



UNIVERSIDAD CÉSAR VALLEJO

FACULTAD DE INGENIERÍA Y ARQUITECTURA

ESCUELA PROFESIONAL DE INGENIERÍA

CIVIL

**Incorporación de fibra sintética y metálica para mejorar el
comportamiento mecánico del concreto en pavimentos
rígidos, Av. Colectora, Lambayeque – 2022**

TESIS PARA OBTENER EL TÍTULO PROFESIONAL DE:

Ingeniero Civil

AUTOR:

Salazar Gonzalez, Jose Alfonso (orcid.org/0000-0003-2444-0927)

ASESOR:

Dr. Vargas Chacaltana, Luis Alberto (orcid.org/0000-0002-4136-7189)

LÍNEA DE INVESTIGACIÓN:

Diseño de Infraestructura Vial

LÍNEA DE RESPONSABILIDAD SOCIAL UNIVERSITARIA:

Desarrollo sostenible y adaptación al cambio climático

LIMA – PERÚ

2022

Dedicatoria

Esta investigación está dedicada a Dios y a mis abuelos quienes desde el cielo guían mi camino. A mi abuela Alicia quien es mi mayor motivación para salir adelante, te amo mamita. A mis padres que con su ejemplo, dedicación y palabras de aliento nunca dejaron de apoyarme para llegar a este punto de mi formación profesional. A mi hermano Antonio por ser mi apoyo incondicional y amigo inseparable. Esto es para ustedes los amo con el corazón.

Agradecimiento

Agradezco a mi madrina Rosa por su apoyo, haciendo posible la culminación de este gran paso, siempre dispuesta a escucharme y aconsejarme en cualquier momento. A mi prima Cecilia por demostrarme que con esfuerzo y responsabilidad uno puede lograr grandes cosas en la vida. Finalmente agradecer a mis docentes que gracias a sus indicaciones he podido enriquecer el contenido del presente trabajo.

Índice de contenidos

Carátula.....	i
Dedicatoria	ii
Agradecimiento	iii
Índice de contenidos	iv
Índice de tablas	v
Índice de figuras	vi
Resumen	ix
Abstract	x
I. INTRODUCCIÓN	1
II. MARCO TEÓRICO	4
III. METODOLOGÍA	18
3.1. Tipo y diseño de investigación	18
3.2. Variables y operacionalización.....	19
3.3. Población, muestra y muestreo.....	20
3.4. Técnicas e instrumentos de recolección de datos.....	21
3.5. Procedimientos	23
3.6. Método de análisis de datos.....	25
3.7. Aspectos éticos	25
IV. RESULTADOS.....	26
V. DISCUSION	67
VI. CONCLUSIONES	81
VII. RECOMENDACIONES	82
REFERENCIAS.....	83
ANEXOS	

Índice de tablas

Tabla 1. Propiedades de las fibras.....	12
Tabla 2. Muestra de estudio.....	20
Tabla 3. Medida de las muestras de los agregados.....	31
Tabla 4. Granulometría Arena Gruesa - Cantera: "La Victoria - Pátapo"	33
Tabla 5. Granulometría Arena Gruesa - Cantera: Tres Tomas	34
Tabla 6. Granulometría Arena Gruesa - Cantera: Pacherez	35
Tabla 7. Granulometría Piedra Chancada - Cantera: La Victoria - Pátapo.....	36
Tabla 8. Granulometría Piedra Chancada - Cantera: Tres Tomas.....	37
Tabla 9. Granulometría Piedra chancada - Cantera: Pacherez.....	38
Tabla 10. Resultados de Peso unitario para AF	40
Tabla 11. Resultados de Peso unitario para AG	41
Tabla 12. Resultados peso específico y absorción del AF.	42
Tabla 13. Resultados peso específico y absorción del AG.	42
Tabla 14. Resultados de la trabajabilidad del concreto.	46
Tabla 15. Resultados de contenido de aire de las mezclas de C°	47
Tabla 16. Resultados de temperatura del concreto patrón y adicionados.....	49
Tabla 17. Resultados peso unitario del concreto fresco para todos los diseños. .	51
Tabla 18. Resultados de resistencia a la compresión a los 7 días de edad	54
Tabla 19. Resultados de resistencia a la compresión a los 14 días de edad	55
Tabla 20. Resultados de la resistencia a la compresión a los 28 días	57
Tabla 21. Resultados de la resistencia a la tracción a los 28 días.	59
Tabla 22. Resultados de la resistencia a la flexión a los 28 días.	60
Tabla 23. Influencia da la FS y FM en la trabajabilidad, contenido de aire y P.U. del concreto.....	61
Tabla 24. Operacionalización de variables.....	89
Tabla 25. Matriz de consistencia.....	90

Índice de figuras

Figura 1. Macro fibras o fibras estructurales.	12
Figura 2. Formas de las fibras metálicas.....	14
Figura 3. Ensayo de resistencia a la compresión.	16
Figura 4. Ensayo de resistencia a la tracción.....	16
Figura 5. Esquema de maquina adecuada para ensayo a flexión por método de carga central y viga simplemente apoyada.	17
Figura 6. Diagrama de seguimiento del procedimiento de investigación.....	24
Figura 7. Ubicación de Av. Colectora de 1.96 Km de longitud – Chiclayo.....	26
Figura 8. Ubicación Política de Chiclayo	27
Figura 9. Situación actual de la Av. Colectora.....	28
Figura 10. Acarreo de material cantera: La Victoria-Pátapo.....	29
Figura 11. Acarreo de material cantera: Tres Tomas	30
Figura 12. Acarreo de material cantera: Pacherez.....	30
Figura 13. Cuarteo de muestras de AG y AF.	32
Figura 14. Ensayo granulométrico de AG y AF.	32
Figura 15. Curva granulométrica AF - Cantera: La Victoria - Pátapo	33
Figura 16. Curva granulométrica AF - Cantera: Tres Tomas	34
Figura 17. Curva granulométrica AF - Cantera: Pacherez	35
Figura 18. Curva granulométrica AG - Cantera: La Victoria - Pátapo.....	36
Figura 19. Curva granulométrica AG - Cantera: Tres Tomas.....	37
Figura 20. Curva granulométrica AG cantera: Pacherez.....	38
Figura 21. Compactación del AF para ensayo de Peso unitario compactado	39
Figura 22. Peso unitario suelto del AG.....	40
Figura 23. Ensayo de absorción del AF.	41
Figura 24. Ensayo de absorción de AG - canastilla sumergida.....	42
Figura 25. Mezclado de material para diseño de mezcla	44
Figura 26. Ensayo del asentamiento del concreto.....	45
Figura 27. Asentamiento del concreto fresco	46
Figura 28. Ensayo contenido de aire del concreto	47
Figura 29. Contenido de aire del concreto fresco.....	48
Figura 30. Ensayo de temperatura del concreto fresco.....	49

Figura 31. Temperatura del concreto fresco.....	50
Figura 32. Ensayo peso unitario fresco del concreto.....	51
Figura 33. Peso unitario del concreto fresco.	52
Figura 34. Ensayo de resistencia a la compresión a los 7 días.....	53
Figura 35. Gráfica de la resistencia promedio a la compresión a los 7 días	54
Figura 36. Ensayo de resistencia a la compresión a los 14 días.....	55
Figura 37. Gráfica de la resistencia promedio a la compresión a los 14 días	56
Figura 38. Ensayo de resistencia a la compresión a los 28 días.....	57
Figura 39. Gráfica de la resistencia promedio a la compresión a los 28 días.	58
Figura 40. Gráfica de la resistencia promedio a la tracción a los 28 días.	59
Figura 41. Gráfica de la resistencia promedio a la flexión a los 28 días.....	60
Figura 42. Gráfica de la influencia de la FS y la FM en la resistencia a la compresión del concreto.....	62
Figura 43. Influencia de la dosificación de FS y FM en la resistencia a la tracción del concreto.....	63
Figura 44. Influencia de la dosificación de FS y FM en la resistencia a la flexión del concreto	64
Figura 45. Resultados de asentamiento para Cobos (2021).....	67
Figura 46. Asentamiento en cm para las diversas dosificaciones empleadas.....	68
Figura 47. Resultados de contenido de aire para Miranda y Rado (2019)	69
Figura 48. Resumen del contenido de aire para todas las dosificaciones.....	69
Figura 49. Peso unitario de las mezclas de concreto para Miranda y Rado (2019).	70
Figura 50. Resumen del peso unitario para todas las dosificaciones.....	71
Figura 51. Temperaturas de las mezclas de concreto para Miranda y Rado (2019)	72
Figura 52. Resumen de las temperaturas para todas las dosificaciones.	73
Figura 53. Resultados de resistencia a compresión para Ramos (2019).....	74
Figura 54. Resistencia a compresión a 28 días para las diversas dosificaciones. 75	
Figura 55. Resultados de resistencia a la tracción para Ramos (2019)	76
Figura 56. Resultados de tracción para las diversas dosificaciones	76
Figura 57. Resultados de resistencia a la flexión a los 28 días para Ramos (2019).	77

Figura 58. Resultados a flexión a los 28 días para diversas dosificaciones.	78
Figura 59. Resultados de resistencias a 28 días para compresión, tracción y flexión. Ramos (2019).....	79
Figura 60. Resultados de resistencias a compresión, tracción y flexión a los 28 días para todas las dosis.	80

Resumen

La presente investigación sostiene como objetivo demostrar que la incorporación de fibra sintética y metálica influye en la mejora del comportamiento mecánico del concreto en pavimentos rígidos, para lo cual se fabricó un C° patrón $f'c=280\text{kg/cm}^2$, con 3 dosificaciones de fibra sintética (3, 6 y 9 Kg/m³) y 3 dosificaciones de fibra metálica (10, 20 y 30 Kg/m³) con respecto al volumen total de la mezcla. La metodología es tipo aplicada, diseño experimental, nivel explicativo y enfoque cuantitativo. La población está delimitada por 105 especímenes de los cuales son 84 probetas cilíndricas y 21 vigas prismáticas, que serán ensayadas a propiedades mecánicas.

Los resultados de las propiedades físicas como el asentamiento del diseño CP-280 es de 3", con dosis de FS 3, 6 y 9 kg/m³ los valores son 3", 2.5" y 2" y con dosis FM 10, 20 y 30 kg/m³ los valores son 2.75", 2.25" y 2" respectivamente. La resistencia a la compresión, tracción por compresión diametral y flexión del concreto $f'c = 280 \text{ kg/cm}^2$ reforzado con fibra sintética en dosificaciones de 3 kg/m³, 6 kg/m³ y 9 kg/m³ fueron de 255.3, 34.8, 58.2 kg/cm²; 292.4, 36.60, 59.9 kg/cm² y 269.9, 29.9, 62.4 kg/cm², respectivamente. La resistencia a la compresión, tracción por compresión diametral y flexión del concreto $f'c = 280 \text{ kg/cm}^2$ reforzado con fibra metálica en dosificaciones de 10 kg/m³, 20 kg/m³ y 30 kg/m³ es 318.6, 34.2, 63.6 kg/cm²; 282, 36.4, 67.4 kg/cm²; 267, 35.7, 69.8 kg/cm² respectivamente. Tras los resultados, esta investigación concluye que la incorporación de fibras sintéticas y metálicas al concreto mejoran positivamente la resistencia a la flexión hasta en un 28.22% siendo esta propiedad una de las principales para la asegurar la vida útil de los pavimentos rígidos.

Palabras Claves: Concreto, fibra sintética, fibra metálica, propiedades mecánicas, pavimentos rígidos.

Abstract

The objective of this investigation is to prove the incorporation of synthetic and metallic fiber influences the improvement of the mechanical behavior of concrete in rigid pavements, for which a C° pattern $f'_c=280\text{kg/cm}^2$ was manufactured, with 3 fiber dosages synthetic (3, 6 and 9 Kg/m³) and 3 dosages of metallic fiber (10, 20 and 30 Kg/m³) with respect to the total volume of the mixture. The methodology is applied type, experimental design, explanatory level and quantitative approach. The population is delimited by 105 specimens, of which there are 84 cylindrical specimens and 21 prismatic beams, which will be tested for mechanical properties. The results of the physical properties such as the settlement of the CP-280 design is 3", with doses of FS 3, 6 and 9 kg/m³, the values are 3", 2.5" and 2" and with doses FM 10, 20 and 30 kg/m³ the values are 2.75", 2.25" and 2" respectively. The compressive strength, diametral compression traction and flexural strength of the concrete $f'_c = 280 \text{ kg/cm}^2$ reinforced with synthetic fiber in dosages of 3 kg/m³, 6 kg/m³ and 9 kg/m³ were 255.3, 34.8, 58.2 kg/cm²; 292.4, 36.60, 59.9 kg/cm² and 269.9, 29.9, 62.4 kg/cm², respectively. The compressive strength, diametral compression traction and flexural strength of concrete $f'_c = 280 \text{ kg/cm}^2$ reinforced with metallic fiber in dosages of 10 kg/m³, 20 kg/m³ and 30 kg/m³ is 318.6, 34.2, 63.6 kg/cm²; 282, 36.4, 67.4 kg/cm²; 267, 35.7, 69.8 kg/cm² respectively. After the results, this research concludes that the incorporation of synthetic and metallic fibers to the concrete positively improve the flexural strength by up to 28.22%, this property being one of the main ones to ensure the useful life of rigid pavements.

Keywords: Concrete, synthetic fiber, metallic fiber, mechanical properties, rigid pavements

I. INTRODUCCIÓN

A nivel internacional, la superficie de un pavimento se encuentra expuesta a la intemperie, cargas, entre otros factores adicionales externos razón por la cual es necesario garantizar su vida útil de estas infraestructuras viales, a razón de ello, los daños por durabilidad se han visto afectados a las estructuras de concreto en su desempeño estructural (Alaskar, A y otros, 2021, p. 2). Asimismo, se evidencian pavimentos contruidos que comienzan a sufrir diversos tipos de fallas de gran severidad antes de cumplir su vida útil de esta infraestructura. Para ello es importante garantizar una buena calidad del procedimiento constructivo de estos mismos, es así como de acuerdo con Orozco, Ávila, Restrepo y Parody expresan lo siguiente:

El concreto como material de construcción más empleado a nivel mundial, obliga la intervención de varios profesionales académicos, técnicos de laboratorio e ingenieros en obra para la producción, traslado y suministro de este insumo en la construcción. Al prescindir de ellos causa imprecisiones que impactan desfavorablemente en la calidad de un pavimento. (2018, p. 161).

En el Perú, el Ministerio de Transporte y Comunicaciones afirma que “las obras fueron paralizadas debido a la pandemia COVID-19, generando un atraso en el desarrollo del país, de esta manera se trazó como objetivo para este año, asfaltar el 86% de las vías nacionales” (MTC, 2021).

En relación al estado del arte Mori expresa al respecto:

Actualmente, la ingeniería de transporte o ingeniería vial se encuentra en una situación de impulsar nuevas tecnologías para el desarrollo de proyectos de infraestructura buscando así brindar acceso a la población a un transporte no solo competitivo y de buena calidad, sino también sostenible para integrar centros urbanos con los rurales logrando así el progreso del país (2016, p. 1).

Asimismo, no solo existe la problemática de la falta de infraestructuras viales en el Perú, sino también se presenta un comportamiento mecánico desfavorable en el concreto, a pesar de ser uno de los materiales fundamentales en la construcción específicamente para pavimentos rígidos, por lo que, “se estima necesario impulsar posibles soluciones para un adecuado manejo del material y obtención del comportamiento del concreto necesario para garantizar la calidad deseada”. (Mendoza y Chávez, 2017, p. 2).

A nivel local, la Av. Colectora ubicado en la ciudad de Lambayeque - es una vía con una longitud de 1.96 km, las cuales se encuentra en condiciones desfavorables al no estar pavimentada generando así diversos problemas significativos en el tránsito de sus habitantes, no solo en el tiempo de transporte sino también en el costo de mantenimiento de aquellos vehículos que transitan sobre la vía. El distrito de Chiclayo cuenta con una deficiente inspección en la calidad del concreto en la construcción que se evidencian infraestructuras viales en condiciones desfavorables. Por lo que se considera de gran importancia realizar reforzamiento de este material con la adición de fibras sintéticas y metálicas.

Por ello, esta investigación propone el siguiente problema general: ¿ De qué manera influye la incorporación de fibra sintética y metálica en las propiedades del concreto para mejorar el comportamiento en pavimentos rígidos, Av. Colectora, Lambayeque - 2022? y como problema específicos: i) ¿Qué efecto tiene la incorporación de fibra sintética y metálica en las propiedades físicas del concreto en pavimentos rígidos, Av. Colectora, Lambayeque - 2022?; ii) ¿Qué efecto tiene la incorporación de fibra sintética y metálica en las propiedades mecánicas del concreto en pavimentos rígidos, Av. Colectora, Lambayeque - 2021?; iii) ¿Qué efecto tiene la dosificación de fibra sintética y metálica en el comportamiento mecánico del concreto en pavimentos rígidos, Av. Colectora, Lambayeque - 2022?.

Esta investigación presenta como justificación, desde el enfoque teórico, el propósito principal de generar un aporte académico referente al comportamiento mecánico del concreto como material en pavimento rígidos incorporando fibras sintéticas y metálicas, con el fin de constatar conocimientos existentes. De igual manera bajo el enfoque práctico, esta investigación propone un proceso tecnológico que beneficia a la sociedad, debido a que esta alternativa de incorporación de fibras podrá modificar de manera favorable el concreto, obteniendo un mejor comportamiento mecánico. Igualmente es importante mencionar que, esta investigación también permite brindar una solución social con sus resultados, permitiendo así favorecer la obtención de presupuestos más bajos para la construcción de pavimentos rígidos, logrando una resistencia mayor frente a menor costo, impactando de manera positiva en la población, entidad y empresas

contratistas. Asimismo, en el aspecto social, esta tesis está desarrollada con el fin de brindar una alternativa de solución que aporte positivamente a la sociedad ante la evidencia del problema de transitabilidad en la Av. Colectora en el distrito de Chiclayo. Finalmente, en el aspecto metodológico, se considera de gran importancia puesto que es indispensable proponer alternativas innovadoras, las cuales mediante el desarrollo de sus ensayos que cumplan las normativas técnicas peruanas vigentes permita conocer el comportamiento mecánico del concreto con la incorporación de fibras sintéticas y metálicas.

