comportamiento del concreto con fibras de acero en diversas condiciones.

Huamán, Rodríguez y Garamendi (2022), artículo "Determinar las características físicas y mecánicas del concreto tradicional y el concreto con fibras metálicas recicladas", su enfoque fue evaluar las bondades del concreto con laminillas de acero. Se utilizó una metodología experimental y se produjo un modelo de concreto promedio después de un séptimo día. Al agregar un 0.6 % a los 7 días, la proporción pudo asimilarse más al concreto.

Farfán, Pinedo y Novoa (2018), "Fibras de acero en la resistencia a la compresión del concreto", Los efectos de la fibra de acero en los especímenes de concreto bajo resistencia a la compresión se investigaron. En resumen, el método de investigación fue de tipo hipoductivo; los hallazgos de un grupo de mayor resistencia cumplieron con los parámetros de la NTP; el grupo G2 demostró la mayor resistencia a la compresión con 212,39 kg/m² y un 1,1% más que el concreto.

Rosales, [etc]. (2021), en el artículo "Adición de fibras de acero para mejorar las propiedades mecánicas del concreto", Se busca demostrar cómo la adición de fibras de acero mejora las propiedades mecánicas del concreto. Descriptivo, explicativo, analítico y sintético son los métodos utilizados en la investigación. Se observan cambios en la maquinabilidad, la flexión, la compresión, la tracción, la torsión, el corte, la resistencia al agrietamiento y la temperatura elevada. En resumen, las propiedades mecánicas se basan en el grado y la forma de adición de las fibras, ya que las fibras corrugadas tienen un efecto reforzante excelente y disminuyen la productividad de la mezcla en relación con la mejora de la comprensibilidad.

2.2 Bases teóricas

Teoría de la cementación

El cemento: un viaje a través del tiempo y la innovación

El cemento, pilar fundamental de la construcción tiene una historia rica. Antes de hacerlo moderna, generalizado, las civilizaciones antiguas empleaban mezclas de yeso, cal y agua para unir piedras y ladrillos. En la Antigua Roma, las cenizas volcánicas se utilizaron como precursor del cemento moderno. Con el tiempo, las recetas se perfeccionaron, incorporando materiales como arena, grava y cal en la elaboración del cemento.

El cemento Portland: un hito en la construcción

El cemento Portland, que actualmente es el tipo más popular, se caracteriza por su resistencia y versatilidad. Se pueden agregar aditivos químicos o naturales para alterar sus propiedades, como fraguado, impermeabilidad, resistencia y trabajabilidad, especialmente en condiciones ambientales extremas.

Los primeros pasos hacia el concreto moderno:

Las primeras evidencias del uso del concreto a base de cemento datan del año 6500 a.C. en Siria. Su producción consistía en mezclar piedras pequeñas y grava con cal caliente y agua, a veces incluso con sangre animal. Los romanos, reconocidos por sus avances en ingeniería, incorporaron grasa animal, ceniza volcánica, leche y sangre a una mezcla de cemento. (Zongjin, 2011, p.1).

Un siglo XX marcado por la innovación:

En un esfuerzo constante por mejorar este material, las propiedades y beneficios del cemento continuaron evolucionando a lo largo del siglo XX. Esto permitió al mundo dar saltos revolucionarios hacia una construcción más segura, resistente y duradera. Un hito importante fue la patente de un cemento más vanguardista en 1845, desarrollado por Isaac Johnson. Este material, más eficiente y versátil, ganó rápidamente posicionamiento y popularidad en la construcción.

Figura 2: Imagen referencial (se necesita más información para proporcionar una descripción precisa)



Figura 2. La antigua Roma
Fuente: <https://bitly.ws/XtcF>

Teoría de la aglomeración de partículas

La historia del cemento se remonta a la Antigua Grecia, donde se utilizaban cenizas volcánicas como aglomerante. Los romanos perfeccionaron estas técnicas, creando estructuras que han resistido el paso del tiempo, incluso bajo el agua marina, superando la durabilidad del cemento Portland en estas condiciones. Las obras romanas, aún en excelente estado de conservación, son un testimonio de su avanzada ingeniería y su dominio del "cementar", técnica de la cual deriva la palabra "cemento".

Los griegos, grandes conquistadores de su época, poseían técnicas de construcción muy avanzadas. Lamentablemente, estas se perdieron con la caída del Imperio Romano, lo que llevó a la construcción con materiales menos resistentes al paso del tiempo.

Evolución de los aglomerantes:

Antigua Grecia: Cenizas volcánicas como aglomerante principal.

Imperio Romano: Perfeccionamiento de las técnicas griegas, creando estructuras de gran durabilidad.

Edad Media y Moderna: Pérdida de las técnicas romanas y uso de materiales menos resistentes.

Siglo XIX: Desarrollo del cemento Portland, un material versátil y resistente.



Figura 3. La antigua Grecia
Fuente: <https://bitly.ws/XtcP>

Teoría de la resistencia empleando fibras

A partir de la década de 1960, la introducción de fibras en el concreto marcó un hito. Utilizaron inicialmente fibras de acero con el fin de incrementar la resistencia a tracción y evitar la formación de grietas. Esta innovación marcó un cambio significativo en la durabilidad y el rendimiento de la construcción de concreto.

En la década de 1980, las fibras de polipropileno se unieron a otros tipos de materiales para la fabricación de concreto. El uso de este método mejoró significativamente las propiedades del concreto y disminuyó significativamente la aparición de grietas, fatiga y abrasión. Este avance abrió nuevas perspectivas para diseñar y construir edificios más robustos y duraderos.

Durante los años, la investigación y el desarrollo han generado una amplia variedad de fibras para el concreto.

Entre las más destacadas se encuentran las fibras de carbono, vidrio y acero galvanizado, como se puede apreciar en la Figura 4 y 5. Cada tipo de fibra aporta características únicas que optimizan el rendimiento del concreto en diferentes aplicaciones.

Impacto de las fibras en el concreto:

Las fibras mejoran la integridad estructural del concreto al prevenir la formación y propagación de grietas.

Reducción del agrietamiento: Las fibras actúan como "micro refuerzos", distribuyendo las cargas y limitando la aparición de fisuras.

Mejora de la fatiga: Las fibras aumentan la resistencia del concreto a cargas cíclicas, prolongando su vida útil.

Disminución de la abrasión: Las fibras refuerzan la superficie del concreto, haciéndolo más resistente al desgaste y la erosión.

La fibra de vidrio se compone de finas hebras de vidrio entrelazadas que, al unirse con una resina, forman una estructura robusta y resistente. Esta característica, junto a su versatilidad y peso ligero, la

convierten en un material atractivo para diversas aplicaciones en la construcción. (Vera, 2019)

Lalvay (2017) explica que las fibras de vidrio no actúan solas, sino que se encuentran embebidas en una matriz polimérica. Esta matriz juega un rol fundamental en el comportamiento y rendimiento de las fibras de vidrio, cumpliendo dos funciones esenciales: adhesión, compactación y trasmisión de cargas.



Figura 4. Fibra de acero

Fuente: <https://bitly.ws/Xtco>



Figura 5. Fibra de vidrio

Fuente: <https://bitly.ws/XtbE>

Marco conceptual

Cemento

El cemento, elemento esencial en la elaboración del concreto, se presenta como una sustancia grisácea compuesta principalmente por caliza y arcilla, junto a otros componentes que se someten a altas temperaturas durante su proceso de fabricación (Lavagna y Nisticó, 2022). Su importancia radica en su capacidad para conformar una masa altamente resistente y moldeable, Figura 6 ;Tabla 2.



Figura 6. Cemento

Fuente: <https://bitly.ws/32GxZ>

Tabla 2. Tipos de cementos.

Tipo de cemento	Características
I	Uso de aplicación general
II	Resistencia a los sulfatos típica
III	Resistente a altas cargas
IV	El cemento de fraguado lento es de baja resistencia al calor.
V	Resistente a los álcalis y sulfatos.

Fuente: Elaboración propia

Agregados

Los agregados son materiales inertes esenciales para la fabricación de concreto. Entre ellos encontramos la grava, la arena formando una mezcla de cemento y agua en proporciones específicas (Přikryl, 2021). Su presencia no solo aporta volumen al concreto, sino que también contribuye a sus propiedades mecánicas y a la economía de la combinación, Figura 7.



Figura 7. Agregado grueso y fino.

Fuente: <https://bitly.ws/Xtbf>

Agregado fino

El agregado fino juega un papel crucial como material inerte en la elaboración del concreto. Se define como aquel material granular que pasa a través de una malla de 3/8 pulgadas (9.5 mm) y se retiene en la malla número 200 de acuerdo con las normas.



Figura 8. Agregado fino.

Fuente: <https://acortar.link/ebN4hf>

Granulometría

La granulometría juega un papel fundamental al determinar, la distribución de las partículas de tamaño en un material granular como la arena o la grava. Esta distribución, también conocida como gradación, es crucial para garantizar. La Tabla 3 muestra las características mecánicas y la resistencia del concreto.

Agregado grueso

Según las normas establecidas, el material granular que queda en el tamiz número 4 se agrega grueso, también conocido como grava. Se debe a la descomposición natural de las rocas, ya sea por la acción erosiva de los ríos o por procesos mecánicos como la trituración. Este material, presente en los cauces fluviales, debe cumplir con ciertos parámetros mínimos de calidad para su uso en la construcción, tal como se especifica en las "Condiciones Técnicas Generales para la Construcción" y "Guía de Tránsito Vial" (2015).



Figura 9. Agregado grueso.

Fuente: <https://acortar.link/e5dB42>

Agua

Juega un papel crucial en diversos procesos, desde la mezcla y el endurecimiento del concreto hasta la compactación del suelo. Su importancia radica en su capacidad para activar las propiedades químicas del cemento y permitir la formación de una masa compacta y resistente (Farid et al., 2019), como muestra la Figura 10.



Figura 10. Agregado grueso.
Fuente: <https://acortar.link/pnAdDA>

Aire

El aire, un componente indeseable en el concreto fresco, se encuentra presente en cantidades que varían entre el 1% y el 3%, ocasionando diversos problemas que interfieren con la durabilidad y calidad de las estructuras construidas. Este aire atrapado, generalmente introducido durante la mezcla o el manejo del concreto, genera una serie de consecuencias negativas que deben ser minimizadas.

Propiedades físicas

En la industria de la edificación, el concreto fresco se somete a diversas pruebas para evaluar sus propiedades físicas, las cuales son cruciales para garantizar su calidad y comportamiento durante el proceso de fraguado y endurecimiento. A continuación, se presenta una paráfrasis del texto original, destacando los aspectos clave de estas propiedades:

Temperatura del concreto fresco (ASTM C1064/C1064M, 2017):

Este ensayo determina La temperatura del concreto recién mezclado es importante en la velocidad de fraguado, la capacidad de trabajo y la resistencia final del concreto.

Una temperatura adecuada para el concreto es esencial para garantizar un proceso de fraguado uniforme y controlado, evitando problemas como el fraguado rápido o la formación de grietas.

Relación agua/cemento:

Una A/C baja generalmente conduce a un concreto más resistente, mientras que una A/C alta puede generar un concreto más poroso y susceptible a la fisuración.

Es fundamental mantener una A/C óptima para cada aplicación específica, considerando factores como la resistencia deseada, la trabajabilidad y las condiciones ambientales. (Wei 2021, p.1)

Trabajabilidad:

La capacidad del concreto para mezclar, transportar, colocar y compactar. La capacidad de trabajo adecuada es fundamental para alcanzar un acabado uniforme y denso del concreto, impidiendo la formación de vacíos y la separación de materiales.

La resistencia del concreto depende principalmente debido a la cantidad de agua que se usa, y se evalúa mediante el análisis de asentamiento (Slump) según la norma ASTM C143/C143M (2017). Este ensayo se utilizó un cono truncado con dos círculos paralelos (CHAUA, 2018). cómo se puede ver en la Figura 11.



Figura 11. Prueba de slump

Fuente: <https://bitly.ws/Xtap>

Resistencia a la compresión

Determine la capacidad para soportar cargas significativas sin sufrir roturas o deformaciones. Esta propiedad crucial se evalúa mediante pruebas normalizadas, como la ASTM C39, que exigen un período de inmersión en agua de 28 días para garantizar el fraguado y

endurecimiento completo de lo real. como muestra la Figura 12.

Peso unitario

La importancia del peso unitario radica en la influencia directa en la cantidad de cada ingrediente combinado. Al conocer el peso unitario de cada material, los profesionales de la construcción pueden determinar la cantidad adecuada de cada con las características deseadas. (Yong et al., 2021).

Concreto

En el estudio que nos ocupa, el concreto se posiciona como el material protagonista. El uso prolongado en la industria de la construcción es un claro reflejo de su eficacia y confiabilidad. A lo largo del tiempo, el desarrollo de nuevas tecnologías ha permitido mejorar continuamente su desempeño y características, buscando siempre optimizar su uso y reducir costos. (Ceballos, 2016). Se visualiza en la figura 12.

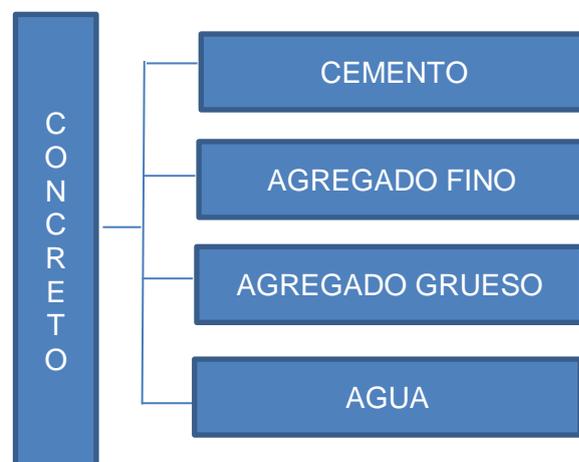


Figura 12. Composición del concreto

Fuente: Elaboración propia

Curado del concreto

Es un proceso fundamental para garantizar el desarrollo óptimo de sus características, como su resistencia y durabilidad. Este proceso implica mantener una temperatura y humedad adecuadas durante las primeras etapas del fraguado y endurecimiento del concreto, permitiendo una

hidratación completa del cemento. (Chyliński, Michalik y Kozicki, 2022).



Figura 13. Curado de concreto

Fuente: <https://bitly.ws/Xt9v>

Resistencia a la flexión

Es un parámetro fundamental para evaluar su capacidad para soportar cargas sin romperse o deformarse excesivamente. Esta propiedad se determina mediante pruebas estandarizadas, como la ASTM C78/C78M 2021, que se realizan en muestras de concreto endurecido para analizar su comportamiento bajo diferentes condiciones de flexión. (Parvin y Abdulkadir, 2022).

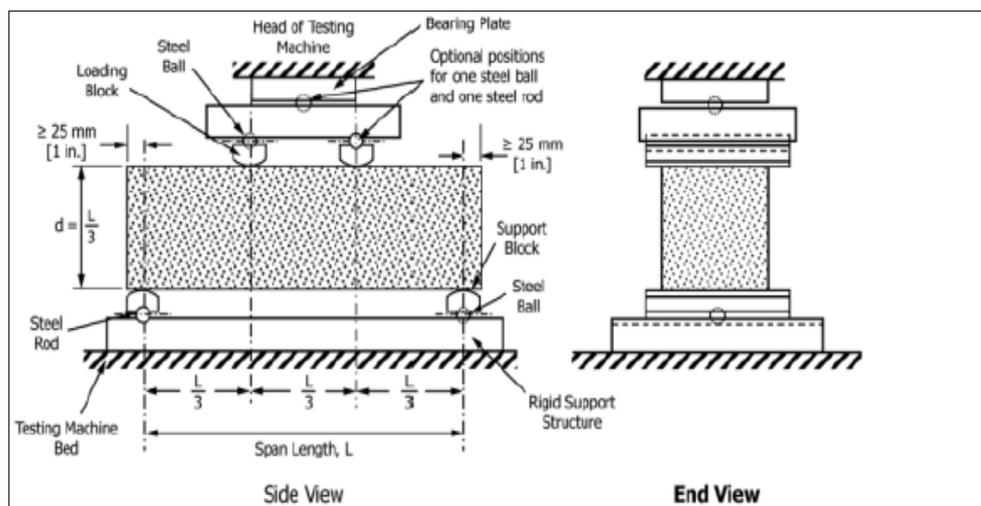


Figura 14. Ensayo de resistencia a flexión

Fuente: ASTM C78/C78M, 2021

Resistencia a la Tracción

Esta propiedad permite al concreto contrarrestar las fuerzas que tienden a estirarlo y romperlo, evitando la aparición de grietas y fallas estructurales. (Blancas 2020, p. 56).

La tracción se determina mediante un ensayo específico. En este ensayo, una muestra de concreto cilíndrica se coloca en una prensa de compresión y una carga creciente hasta que la parte no funciona. La rotura se produce por la tensión indirecta, que se genera a través de los esfuerzos cortantes que actúan sobre el material. (Blancas 2020, p. 198).

Una de las ventajas de este ensayo es su relativa simplicidad y la consistencia de los resultados que produce. En comparación con otras pruebas de resistencia, como la de compresión, el ensayo de tracción ofrece resultados más confiables y menos susceptibles a variaciones.

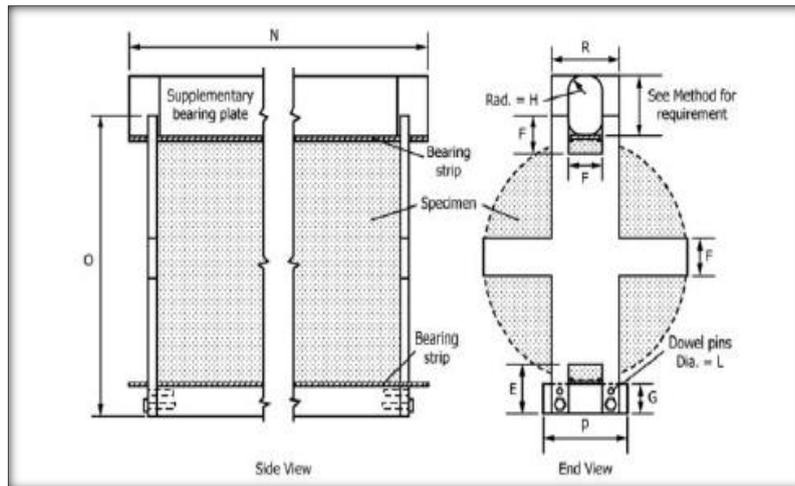


Figura 15. Ensayo a tracción.
Fuente: ASTM C496/C496M, 2017

Diseño de mezcla

Este proceso involucra la selección y dosificación adecuadas de los elementos de concreto, como el cemento, los agregados, el agua y aditivos, para lograr una mezcla con características específicas. (MOYA et al., 2019).

Fibras de acero

Son pequeños alambres de acero, normalmente de 25 a 60 mm de longitud y de 0,25 a 1,0 mm de diámetro, se utilizan como refuerzo. Las fibras de acero confieren a estos materiales resistencia y durabilidad, aumentando su capacidad para resistir cargas, golpes y movimientos. Logran disminuir el agrietamiento e incrementar la rigidez y las características de absorción de energía de los materiales reforzados, Ilustración. 16.



Figura 16. Fibra de acero
Fuente: <https://bitly.ws/Xt8J>

Fibra de vidrio

Según Lalvay (2017), las fibras de vidrio tienen una matriz polimérica: esta matriz es la encargada de mantener unidas las fibras de vidrio y hacerlas compactas, y también se encarga de transmitir las fuerzas que se generan a su alrededor, Figura 17.



Figura 17. Fibra de vidrio
Fuente: <https://bitly.ws/Xt8g>

Diseño experimental

Describe algunos de los diseños experimentales más habituales, como Los diseños experimentales cuantitativos están listados, y Hernández, Fernández y Baptista (2007) enumeran las condiciones para cada uno de ellos. Como resultado, "se realiza un análisis para determinar si una o más variables independientes tienen un impacto.

Diseño factorial 2^k

Un diseño factorial 2^k es un diseño en el que cada el factor de un experimento tiene dos niveles. Cuando se quiere estudiar el efecto de k factores en una reacción y determinar si existe una interacción entre ellos, se utilizan estos modelos. Cada variable podría tener un nivel cualitativo o cuantitativo. Se requieren un total de dos combinaciones k para el diseño. Estos modelos no requieren experimentos extensos para cada factor en estudio; los resultados de su diseño se pueden explicar de manera sencilla; y los factores cuantitativos pueden determinar la mejor dirección para experimentos futuros.

Este describe un experimento para probar el efecto de los k factores en la reacción y analizar si interactúan. En este tipo de experimento intervienen múltiples factores. (Zhao et al., 2020).

En esta investigación se evaluarán 3 factores, cuyo esquema experimental es 2^3 .

Tabla 3: Grupo de diseño factorial 2^3

Etiqueta	A	B	C	AB	AC	BC
(1)	-	-	-	+	+	+
a	+	-	-	-	-	+
b	-	+	-	-	+	-
ab	+	+	-	+	-	-
c	-	-	+	+	-	-
ac	+	-	+	-	+	-
bc	-	+	+	-	-	+
abc	+	+	+	+	+	+

Fuente: Elaboración propia

III. METODOLOGÍA

3.1 Tipo y diseño de investigación

Tipo de investigación

La investigación aplicada busca la creación de conocimiento y se concentra en gran medida en la aplicación de los descubrimientos tecnológicos obtenido de la investigación fundamental. (Marotti de Mello y Wood Jr., 2019).

La investigación proporcionó soluciones tangibles y efectivas para fortalecer la resistencia del concreto en pavimentos, lo que tiene un impacto directo en la infraestructura y la seguridad vial en la Metropolitana de Ate Vitarte.

De acuerdo con sus objetivos, el enfoque de este estudio es la investigación aplicada., recopila información sobre las variables de la investigación tomando como referencia otros estudios similares.

Nivel de investigación

Su finalidad fue encontrar las causas de fenómenos, hechos y acontecimientos sociales o físicos estableciendo relaciones causales. Explica por qué ocurre cada fenómeno y cómo se manifiesto o cómo se relacionó con el conjunto más amplio de variables de estudio. De manera similar, el propósito del rango de *correlación* es identificar el grado de correlación una muestra con dos o más variables diferentes. Las variables deben medirse primero y se cuantifica la relación, luego se determina la correlación probando hipótesis y utilizando métodos estadísticos (Gallardo 2017, p. 54).

Diseño de investigación

Es *experimental* con un enfoque estadístico respaldado por el método científico que busca lograr resultados más eficaces a través de la aplicación de una metodología adecuada para la recopilación, análisis y comprensión de datos. (Ramos Galarza, 2021).

Por lo tanto, se consideró el presente estudio como diseño, puesto que se buscó comparar el diseño referencial del concreto sin adición y con el modificado, se obtendrán en la fase de laboratorio omitiendo la aleatoriedad y de esa manera obtener resultados reales.

De acuerdo al diseño de investigación se define como experimental.

A continuación, se muestra el esquema planteado para la obtención de resultados.

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

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

Ge : Grupo experimental, adicionando fibras de vidrio, acero de neumáticos reciclados y cemento.

Gc : Grupo control, sin adición.

X : Muestra

Método de investigación

El método *hipotético deductivo* es un enfoque de razonamiento comúnmente asociado con las disciplinas científicas basadas en hechos, este método argumenta que las leyes o hipótesis científicas no se originan a partir de la observación directa, sino que son el producto de la creatividad humana empleada para idear posibles soluciones a un problema específico (Figeroa y Sangerman, 2022).

Este estudio aplicó este método, ya que abordó el problema a través de un ciclo que involucró la inducción, deducción e inducción. En otras palabras, se formuló hipótesis, se verificó su veracidad, se llevó a cabo etapas como observar el fenómeno, formular hipótesis, deducir las posibles consecuencias futuras, y finalmente, comparando las expectativas y la experiencia, confirmar o refutar las hipótesis. Como se indica en la figura 18.

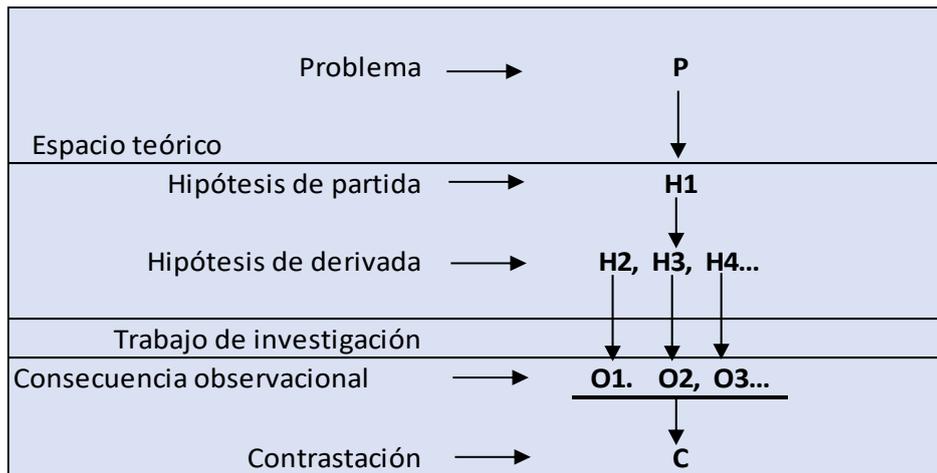


Figura 18. Método hipotético-deductivo

Fuente: Elaboración propia

Enfoque

La "cantidad" es la base de la investigación cuantitativa. por lo que su forma de trabajar es mediante el cálculo y la medición. En general, busca medir variables con referencia al tamaño (Niño 2011).

Por consiguiente, se definió como *cuantitativa*, se recopilo datos y pruebas en laboratorio para obtener resultados y comparándolos con los proyectos propuestos.

3.2 Variables y operacionalización

Variables

Tienen la característica, puede variar de diferentes maneras y es un objeto que se mide, analiza, controla o manipula en la investigación (Gallardo 2017, p. 50).

En este sentido, este estudio es cuantitativo y por tanto se basa en el diseño de condiciones óptimas de mezclado y resistencia del concreto, obteniendo datos numéricos para cada criterio que cumpla conforme a las regulaciones tanto a nivel nacional como global.

- Variable independiente: Fibra de vidrio, acero reciclados y cemento.
- Variable dependiente: Resistencia a flexo-tracción del concreto en pavimentos hidráulicos.

Operacionalización

Los conceptos o variables se tratan de un procedimiento lógico que implica la descomposición de elementos abstractos, como los conceptos teóricos, en componentes más concretos, es decir, en los hechos concretos que ocurren en la realidad y que reflejan esos conceptos, además, estos hechos son observables, medibles y representativos de los conceptos en cuestión (Estrada, 2023).

La medición de las variables fue investigada y analizada en el estudio. Además, la matriz operativa de las variables .

Tabla 4: Operalización de variable

"Fibras de vidrio, acero reciclado y cemento para mejorar la flexo-tracción de pavimentos hidráulicos en vías urbanas"					
VARIABLE	DEFINICIÓN CONCEPTUAL	DEFINICIÓN OPERACIONAL	DIMENSIÓN	INDICADORES	ESCALA DE MEDICIÓN
Variable independiente: Fibra de vidrio, acero reciclado y cemento.	<p>Las fibras de acero confieren a estos materiales resistencia y durabilidad, aumentando su capacidad para resistir cargas, golpes, movimientos y otras fuerzas externas.</p> <p>Las fibras de vidrio es la encargada de mantener unidas las fibras de vidrio y hacerlas compactas, y también se encarga de transmitir las fuerzas que se generan a su alrededor. Lalvay (2017).</p> <p>Cemento: Es un elemento de color gris compuesto por caliza y arcilla a de más de otros materiales sometidos a alta temperatura. Es el material más importante en la elaboración del concreto su función básica es conformando una masa muy resistente (Lavagna y Nisticó, 2022).</p>	Se añadió cantidades porcentuales de fibra de vidrio, acero reciclado y cemento.	Cantidad (%)	Peso (%)	Intervalo
Variable dependiente: Resistencia a flexo-tracción para pavimentos hidráulicos.	<p>Resistencia a flexión Es la capacidad del concreto para recibir fuerzas sin fracturarse. Las pruebas se llevaron a cabo en el laboratorio. con representaciones de concreto endurecido. (Parween y Abdulkadir, 2022).</p> <p>Resistencia a la tracción: Dependiendo del tipo de diseño el concreto puede resistir fuerzas a tracción y así evitar el agrietamiento producido por la tensión diagonal que se origina a través los esfuerzos cortantes (Blancas 2020, p. 56).</p>	Se verificó la resistencia del pavimento hidráulico a través de los ensayos de flexión, tracción indirecta y compresión.	Propiedades físicas	Asentamiento/Slump (Pul)	Razón
				Temperatura (°C)	Razón
			Propiedades mecánicas	Resistencia a compresión (Kg/cm ²)	Razón
				Resistencia a flexión (Kg/cm ²)	Razón
				Resistencia a Tracción (Kg/cm ²)	Razón

Fuente: Elaboración propia

3.3 Población, muestra y muestreo unidad de análisis

Población

Se refiere a todas las personas, elementos, objetos o entidades que son objeto de un estudio científico. Para planificar un análisis, esta población sirve como base para extraer una muestra si es necesario, ya que delimita la investigación, y determina cuales son los sujetos o elementos que son relevantes para verificar los objetivos de la investigación (Zeng, 2019).

Por lo cual, esta investigación estimó una población general de 192 briquetas patrones de concreto y diseños experimentales de estudio, se avalú la resistencia a flexión y tracción del concreto hasta los 28 días de curado, además, se presentó estudios físicos que determinaron la trabajabilidad de las mezclas, así como el peso que se obtuvo en un determinado espacio.

Tabla 5. *Ensayos físicos planteados*

Grupo experimental:	Asentamiento (slump)
G1: 0.25% Fv +0.50% Far+0.50% C+Ag+Pc+H ₂ O	1
G2: 0.50% Fv +0.25% Far+0.50% C+Ag+Pc+H ₂ O	1
G3: 0.25% Fv +0.50% Far+0.50% C+Ag+Pc+H ₂ O	1
G4: 0.50% Fv +0.50% Far+0.50% C+Ag+Pc+H ₂ O	1
G5: 0.25% Fv +0.25% Far+1% C+Ag+Pc+H ₂ O	1
G6: 0.50% Fv +0.50% Far+1% C+Ag+Pc+H ₂ O	1
G7: 0.25% Fv +0.25% Far+1% C+Ag+Pc+H ₂ O	1
G8: 0.50% Fv +0.50% Far+1% C+Ag+Pc+H ₂ O	1
TOTAL	8

Fuente: Elaboración propia

Tabla 6. Ensayos mecánicos planteados al día 07.

Grupo experimental:	Resistencia a tracción	Resistencia a compresión	Total
Grupo control: C+Ag+Af+H ₂ O	3	3	6
G1: 0.25% Fv +0.50% Far+0.50% C+Ag+Pc+H ₂ O	3	3	6
G2: 0.50% Fv +0.25% Far+0.50% C+Ag+Pc+H ₂ O	3	3	6
G3: 0.25% Fv +0.50% Far+0.50% C+Ag+Pc+H ₂ O	3	3	6
G4: 0.50% Fv +0.50% Far+0.50% C+Ag+Pc+H ₂ O	3	3	6
G5: 0.25% Fv +0.25% Far+1% C+Ag+Pc+H ₂ O	3	3	6
G6: 0.50% Fv +0.50% Far+1% C+Ag+Pc+H ₂ O	3	3	6
G7: 0.25% Fv +0.25% Far+1% C+Ag+Pc+H ₂ O	3	3	6
G8: 0.50% Fv +0.50% Far+1% C+Ag+Pc+H ₂ O	3	3	6
TOTAL			54

Fuente: Elaboración propia

Tabla 7. Ensayos mecánicos planteados al día 14.

Grupo experimental:	Resistencia a flexión	Resistencia a tracción	Resistencia a compresión
GRUPO CONTROL: C+Ag+Af+H ₂ O	2	3	3
G1: 0.25% Fv +0.50% Far+0.50% C+Ag+Pc+H ₂ O	2	3	3
G2: 0.50% Fv +0.25% Far+0.50% C+Ag+Pc+H ₂ O	2	3	3
G3: 0.25% Fv +0.50% Far+0.50% C+Ag+Pc+H ₂ O	2	3	3
G4: 0.50% Fv +0.50% Far+0.50% C+Ag+Pc+H ₂ O	2	3	3
G5: 0.25% Fv +0.25% Far+1% C+Ag+Pc+H ₂ O	2	3	3
G6: 0.50% Fv +0.50% Far+1% C+Ag+Pc+H ₂ O	2	3	3
G7: 0.25% Fv +0.25% Far+1% C+Ag+Pc+H ₂ O	2	3	3
G8: 0.50% Fv +0.50% Far+1% C+Ag+Pc+H ₂ O	2	3	3
TOTAL			72

Fuente: Elaboración propia

Tabla 8. *Ensayos mecánicos planteados al día 28*

Grupo experimental:	Resistencia a flexión	Resistencia a tracción	Resistencia a compresión
GRUPO CONTROL: C+Ag+Af+H ₂ O	2	3	3
G1: 0.25% Fv +0.50% Far+0.50% C+Ag+Pc+H ₂ O	2	3	3
G2: 0.50% Fv +0.25% Far+0.50% C+Ag+Pc+H ₂ O	2	3	3
G3: 0.25% Fv +0.50% Far+0.50% C+Ag+Pc+H ₂ O	2	3	3
G4: 0.50% Fv +0.50% Far+0.50% C+Ag+Pc+H ₂ O	2	3	3
G5: 0.25% Fv +0.25% Far+1% C+Ag+Pc+H ₂ O	2	3	3
G6: 0.50% Fv +0.50% Far+1% C+Ag+Pc+H ₂ O	2	3	3
G7: 0.25% Fv +0.25% Far+1% C+Ag+Pc+H ₂ O	2	3	3
G8: 0.50% Fv +0.50% Far+1% C+Ag+Pc+H ₂ O	2	3	3
TOTAL			72

Fuente: Elaboración propia

Muestra

Para Arias (2012), es una porción de un total de la población. En este caso, la muestra fue igual a la población.

Por lo tanto, la investigación presentó 198 especímenes para analizar el concreto y evaluarlo a pruebas de flexión, tracción y compresión.

Criterios de inclusión: La selección fue la base del estudio de muestras que cumplan con ciertos niveles de contenido de fibra de vidrio, acero reciclado y cemento, asimismo, estas muestras se distribuyeron en pruebas de flexión, tracción y compresión.

Criterios de exclusión: El estudio no se basó en la selección de muestras que no cumplan con las muestras que cuenten con fibra de vidrio, acero reciclado y cemento.

Muestreo:

Según Arias (2012, p.85), se refiere al muestreo no probabilístico, que define como un método de muestreo en el que es incierto si un elemento de la población es la muestra. El término también se refiere al muestreo intencional, que implica la selección de componentes en función de evaluaciones o criterios de conocimientos previos del investigador. Dado que la muestra se selecciona para lograr los resultados deseados, el método de muestreo se utiliza por conveniencia. Por conveniencia del investigador, se utilizó un muestreo no probabilístico.

Unidad de análisis

Describe a lo que está sujeto específicamente o elemento individual que constituye en el enfoque central de estudio dentro de una investigación científica, asimismo, es la unidad sobre la cual se recopilan datos y se realiza el análisis para obtener resultado y sus conclusiones, del cual, El objetivo de la investigación determina la unidad de análisis. y pueden variar ampliamente, abarcando desde individuos, grupos, organizaciones o incluso elementos más abstractos como palabras, símbolos o eventos (Damsa y Jomet,2020).

Por lo tanto, se eligieron 198 probetas para el estudio. Estos especímenes desempeñaron un papel esencial para evaluar la resistencia del concreto a la flexión, tracción y compresión para pavimentos rígidos.

3.4 Técnicas e instrumentos de recolección de datos**Técnicas**

Recopilan información que pueden medir una o más variables en un estudio. (Mendoza y Ávila, 2020, p. 17).

El enfoque de este estudio será la observación directa que es observar directamente los cambios durante la fase de laboratorio al realizar los ensayos propuestos. Además, se utilizó el análisis documental, incorporando datos, información y resultados de diversas fuentes como artículos científicos, publicaciones y libros. Esta práctica permitió realizar comparaciones con las derivaciones obtenidas en la presenta investigación.

Observación directa

"La investigación directa se produce cuando los tesisistas integran información por sí mismos, sin excluir preguntas que también son parte del problema, utilizando continuamente su sentido de observación" (BAENA, 2017, p. 72).

Instrumento de recolección de datos.

Se describen a los instrumentales o menos específicos utilizados en un estudio para recopilar información de manera sistemática y estructurada, además se diseñan con el propósito de obtener datos relevantes y precisos que sean pertinentes para identificar y además, para cumplir con los objetivos de la publicación o formular preguntas de indagación, estos instrumentos pueden adoptar una variedad de formas, como cuestionarios, entrevistas y observaciones., pruebas, o cualquier otro medio que permita recopilar datos cuantitativos o cualitativos (Hernández y Duana, 2020).

De esta manera, se busca diseñar y/o emplear elementos que permitan recolectar datos como:

- Formato para resistencia a flexión.
- Formato para resistencia a tracción indirecta.
- Formato de cono de Slump.
- Formato para diseño de mezcla.
- Formato para diseño de granulometría.
- Formato de resistencia a compresión.
- Formato de toma de temperatura de concreto fresco.

Validez

La validez de una indagación se describe a la disposición en que una indagación mide y evalúa con precisión lo que pretende medir o evaluar, además implica la capacidad del diseño, los métodos y los instrumentos y los instrumentos utilizados en el estudio para garantizar los resultados reflejen de manera fiable y sin cambiar la realidad o el fenómeno que se está investigando , por ende , la investigación con alta validez es capaz de proporcionar conclusiones y hallazgos confiables y precisos, lo que mejora la

confianza en la calidad de los resultados y su utilidad (Schweinsberg,Thau y Pillutla, 2023).

Por lo que, buscando verificar la validez de este estudio, se realizará una revisión sistemática de la información y los estudios previos sobre nivel internacional y nacional para adquirir modelos y aplicaciones de las experimentaciones correcta.

- Resistencia a flexión.
- Resistencia a tracción indirecta.
- Granulometría.
- Método de prueba estándar agregados finos y gruesos.
- Método del cono de Slump.
- Resistencia a compresión.
- Toma de temperatura de concreto fresco.

Confiabilidad

La confiabilidad se determinó y analizó utilizando una fórmula conocida como alfa de Cronbach, que produjo coeficientes de confiabilidad para cada instrumento utilizado. Este factor tiene una escala de 0 a 1. El número 0 indica confiabilidad cero, mientras que el número 1 indica confiabilidad excelente, o perfecta. H. Es menos confiable cuanto más se acerca a cero. (Hernández, Fernández, Baptista, 2014, p. 230)

Para calcular el coeficiente alfa de Cronbach, se utilizan diez ítems que fueron evaluados por dos expertos. Luego se realizan se calculan las variaciones para cada elemento y se calcula la suma de las variaciones, se realiza la suma de varianza y se realiza la operación de suma de varianza. El resultado fue 0.96, lo que indica una alta confiabilidad del instrumento.

Por lo tanto, la confiabilidad de los instrumentos de investigación debe demostrar que las pruebas están suficientemente estandarizadas conforme a las normas NTP, que se derivan de las normas ASTM. Dos expertos evaluaron la confiabilidad de los ítems basándose en los resultados de un cuestionario de múltiples ítems enviado a los evaluadores. A partir de la información recopilada por cada experto, se aplicó a los datos una fórmula única de 0,88,

que es muy alta en términos de confiabilidad instrumental.

3.5 Procedimientos:

a) Procedimiento de recolección de materiales.

Obtención de los agregados

La norma NTP 400.010:2020 de agregados finos y gruesos, así como la ASTM D75, sirve como base para esto.

Selección de Cantera

Para la investigación, se seleccionaron los elementos derivados de la cantera "La Honda", la cual es de gran interés en la literatura especializada debido a sus características óptimas.

Propiedades físicas de los agregados

Medir la granularidad del agregado; NPT 400.012 especifica los métodos utilizados para clasificar el tamaño de partícula del agregado grueso.

Agregado Fino

Los ensayos realizaron en base a la NTP 400.012, se procedió con el cuarteo del material, se utilizaron las mallas número 8, 16, 30, 50, 100 y 200 para tamizar la muestra, que tenía un peso de 500 gramos, de acuerdo con la norma ASTM C136.

Agregado Grueso

El peso inicial para cada cuarteo fue de 3500 gramos, obtuvimos un tamaño nominal máximo de 3/4" de acuerdo con las normas ASTM C136 y NTP 400.037.

Obtención del material

El acero reciclado se obtuvo de las mecánicas aledañas a la zona de la Av.

Metropolitana siendo en su mayor cantidad el cable trenzado de acero usado para los frenos y embragues de motocicletas y bicicletas. se cortó manualmente a 3cm a 3.5 cm. Luego se sometió a un de tratamiento de oxido, Se realizó un lavado para eliminar la oxidación (vinagre blanco, bicarbonato de sodio y coca cola). Luego se secaron a temperatura ambiente durante un día más.

La fibra de vidrio se pesó para los diferentes grupos experimentales y se cortó a una medida de 1 cm. El cemento Tipo 1 de la marca Sol se pesó para cada grupo experimental.

Ensayo de Contenido de Humedad

La humedad presente en los agregados se determina mediante el contenido de agua y el porcentaje de la muestra completamente seca, según la norma NTP 339.185. Este proceso es crucial para asegurar que los agregados estén libres de agua al ser combinados con el concreto.

Para medir el contenido de humedad, se sigue una técnica específica que requiere cuidado y precisión. Se selecciona una muestra representativa de los agregados y se pesa en estado húmedo inicialmente. Luego, coloca en un horno a una temperatura predeterminada constante de aproximadamente 110°C durante un día. Después de obtener un peso constante, se pesa una vez más y se determina el contenido de humedad.

Donde:

P_h = Peso Húmedo

$$H = \frac{P_h - P_s}{P_s} * 100$$

P_s = Peso Seco



Figura 19. Ensayo de laboratorio de contenido de humedad.
Fuente: Propia

Ensayo de Peso Unitario de los Agregados

Según el procedimiento NTP 400.017, se debe determinar el peso específico del agregado comprimido y la densidad aparente de los agregados gruesos y finos. Para ello, se coloca el agregado en el borde de un molde cilíndrico y se nivela con una barra. Luego, se compacta en tres capas mediante 25 golpes de una barra de 15 mm de diámetro y 60 mm de largo, conocido como compactación por capas. Finalmente, se nivelan las capas con una capa final de larga extensión.

Para el análisis del peso unitario suelto, se llena un recipiente con agregado fino-grueso y se compacta ligeramente con la palma de la mano o una varilla. Se mide el volumen del recipiente con el agregado compactado. Luego, se retira el agregado fino y se tamiza para eliminar partículas residuales. Posteriormente, se llena el recipiente con agregado fino suelto y se evalúa su peso.

En el análisis del peso unitario compactado, se llena el recipiente con agregado fino y se compacta en capas utilizando una placa compactadora con

aproximadamente 25 golpes por capa. Se mide el volumen del recipiente donde se compactó el agregado grueso y fino.



Figura 20. Ensayo de peso unitario para agregado grueso
Fuente: Propia



Figura 21. Ensayo de peso unitario para agregado fino-arena
Fuente: Propia

Ensayo de peso específico y absorción.

La norma NTP 400.012 regula la absorción y el peso específico de los agregados, estableciendo procedimientos de laboratorio para medir estas propiedades en agregados gruesos y finos utilizados en pavimentos y estructuras de concreto.

El método para calcular el peso específico y la absorción se basa en ensayos de laboratorio conforme a los lineamientos de la norma NTP 400.012. Los ensayos de inmersión en agua se emplean para determinar la absorción de los agregados gruesos, mientras que para los agregados finos se utilizan ensayos de absorción por inmersión en agua.

Agregado grueso:

Para iniciar el ensayo, se selecciona una muestra de material y se cuartea para obtener partes representativas. La muestra se tamiza con un tamiz N°4 y se utiliza todo el material retenido para el ensayo. Se pesa el recipiente donde se colocará la muestra, asegurándose de que el peso mínimo sea de 2 kg para una piedra de 1/2", utilizando un rango de peso de 2015.1 g a 2345 g (excluyendo el peso del recipiente).

Posteriormente, la muestra se lava para eliminar completamente el polvo y otras sustancias adheridas a las partículas. Luego, se coloca en un horno a 100-110 °C durante 24 horas y se deja secar entre 1 y 3 horas. Después de este proceso, la muestra se sumerge en agua durante un día. Tras el período de inmersión, se retira la muestra del agua y se secan las partículas, eliminando el agua superficial rodándolas sobre un trapo absorbente. Los fragmentos más grandes se secan individualmente.

Finalmente, se pesa la muestra para obtener el peso superficialmente seco. También se mide el peso de la muestra sumergida en agua a una temperatura de 21° a 25°C y con un peso unitario de 0.997 +/- 0.002 g/cm³. La muestra se introduce nuevamente al horno durante un día a 100-110 °C, se retira, se deja enfriar y se pesa para obtener el peso seco de la muestra, excluyendo el peso del recipiente.

.

- **Agregado Fino:**

Primero usamos el tamiz n° 4 para pasar la muestra seca; pesamos la muestra seleccionada 240 g- 245 g , pesamos la fiola, pesamos la fiola mas el agua vaciamos la muestra seca a la fiola, vaciamos agua a la fiola y mezclamos con la muestra seca, se pone la fiola a baños maría por 10 minutos con agua caliente, deja enfriar durante quince minutos.



Figura 22. Ensayo de absorción de agregado fino
Fuente: Propia



Figura 23. Ensayo de absorción de agregado grueso
Fuente: Propia

Ensayo de granulometría de los agregados.

La norma NTP 400.012 durante el proceso de medición de partículas, que especifica la tarea de descomposición del material y luego el procedimiento de análisis de partículas. Esta prueba es para separar el los agregados de acuerdo ASSHTO o SUCS. Para alcanzar el tamaño unitario, se emplea un tamiz de laboratorio con las mallas dispuestas en orden descendente para alcanzar un número máximo de 2", 1 1/2", 1", 3/ 4", 1/2", 3/8". La pantalla de 1/4 contiene los números de penalización 4, 8, 16, 30, 30, 50, 100 y 200



Figura 24. Ensayo de granulometría – agregado fino.
Fuente: Propia

- **Granulometría agregado grueso**

La medición dimensional de muestras de agregado se realizó tomando en cuenta los requisitos de NTP400.012 y ASTM C33 (Especificación Estándar para Agregados). ¿Por qué se hizo el esfuerzo de definir los requisitos de la NTP 400.037, donde gracias a esto se utilizó el conjunto de malla No. 2", 1 ½", 1", ¾", ½", 3/8", No. 4, previo tamizado, los resultados están relacionados con el tamaño nominal máximo y el % retenido por tamiz.



Figura 25. Ensayo de granulometría - agregado grueso.
Fuente: Propia

- **Granulometría de agregado fino**

La selección del agregado fino se basa en NTP400.012 y ASTM C33. Análisis de agregados que pasan por tamiz estándar según NTP 400.037, utilizando los tamices N° 4, N° 8, N° 16, N° 30, N° 50, N° 100, N° 2. 200. Luego guarde el módulo de suavidad y el porcentaje de cada malla.



Figura 26. Cuarteo de agregado grueso
Fuente: Propia



Figura 27. Ensayo de granulometría para agregado fino-arena.
Fuente: Propia

Diseño de mezclas (ACI 211)

La norma técnica peruana NTP 334.081, basada en los principios de la American Concrete Institute (ACI) 211, establece los estándares para el diseño de mezcla, teniendo en cuenta características como su resistencia, durabilidad y trabajabilidad.

El procedimiento según la norma debe determinar la resistencia y la longevidad del concreto en función de la exposición y el uso la estructura; determinar el tipo de cemento a utilizar, considerando las características del cemento disponible en el mercado peruano; seleccionar los agregados (grava y arena) que cumplan con las especificaciones de la y que garanticen la calidad y resistencia del concreto.

A continuación, proporcionaremos tablas que confirman los resultados de los cálculos para el modelo de patrón y el concreto con la adición de fibras de vidrio de 0.25% y 0.50%; de fibras de acero reciclado 0.25% y 0.50% y añadidura de cemento de 0.50% a 1 % de cemento.

Proceso de Elaboración de Muestras

La elaboración de la mezcla se fundamentó en la norma ACI 211. Se aplicó como desmoldante aceite automotriz en el interior de las probetas plásticas y de madera.

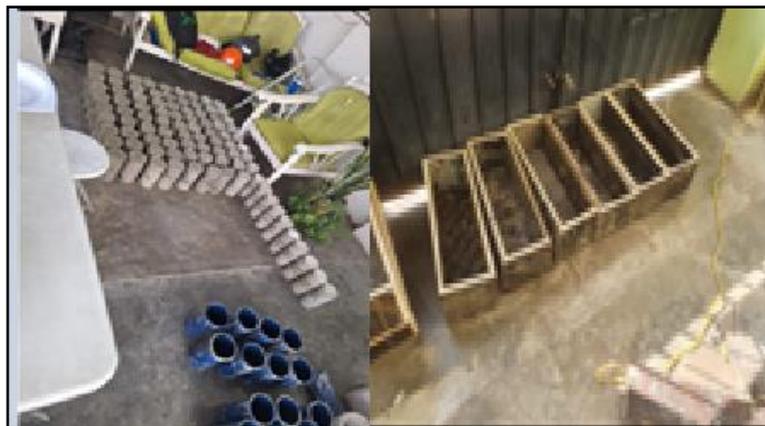


Figura 28. Preparación de moldes y probetas,
Fuente: Propia

Los materiales utilizados durante el proceso de elaboración fueron pesados, como el cemento, los agregados, el agua, la fibra de vidrio (0.25 por ciento a

0.5 por ciento), la fibra de vidrio (0.25 por ciento a 0.5 por ciento) y la adición de cemento (0.50 por ciento a 1%), como se muestra en la imagen 31.



Figura 29. Pesado de materiales para el mezclado.
Fuente: Propia

A continuación, se aplicó todo lo pesado y se mezcló manualmente con la ayuda de una lampa hasta que se obtenga una masa de concreto homogénea. Para la muestra patrón, se utilizó la misma técnica. Los ocho grupos de control, que incluían fibra de vidrio, fibra de acero reciclado y agregado de cemento, dentro de círculos rojos, así como el control de temperatura, Figura 30.



Figura 30. Preparación de mezcla.
Fuente: Propia

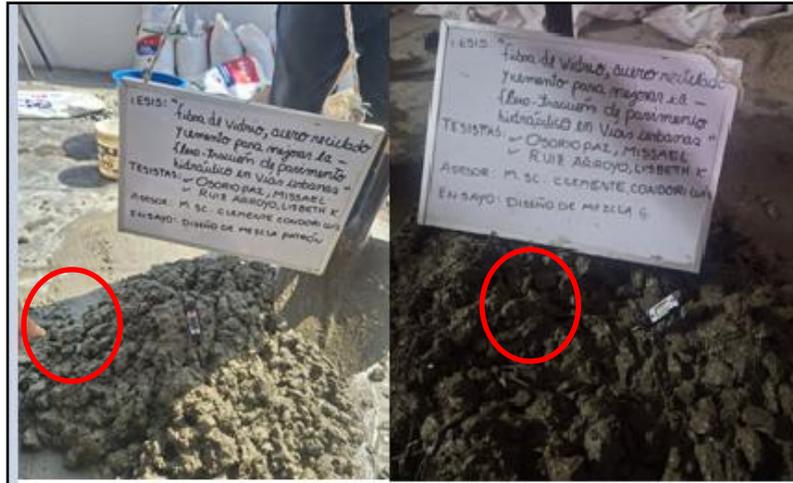


Figura 31. Toma de temperatura en el concreto.
Fuente: Propia



Figura 32. Fibras en las mezclas de concreto.
Fuente: Propia

En la muestra patrón 4, el desarrollo del grupo 1 fue de 4.2", el grupo 2 fue de 4.5", el grupo 3 fue de 4.4", el grupo 5 fue de 4.6", el grupo 6 fue de 4.6" y el grupo 8 fue de 4.2.



Figura 33. Ensayo de Slump.
Fuente: Propia

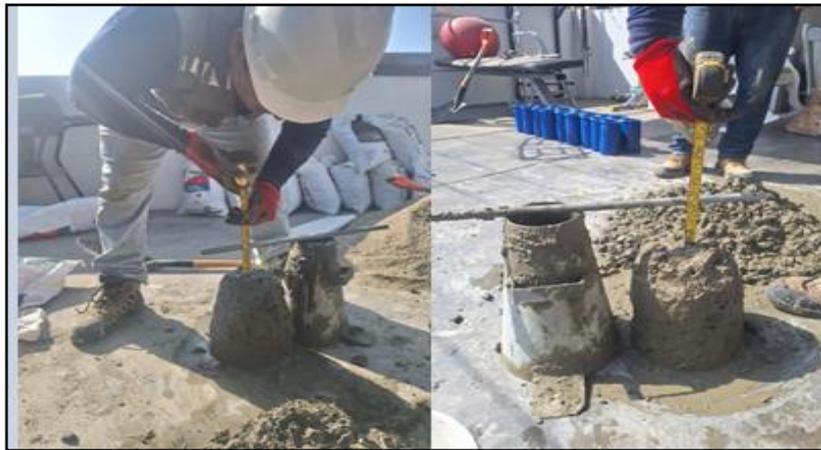


Figura 34. Medición del asentamiento del concreto fresco.
Fuente: Propia

Durante la preparación de las probetas, tanto cilíndricas como prismáticas, se respetaron las dimensiones establecidas por la norma técnica peruana. Se aplicaron 25 golpes por capa, con una varilla ovalada de 5/8 pulgadas de diámetro y aproximadamente 60 centímetros de longitud, durante el proceso de compactación en tres capas. Después de llenar las briquetas, se nivelaron al borde y se cuidó la superficie superior.



Figura 35. Llenado de briquetas.

Fuente: Propia

Se compactaron utilizando una varilla ovalada de 5/8 pulgadas de diámetro y aproximadamente 60 centímetros de largo, aplicando 25 golpes por capa. Estas probetas cumplían con las dimensiones especificadas en la norma técnica peruana. Después de llenar las briquetas, se nivelaron al borde y se aseguró cuidadosamente la superficie superior, Figura 38.



Figura 36. Desmoldado de briquetas.

Fuente: Propia



Figura 37. Curado de briquetas.

Fuente: Propia

3.6. Método de análisis de datos

La estadística inferencial tiene a manera de objetivo trascendental hacer deducciones o difusiones acerca de una población completa a partir de un ejemplar representativa de esa población, asimismo implica el uso de técnicas estadísticas y métodos de análisis para estimar parámetros poblacionales, tomar decisiones basadas en la información recopilada y realizar predicciones sobre el comportamiento de la población a partir de datos muestrales. (Islam, 2020).

Por lo que, el estudio utilizó la estadística inferencial y el análisis descriptivo como métodos del análisis de los datos, al emplear el análisis de varianza para evaluar las hipótesis formuladas en el estudio, al mismo tiempo, se aplicó la estadística para el estudio de datos incluyendo aplicaciones aritméticas y determinar los resultados obtenidos.

Además, se emplearán programas estadísticos especializados como el Minitab para la realización del contenido didáctico como gráficos que facilitarán la lectura e interpretación de los hallazgos. Los datos recolectados se obtuvieron durante los ensayos, permitiendo identificar las variaciones significativas buscando de esta forma la contratación de la hipótesis planteada y verificar si estas son afirmativas o negativas.

Se efectuó con el t de Student, media, desviación estándar, probabilidad, grado de libertad y correlación de Anderson Darling mediante los Software Minitab y Origin Pro.

3.7. Aspectos éticos

En el artículo 15 de código de ética de la UCV se refiere a las políticas de anti plagio, por lo tanto, esta investigación se revisó de manera minuciosa por el asesor quien emitió el veredicto final. Así mismo el artículo 16 de derechos de autores otorga la exclusividad a los autores y coautores de publicar parcial o total el material de investigación con el compromiso de no utilizar fuentes ajenas. Y el artículo 17 abocado al trabajo en equipo liderado por un docente de investigación principal quien asumirá la responsabilidad de liderar, planificar, dirigir, ejecutar, evaluar el cumplimiento de las actividades. por lo tanto, esta investigación se trabajará en forma conjunta con el asesor metodológico y los tesisistas con el compromiso de realizar un buen trabajo de investigación.

IV. RESULTADOS

De acuerdo con Arias (2018, p. 111), el análisis de la literatura en metodología indica que este avance requiere elaborar de manera detallada las tareas. La investigación llevada a cabo utilizó una metodología inductiva, que se basa en observaciones específicas para llegar a conclusiones generales. El estudio se realizó en un laboratorio.

y los hallazgos obtenidos se emplearon como fundamento para las conclusiones. Los datos de laboratorio se examinaron y describieron mediante tablas comparadas y gráficos estadísticos que relacionaron la variable independiente junto con sus medidas. Se utilizó software especializado para analizar los datos.

En este trabajo, se efectuaron acabo la experimentación para recopilar datos sobre las particularidades físicas de las muestras de los materiales manejados en la mezcla de Se realizaron pruebas de resistencia a compresión, flexión y tracción indirecta en el concreto en sus dos estados (fresco y endurecido). Los resultados de estos ensayos se presentan de manera detallada a través de gráficos y tablas.

1.1 Descripciones generales de la caracterización de los agregados

4.1.1 Distribución granulométrica del material fino:

Para llevar a cabo el estudio, se recopilaron 392,2 gramos de material fino como muestra significativa cómo se especifica en la tabla 16. Posteriormente, se determinó el módulo granulométrico de los finos sumando las proporciones retenidas en los tamices y dividiéndolo entre 100 el valor obtenido fue de 3.06, se pudo verificar que el agregado cumple con lo establecido en la regla correspondiente.

Tabla 9. Granulometría de agregado fino - arena

Tamiz		Peso retenido (gr)	% Retenido	% Retenido acumulado	% Pasante acumulado
Pulgadas	(mm)				
3"	76.2	0	0	0	
2 1/2"	63.5	0	0	0	100
2"	50.8	0	0	0	100
1 1/2"	38.1	0	0	0	100
1"	25.4	0	0	0	100
3/4"	19.05	0	0	0	100
1/2"	12.7	0	0	0	100
3/8"	9.53	0	0	0	100
Nº 4	4.76	7.8	2	2	98
Nº 8	2.38	70	17.8	19.8	80.2
Nº 16	1.19	103.8	26.5	46.3	53.7
Nº 30	0.59	77.6	19.8	66.1	33.9
Nº 50	0.3	57.9	14.8	80.9	19.1
Nº 100	0.15	39.7	10.1	91	9
Nº 200	0.074	35.4	9	100	0
FONDO	0	0	0	100	0
Total		392.2	100	Módulo de finura	3.06

Fuente: Elaboración Propia.

El espécimen utilizado en el examen se utilizó el material fino extraído de la cantera "La Honda", que tenía un tamaño máximo nominal (TMN) de Nº4., un grado de finura (MF) de 3.06 y un TM de 3/8". Tras realizar las pruebas correspondientes, se presentaron los resultados a través de la curva de granulometría en la figura 40, que muestra la repartición de las dimensiones de partículas y la proporción que pasa a través de los tamices, así mismo esta curva también detalla el espécimen retenido.

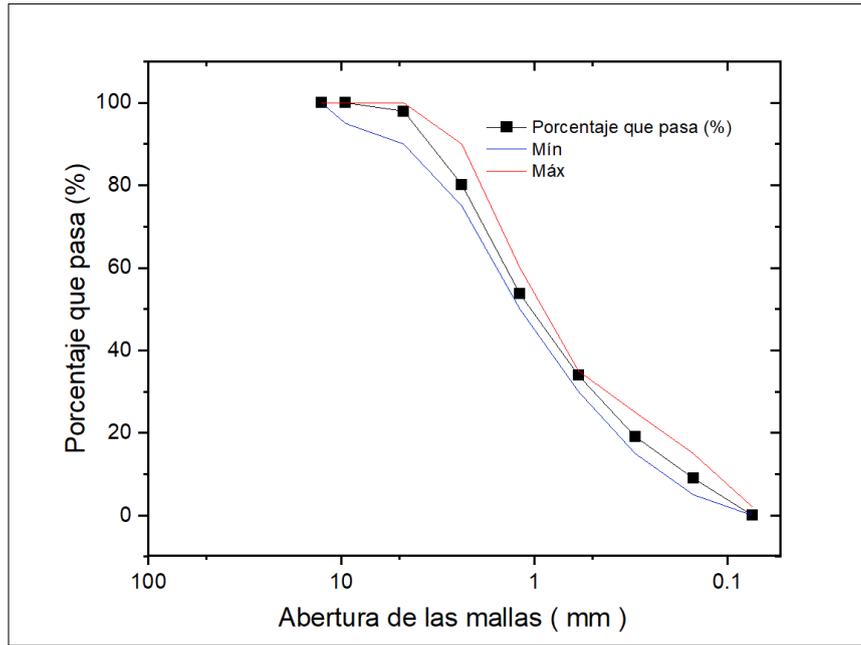


Figura 38. Distribución de tamaños de partículas de material fino (arena).
Fuente: Propia

4.1.2 Distribución granulométrica del material grueso:

Se realizó los procesos establecidos por la reglamentación, para lo cual se efectuó a cabo la prueba de granulometría por tamices utilizando la muestra de 2890 gr, consecutivamente se estableció la cantidad de material en cada malla retenido y los resultados se representaron en un gráfico de distribución granulométrica.

Tabla 10. Granulometría de agregado grueso - grava

Tamiz		Peso retenido (gr)	% Retenido	% Retenido acumulado	% Pasante acumulado
Pulgada	mm				
3"	76.20	0.0	0.0	0	100
2 1/2"	63.50	0.0	0.0	0	100
2"	50.80	0.0	0.0	0	100
1 1/2"	38.10	0.0	0.0	0	100
1"	25.40	0.0	0.0	0	100
3/4"	19.05	710.0	24.6	24.6	75.4
1/2"	12.70	1880.0	65.1	89.6	10.4
3/8"	9.530	250.0	8.7	98.3	1.7
Nº 4	4.76	30.0	1.0	99.3	0.7
Nº 8	2.38	4.0	0.1	99.4	0.6
Nº 16	1.19	0.0	0.0	99.4	0.6
Nº 30	0.59	0.0	0.0	99.4	0.6
Nº 50	0.30	0.0	0.0	99.4	0.6
Nº 100	0.15	0.0	0.0	99.4	0.6
Nº 200	0.074	0.0	0.0	99.4	0.6
FONDO	0.000	16.0	0.6	100	0.0
Total		2890.00	100	Módulo finura	7.94

Fuente: Elaboración Propia.

Se utilizaron materiales gruesos de la cantera "La Honda" en el estudio de la muestra. Después de las pruebas correspondientes, se descubrió que el tamaño máximo (TM) era de 1", el porcentaje de material fino (MF) era de 6.84, y el tamaño mínimo nominal (TMN) era de 3/4". La distribución de las cantidades en cada uno de las aberturas se puede apreciar en la figura 41 a través de una gráfica granulométrica, la cual muestra los porcentajes que pasantes a través de los tamices, en el cual se pudo verificar que la cantidad que se ha retenido estaba con conformidad con las cuantificaciones establecidas por el reglamento vigente.

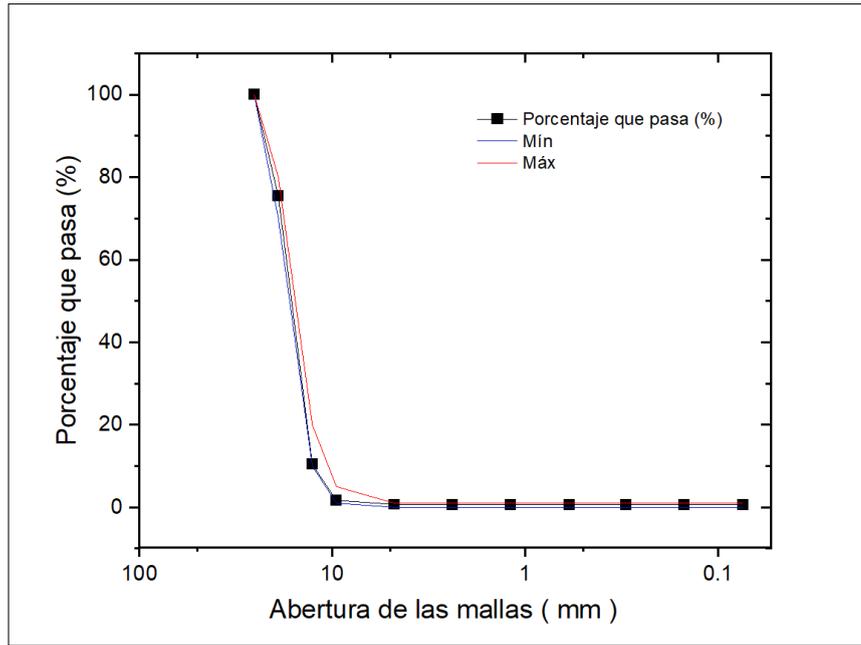


Figura 39. Curva de dispersión granulométrica del material grueso (grava).
Fuente: Propia

4.1.3 Peso unitario del material fino suelto (PUS)

Se estableció mediante caída libre en 3 muestras, cuyos resultados se puntualizaron en la tabla 18 con una densidad unitario promedio de 1397 gr/cm³, además entre los especímenes se observaron variaciones en los pesos de las muestras debido a errores en el vertido y nivelación del material alrededor del molde, lo que resultó en pérdidas mínimas y diferencias entre los valores.

Tabla 11. *Peso Unitario Suelto - Agregado Fino (PUS)*

Peso Unitario Suelto - Agregado Fino (Arena)				
Descripción		Tara 1	Tara 2	Tara 3
A	Peso de molde (gr)	3330.00	3330.00	3330.00
B	Volumen del molde(m ³)	7050.00	7050.00	7050.00
C	Peso de Molde (gr)	13250.00	13180.00	13110.00
D	Peso de la Muestra	9920.00	9850.00	9780.00
E	Densidad Mínima de la muestra seca (a /b)	1.407	1.397	1.387
Promedio		1.397		gr/cm³

Fuente: Elaboración Propia.

4.1.4 El peso unitario del material fino en compactación (PUC).

Determina en una media de 1387 gr/cm³, como se expresa en la tabla 19. La variación de valores con la masa suelta se debe a que, al ser compactado, la muestra eliminó vacíos en el peso unitario suelto, lo que admite una medición más eficaz de su peso.

Tabla 12. *Peso unitario compactado- Agregado Fino (PUC)*

Peso unitario compactado- agregado fino (arena)				
Descripción		Tara 1	Tara 2	Tara 3
A	Peso de molde (gr)	3330.00	3330.00	3330.00
B	Volumen del molde (cm ³)	7050.00	7050.00	7050.00
C	Nº de capas	3.00	3.00	3.00
D	Nº de golpes por capas	25.00	25.00	25.00
E	Peso de Molde + Muestra Compactada (gr)	14230.00	14050.00	14260.00
F	Peso de la Muestra Compactada (gr)	10900.00	10720.00	10930.00
G	Densidad Mínima de la muestra seca (a /b)	1.546	1.521	1.550
Promedio		1.539		gr/cm³

Fuente: Elaboración Propia.

El peso medio por unidad entre materiales sueltos y compactados, en el caso de los materiales compactados, el peso por unidad es mayor debido a que al compactarlos se reducen los espacios vacíos, lo que admite almacenar una gran parte de material en el mismo espacio, esto es a causa que en el peso unitario suelto, las partículas del material están menos comprimidas y ocupan más espacio.