Para dar respuesta a las preguntas expuestas anteriormente, es necesario plantear como objetivo general: Demostrar que la incorporación de fibra sintética y metálica influye en la mejora del comportamiento mecánico del concreto en pavimentos rígidos, Av. Colectora, Lambayeque - 2022; de igual forma los objetivos específicos son: i) Determinar el efecto que tiene la incorporación de fibra sintética y metálica en las propiedades físicas del concreto en pavimentos rígidos, Av. Colectora, Lambayeque - 2022; ii) Determinar el efecto que tiene la incorporación de fibra sintética y metálica en las propiedades mecánicas del concreto en pavimentos rígidos, Av. Colectora, Lambayeque - 2022; iii) Determinar el efecto que tiene la dosificación de fibra sintética y metálica en el comportamiento mecánico del concreto en pavimentos rígidos, Av. Colectora, Lambayeque – 2022.

Finalmente, se plantea como hipótesis general, la incorporación de fibras sintéticas y fibras metálicas influyen positivamente en la mejora del comportamiento mecánico del concreto en pavimentos rígidos, Av. Colectora, Lambayeque - 2022, a su vez las hipótesis específicas son: i) La incorporación de fibra sintética y metálica mejora las propiedades físicas del concreto en pavimentos rígidos, Av. Colectora, Lambayeque – 2022; ii) La incorporación de fibra sintética y metálica mejora las propiedades mecánicas del concreto en pavimentos rígidos, Av. Colectora, Lambayeque – 2022; iii) La dosificación de fibra sintética y metálica mejora el comportamiento mecánico del concreto en pavimentos rígidos, Av. Colectora, Lambayeque – 2022.

II. MARCO TEÓRICO

A nivel internacional, Carrera y Zea (2018), tuvieron como objetivo evaluar el aporte de la aplicación de fibras metálicas (Dramix 3D) en la rotura de un concreto de diseño $f'c$ 315 kg/cm² para pavimento rígido. Fue una investigación experimental y aplicada. La población de estudio consideró a 36 cilindros y 36 vigas (15x15x56 cm) dispuestas en 5 diferentes dosis, tomando como muestra cada probeta con la aplicación de fibra metálica sometidas a compresión y flexión. Los instrumentos fueron los equipos y maquinarias de laboratorio. Los principales resultados obtenidos fue que el empleo de la fibra "Dramix 3D" en dosis de 0, 5, 10, 20, y 25 Kg/m³ obtuvieron una resistencia en compresión de 42.50, 42.75, 43.98, 44.90 y 45.70 Mpa, respectivamente; y una resistencia promedio a la flexión de 3.15, 5.10, 5.33, 5.50, y 5.94 Mpa, en el mismo orden. Se concluyó que, la dosis máxima incremento aproximadamente al doble la resistencia a flexión en comparación con el diseño patrón y que la resistencia residual es 4 veces mayor frente a la dosis de 5 kg/m³.

Asimismo, Lindao y Romero (2018), consideraron como objetivo verificar el comportamiento mecánico de concreto $f'c$ 350 kg/cm² aplicando fibras de polipropileno (EPS Fibratex) y metálicas (Dramix 3D 80/60 BG) para un mejor rendimiento a flexión y compresión. Esta investigación se consideró de tipo aplicada y experimental. La población del estudio estuvo delimitada por 27 muestras cilíndricas (10x20 cm) y 18 prismáticas (15x15x50 cm), con fibras de acero y fibras sintéticas en 45 especímenes de concreto con dosis de 30 kg/m³ y 142 gr por cada 50 Kg de cemento, respectivamente. Los instrumentos utilizados fueron formatos de laboratorio por cada ensayo realizado. Obtuvo como resultados 407.32 kg/cm² y 414.34 kg/cm² para fibra sintética y metálica respectivamente, en resistencia a compresión a la edad de 28 días. De la misma manera para flexión con valores de 44 kg/cm² y 48 kg/cm² respectivamente; además el concreto inicial alcanzó resistencias de 361.66 kg/cm² y 42.67 kg/cm² para compresión y flexión respectivamente. Finalmente, se concluyó que la adición de fibras sintética y metálica logro mejorar la resistencia a la compresión en un 13% y 15%

respectivamente; mientras que en flexión tuvieron una mejora mínima del 2.85% y 13% para cada caso.

Mientras que, Cobos (2021), tuvo como objetivo evaluar las propiedades mecánicas del hormigón con adición de fibras PET frente al concreto con fibras de acero (grapas) además de un concreto convencional. Fue una investigación experimental de tipo documental, con un método de investigación descriptivo – comparativo, con un enfoque tipo cuantitativo. En la población de estudio se consideró 70 probetas cilíndricas de 10x20 cm, con dosificaciones de 0.5% y 1% para ambos tipos de fibras, para un hormigón patrón sin fibras de resistencia $f'c=210 \text{ kg/cm}^2$, mediante un método intencional. Los instrumentos fueron fichas de laboratorio individual a cada ensayo normativo considerado. Los principales resultados obtenidos fueron que, en su resistencia para el concreto patrón, se constató un valor de 228 kg/cm^2 y con adición de fibra PET al 0.5%, se obtuvo una resistencia de 152.8 kg/cm^2 además con la incorporación de 1.0% de fibras PET se logró 123.5 kg/cm^2 . Los resultados a compresión con la fibra de acero fueron de 235.5 kg/cm^2 y 205 kg/cm^2 para las dosificaciones de 0.5% y 1% respectivamente. Se concluyó que la añadidura de fibra en un 0.5% como dosificación representa un aumento del 30% de la resistencia convirtiéndose en la óptima para el concreto, mientras que la adición del 1% de fibras PET no se obtuvo influencia alguna en la resistencia a la compresión resultando muy por debajo con 108 kg/cm^2 .

En cuanto a los antecedentes relacionados al tema de investigación tenemos a nivel nacional, Chahua y Huayta (2018), tuvieron como objetivo las propiedades físicas del concreto patrón $f'c 280 \text{ Kg/cm}^2$ con adición de fibra sintética (Barchip MQ58). Fue una investigación de tipo aplicada, con enfoque cuantitativo y de enfoque experimental, considerando un nivel de alcance descriptivo. La población de estudio fue compuesta por la mezcla del pavimento rígido considerando a 18 probetas cilíndricas y 18 vigas como muestras, considerando un tipo de muestreo intencional o no probabilística. Los instrumentos fueron fichas de laboratorio de cada ensayo normado. Los resultados fueron que con la adición de 3 y 4 kg/m^3 de fibra sintética se logró una resistencia a la compresión de 308.06 y 324.63 kg/cm^2 respectivamente, mientras que en dosis de 1 y 3 kg/m^3 se obtuvo una resistencia

promedio a la flexión de 46.65 y 47.82 kg/cm², en edades de 3 y 14 días para ambos ensayos. Se concluyó que la dosificación de fibra óptimo fue la adición de 3 kg/m³, logrando mantener al concreto tenaz y unificado.

Asimismo, Miranda y Rado (2019), tuvieron como objetivo determinar dosificaciones alternativas como mezclas de concreto con fibras de acero, puzolánico, cemento y aditivos en dosis de 20, 25 y 30 Kg/m³. Fue una investigación de tipo experimental basada en ensayos para la obtención de su comportamiento mecánico. La población de estudio es igual a la muestra de estudio considerando un total de 30 muestras cilíndricas ensayadas a la compresión de 15x30cm, considerando un tipo de muestreo no probabilística. Los instrumentos fueron fichas de laboratorio que verifique la calidad de cada propiedad física y mecánica del concreto. Los principales resultados fueron que, ante una resistencia de diseño de 280 kg/cm², y un promedio de resistencias mayores de 245 kg/cm², se obtuvo una desviación estándar de 10.7 kg/cm². Asimismo, en el aspecto económico, se consideró un costo unitario de partida por m³, un costo de S/ 386.79 Soles, S/ 390.43 Soles, S/ 408.33 Soles y S/ 431.98 Soles respectivamente para cada muestra óptima, considerando desde la muestra sin adición (0% fibra) y muestras M1, M5 y M9. Se concluyó que, la adición de fibras en una dosificación de 15 kg/cm² logra superar las especificaciones en su comportamiento, evidenciando también precios de producción que oscila entre el 40% a 60% para aquellas dosificaciones de 20 a 30 kg/m³ de fibras de acero.

Ramos (2019), tuvieron como objetivo comparar la resistencia mecánica del concreto patrón $f'c=250$ kg/cm² y el concreto fortalecido con fibra polipropileno Sikafiber PE y fibra de acero Sikafiber CHO 80/60 NB, considerándose así una investigación de tipo aplicada, experimental y basada en el método cuantitativo. La población de estudio se consideró a 120 especímenes cilíndricos (30x15 cm) y 30 prismáticos (0.15x0.15x0.50 cm), utilizando 3 muestras para cada dosificación y edad, en este caso los especímenes de concreto patrón con un diseño de 250 kg/cm², con fibras de polipropileno en dosis de 400 gr, 600 gr y 800 gr/m³ de concreto, y con fibras de acero en porciones de 15, 30 y 45 kg/m³. Los instrumentos fueron fichas de laboratorio y normativa vigente relacionada a los ensayos del

concreto, para el cumplimiento del procedimiento y cálculos respectivos. Los principales resultados fueron que la resistencia a la compresión, flexión, y tracción del concreto $f'_c = 250 \text{ kg/cm}^2$ fortalecido con fibra de acero en dosificaciones de 15 kg/m^3 fueron 290.77 kg/cm^2 , 50.48 kg/cm^2 y 29.60 kg/cm^2 ; con 30 kg/m^3 se obtuvo 276.19 kg/cm^2 , 52.70 kg/cm^2 y 31.16 kg/cm^2 y con 45 kg/m^3 fueron de 273.84 kg/cm^2 , 54.62 kg/cm^2 y 32.017 kg/cm^2 respectivamente, y reforzado con fibra sintética en dosificaciones de 400 gr/m^3 fueron de 299.14 kg/cm^2 , 47.75 kg/cm^2 y 29.604 kg/cm^2 ; con dosis de 600 gr/m^3 se obtuvo 308.06 kg/cm^2 , 48.4 kg/cm^2 y 31.34 kg/cm^2 ; y con 800 gr/m^3 se logró 311.76 kg/cm^2 , 49.42 kg/cm^2 y 27.90 kg/cm^2 respectivamente. Se concluyó que en los resultados a compresión el concreto con fibra de acero se redujo hasta en un 7.15% y el concreto reforzado con fibra sintética se acrecentó hasta 5.71%; con respecto al ensayo a flexión, el concreto con fibra de acero y sintético presentan crecimientos de 23.06% y 11.33% respectivamente.

En otros idiomas, Camille (2021) y otros, tuvieron como objetivo evaluar el comportamiento del desempeño del hormigón reforzado con fibras macrosintéticas sujeto a cargas dinámicas y estáticas, considerando así una investigación de tipo experimental y cuantitativa. La población de estudio se consideró a los especímenes de concreto, considerando una muestra conformada por 225 especímenes cilíndricos para compresión con 0%, 0.2%, 0.4%, 0.6%, 0.8%, 1%, 1.5% y 2% de fibras BC 48 y BC 58. Las fichas normativas fueron utilizadas como instrumentos para la obtención de sus resultados. Los principales resultados obtenidos de los especímenes de concreto simple fue de 53.4Mpa, mientras aquellas muestras con la adición de fibras BC 48 en diferentes dosificaciones se obtuvo un mínimo de 50Mpa, sin embargo, obtuvieron especímenes con un punto máximo de 62.7Mpa (especímenes de concreto con 0.2% de fibras), mientras que con fibras BC 58 se logró obtener una resistencia de 61.8Mpa con la adición de 0.8% y 1.0% de adición. Se concluyó que el porcentaje de adición óptimo fue de 0.2% debido que logró obtener el 18% de capacidad mayor que el hormigón simple, y con fibras BC 58 consideró dosificación óptima al 0.8% y 1%.

Asimismo, Ghanem, Bowling y Sun (2021), tuvieron como objetivo estudiar las propiedades del concreto autocompactante reforzado con fibras de polímero

sintético, considerando una investigación de tipo cuantitativa y experimental. La población al ser pequeña se consideró igual que la muestra de estudio, determinando así al hormigón reforzado con fibras de polipropileno monofilamento. Los instrumentos utilizados en la investigación fue formato de laboratorio por cada ensayo realizado para su evaluación. Los principales resultados obtenidos de los especímenes cilíndricos obtuvieron una reducción del 21.8% para la mezcla M1 que contiene microfibras, mientras que una mayor reducción del 53.6% en la resistencia a la compresión para la mezcla M5 que contiene un 0.2% de macro fibras. Concluyeron que todas las mezclas con fibras presentan una menor densidad que el hormigón convencional, y en cuanto a la resistencia a la compresión, las mezclas con fibras evidenciaron una reducción de su resistencia frente a la mezcla no reforzada, tal que, a mayor incremento de fibras, menor se obtiene de resistencia.

Madhavi y otros (2021), tuvieron como objetivo estudiar el comportamiento del concreto con la adición de fibras, considerando una tesis con un diseño experimental bajo una metodología descriptiva y aplicada. La población se consideró al concreto con adición de fibras y como muestra de estudio se determinó cinco dosificaciones de estudio, incluyendo el concreto patrón de control y las demás muestras con adición de fibras. Los instrumentos que se utilizaron para el desarrollo de esta investigación se consideraron a las fichas de laboratorio. Los principales resultados obtenidos de los especímenes cilíndricos obtuvieron una resistencia a la compresión de 28.12 N/mm², 34.52 N/mm², 33.56 N/mm², 32.36 N/mm² y 31.88 N/mm² respectivamente y así un módulo de elasticidad de 29.03 Gpa, 61.49 Gpa, 59.62 Gpa, 47.13 Gpa y 53.45 Gpa respectivamente. Finalmente, concluyeron que las muestras con adición de fibras, evidenciando así un incremento de 111.81%, 105.37%, 62.35% y 84.12% respectivamente.

Farfán y otros (2019), tuvieron como objetivo evaluar el efecto de la fibra de acero en el concreto en cuanto a su resistencia a la compresión, considerándose una investigación experimental. La población se consideró concreto reforzado con fibras de acero, asimismo, se consideró como muestras a las unidades de concreto en tres grupos G1 conformado por muestra de concreto convencional sin adición de fibra, G2 conformado por concreto con 25 kg/m³ de fibra y G3 conformado por

concreto con adición del 30 kg/cm³ de fibra de acero con una relación a/c de 0.65. Los instrumentos empleados fueron formatos de laboratorio y fichas de observación. Los resultados mas resaltantes fueron que, en cuanto a su asentamiento, estas muestras presentaron un slump de 3.5", 2.5" y 2.23", alcanzando así una resistencia de 210 kg/cm², 212.39 kg/cm² y 193.24 kg/cm² respectivamente. Finalmente, concluyeron que la incorporación de fibra de acero puede resultar favorable para el comportamiento del concreto, pero en cantidades menores de 25 kg/m³, debido a que mayor incremento de fibra, puede llegar a reducir significativamente la resistencia a la compresión del concreto. De esta manera, la dosificación óptima fue la adición de 25 kg/m³ de fibra al presentar un 101.1% de la resistencia a la compresión del concreto inicial.

Ortiz y Macías (2018), tuvieron como objetivo determinar la influencia de las fibras metálicas (Wirand FF1) y sintéticas (Fibromac 12) en la resistencia de los hormigones para pavimentos rígidos mediante el ensayo de probetas cilíndricas, considerándose una investigación experimental y descriptiva. La población se considera a 6 especímenes cilíndricos (15x30 cm) de concreto por cada diseño y 6 especímenes prismáticos (6x6x21 pulg.) para un diseño patrón de 320 kg/cm² con adición de fibras metálicas en 20 kg/m³ y fibras sintéticas en 600 gr/m³, de manera combinada con un total de 42 especímenes. Los instrumentos utilizados fueron fichas de observación y fichas de ensayos normados. La diferencia de resistencias entre ambas mezclas a los 7 días es de 16.1%, a los 14 días existe una variación de 14.02 %, mientras que a los 28 días el hormigón reforzado con fibras supera al convencional con un 25.0. La resistencia a flexión a los 7 días la variación de las resistencias entre el hormigón convencional y el reforzado con fibra es de 20.2 %, a los 14 días la diferencia de resistencia es de 23.22 % y a los 28 días difieren un 25.15% entre ellos. Finalmente se concluyó, que la resistencia a la compresión de los hormigones con fibras metálicas y sintéticas tiene un incremento del 25% aproximadamente con respecto al hormigón convencional a los 28 días de fabricación, mientras que la diferencia a la flexión entre ambos diseños a los 28 días es de 25.15 %.

Baca, Vela y Chacón (2020), tuvieron como objetivo desarrollar un concreto autocompactante haciendo uso de la adición de fibra sintética Sikacem-1 Fiber, considerándose una investigación de diseño cuasi-experimental, con un enfoque cuantitativo, de nivel descriptivo y empleando el método hipotético-deductivo. La población estuvo definida por 90 especímenes: 45 probetas cilíndricas de 10x20 cm y 45 viguetas de 15x15x50 cm, se consideró concreto reforzado con fibras sintéticas en 3 diseños: uno patrón, y otros dos con 100gr y 200gr de fibra por cada bolsa de cemento. Los instrumentos empleados fueron formatos de laboratorio y fichas de observación. Los resultados más valiosos consideraron una resistencia a la compresión de 271.3 kg/cm², 289.3 kg/cm² y 302.2 kg/cm² para cada tipo de diseño respectivamente. Finalmente, concluyeron que los resultados del presente programa experimental para estudiar el desempeño de un concreto autocompactante adicionando fibras sintéticas se constató un incremento en la resistencia a compresión en un 6.61% y 11.39% para las dosis de 100gr y 200gr de aditivo respectivamente.