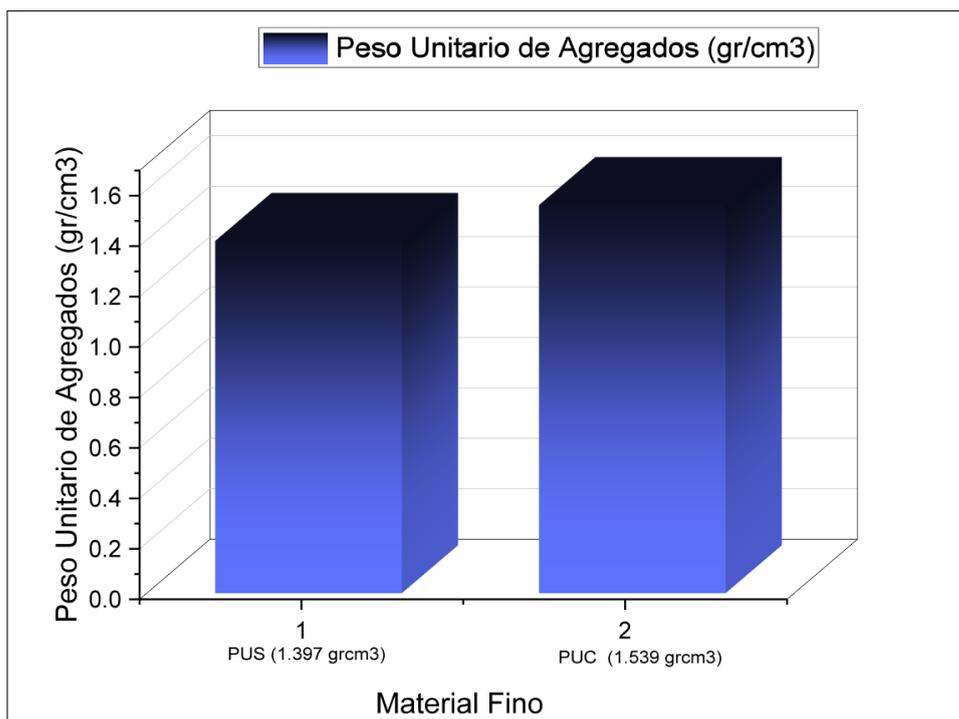


Figura 40. Peso unitario de agregado fino (suelto-compactado)
Fuente: Propia

4.1.5 Peso unitario del material grueso suelto (PUS):

El estudio se realizó utilizando una muestra no compactada y se analizaron tres muestras en total, cuyos valores se muestran en la Tabla 20. El PUS promedio fue de 1.525 gr/cm³.

Tabla 13. Peso unitario suelto - agregado grueso (grava)

Peso Unitario Suelto - Agregado Grueso (Grava)				
DESCRIPCIÓN		1 TARA	2 TARA	3 TARA
A	Peso de molde	3330.00	3330.00	3330.00
B	Volumen del molde(b)	7050.00	7050.00	7050.00
C	Peso de Molde + Muestra Suelta	14000.00	14130.00	14120.00
D	Peso de la Muestra Suelta (a)	10670.00	10800.00	10790.00
E	Densidad Mínima de la muestra seca (a /b)	1.513	1.532	1.530
Promedio		1.525		gr/cm ³

Fuente: Elaboración Propia.

Las pequeñas variaciones en los pesos de las muestras analizadas puedan atribuirse a diferentes factores, como la forma en que se introduce el material y el proceso de compactado, para determinar con estimar el peso unitario del material compactado grueso, se tomaron tres muestras y se promediaron obteniéndose un valor de 1.766 gr/cm³ Para una mayor información y detalles sobre los valores completos de la indagación, se recomienda consultar la tabla 21.

Tabla 14. Peso unitario compactado- agregado grueso (grava)

Peso unitario compactado- agregado grueso (grava)				
Descripción		Tara 1	Tara 2	Tara 3
A	Peso de molde (gr)	3330.00	3330.00	3330.00
B	Volumen del molde(cm ³)	7050.00	7050.00	7050.00
C	Nº de capas	3.00	3.00	3.00
D	Nº de golpes por capas	25.00	25.00	25.00
E	Peso de Molde + Muestra Compactada (gr)	15740.00	15780.00	15820.00
F	Peso de la Muestra Compactada (gr)	12410.00	12450.00	12490.00
G	Densidad Mínima de la muestra seca (a /b)	1.760	1.766	1.772
Promedio		1.766		gr/cm³

Fuente: Elaboración Propia.

Fuente: Propia

El peso unitario del material grueso se muestra en la Figura 43 después de combinar los valores de tres pruebas de peso unitario en estado suelto y compactado de esta manera, logró calcular los valores promedio con mayor precisión indicando que el PUC presenta mayor peso que el PUS esto debido a la compactación.

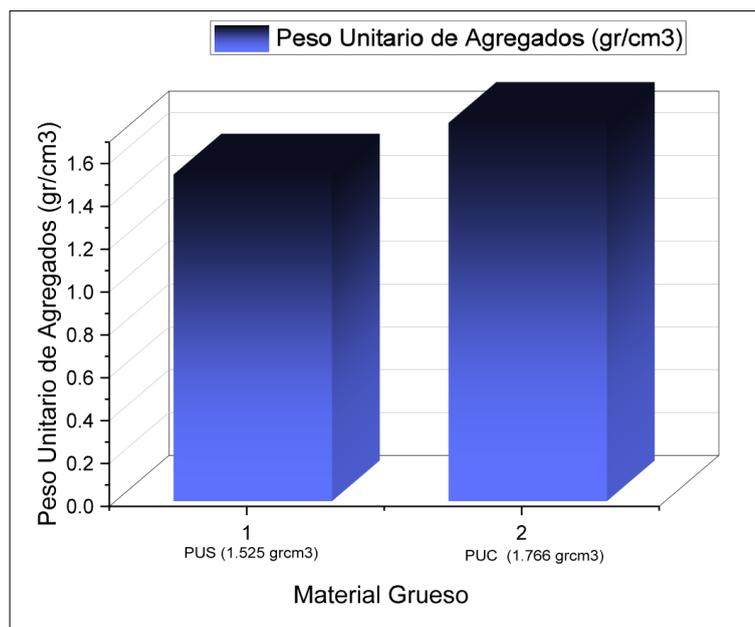


Figura 41. Peso unitario de agregado grueso (suelto-compactado)
Fuente: Propia

4.1.6 Peso específico y absorción del material fino

Fueron analizadas mediante pruebas realizadas en dos muestras. Se halló que no tenía discrepancias en los valores logrados para cada una de ellas. Según los resultados de la tabla 22, se determinó que ambas muestras en promedio presentaron un porcentaje de absorción del 1.7 %.

Tabla 15. *Peso específico y absorción /agregado fino - arena)*

Peso específico y absorción /agregado fino - arena				
Descripción		Ensayo 1		Ensayo 2
A	Peso de muestra Sat. Seca (en aire) (gr.)	240		245
B	Peso de frasco + H ₂ O (gr.)	635.62		635.62
C	Peso de frasco + H ₂ O + Agregado (gr)	875.62		880.62
D	Peso del mat. + H ₂ O en el frasco (gr)	784.57		788.57
E	Vol. De Masa + Vol de Vacío=C-D	91.05		92.05
F	Peso del mat. Seco en estufa (105°C) (gr)	235.14		242.19
G	Vol. De Masa=E-(A-F)	86.19		89.24
Peso específico				
P.e. Bulk (base seca) = F/E		2.58	2.63	Promedio 2.61
P.e. Bulk (base saturada) = A/E		2.64	2.66	Promedio 2.65
P.e. Aparente (base seca) = F/G		2.73	2.71	Promedio 2.72
Absorción				
% De absorción ((a-f) /f) *100		2.07	1.16	Promedio 1.70

Fuente: Elaboración Propia.

4.1.7 Peso específico y absorción del material grueso.

Se utilizaron dos muestras, los hallazgos alcanzados no presentan discrepancias relevantes, debido que las muestras presentaron una diferencia en la absorción de 0.811%.

Tabla 16. *Peso específico y absorción /agregado grueso - grava)*

Peso específico y absorción /agregado grueso - grava				
Descripción	Ensayo 1			Ensayo 2
A	Peso de muestra Sat. Seca (en aire) (gr.)	2015.1		2345.00
B	Peso de frasco + h20 (gr.)	1290.00		1480.00
C	Volumen de masa - Volumen de vacíos (g)	725.1		865.00
D	Peso de material seco (105°C) (g)	1999.00		2326.00
E	Volumen de masa (cm3) (C-(A-D))	709.00		846.00
Peso específico				
P.e. Bulk (BASE SECA) = D/C	2.757	2.689	Promedio	2.723
P.e. Bulk (BASE SATURADA) = A/C	2.779	2.711	Promedio	2.745
P.e. Aparente (BASE SECA) = D/E	2.819	2.749	Promedio	2.784
Absorción				
% DE ABSORCIÓN ((A-D) /D) *100	0.805	0.817	Promedio	0.811

Fuente: Elaboración Propia.

La Figura 44 muestra una comparación entre los niveles de absorbentes entre el material fino y grueso, donde se destaca que los fino mostró una mayor absorción llegando al 1.7%, mientras que el material grueso registró solo un 0.811% de absorción, como se pudo observar en los estudios realizados

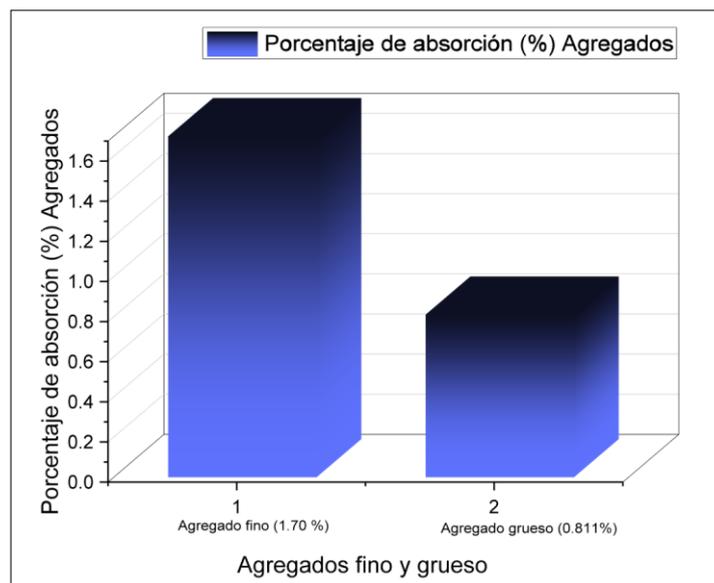


Figura 42. Porcentaje de absorción de agregado fino y grueso
Fuente: Propia

4.1.8 Contenido de humedad del material fino

Según la Tabla 24, se obtuvieron los siguientes resultados del estudio: el porcentaje de humedad del agregado fino fue del 1,51%.

Tabla 17. Resultados de contenido de humedad – Arena

Ensayo de humedad	Tara 1
Masa de suelo húmedo + recipiente (g)	517.12
Masa de suelo seco + recipiente (g)	511.30
Masa de recipiente (g)	124.96
Masa de Agua (g)	5.82
Masa del suelo seco (g)	386.34
Humedad (%)	1.51

Fuente: Elaboración Propia.

4.1.9 Contenido de humedad del material grueso.

Según el análisis de la Tabla 25, el agregado grueso tiene un porcentaje de humedad del 0.2%, lo que se considera un nivel adecuado para la elaboración del concreto.

Tabla 18. Resultados de contenido de humedad - Grava

Recipiente N°	Tara 1
Masa de suelo húmedo + recipiente (g)	1430.0
Masa de suelo seco + recipiente (g)	1427.1
Masa de recipiente (g)	125.0
Masa de Agua (g)	2.9
Masa del suelo seco (g)	1302.1
Humedad (%)	0.2

Fuente: Elaboración Propia.

Una comparación entre el material fino y grueso, donde se destaca que los fino mostró una mayor absorción llegando al 1.51%, mientras que el material grueso registró solo un 0.2% humedad, como se pudo observar en los estudios realizados

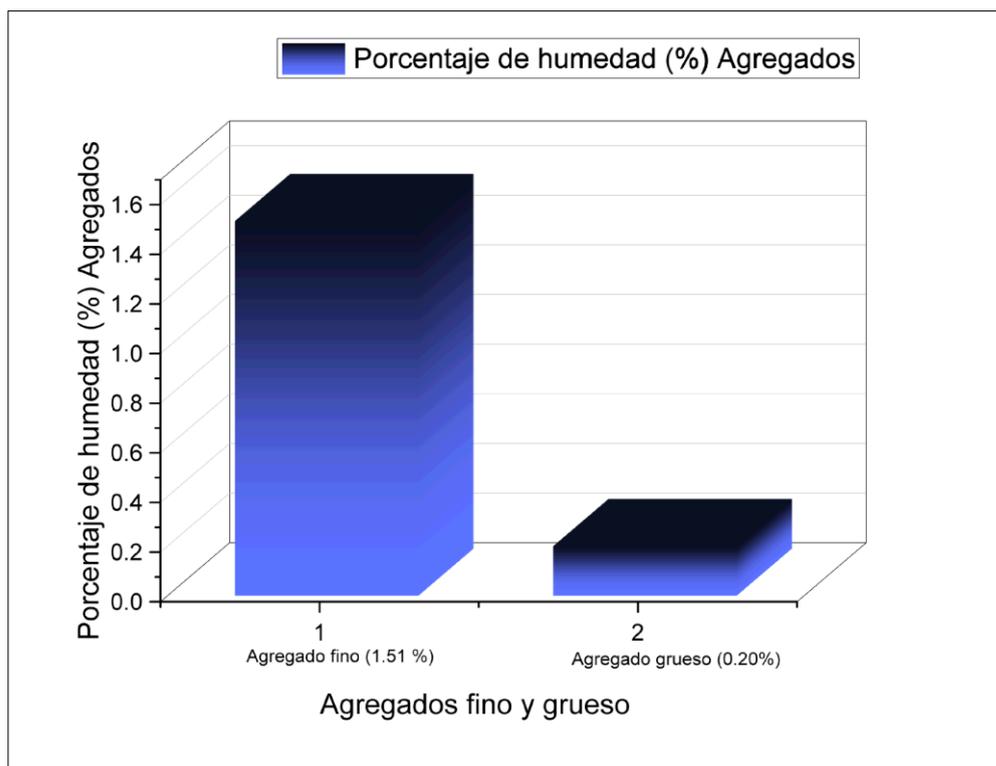


Figura 43. Porcentaje de humedad de agregado fino y grueso
Fuente: Propia

Tabla 19. Propiedades físicas de los agregados (Resumen)

Propiedades físicas			
Características físicas		Agregado grueso (grava)	Agregado fino (arena)
A	P.e. SSS (Peso de muestra saturada seca)	2.784	2.702
B	P.e. Cemento sol 1 (Kg. /m3)	2950.0	2950.0
C	P.e. Compactado (Kg. /m3)	1766	1539
D	P.U. Suelto (kg. /m3)	1525	1397
E	% de Absorción	1.700	1.000
F	% de Humedad Natural	1.500	0.200
G	Módulo de Finura	-----	3.060

Fuente: Elaboración Propia.

4.2 Diseño de mezcla

En la tabla 27, se presentaron los cálculos realizados para obtener el diseño de mezcla óptimo, considerando tanto las fibras como el concreto, donde las proporciones resultantes son las siguientes para un diseño de mezcla que incluye diferentes porcentajes de fibra de vidrio (FV), fibra de acero (FA) y

cemento (C) aplicadas a una probeta de 4''x 8'' y vigas de 50cm x15cm x15 cm. Para 8 grupos experimentales. Con cada añadidura de acuerdo al grupo correspondiente. Como se evidencia en la tabla 26 (diseño patrón) y en los grupos de acuerdo a la tabla 27;28;29;30.

Tabla 20. *Dosificación de diseño patrón (para 1 m³).*

Diseño final para 1 m³ de concreto		
Componente	Peso (Kg)	
Agua	185.581	
Cemento	366.109	
Piedra	1150.196	
Arena	689.622	
Total	2391.507	
Componente	Volumen (m³)	Dosificación (K)
Agua	0.186	1.6
Cemento	0.116	1
Piedra	0.651	5.6
Arena	0.255	2.2
TOTAL	1.208	

Fuente: Elaboración Propia.

Tabla 21. Diseño de mezcla patrón. 8 grupos de control en probetas 4'' x 8''.

Diseño de mezcla de 280 kg/cm ²	kg de concreto por m ³ a/c 0.466											
	Cemento	366.109	Kilogramos	Piedra	1150	Kilogramos	Arena	689.622	Kilogramos	Agua	185.581	Litros
	Kilogramos de concreto por volumen de probetas						Kilogramos de material					
Grupo de estudio	Vol. probetas	Cemento (Kg)	Arena (Kg)	Piedra (Kg)	Agua (lt)	Total	Fibra de vidrio (%)	Fibra vidrio (Kg)	Fibra de acero (%)	Fibra acero (Kg)	Incremento de cemento (%)	Incremento de cemento (Kg)
PATRÓN	0.02826	10.359	19.512	32.583	5.257	67.711	0	0	0	0	0	0
G1	0.02826	10.359	19.512	32.583	5.257	67.711	0.25	1.69	0.25	1.69	0.50	3.38
G2	0.02826	10.359	19.512	32.583	5.257	67.711	0.50	3.38	0.25	1.69	0.50	3.38
G3	0.02826	10.359	19.512	32.583	5.257	67.711	0.25	1.69	0.50	3.38	0.50	3.38
G4	0.02826	10.359	19.512	32.583	5.257	67.711	0.50	3.38	0.50	3.38	0.50	3.38
G5	0.02826	10.359	19.512	32.583	5.257	67.711	0.25	1.69	0.25	1.69	1	6.76
G6	0.02826	10.359	19.512	32.583	5.257	67.711	0.50	3.38	0.50	1.69	1	6.76
G7	0.02826	10.359	19.512	32.583	5.257	67.711	0.25	1.69	0.25	3.38	1	6.76
G8	0.02826	10.359	19.512	32.583	5.257	67.711	0.50	3.38	0.50	3.38	1	6.76
TOTAL	0.25434	93.231	175.608	293.247	47.313	609.399		20.28		20.28		40.56

Fuente: Elaboración Propia.

Tabla 22. Diseño de mezcla patrón. 8 grupos de control en una probeta 4'' x 8''.

Diseño de mezcla de 280 kg/cm ²	kg de concreto por m ³ a/c 0.466											
	Cemento	366.109	Kilogramos	Piedra	1150	Kilogramos	Arena	689.622	Kilogramos	Agua	185.581	Litros
	Kilogramos de concreto por volumen de probetas						Kg. de material					
Grupo de estudio	Vol. probetas	Cemento (Kg)	Arena (Kg)	Piedra (Kg)	Agua (lt)	Total	Fibra de vidrio (%)	Fibra de vidrio (Kg)	Fibra de acero (%)	Fibra de acero (Kg)	Incremento de cemento (%)	Incremento de cemento (Kg)
PATRÓN	0.00157	0.57455	1.8054	1.08351	0.2905	3.75396	0	0	0	0	0	0
G1	0.00157	0.57455	1.8054	1.08351	0.2905	3.75396	0.25	0.0093849	0.25	0.009382	0.50	0.01876
G2	0.00157	0.57455	1.8054	1.08351	0.2905	3.75396	0.50	0.0187698	0.25	0.009382	0.50	0.01876
G3	0.00157	0.57455	1.8054	1.08351	0.2905	3.75396	0.25	0.0093849	0.50	0.018765	0.50	0.01876
G4	0.00157	0.57455	1.8054	1.08351	0.2905	3.75396	0.50	0.0187698	0.50	0.018765	0.50	0.01876
G5	0.00157	0.57455	1.8054	1.08351	0.2905	3.75396	0.25	0.0093849	0.25	0.009382	1	0.03753
G6	0.00157	0.57455	1.8054	1.08351	0.2905	3.75396	0.50	0.0187698	0.50	0.009382	1	0.03753
G7	0.00157	0.57455	1.8054	1.08351	0.2905	3.75396	0.25	0.0093849	0.25	0.018765	1	0.03753
G8	0.00157	0.57455	1.8054	1.08351	0.2905	3.75396	0.50	0.0187698	0.50	0.018765	1	0.03753
TOTAL	0.01413	5.17095	16.2486	9.75159	2.6145	33.78564		0.1126188		0.112588		0.22518

Fuente: Elaboración Propia.

Tabla 23. Diseño de mezcla patrón. 8 grupos de control en vigas 50x15x15 cm.

Diseño de mezcla de 280 Kg/cm ²	kg de concreto por m ³ a/c 0.466											
	Cemento	366.109	Kilogramos	Piedra	1150	Kilogramos	Arena	689.622	Kilogramos	Agua	185.581	Litros
	Kilogramo de concreto por volumen de probetas						Kilogramo de material					
Grupo de estudio	Vol. probetas	Cemento (Kg)	Arena (Kg)	Piedra (Kg)	Agua (lt)	Total	Fibra de vidrio (%)	Fibra vidrio (Kg)	Fibra de acero (%)	Fibra acero (Kg)	Incremento de cemento (%)	Incremento de cemento (Kg)
PATRÓN	0.045	16.473	31.032	51.760	8.363	107.628	0	0	0	0	0	0
G1	0.045	16.473	31.032	51.760	8.363	107.628	0.25	2.6907	0.25	2.6907	0.50	5.3814
G2	0.045	16.473	31.032	51.760	8.363	107.628	0.50	5.3814	0.25	2.6907	0.50	5.3814
G3	0.045	16.473	31.032	51.760	8.363	107.628	0.25	2.6907	0.50	5.3814	0.50	5.3814
G4	0.045	16.473	31.032	51.760	8.363	107.628	0.50	5.3814	0.50	5.3814	0.50	5.3814
G5	0.045	16.473	31.032	51.760	8.363	107.628	0.25	2.6907	0.25	2.6907	1	10.7628
G6	0.045	16.473	31.032	51.760	8.363	107.628	0.50	5.3814	0.50	2.6907	1	10.7628
G7	0.045	16.473	31.032	51.760	8.363	107.628	0.25	2.6907	0.25	5.3814	1	10.7628
G8	0.045	16.473	31.032	51.760	8.363	107.628	0.50	5.3814	0.50	5.3814	1	10.7628
TOTAL	0.405	148.257	279.288	465.84	75.267	968.652		32.2884		32.2884		64.5768

Fuente: Elaboración Propia.

Tabla 24. Diseño de mezcla patrón. 8 grupos de control en una viga 50x15x15 cm.

Diseño de mezcla de 280 Kg/cm ²	kg de concreto por m ³ a/c 0.466											
	Cemento	366.109	Kilogramos	Piedra	1150	Kilogramos	Arena	689.622	Kilogramos	Agua	185.581	Litros
	Kilogramo de concreto por volumen de probetas						Kilogramo de material					
Grupo de estudio	Vol. probetas	Cemento (Kg)	Arena (Kg)	Piedra (Kg)	Agua (lt)	total	Fibra de vidrio (%)	Fibra vidrio (Kg)	Fibra de acero (%)	Fibra acero (Kg)	Incremento de cemento (%)	Incremento de cemento (Kg)
PATRÓN	0.01125	4.112	12.937	7.757	2.09	25.93215	0	0	0	0	0	0
G1	0.01125	4.112	12.937	7.757	2.09	25.93215	0.25	0.64830375	0.25	0.64830375	0.50	1.2966075
G2	0.01125	4.112	12.937	7.757	2.09	25.93215	0.50	1.2966075	0.25	0.64830375	0.50	1.2966075
G3	0.01125	4.112	12.937	7.757	2.09	25.93215	0.25	0.64830375	0.50	1.2966075	0.50	1.2966075
G4	0.01125	4.112	12.937	7.757	2.09	25.93215	0.50	1.2966075	0.50	1.2966075	0.50	1.2966075
G5	0.01125	4.112	12.937	7.757	2.09	25.93215	0.25	0.64830375	0.25	0.64830375	1	2.593215
G6	0.01125	4.112	12.937	7.757	2.09	25.93215	0.50	1.2966075	0.50	0.64830375	1	2.593215
G7	0.01125	4.112	12.937	7.757	2.09	25.93215	0.25	0.64830375	0.25	1.2966075	1	2.593215
G8	0.01125	4.112	12.937	7.757	2.09	25.93215	0.50	1.2966075	0.50	1.2966075	1	2.593215
TOTAL	0.10125	37.008	116.433	69.813	18.81	185.7006		7.779645		7.779645		15.55929

Fuente: Elaboración Propia.

4.3 Asentamiento del concreto

Un aumento proporcional en el asentamiento con respecto al concreto de referencia cuando se agregan fibra de vidrio, acero reciclado y cemento. El grupo experimental registró un Slump promedio de 3,3" en comparación con el grupo control de 4.5". La fluidez del concreto es manejable estando dentro de los parámetros recomendados para pavimentos rígidos según ASTM C 143-C143M.

Tabla 25. Asentamiento del GP y GE del concreto

Asentamiento de concreto ASTM C143/C143M	
Grupo experimental:	Asentamiento
Grupo control: C+Ag+Af+H ₂ O	4.5"
G1: 0.25% Fv +0.50% Far+0.50% C+Ag+Pc+H ₂ O	3"
G2: 0.50% Fv +0.25% Far+0.50% C+Ag+Pc+H ₂ O	3.5"
G3: 0.25% Fv +0.50% Far+0.50% C+Ag+Pc+H ₂ O	3.3"
G4: 0.50% Fv +0.50% Far+0.50% C+Ag+Pc+H ₂ O	3.4"
G5: 0.25% Fv +0.25% Far+1% C+Ag+Pc+H ₂ O	3.6"
G6: 0.50% Fv +0.50% Far+1% C+Ag+Pc+H ₂ O	3.3"
G7: 0.25% Fv +0.25% Far+1% C+Ag+Pc+H ₂ O	3.5"
G8: 0.50% Fv +0.50% Far+1% C+Ag+Pc+H ₂ O	3.2"

Fuente: Elaboración Propia.

De acuerdo con la figura 44, se demuestra el asentamiento del concreto en los diferentes grupos, este hallazgo sugiere que tanto la trabajabilidad del concreto se ve afectada por la fibra de vidrio, el acero reciclado y el cemento. Esto se debe a su naturaleza absorbente, que tiende a retener el agua en la mezcla.

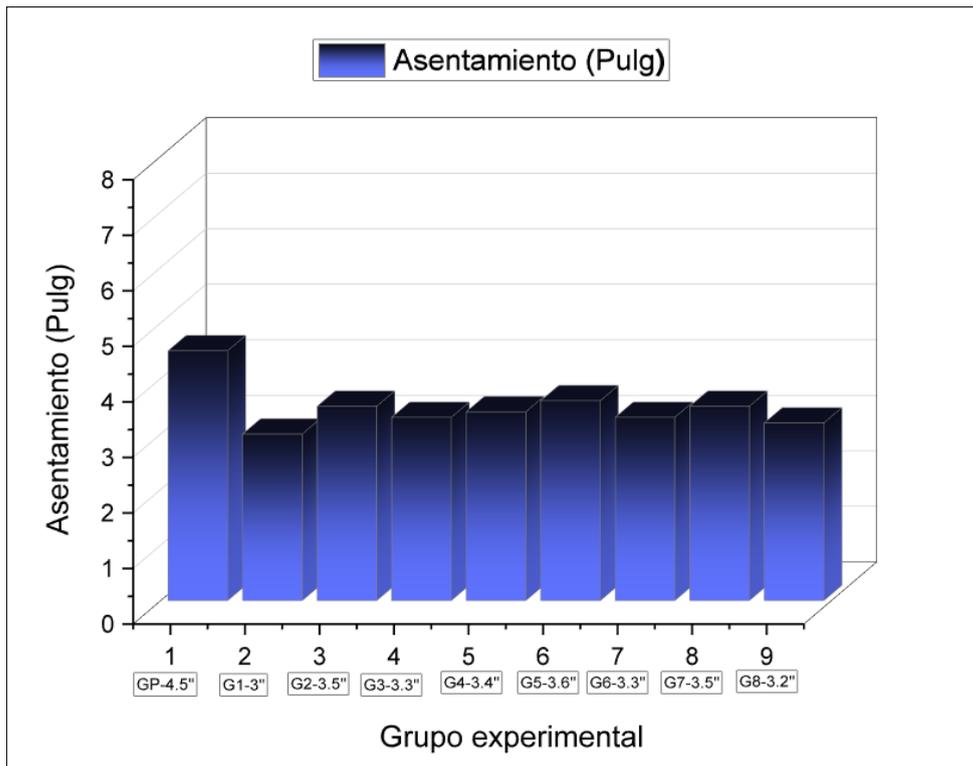


Figura 44. Asentamiento del concreto en grupos experimentales.
Fuente: Propia

4.4 Control de temperatura de concreto fresco.

En la tabla 26 se evidencia una temperatura ambiente de 22°C - 18°C en la mañana y en la tarde respectivamente. La toma de temperatura a los grupos experimentales evidenció una disminución proporcional en las en relación al concreto de referencia o patrón, que registró una temperatura promedio de 23.7°C en el grupo experimental y en el grupo control, que tenía 25.5°C. La temperatura ideal para los pavimentos rígidos es de 10°C a 32°C (50°F a 90°F). Es importante que el concreto se vierta y se coloque a una temperatura adecuada para garantizar su correcta colocación, fraguado y resistencia final. Según ASTM C 1064-18A/NTP 339.133.

Tabla 26. Control de temperatura de concreto fresco.

TEMPERATURA DEL CONCRETO FRESCO - ASTM C1064 - 17 - Según ACI 211.1	
TEMPERATURA AMBIENTE PROM. (22°C - 18°C)	
GRUPO EXPERIMENTAL:	Temperatura
GRUPO CONTROL: C+Ag+Af+H ₂ O	25.5°C
G1: 0.25% Fv +0.50% Far+0.50% C+Ag+Pc+H ₂ O	24.6°C
G2: 0.50% Fv +0.25% Far+0.50% C+Ag+Pc+H ₂ O	25.8°C
G3: 0.25% Fv +0.50% Far+0.50% C+Ag+Pc+H ₂ O	24°C
G4: 0.50% Fv +0.50% Far+0.50% C+Ag+Pc+H ₂ O	24.8°C
G5: 0.25% Fv +0.25% Far+1% C+Ag+Pc+H ₂ O	25.5°C
G6: 0.50% Fv +0.50% Far+1% C+Ag+Pc+H ₂ O	20.6°C
G7: 0.25% Fv +0.25% Far+1% C+Ag+Pc+H ₂ O	22.1°C
G8: 0.50% Fv +0.50% Far+1% C+Ag+Pc+H ₂ O	22.3°C

Fuente: Elaboración Propia.

La figura 45 muestra la temperatura del concreto en los distintos grupos.

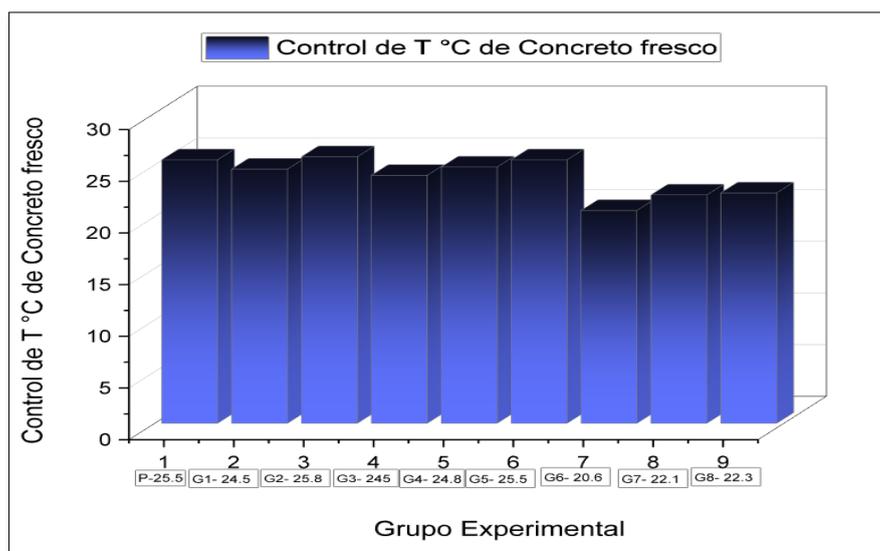


Figura 45. Control de temperatura de concreto fresco para grupos experimentales.
Fuente: Propia

4.5 Propiedades mecánicas del concreto endurecido.

4.5.1 Esfuerzo a compresión de los especímenes de concreto a los 7 días.

En la tabla 27 se exhibe el esfuerzo a los 7 días de edad del concreto de referencia o estándar donde alcanzó un esfuerzo promedio para la mezclas y grupos experimentales.

Tabla 27. Esfuerzo a compresión de los especímenes de concreto a los 07 días

Diseño	Grupo experimental	Edad(días)	Carga (kg)	Diámetro	Área (cm ²)	Esfuerzo de rotura (kg/cm ²)	Promedio	Fecha de vaciado
Patrón	Cemento + Agregados +Agua	7	14435	10	78.53	183.82	181.74	18/05/2024
		7	14645	10	78.53	186.49		18/05/2024
		7	13735	10	78.53	174.90		18/05/2024
1	Patrón + 0.25%FV+0.25%FA+0.5%C	7	14385	10	78.53	183.18	182.56	18/05/2024
		7	14700	10	78.53	187.19		18/05/2024
		7	13925	10	78.53	177.32		18/05/2024
2	Patrón + 0.5%FV+0.25%FA+0.5%C	7	16120	10	78.53	205.27	185.83	18/05/2024
		7	13310	10	78.53	169.49		18/05/2024
		7	14350	10	78.53	182.73		18/05/2024
3	Patrón + 0.25%FV+0.5%FA+0.5%C	7	15575	10	78.53	198.33	186.87	18/05/2024
		7	14770	10	78.53	188.08		18/05/2024
		7	13680	10	78.53	174.20		18/05/2024
4	Patrón + 0.5%FV+0.5%FA+0.5%C	7	13735	10	78.53	174.90	189.08	18/05/2024
		7	14665	10	78.53	186.74		18/05/2024
		7	16145	10	78.53	205.59		18/05/2024
5	Patrón + 0.25%FV+0.25%FA+1 %C	7	14890	10	78.53	189.61	190.37	18/05/2024
		7	15615	10	78.53	198.84		18/05/2024
		7	14345	10	78.53	182.67		18/05/2024
6	Patrón + 0.5%FV+0.25%FA+1%C	7	17015	10	78.53	216.67	212.55	18/05/2024
		7	16505	10	78.53	210.17		18/05/2024
		7	16555	10	78.53	210.81		18/05/2024
7	Patrón + 0.25%FV+0.5%FA+1%C	7	14510	10	78.53	184.77	187.13	18/05/2024
		7	15110	10	78.53	192.41		18/05/2024
		7	14465	10	78.53	184.20		18/05/2024
8	Patrón + 0.5%FV+0.5%FA+1%C	7	14420	10	78.53	183.62	180.95	18/05/2024
		7	13250	10	78.53	168.73		18/05/2024
		7	14960	10	78.53	190.50		18/05/2024

Fuente: Elaboración Propia.

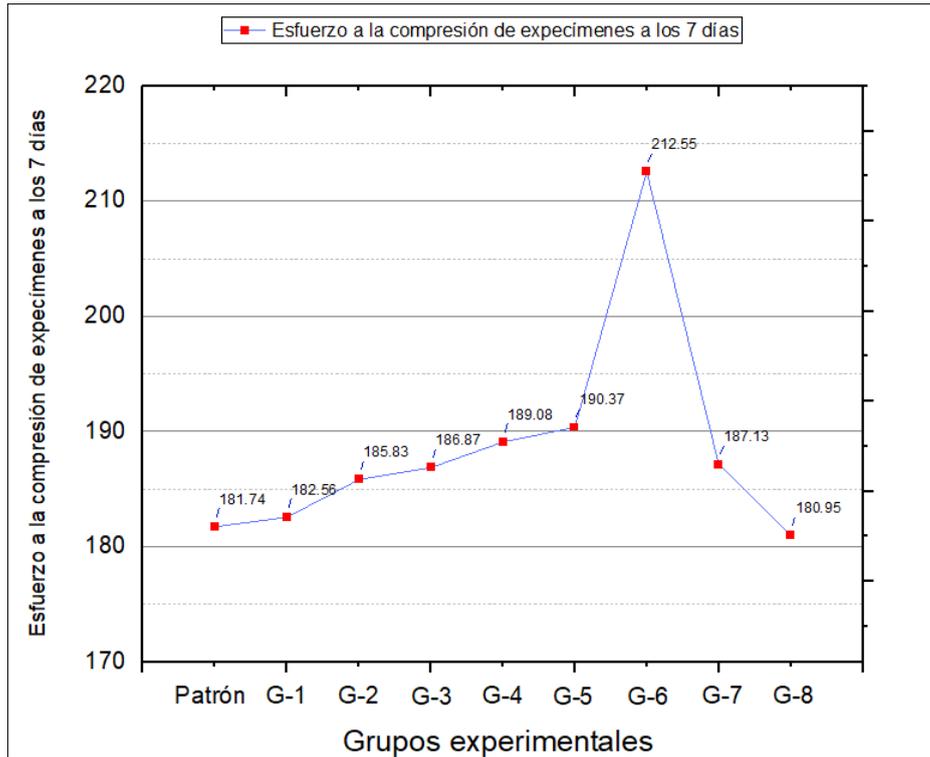


Figura 46. Esfuerzo a la compresión de especímenes de concreto a los 7 días.

Fuente: Propia

Interpretación:

La Figura 46 muestra los resultados obtenidos al modificar un patrón base con diferentes combinaciones de tres adiciones: FV, FAR y C, en diversas concentraciones. El objetivo del estudio fue analizar cómo estas modificaciones afectaban el valor medido de la resistencia a la compresión del patrón base, el cual fue de 181.74 kg/cm² a los 7 días.

Descripción de los grupos:

- Patrón: Valor base sin aditivos, con una resistencia a la compresión de 181.74 kg/cm² a los 7 días.
- Grupo 1: Patrón + 0.25% FV + 0.25% FA + 0.5% C: La adición de estas sustancias incrementó la resistencia a la compresión a 182.56 kg/cm², un 0.82% más que el patrón base.

- Grupo 2: Patrón + 0.5% FV + 0.25% FA + 0.5% C: La adición de estas sustancias incrementó la resistencia a la compresión a 185.83 kg/cm², un 2.25% más que el patrón base.
- Grupo 3: Patrón + 0.25% FV + 0.5% FA + 0.5% C: La adición de estas sustancias incrementó la resistencia a la compresión a 186.87 kg/cm², un 2.82% más que el patrón base.
- Grupo 4: Patrón + 0.5% FV + 0.5% FA + 0.5% C: La adición de estas sustancias incrementó la resistencia a la compresión a 189.09 kg/cm², un 4.04% más que el patrón base.
- Grupo 5: Patrón + 0.25% FV + 0.25% FA + 1% C: La adición de estas sustancias incrementó la resistencia a la compresión a 190.37 kg/cm², un 4.74 % más que el patrón base.
- Grupo 6: Patrón + 0.5% FV + 0.25% FA + 1% C: La adición de estas sustancias incrementó la resistencia a la compresión a 212.55 kg/cm², un 16.95% más que el patrón base.
- Grupo 7: Patrón + 0.25% FV + 0.5% FA + 1% C: La adición de estas sustancias incrementó la resistencia a la compresión a 187.13 kg/cm², un 2.97% más que el patrón base.
- Grupo 8: Patrón + 0.5% FV + 0.5% FA + 1% C: La adición de estas sustancias incrementó la resistencia a la compresión a 180.95 kg/cm², un - 0.79% más que el patrón base.

Las adiciones de FV, FAR y C en diferentes concentraciones tienen un impacto significativo en la resistencia a la compresión del patrón base, según los resultados de la Figura 48. En general, se observa una mayor resistencia a la compresión al adicionar estas sustancias, con un máximo incremento del 16.95% en el Grupo 6.

4.5.2 Esfuerzo a tracción indirecta especímenes de concreto a los 7 días

A los 7 días de edad, se presenta un análisis detallado de la resistencia a tracción indirecta del concreto de referencia (GP) y los grupos experimentales (G1 a G8).

Tabla 28. Resistencia a tracción indirecta al día 07.

Diseño	Grupo experimental	Edad	Carga	Diámetro	Radio	Altura	Área	Resistencia (Kg/cm2)	Promedi	F °C	Fecha de vaciado
Patrón	Cemento + Agregados +Agua	7	8445	10.16	5.08	19.6	78.78	26.99790082	26.13	280	18/05/2024
		7	8215	10.16	5.08	20.1	80.37	25.60931284		280	18/05/2024
		7	8024	10.16	5.08	19.5	78.46	25.78355064		280	18/05/2024
1	Patrón + 0.025%FV+0.025%FA+0.05%C	7	10060	10.16	5.08	19.6	78.78	32.16090968	31.58	280	18/05/2024
		7	10065	10.16	5.08	19.5	78.46	32.34190394		280	18/05/2024
		7	9750	10.16	5.08	20.2	80.69	30.24403008		280	18/05/2024
2	Patrón + 0.05%FV+0.025%FA+0.05%C	7	9720	10.16	5.08	19.9	79.73	30.60550878	30.79	280	18/05/2024
		7	10400	10.16	5.08	20	80.05	32.58290174		280	18/05/2024
		7	9365	10.16	5.08	20.1	80.37	29.19430489		280	18/05/2024
3	Patrón + 0.025%FV+0.05%FA+0.05%C	7	8825	10.16	5.08	19.9	79.73	27.78740895	28.36	280	18/05/2024
		7	9990	10.16	5.08	20.2	80.69	30.98849851		280	18/05/2024
		7	8605	10.16	5.08	20.5	81.65	26.30167631		280	18/05/2024
4	Patrón + 0.05%FV+0.05%FA+0.05%C	7	11545	10.16	5.08	20.1	80.37	35.99020288	33.64	280	18/05/2024
		7	10270	10.16	5.08	19.9	79.73	32.33730197		280	18/05/2024
		7	10300	10.16	5.08	19.8	79.41	32.59556021		280	18/05/2024
5	Patrón + 0.025%FV+0.025%FA+1 %C	7	8445	10.16	5.08	19.8	79.41	26.72519475	26.08	280	18/05/2024
		7	8215	10.16	5.08	19.7	79.09	26.12929888		280	18/05/2024
		7	8024	10.16	5.08	19.8	79.41	25.39289079		280	18/05/2024
6	Patrón + 0.05%FV+0.025%FA+1%C	7	9690	10.16	5.08	19.9	79.73	30.51104733	30.53	280	18/05/2024
		7	8885	10.16	5.08	19.8	79.41	28.11762645		280	18/05/2024
		7	10465	10.16	5.08	19.9	79.73	32.95130138		280	18/05/2024
7	Patrón + 0.025%FV+0.05%FA+1%C	7	9945	10.16	5.08	19.8	79.41	31.47212099	30.14	280	18/05/2024
		7	9370	10.16	5.08	19.9	79.73	29.50345857		280	18/05/2024
		7	9395	10.16	5.08	20	80.05	29.43426556		280	18/05/2024
8	Patrón + 0.05%FV+0.05%FA+1%C	7	8220	10.16	5.08	19.8	79.41	26.01315581	25.50	280	18/05/2024
		7	8285	10.16	5.08	19.9	79.73	26.08710291		280	18/05/2024
		7	7750	10.16	5.08	19.9	79.73	24.40254044		280	18/05/2024

Fuente: Elaboración Propia.

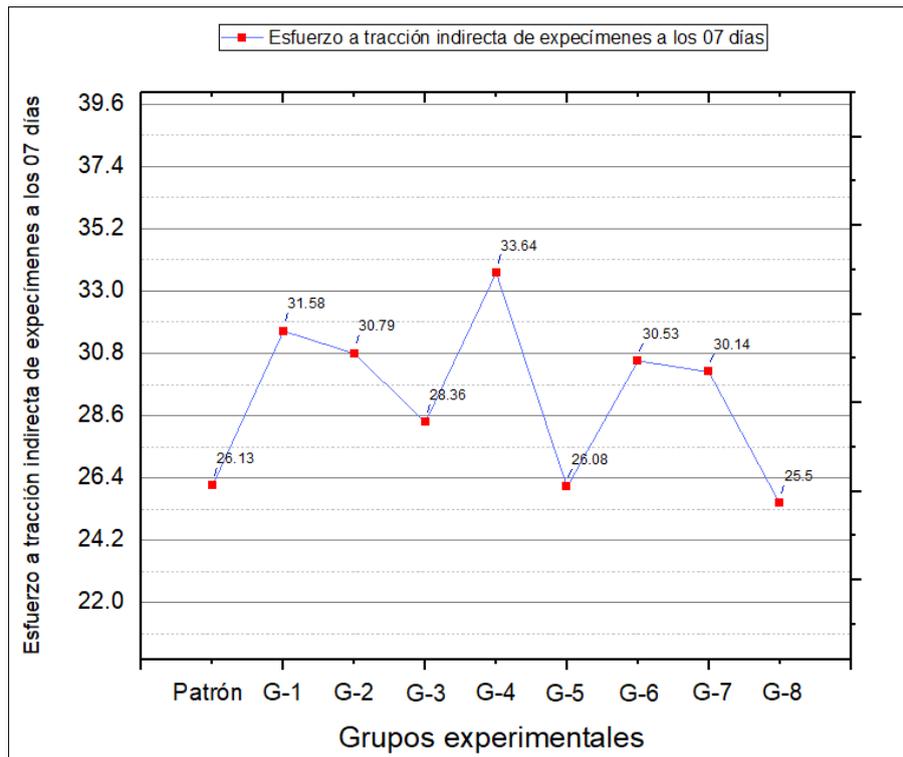


Figura 47. Resistencia a tracción indirecta de especímenes de concreto a los 07 días.

Fuente: Propia

Interpretación:

La Figura 47 muestra los resultados obtenidos al modificar un patrón base con diferentes combinaciones de tres adiciones: FV, FAR y C, en diversas concentraciones. El objetivo del estudio fue analizar cómo estas modificaciones afectaban el valor medido de la resistencia a la tracción indirecta del patrón base, el cual fue de 26.13 kg/cm² a los 7 días.

Descripción de los grupos:

- Patrón: Valor base sin aditivos, con una resistencia a la tracción indirecta de 26.13 kg/cm² a los 7 días.
- Grupo 1: Patrón + 0.25% FV + 0.25% FA + 0.5% C: La adición de estas sustancias incrementó la resistencia a 31.58 kg/cm², un 20.88% más que el patrón base.

- Grupo 2: Patrón + 0.5% FV + 0.25% FA + 0.5% C: La adición de estas sustancias incrementó la resistencia a 30.79 kg/cm², un 17.88% más que el patrón base.
- Grupo 3: Patrón + 0.25% FV + 0.5% FA + 0.5% C: La adición de estas sustancias incrementó la resistencia a 28.36 kg/cm², un 8.53% más que el patrón base.
- Grupo 4: Patrón + 0.5% FV + 0.5% FA + 0.5% C: La adición de estas sustancias incrementó la resistencia a 33.64 kg/cm², un 28.75% más que el patrón base.
- Grupo 5: Patrón + 0.25% FV + 0.25% FA + 1% C: La adición de estas sustancias incrementó la resistencia a 26.08 kg/cm², un -0.19% más que el patrón base.
- Grupo 6: Patrón + 0.5% FV + 0.25% FA + 1% C: La adición de estas sustancias incrementó la resistencia a 30.53 kg/cm², un 16.88% más que el patrón base.
- Grupo 7: Patrón + 0.25% FV + 0.5% FA + 1% C: La adición de estas sustancias incrementó la resistencia a 30.14 kg/cm², un 15.38% más que el patrón base.
- Grupo 8: Patrón + 0.5% FV + 0.5% FA + 1% C: La adición de estas sustancias incrementó la resistencia a 25.50 kg/cm², un -2.41% más que el patrón base.

Los resultados de la Figura 47 indican que las adiciones de FV, FAR y C en diferentes concentraciones tienen un efecto variable en la resistencia a la tracción indirecta del patrón base. En general, se observa un aumento en la resistencia a la tracción indirecta al adicionar estas sustancias en algunas combinaciones, con un máximo incremento del 28.75% en el Grupo 4.

4.5.3 Esfuerzo a compresión de los especímenes de concreto a los 14 días.

En la tabla 29 se exhibe el esfuerzo a los 14 días de edad del concreto de referencia o estándar donde alcanzó un esfuerzo promedio para la mezclas y grupos experimentales.

Tabla 29. Esfuerzo a compresión de los especímenes de concreto a los 14 días

Diseño	Muestras	Edad(días)	Carga (kg)	Diámetro (cm)	Área (cm ²)	Esfuerzo de rotura (kg/cm ²)	Promedio	Fecha de vaciado
Patrón	Cemento + Agregados +Agua	14	19290	10	78.53	245.64	227.05	18/05/2024
		14	17170	10	78.53	218.64		18/05/2024
		14	17030	10	78.53	216.86		18/05/2024
1	Patrón + 0.025%FV+0.025%FA+0.05%C	14	19320	10	78.53	246.02	227.34	18/05/2024
		14	18235	10	78.53	232.20		18/05/2024
		14	16005	10	78.53	203.81		18/05/2024
2	Patrón + 0.05%FV+0.025%FA+0.05%C	14	18995	10	78.53	241.88	231.48	18/05/2024
		14	18145	10	78.53	231.06		18/05/2024
		14	17395	10	78.53	221.51		18/05/2024
3	Patrón + 0.025%FV+0.05%FA+0.05%C	14	17035	10	78.53	216.92	229.47	18/05/2024
		14	17955	10	78.53	228.64		18/05/2024
		14	19070	10	78.53	242.84		18/05/2024
4	Patrón + 0.05%FV+0.05%FA+0.05%C	14	16450	10	78.53	209.47	206.42	18/05/2024
		14	17820	10	78.53	226.92		18/05/2024
		14	14360	10	78.53	182.86		18/05/2024
5	Patrón + 0.025%FV+0.025%FA+1 %C	14	18700	10	78.53	238.13	231.69	18/05/2024
		14	18455	10	78.53	235.01		18/05/2024
		14	17430	10	78.53	221.95		18/05/2024
6	Patrón + 0.05%FV+0.025%FA+1%C	14	20455	10	78.53	260.47	264.53	18/05/2024
		14	21830	10	78.53	277.98		18/05/2024
		14	20035	10	78.53	255.13		18/05/2024
7	Patrón + 0.025%FV+0.05%FA+1%C	14	18125	10	78.53	230.80	229.81	18/05/2024
		14	18710	10	78.53	238.25		18/05/2024
		14	17305	10	78.53	220.36		18/05/2024
8	Patrón + 0.05%FV+0.05%FA+1%C	14	17455	10	78.53	222.27	230.40	18/05/2024
		14	18575	10	78.53	236.53		18/05/2024
		14	18250	10	78.53	232.40		18/05/2024

Fuente: Elaboración Propia.

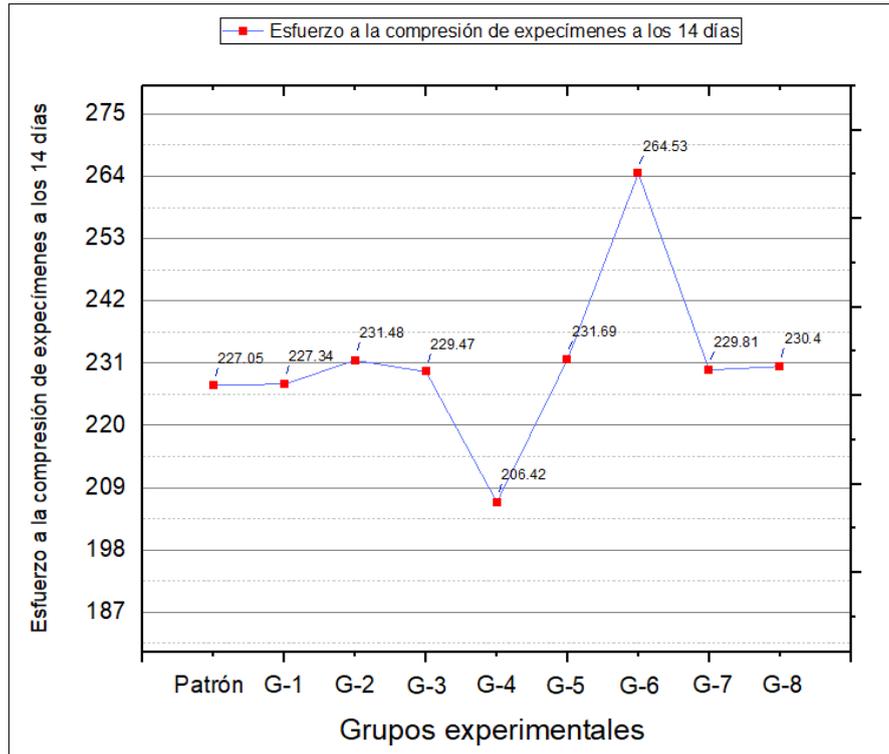


Figura 48. Esfuerzo a la compresión de especímenes de concreto a los 14 días.

Fuente: Propia

Interpretación:

La Figura 48 muestra los resultados obtenidos al modificar un patrón base con diferentes combinaciones de tres adiciones: FV, FAR y C, en diversas concentraciones. El objetivo del estudio fue analizar cómo estas modificaciones afectaban el valor medido de la resistencia a la compresión del patrón base, el cual fue de 227.05 kg/cm² a los 14 días.

Descripción de los grupos:

- Patrón: Valor base sin aditivos, con una resistencia a la compresión de 227.05 kg/cm² a los 14 días.
- Grupo 1: Patrón + 0.25% FV + 0.25% FA + 0.5% C: La adición de estas sustancias incrementó la resistencia a la compresión a 227.34 kg/cm², un 0.29 % más que el patrón base.

- Grupo 2: Patrón + 0.5% FV + 0.25% FA + 0.5% C: La adición de estas sustancias incrementó la resistencia a la compresión a 231.48 kg/cm², un 1.95% más que el patrón base.
- Grupo 3: Patrón + 0.25% FV + 0.5% FA + 0.5% C: La adición de estas sustancias incrementó la resistencia a la compresión a 229.47 kg/cm², un 1.07% más que el patrón base.
- Grupo 4: Patrón + 0.5% FV + 0.5% FA + 0.5% C: La adición de estas sustancias incrementó la resistencia a la compresión a 206.42 kg/cm², un -0.09% más que el patrón base.
- Grupo 5: Patrón + 0.25% FV + 0.25% FA + 1% C: La adición de estas sustancias incrementó la resistencia a la compresión a 231.69 kg/cm², un 2.04% más que el patrón base.
- Grupo 6: Patrón + 0.5% FV + 0.25% FA + 1% C: La adición de estas sustancias incrementó la resistencia a la compresión a 264.53 kg/cm², un 16.51% más que el patrón base.
- Grupo 7: Patrón + 0.25% FV + 0.5% FA + 1% C: La adición de estas sustancias incrementó la resistencia a la compresión a 229.81 kg/cm², un 1.22% más que el patrón base.
- Grupo 8: Patrón + 0.5% FV + 0.5% FA + 1% C: La adición de estas sustancias incrementó la resistencia a la compresión a 230.40 kg/cm², un 1.48% más que el patrón base.

A los 14 días, las adiciones de FV, FAR y C en concentraciones diferentes tienen un impacto significativo en la resistencia a la compresión del patrón base, según los resultados de la Figura 48. Al agregar estas sustancias, la mayoría de las combinaciones experimentan un aumento en la capacidad de resistir la compresión, con el Grupo 6 experimentando el mayor aumento del 16,51%.

4.5.4 Esfuerzo a tracción indirecta de los especímenes de concreto a los 14 días

A los 14 días de edad, la Tabla 30 muestra un análisis detallado de la resistencia a tracción indirecta del concreto de referencia (GP) y los grupos experimentales (G1 a G8).

Tabla 30. Resistencia a tracción indirecta al día 14.

Diseño	Muestras	Edad	Carga	Diámetro	Radio	Altura	Área	Esfuerzo de rotura (kg/cm ²)	Promedi	F°c	Fecha de vaciado
PATRÓN	Cemento + Agregados +Agua	14	10780	10.16	5.08	20.4	81.33	33.11	32.93	280	18/05/2024
		14	11630	10.16	5.08	20.4	81.33	35.72		280	18/05/2024
		14	9750	10.16	5.08	20.4	81.33	29.95		280	18/05/2024
1	Patrón + 0.25%FV+0.25%FA+0.5%C	14	10130	10.16	5.08	20	80.05	31.74	33.86	280	18/05/2024
		14	12865	10.16	5.08	20	80.05	40.31		280	18/05/2024
		14	9660	10.16	5.08	20.5	81.65	29.53		280	18/05/2024
2	Patrón + 0.5%FV+0.25%FA+0.5%C	14	10720	10.16	5.08	20.2	80.69	33.25	35.24	280	18/05/2024
		14	11515	10.16	5.08	20.5	81.65	35.20		280	18/05/2024
		14	12070	10.16	5.08	20.3	81.01	37.26		280	18/05/2024
3	Patrón + 0.25%FV+0.5%FA+0.5%C	14	12235	10.16	5.08	20.3	81.01	37.77	36.11	280	18/05/2024
		14	12510	10.16	5.08	20.4	81.33	38.42		280	18/05/2024
		14	10515	10.16	5.08	20.5	81.65	32.14		280	18/05/2024
4	Patrón + 0.5%FV+0.5%FA+0.5%C	14	12305	10.16	5.08	20	80.05	38.55	39.23	280	18/05/2024
		14	13700	10.16	5.08	20.5	81.65	41.87		280	18/05/2024
		14	12015	10.16	5.08	20.2	80.69	37.27		280	18/05/2024
5	Patrón + 0.25%FV+0.25%FA+1 %C	14	9390	10.16	5.08	20.2	80.69	29.13	31.35	280	18/05/2024
		14	9040	10.16	5.08	20.2	80.69	28.04		280	18/05/2024
		14	11890	10.16	5.08	20.2	80.69	36.88		280	18/05/2024
6	Patrón + 0.5%FV+0.25%FA+1%C	14	14475	10.16	5.08	20	80.05	45.35	43.63	280	18/05/2024
		14	13730	10.16	5.08	20	80.05	43.02		280	18/05/2024
		14	13845	10.16	5.08	20.4	81.33	42.53		280	18/05/2024
7	Patrón + 0.25%FV+0.5%FA+1%C	14	10945	10.16	5.08	20.2	80.69	33.95	37.82	280	18/05/2024
		14	12150	10.16	5.08	20	80.05	38.07		280	18/05/2024
		14	13365	10.16	5.08	20.2	80.69	41.46		280	18/05/2024
8	Patrón + 0.5%FV+0.5%FA+1%C	14	9725	10.16	5.08	20.4	81.33	29.87	30.09	280	18/05/2024
		14	11010	10.16	5.08	20.2	80.69	34.15		280	18/05/2024
		14	8465	10.16	5.08	20.2	80.69	26.26		280	18/05/2024

Fuente: Elaboración Propia.

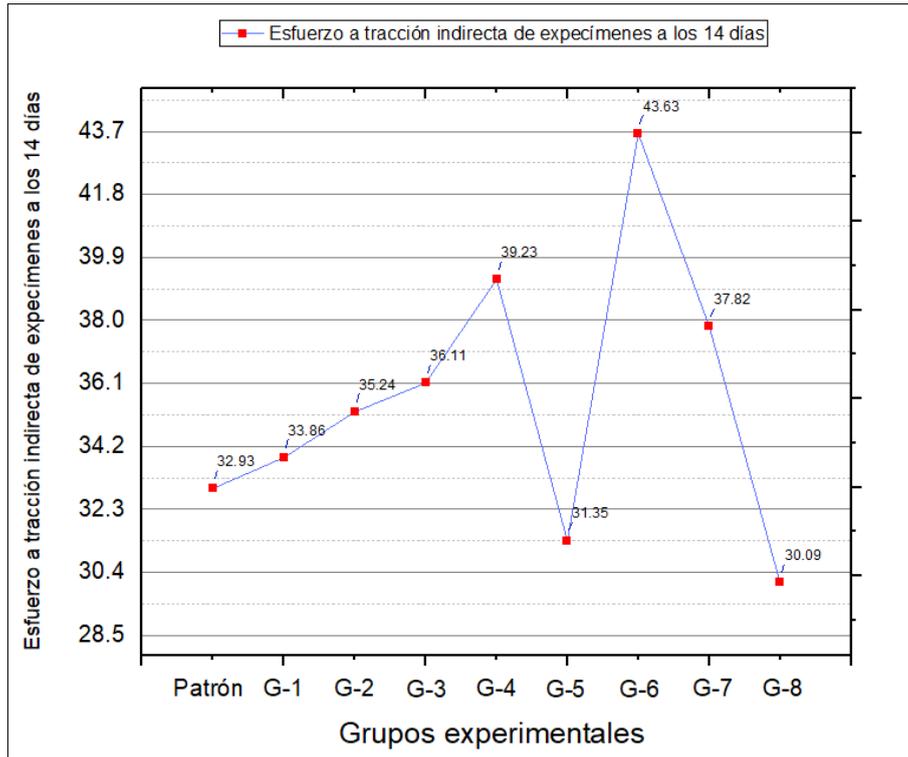


Figura 49. Esfuerzo a tracción indirecta de especímenes a los 14 días.
Fuente: Propia

Interpretación:

El patrón base modificado con diferentes combinaciones de tres adiciones (FV, FAR y C) en diferentes concentraciones se muestra en la Figura 49. El objetivo del estudio fue evaluar cómo estas modificaciones afectaron el valor medido de la resistencia a la tracción indirecta del patrón base, que a los 14 días era de 32,93.kg/cm².

Descripción de los grupos:

- Patrón: Valor base sin aditivos, con una resistencia de 32.93 kg/cm² a los 14 días.
- Grupo 1: Patrón + 0.25% FV + 0.25% FA + 0.5% C: La adición de estas sustancias incrementó la resistencia a 33.86 kg/cm², un 2.82% más que el patrón base.

- Grupo 2: Patrón + 0.5% FV + 0.25% FA + 0.5% C: La adición de estas sustancias incrementó la resistencia a 35.24 kg/cm², un 7.01% más que el patrón base.
- Grupo 3: Patrón + 0.25% FV + 0.5% FA + 0.5% C: La adición de estas sustancias incrementó la resistencia a 36.11 kg/cm², un -9.66% menos que el patrón base.
- Grupo 4: Patrón + 0.5% FV + 0.5% FA + 0.5% C: La adición de estas sustancias incrementó la resistencia a 39.23 kg/cm², un 19.13% más que el patrón base.
- Grupo 5: Patrón + 0.25% FV + 0.25% FA + 1% C: La adición de estas sustancias incrementó la resistencia a 31.35 kg/cm², un -4.86% menos que el patrón base.
- Grupo 6: Patrón + 0.5% FV + 0.25% FA + 1% C: La adición de estas sustancias incrementó la resistencia a 43.63 kg/cm², un -32.49% menos que el patrón base.
- Grupo 7: Patrón + 0.25% FV + 0.5% FA + 1% C: La adición de estas sustancias incrementó la resistencia a 37.82 kg/cm², un 14.84% más que el patrón base.
- Grupo 8: Patrón + 0.5% FV + 0.5% FA + 1% C: La adición de estas sustancias incrementó la resistencia a 30.09 kg/cm², un -8.62% menos que el patrón base.

A los 14 días, las adiciones de FV, FAR y C en diferentes concentraciones tienen un impacto variable en la resistencia a la tracción indirecta del patrón base, según los resultados de la Figura 52. Al agregar estas sustancias en diferentes combinaciones, generalmente se observa un ligero aumento en la resistencia a la tracción indirecta, más alto de 32.49% en el Grupo 6

Esfuerzo a flexión de los especímenes de concreto a los 14 días

Un análisis detallado de la resistencia a la flexión del concreto de referencia (GP) y los grupos experimentales (G1 a G8) a los 14 días se encuentra en la Tabla 3.

Tabla 30. Resistencia a flexión al día 14.

Diseño	Muestras	Edad (días)	Carga (kgf)	Longitud (cm)	Base (cm)	Altura (cm)	Área (cm ²)	Módulo de rotura (kgf/cm ²)	Promedio	Fecha de vaciado
Patrón	Cemento + agregados + agua	14	2530	50	15	15	11250.00	56.22	57.11	18/05/2024
		14	2610	50	15	15	11250.00	58.00		18/05/2024
1	Patrón + 0.25%FV+0.25%FA+0.5%C	14	2760	50	15	15	11250.00	61.33	63.06	18/05/2024
		14	2915	50	15	15	11250.00	64.78		18/05/2024
2	Patrón + 0.5%FV+0.25%FA+0.5%C	14	3430	50	15	15	11250.00	76.22	74.28	18/05/2024
		14	3255	50	15	15	11250.00	72.33		18/05/2024
3	Patrón + 0.25%FV+0.5%FA+0.5%C	14	2305	50	15	15	11250.00	51.22	60.29	18/05/2024
		14	3320	47	15	15	10575.00	69.35		18/05/2024
4	Patrón + 0.5%FV+0.5%FA+0.5%C	14	3560	47	15	15	11250.00	70.56	67.81	18/05/2024
		14	3115	47	15	15	10575.00	65.07		18/05/2024
5	Patrón + 0.25%FV+0.25%FA+1 %C	14	3370	47	15	15	11250.00	70.56	70.79	18/05/2024
		14	3400	47	15	15	10575.00	71.02		18/05/2024
6	Patrón + 0.5%FV+0.25%FA+1%C	14	3105	50	15	15	11250.00	69.00	73.11	18/05/2024
		14	3475	50	15	15	11250.00	77.22		18/05/2024
7	Patrón + 0.25%FV+0.5%FA+1%C	14	3200	50	15	15	11250.00	71.11	73.83	18/05/2024
		14	3445	50	15	15	11250.00	76.56		18/05/2024
8	Patrón + 0.5%FV+0.5%FA+1%C	14	2710	50	15	15	11250.00	70.56	70.56	18/05/2024
		14	3175	50	15	15	11250.00	70.56		18/05/2024

Fuente: Elaboración Propia.

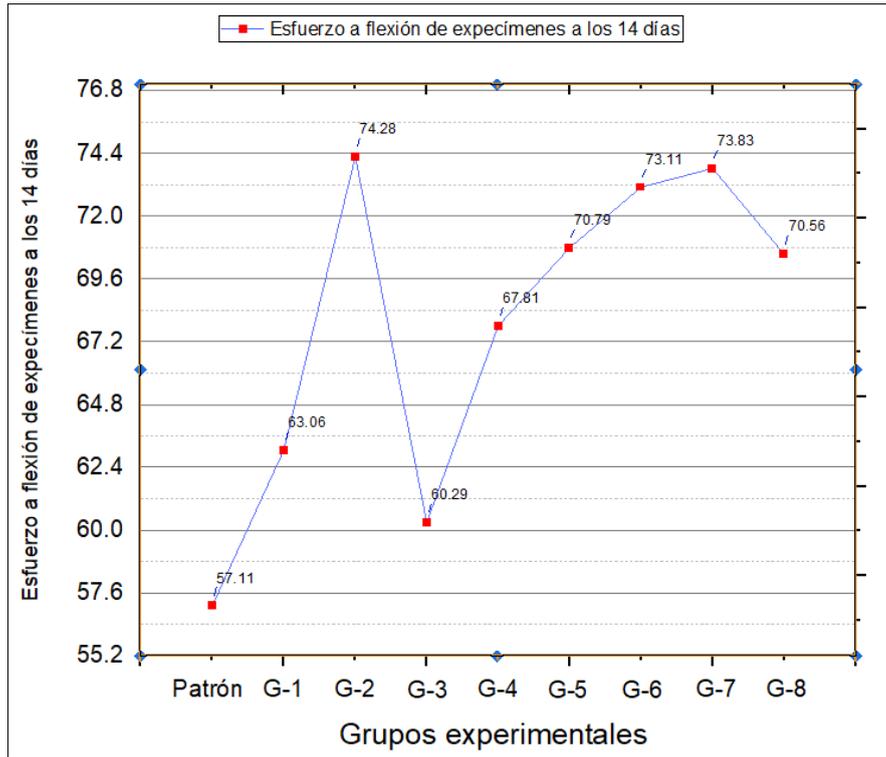


Figura 50. Esfuerzo a flexión de especímenes de concreto a los 14 días.
Fuente: Propia

Interpretación:

La Figura 50 muestra los resultados obtenidos al modificar un patrón base con diferentes combinaciones de tres adiciones: FV, FAR y C, en diversas concentraciones. El objetivo del estudio fue analizar cómo estas modificaciones afectaban el valor medido de la resistencia a flexión del patrón base, el cual fue de 57.11 kg/cm² a los 14 días.

Descripción de los grupos:

- Patrón: Valor base sin aditivos, con una resistencia a flexión de 57.11 kg/cm² a los 14 días.
- Grupo 1: Patrón + 0.25% FV + 0.25% FA + 0.5% C: La adición de estas sustancias incrementó la resistencia a flexión a 63.06 kg/cm², un 10.42% más que el patrón base.

- Grupo 2: Patrón + 0.5% FV + 0.25% FA + 0.5% C: La adición de estas sustancias incrementó la resistencia a flexión a 74.28 kg/cm², un 29.89% más que el patrón base.
- Grupo 3: Patrón + 0.25% FV + 0.5% FA + 0.5% C: La adición de estas sustancias incrementó la resistencia a flexión a 60.29 kg/cm², un 5.41% menos que el patrón base.
- Grupo 4: Patrón + 0.5% FV + 0.5% FA + 0.5% C: La adición de estas sustancias incrementó la resistencia a flexión a 67.81 kg/cm², un 18.74% más que el patrón base.
- Grupo 5: Patrón + 0.25% FV + 0.25% FA + 1% C: La adición de estas sustancias incrementó la resistencia a flexión a 70.79 kg/cm², un 23.95% más que el patrón base.
- Grupo 6: Patrón + 0.5% FV + 0.25% FA + 1% C: La adición de estas sustancias incrementó la resistencia a flexión a 73.11 kg/cm², un 27.84% más que el patrón base.
- Grupo 7: Patrón + 0.25% FV + 0.5% FA + 1% C: La adición de estas sustancias incrementó la resistencia a flexión a 73.83 kg/cm², un 29.45% más que el patrón base.
- Grupo 8: Patrón + 0.5% FV + 0.5% FA + 1% C: La adición de estas sustancias incrementó la resistencia a flexión a 70.56 kg/cm², un 23.55% más que el patrón base.