Entre las teorías de las variables de la investigación, podemos identificar el origen e historia general de las fibras sintéticas, fibras metálicas y comportamiento del concreto. Se denominan fibras a los diversos tipos de filamentos, ya sean de procedencia natural, sintético o artificial utilizados en diferentes áreas o industrias. “En la construcción, se pueden considerar a estas fibras como aquellos materiales pequeños que presentan ciertas propiedades específicas que permiten la mejora del comportamiento del concreto” (Carnovale y Vecchio,2014, p. 1235).

Con respecto a la historia de la fibra sintética Gacén expresa lo siguiente:

Las fibras sintéticas fueron obtenidas en el año 1897 por el químico alemán Max Fremmer y el ingeniero de nacionalidad australiana J. Urban, siendo ellos quienes disolvieron una disolución de celulosa en la solución cuproamoniaca de Schweitzer, continuando este desarrollo estas fibras hasta que apareció el nylon 66, material que fue empleado para la manufactura de medias (2010, p. 2).

Sin embargo, estas fibras desarrolladas se denominan fibras sintéticas de polímero sintético producto del estudio del caucho en el año 1928, conformadas por celulosa y seda en moléculas de considerable tamaño llamadas polímeros (Gacén,2010, p. 4).

Referente a las fibras metálicas Baerdemaeker y Vleurinck manifiesta lo siguiente:

Comenzó su historia en el año 1960, con Brunswick Corp, quien realizó un programa de investigación para desarrollo un proceso económico viable para formar filamentos metálicos, comenzando así en 1964 a producir fibras metálicas finas a partir de acero inoxidable tipo 304 con un tamaño de 1 μm (2018, p. 4).

En lo que respecta a la historia del concreto Osorio destaca lo siguiente:

El concreto tiene sus orígenes alrededor de los años 7000 a 6000 a.C, con la aparición de las primeras aplicaciones de mezclas cementantes, cuando en Israel y la originaria Yugoslavia, se encontraron vestigios de los primeros pisos de concreto. Próximo al año 500 a.C, en el mediterráneo occidental, los griegos fueron los que acogieron la destreza de fabricar concreto para posteriormente, en el año 300 a.C, la civilización romana copió aquellas técnicas de construcción. Sin embargo, ante la caída del imperio Romano, el empleo de este material desapareció completamente y fue recuperada más adelante en los años 700 a.C por los ingleses (2016, p. 1)

Asimismo, en cuanto a los enfoques conceptuales, las fibras se consideran aquellos filamentos que pueden presentar un origen artificial, natural o sintético empleados en diversas industrias. “En la construcción, estas llegan a ser consideradas como piezas pequeñas de materiales de refuerzo con propiedades particulares que llegan a mejorar la calidad del concreto” (Norma UNE,2021, p. 508)

Con respecto a la clasificación Sika Perú menciona lo siguiente:

Las fibras pueden clasificarse según su función, como fibras no estructurales y fibras estructurales, siendo estas últimas aquellas macro fibras que son incorporadas para evitar la fisuración del concreto en su estado endurecido o reducción de su ancho de estas mismas fisuras. Estas fibras estructurales o macro fibras consideran a las fibras sintéticas y metálicas con diámetros de 0.05mm a 2.00mm (2011, p. 11).

Por su material de origen, se puede encontrar como fibras sintéticas y metálicas que son de estudio en la presente investigación como Sika Fibermesh- 650 S y Sika Fiber 80/60NB.



Figura 1. Macro fibras o fibras estructurales.

Fuente: SIKA. Concreto reforzado con fibras, 2011.

Tabla 1. Propiedades de las fibras.

Tipo de Fibra	Densidad Relativa	Diámetro (Micrones)	Longitud (mm)	Módulo de elasticidad (GPa)	Resistencia a la tracción (MPa)	Deformación a la rotura (%)	Compatibilidad con pasta de cemento
Acero	7.86	100-600	10-60	200	700-2000	3-5	Buena
Amianto	2.55	0.02-30	5-40	164	200-1800	2-3	Satisfactoria
Vidrio	2.7	12.5	10-50	70	600-2500	3.6	Pobre
Poliéster	1.34-1.39	20-25	20-30	<17	800-1300	8-15	Variable
Polipropileno (Fibrilada)	0.91	500-400	20-75	<8	400	8	Buena
Polipropileno (Micro-Fibra)	0.91	18-32	6-24	4	450	80	Buena
Nylon	1.15	21	10-20	8	800	25	Buena
Celulosa	1.50	20-120	0.5-5	10-50	300-1000	20	Satisfactoria

Fuente: Ruiz A, López J y Martínez J.

En relación a la fibra sintética materia de esta investigación Sika Perú menciona:

Las fibras sintéticas como Sika Fibermesh- 650 S es una fibra macrosintética con una óptima gradación, que está orientada a permitir una mayor superficie de contacto dentro del concreto que deriva en un máximo rendimiento de tenacidad flexural y adherencia interfacial. Asimismo, las fibras sintéticas son fabricadas a partir de polímeros termoplásticos como por ejemplo el polipropileno, polietileno, nylon y poliéster, existiendo así un interés industrial en el uso de estas fibras sintéticas diseñadas que cumplan con los requisitos particulares posibilitando la mejora de los materiales en la construcción (Sika ©, 2021, p. 1).

“Entre las fibras sintéticas son consideradas significativamente puesto que en el comportamiento del hormigón reforzado expuesto a cargas estáticas como dinámicas este material innovador se evalúa en cuanto a su trabajabilidad, resistencia a la compresión, tracción, flexión, etc”(NTP 339.204, 2016, p.7). “Es una fibra macrosintética con una óptima gradación que está orientada para permitir una mayor superficie de contacto dentro del concreto que deriva en la optimización de la tenacidad flexural y adherencia interfacial” (Sika ®, 2021, p. 3).

“Las fibras metálicas como Sika Fiber 80/60NB son fibras de acero trefilado de elevada calidad que actúan reforzando el concreto para losas tales como elementos pre- fabricados, tradicionales o industriales, permitiendo así una mezcla homogénea en su diseño” (SikaFiber®, 2019, p. 1). “Las fibras metálicas pueden comprender fibras de aluminio, acero de carbono, ligados, entre otros” (SikaFiber®, 2019, p. 2). “Las fibras metálicas se conoce por presentar una adherencia muy efectiva en la mezcla de concreto, debido a las propiedades en cuanto a mayor alargamiento de rotura, brindando así mayor tenacidad, resistencia a la flexión y compresión” (Norma C1116-03, 2003, p. 5).

Asimismo, con respecto a las fibras metálicas Z Aditivo destaca los siguiente:

Estas fibras metálicas o fibras de acero son fabricadas bajo carbonado al frío para el aumento de la tenacidad del concreto, presentando así ventajas como alta resistencia a la flexión, alta resistencia a los impactos, alta resistencia a la fatiga, resistencia al corte, torsión y resistencia a la abrasión (2018, p.2).

Las fibras de acero son piezas rectas o deformadas de alambre trefilado en frío, en diferentes formas y procedimientos de fabricación, que son adecuadas para ser mezcladas homogéneamente en concreto o mortero (NTP-ISO 13270, 2018, p. 4).

Con respecto a la dosificación de la fibra sintética Sika® manifiesta lo siguiente:

Por lo que concierne a la dosificación de las fibras sintéticas Sika Fibermesh- 650 S, se considera una tasa de aplicación estándar utilizando un mínimo de 5 lbs/yard³ (3 kg/m³), con una variación según su diseño de mezcla y requisitos de cada proyecto. La dosificación en fibras es medida en kg/m³ (2021, p.2).

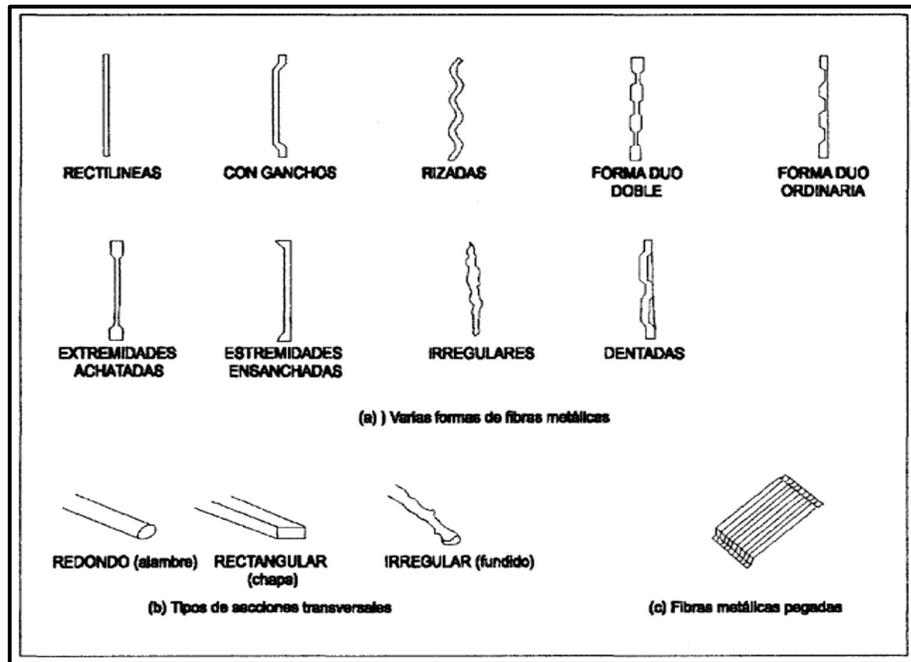


Figura 2. Formas de las fibras metálicas.

Fuente: MacCafferri.

Y para la dosificación de fibras metálicas como Sika Fiber 80/60NB, “se considera normalmente entre 10kg a 45kg por 1 m³ de concreto. Sin embargo, se recomienda realizar diversos ensayos previos con el fin de determinar la cantidad específica a utilizar según lo que se requiera” (SikaFiber®, 2019, p. 2)

Según la hoja técnica SikaFiber® CHO 80/60 NB, se resalta lo siguiente:

Estas fibras metálicas son aquellas fibras de acero con una relación alta de longitud/diámetro (l/d), permitiendo así con el incremento de menor cantidad de fibra con un alto rendimiento. De esta manera, se considera un diámetro de fibra de 0.75mm, y una relación longitud/diámetro de 80. La longitud de una fibra es una característica particular de esta misma, se mide en milímetros, se indica que las fibras con mayor longitud ofrecen una relación mayor y así un mejor desempeño (2019, p. 1).

“Las fibras sintéticas pueden ser graduadas, mientras que, para las fibras metálicas, cuentan con una longitud de 60 mm” (Sika® Fibermesh-650-S, 2021, p. 2). “El concreto es aquel insumo o aquella mezcla conformada por cemento, agregados

tantos agregado fino y grueso, agua que pueden ser considerados con o sin aditivos” (Norma E 060, 2009, p. 14).

“El concreto que presenta insumos que proporcionan resistencia como agregados, cemento, agua y aditivos, inicialmente mostrándose como un material moldeable o trabajable, para luego adquirir una consistencia rígida, lo que lo convierte en un material excelente para construcción” (Orozco, 2018, p. 162). “El concreto está constituido por materiales cementantes en un 7% a 15%, agregados en un 60% al 75% del volumen total, aire atrapado entre un 1% y 3%, agua y opcionalmente aditivos que mejoren características o propiedades del diseño” (Chavarry, 2018, p. 18). “El concreto es un material que presenta un comportamiento específico comprendido por distintas propiedades mecánicas, entre las cuales sobresale la resistencia a la compresión, resistencia a la flexión y a la tracción” (Carrillo, Gonzalez y Aperador, 2013, p. 28)

Con respecto al concreto reforzado con fibras la NTP 339.204 menciona:

Se denomina aquel concreto obtenido ante la incorporación de fibras que se encuentran distribuidas en su estructura, siendo estas fibras, aquel aditivo que busca brindar un valor agregado a este material. Es decir, que este material no es más que concreto elaborado a partir de cementos hidráulicos con agregados y fibras discretas discontinuas (2016, p. 7).

La resistencia a la compresión resulta tras la ejecución de un ensayo normado y descrito en la NTP 339.034, cuantificando el desempeño que consigue el concreto para el diseño de un componente estructural. “La resistencia a la compresión es una propiedad mecánica propia del concreto en su estado endurecido, siendo uno de propiedad como indicador que representa a la calidad de este material en el ámbito de la ingeniería civil” (Zeña, 2016, p. 31).

Esta propiedad mecánica simboliza la calidad y desempeño de un material, permitiendo así a los ingenieros lograr diseñar estructuras y edificios, considerando como requerimientos para la resistencia que puedan variar desde 17Mpa hasta 28Mpa para estructuras residenciales (IMCYC, 2006, p. 32).

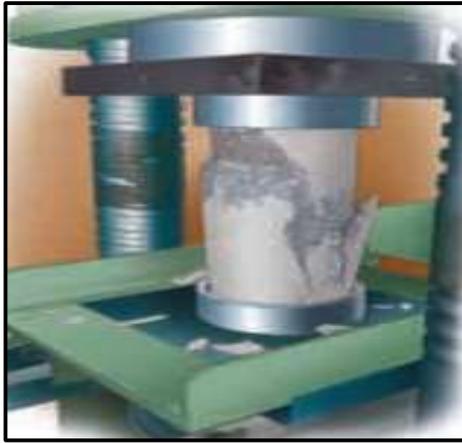


Figura 3. Ensayo de resistencia a la compresión.
Fuente: MacCaferri.

“La resistencia a la tracción o también denominada resistencia a la tracción por compresión diametral que se utiliza para elementos estructurales de concreto para determinar su resistencia al corte” (ASTM C496, 2017, p. 5).

Al respecto Garrote nos menciona lo siguiente:

Esta resistencia a la tracción es una propiedad mecánica del concreto realizada bajo la normativa ASTM C496/ ASTM C496M, con especímenes cilíndricos de concreto de hormigón como cilindros moldeados sometidos a carga en un plano diametral vertical de la misma (2017, p. 23)

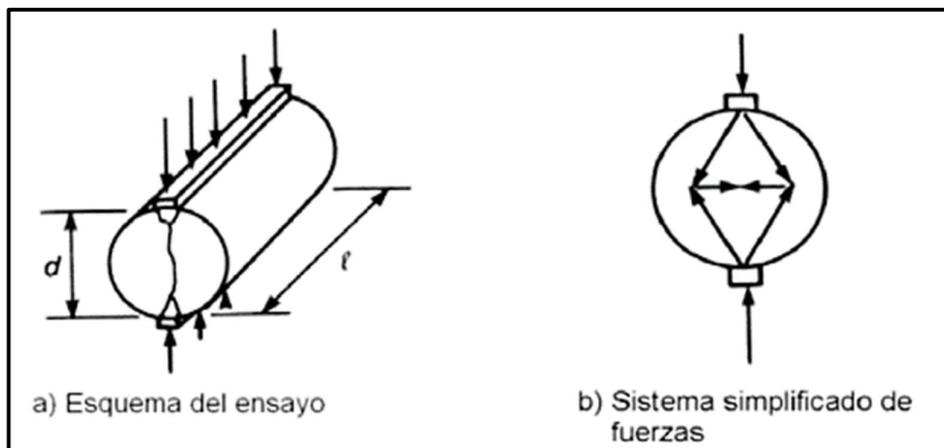


Figura 4. Ensayo de resistencia a la tracción.
Fuente: MacCaferri.

De acuerdo con NRMCA se destaca lo siguiente:

La resistencia a la flexión es una propiedad mecánica del concreto que expresa la falla de una viga de concreto que no es reforzada, siendo una viga cargada en el punto medio, siendo esta cerca del 10% al 20% de la resistencia a compresión y se expresa en módulo de rotura- MR (2018, p.2).

En relación a las definiciones anteriores la ASTM C293 expresa lo siguiente:

Según la ASTM C293 afirma que, la resistencia a la flexión se obtiene al aplicar una carga en el punto medio de la luz de la viga hasta ocurrir la falla, este método de ensayo permite determinar el módulo de rotura. Esta resistencia está relacionada a esfuerzos y deformaciones (flechas) en puntos máximos de roturas (2016, p. 13).

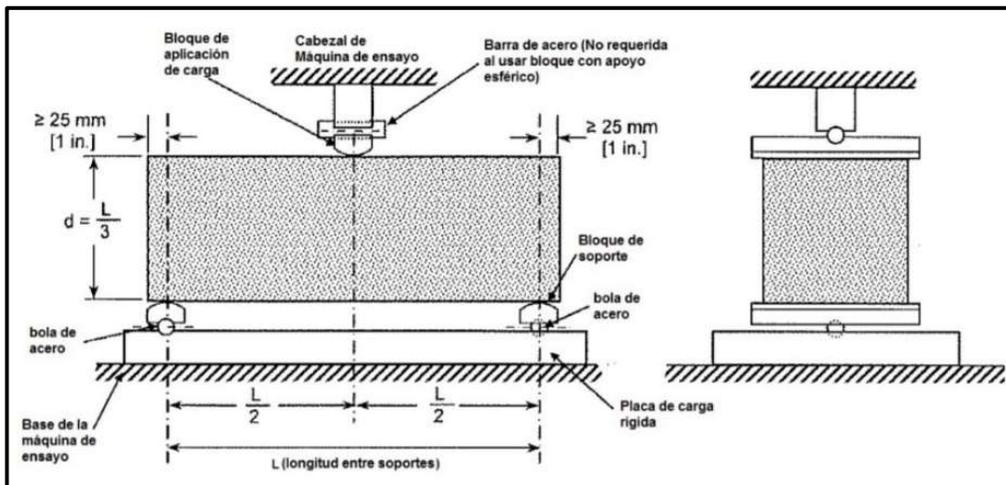


Figura 5. Esquema de maquina adecuada para ensayo a flexión por método de carga central y viga simplemente apoyada.