A los 14 días, las adiciones de FV, FAR y C en diferentes concentraciones tienen un efecto variable en la resistencia a la flexión del patrón base, según los resultados de la Figura 50. Al agregar estas sustancias en todas las combinaciones, generalmente La resistencia a la flexión incrementó, con un aumento más alto del 29.89% en el Grupo 2.

4.5.5 Esfuerzo a compresión de los especímenes de concreto a los 28 días.

En la tabla 31 se exhibe el esfuerzo a los 28 días de edad del concreto de referencia o estándar donde alcanzó un esfuerzo promedio para la mezclas y grupos experimentales.

Tabla 31. Esfuerzo a compresión de los especímenes de concreto a los 28 días

Diseño	Muestras	Edad (días)	Carga (kg)	Diámetro	Área	Esfuerzo de rotura (kg/cm ²)	Promedio	Fecha de vaciado
Patrón	Cemento + Agregados +Agua	28	22845	10	78.53	290.908	285.30	18/05/2024
		28	22460	10	78.53	286.005		18/05/2024
		28	21910	10	78.53	279.002		18/05/2024
1	Patrón + 0.025%FV+0.025%FA+0.05%C	28	22785	10	78.53	290.144	288.04	18/05/2024
		28	22035	10	78.53	280.593		18/05/2024
		28	23040	10	78.53	293.391		18/05/2024
2	Patrón + 0.05%FV+0.025%FA+0.05%C	28	24505	10	78.53	312.046	316.86	18/05/2024
		28	25780	10	78.53	328.282		18/05/2024
		28	24365	10	78.53	310.264		18/05/2024
3	Patrón + 0.025%FV+0.05%FA+0.05%C	28	24315	10	78.53	309.627	326.48	18/05/2024
		28	25610	10	78.53	326.117		18/05/2024
		28	26990	10	78.53	343.690		18/05/2024
4	Patrón + 0.05%FV+0.05%FA+0.05%C	28	24075	10	78.53	306.571	317.42	18/05/2024
		28	25800	10	78.53	328.537		18/05/2024
		28	24905	10	78.53	317.140		18/05/2024
5	Patrón + 0.025%FV+0.025%FA+1 %C	28	25255	10	78.53	321.597	299.91	18/05/2024
		28	22765	10	78.53	289.889		18/05/2024
		28	22635	10	78.53	288.234		18/05/2024
6	Patrón + 0.05%FV+0.025%FA+1%C	28	26810	10	78.53	341.398	348.83	18/05/2024
		28	27535	10	78.53	350.630		18/05/2024
		28	27835	10	78.53	354.451		18/05/2024
7	Patrón + 0.025%FV+0.05%FA+1%C	28	24100	10	78.53	306.889	311.90	18/05/2024
		28	24680	10	78.53	314.275		18/05/2024
		28	24700	10	78.53	314.529		18/05/2024
8	Patrón + 0.05%FV+0.05%FA+1%C	28	22905	10	78.53	291.672	291.76	18/05/2024
		28	22235	10	78.53	283.140		18/05/2024
		28	23595	10	78.53	300.458		18/05/2024

Fuente: Elaboración Propia.

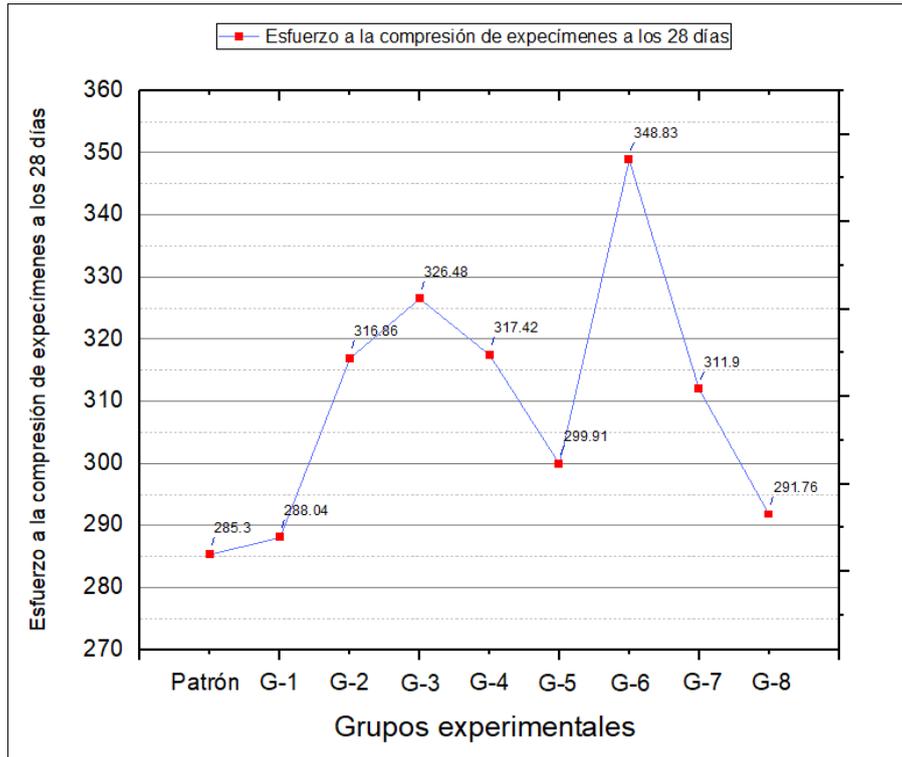


Figura 51. Esfuerzo a la compresión de especímenes de concreto a los 28 días.
Fuente: Propia

Interpretación:

La Figura 51 muestra los resultados obtenidos al modificar un patrón base con diferentes combinaciones de tres adiciones: FV, FAR y C, en diversas concentraciones. El objetivo del estudio fue analizar cómo estas modificaciones afectaban el valor medido de la resistencia a la compresión del patrón base, el cual fue de 285.30 kg/cm² a los 28 días.

Descripción de los grupos:

- Patrón: Valor base sin aditivos, con una resistencia a la compresión de 155.57 kg/cm² a los 28 días.
- Grupo 1: Patrón + 0.25% FV + 0.25% FA + 0.5% C: La adición de estas sustancias incrementó la resistencia a la compresión a 288.4 kg/cm², un 1.09% más que el patrón base.

- Grupo 2: Patrón + 0.5% FV + 0.25% FA + 0.5% C: La adición de estas sustancias incrementó la resistencia a la compresión a 316.86 kg/cm², 11.06% más que el patrón base.
- Grupo 3: Patrón + 0.25% FV + 0.5% FA + 0.5% C: La adición de estas sustancias incrementó la resistencia a la compresión a 326.48 kg/cm², un 14.43% más que el patrón base.
- Grupo 4: Patrón + 0.5% FV + 0.5% FA + 0.5% C: La adición de estas sustancias incrementó la resistencia a la compresión a 317.42 kg/cm², un 11.26% más que el patrón base.
- Grupo 5: Patrón + 0.25% FV + 0.25% FA + 1% C: La adición de estas sustancias incrementó la resistencia a la compresión a 299.91 kg/cm², un 5.12% más que el patrón base.
- Grupo 6: Patrón + 0.5% FV + 0.25% FA + 1% C: La adición de estas sustancias incrementó la resistencia a la compresión a 348.83 kg/cm², un 22.27% más que el patrón base.
- Grupo 7: Patrón + 0.25% FV + 0.5% FA + 1% C: La adición de estas sustancias incrementó la resistencia a la compresión a 311.90 kg/cm², un 9.32% más que el patrón base.
- Grupo 8: Patrón + 0.5% FV + 0.5% FA + 1% C: La adición de estas sustancias incrementó la resistencia a la compresión a 291.76 kg/cm², un 2.26% más que el patrón base.

A los 28 días, las adiciones de FV, FAR y C en diferentes concentraciones tienen un impacto significativo en la resistencia a la compresión del patrón base, como se muestra en los resultados de la Figura 51. Al agregar estas sustancias en todas las combinaciones, generalmente se observa un aumento en la resistencia a la compresión, con un aumento más alto del 22.27% en el Grupo 6.

4.5.7 Esfuerzo a tracción indirecta de los especímenes de concreto a los 28 días

La Tabla 32 ofrece un análisis exhaustivo de la resistencia a tracción indirecta del concreto de referencia (GP) y los grupos experimentales (G1 a G8) a los 28 días de edad.

Tabla 32. Resistencia a tracción indirecta al día 28.

Diseño	Muestras	Edad (días)	Carga	Diámetro	Radio	Altura	Área	Esfuerzo de rotura (kg/cm ²)	Prom	Fecha de
Patrón	Cemento + Agregados +Agua	28	15780	10.16	5.08	20.2	80.69	48.95	47.69	18/05/2024
		28	14575	10.16	5.08	20	80.05	45.66		18/05/2024
		28	15620	10.16	5.08	20.2	80.69	48.45		18/05/2024
1	Patrón + 0.025%FV+0.025%FA+0.05%C	28	15830	10.16	5.08	20	80.05	49.59	49.92	18/05/2024
		28	15695	10.16	5.08	19.2	77.50	51.22		18/05/2024
		28	16015	10.16	5.08	20.5	81.65	48.95		18/05/2024
2	Patrón + 0.05%FV+0.025%FA+0.05%C	28	15950	10.16	5.08	20	80.05	49.97	51.14	18/05/2024
		28	16195	10.16	5.08	20	80.05	50.74		18/05/2024
		28	16825	10.16	5.08	20	80.05	52.71		18/05/2024
3	Patrón + 0.025%FV+0.05%FA+0.05%C	28	15645	10.16	5.08	20.2	80.69	48.53	50.56	18/05/2024
		28	15540	10.16	5.08	20	80.05	48.69		18/05/2024
		28	17380	10.16	5.08	20	80.05	54.45		18/05/2024
4	Patrón + 0.05%FV+0.05%FA+0.05%C	28	16370	10.16	5.08	19.9	79.73	51.54	51.09	18/05/2024
		28	16305	10.16	5.08	19.9	79.73	51.34		18/05/2024
		28	16080	10.16	5.08	20	80.05	50.38		18/05/2024
5	Patrón + 0.025%FV+0.025%FA+1 %C	28	17500	10.16	5.08	20	80.05	54.83	55.26	18/05/2024
		28	16610	10.16	5.08	19.8	79.41	52.56		18/05/2024
		28	18635	10.16	5.08	20	80.05	58.38		18/05/2024
6	Patrón + 0.05%FV+0.025%FA+1%C	28	16430	10.16	5.08	20	80.05	51.47	56.02	18/05/2024
		28	18210	10.16	5.08	20	80.05	57.05		18/05/2024
		28	18815	10.16	5.08	19.8	79.41	59.54		18/05/2024
7	Patrón + 0.025%FV+0.05%FA+1%C	28	14565	10.16	5.08	20	80.05	45.63	48.22	18/05/2024
		28	16935	10.16	5.08	20	80.05	53.06		18/05/2024
		28	14675	10.16	5.08	20	80.05	45.98		18/05/2024
8	Patrón + 0.05%FV+0.05%FA+1%C	28	15325	10.16	5.08	20	80.05	48.01	48.15	18/05/2024
		28	16670	10.16	5.08	20.2	80.69	51.71		18/05/2024
		28	14280	10.16	5.08	20	80.05	44.74		18/05/2024

Fuente: Elaboración Propia.

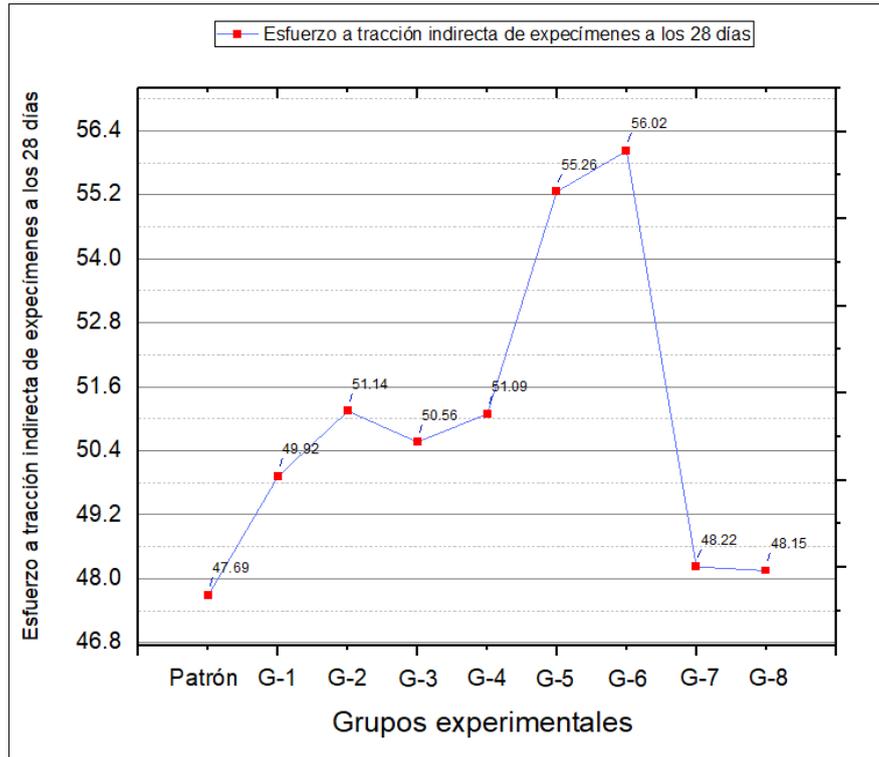


Figura 52. Esfuerzo a tracción indirecta de especímenes a los 28 días.
Fuente: Propia

Interpretación:

La Figura 55 muestra los resultados obtenidos al modificar un patrón base con diferentes combinaciones de tres adiciones: FV, FAR y C, en diversas concentraciones. El objetivo del estudio fue analizar cómo estas modificaciones afectaban el valor medido de la resistencia a la tracción indirecta del patrón base, el cual fue de 47.69 kg/cm² a los 28 días.

Descripción de los grupos:

- Patrón: Valor base sin aditivos, con una resistencia de 47.69 kg/cm² a los 28 días.
- Grupo 1: Patrón + 0.25% FV + 0.25% FA + 0.5% C: La adición de estas sustancias incrementó la resistencia a 49.92 kg/cm², un 4.68% más que el patrón base.

- Grupo 2: Patrón + 0.5% FV + 0.25% FA + 0.5% C: La adición de estas sustancias incrementó la resistencia a 51.14 kg/cm², un 7.23% más que el patrón base.
- Grupo 3: Patrón + 0.25% FV + 0.5% FA + 0.5% C: La adición de estas sustancias incrementó la resistencia a 50.56 kg/cm², un 6.02% menos que el patrón base.
- Grupo 4: Patrón + 0.5% FV + 0.5% FA + 0.5% C: La adición de estas sustancias incrementó la resistencia a 51.09 kg/cm², un 7.13% más que el patrón base.
- Grupo 5: Patrón + 0.25% FV + 0.25% FA + 1% C: La adición de estas sustancias incrementó la resistencia a 55.26 kg/cm², un 15.87% más que el patrón base.
- Grupo 6: Patrón + 0.5% FV + 0.25% FA + 1% C: La adición de estas sustancias incrementó la resistencia a 56.02 kg/cm², un 17.47% más que el patrón base.
- Grupo 7: Patrón + 0.25% FV + 0.5% FA + 1% C: La adición de estas sustancias incrementó la resistencia a 48.22 kg/cm², un 1.11% más que el patrón base.
- Grupo 8: Patrón + 0.5% FV + 0.5% FA + 1% C: La adición de estas sustancias incrementó la resistencia a 48.15 kg/cm², un 0.96% más que el patrón base.

A los 28 días, las adiciones de FV, FAR y C en diferentes concentraciones tienen un impacto variable en la resistencia a la tracción indirecta del patrón base, según los resultados de la Figura 52. Al agregar estas sustancias en diferentes combinaciones, generalmente se observa un ligero aumento en la resistencia a la tracción indirecta, más alto de 17.47% en el Grupo 6

4.5.7 Esfuerzo a flexión de los especímenes de concreto a los 28 días

A los 28 días de edad, la Tabla 33 muestra un análisis detallado de la resistencia a la flexión del concreto de referencia (GP) y los grupos experimentales (G1 a G8).

Tabla 33. Resistencia a flexión al día 28.

Diseño	Muestras	Edad (días)	Carga (kgf)	Longitud (cm)	Base (cm)	Altura (cm)	Área (cm ²)	Módulo de rotura (kgf/cm ²)	Promedio	Fecha de vaciado
Patrón	Cemento + Agregados + Agua	28	3015	50	15	15	11250.00	67.00	65.17	18/05/2024
		28	2850	50	15	15	11250.00	63.33		18/05/2024
1	Patrón + 0.25%FV+0.25%FA+0.5%C	28	4120	49.5	15	15	11137.50	90.64	81.79	18/05/2024
		28	3315	49.5	15	15	11137.50	72.93		18/05/2024
2	Patrón + 0.5%FV+0.25%FA+0.5%C	28	3665	50	15	15	11250.00	81.44	78.72	18/05/2024
		28	3420	50	15	15	11250.00	76.00		18/05/2024
3	Patrón + 0.25%FV+0.5%FA+0.5%C	28	3485	47	15	15	11250.00	72.80	66.57	18/05/2024
		28	2920	46.5	15	15	10462.50	60.35		18/05/2024
4	Patrón + 0.5%FV+0.5%FA+0.5%C	28	3750	46	15	15	11250.00	70.56	74.75	18/05/2024
		28	3820	46.5	15	15	10462.50	78.95		18/05/2024
5	Patrón + 0.25%FV+0.25%FA+1 %C	28	4090	46.5	15	15	11250.00	70.56	77.39	18/05/2024
		28	4120	46	15	15	10350.00	84.23		18/05/2024
6	Patrón + 0.5%FV+0.25%FA+1%C	28	4000	46.5	15	15	11250.00	82.67	83.69	18/05/2024
		28	3890	49	15	15	11025.00	84.72		18/05/2024
7	Patrón + 0.25%FV+0.5%FA+1%C	28	3435	49.5	15	15	11250.00	75.57	81.55	18/05/2024
		28	4235	46.5	15	15	10462.50	87.52		18/05/2024
8	Patrón + 0.5%FV+0.5%FA+1%C	28	3925	47	15	15	11250.00	70.56	71.67	18/05/2024
		28	3275	50	15	15	11250.00	72.78		18/05/2024

Fuente: Elaboración Propia.

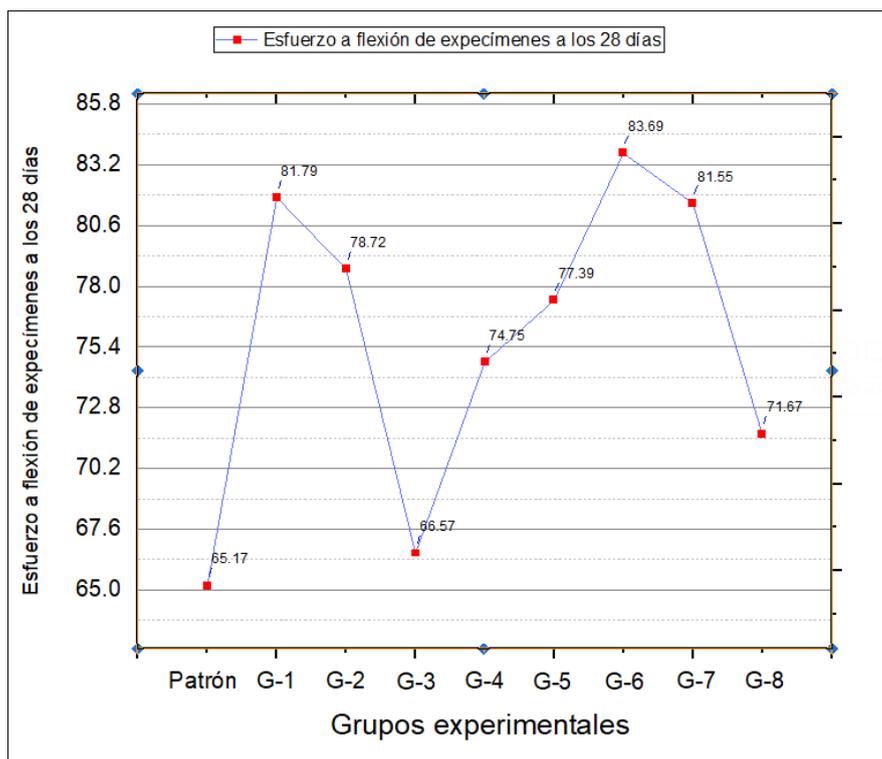


Figura 53. Esfuerzo a flexión de especímenes de concreto a los 28 días.
Fuente: Propia

Interpretación:

La Figura 53 muestra los resultados obtenidos al modificar un patrón base con diferentes combinaciones de tres adiciones: FV, FAR y C, en diversas concentraciones. El objetivo del estudio fue analizar cómo estas modificaciones afectaban el valor medido de la resistencia a flexión del patrón base, el cual fue de 65.17 kg/cm² a los 28 días.

Descripción de los grupos:

- Patrón: Valor base sin aditivos, con una resistencia a flexión de 65.17 kg/cm² a los 28 días.
- Grupo 1: Patrón + 0.25% FV + 0.25% FA + 0.5% C: La adición de estas sustancias incrementó la resistencia a flexión a 81.79 kg/cm², un 25.37% más que el patrón base.

- Grupo 2: Patrón + 0.5% FV + 0.25% FA + 0.5% C: La adición de estas sustancias incrementó la resistencia a flexión a 78.72 kg/cm², un 21.03% más que el patrón base.
- Grupo 3: Patrón + 0.25% FV + 0.5% FA + 0.5% C: La adición de estas sustancias incrementó la resistencia a flexión a 66.57 kg/cm², un 2.16% menos que el patrón base.
- Grupo 4: Patrón + 0.5% FV + 0.5% FA + 0.5% C: La adición de estas sustancias incrementó la resistencia a flexión a 74.75 kg/cm², un 14.07% más que el patrón base.
- Grupo 5: Patrón + 0.25% FV + 0.25% FA + 1% C: La adición de estas sustancias incrementó la resistencia a flexión a 77.39 kg/cm², un 18.82% más que el patrón base.
- Grupo 6: Patrón + 0.5% FV + 0.25% FA + 1% C: La adición de estas sustancias incrementó la resistencia a flexión a 83.69 kg/cm², un 28.82% más que el patrón base.
- Grupo 7: Patrón + 0.25% FV + 0.5% FA + 1% C: La adición de estas sustancias incrementó la resistencia a flexión a 81.55 kg/cm², un 25.13% más que el patrón base.
- Grupo 8: Patrón + 0.5% FV + 0.5% FA + 1% C: La adición de estas sustancias incrementó la resistencia a flexión a 71.67 kg/cm², un 10.01% más que el patrón base.

A los 28 días, las adiciones de FV, FAR y C en diferentes concentraciones tienen un efecto variable en la resistencia a la flexión del patrón base, según los resultados de la Figura 53. Al agregar estas sustancias en todas las combinaciones, el más alto del 28,82% en resistencia a flexión en el Grupo 6.

4.6 Contrastación de hipótesis

Planteamiento de hipótesis:

La formulación es un paso fundamental en el ámbito de la investigación para establecer una dirección y enfoque claros al estudio. Según García (2001), este proceso implica la creación de predicciones que se contrastan con la realidad, basándose en la lógica y la experiencia acumulada.

Tipos de hipótesis:

Existen dos tipos principales de hipótesis:

Hipótesis nula (H_0): También conocida como hipótesis emitida o hipótesis de no efecto, esta proposición inicial plantea que no hay ninguna conexión o diferencia significativa entre las variables examinadas. Su papel es servir como base para ser refutada o aceptada en base a la evidencia empírica.

Hipótesis alternativa (H_1): Se plantea y se espera que la investigación la verifique. Representa la afirmación que va en contra de la hipótesis nula y demuestra que las variables tienen una relación o diferencia significativa.

Nivel de significancia:

Implica en rechazar una hipótesis nula incluso si es verdadera, se conoce como el nivel de significancia., también conocido como alfa (α). Supo (2014) Este valor representa el grado un error que un investigador está dispuesto a aceptar al rechazar una hipótesis nula. La mayoría de los estudios han utilizado un valor de 0.05, lo que indica que el investigador tiene un 95 % de confianza en sus resultados.

Selección de la prueba estadística:

La prueba estadística es un procedimiento matemático que permite evaluar la validez de la hipótesis nula. Según Supo (2014), la elección adecuada de la prueba estadística es crucial para la confiabilidad y precisión del análisis.

Interpretación del p-valor:

El p-valor se interpreta en función del nivel de significancia previamente establecido. El nivel de significancia ($p\text{-valor} \leq \alpha$), indicando que existe suficiente evidencia para considerar, la cual se mantiene como la explicación más probable, y no la hipótesis alternativa tiene suficiente evidencia para respaldarla.

Toma de decisión:

El p-valor va a indicar el tipo de hipótesis que tienes y cuál es la decisión a tomar de acuerdo al análisis de tus datos.

4.6.1 Contrastación de hipótesis

a. Contrastación de hipótesis general

H₀: La incorporación de fibras de vidrio, acero reciclado y cemento *no incrementa* la resistencia a flexo-tracción del concreto de pavimentos hidráulicos en vías urbanas.

H_i: La incorporación de fibras de vidrio, acero reciclado y cemento *incrementa* la resistencia a flexo-tracción del concreto de pavimentos hidráulicos en vías urbanas.

Conclusión:

Debido a que el valor de P en el análisis es menor al nivel de significancia, se rechaza H₀ y se acepta H_i. Por lo tanto, se verifica la condición aceptable en los análisis de cada hipótesis específica, lo que significa que la hipótesis general es aceptada.

La incorporación de fibras de vidrio, acero reciclado y cemento aumenta la resistencia a la flexo-tracción del concreto de pavimentos hidráulicos en vías urbanas, según la evidencia suficiente al nivel de significancia $\alpha=0.05$.

Contrastación de hipótesis específica 1

H₀: Una cantidad definida de una mezcla de fibras de vidrio, acero reciclado y cemento *no aumenta* la resistencia a flexión del concreto en pavimentos en vías urbanas.

H_i: Una cantidad definida de una mezcla de fibras de vidrio, acero reciclado y cemento *aumenta* la resistencia a flexión del concreto en pavimentos en vías urbanas.

H₀: $\mu=57 \text{ kg/cm}^2$

H_i: $\mu > 57 \text{ kg/cm}^2$

El valor de significancia que se asumió es de $\alpha=0.05$ (5%)

Grado de libertad:

$$gl = n - 1; gl = 26$$

Nivel de significancia: $\alpha=0.05$

Nivel de confiabilidad: $\gamma =0.95$

$$t = \frac{(75.14 - 57)}{\frac{9.23}{\sqrt{27}}}$$

$$t = 10.21$$

Punto crítico: $t=1.71$

Para realizar el cálculo, se utilizarán los resultados de la muestra patrón y los ocho diseños experimentales, ya que las muestras tienen 28 días, según la Tabla 41. Esto se utilizará para aceptar o rechazar la hipótesis nula.

Teniendo en cuenta:

Si $H_0: <0.05$ Se rechaza la H_0 y se acepta la H_i

Si $H_0: >0.05$ se acepta la H_0 y se rechaza la H_i

Tabla 34. Minitab Resistencia de flexión-Estadísticas descriptivas

Estadística descriptiva				
			Error Límite Estándar inferior de la de 95%	
			8.34	
N	Media	Desv.Est.	Media	Para μ
18	75.14	9.23	2.18	1.35

Fuente: Elaboración Propia.

Tabla 35. Minitab Resistencia de flexión-Calculo de t y valor p

Prueba	
Hipótesis nula	$H_0 : \mu = 57$
Hipótesis alterna	$H_1 : \mu = 57$
Valor T	8.34
Valor p	0.000

Fuente: Elaboración Propia.

Discusión:

Se rechaza H_0 y se acepta H_1 porque el valor de P del análisis es menor al nivel de significancia.

La conclusión es:

Se ha encontrado evidencia suficiente al nivel de significancia $\alpha=0.05$ para sugerir que una mezcla de fibras de vidrio, acero reciclado y cemento aumentaría la resistencia a flexión del concreto en pavimentos urbanos.

4.6.2 Prueba de normalidad

a. Prueba de normalidad de hipótesis específica 1

Para calcular, se utilizó la prueba de normalidad de Anderson Darling (AD). Los resultados de la muestra patrón y los ocho diseños experimentales para la resistencia a la flexión se tomarán, ya que son muestras de 28 días en la Tabla 33.

Teniendo en cuenta:

Si $P \leq 0.05$ la muestra no procede de una población de distribución normal.

Si $P > 0.05$ la muestra procede de una población de distribución normal.

Patrón:

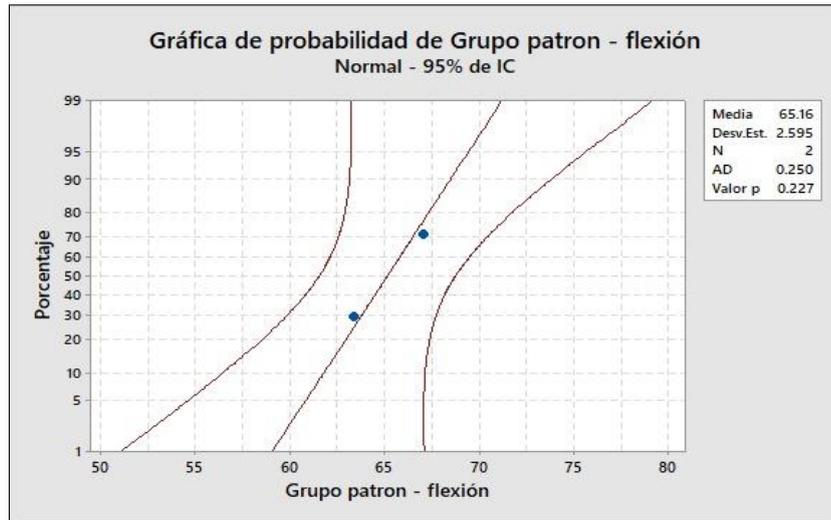


Figura 54: Minitab Resistencia de flexión de grupo patrón-Prueba de normalidad
Elaboración: Propia

Interpretación:

El valor de P de 0.227 en el análisis de la resistencia a la flexión de la muestra patrón indica que la muestra proviene de una población de distribución normal.

Grupo 1:

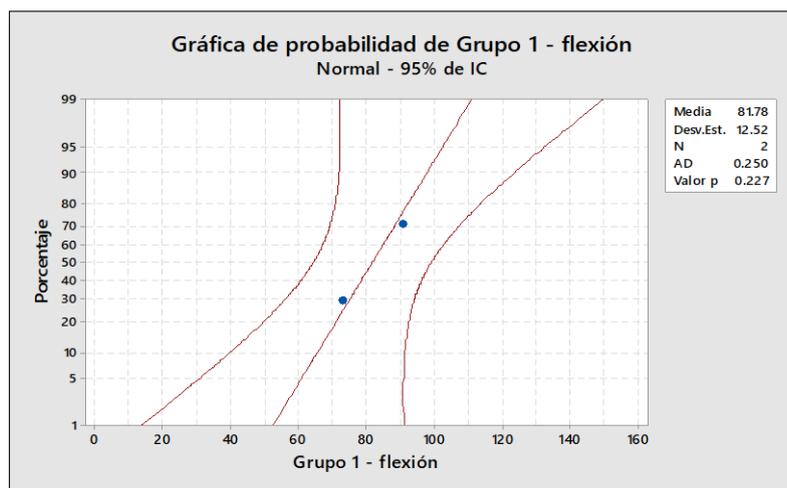


Figura 55: Minitab Resistencia de flexión de grupo 1-Prueba de normalidad
Elaboración: Propia

Interpretación:

En el análisis de la resistencia a flexión del grupo 1 el valor de P es 0.227, lo que indica que la muestra procede de una población de distribución normal.

Grupo 2:

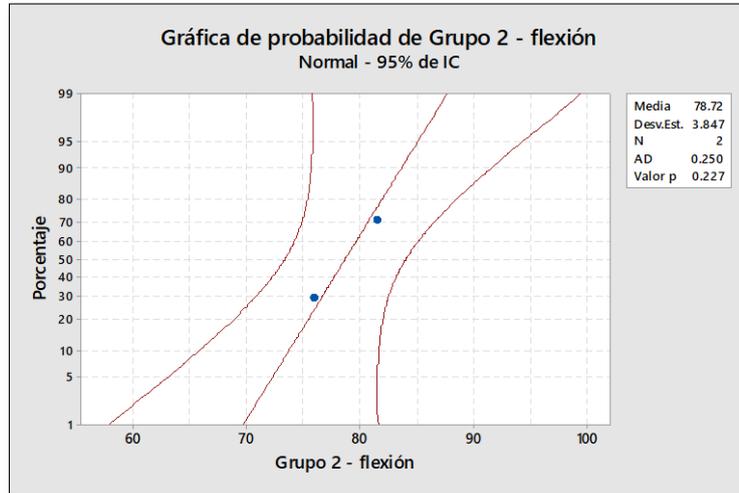


Figura 56: Minitab Resistencia de flexión de grupo 2-Prueba de normalidad
Elaboración: Propia

Interpretación:

En el análisis de la resistencia a flexión del grupo 2 el valor de P es 0.227, lo que indica que la muestra procede de una población de distribución normal.

Grupo 3:

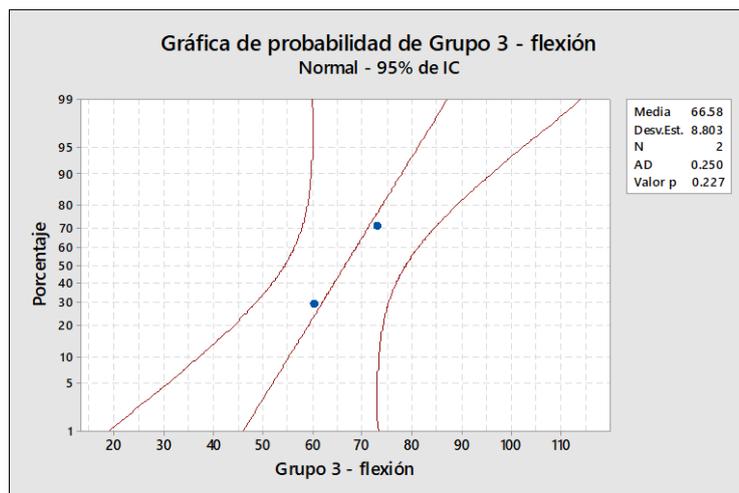


Figura 57: Minitab Resistencia de flexión de grupo 3-Prueba de normalidad
Elaboración: Propia

Interpretación:

En el análisis de la resistencia a flexión del grupo 3 el valor de P es 0.227, lo que indica que la muestra procede de una población de distribución normal.

Grupo 4:

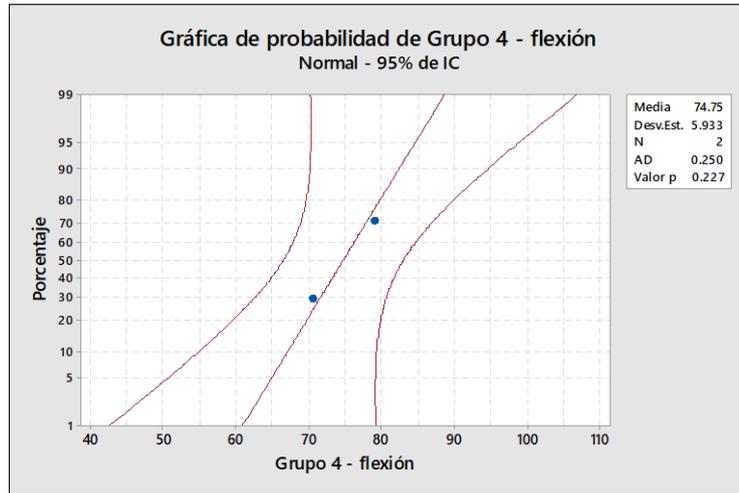


Figura 58: Minitab Resistencia de flexión de grupo 4 -Prueba de normalidad
Elaboración: Propia

Interpretación:

En el análisis de la resistencia a flexión del grupo 4 el valor de P es 0.227, lo que indica que la muestra procede de una población de distribución normal.

Grupo 5:

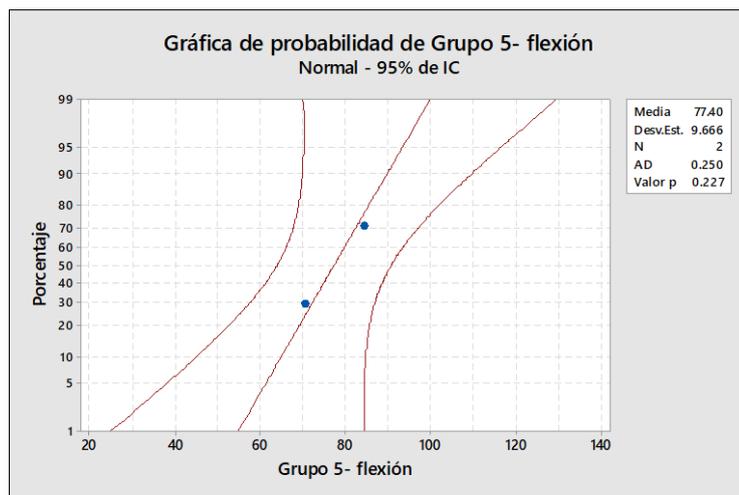


Figura 59: Minitab Resistencia de flexión de grupo 5 -Prueba de normalidad
Elaboración: Propia

Interpretación:

En el análisis de la resistencia a flexión del grupo 5 el valor de P es 0.227, lo que indica que la muestra procede de una población de distribución normal.

Grupo 6:

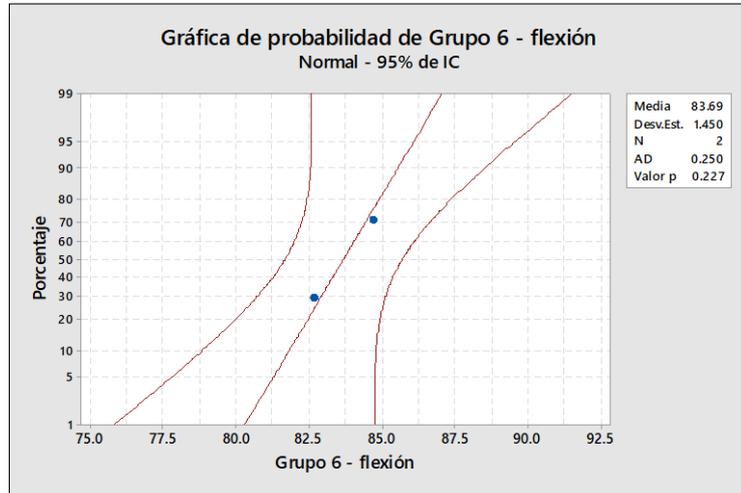


Figura 60: Minitab Resistencia de flexión de grupo 6 -Prueba de normalidad
Elaboración: Propia

Interpretación:

En el análisis de la resistencia a flexión del grupo 6 el valor de P es 0.227, lo que indica que la muestra procede de una población de distribución normal.

Grupo 7:

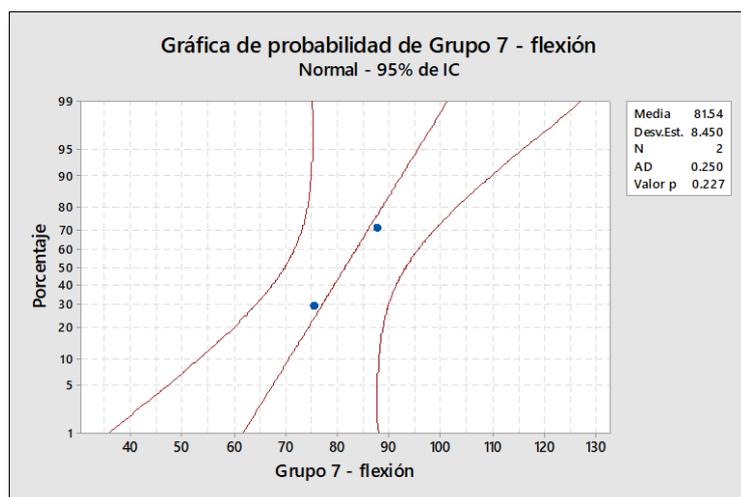


Figura 61: Minitab Resistencia de flexión de grupo 7 -Prueba de normalidad
Elaboración: Propia

Interpretación:

En el análisis de la resistencia a flexión del grupo 7 el valor de P es 0.227, lo que indica que la muestra procede de una población de distribución normal.

Grupo 8:

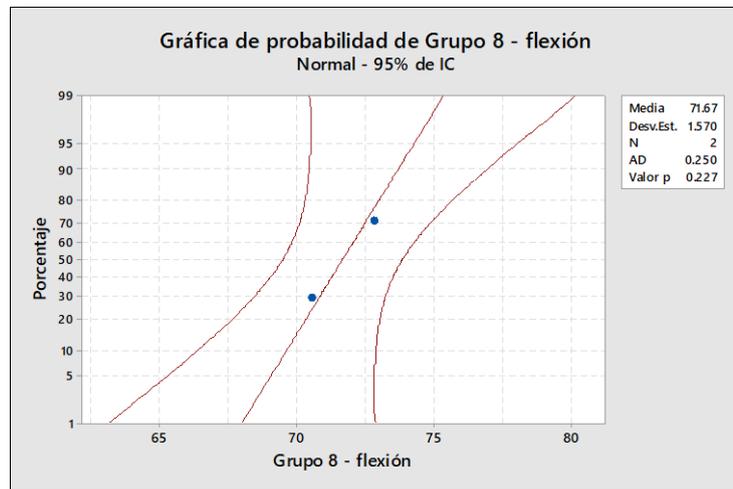


Figura 62: Minitab Resistencia de flexión de grupo 8 -Prueba de normalidad
Elaboración: Propia

Interpretación:

En el análisis de la resistencia a flexión del grupo 8 el valor de P es 0.227, lo que indica que la muestra procede de una población de distribución normal.

b. Contrastación de hipótesis específica 2.

H₀: Un porcentaje establecido de una mezcla de fibra vidrio, acero reciclado no *eleva* la resistencia a tracción indirecta del concreto en pavimentos hidráulicos en vías urbana

H_i: Un porcentaje establecido de una mezcla de fibra vidrio, acero reciclado *eleva* la resistencia a tracción indirecta del concreto en pavimentos hidráulicos en vías urbana.

H₀: $\mu=45 \text{ kg/cm}^2$

H_i: $\mu >45\text{kg/cm}^2$

El valor de significancia que se asumió es de $\alpha=0.05$ (5%)

Grado de libertad:

$$gl = n - 1; gl = 26$$

Valor de significancia: $\alpha=0.05$

Valor de confiabilidad: $\gamma =0.95$

$$t = (50.894 - 45) / (3.729/\sqrt{27}) = 8.220$$

Punto crítico: $t=1.71$

Para llevar a cabo el cálculo, se utilizarán los resultados de la muestra patrón y los ocho diseños experimentales, ya que las muestras son de 28 días, lo que significa aceptar o rechazar la hipótesis nula.

Si $H_0: <0.05$ Se rechaza la H_0 y se acepta la H_i

Si $H_0: >0.05$ se acepta la H_0 y se rechaza la H_i

Tabla 36. Minitab Resistencia de tracción indirecta -Estadísticas descriptivas

Estadística descriptiva				
			Error Límite Estándar inferior de la de 95%	
			8.34	
N	Media	Desv.Est.	Media	Para μ
27	50.894	3.279	07.18	496.70

Elaboración: Propia

Tabla 37. Minitab Resistencia de tracción indirecta - Cálculo de t y valor p.

Prueba	
Hipótesis nula	$H_0 : \mu = 45$
Hipótesis alterna	$H_1 : \mu = 45$
Valor T	8.21
Valor p	0.000

Discusión:

Se rechaza H_0 y se acepta H_i porque el valor de P del análisis es menor al nivel de significancia.

Conclusión:

Existe evidencia suficiente al nivel de significancia $\alpha=0.05$ para indicar que un porcentaje establecido de una mezcla de fibra vidrio, acero reciclado *elevaría* la resistencia a tracción indirecta del concreto en pavimentos hidráulicos en vías urbana.

c. Prueba de normalidad de hipótesis específica 2.

Para realizar el cálculo, se utilizó la prueba de normalidad de Anderson Darling (AD). Los resultados de la muestra patrón y los ocho diseños experimentales de resistencia a tracción indirecta, que son muestras de 28 días, se encuentran en la Tabla 32.

Teniendo en cuenta:

Si $P \leq 0.05$ la muestra no procede de una población de distribución normal.

Si $P > 0.05$ la muestra procede de una población de distribución normal.

Patrón:

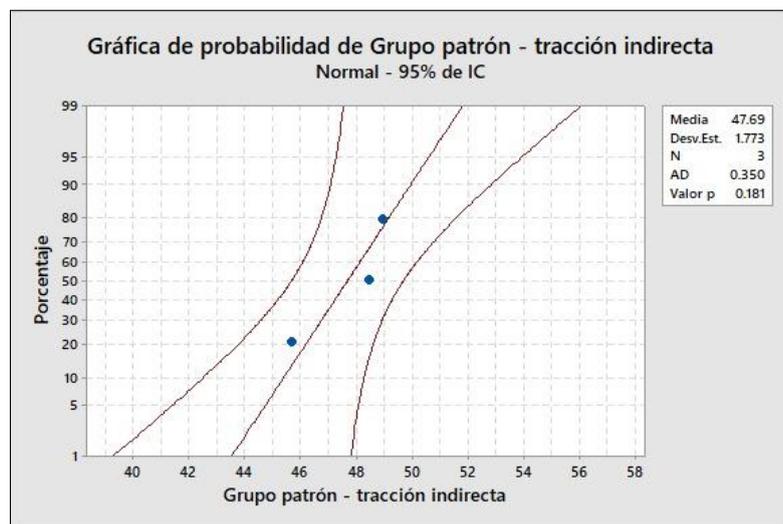


Figura 63: Minitab Resistencia de tracción indirecta de grupo Patrón-Prueba de normalidad
Elaboración: Propia

Interpretación:

En el análisis de la resistencia a tracción indirecta del grupo patrón el valor de P es 0.181, lo que indica que la muestra procede de una población de distribución normal.

Grupo 1:

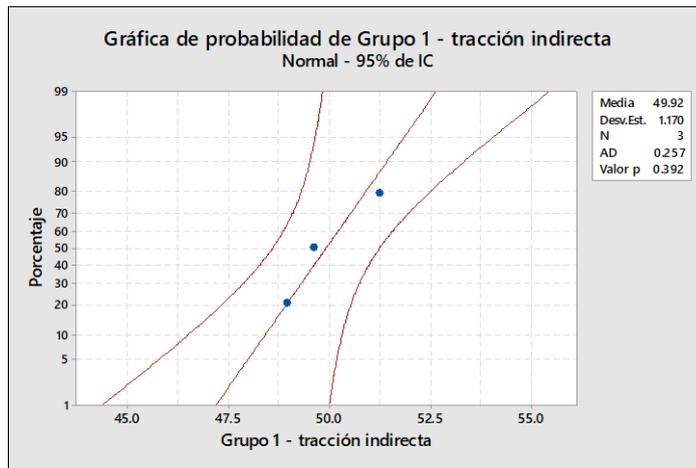


Figura 64: Minitab Resistencia de tracción indirecta de grupo 1-Prueba de normalidad
Elaboración: Propia

Interpretación:

En el análisis de la resistencia a tracción indirecta del grupo 1 el valor de P es 0.392, lo que indica que la muestra procede de una población de distribución normal.

Grupo 2:

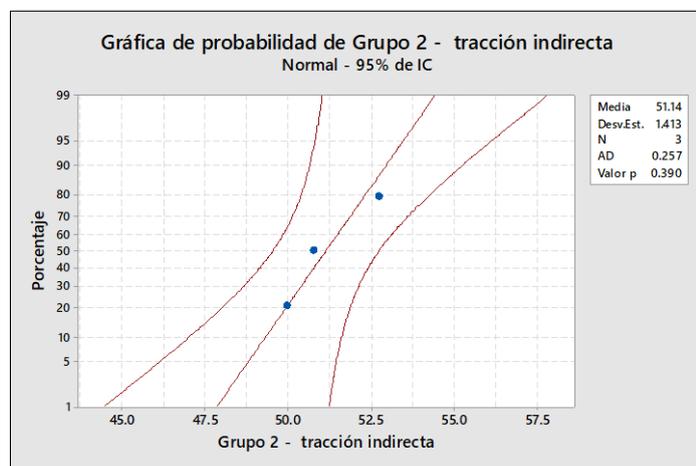


Figura 65: Minitab Resistencia de tracción indirecta de grupo 2-Prueba de normalidad
Elaboración: Propia

Interpretación:

En el análisis de la resistencia a tracción indirecta del grupo patrón el valor de P es 0.390, lo que indica que la muestra procede de una población de distribución normal.

Grupo 3:

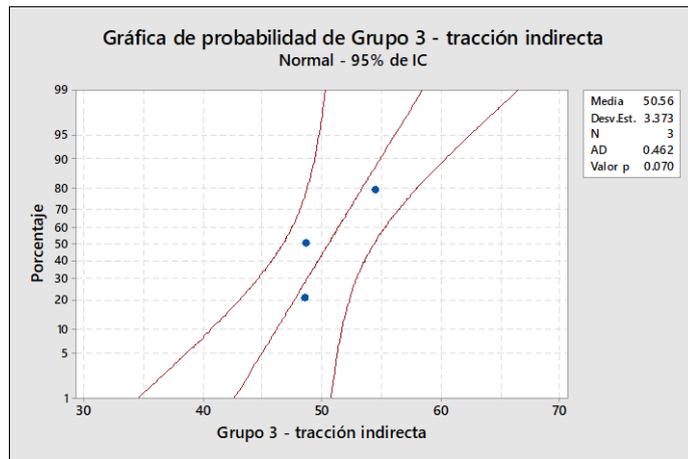


Figura 66: Minitab Resistencia de tracción indirecta de grupo 3-Prueba de normalidad
Elaboración: Propia

Interpretación:

En el análisis de la resistencia a tracción indirecta del grupo 3 el valor de P es 0.070, lo que indica que la muestra procede de una población de distribución normal.

Grupo 4:

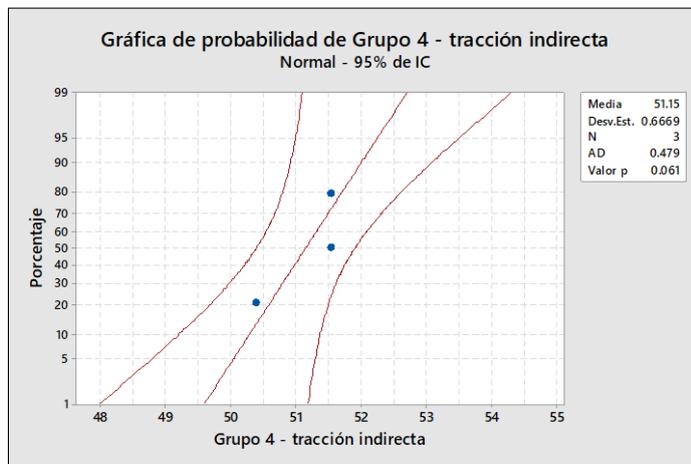


Figura 67: Minitab Resistencia de tracción indirecta de grupo 4 -Prueba de normalidad
Elaboración: Propia

Interpretación:

En el análisis de la resistencia a tracción indirecta del grupo 4 el valor de P es 0.061, lo que indica que la muestra procede de una población de distribución normal.

Grupo 5:

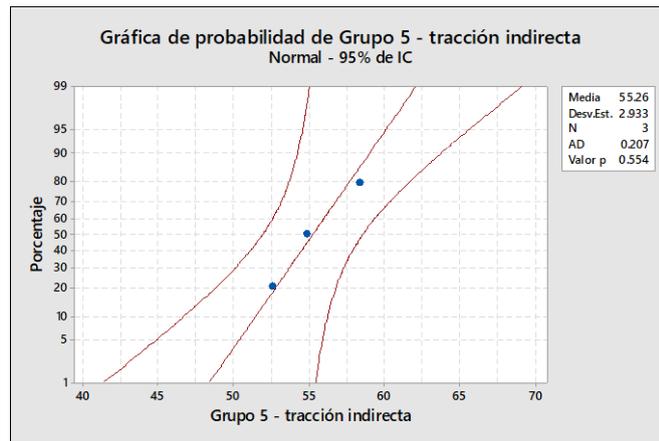


Figura 68: Minitab Resistencia de tracción indirecta de grupo 5 -Prueba de normalidad
Elaboración: Propia

Interpretación:

En el análisis de la resistencia a tracción indirecta del grupo patrón el valor de P es 0.554, lo que indica que la muestra procede de una población de distribución normal.

Grupo 6:

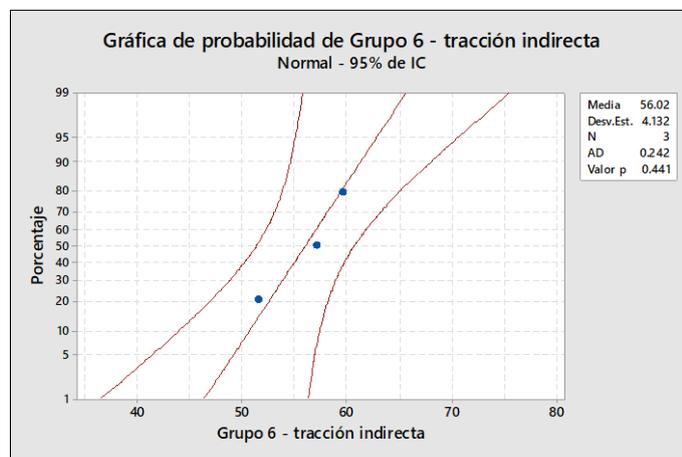


Figura 69: Minitab Resistencia de tracción indirecta de grupo 6 -Prueba de normalidad
Elaboración: Propia

Interpretación:

En el análisis de la resistencia a tracción indirecta del grupo 6 el valor de P es 0.441, lo que indica que la muestra procede de una población de distribución normal.

Grupo 7:

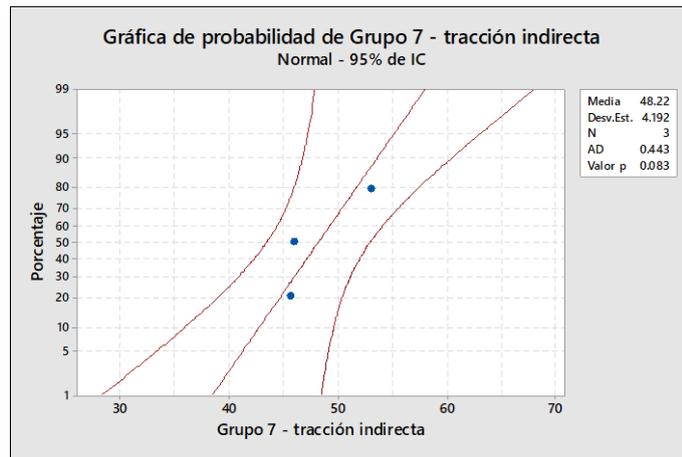


Figura 70: Minitab Resistencia de tracción indirecta de grupo 7 -Prueba de normalidad
Elaboración: Propia

Interpretación:

En el análisis de la resistencia a tracción indirecta del grupo patrón el valor de P es 0.083, lo que indica que la muestra procede de una población de distribución normal.

Grupo 8:

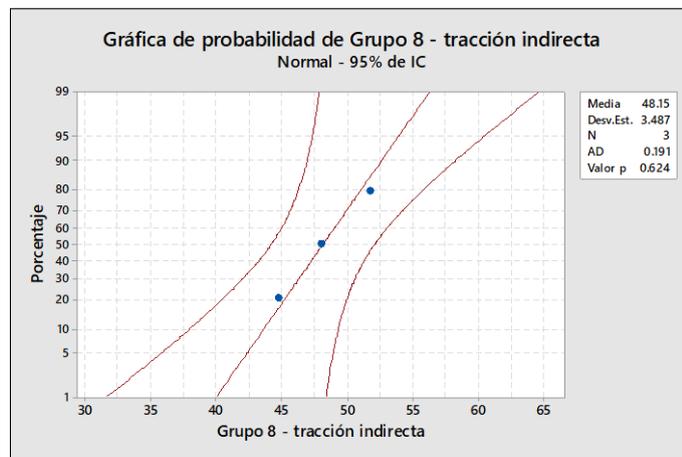


Figura 71: Minitab Resistencia de tracción indirecta de grupo 8 -Prueba de normalidad.
Elaboración: Propia

Interpretación:

En el análisis de la resistencia a tracción indirecta del grupo patrón el valor de P es 0.624, lo que indica que la muestra procede de una población de distribución normal.

d. Contrastación de hipótesis específica 3

H₀: Una proporción definida de una mezcla de fibras de vidrio, acero reciclado y cemento no podría mejorar la resistencia a compresión del concreto de pavimentos hidráulicos en vías urbanas.

H_i: Una proporción definida de una mezcla de fibras de vidrio, acero reciclado y cemento mejoraría la resistencia a compresión del concreto de pavimentos hidráulicos en vías urbanas.

H₀: $\mu=280 \text{ kg/cm}^2$

H_i: $\mu >280 \text{ kg/cm}^2$

El valor de significancia que se asumió es de $\alpha=0.05$ (5%)

Grado de libertad

$$gl = n - 1; gl \ n * 1 = 26$$

Valor de significancia: $\alpha=0.05$

Valor de confiabilidad: $\gamma =0.95$

$$t = (309.72-280) / (21.72/\sqrt{27}) =7.11$$

$$t = (309.72 - 280) / (21.72/\sqrt{27}) = 7.11$$

Punto crítico: $t=1.71$

Para realizar el cálculo, se utilizarán los resultados de la muestra patrón y los ocho diseños experimentales, ya que las muestras son de 28 días, según la Tabla 39. Esto se utilizará para aceptar o rechazar la hipótesis nula.

Si H₀: <0.05 Se rechaza la H₀ y se acepta la H_i

Si H₀: >0.05 se acepta la H₀ y se rechaza la H_i

Estadística descriptiva				
			Error Límite Estándar inferior de la de 95%	
			8.34	
N	Media	Dsv.Est.	Media	Para μ
27	309.72	21.72	04.18	302.58

Figura 79: Minitab Resistencia de compresión-Estadísticas descriptivas
Elaboración: Propia

Prueba	
Hipótesis nula	$H_0 : \mu = 280$
Hipótesis alterna	$H_1 : \mu = 280$
Valor T	7.11
Valor p	0.000

Figura 80: Minitab Resistencia de compresión-Calculo de t y valor p
Elaboración: Propia

Discusión:

Debido a que en el análisis el valor de P es menor al nivel de significancia se rechaza la H_0 y se acepta H_i .

Paso 6: Toma de decisión

Conclusión:

Existe evidencia suficiente al nivel de significancia $\alpha=0.05$ para indicar que una proporción definida de una mezcla de fibras de vidrio, acero reciclado y cemento *mejoraría* la resistencia a compresión del concreto de pavimentos hidráulicos en vías urbanas.

e. Prueba de normalidad de hipótesis específica 3

Se utilizó la prueba de normalidad de Anderson Darling (AD), para realizar el cálculo se tomará los resultados de la muestra patrón y los 8 diseños experimentales para resistencia a compresión, ya que son muestras de 28 días en la tabla 31, para verificar la distribución de los datos.

Teniendo en cuenta:

Si $P \leq 0.05$ la muestra no procede de una población de distribución normal.

Si $P > 0.05$ la muestra procede de una población de distribución normal.

Patrón:

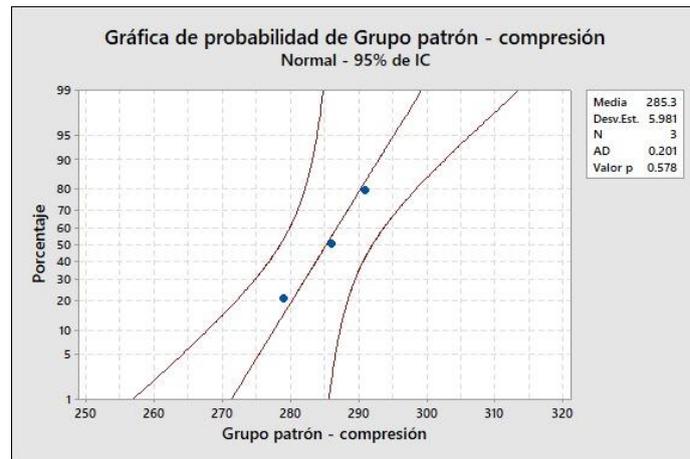


Figura 72: Minitab Resistencia de compresión de grupo patrón-Prueba de normalidad
Elaboración: Propia

Interpretación:

En el análisis de la resistencia a compresión del grupo patrón el valor de P es 0.578, lo que indica que la muestra procede de una población de distribución normal.

Grupo 1:

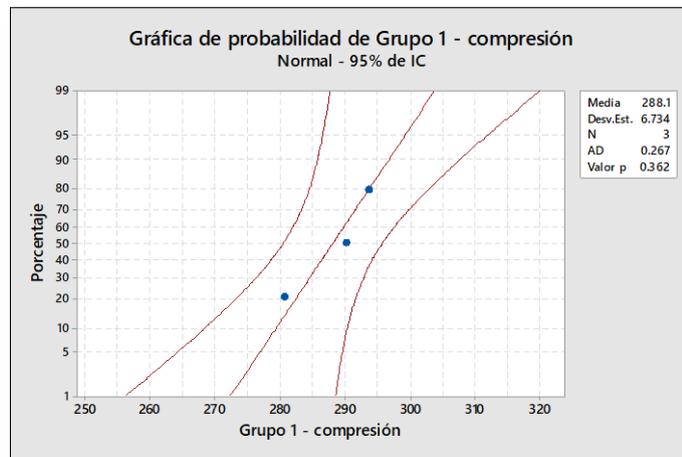


Figura 73: Minitab Resistencia de compresión de grupo 1-Prueba de normalidad
Elaboración: Propia

Interpretación:

En el análisis de la resistencia a compresión del grupo 1 el valor de P es 0.362, lo que indica que la muestra procede de una población de distribución normal.

Grupo 2:

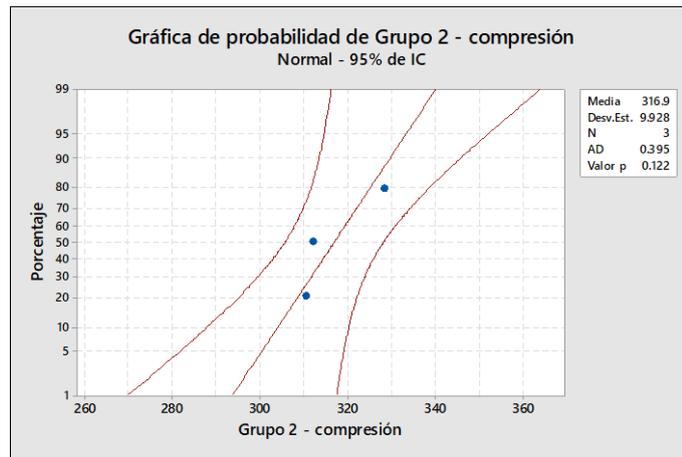


Figura 74: Minitab Resistencia de compresión de grupo 2-Prueba de normalidad
Elaboración: Propia

Interpretación:

En el análisis de la resistencia a compresión del grupo 2 el valor de P es 0.122, lo que indica que la muestra procede de una población de distribución normal.

Grupo 3:

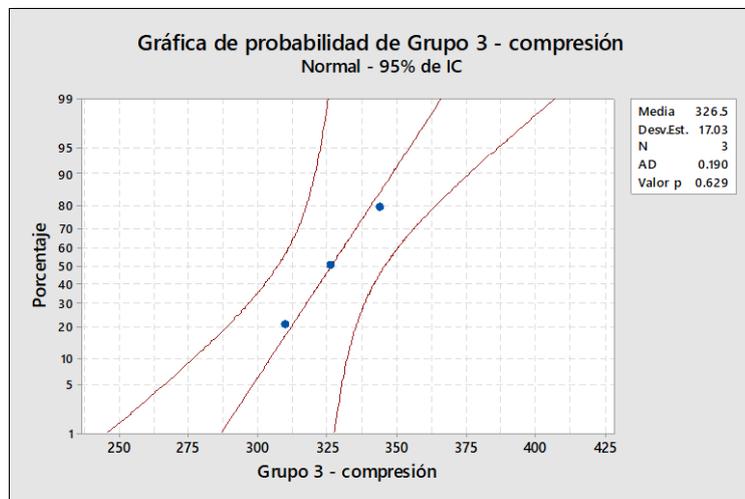


Figura 75: Minitab Resistencia de compresión de grupo 3-Prueba de normalidad
Elaboración: Propia

Interpretación:

En el análisis de la resistencia a compresión del grupo 3 el valor de P es 0.629, lo que indica que la muestra procede de una población de distribución normal.

Grupo 4:

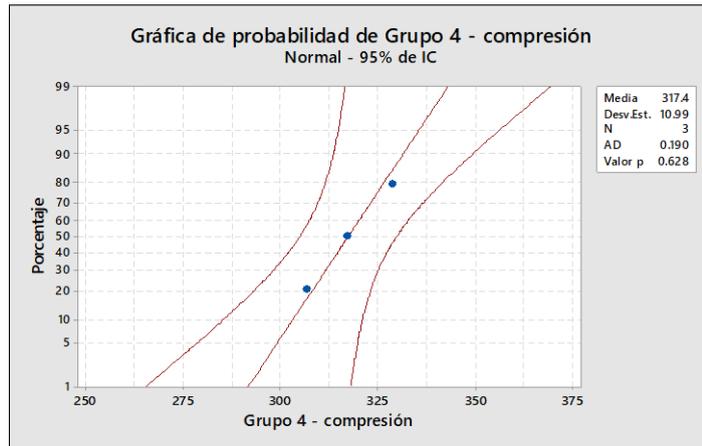


Figura 76: Minitab Resistencia de compresión de grupo 4 -Prueba de normalidad
Elaboración: Propia

Interpretación:

En el análisis de la resistencia a compresión del grupo patrón el valor de P es 0.628, lo que indica que la muestra procede de una población de distribución normal.

Grupo 5:

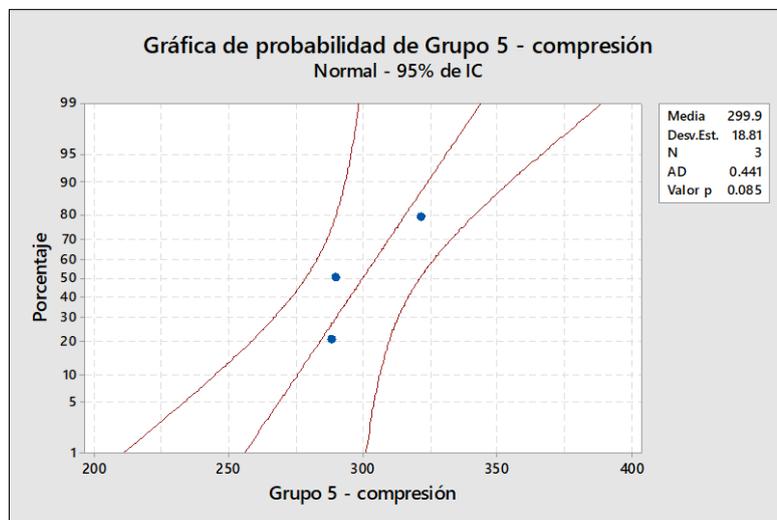


Figura 77: Minitab Resistencia de compresión de grupo 5 -Prueba de normalidad
Elaboración: Propia

Interpretación:

En el análisis de la resistencia a compresión del grupo 5 el valor de P es 0.085, lo que indica que la muestra procede de una población de distribución normal.