Fuente: ASTM C-293. Standard Test Method for Flexural Strength of Concrete.

III. METODOLOGÍA

3.1. Tipo y diseño de investigación

Tipo de investigación

Esta investigación se clasificó de tipo *aplicada*, al “haber mostrado como objetivo revolucionar las tecnologías o ideas innovadoras para solucionar un problema que se origina a raíz de una carencia, contribuyendo positivamente”(Hernández et. al., 2017, p. 140). De esta forma, esta investigación, fue calificada como tal, al tener como fin, estudiar una perspectiva con fines de ofrecer un planteamiento innovador o una alternativa eficiente que puede llegar a mejorar el comportamiento de este material utilizado en la construcción.

Enfoque de investigación

“Una investigación cuantitativa es aquella que, propone de una manera confiable para llegar a conocer la realidad mediante la recolección y análisis de todos los datos que pueden llegar a probar las hipótesis, mediante una medición numérica” (Borja, 2012, p. 11). Por lo que, esta investigación se consideró presentar un enfoque cuantitativo, al confiar en la medición numérica y establecer patrones del comportamiento de la población considerada.

Diseño de investigación

“Una investigación con diseño experimental, es la que no desarrolla un tratamiento de sus variables con el objetivo de producir un impacto para su correspondiente estudio de las consecuencias del efecto que tiene unas variables sobre otras” (Nieto, 2018, p. 23). Es así, que la presente investigación presenta un diseño experimental, puesto que, esta propuesta busca obtener un efecto realizando la manipulación de la mezcla de concreto mediante la adición de fibras metálicas y sintéticas.

En cuanto a este diseño experimental, se consideró experimental puro, es aquella investigación que manipula una o más variables que son independientes con el fin de analizar su impacto sobre otras variables dependientes en una

situación de control (Ramon, 2016, p. 8). De esta manera, esta propuesta de tesis, se considera un diseño experimental puro, ya que, manipuló sus variables independientes como son las fibras sintéticas y metálicas para así observar los cambios de las variables dependientes, en este caso, el comportamiento del concreto en una situación de control.

Nivel de investigación

“Una investigación con un nivel explicativo, es aquel que interpreta la conducta de una variable en función de otra(s); por ser estudios de causa-efecto solicitan control y obligación de cumplir otros criterios de causalidad” (Nieto, 2018, p. 29). Por lo que se considera que esta investigación presenta un nivel explicativo, ya que tuvo como fin determinar el comportamiento que presentó el concreto con adición de fibras.

3.2. Variables y operacionalización

“Una variable es una cosa, objeto o factor que son susceptibles a ser modificadas es decir que pueden modificarse al presentar una función variable” (Espinoza, 2019, p. 175).

Variables independientes:

- Fibra sintética: SikaFibermesh 650-S (cuantitativa)
- Fibra metálica: SikaFiber CHO 80/60 NB (cuantitativa)

Variable dependiente:

- Comportamiento mecánico del concreto (cuantitativa)

“La operacionalización es aquella desintegración de elementos que constituyen la estructura de la hipótesis de manera especial a las variables y precisas que esta misma logren descomponerse las variables en dimensiones y estas a su vez en indicadores” (Espinoza, 2019, p. 172). Esta investigación realiza una operacionalización con el fin de determinar las limitaciones que conformará esta propuesta, permitiendo así resumir todo lo que se realizará para obtener lo que se requiera.

3.3. Población, muestra y muestreo

Población

“La población se considera al grupo de elementos en total de estudio que contienen algunas características semejantes o comunes que son observables en un momento determinado” (Hernández et al., 2017, p. 174). De acuerdo a la definición esta investigación escogió como población de estudio a un total de 105 especímenes de concreto, conformado por 84 probetas cilíndricas y 21 especímenes prismáticos.

Muestra

La muestra se define como aquella o unidad subgrupo de objetivos con características similares (Hernández et al., 2017, p. 171). Por ello, esta investigación consideró como muestra a los siguientes especímenes de concreto convencional y concreto con fibras metálicas y fibras sintéticas, que serán objeto de estudio para esta investigación, como se expone a continuación.

Tabla 2. Muestra de estudio.

N°	Muestra de estudio	Probetas cilíndricas (Compresión)			Vigas prismáticas (Flexión)	Probetas cilíndricas (Tracción)
		7 días	14 días	28 días	28 días	28 días
1	Concreto convencional 280 kg/cm ²	3	3	3	3	3
2	Concreto + 3 kg/m ³ fibra sintética	3	3	3	3	3
3	Concreto + 6 kg/m ³ fibra sintética	3	3	3	3	3
4	Concreto + 9 kg/m ³ fibra sintética	3	3	3	3	3
5	Concreto + 10 kg/m ³ fibra metálica	3	3	3	3	3
6	Concreto + 20 kg/m ³ fibra metálica	3	3	3	3	3
7	Concreto + 30 kg/m ³ fibra metálica	3	3	3	3	3
Sub- total de muestras		21	21	21	21	21
Total, de muestras		105				

Fuente. Elaboración propia.

Muestreo

Es no probabilístico debido que, por conveniencia, el investigador eligió las muestras de estudio basándose a juicio propio (Hernández et al., 2017, p. 182). De esta manera, esta investigación consideró tratarse de este tipo de muestro, al haber sido una decisión optar por la rotura de probetas y vigas a los 7, 14 y 28 días, con una cantidad de 3 unidades cada edad, basándose del Reglamento Nacional de Edificaciones.

Unidad de análisis

“Se consideró a cada elemento o individuos que muestran características semejantes que son escogidas de una población construyendo así una muestra” (Borja, 2012, p. 31). Por lo que, esta investigación se consideró al cuerpo de muestra de concreto como unidad de análisis, en el caso de las probetas de concreto contaron con medidas en su diámetro de 15cm y una altura de 30cm, mientras que, las vigas prismáticas de concreto contaron con un largo de 45cm y un ancho de 15cm, los cuales arrojaran resultados de carga expresados en “kg.f” que se obtendrá en cada ensayo, las cuales mediante un cálculo respectivo de cada ensayo, se llegó a obtener resistencias en las siguiente unidades “kg/cm²” y “Mpa”.

3.4. Técnicas e instrumentos de recolección de datos

Técnicas

“Observación de laboratorio: Esta se considera como una técnica de recolección de datos para el estudio de la realidad, que mediante de la aplicación de ciertos recursos permitiendo la organización de información que es desarrollo” (Campos y Lule, 2012, p. 45). De esta manera, esta investigación se considera de suma importancia considerar la técnica de la observación directa, ya que, mediante esta, permitirá la obtención de todo los obtenido en laboratorio, en la aplicación de cada ensayo normado, obteniendo pesos, cargas, entre otros para su respectivo cálculo para obtención de los resultados deseados.

Instrumentos

“Ficha de observación de laboratorio: Está basada en una lista de indicadores para buscar afirmaciones o preguntas orientadas en el trabajo de observación señalando aspectos relevantes al poder ser recopilado mediante la observación” (Campos y Lule, 2012, p. 60). Por lo que, se considera un instrumento que permite la recopilación de información que es posible de ser obtenida mediante la observación, en este caso durante los ensayos realizados en laboratorio.

Validez

“La validez a través de un juicio de expertos es un medio valioso que proporciona la validación comprobando la fiabilidad de una investigación considerándose como una opinión informada de personas con experiencia en la materia” (Nieto, 2018, p. 82). La validez de la presente investigación radica en que las fichas de investigación están aprobadas por ingenieros habilitados, con el conocimiento y experiencia necesaria en el área de estudio, quienes brindarán la certeza y credulidad de los valores obtenidos, así como también una perspectiva positivista de la misma.

Confiabilidad de los instrumentos

“La confiabilidad de una investigación se considera como aquella capacidad de realizar un desempeño efectivo de una actividad requerida durante un tiempo determinado” (Nieto, 2018, p. 85). Esta propuesta de tesis presenta una confiabilidad basada a los instrumentos utilizados para recopilar información o datos válidos teniendo como confiabilidad a la precisión y calibración de los equipos utilizados en laboratorio, así como su certificación por INACAL por cada ensayo considerado en este estudio.

3.5. Procedimientos

Se considera para la recolección de datos, tomar en consideración el siguiente procedimiento:

1. Se realiza la elección de los materiales a utilizar para la producción del concreto.
2. Se realiza la caracterización de agregados (agregado fino y agregado grueso), estudiando sus propiedades físicas como: granulometría, contenido de humedad, contenido de absorción, pesos específicos y pesos unitarios de la arena gruesa y de la piedra chancada.
3. Se elabora el diseño de mezclas del concreto según normativa ACI 211.91, para obtener las dosificaciones adecuadas de concreto.
4. Se realiza la mezcla de concreto patrón considerando las dosificaciones para corroborar el cumplimiento de la resistencia diseñada.
5. Se procede a elaborar las muestras de concreto convencional y modificado con adición de fibras metálicas y fibras sintéticas.
6. Se realizan los ensayos a la comprensión de las probetas cilíndricas de concreto convencional y los especímenes cilíndricos con la incorporación de fibras en las dosis establecidas.
7. Se realizan los ensayos a la tracción de las probetas cilíndricas de concreto convencional y probetas cilíndricas de concreto con adición de fibras.
8. Se realizan los ensayos a la flexión de las vigas prismáticas de concreto convencional y vigas prismáticas de concreto con adición de fibras.
9. Se procede a realizar la explicación y análisis de los resultados logrados en el laboratorio.
10. Finalmente, se realiza las gráficas y tablas necesarias para proyectar de manera ordenada la información obtenida.

A continuación, se realizó un diagrama de flujo en representación de toda la información obtenida.



Figura 6. Diagrama de seguimiento del procedimiento de investigación.

Fuente: Elaboración propia.

3.6. Método de análisis de datos

“Se considera un método descriptivo, es aquel que consiste en describir tendencias en datos existentes para así observar condiciones que conduzcan a nuevos hechos” (Borja, 2012, p. 35).

Es así que esta investigación realiza un análisis descriptivo como inferencial, que permite reflejar los resultados obtenidos a través de una caracterización de sus muestras de estudio para su respectivo análisis e interpretación de estos mismos. Esta caracterización de las muestras se realizó mediante el desarrollo de los ensayos de concreto en laboratorio comprendidos asentamiento, pesos unitarios, resistencia a la compresión, resistencia a la tracción y resistencia a la flexión. Asimismo, se hará empleo de herramientas y equipos de laboratorio, así como hojas de cálculo o fichas de laboratorio que se adjuntan en anexos.

3.7. Aspectos éticos

“Se establece como aquellas manifestaciones positivas a las buenas condiciones de vida y social de una persona” (Código ética UCV, 2020, p. 3). En esta investigación, se estima primordial alinear la investigación al Código de ética de la Universidad César Vallejo, la cual proporciona los principios decisivos que sirven para la formación de sus profesionales, entre los cuales tenemos la integridad, honestidad intelectual, objetividad, veracidad, justicia, responsabilidad y transparencia.

Del mismo modo, en relación al Artículo 9. de la política anti plagio, los investigadores deberán mantener el correcto uso del estilo ISO 690, y cumpliendo con el porcentaje máximo de similitud establecido en el programa Turnitin de 25%. Esta investigación está realizada de acuerdo a la guía de elaboración del proyecto de investigación mediante la resolución de vicerrectorado de investigación N° 011-2020-VI-UCV.

Finalmente, la presente investigación se encuentra alineada al cumplimiento de las normativas experimentales peruanas y vigentes relacionada a los ensayos necesarios para obtener las propiedades mecánicas del concreto, como Normas Técnicas Peruanas NTP, American Society for Testing and Materials ASTM, American Concrete Institute ACI, entre otros.

IV. RESULTADOS

Aspectos Generales Del Proyecto

Esta investigación se realizó bajo las condiciones propias del lugar de estudio, siguiendo las normativas vigentes para el análisis y ensayos de muestras que manifiesten la certeza de que se tomaron los cuidados pertinentes con el fin de asegurar la calidad propia de una investigación de esta instancia.



Figura 7. Ubicación de Av. Colectora de 1.96 Km de longitud – Chiclayo

Nombre del Proyecto:

“Incorporación de fibra sintética y metálica para mejorar el comportamiento mecánico del concreto en pavimentos rígidos, Av. Colectora, Lambayeque - 2022”

Ubicación Política

El lugar de intervención de la presente investigación se desarrolló en la avenida Colectora en el distrito y provincia de Chiclayo, perteneciente al departamento de Lambayeque. La provincia de Chiclayo se encuentra dividida en 20 distritos siendo el distrito de Chiclayo el más poblado con 799,675 habitantes en una superficie de 3288,07 Km².

Departamento: Lambayeque

Provincia: Chiclayo

Distrito: Chiclayo

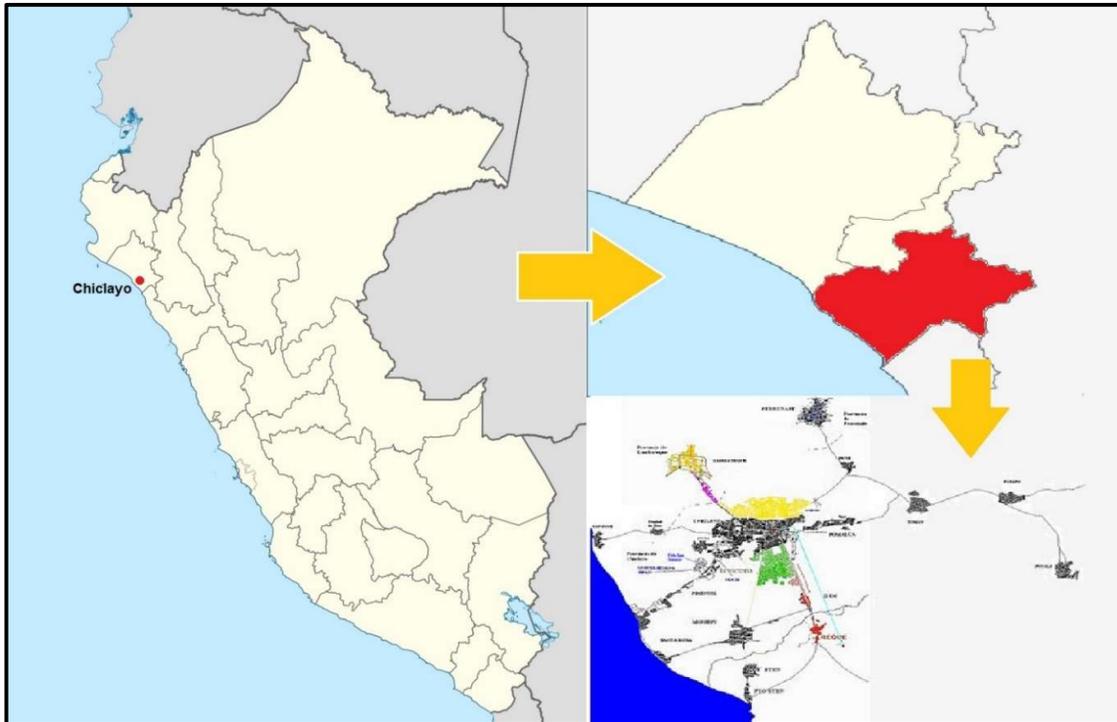


Figura 8. Ubicación Política de Chiclayo

Limites:

Norte: Con la provincia de Lambayeque y Ferreñafe.

Sur: Con la provincia de Chepén y la provincia de San Miguel

Este: Con la Provincia de Chota y Santa Cruz

Oeste: Mar Pacifico.

Ubicación geográfica:

El distrito de Chiclayo cubre la superficie de la parte sur de la región Lambayeque, que en gran parte de su suelo está presente la región natural Chala o Costa mientras que una mínima porción pertenece a la región Yunga marítima y adicionalmente una ínfima porción correspondiente a la región Quechua.

Clima

En el distrito de Chiclayo la época de verano prolongada (6 meses) que suele ser calurosa con temperaturas máximas entre los 31° y 33° C; y mínimas de 19° y 21° C. En invierno (Julio a Setiembre) se presentan temperaturas en el día entre 19° a 23° C y las mínimas entre 12° y 15° C.

Descripción del Proyecto

La Av. Colectora no cuenta con pavimento, es decir se encuentra a nivel de terreno natural, siendo la transitabilidad vehicular de pésima serviciabilidad, volviéndose intransitable en época de lluvias, por la acumulación de basura y el estado del terreno natural. El nuevo planteamiento abarca la posibilidad de probar insumos aditivos como la fibra sintética y la fibra metálica que aporten una mejora en las propiedades físico mecánicas del concreto con la finalidad de mejorar la vida útil del pavimento rígido, así como también la relación costo beneficio. Para efectos de la investigación se dará a conocer los procedimientos y ensayos realizados de acuerdo a las NTP vigentes.



Figura 9. Situación actual de la Av. Colectora.

Descripción de Canteras de estudio

Cantera “La Victoria - Pátapo”

- Localización: Se sitúa en las faldas del Rio Loco afluente del Rio Chancay en el distrito de Pátapo, aproximadamente a 31 km desde de Chiclayo
- Geolocalización:
 - Zona: 17 M
 - Coordenada Este: 558200 m
 - Coordenada Norte: 9260500 m
- Titularidad: “Asociación Civil Las Canteras – La Victoria – Pátapo”
- Capacidad: Tiene un tamaño alrededor de 2300 hectáreas y una potencia valorada en 11,942.34 m³. Contiene arena fina, arena gruesa, grava gruesa y cantos rodados.