Grupo 6:

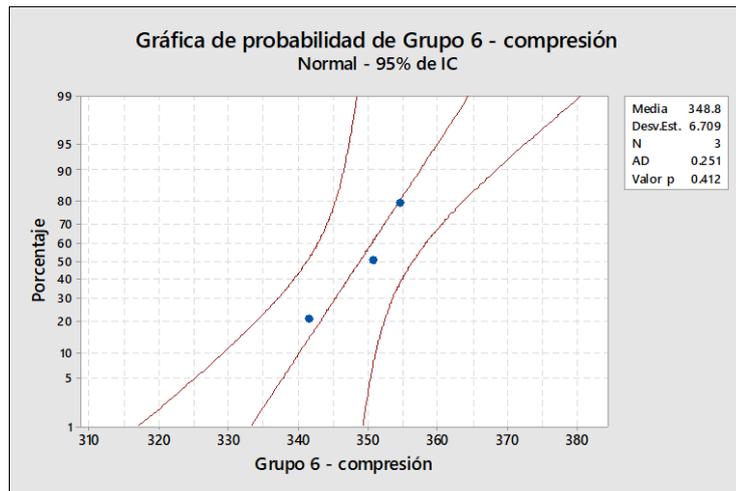


Figura 78: Minitab Resistencia de compresión de grupo 6 -Prueba de normalidad
Elaboración: Propia

Interpretación:

En el análisis de la resistencia a compresión del grupo 6 el valor de P es 0.412, lo que indica que la muestra procede de una población de distribución normal.

Grupo 7:

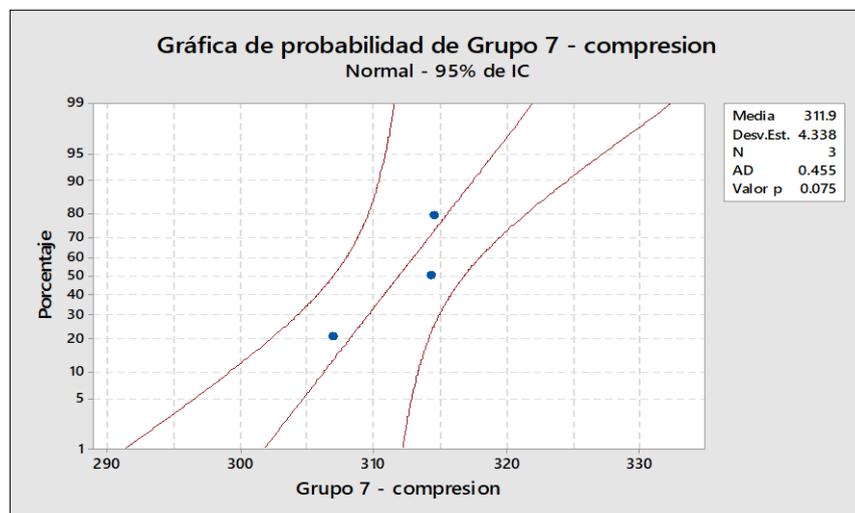


Figura 79: Minitab Resistencia de compresión de grupo 7 -Prueba de normalidad
Elaboración: Propia

Interpretación:

En el análisis de la resistencia a compresión del grupo 7 el valor de P es 0.075, lo que indica que la muestra procede de una población de distribución normal.

Grupo 8:

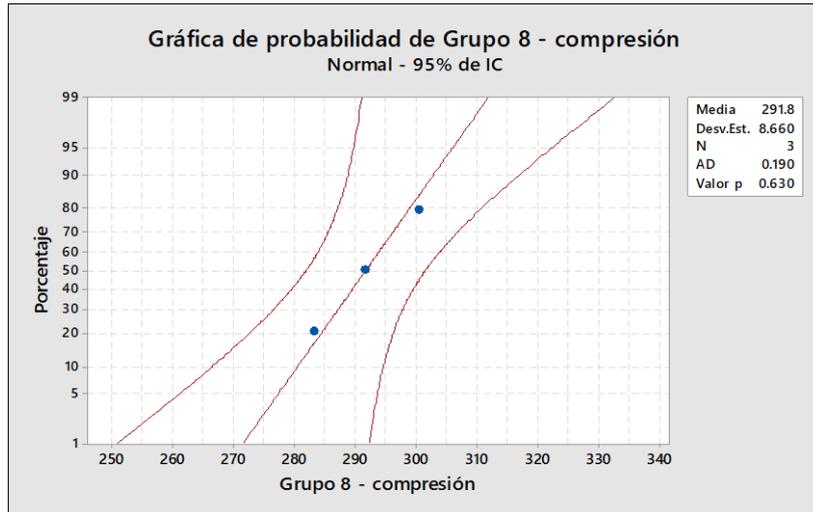


Figura 80: Minitab Resistencia de compresión de grupo 8 -Prueba de normalidad
Elaboración: Propia

Interpretación:

En el análisis de la resistencia a compresión del grupo 8 el valor de P es 0.630, lo que indica que la muestra procede de una población de distribución normal.

V. DISCUSIÓN

D1: La incorporación de fibras de vidrio, acero reciclado y cemento mejora notablemente la resistencia a la flexo-tracción del concreto en pavimentos hidráulicos de vías urbanas. Esta mejora en las propiedades mecánicas se ha corroborado mediante ensayos de laboratorio en ocho mezclas experimentales. Entre ellas, la que combina 0.5% de fibra de vidrio, 0.5% de fibra de acero y 1% de cemento adicional (Grupo 6) destaca por su máximo incremento en la resistencia a la flexo-tracción (28.82%), superando significativamente al patrón sin aditivos.

D2: La incorporación de fibras de vidrio, acero reciclado y cemento mejora significativamente la resistencia a la flexión del concreto en pavimentos hidráulicos de vías urbanas. Entre las ocho mezclas experimentales, la que combina 0.5% de fibra de vidrio, 0.5% de fibra de acero y 1% de cemento adicional (Grupo 6) destaca por su máximo incremento en la resistencia a la flexión (28.82%) en comparación con el patrón sin aditivos.

D3: La adición de fibras de vidrio, acero reciclado y cemento afecta de manera variable la resistencia a la tracción indirecta del concreto en pavimentos hidráulicos de vías urbanas. Si bien se observa un ligero aumento general en la resistencia a la tracción indirecta en algunas combinaciones, el Grupo 6 (0.5% fibra de vidrio, 0.25% fibra de acero, 1% cemento) presenta el máximo incremento (17.47%) en comparación con el patrón sin aditivos.

D4: La incorporación de fibras de vidrio, acero reciclado y cemento mejora la resistencia a la compresión del concreto en pavimentos hidráulicos de vías urbanas. El Grupo 6 (0.5% fibra de vidrio, 0.25% fibra de acero, 1% cemento) presenta el máximo incremento en la resistencia a la compresión (22.27%) en comparación con el patrón sin aditivos.

VI. CONCLUSIONES

La investigación ha demostrado que la incorporación de fibras de vidrio, acero reciclado y cemento en mezclas de concreto para pavimentos hidráulicos de vías urbanas mejora significativamente las propiedades mecánicas, particularmente en lo que respecta a la resistencia a la flexión-tracción. Entre los hallazgos clave se destacan:

La resistencia a la flexión del concreto se incrementa de manera notable al adicionar las fibras y el cemento adicional. El Grupo 6 (0.5% fibra de vidrio, 0.5% fibra de acero, 1% cemento) presenta el mayor aumento en la resistencia a la flexión (28.82%) en comparación con el patrón sin aditivos.

Se modificó la resistencia a la flexión del concreto de pavimentos hidráulicos en vías urbanas con una cantidad definida de una mezcla de fibras de vidrio, acero reciclado y cemento. Se observó un incremento significativo en la resistencia a la flexión en todas las mezclas con aditivos, con un máximo aumento del 28.82% en el Grupo 6.

Se aumentó la resistencia a la tracción indirecta del concreto de pavimentos hidráulicos en vías urbanas con un porcentaje establecido de una mezcla de fibras de vidrio, acero reciclado y cemento. Se observó un ligero aumento general en la resistencia a la tracción indirecta en algunas combinaciones, con un máximo incremento del 17.47% en el Grupo 6.

Se modificó la resistencia a la compresión del concreto en pavimentos hidráulicos en vías urbanas con una proporción definida de una mezcla de fibras de vidrio, acero reciclado y cemento. Se observó un incremento en la resistencia a la compresión en todas las mezclas con aditivos, con un máximo aumento del 22.27% en el Grupo 6.

VII. RECOMENDACIONES

Se recomienda utilizar la mezcla del Grupo 6 (0.5% fibra de vidrio, 0.25% fibra de acero y 1% cemento) en proyectos de pavimentos hidráulicos de vías urbanas que requieran alta resistencia a la compresión, tracción indirecta y flexión-tracción. Esta mezcla combina las mejoras en las propiedades mecánicas con la viabilidad práctica de su implementación.

Es necesario realizar estudios adicionales para optimizar aún más las proporciones de fibra de vidrio, acero reciclado y cemento para cada proyecto específico, teniendo en cuenta factores como el tipo de tráfico de vehículos, las condiciones climáticas y los requisitos estéticos.

Se requiere un análisis económico detallado que compare los costos de implementación de la mezcla del Grupo 6 con los costos de las mezclas de concreto convencionales. Este análisis debe tener en cuenta tanto los costos iniciales de materiales y mano de obra como los ahorros potenciales en el mantenimiento, las reparaciones y el reemplazo de pavimentos a largo plazo.

Se recomienda llevar a cabo una evaluación del impacto ambiental de agregar fibras de vidrio, acero reciclado y cemento a los pavimentos hidráulicos. La huella de carbono de los materiales, el consumo de recursos naturales y la posibilidad de producción de desechos durante los procesos de producción y construcción deben ser considerados en esta evaluación.

REFERENCIAS

ARIAS, F. 2018. El proyecto de investigación, introducción a la metodología científica. Venezuela: Caracas, 2018.

ABBASS, Wasim, IQBAL M. y MOURAD, Shehab. Evaluation of mechanical properties of steel fiber reinforced concrete with different strengths of concrete. Science Direct [en línea]. Vol. 168 N°1: 1-4, 2018. [Fecha de consulta: 12 de abril de 2023].

Disponible en: <https://doi.org/10.1016/j.conbuildmat.2018.02.164>.

ISSN 0950-0618.

ABDI, Mehrdad y ALI, Ramezan. Prediction of the tensile strength of normal and steel fiber reinforced concrete exposed to high temperatures. International Journal of Concrete Structures and Materials [en línea]. Vol. 15 N°1, 2021. [Fecha de consulta: 22 de abril de 2023].

Disponible en: <https://doi.org/10.1186/s40069-021-00485-6>

ISSN 2234-1315.

ARIAS, Fideas. El proyecto de la investigación [en línea]. 5.a ed. Caracas. Episteme. 2012. [fecha de consulta: 11 de noviembre del 2023] Disponible en: <https://bit.ly/3LHTqJZ>. ISBN: 9800785299.

ARIAS, Fideas. El proyecto de investigación: Introducción a la metodología científica [en línea]. 6.a ed. Caracas: Editorial Episteme, 2012. [Fecha de consulta: 15 de abril de 2022]. ISBN: 9800785299

Disponible en: <https://bit.ly/3Se25qW>

ASTM C1064/C1064M. 2017. Standard Test Method for Temperature of Freshly Mixed Hydraulic-Cement Concrete. 2017.

ASTM C138 / C138M. 2017. Standard Test Method for Density (Unit Weight), Yield, and Air Content (Gravimetric) of Concrete. 2017.

ASTM C39 / C39M. 2020. Método de prueba estándar para Resistencia a la compresión de probetas cilíndricas de concreto. 2020.

ASTM C78/C78M. 2021. Standard Test Method for Flexural Strength of Concrete (Using Simple Beam with Third-Point Loading. 2021.

ASTM C94. Método Estándar de Ensayo para módulo de elast módulo de elasticidad estát icidad estático y relación de p relación de poisson del concreto en del concreto en compresión.

ASTM C496/C496M. 2017. Standard Test Method for Splitting Tensile Strength of Cylindrical Concrete Specimens. 2017

BAENA, Guillermina. 2017. Metodología de la investigación. Mexico : Patria, 2017.

BABATOLA, Oluwatosin y ARUM, Chinwuba. Determination of the compressive strength of concrete from binary cement and ternary aggregates. Open Journal of Civil Engineering [en línea]. Vol. 10 N°1: 1-8, 2020. [Fecha de consulta: 03 de octubre de 2023].

Disponible en: <https://doi:10.4236/ojce.2020.104029>

ISSN 2164-3172.

BARBOSA, Marco, RODRIGUES, Rodrigo, DE SOUZA, Marcelo., CARVALHO, Denio, SOARES, Edson, y PEREIRA, Mike. Análisis de la influencia del método de ensayo y las propiedades de la adición de fibra de acero en el concreto bajo la tracción por flexión de tres puntos. *INGENIARE*, Revista chilena de ingeniería, [en línea] 28(3), 373-382.

[Fecha de consulta: 03 de octubre de 2023].

Disponible en: <https://doi.org/10.4067/S0718-33052020000300373>

ISSN 0718-3305.

BASHIR, Josefeena y MARUDHAR Marudhar. Reliability & Validity of the Research. *Scientific Journal of India* [en línea]. Vol. 3 N°1: 6–69, 2018 [consultado el 26 de octubre de 2023].

Disponible en: <http://dx.doi.org/10.21276/24565644/2018.v3.i1.23>

ISSN 2456-5644.

BLANCAS, Victor. Evaluación de mezclas de concreto modificadas con PET reciclado y adición mineral; su influencia en el módulo de ruptura y en la durabilidad de pavimentos rígidos. Tesis (Maestro en Infraestructura del Transporte). Morelia: Universidad Michoacana de San Nicolás de Hidalgo, 2020. 293 pp.

Disponible en: <https://bit.ly/3eZ8eZs>.

CHAHUA, J. 2018. Influencia de la adición de fibras de acero en las propiedades del concreto empleado para pavimentos en la construcción de pistas en la ciudad de Puno-Puno. Universidad Nacional del Altiplano. Puno : s.n., 2018. Tesis. 113 Comparative study on performance of manufactured steel fiber and shredded tire recycled steel fiber reinforced self-consolidating concrete. SIMALTI, A. y SINGH, A. P. 2021. 121102, s.l. : Elsevier, 2021, *Construction and Building Materials*, Vol. 266.

CABALLERO P., DAMIANI C. y RUIZ Á. Optimización del concreto mediante la adición de nanosílice, empleando agregados de la cantera de Añashuayco de Arequipa. SciElo [en línea]. Vol. 36 N°1: 1-17, Abril 2021. [Fecha de consulta: 15 de abril de 2023].

Disponible en: <https://doi.org/10.4067/S0718-50732021000100071>

ISSN 2076-3417

CHYLIŃSKI, Filip, MICHALIK Agnieszka y KOZICKI Mateusz. Effectiveness of Curing Compounds for Concrete. Materials [en línea]. Vol. 15 N°7, 2022. [Fecha de consulta: 1 de octubre de 2023].

Disponible en: <https://doi.org/10.3390/ma15072699>

DAMŖA, Crina y JORNET Alfredo. The unit of analysis in learning research: Approaches for imagining a transformative agenda. Learning, Culture and Social Interaction [en línea]. Vol. 1 N°1: 1 -47, 2020 [consultado el 26 de octubre de 2023].

Disponible en: <https://bitly.ws/YYox>

ISSN 2210-6561.

DECHAO, Qu, XIAOPING, Cai y CHANG, Wei. Evaluating the effects of steel fibers on mechanical properties of ultra-high performance concrete using artificial neural networks. Applied Sciences [en línea]. Vol. 8 N°7: 1-21, 2018. [Fecha de consulta: 15 de setiembre de 2023].

Disponible en: <https://doi:10.3390/app8071120>

ISSN 2076-3417.

DE LA CRUZ, Sleyther, IBAÑEZ, Cesar y COAQUIRA, Denis. Determinación de índice de serviciabilidad y capacidad resistente. Caso práctico: pavimentos en Azángaro, Puno, Perú. *Infraestructura Vial* [en línea]. Vol. 24 n° 43: 94–102, Marzo 2022.

[Fecha de consulta: 18 de setiembre de 2023].

Disponible en: <https://doi.org/10.15517/iv.v24i43.48563>

ISSN: 2215-3705.

ESTRADA, Ana. Operacionalización de variables de investigación. *CISA* [en línea]. Vol. 5 n°5: 25-34, 2023. [Fecha de consulta: el 13 de octubre de 2023].

Disponible en: <https://bitly.ws/YSbP>

ISSN 2954-4009

FARFÁN, Marlon, PINEDA, Diana y NONOA, Josue. [Et al]. Fibras de acero en la resistencia a la compresión del concreto. *Ucla: Perú* [en línea]. vol1. 20, 1-12 2021. [Fecha de consulta: 22 de setiembre de 2023].

Disponible: <https://bitly.ws/34JK2>

FIGUEROA, Katia y SANGERMAN Dora. El método en la ciencia: origen y divergencias según Ruy Pérez Tamayo. *Revista Mexicana de Ciencias Agrícolas* [en línea]. Vol. 13 n°8: 1469–1479, 2022. [Fecha de consulta: el 13 de octubre de 2023].

Disponible en: <https://bitly.ws/YYmK>

ISSN 2007-9230.

FIGUEROA, Katia y SANGERMAN Dora. El método en la ciencia: origen y divergencias según Ruy Pérez Tamayo. *Revista Mexicana de Ciencias Agrícolas* [en línea]. Vol. 13 n°8: 1469–1479, 2022. [Fecha de consulta: el 13 de octubre de 2023].

Disponible en: <https://bitly.ws/YYmK>

ISSN 2007-9230.

GARCIA Cebrián, María José. Instituto Nacional de Tecnologías y de Formación del Profesorado. España: s.n., 2001. <https://bit.ly/396d4B7>

GALLARDO, Eliana. Metodología de la investigación [en línea]. Huancayo: Universidad Continental, Inc., 2017 [Fecha de consulta: 10 de octubre de 2023].

HATMOKO, J. U. D. y L. LENDRA. How sustainable are flexible and rigid pavement. A Life Cycle Impact Assessment (LCIA) approach. IOP Conference Series: Materials Science and Engineering [en línea]. 2021, Vol. 1072 nº 1:1.14, febrero 2021.

[Fecha de consulta: 13 de setiembre de 2023].

Disponible en: <https://doi.org/10.1088/1757-899X/1072/1/012071>

ISSN: 1757-899X.

HERNANDEZ, Roberto, FERNÁNDEZ, Carlos y BAPTISTA, Pilar. Metodología de la Investigación. (4 ed). Mexico, México: McGraw-Hill 850 p. 2006.

ISBN 970-10-5753-7.

HERNANDEZ, Sandra y DUANA Danae. Técnicas e instrumentos de recolección de datos. Boletín Científico de las Ciencias Económico Administrativas del ICEA [en línea]. Vol.9 N°17: 51–53, 2020 [consultado el 26 de octubre de 2023]. Disponible en: [doi:10.29057/icea.v9i17.6019](https://doi.org/10.29057/icea.v9i17.6019)

ISSN 2007-4913

HERNÁNDEZ, Roberto, FERNANDEZ, Carlos y BAPTISTA, María. Metodología de la investigación [en línea]. 6.a ed. México DF: Colonia Desarrollo Santa Fe, McGraw-Hill Interamericana, 2014, pp. 601.

ISBN: 978-1-4562-2396-0

Disponible en: <https://cutt.ly/TCIOBdS>

HUAMÁN, Marilyn, RODRIGUEZ, Talía y GARAMENDI, David. Comparación de propiedades físicas y mecánicas del concretotradicional y el concretocon fibras metálicas recicladas. *Gaceta Técnica* [en línea]. Vol. 23 N° 2: 23–37. Julio 2022

[Fecha de consulta: 15 de abril de 2023].

Disponible en: <https://doi.org/10.51372/gacetatecnica232.3>

ISSN: 2477-9539

ISLAM, Mohaiminul. Data Analysis: Types, Process, Methods, Techniques and Tools. *International Journal on Data Science and Technology* [en línea]. Vol 6 N°1: 3- 20, 2020 [consultado el 26 de octubre de 2023].

Disponible en: <https://bitly.ws/YT8b>

ISSN 2472-2200.

INGA, Maricruz, SANTAMARÍA, Dante y MUÑOZ, Sócrates. Elaboration of a self-compacting concrete with drawn steel fiber. *DYNA* [en línea]. Vol. 89 N°224: 1-10, 2022.

[Fecha de consulta: 22 de abril de 2023].

Disponible en: <https://doi.org/10.15446/dyna.v89n224.104008>

ISSN 2346-2183.

GUZMAN, Dulce. [et al.] Uso de agregado de pavimento asfáltico reciclado para un pavimento rígido. *Ingeniería Investigación y Tecnología* [en línea]. Vol. 22 n° 1: 1–11, Julio 2021.

[Fecha de consulta: 02 de octubre de 2023].

Disponible en: <https://doi.org/10.22201/fi.25940732e.2021.22.1.005>

ISSN 2594-0732.

LAVAGNA, Luca y NISTICÒ, Roberto. An insight into the chemistry of cement—a review. *Applied Sciences* [en línea]. Vol. 13 N°1: 1-19, 2022.

[Fecha de consulta: 25 de setiembre de 2023].

Disponible en: <https://doi.org/10.3390/app13010203>

ISSN 2076-3417.

MASTALI, Mohammad. A comparison of the effects of pozzolanic binders on the hardened-state properties of high-strength cementitious composites 88 reinforced with waste tire fiber. [en línea] 134-153,2019.

[Fecha de consulta: 25 de septiembre de 2023].

Disponible en: <https://doi.org/10.1016/j.compositesb.2018.10.10>

MAROTTI DE MELLO, Adriana y Thomaz WOOD JR. What is applied research anyway *Revista de Gestão* [en línea]. Vol. 26 n°4: 338–339, 2019. [Fecha de consulta: el 13 de octubre de 2023].

Disponible en: <https://bitly.ws/YYmu>

ISSN 2177-8736.

MOYA, J. y LARA, L. 2019. Análisis de las prioridades físicas y mecánicas del concreto elaborado con fibras de acero reciclado. 2019.

MEDINA Varela, P.D, L.R, A.M, " Analisis crítico del diseño factorial 2K sobre casos aplicados", *Scietia Et Technica*. 2011. En línea: [Fecha de consulta: 25 de septiembre de 2023].

Disponible en: <https://www.redalyc.org/pdf/849/84921327018.pdf>

MURUGAN, S. Mechanical properties of materials: Definition, testing and application. *ResearchGate* [en línea]. Vol. 6 n°2: 28-38, 2020.

[Fecha de consulta: 11 de octubre de 2023].

Disponible en: <http://doi.org/10.20431/2454-9711.0602003>

ISSN: 2454-9711

NAVARRETE, Gabriel. Diseño de mezclas asfálticas integrando residuos sólidos de la industria automovilística (elastómero) y de vías (pavimento asfáltico envejecido) en Manabí, Ecuador. Industrial Data [en línea]. Vol. 22 N°1: 1-6, 2019.

[Fecha de consulta: 13 de septiembre de 2023].

Disponible en: <https://doi.org/10.15381/idata.v22i1.16523>

ISSN: 1810-9993.

NIÑO, Víctor. Metodología de la investigación. Bogotá: Ediciones de la U, 2011. 156 pp.

ISBN: 978-958-8675-94-7

NIÑO, Jairo. Tecnología del concreto. 3.a ed. Asocreto: Asociación Colombiana de Productores de concreto, 2010. 236 pp.

ISBN: 9789588564036

LALVAY, Byron. Análisis, Comportamiento y Comparación de Varillas Corrugadas en Fibra de Vidrio, con Relación a las Varillas Convencionales; Conjuntamente en Elementos Estructurales de Concreto[En línea]. Ecuador, 1-121, 2017.

[Fecha de consulta: 18 de septiembre de 2023].

Disponible en: <http://dspace.uazuay.edu.ec/handle/datos/7337>

LEÓN, Abner. Relación de severidad de los deterioros de los pavimentos flexibles con la transitabilidad. Big Bang Faustiniiano [en línea]., Vol. 10 n° 2:1-13, diciembre 2021

[Fecha de consulta: 18 de setiembre de 2023].

Disponible en: <https://doi.org/10.51431/bbf.v10i2.683>

ISSN: 2307-2121.

OSORIO, Ana María et al. Caracterización e incorporación de nanopartículas industriales de SiO₂ en cemento portland tipo 1. Revista de la Sociedad Química del Perú [en línea]. Vol. 84 N°3: 1-12, 2020.

[Fecha de consulta: 25 de setiembre de 2023].

Disponible en: <https://doi.org/10.37761/rsqp.v84i3.178> ISSN 2309-8740.

ISSN 1810-634X

PARWEEN, Aziz, y ABDULKADIR, Mohammed. Mechanical properties and flexural strength of reinforced concrete beams containing waste material as partial replacement for coarse aggregates. International Journal of Concrete Structures and Materials [en línea]. Vol. 16 N°1, 2022.

[Fecha de consulta: 03 de octubre de 2023].

Disponible en: <https://doi.org/10.1186/s40069-022-00550-8>

ISSN 2234-1315.

PŘIKRYL, Richard. Special issue on construction aggregates. Bulletin of Engineering Geology and the Environment [en línea]. Vol. 80 N°12: 1-5, 2021.

[Fecha de consulta: 25 de setiembre de 2023].

Disponible en: <https://doi.org/10.1007/s10064-021-02487-w>

ISSN 1435-9537.

RODRÍGUEZ, Julio y REGUANT, Mercedes. Calcular la fiabilidad de un cuestionario o escala mediante el SPSS: el coeficiente alfa de Cronbach. REIRE Revista d'Innovació i Recerca en Educació [en línea]. Junio-Julio 2020, vol. 13, n.º2. [Fecha de consulta: 27 de noviembre de 2023].

RAMOS, Carlos. Editorial: diseños de investigación experimental. Ciencia América [en línea]. Vol. 10 n°1: 1, 2021. [Fecha de consulta: el 13 de octubre de 2023].

Disponible en: <https://bitly.ws/YYmC>

ISSN 1390-9592.

ROSALES, Amilkar [et al]. Adiciones de fibras de acero para mejorar las propiedades mecánicas Del concreto. [en línea]. REV. Epistemia. Vol. 5 Núm. 1 (2021).

[Fecha de consulta: 14 de setiembre de 2023].

Disponible: <https://doi.org/10.26495/re.v5i1.1838>

RUIZ, Carlos. Técnicas e instrumentos de Investigación. 3ª Ed. Estados Unidos: DANAGA Training and Consulting, 2013, 434 pp.

Disponible en: <https://cutt.ly/oT0rRRj>

SAIDI, Maroua. Assessment of Quality of Fresh Concrete Delivered at Varying Temperatures. [en línea]. Vol. 3 N°1: 1-12, 2022.

[Fecha de consulta: 14 de setiembre de 2023].

Disponible: <https://doi.org/10.3390/civileng3010009>

ISSN 2673-4109

SÁNCHEZ, Fabio. Fundamentos epistémicos de la investigación cualitativa y cuantitativa: consensos y disensos. Revista Digital de Investigación en Docencia Universitaria [en línea]. Vol. 13 n°1: 101–122, 2019. [Fecha de consulta: el 13 de octubre de 2023].

Disponible en: <https://bitly.ws/YSb6>

ISSN 2223-2516.

SCHWEINSBERG, Martin, THAU, Stefan y PILLUTLA, Madan. Research-Problem Validity in Primary Research: Precision and Transparency in Characterizing Past Knowledge. Perspectives on Psychological Science [en línea]. Vol. 17 N°4: 5-49, 2023 [consultado el 26 de octubre de 2023].

Disponible en: <https://bitly.ws/YT8r>

ISSN 1745-6924.

SUPO, José. Como probar una hipótesis-El ritual de la significación estadística. Arequipa: Bioestadístico EIRL, 2014. 1494305925. <https://bit.ly/3wIDwyy>

MENDOZA, Sandra y AVILA, Danae. Técnicas e instrumentos de recolección. Revista Boletín Científico de las Ciencias Económico Administrativas del ICEA [en línea]. Octubre-diciembre 2020, n.º 17. [Fecha de consulta: 12 de noviembre del 2023].

Disponible en <https://bit.ly/3IF0xAC>

MONTELONGO, A. Study on concrete through its hardened state properties. Revista IBRACON de Estruturas e Materiais [en línea]. Vol. 13 N°1: 1-8, 2020. [Fecha de consulta: 03 de octubre de 2023].

Disponible en: [doi:10.1590/s1983-41952020000100007](https://doi.org/10.1590/s1983-41952020000100007)

ISSN 1983-4195.

Universidad Cesar Vallejo (2017). Código de Ética. Resolución de Consejo Universitario N° 0126-2017/UCV. Lima: s.n., 2017.

VAITKUS, Audrius, GRAŽULYTĖ, Judita y ŠERNAS, Ovidujus. "Concrete Modular Pavement Structures with Optimized Thickness Based on Characteristics of High-Performance Concrete Mixtures with Fibers and Silica Fume. Gintautas Skripkiunas, Revista Elsevier, Volumen 292, 12p. 2021, 123362

[Fecha de consulta: 03 de octubre de 2023].

Disponible en: <https://doi.org/10.1016/j.conbuildmat.2021.123362>.

Vila Carbajal, Euclides. Análisis comparativo del comportamiento estructural en flexión, entre vigas reforzadas con varillas de vidrio frente a las reforzadas con acero. [Tesis de licenciatura, Universidad Nacional Federico Villarreal, Lima], 180 p., 2020

[Fecha de consulta: 25 de setiembre de 2023].

Disponible en: <https://hdl.handle.net/20.500.13084/3349>

VEGA, Diego. 2020. Mejoramiento de las propiedades mecánicas del concreto con fibra de acero para pavimento rígido. Universidad Cesar Vallejo. Lima : s.n., 2020. Tesis de Pregrado. Waste tires steel fiber in concrete: a review. AWOLUSI, T., y otros. 2020. 2020, Innovative Infrastructure Solutions.

VAN DAMME, Henri. Concrete material science: past, present, and future innovations. Cement and Concrete Research . Vol. 112 N°1: 1-20, 2018.

[Fecha de consulta: 25 de setiembre de 2023].

Disponible en: <https://doi.org/10.1016/j.cemconres.2018.05.002>

ISSN 0008-8846

YONG, Kim [et al]. Evaluation of workability and mechanical properties of bottom ash aggregate concrete. Applied Sciences [en línea]. Vol. 10 N°22, 2020.

[Fecha de consulta: 15 de setiembre de 2023].

Disponible en: <https://doi:10.3390/app10228016>

ISSN 2076-3417

YUXIN, Cai [et al]. Experimental and numerical investigation of coarse aggregate settlement in fresh concrete under vibration Cement and Concrete Composites [en línea]. Vol. 122 N°1, 2021.

[Fecha de consulta: 03 de octubre de 2023].

Disponible en: <https://doi.org/10.1016/j.cemconcomp.2021.104153>

ISSN 0958-9465

YUNG, Y., RONDÓN, H. y CÓRDOBA, J. Evaluation of recycled asphalt pavement in Colombia. *Journal of Physics: Conference Series* [en línea]. Vol. 2153 n° 1: 1-5, octubre 2022.

[Fecha de consulta: 12 de setiembre de 2023].

Disponible en: <https://doi.org/10.1088/1742-6596/2153/1/012007>

ISSN: 1742-6596.

WEI, Li. Analysis of the Influence of Water-cement Ratio on Concrete Strength. *E3S Web of Conferences* [en línea]. Vol. 283, Julio 2021. [Fecha de consulta: 26 de setiembre de 2023].

Disponible en: <https://bit.ly/3f7XwQA>

ISSN: 2267-1242

ZHAO, Tao [et al]. Factorial Experiment Study on the Mechanical Properties of Sandstone–Concrete Specimens Under Different Freeze. *Frontiers in Physics* [en línea]. Vol. 8, n°1: 1:35, Setiembre 2020

[Consultado el 1 de octubre de 2023].

Disponible en: <https://doi:10.3389/fphy.2020.00322>

ISSN 2296-424X.

ZENG, Shen. Sample-based population observers. *Automática* [en línea]. 2019 vol. 101, N°1: 166–174 [consultado el 26 de octubre de 2023].

Disponible en: <https://bitly.ws/YYnE>

ISSN 0005-1098

ZONGJIN, Li. *Advanced concrete technology*. Canadá: Wiley, 2011. 521 pp.

ISBN: 9780470437438

ANEXOS

Anexo N° 1. Matriz de Consistencia

"Fibras de vidrio, acero de neumáticos reciclados y cemento para mejorar la flexo-tracción de pavimentos hidráulicos en vías urbanas"						
PROBLEMA PRINCIPAL	OBJETIVO PRINCIPAL	HIPÓTESIS PRINCIPAL	VARIABLES	DIMENSIONES	INDICADORES	METODOLOGÍA
¿Cómo la incorporación de fibras de vidrio, acero reciclado y cemento podría mejorar la resistencia a flexo-tracción del concreto en pavimentos hidráulico en vías urbanas?	Optimizar la resistencia a flexión-tracción del concreto en pavimentos hidráulico en vías urbanas incorporando fibras de vidrio, acero reciclado y cemento.	La incorporación de fibras de vidrio, acero reciclado y cemento optimizaran la resistencia a flexo-tracción del concreto de pavimentos hidráulicos en vías urbanas.	VI: Fibras de vidrio, acero reciclado y cemento.	Dosificación	Porcentaje (%)	TIPO DE INVESTIGACIÓN: Aplicada DISEÑO DE INVESTIGACIÓN: Experimental Gc (a): Y1 → X → Y2 Ge (a): Y3 → X' → Y4 Ge: Grupo experimental, adicionando fibras de vidrio, acero de neumáticos reciclados y cemento. Gc: Grupo control, sin adición de fibras de vidrio, acero de neumáticos reciclado y cemento. MÉTODO DE INVESTIGACIÓN: Hipotético - deductivo NIVEL DE INVESTIGACIÓN Correlacional POBLACIÓN: 192 muestras de concreto MUESTRA: 192 probetas MUESTREO: Intencional por conveniencia TÉCNICAS PARA LA RECOLECCIÓN DE DATOS: a) Fuentes Primarias: Observación visual. b) Fuentes secundarias: Fichas, formatos, artículos y trabajos de investigación. INSTRUMENTO DE PROCESAMIENTO: <ul style="list-style-type: none"> • Minitab • Origin Pro • Desing Expet 13 INSTRUMENTO DE PRESENTACIÓN: <ul style="list-style-type: none"> • Tablas • Gráficos • R-Studio
PROBLEMA SECUNDARIO N° 1 ¿Mediante una cantidad definida de una mezcla que contiene fibras de vidrio, acero reciclado y cemento podría modificar la resistencia a flexión del concreto en pavimentos hidráulicos en vías urbanas?	OBJETIVO SECUNDARIO N° 1 Modificar la resistencia a flexión del concreto de pavimentos hidráulicos en vías urbanas mediante una cantidad definida de una mezcla de fibras de vidrio, acero reciclado y cemento.	HIPOTESIS SECUNDARIO N°1 Una cantidad definida de una mezcla de fibras de vidrio, acero reciclado y cemento modificarán la resistencia a flexión del concreto en pavimentos en vías urbanas.	VD: Resistencia a flexo-tracción del concreto en pavimentos hidráulicos	Propiedades físicas	Asentamiento (Pulg)	
PROBLEMA SECUNDARIO N° 2 ¿Por medio de un porcentaje establecido de una mezcla que contiene fibras de vidrio, fibras de acero reciclado y cemento podría alterar la resistencia a tracción del concreto en pavimentos hidráulico de en vías urbanas?	OBJETIVO SECUNDARIO N° 2 Aumentar la resistencia a tracción del concreto de pavimentos hidráulicos en vías urbanas con un porcentaje establecido de una mezcla de fibras de vidrio, acero reciclado y cemento.	HIPOTESIS SECUNDARIO N°2 Un porcentaje establecido de una mezcla de fibra vidrio, acero reciclado aumentarán la resistencia a tracción del concreto en pavimentos hidráulicos en vías urbana.			Temperatura (°C)	
					Trabajabilidad (Slump- Pulg)	
PROBLEMA SECUNDARIO N° 3 ¿A través de una proporción definida en una mezcla que contiene fibras de vidrio, fibras de acero reciclado y cemento podría vear la trabajabilidad del concreto en pavimentos hidráulico en vías urbanas?	OBJETIVO SECUNDARIO N° 3 Modificar la trabajabilidad del concreto en pavimentos hidráulicos en vías urbanas con una proporción definida de una mezcla de fibras de vidrio, acero reciclado y cemento.	HIPOTESIS SECUNDARIO N°3 Una proporción definida de una mezcla de fibras de vidrio, acero reciclado y cemento podrían variar la trabajabilidad del concreto de pavimentos hidráulicos en vías urbanas.		Propiedades mecánicas	Resistencia a Flexión (Kg/cm²)	
				Resistencia a tracción (Kg/cm²)		
				Resistencia a compresión (Kg/cm²)		

Anexo N° 2. Formato de validación de opinión de experto 1

Formato para validación de expertos

Quien les suscribe Luis Jimmy Clemente Condori con CIP N°92196 de profesión Ingeniero civil con grado de magister desempeñando actualmente, en la institución y/o empresa Universidad Cesar Vallejo hago constar que se ha revisado con fines de validación los instrumentos para efectos de su aplicación en la elaboración de la tesis titulada:

"Fibras de vidrio, acero reciclado y cemento para mejorar la flexo-tracción de pavimentos hidráulicos en vías urbanas."

Que luego de haber realizado las revisiones pertinentes, puedo formular los siguientes aspectos de evaluación:

Indicadores	Criterios	Deficiente 0 - 20%	Regular 21% - 40%	Bueno 41% - 60%	Muy bueno 61% - 80%	Excelente 81% - 100%
Objetividad	El instrumento esta expresado en comportamientos observables.			x		
Organización	Existe una organización lógica del instrumento.			x		
Consistencia	Tiene la base teórica y científica que respalda.				x	
Coherencia	Existe concordancia entre los indicadores y las dimensiones		x			
Metodología	La estrategia responde al propósito de la investigación.					x

- El instrumento es aplicable en su totalidad
- El instrumento es aplicable, luego de corregir.
- El instrumento no reúne los requisitos para ser aplicable

Promedio de valoración

70%

A los 07 del mes de 12 de 2023 en la ciudad de Lima.


Luis J. Clemente Condori
INGENIERO CIVIL, METALURGISTA
CIP N° 92196

Firma del experto

Anexo N° 3 Cuestionario de validación de instrumentos de experto 1

Cuestionario de validación de instrumentos

Título de la tesis:	"Fibras de vidrio, acero reciclado y cemento para mejorar la flexo-tracción de pavimentos hidráulicos en vías urbanas."
Nombre del autores:	Osorio Paz Misael Ruiz Arroyo Lisbeth Karina
Nombre del experto:	Luis Jimmy Clemente Condori
Grado del experto:	Magister

Indicaciones:

En el presente documento es un cuestionario de múltiples alternativas y su aplicación será de utilidad para mi investigación, es por ello pido su colaboración:

Indique su grado de acuerdo marcando un aspa "X" la respuesta a las siguientes alternativas que considere conveniente según su punto de vista, de acuerdo a las escalas presentadas:

1. Muy poco	2. Poco	3. Regular	4. Aceptable	5. Muy aceptable
-------------	---------	------------	--------------	------------------

N°	Norma	Indicadores a evaluar	Puntaje				
			1	2	3	4	5
1	(ASTM C76)	En base a su conocimiento y experiencia. ¿Cree Ud. que, al realizar un adecuado ensayo de flexión, el resultado de la resistencia brinda valores adecuados para la investigación?					x
2	(ASTM D - 422, MTC E107).	En base a sus conocimientos y experiencias sobre ensayos de análisis granulométrico. ¿Inicialmente se deberán realizar los mismos para determinar el tipo material y luego efectuar los ensayos posteriores?				x	
3	(ASTM -C39)	De acuerdo a sus conocimientos sobre ensayos de tracción. ¿Se utilizará para medir la fuerza de rendimiento y resistencia a tensión final? .				x	
4	(ASTM C143/C143M)	El ensayo Slump permite analizar el asentamiento y la trabajabilidad del concreto para pavimentos hidráulicos					x
5	(ASTM C616).	En base a su conocimiento y experiencia en investigaciones experimentales y factoriales. ¿Al realizar todos los ensayos correspondientes se podrá determinar el valor óptimo de las 8 combinaciones que se tiene para analizar 3 variables?					x

Observaciones:



Luis J. Clemente Condori
INGENIERO CIVIL METALURGISTA
CIP N° 92196

A los 07 del mes de 12 de 2023

Firma del experto
DNI: 09957407
CIP N° 92196

Anexo N° 4. Formato de validación de opinión de experto 2

Formato para validación de expertos

Quien les suscribe Luis Villar Requis Carbajal con CIP N°767478 de profesión Ingeniero civil con grado de magister desempeñando actualmente, en la institución y/o empresa Universidad Cesar Vallejo hago constar que se ha revisado con fines de validación los instrumentos para efectos de su aplicación en la elaboración de la tesis titulada:

“Fibras de vidrio, acero reciclado y cemento para mejorar la flexo-tracción de pavimentos hidráulicos en vías urbanas.”

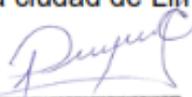
Que luego de haber realizado las revisiones pertinentes, puedo formular los siguientes aspectos de evaluación:

Indicadores	Criterios	Deficiente 0 - 20%	Regular 21% - 40%	Bueno 41% - 60%	Muy bueno 61% - 80%	Excelente 81% - 100%
Objetividad	El instrumento esta expresado en comportamientos observables.				x	
Organización	Existe una organización lógica del instrumento.					x
Consistencia	Tiene la base teórica y científica que respalda.				x	
Coherencia	Existe concordancia entre los indicadores y las dimensiones					x
Metodología	La estrategia responde al propósito de la investigación.					x

- () El instrumento es aplicable en su totalidad
() El instrumento es aplicable, luego de corregir.
() El instrumento no reúne los requisitos para ser aplicable

Promedio de valoración **92%**

A los 07 del mes de 12 de 2023 en la ciudad de Lima.


 Luis Villar REQUIS CARBAJAL
INGENIERO CIVIL
C.I.P. N° 76748

Firma del experto

Anexo N° 5. Cuestionario de validación de instrumentos de experto 2

Cuestionario de validación de instrumentos

Título de la tesis:	"Fibras de vidrio, acero reciclado y cemento para mejorar la flexo-tracción de pavimentos hidráulicos en vías urbanas."
Nombre del autores:	Osorio Paz Misael Ruiz Arroyo Lisbeth Karina
Nombre del experto:	Luis Villar Requis Carbajal
Grado del experto:	Magister

Indicaciones:

En el presente documento es un cuestionario de múltiples alternativas y su aplicación será de utilidad para mi investigación, es por ello pido su colaboración:

Indique su grado de acuerdo marcando un aspa "X" la respuesta a las siguientes alternativas que considere conveniente según su punto de vista, de acuerdo a las escalas presentadas:

1. Muy poco 2. Poco 3. Regular 4. Aceptable 5. Muy aceptable

N°	Norma	Indicadores a evaluar	Puntaje				
			1	2	3	4	5
1	(ASTM C78)	En base a su conocimiento y experiencia. ¿Cree Ud. que, al realizar un adecuado ensayo de flexión, el resultado de la resistencia brinda valores adecuados para la investigación?					x
2	(ASTM D - 422, MTC E107).	En base a sus conocimientos y experiencias sobre ensayos de análisis granulométrico. ¿Inicialmente se deberán realizar los mismos para determinar el tipo material y luego efectuar los ensayos posteriores?				x	
3	(ASTM -C39)	De acuerdo a sus conocimientos sobre ensayos de tracción. ¿Se utilizará para medir la fuerza de rendimiento y resistencia a tensión final? .				x	
4	(ASTM C143/C143M)	El ensayo Slump permite analizar el asentamiento y la trabajabilidad del concreto para pavimentos hidráulicos					x
5	(ASTM C618).	En base a su conocimiento y experiencia en investigaciones experimentales y factoriales. ¿Al realizar todos los ensayos correspondientes se podrá determinar el valor óptimo de las 8 combinaciones que se tiene para analizar 3 variables?					x

Observaciones:

A los 07 del mes de 12 de 2023



Luis Villar REQUIS CARBAJAL
INGENIERO CIVIL
C.I.P. N° 75745

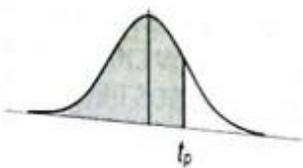
Firma del experto

DNI: 09957407

CIP N° 92196

Anexo N° 6. T de Student

PERCENTILES (t_p) DE LA DISTRIBUCIÓN t DE STUDENT CON g GRADOS DE LIBERTAD (ÁREA SOMBREADA = p)



g	$t_{0,995}$	$t_{0,99}$	$t_{0,975}$	$t_{0,95}$	$t_{0,90}$	$t_{0,80}$	$t_{0,75}$	$t_{0,70}$	$t_{0,60}$	$t_{0,55}$
1	63,66	31,82	12,71	6,31	3,08	1,376	1,000	0,727	0,325	0,158
2	9,92	6,96	4,30	2,92	1,89	1,061	0,816	0,617	0,289	0,142
3	5,84	4,54	3,18	2,35	1,64	0,978	0,765	0,584	0,277	0,137
4	4,60	3,75	2,78	2,13	1,53	0,941	0,741	0,569	0,271	0,134
5	4,03	3,36	2,57	2,02	1,48	0,920	0,727	0,559	0,267	0,132
6	3,71	3,14	2,45	1,94	1,44	0,906	0,718	0,553	0,265	0,131
7	3,50	3,00	2,36	1,90	1,42	0,896	0,711	0,549	0,263	0,130
8	3,36	2,90	2,31	1,86	1,40	0,889	0,706	0,546	0,262	0,130
9	3,25	2,82	2,26	1,83	1,38	0,883	0,703	0,543	0,261	0,129
10	3,17	2,76	2,23	1,81	1,37	0,879	0,700	0,542	0,260	0,129
11	3,11	2,72	2,20	1,80	1,36	0,876	0,697	0,540	0,260	0,129
12	3,06	2,68	2,18	1,78	1,36	0,873	0,695	0,539	0,259	0,128
13	3,01	2,65	2,16	1,77	1,35	0,870	0,694	0,538	0,259	0,128
14	2,98	2,62	2,14	1,76	1,34	0,868	0,692	0,537	0,258	0,128
15	2,95	2,60	2,13	1,75	1,34	0,866	0,691	0,536	0,258	0,128
16	2,92	2,58	2,12	1,75	1,34	0,865	0,690	0,535	0,258	0,128
17	2,90	2,57	2,11	1,74	1,33	0,863	0,689	0,534	0,257	0,128
18	2,88	2,55	2,10	1,73	1,33	0,862	0,688	0,534	0,257	0,127
19	2,86	2,54	2,09	1,73	1,33	0,861	0,688	0,533	0,257	0,127
20	2,84	2,53	2,09	1,72	1,32	0,860	0,687	0,533	0,257	0,127
21	2,83	2,52	2,08	1,72	1,32	0,859	0,686	0,532	0,257	0,127
22	2,82	2,51	2,07	1,72	1,32	0,858	0,686	0,532	0,256	0,127
23	2,81	2,50	2,07	1,71	1,32	0,858	0,685	0,532	0,256	0,127
24	2,80	2,49	2,06	1,71	1,32	0,857	0,685	0,531	0,256	0,127
25	2,79	2,48	2,06	1,71	1,32	0,856	0,684	0,531	0,256	0,127
26	2,78	2,48	2,06	1,71	1,32	0,856	0,684	0,531	0,256	0,127
27	2,77	2,47	2,05	1,70	1,31	0,855	0,684	0,531	0,256	0,127
28	2,76	2,47	2,05	1,70	1,31	0,855	0,683	0,530	0,256	0,127
29	2,76	2,46	2,04	1,70	1,31	0,854	0,683	0,530	0,256	0,127
30	2,75	2,46	2,04	1,70	1,31	0,854	0,683	0,530	0,256	0,127
40	2,70	2,42	2,02	1,68	1,30	0,851	0,681	0,529	0,255	0,126
60	2,66	2,39	2,00	1,67	1,30	0,848	0,679	0,527	0,254	0,126
120	2,62	2,36	1,98	1,66	1,29	0,845	0,677	0,526	0,254	0,126
α	2,58	2,33	1,96	1,645	1,28	0,842	0,674	0,524	0,253	0,126

Fuente: Tabla tomada de Ávila Acosta, Roberto (1990, p. 382). Estadística elemental.

Fuente: Elaboración Propia

Anexo N° 7. Ficha técnica cemento Sol



FICHA TÉCNICA CEMENTO SOL

DESCRIPCIÓN:

Tipo I, Cemento Portland de uso general.

BENEFICIOS:

- > Acelerado desarrollo de resistencias iniciales.
- > Óptima trabajabilidad.
- > Permite menor tiempo de desencofrado.
- > Excelente desarrollo de resistencias en shotcrete.
- > Excelente permanencia del slump.

CARACTERÍSTICAS TÉCNICAS:

- > Cumple con la Norma Técnica Peruana NTP - 334.009 y la Norma Técnica Americana ASTM C-150.

APLICACIONES:

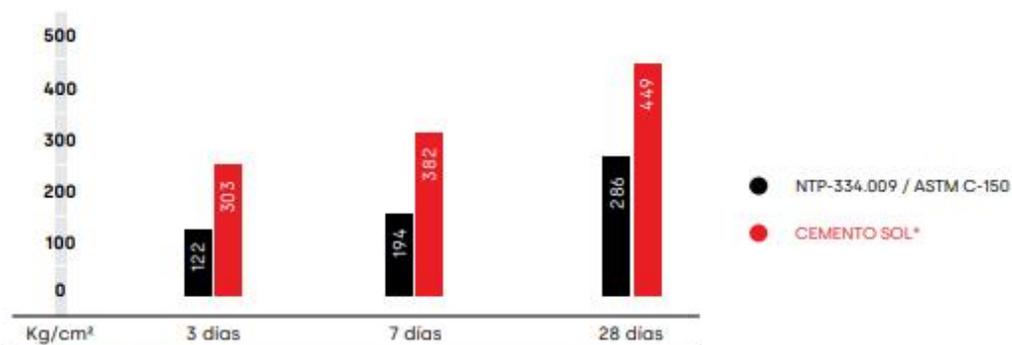
- > Construcciones en general y de gran envergadura cuando no se requieren características especiales o no especifique otro tipo de cemento.
- > Preparación de concretos para cimientos, sobrecimientos, zapatas, vigas, columnas y techado.

FORMATO DE DISTRIBUCIÓN:

- > Bolsas de 42.5 kg: 03 pliegos (02 de papel + 01 film plástico).
- > Bolsas de 25 kg: 03 pliegos (02 de papel + 01 film plástico).
- > Granel: A despacharse en camiones bombonas y big bags.

REQUISITOS MECÁNICOS:

COMPARACIÓN RESISTENCIAS NTP-334.009 / ASTM C-150 VS. CEMENTO SOL



* Valores referenciales

Ficha técnica cemento Sol

PROPIEDADES FÍSICAS Y QUÍMICAS

PARÁMETRO	UNIDAD	CEMENTO SOL	REQUISITOS NTP-334.009/ ASTM C-150
Contenido de aire	%	7	Máximo 12
Expansión autoclave	%	0.09	Máximo 0.80
Superficie específica	m ² /kg	323	Mínimo 260
Densidad	g/cm ³	3.13	No específica
RESISTENCIA A LA COMPRESIÓN			
Resistencia a la compresión a 3 días	kg/cm ²	303	Mínimo 122
Resistencia a la compresión a 7 días	kg/cm ²	382	Mínimo 194
Resistencia a la compresión a 28 días	kg/cm ²	449	Mínimo 285 (*)
TIEMPO DE FRAGUADO			
Fraguado Vicat inicial	min	129	45 a 375
COMPOSICIÓN QUÍMICA			
MgO	%	2.9	Máximo 6.0
SO ₃	%	2.8	Máximo 3.5
Pérdida al fuego	%	2.2	Máximo 3.5
Residuo insoluble	%	0.9	Máximo 1.5
FASES MINERALÓGICAS			
C2S	%	12	No específica
C3S	%	55	No específica
C3A	%	10	No específica
C4AF	%	10	No específica

(*) Requisito opcional

RECOMENDACIONES GENERALES

DOSIFICACIÓN:

- > Utilizar agua, arena y piedra libre de impurezas.
- > Respetar la relación agua-cemento (a/c) a fin de obtener un buen desarrollo de resistencias, trabajabilidad y performance del cemento.
- > Para desarrollar la resistencia a la compresión del concreto y evitar grietas, se necesita curar por lo menos durante 7 días.

MANIPULACIÓN:

- > Se debe manipular el cemento en ambientes ventilados.
- > Usar la vestimenta y epp adecuados: casco, protectores para los ojos, guantes y botas.
- > El contacto con la humedad o con el polvo de cemento sin protección puede causar irritación o daño en la piel.

ALMACENAMIENTO:

- > Las bolsas con cemento deben ser almacenadas en recintos secos, protegidos de la intemperie, lluvia y humedad.
- > Las bolsas deben ser colocadas sobre parihuelas de madera seca, en áreas niveladas y estables. Posteriormente cubrirlas con mantas de plástico.
- > Apilar como máximo 10 bolsas de cemento y evitar tiempos prolongados de almacenamiento.

Anexo N° 8. Ficha técnica fibra de vidrio



FIBRA DE VIDRIO MAT 450

DESCRIPCIÓN:

Fibra de vidrio cortada es un material de refuerzo de filamento fino, colocada en un patrón aleatorio y unido con un aglutinante en polvo o emulsión.

Esta especialmente diseñada para el laminado manual y el proceso de laminado continuo. Es fácil de manejar y tiene un excelente rendimiento de moldeo.

Es un excelente material de refuerzo para paneles de techo translucido, tanques de almacenamiento de productos químicos, tuberías de FRP, cascos, cubiertas de barcos y carrocería en general.

USOS:

- Arreglo de materiales: Para arreglos de esquís, canoas y demás embarcaciones.
- Automoción: Para fabricación y reparación de piezas de vehículos
- Industrial: Composites para refuerzo de piezas plásticas, componentes para ordenadores, tejidos de refuerzo de estructuras, decoración y aislante.

CARACTERÍSTICAS:

- Buena transparencia para los laminados
- Mojado rápido
- Fácil de eliminar las burbujas de aire.
- Excelente transparencia de los productos terminados.
- Buena dispersión y uniformidad.
- Bajo consumo de resina

DATOS TÉCNICOS:

- **Ligante:** Emulsión.
- **Peso:** 450 gr/m² + 10% conforme a la norma ISO 3374.
- **Longitud de fibra:** 50 mm.
- **Contenido de humedad:** ≤ 0,20 % conforme a la norma ISO 334

propiedad	peso del area %	contenido de humedad %	contenido de aglutinante %	resistencia a la tracción	ancho
metodo de prueba	ISO 3374	ISO 3344	ISO 1887	ISO 3342	ISO 5025
225	-5+10	≤ 0.20	4.7+0.9	≥ 30	+5
300	-5+10	≤ 0.20	4.0+0.9	≥ 50	+5
450	-5+10	≤ 0.20	3.7+0.8	≥ 70	+5
600	-5+10	≤ 0.20	3.7+0.8	≥ 80	+5
900	-5+10	≤ 0.20	3.5+0.8	≥ 90	+5

FICHA TÉCNICA



PRESENTACIÓN:

- Se presenta en rollos para las cantidades de 5, 10 y 25 m² o superior.
- Se presenta envasado y doblado para la cantidad de 1 m².

ALMACENAMIENTO:

- Almacene en lugares protegidos de la intemperie.
- Los rollos deben almacenarse en su embalaje original
- Temperatura no exceder los 35°C
- Humedad relativa por debajo del 65%.

MODO DE EMPLEO:

Se recorta la cantidad necesaria y una vez acondicionada la superficie, limpia, seca y lijada, se procede al emplastado con resina de poliéster y peróxido.

PRECAUCIONES DE SEGURIDAD:

La fibra de vidrio puede causar irritación temporal en la piel, para evitarlo, después de manejarlo lávese perfectamente con agua y jabón. Use siempre ropa de manga larga guantes y protectores para los ojos. Lave por separado la ropa de trabajo para evitar que la fibra de vidrio que se desprenda se impregne en otras prendas



Anexo N° 9. Certificado de calibración de prensa de concreto.



CERTIFICADO DE CALIBRACIÓN LFP-901-2023

Páginas : 1 de 3
Fecha de emisión : 2024-02-10

- SOLICITANTE** : UNIVERSIDAD CESAR VALLEJO S.A.C.
DIRECCIÓN : Km 6.2 ATE CARRETERA CENTRAL
- EQUIPO** : PRESNA DE CONCRETO
MARCA : FORNEY
MODELO : F-1100KNB-CPIL0T
N° DE SERIE : 17027
PROCEDENCIA : PERU
INDICADOR DE FUERZA : X5 / WH2011004011
TRANSDUCTOR DE PRESION : YB15 / K2A0472
CAPACIDAD : 100 000 kg
DIVISION DE ESCALA : 5 kg
DIRECCION DE CARGA : ASCENDENTE
CODIGO DE ID : D8004357
NORMA UTILIZADA : ASTM E4: ISO 7500-1

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 válidos en el momento de la calibración. Al solicitante le corresponde disponer en su momento la ejecución de una recalibración.

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

Los certificados de calibración sin firma y sello no son válidos.

3. FECHA Y LUGAR DE MEDICIÓN

La calibración se realizó el 23 de Octubre del 2023 en las instalaciones VMC EQUILAB SAC

4. RESULTADOS

La calibración se realizó bajo las siguientes condiciones ambientales:

Temperatura: Inicial 22.1 °C Final 22.2 °C

Humedad Relativa: Inicial: 62 % Final: 63%

5. MÉTODO Y PATRÓN DE MEDICIÓN

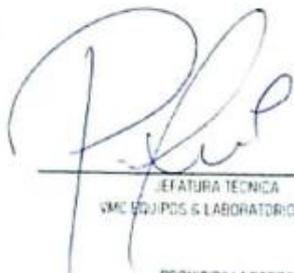
Fuerza Indicada Constante.

Patrón utilizado tipo BOTELLA, CODIGO FXH-A. Con certificado de calibración N° INF-LE-705-30C PUCP Tomando como referencia Sistema Internacional de Unidades (SI)

6. OBSERVACIONES

Con fines de identificación se colocó una etiqueta autoadhesiva de color verde con la indicación 'CALIBRADO'

La periodicidad de las calibraciones está en función del uso, conservación y mantenimiento del medio de medición.


JEFATURA TÉCNICA
VMC EQUIPOS & LABORATORIOS SAC



PROHIBIDA LA REPRODUCCIÓN TOTAL O PARCIAL DE ESTE DOCUMENTO SIN LA AUTORIZACIÓN DE VMC EQUILAB S.A.C.

Cel.: 992 175 679 / 955 423 790 / 993 348 343

ventas@vmcequilab.com.pe - ventas1@vmcequilab.com.pe - ventas2@vmcequilab.com.pe

www.vmcequilab.com.pe

CLASIFICACION DE MAQUINA PARA ENSAYOS DE CONCRETO
Errores Relativos maximos absolutos hallados.

ESCALA 100 000 kgf

Error de Exactitud	-0,14 %	Error de cero	0
Error de Repetibilidad	0,10 %	Error por accesorios	0 %
Error de Reversibilidad	No Aplica	Resolución	0,02 en el 20 %

De acuerdo con los datos anteriores y según las prescripciones de la norma ISO 7500-1, la maquina de ensayos se clasifica.

ESCALA 100 000 kgf Ascendente

TRAZABILIDAD

VMC EQUILAB SAC, asegura el mantenimiento y la trazabilidad de sus patrones de trabajo utilizandos en las mediciones, los cuales han sido calibraciones y certificados por la Pontificia Universidad la Catolica del Peru y el Instituto Nacional de Calidad - INACAL.

OBSERVACION.

1. Los cartas de calibración sin las firmas no tiene validez.
2. El Usuario es responsable de la recalibración de los instrumentos de medición. "El tiempo entre dos verificaciones depende del tipo de maquina de ensayo, de la norma de mantenimiento y de la frecuencia de uso. A menos que se especifique lo contrario. Se recomienda que se realicen verificaciones a intervalos no mayores a: 12 meses" (ISO 7500-1)
3. "En Cualquier caso, la maquina debe verificarse si se realizar un cambio de ubicación que requiera desmontaje o si se somete a ajuste o reparaciones importantes." (ISO 7500-1)
4. Este Informe Expresa fielmente el resultado de las mediciones realizadas No podra se reproducido parcialmente excepto cuando se haya obtenido permiso previamente por escrito del laboratorio que emite.
5. Los resultados contenido parcialmente en este informe se refieren al momento y condiciones en que se realizar las mediciones. El laboratorio que emite no se responsabiliza de los perjuicios que puedan derivarse del uso inadecuado de los instrumentos.



7. DATOS DE CALIBRACIÓN

ESCALA: 980 kN Resolución: 0,098 kN Dirección de la Carga: Ascendente
100 000 Kgf 10 kgf Factor de conversión: 0,00 98 kN/kgf

Indicación de la Máquina (Kgf)		Indicaciones del Patron (series de medicaciones)		
		P1 (Kgf)	P2 (Kgf)	P3 (Kgf)
10	10000	9964	9964	9964
20	20000	20006	20006	20006
30	30000	30006	30006	30006
40	40000	40180	40180	40180
50	50000	50084	50084	50084
60	60000	60082	60082	60082
80	70000	70460	70460	70460
100	80000	80376	80376	80376
Indicación despues de Carga		0.00	0.00	0.00

ESCALA: 490.33 Kn Incertidumbre de Patrón: ± 0,086 %

Indicación de la Máquina			Cálculo de errores relativos		Resolución
			Exactitud	Reversibilidad	
%	kgf	P2(Kgf)	q (%)	b (%)	a (%)
10	10000	9964	0.5	0.04	0.05
20	20000	20006	0.3	0.10	0.03
30	30000	30006	0.8	0.06	0.03
40	40000	40180	0.7	0.04	0.05
50	50000	50084	0.8	0.10	0.02
60	60000	60082	0.9	0.06	0.02
80	70000	70460	0.7	0.08	0.01
100	80000	80376	0.9	0.06	0.01
Error de cero fo (%)			0	0.000	Err max. (0) = 000



Anexo N° 10. Certificado de calibración de balanza.



CERTIFICADO DE CALIBRACIÓN LM-5391-2023

Página: 1 de 3
Fecha de Emisión: 2023-10-24

- 1. SOLICITANTE** : UNIVERSIDAD CESAR VALLEJO S.A.C.
DIRECCION : Parte de Lotes 120 y 130 Fono: La Zorilla Sub. Lt. B-Alt
- 2. EQUIPO** : BALANZA
Marca : OHAUS
Modelo : R31P30
Serie : 6376460576
Alcance : 30 000 g
División mínima (d) : 1 g
Valor de verificación (e) : 1 g
Capacidad mínima : 50 g
Clase de Exactitud : II
t Local : 22.2 °C hasta 22.5 °C
Coeficiente Deriva Temperatura : 0,0001 / °C
Código Identificación : DS004350
Ubicación : LABORATORIO DE SUELOS
Tipo : Electrónica

Este certificado de calibración es trazable a patrones nacionales e internacionales, según sus unidades de acuerdo con el Sistema Internacional de Unidades (SI).
Los resultados de calibración se refieren al momento y condiciones en que se realizaron las mediciones.
El usuario está en la obligación de realizar el mantenimiento a intervalos adecuados, los cuales deben ser elegidos con base en las características del equipo calibrado y el tiempo de uso del instrumento.
VMC EQUILAB S.A.C. no se responsabiliza de los errores que pueda ocasionar el uso inadecuado de este instrumento, una incorrecta interpretación de los resultados de la calibración que declaremos.
Este certificado de calibración no podrá ser reproducido parcialmente, excepto con autorización previa por escrito del laboratorio de origen.
El certificado de calibración es válido por un periodo de 12 meses.

- 3. FECHA DE CALIBRACIÓN**
La calibración se realizó el 23 de Octubre de 2023.
- 4. MÉTODO DE CALIBRACIÓN**
CALIBRACIÓN EFECTUADA SEGUN: NMP-003-2009 y Procedimiento de Calibración de Balanzas de Funcionamiento No Automático Clase I y Clase II PG-011 4ta Edición 2010 del INM/INDECOPI
- 5. PATRÓN DE CALIBRACIÓN**
Se utilizó Pesas Patronales con Certificado: PE23-C-0823, LM-C-320-2023, LM-C-318-2023, M-1722-2023, LM-C-321-2023 trazable a patrones nacionales del INACAL/DM.
- 6. RESULTADOS**

6.1 Inspección Visual:

Ajuste de Cero	Tiene	Escala	No tiene
Oscilación Libre	Tiene	Cursor	No tiene
Plataforma	Tiene	Nivelación	Tiene
Sistema de Traba	No tiene		

6.2 Los ensayos ejecutados se describen en las paginas siguientes.

- 7. INCERTIDUMBRE DE MEDICIÓN:**
Lectura corregida en uso $R_{\text{corregida}} = R - 1,52 \times 10^{-6} R$
Para cualquier valor de lectura $U_n = 2 \sqrt{1,897 \times 10^{-7} g^2 + 1,25 \times 10^{-11} R^2}$ R = Valor de Lectura en g
La Incertidumbre asociada a las mediciones ejecutadas se ha calculado con un factor de cobertura: K= 2 para un nivel de confianza de 95%.

- 8. CONCLUSIONES Y RECOMENDACIONES:**
Se colocó una etiqueta autoadhesiva color verde con la indicación "CALIBRADO".
La capacidad máxima para este tipo de balanza según la NMP-003-2009 (2da. Edición) es de 50 g.
La periodicidad de la calibración está en función del uso, conservación y mantenimiento del equipo o reglamentos vigentes.

FIRMA TÉCNICA
VMC EQUIPOS & LABORATORIOS SAC



Anexo N° 11: Panel Fotográfico



Ensayo granulométrico agregado fino.



Ensayo granulométrico agregado grueso.



Ensayo de peso suelto agregado grueso.



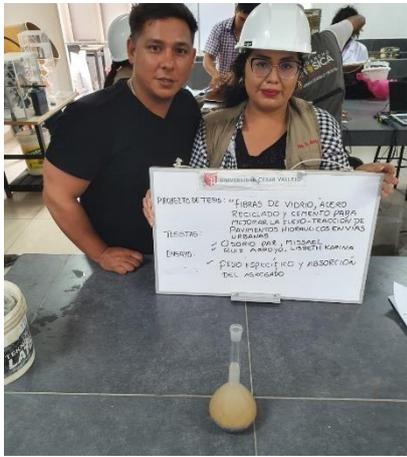
Ensayo de peso suelto del agregado fino.



Ensayo de peso compactado del agregado grueso.



Ensayo de peso compactado del agregado fino.



Ensayo de peso específico y absorción del agregado fino.



Ensayo de peso específico y absorción del agregado grueso.



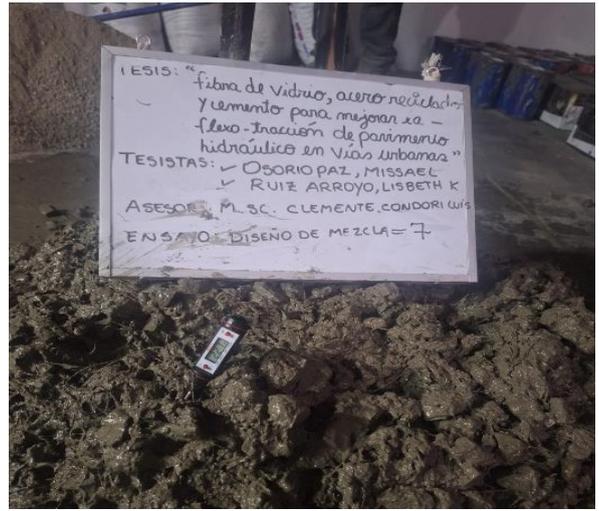
Elaboración de especímenes, pesado.



Elaboración de especímenes, mezclado



Ensayo Slump



Toma de temperatura del concreto



Elaboración de especímenes



Elaboración de especímenes



Curado de especímenes – Briquetas



Curado de especímenes- Vigas

Rotura de especímenes, ensayo a compresión.





Rotura de especímenes, ensayo a tracción indirecta



Rotura de especímenes, ensayo a flexión 28 días



Anexo N° 12: Reporte de Turnitin

"Fibras de vidrio, acero reciclado y cemento para mejorar la flexo-tracción de pavimentos hidráulicos en vías urbanas"

INFORME DE ORIGINALIDAD

20%	19%	2%	10%
INDICE DE SIMILITUD	FUENTES DE INTERNET	PUBLICACIONES	TRABAJOS DEL ESTUDIANTE

FUENTES PRIMARIAS

1	Submitted to Universidad Cesar Vallejo Trabajo del estudiante	5%
2	repositorio.ucv.edu.pe Fuente de Internet	4%
3	repositorio.unfv.edu.pe Fuente de Internet	1%
4	www.slideshare.net Fuente de Internet	1%
5	repositorio.urp.edu.pe Fuente de Internet	1%
6	repositorioacademico.upc.edu.pe Fuente de Internet	1%
7	Submitted to Universidad Andina Nestor Caceres Velasquez Trabajo del estudiante	1%
8	repositorio.continental.edu.pe Fuente de Internet	<1%
9	Submitted to Universidad Andina del Cusco Trabajo del estudiante	