Figura 10. Acarreo de material cantera: La Victoria-Pátapo.

Cantera “Tres Tomas”

- Localización: Ubicada en el distrito de Manuel Mesones Muro, provincia de Ferreñafe, departamento de Lambayeque.
- Vías de acceso: Por la carretera Chiclayo – Ferreñafe unos 20Km. Luego al llegar al cauce del canal Taymi se transita por una vía en aceptables condiciones por aproximadamente 9km.
Luego se transita una carretera en condiciones aceptables de 3-4 Km, la disponibilidad de llegada puede ser a pie o haciendo uso de volquetes que lleguen a la misma cantera.
- Geolocalización:
 - Zona: 17 M
 - Coordenada Este: 646143 m
 - Coordenada Norte: 9269923 m
- Capacidad: Tiene un tamaño alrededor de 21,347. 98 m² y una potencia estimada de 45,472.08 m³. Contiene a partir de base, sub base granular, agregado grueso para concreto y material para relleno; manteniendo un performance de 90.3% para base, 77.3% para sub-base, 100% para material de relleno y 51% para concreto.



Figura 11. Acarreo de material cantera: Tres Tomas

Cantera “Pacherrez”

- Localización: En el distrito de Pucalá, Departamento Lambayeque. Aproximadamente a 01 Km del centro poblado menor del mismo nombre.
- Vías de acceso: Desde Chiclayo por la carretera Chiclayo – Pátapo - Pucalá son 74.9 Km aproximadamente 2hrs. Luego hasta la cantera es por trocha carrozable 2.4 Km aproximadamente 5 min.
- Coordenadas:
 - Latitud Sur: 6°47' 23.6" S (-6.789885)
 - Latitud Oeste: 79° 31' 38.06" W (-79.527237)
- Potencia: Posee un tamaño de 100 Ha aproximadamente. Su funcionamiento es a campo abierto y su extracción es manual como con maquinaria pesada.



Figura 12. Acarreo de material cantera: Pacherrez

Muestreo de los agregados

Se desarrolla de acuerdo a las normas NTP 400.010, las cuales nos manifiestan que estos ensayos tienen gran incidencia por lo que es necesario mantener los cuidados necesarios de tal manera que las muestras reflejen la naturaleza y comportamientos de los materiales ensayados.

La cantidad de muestras que se requieran analizar in situ están sujetas a las características del objeto en estudio. Las unidades de muestra deben ser elegidas antes de iniciar los ensayos. La cantidad de muestras cumplirá con la confianza esperada en los resultados que se obtengan en los ensayos. De igual forma, se considera la cantidad de muestra total de campo que se necesita en conformidad al TMN.

Tabla 3. Medida de las muestras de los agregados

Tamaño máximo nominal del agregado ¹	Masa mínima aproximada para la muestra de campo Kg ²
Agregado fino	
2,36 mm	10
4,76 mm	10
Agregado grueso	
9,5 mm	10
12,5 mm	15
19,0 mm	25
25,0 mm	50
37,5 mm	75
50,00 mm	100
63,00 mm	125
75,00 mm	150
90,00 mm	175

Fuente: NTP 400.010

¹ Para agregado procesado, el TMN es la menor malla donde se produce la primera retención de material.

² Para agregado global (por ejemplo, base o sub-base) la masa mínima requerida será el valor más bajo del agregado grueso más 10 kg.

Reducción de muestras para ensayos

Se efectúa de acuerdo a las normas NTP 400.043, las que manifiestan que se requieren porciones de muestras de tal manera que puedan ser ensayadas con facilidad en el laboratorio.



Figura 13. Cuarteo de muestras de AG y AF.

Análisis Granulométrico de los agregados

Se desarrolla de acuerdo a las normas NTP 400.012 y ASTM C136, las cuales describen el método para la determinación de la distribución de fragmentos según su tamaño del agregado fino y grueso.

Conociendo la masa de la muestra seca, es descompuesta mediante una serie de tamices que van disminuyendo gradualmente de una abertura mayor a una menor, para determinar la distribución del tamaño de las partículas.

Se emplearon 1250.83 gr y 5199 gr, para el agregado fino y grueso respectivamente.



Figura 14. Ensayo granulométrico de AG y AF.

Granulometría en agregado fino

Tabla 4. Granulometría Arena Gruesa - Cantera: "La Victoria - Pátapo"

Malla		% Retenido	% Retenido Acumulado	% Que Pasa Acumulado	GRADACIÓN "C"
Pulg.	(mm.)				
3/8"	9.520	0.4	0.4	99.6	100
Nº 4	4.750	4.7	5.0	95.0	95 - 100
Nº 8	2.360	12.5	17.5	82.5	80 - 100
Nº 16	1.180	21.8	39.3	60.7	50 - 85
Nº 30	0.600	27.6	66.9	33.1	25 - 60
Nº 50	0.300	17.2	84.0	16.0	10 - 30
Nº 100	0.150	11.0	95.1	4.9	2 - 10

MÓDULO DE FINEZA	3.08
-------------------------	-------------

Fuente: Elaboración propia.

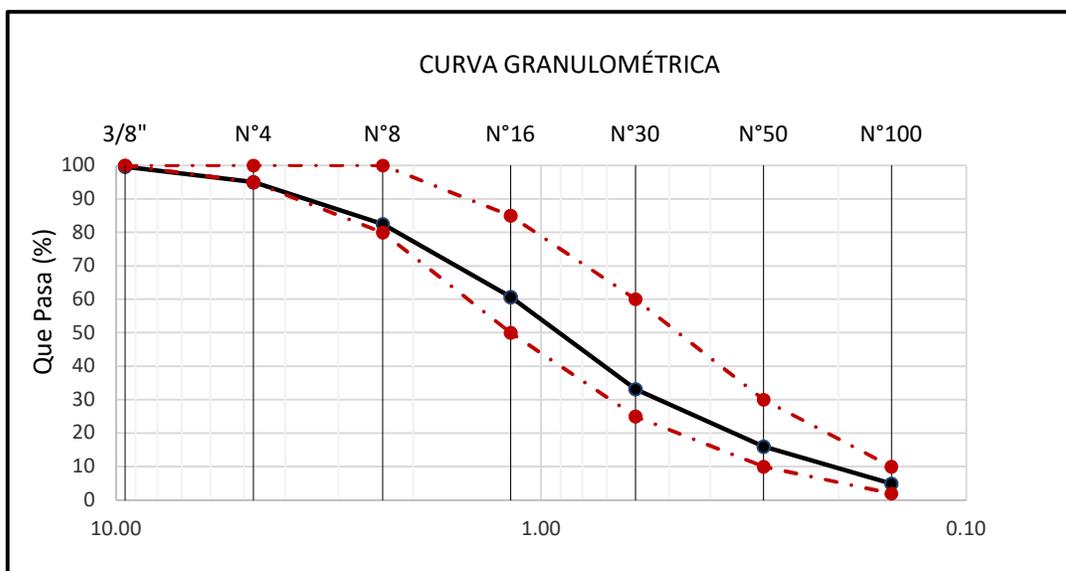


Figura 15. Curva granulométrica AF - Cantera: La Victoria - Pátapo

Interpretación: De la figura 15 podemos observar que se trata de una arena gruesa bien graduada y homogénea que se encuentra dentro de los límites de la gradación de la NTP 400.037 donde indica que el módulo de fineza no será mayor de 3.1 siendo la del agregado fino para este caso de 3.08.

Tabla 5. Granulometría Arena Gruesa - Cantera: Tres Tomas

Malla		% Retenido	% Retenido Acumulado	% Que Pasa Acumulado	GRADACIÓN "C"
Pulg.	(mm.)				
3/8"	9.520	0.0	0.0	100.0	100
Nº 4	4.750	4.9	4.9	95.1	95 - 100
Nº 8	2.360	30.0	34.9	65.1	80 - 100
Nº 16	1.180	21.5	56.4	43.6	50 - 85
Nº 30	0.600	15.5	71.9	28.1	25 - 60
Nº 50	0.300	11.5	83.4	16.6	10 - 30
Nº 100	0.150	7.4	90.8	9.2	2 - 10
MÓDULO DE FINEZA					3.42

Fuente: Elaboración propia.

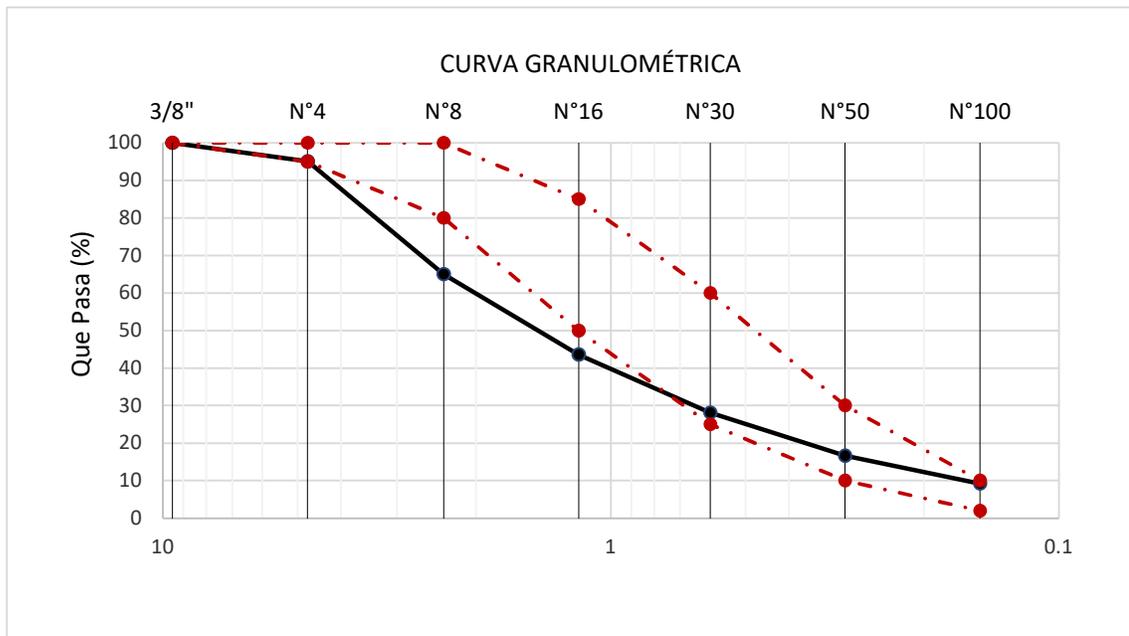


Figura 16. Curva granulométrica AF - Cantera: Tres Tomas

Interpretación: De la figura 16 podemos observar que se trata de una arena gruesa mal graduada y heterogénea que no se encuentra dentro de los límites de la gradación de la NTP 400.037 donde indica que el módulo de fineza no será mayor de 3.1 siendo la del agregado fino para este caso de 3.42, no cumpliendo con la norma descrita.

Tabla 6. Granulometría Arena Gruesa - Cantera: Pacherez

Malla		% Retenido	% Retenido Acumulado	% Que Pasa Acumulado	GRADACIÓN "C"
Pulg.	(mm.)				
3/8"	9.520	3.7	3.7	96.3	100
Nº 4	4.750	5.1	8.9	91.1	95 - 100
Nº 8	2.360	13.1	21.9	78.1	80 - 100
Nº 16	1.180	15.4	37.4	62.6	50 - 85
Nº 30	0.600	21.7	59.0	41.0	25 - 60
Nº 50	0.300	23.3	82.3	17.7	10 - 30
Nº 100	0.150	11.9	94.2	5.8	2 - 10

MÓDULO DE FINEZA	3.07
-------------------------	-------------

Fuente: Elaboración propia.

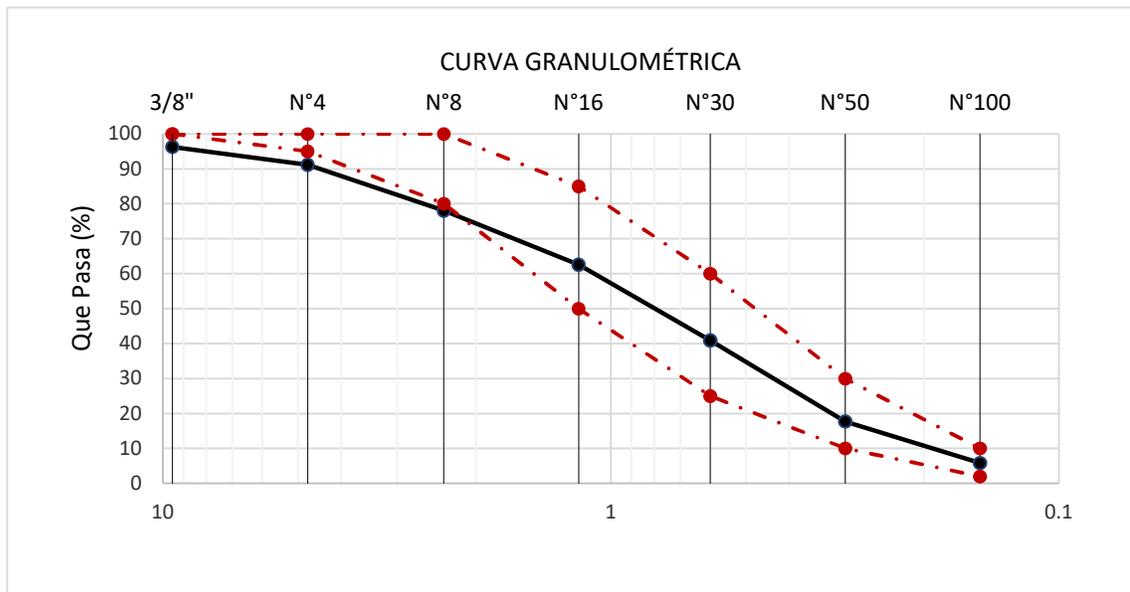


Figura 17. Curva granulométrica AF - Cantera: Pacherez

Interpretación: De la figura 17 podemos observar que se trata de una arena gruesa regularmente graduada y casi homogénea que se encuentra ligeramente por fuera de los límites de la gradación de la NTP 400.037 la cual indica que el módulo de fineza no será mayor de 3.1 siendo la del agregado fino para este caso de 3.07, cumpliendo con lo señalado con la normativa.

Granulometría en agregado grueso

Tabla 7. Granulometría Piedra Chancada - Cantera: La Victoria - Pátapo

Análisis Granulométrico por tamizado					
N° Tamiz	Abertura (mm)	% Retenido	% Acumulados Retenido	% Que pasa Acumulados	HUSO 56
2"	50.00	0.0	0.0	100.0	
1 1/2"	38.00	0.0	0.0	100.0	100
1"	25.00	0.0	0.0	100.0	90 - 100
3/4"	19.00	2.1	2.1	97.9	40 - 85
1/2"	12.70	45.1	47.2	52.8	10 - 40
3/8"	9.52	39.7	86.9	13.1	0 - 15
N°4	4.75	12.4	99.3	0.7	0 - 5
TAMAÑO MÁXIMO NOMINAL				3/4"	

Fuente: Elaboración propia.

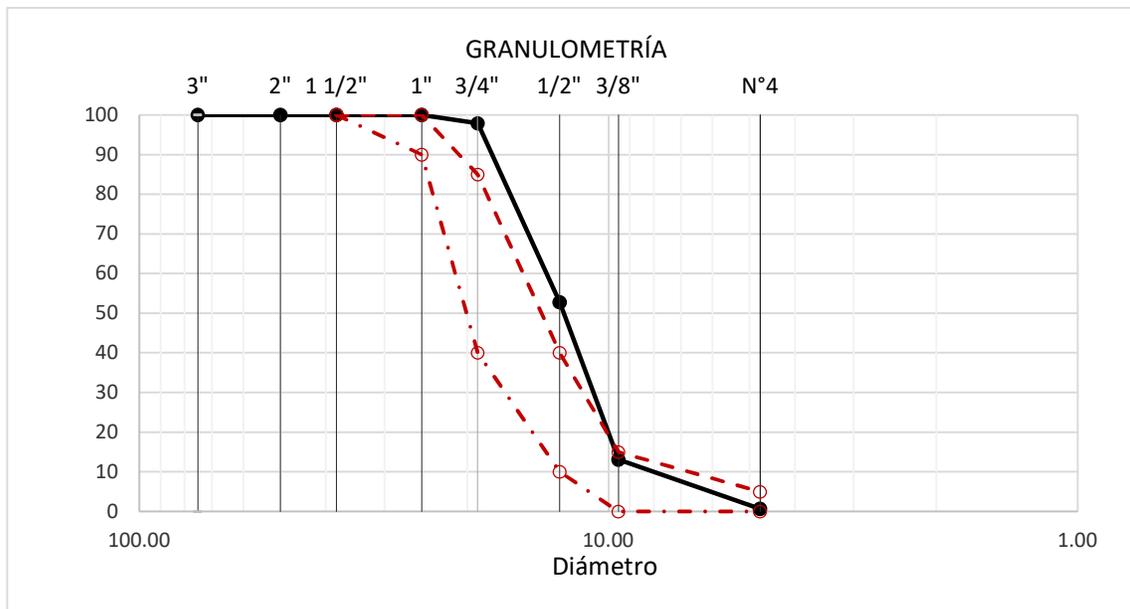


Figura 18. Curva granulométrica AG - Cantera: La Victoria - Pátapo

Interpretación: De la figura 18 podemos observar que la piedra chancada se encuentra mal graduada y heterogénea, encontrándose por fuera de los límites de gradación establecidos por la NTP 400.037 en el huso 56. Siendo su tamaño máximo nominal 3/4".

Tabla 8. Granulometría Piedra Chancada - Cantera: Tres Tomas

Análisis Granulométrico por tamizado					
N° Tamiz	Abertura (mm)	% Retenido	% Acumulados Retenido	% Que pasa Acumulados	HUSO 56
2"	50.00	0.0	0.0	100.0	
1 1/2"	38.00	0.0	0.0	100.0	100
1"	25.00	0.0	0.0	100.0	90 - 100
3/4"	19.00	562.2	16.1	83.9	40 - 85
1/2"	12.70	651.2	34.7	65.3	10 - 40
3/8"	9.52	432.3	47.1	52.9	0 - 15
N°4	4.75	1214.5	81.8	18.2	0 - 5
TAMAÑO MÁXIMO NOMINAL				3/4"	

Fuente: Elaboración propia.

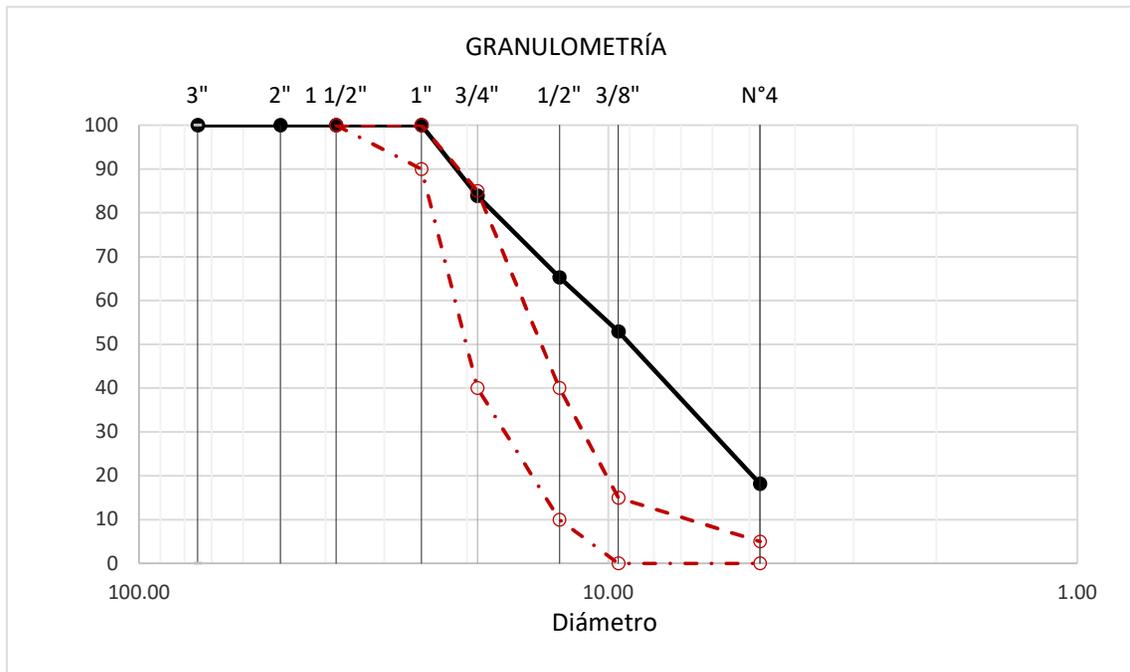


Figura 19. Curva granulométrica AG - Cantera: Tres Tomas

Interpretación: De la figura 19 podemos observar que la piedra chancada se encuentra mal graduada y heterogénea, encontrándose por fuera de los límites de gradación establecidos por la NTP 400.037 en el huso 56. Siendo su tamaño máximo nominal 3/4".

Tabla 9. Granulometría Piedra chancada - Cantera: Pacherez

Análisis Granulométrico por tamizado					
N° Tamiz	Abertura (mm)	% Retenido	% Acumulados Retenido	% Que pasa Acumulados	HUSO 56
2"	50.00	0.0	0.0	100.0	
1 1/2"	38.00	0.0	0.0	100.0	100
1"	25.00	0.0	0.0	100.0	90 - 100
3/4"	19.00	20.3	20.3	79.7	40 - 85
1/2"	12.70	46.6	66.9	33.1	10 - 40
3/8"	9.52	22.0	88.9	11.1	0 - 15
N°4	4.75	10.1	99.0	1.0	0 - 5

TAMAÑO MÁXIMO NOMINAL	3/4"
------------------------------	-------------

Fuente: Elaboración propia.

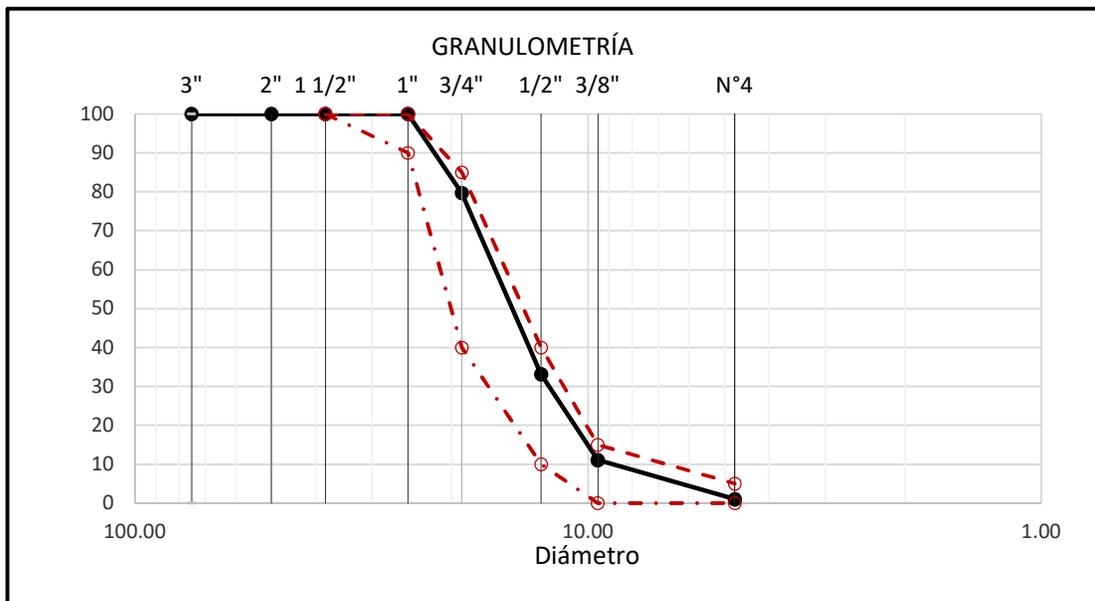


Figura 20. Curva granulométrica AG cantera: Pacherez

Interpretación: De la figura 20 podemos observar que la piedra chancada se encuentra bien graduada y homogénea, encontrándose dentro de los límites de gradación establecidos por la NTP 400.037 en el huso 56. Siendo su tamaño máximo nominal 3/4".

Finalmente, los agregados elegidos que cumple con las especificaciones y normativas son: arena gruesa cantera: La Victoria-Pátapo y piedra chancada cantera: Pacherez.

Masa por unidad de volumen y contenido de humedad de los agregados

Para la determinación del peso unitario se siguió la NTP 400.017:2011 la cual está basada en la ASTM C 29/C29M-2009; para el peso suelto se procedió a llenar un recipiente calibrado con la muestra de los agregados de tal forma que altura de la descarga no exceda los 50cm. Posteriormente se procede a nivelar la superficie del recipiente para luego pesar la muestra y registrar los valores.

Para el peso compactado se procede a llenar el recipiente en 3 capas las cuales serán apisonadas con una varilla metálica con 25 golpes por estrato, teniendo cuidado de que la primera capa la varilla no llegue hasta el fondo y en las capas posteriores la varilla no sobrepase la capa inferior. Posteriormente se procede a nivelar la superficie del recipiente para luego pesar la muestra y registrar los valores.

Para la determinación del contenido de humedad se siguió la NTP 339.185, para lo cual se procedió a separar parte de la muestra ya tamizada para posteriormente dejarla secar en el horno por 24h.

Peso unitario y contenido de humedad del agregado fino

Se registraron los datos del molde y se procedió a llenarlo con áridos en caída por gravedad, más adelante se procedió a pesar y efectuar los cálculos. El mismo procedimiento se hizo para el compactado pero esta vez haciendo uso de una varilla de acero para la compactación en 3 capas.



Figura 21. Compactación del AF para ensayo de Peso unitario compactado

Tabla 10. Resultados de Peso unitario para AF

Peso Unitario Suelto Húmedo	(Kg/m ³)	1495
Peso Unitario Suelto Seco	(Kg/m ³)	1495
Contenido de Humedad	(%)	0.70
Peso Unitario Compactado Húmedo	(Kg/m ³)	1636
Peso Unitario Compactado Seco	(Kg/m ³)	1625
Contenido de Humedad	(%)	0.70

Fuente: Elaboración propia.

Interpretación: De la tabla 10 se evidencia que el W% del agregado fino es de 0.70. El peso unitario suelto es de 1495 kg/cm³ y su peso unitario compactado es de 1625 kg/m³.

Peso unitario y contenido de humedad del agregado grueso

Se registraron las características del molde y se procedió a llenarlo con áridos en caída por gravedad, luego se procedió a pesar y efectuar los cálculos. El mismo procedimiento se hizo para el compactado pero esta vez haciendo uso de una varilla de acero para la compactación en 3 capas.



Figura 22. Peso unitario suelto del AG

Tabla 11. Resultados de Peso unitario para AG

Peso Unitario Suelto Húmedo	(Kg/m ³)	1360.28
Peso Unitario Suelto Seco	(Kg/m ³)	1360.28
Contenido de Humedad	(%)	0.56
Peso Unitario Compactado Húmedo	(Kg/m ³)	1508.39
Peso Unitario Compactado Seco	(Kg/m ³)	1499.95
Contenido de Humedad	(%)	0.56

Fuente: Elaboración propia.

Interpretación: De la tabla 11 podemos concluir que el W% del agregado grueso es de 0.56. El peso unitario suelto es de 1360.28 kg/cm³ y su peso unitario compactado es de 1499.95 kg/m³.

Densidad relativa de los agregados

Peso específico y absorción del agregado fino

Se consiguieron los resultados del ensayo efectuando de acuerdo a la norma NTP 400.021. En relación a los procedimientos efectuados se obtuvieron los siguientes resultados.



Figura 23. Ensayo de absorción del AF.

Tabla 12. Resultados peso específico y absorción del AF.

1.- PESO ESPECÍFICO DE MASA	(gr/cm ³)	2.543
2.- PORCENTAJE DE ABSORCIÓN	%	1.171

Fuente: Elaboración propia.

Interpretación: De la tabla 12 podemos evidenciar que el agregado fino tiene un peso específico de masa de 2.543 gr/cm³ y porcentaje de absorción de 1.171%

Peso específico y absorción del agregado grueso

El ensayo se realizó haciendo uso de la NTP 400.021. De acuerdo a los procedimientos ejecutados se llegaron a obtener los siguientes resultados en la siguiente tabla.



Figura 24. Ensayo de absorción de AG - canastilla sumergida

Tabla 13. Resultados peso específico y absorción del AG.

1.- PESO ESPECIFICO DE MASA	(gr/cm ³)	2.668
2.- PORCENTAJE DE ABSORCIÓN	%	1.390

Fuente: Elaboración propia.

Interpretación: De la tabla 13 podemos concluir que el agregado grueso tiene un peso específico de masa de 2.668 gr/cm³ y porcentaje de absorción de 1.390%

Diseño de mezcla de concreto $f'c=280\text{kg/cm}^2$

CEMENTO

- 1.- Tipo de cemento : Tipo I - PACASMAYO
- 2.- Peso específico : 3100 Kg/m^3

AGREGADOS:

Agregado fino:

Arena Gruesa - La Victoria - Pátapo

- 1.- Peso específico de masa 2.545 gr/cm^3
- 2.- Peso específico de masa S.S.S. 2.575 gr/cm^3
- 3.- Peso unitario suelto 1484.37 Kg/m^3
- 4.- Peso unitario compactado 1624.67 Kg/m^3
- 5.- % de absorción 1.17%
- 6.- Contenido de humedad 0.70%
- 7.- Módulo de fineza 3.08

Agregado grueso:

Piedra Chancada - Cantera Pacherres

- 1.- Peso específico de masa 2.671 gr/cm^3
- 2.- Peso específico de masa S.S.S. 2.709 gr/cm^3
- 3.- Peso unitario suelto 1352.67 Kg/m^3
- 4.- Peso unitario compactado 1499.95 Kg/m^3
- 5.- % de absorción 1.42%
- 6.- Contenido de humedad 0.56%
- 7.- Tamaño máximo $1" \text{ Pulg.}$
- 8.- Tamaño máximo nominal $3/4" \text{ Pulg.}$

Granulometría:

Malla	% Retenido	% Acumulado que pasa
3/8"	0.4	99.6
Nº 04	4.7	95.0
Nº 08	12.5	82.5
Nº 16	21.8	60.7
Nº 30	27.6	33.1
Nº 50	17.2	16.0
Nº 100	11.0	4.9
Fondo	4.9	0.0

Malla	% Retenido	% Acumulado que pasa
2"	0.0	100.0
1 1/2"	0.0	100.0
1"	0.0	100.0
3/4"	20.3	79.7
1/2"	46.6	33.1
3/8"	22.0	11.1
Nº 04	10.1	1.0
Fondo	1.0	0.0

Resultados del diseño de mezcla:

Asentamiento obtenido	:	3	Pulgadas
Peso unitario del concreto fresco	:	2401	Kg/m ³
Resistencia promedio a los 7 días	:	182	Kg/cm ²
Porcentaje promedio a los 7 días	:	0.65	%
Factor cemento por M ³ de concreto	:	11.3	bolsas/m ³
Relación agua cemento de diseño	:	0.570	

Cantidad de materiales por metro cúbico:

- Cemento = 482 Kg/m³ : Tipo I - PACASMAYO
- Agua = 294 L : Potable de la zona.
- Agregado fino = 789 Kg/m³ : Arena Gruesa - La Victoria - Pátapo
- Agregado grueso = 837 Kg/m³ : Piedra Chancada - Cantera Pacherras

Proporción en peso:

Cemento	Arena	Piedra	Agua
1.0	1.64	1.74	25.9 Lts/pie ³

Proporción en volumen:

1.0	1.66	1.93	25.9 Lts/pie ³
-----	------	------	---------------------------



Figura 25. Mezclado de material para diseño de mezcla

Objetivo Especifico 1: Determinar el efecto que tiene la incorporación de fibra sintética y metálica en las propiedades físicas del concreto en pavimentos rígidos, avenida Colectora, Chiclayo, 2022.

Determinación del Asentamiento (Slump)

Al momento de calcular el asentamiento y la consistencia del concreto, se cogió parte de la mezcla elaborada luego de tener el concreto uniforme, a continuación apoyándose con un cucharón se insertó el concreto en el cono metálico, cuidando de que este en todo momento se mantenga fijo con respecto a la plancha metálica, en tres estratos compactando con 25 golpes cada uno de ellos con la varilla de acero que tiene la punta en forma de bala con un diámetro de 16 mm y de aproximadamente 60cm de largo, posteriormente se retiró el molde lentamente para realizar la medida de asentamiento del concreto fresco que es la diferencia vertical de la altura del cono metálico y el centro de la superficie superior de la mezcla. Verificando de tal forma que cumpla con la normativa de asentamiento para losas y pavimentos el cual se encuentra entre 1" y 3" según el comité ACI 211.1.



Figura 26. Ensayo del asentamiento del concreto.

Tabla 14. Resultados de la trabajabilidad del concreto.

Diseño	IDENTIFICACION	Diseño f'c (kg/cm ²)	Asentamiento	
			Obtenido (pulg)	Obtenido (cm)
CP-280	Concreto Patrón, f'c =280	280	3.00	7.62
FS-3KG	Concreto Patrón, f'c =280 + 3kg Fibra Sintética/m3 Concreto	280	3.00	7.62
FS-6KG	Concreto Patrón, f'c =280 + 6kg Fibra Sintética/m3 Concreto	280	2.50	6.35
FS-9KG	Concreto Patrón, f'c =280 + 9kg Fibra Sintética/m3 Concreto	280	2.00	5.08
FM-10KG	Concreto Patrón, f'c =280 + 10kg Fibra Metálica/m3 Concreto	280	2.75	6.99
FM-20KG	Concreto Patrón, f'c =280 + 20kg Fibra Metálica/m3 Concreto	280	2.25	5.72
FM-30KG	Concreto Patrón, f'c =280 + 30kg Fibra Metálica/m3 Concreto	280	2.00	5.08

Fuente: Elaboración propia.

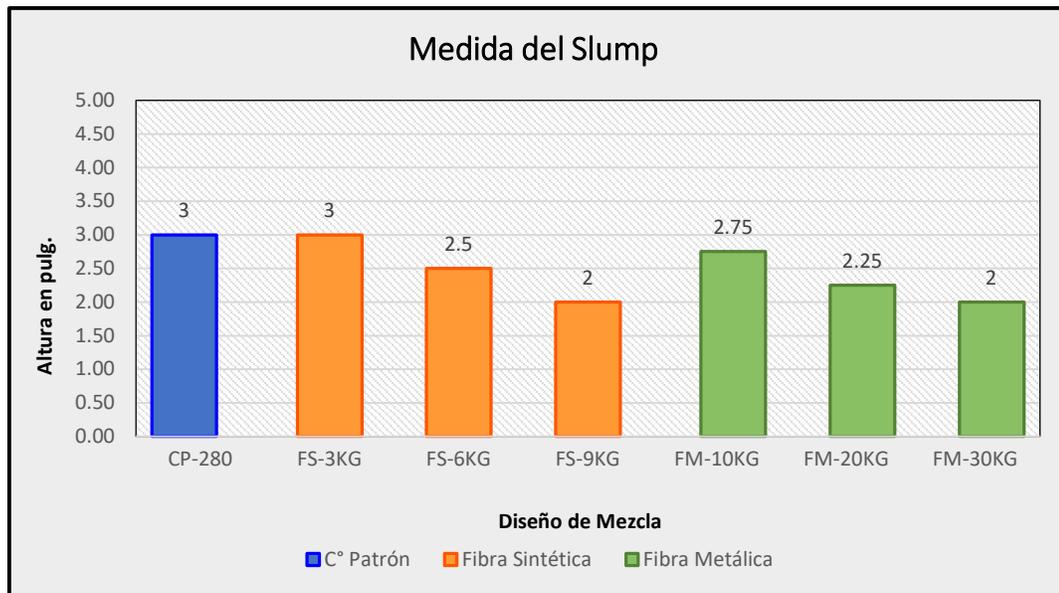


Figura 27. Asentamiento del concreto fresco

Interpretación: De los resultados de la figura 27 podemos evidenciar que el slump del diseño CP-280 es de 3", con dosis de FS 3, 6 y 9 kg/m³ los valores son 3", 2.5" y 2" y con dosis FM 10, 20 y 30 kg/m³ los valores son 2.75", 2.25" y 2" respectivamente. Se constata que tanto en la FS como en la FM el slump disminuye hasta 33.33% conforme va aumentando la dosificación de las fibras. Las medidas del asentamiento cumplen con la normativa ACI 211.1 para el diseño de mezclas donde indica que el slump debe estar entre 1" y 3".

Determinación de Contenido de Aire Atrapado

Posteriormente a la obtención del PUC en ese mismo recipiente lleno se procede a tapar la Olla de Washington y llenar con una piseta con agua los niveles de las válvulas. Por último, se procedió a anotar los datos.



Figura 28. Ensayo contenido de aire del concreto

Tabla 15. Resultados de contenido de aire de las mezclas de C°

Muestra N°	IDENTIFICACION	Diseño f'c (kg/cm ²)	Contenido de aire - Método por presión (%)		
			Hora del ensayo (Hr)	Tipo de medidor	Contenido de aire (%)
CP-280	Concreto Patrón, f'c =280	280	9:30 a. m.	Medidor "B"	1.10
FS-3KG	Concreto Patrón, f'c =280 + 3kg Fibra Sintética/m3 Concreto	280	10:30 a. m.	Medidor "B"	1.20
FS-6KG	Concreto Patrón, f'c =280 + 6kg Fibra Sintética/m3 Concreto	280	11:00 a. m.	Medidor "B"	1.70
FS-9KG	Concreto Patrón, f'c =280 + 9kg Fibra Sintética/m3 Concreto	280	11:30 a. m.	Medidor "B"	1.80
FM-10KG	Concreto Patrón, f'c =280 + 10kg Fibra Metálica/m3 Concreto	280	12:30 p. m.	Medidor "B"	1.25
FM-20KG	Concreto Patrón, f'c =280 + 20kg Fibra Metálica/m3 Concreto	280	1:00 p. m.	Medidor "B"	1.50
FM-30KG	Concreto Patrón, f'c =280 + 30kg Fibra Metálica/m3 Concreto	280	1:30 p. m.	Medidor "B"	1.50

Fuente: Elaboración propia.

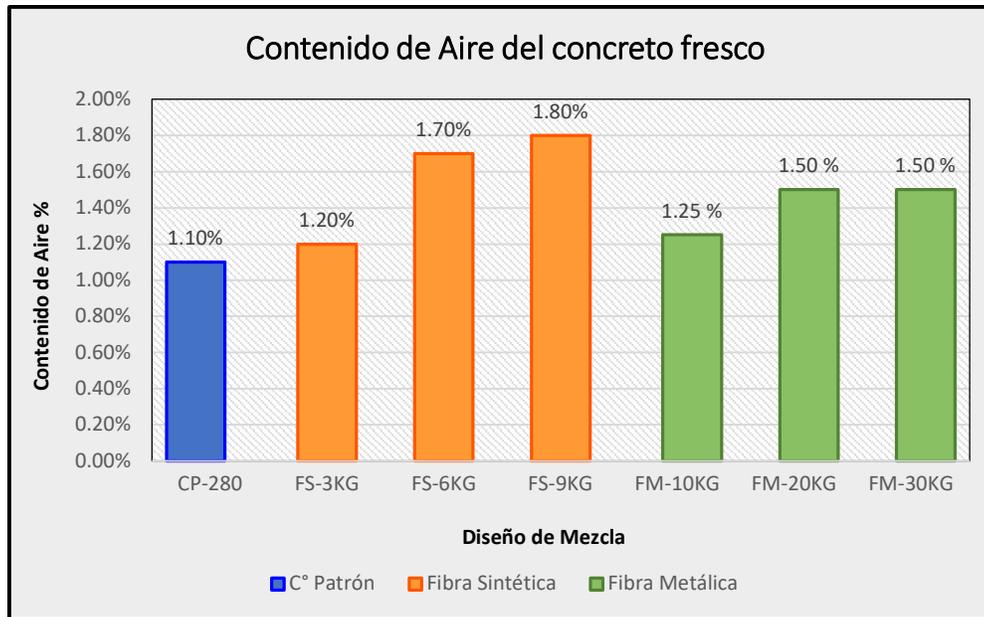


Figura 29. Contenido de aire del concreto fresco.

Interpretación: Los resultados obtenidos en los ensayos, se efectuaron a la muestra patrón $f'c = 280 \text{ kg/cm}^2$ el cual fue de 1.10% y la dosis de FS de 3kg, 6kg y 9 kg/m^3 , arrojaron como resultados: 1.20%, 1.70% y 1.80% respectivamente mientras que para la dosis de FM de 10 kg/m^3 , 20 kg/m^3 y 30 kg/m^3 se obtuvo como resultados 1.25%, 1.50% y 1.50% respectivamente, evidenciando un aumento hasta en 63.34% para la FS en dosis de 9 kg/m^3 y un 36.36% para la FM en dosis de 30 kg/m^3 . Todas las dosificaciones cumplen con el contenido de aire máximo que es 2% para el diseño planteando y estipulado en la normativa ACI 211.1.

Determinación de la Temperatura

Este ensayo se efectuó después de que la mezcla este uniformemente homogenizada en un contenedor no absorbente el cual servirá para verter como mínimo de 3" de concreto alrededor del sensor de temperatura. De esta manera se verificó la temperatura para el concreto patrón como para cada % de adición de fibra sintética y metálica, las cuales fueron:



Figura 30. Ensayo de temperatura del concreto fresco.

Tabla 16. Resultados de temperatura del concreto patrón y adicionados

Diseño	IDENTIFICACION	Diseño f'c (kg/cm ²)	Temperatura (C°)
CP-280	Concreto Patrón, f'c =280	280	24.0
FS-3KG	Concreto Patrón, f'c =280 + 3kg Fibra Sintética/m3 Concreto	280	24.5
FS-6KG	Concreto Patrón, f'c =280 + 6kg Fibra Sintética/m3 Concreto	280	24.0
FS-9KG	Concreto Patrón, f'c =280 + 9kg Fibra Sintética/m3 Concreto	280	23.1
FM-10KG	Concreto Patrón, f'c =280 + 10kg Fibra Metálica/m3 Concreto	280	21.5
FM-20KG	Concreto Patrón, f'c =280 + 20kg Fibra Metálica/m3 Concreto	280	20.0
FM-30KG	Concreto Patrón, f'c =280 + 30kg Fibra Metálica/m3 Concreto	280	20.0

Fuente: Elaboración propia.

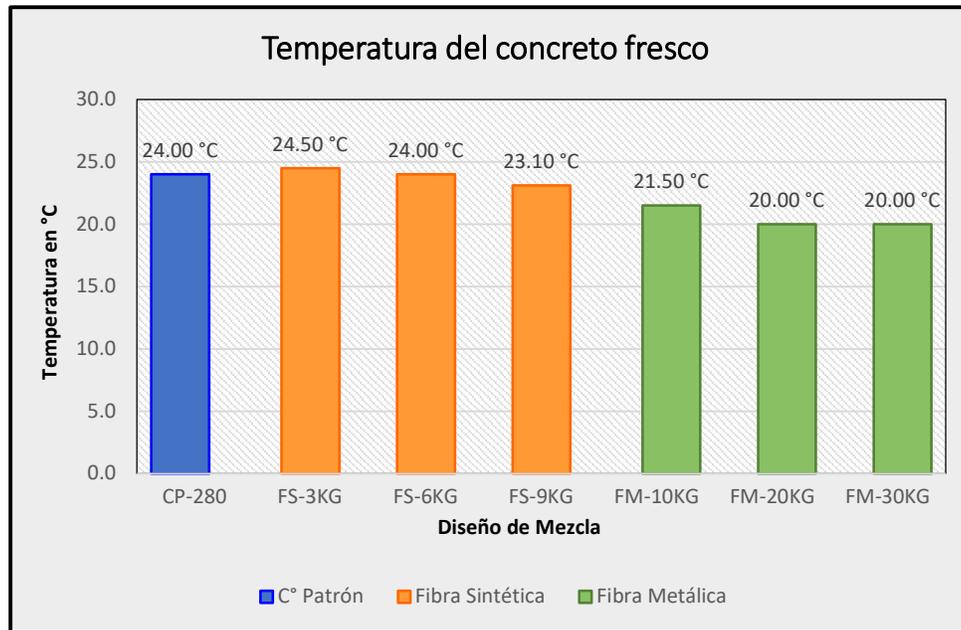


Figura 31. Temperatura del concreto fresco

Interpretación: En la figura 31 se evidencian los valores en grados Celsius los cuales para el concreto patrón se obtiene una temperatura de 24°C; para la el concreto con adición de FS se obtiene 24.5°, 24° y 23.1° para las dosificaciones de 3kg/m³, 6kg/m³ y 9kg/m³ respectivamente. Y para la adición de fibra metálica se obtiene 21.5°, 20° y 20° para las dosificaciones de 10kg/m³, 20kg/m³ y 30kg/m³ respectivamente. Para las dosis de FS no varía la temperatura significativamente, mientras que en la FM llega a decrecer hasta en un 16.67% para la dosis de 30 kg/m³. Todas las dosificaciones mantienen temperaturas adecuadas entre 10° y 32° para el diseño según la norma E 0.60.

Determinación de la Peso Unitario

Para precisar el peso unitario del concreto es necesario, verter la muestra sobre un molde llamado olla de Washington, posteriormente se procedió a enrazar y luego se logrará precisar el valor del peso unitario del concreto en estado fresco solo y con las adiciones de fibras sintéticas y metálicas.



Figura 32. Ensayo peso unitario fresco del concreto

Tabla 17. Resultados peso unitario del concreto fresco para todos los diseños.

Muestra	IDENTIFICACION	Diseño f'c (kg/cm ²)	DENSIDAD (Kg/m ³)
CP-280	Concreto Patrón, f'c =280	280	2342
FS-3KG	Concreto Patrón, f'c =280 + 3kg Fibra Sintética/m3 Concreto	280	2333
FS-6KG	Concreto Patrón, f'c =280 + 6kg Fibra Sintética/m3 Concreto	280	2327
FS-9KG	Concreto Patrón, f'c =280 + 9kg Fibra Sintética/m3 Concreto	280	2301
FM-10KG	Concreto Patrón, f'c =280 + 10kg Fibra Metálica/m3 Concreto	280	2343
FM-20KG	Concreto Patrón, f'c =280 + 20kg Fibra Metálica/m3 Concreto	280	2345
FM-30KG	Concreto Patrón, f'c =280 + 30kg Fibra Metálica/m3 Concreto	280	2348

Fuente: Elaboración propia.

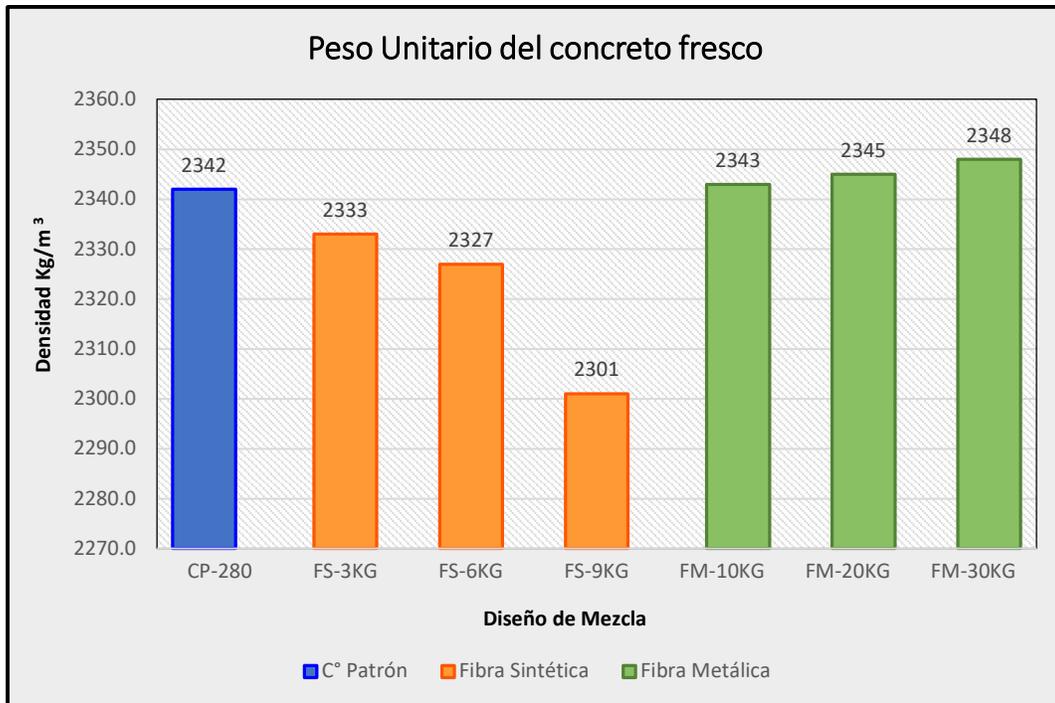


Figura 33. Peso unitario del concreto fresco.

Interpretación: Los resultados alcanzados en los ensayos, se efectuaron a la muestra patrón $f'c = 280 \text{ kg/cm}^2$ el cual fue de 2342 kg/m^3 y las dosificaciones de 3 kg/m^3 , 6 kg/m^3 y 9 kg/m^3 de fibra sintética, obteniendo como resultados un peso unitario de: 2333 kg/m^3 , 2327 kg/m^3 y 2301 kg/m^3 mientras que para la dosificación de fibra metálica de 10 kg/m^3 , 20 kg/m^3 y 30 kg/m^3 se obtuvo como resultados 2343 kg/m^3 , 2345 kg/m^3 y 2348 kg/m^3 respectivamente. Se evidencia que con la FS el PU decrece hasta en un 1.75% mientras que con la FM aumenta el PU hasta en un 0.26%. Para todas las dosificaciones el PU cumple con la normativa E 0.60 de estar entre 2200 kg/m^3 y 2400 kg/m^3 .

Objetivo Especifico 2: Determinar el efecto que tiene la incorporación de fibra sintética y metálica en las propiedades mecánicas del concreto en pavimentos rígidos, avenida Colectora, Chiclayo, 2022.

De las propiedades mecánicas del concreto endurecido

Es el ensayo más utilizado en probetas cilíndricas debido a que es un parámetro importante de las propiedades del concreto. Los ensayos se llevaron a cabo siguiendo las normas NTP 339.034 y NTP 339.183, los mismo que se evaluaron y compararon entre un diseño patrón y diferentes dosificaciones de fibra sintética y metálica. El análisis del resultado se hace mediante la obtención del promedio de 3 probetas por edad y dosificación.

Ensayo de resistencia a la compresión en los 7 días



Figura 34. Ensayo de resistencia a la compresión a los 7 días

Tabla 18. Resultados de resistencia a la compresión a los 7 días de edad

Muestras N°	IDENTIFICACIÓN	Diseño f'c	Carga (Kgf)	Diámetro (Cm)	Área (cm ²)	f'c (Kg/Cm ²)	% de resistencia
3	CP - 280	280	33740	15.21	182	185.6	66.29%
3	FS - 3KG	280	30767	15.24	182	168.7	60.24%
3	FS - 6KG	280	38905	15.26	183	212.7	75.97%
3	FS - 9KG	280	34026	15.23	182	186.7	66.66%
3	FM - 10KG	280	39434	15.24	182	216.2	77.21%
3	FM - 20KG	280	33390	15.29	184	181.9	64.97%
3	FM - 30KG	280	31605	15.28	183	172.4	61.58%

Fuente: Elaboración propia.

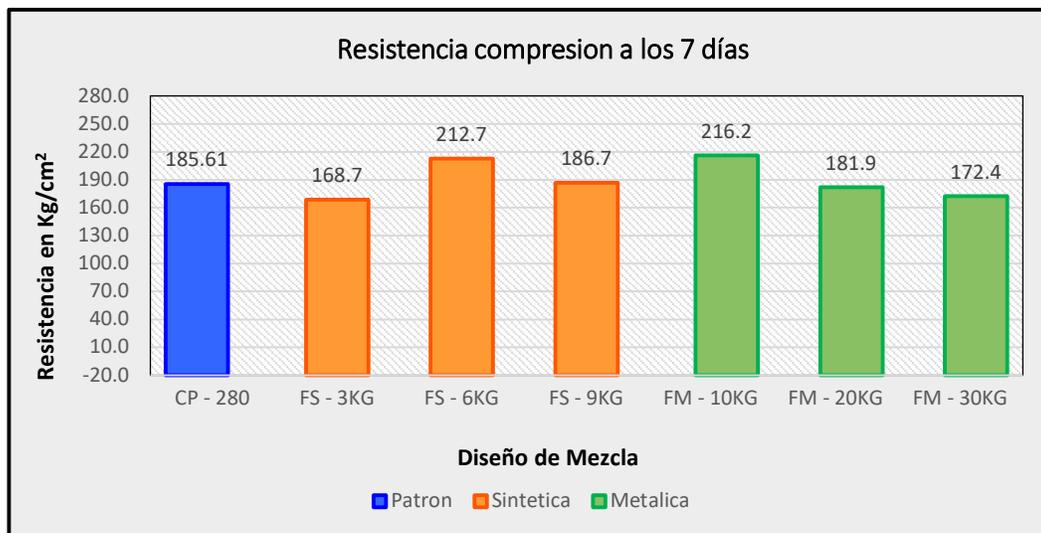


Figura 35. Gráfica de la resistencia promedio a la compresión a los 7 días

Interpretación: De la figura 35 se evidencia que la resistencia para el CP es de 185.61 kg/cm², para las dosis de FS de 3 kg/m³, 6 kg/m³ y 9 kg/m³ alcanza valores de 168.7 kg/cm², 212.7 kg/cm² y 186.7 kg/cm² respectivamente mientras que para la FM en dosis de 10 kg/m³, 20 kg/m³ y 30 kg/m³ obtiene valores de 216.2 kg/cm², 181.9 kg/cm² y 172.4 kg/cm² respectivamente. Se constata que con la FS se reduce en un 9.12% para la dosis de 3 Kg/m³ y aumenta hasta en 14.60% para la dosis de 6 Kg/m³, mientras que con la FM en dosis de 10 Kg/m³ aumenta hasta en 16.48% para la dosis de 30 Kg/m³ decrece hasta en 7.10%. Como consecuencia para este ensayo se considera como dosis óptimas FS-6kg y FM-10kg.

Ensayo de resistencia a la compresión en los 14 días



Figura 36. Ensayo de resistencia a la compresión a los 14 días

Tabla 19. Resultados de resistencia a la compresión a los 14 días de edad

Muestras Nº	IDENTIFICACIÓN	Diseño f'c	Carga (Kgf)	Diámetro (Cm)	Área (cm ²)	f'c (Kg/Cm ²)	% de resistencia
3	CP - 280	280	45627	15.20	181	251.6	89.86%
3	FS - 3KG	280	41015	15.22	182	225.4	80.51%
3	FS - 6KG	280	48584	15.20	181	267.9	95.68%
3	FS - 9KG	280	42912	15.20	182	236.4	84.43%
3	FM - 10KG	280	50219	15.23	182	275.7	98.45%
3	FM - 20KG	280	45583	15.26	183	249.2	89.00%
3	FM - 30KG	280	41912	15.21	182	230.7	82.40%

Fuente: Elaboración propia.

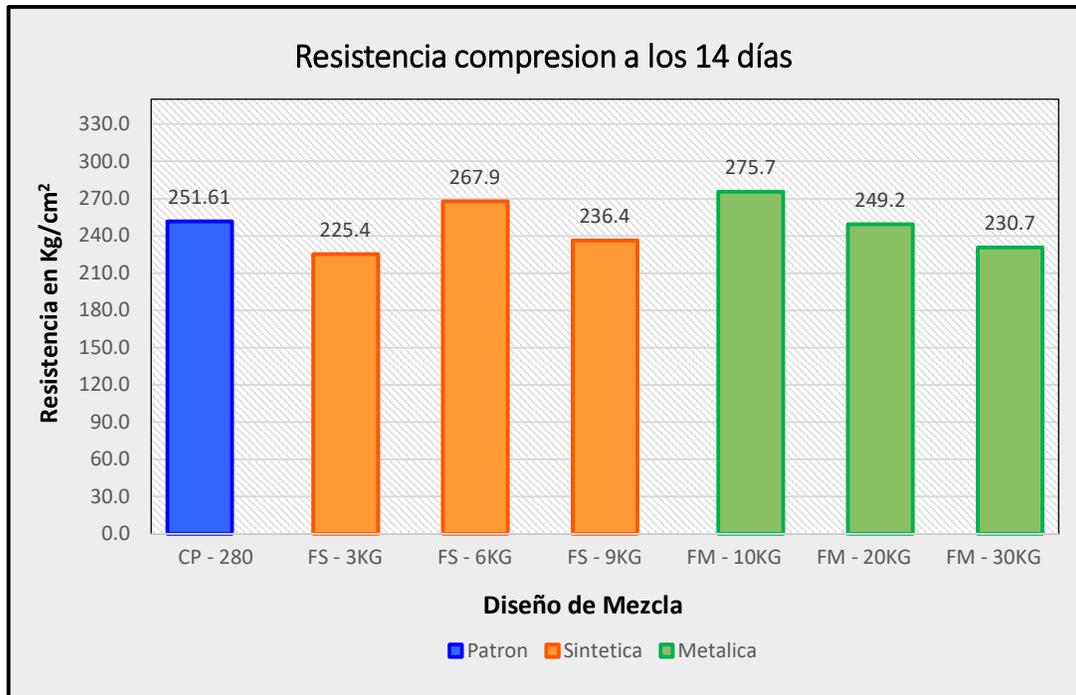


Figura 37. Gráfica de la resistencia promedio a la compresión a los 14 días

Interpretación:

De la figura 37 se evidencia que la resistencia para el CP es de 251.61 kg/cm², para las dosis de FS de 3 kg/m³, 6 kg/m³ y 9 kg/m³ alcanza valores de 225.4 kg/cm², 267.9 kg/cm² y 236.4 kg/cm² respectivamente mientras que para la FM en dosis de 10 kg/m³, 20 kg/m³ y 30 kg/m³ obtiene valores de 275.7 kg/cm², 249.2 kg/cm² y 230.7 kg/cm² respectivamente. Se constata que con la FS se reduce en un 10.41% para la dosis de 3 Kg/m³ y aumenta hasta en 6.48% para la dosis de 6 Kg/m³, mientras que con la FM en dosis de 10 Kg/m³ aumenta hasta en 9.56% para la dosis de 30 Kg/m³ decrece hasta en 8.30%. Como consecuencia se considera como dosis optimas FS-6kg y FM-10kg.

Ensayo de resistencia a la compresión a los 28 días



Figura 38. Ensayo de resistencia a la compresión a los 28 días

Tabla 20. Resultados de la resistencia a la compresión a los 28 días

Muestras Nº	IDENTIFICACIÓN	Diseño f'c	Carga (Kgf)	Diámetro (Cm)	Área (cm ²)	f'c (Kg/Cm ²)	% de resistencia
3	CP - 280	280	52017	15.22	182	285.9	102.09%
3	FS - 3KG	280	46618	15.25	183	255.3	91.16%
3	FS - 6KG	280	53188	15.22	182	292.4	104.41%
3	FS - 9KG	280	49232	15.24	182	269.9	96.39%
3	FM - 10KG	280	57963	15.22	182	318.6	113.80%
3	FM - 20KG	280	51506	15.25	183	282.0	100.71%
3	FM - 30KG	280	48830	15.26	183	267.0	95.34%

Fuente: Elaboración propia.

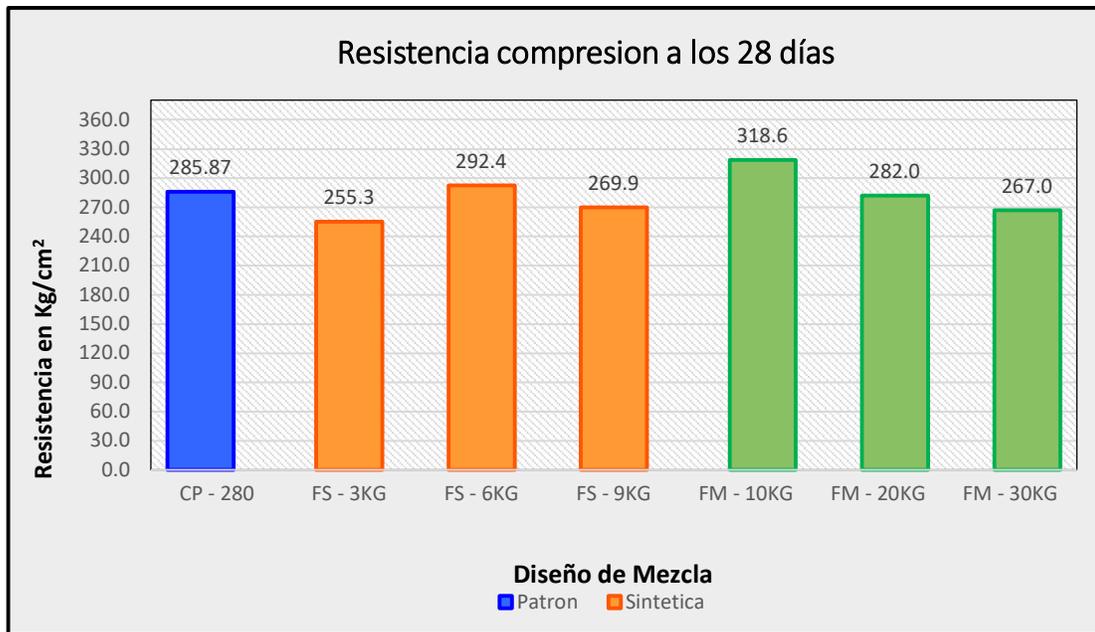


Figura 39. Gráfica de la resistencia promedio a la compresión a los 28 días.

Interpretación:

De la figura 39 se evidencia que la resistencia para el CP es de 285.87 kg/cm², para las dosis de FS de 3 kg/m³, 6 kg/m³ y 9 kg/m³ alcanza valores de 255.3 kg/cm², 292.4 kg/cm² y 269.9 kg/cm² respectivamente mientras que para la FM en dosis de 10 kg/m³, 20 kg/m³ y 30 kg/m³ obtiene valores de 318.6 kg/cm², 282 kg/cm² y 267 kg/cm² respectivamente. Se constata que con la FS se reduce en un 10.71% para la dosis de 3 Kg/m³ y aumenta hasta en 2.27% para la dosis de 6 Kg/m³, mientras que con la FM en dosis de 10 Kg/m³ aumenta hasta en 11.46%, para la dosis de 30 Kg/m³ decrece hasta en 6.61%. Como consecuencia se considera como dosis optimas FS-6kg y FM-10kg. Los ensayos fueron realizados cumpliendo la normativa NTP 339.034.

En resumen, las dosificaciones que llegaron a aportar un incremento adicional a la resistencia inicial fueron las dosificaciones de 6 Kg/m³ en FS y 10 Kg/m³ en FM, dichos aumentos significaron 2.27% y 11.46% respectivamente.

Ensayo de resistencia a la tracción a los 28 días

Tabla 21. Resultados de la resistencia a la tracción a los 28 días.

Muestra N°	IDENTIFICACIÓN	Diseño f'c (kg/cm ²)	P carga (KN)	d diámetro (mm)	l longitud (mm)	T (kg/cm ²)	% de resistencia
3	CP - 280	280	238	152	301	33.1	11.81%
3	FS - 3KG	280	250	152	300	34.8	12.43%
3	FS - 6KG	280	259	150	300	36.6	13.07%
3	FS - 9KG	280	216	153	302	29.9	10.68%
3	FM - 10KG	280	244	151	300	34.2	12.23%
3	FM - 20KG	280	260	151	300	36.4	13.01%
3	FM - 30KG	280	253	150	300	35.7	12.76%

Fuente: Elaboración propia.

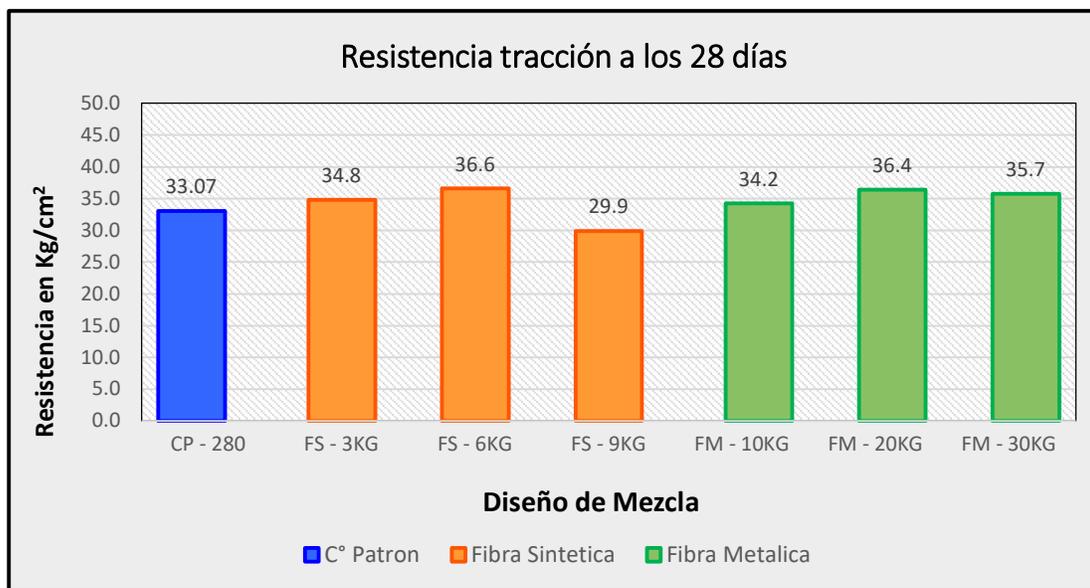


Figura 40. Gráfica de la resistencia promedio a la tracción a los 28 días.

Interpretación: De la figura 40 se evidencia que la resistencia para el CP es de 33.07 kg/cm², para las dosis de FS de 3 kg/m³, 6 kg/m³ y 9 kg/m³ alcanza valores de 34.8 kg/cm², 36.60 kg/cm² y 29.9 kg/cm² respectivamente mientras que para la FM en dosis de 10 kg/m³, 20 kg/m³ y 30 kg/m³ obtiene valores de 34.2 kg/cm², 36.4 kg/cm² y 35.7 kg/cm² respectivamente. Se constata que con la FS se reduce en un 9.55% para la dosis de 9 Kg/m³ y aumenta hasta en 10.63% para la dosis de 6

Kg/m³, mientras que con la FM en dosis de 20 Kg/m³ aumenta a un máximo de hasta 10.13% y en la dosis de 10 Kg/m³ aumenta hasta en 3.56%. Como consecuencia se considera como dosis optimas FS-6kg y FM-20kg. Los ensayos fueron realizados cumpliendo la normativa NTP 339.084.

Ensayo de resistencia a la flexión a los 28 días

Tabla 22. Resultados de la resistencia a la flexión a los 28 días.

Muestra N°	IDENTIFICACIÓN	P prom. (N)	L (mm)	b (mm)	h (mm)	M _r (Kg/cm ²)	% de resistencia
3	CP - 280	41080	450	150	151	54.4	19.43%
3	FS - 3KG	44010	450	150	151	58.2	20.77%
3	FS - 6KG	45230	450	150	151	59.9	21.40%
3	FS - 9KG	47263	450	150	151	62.4	22.30%
3	FM - 10KG	48050	450	150	151	63.6	22.72%
3	FM - 20KG	50930	450	150	151	67.4	24.08%
3	FM - 30KG	52323	450	150	150	69.8	24.92%

Fuente: Elaboración propia.

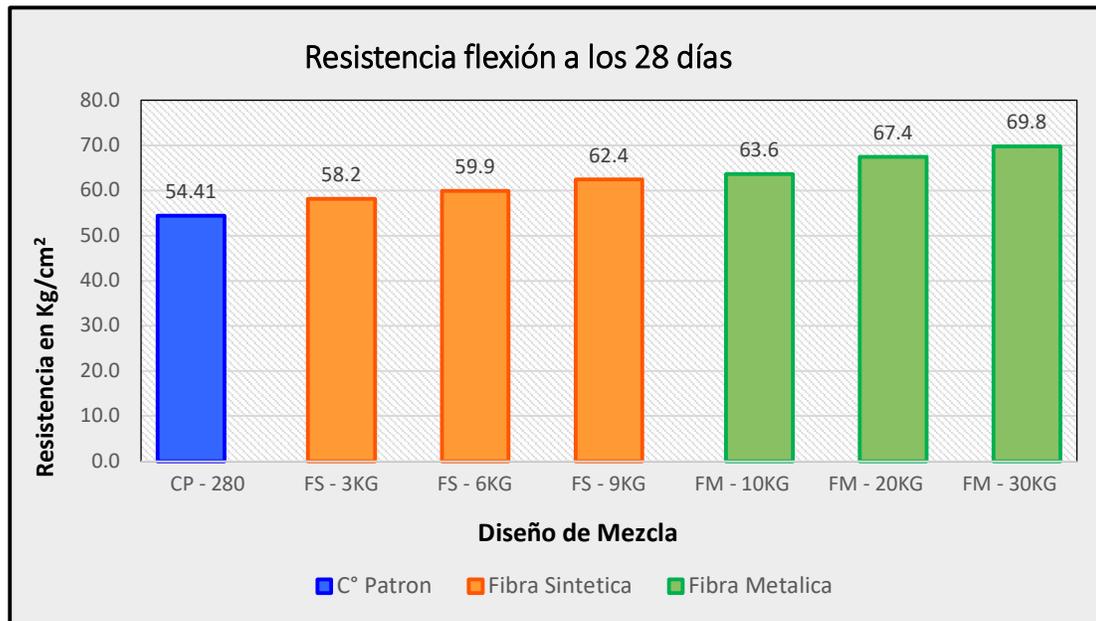


Figura 41. Gráfica de la resistencia promedio a la flexión a los 28 días

Interpretación:

De la figura 41 se evidencia que la resistencia para el CP es de 54.41 kg/cm², para las dosis de FS de 3 kg/m³, 6 kg/m³ y 9 kg/m³ alcanza valores de 58.2 kg/cm², 59.9 kg/cm² y 62.4 kg/cm² respectivamente mientras que para la FM en dosis de 10 kg/m³, 20 kg/m³ y 30 kg/m³ obtiene valores de 63.6 kg/cm², 67.4 kg/cm² y 69.8 kg/cm² respectivamente. Se constata que con la FS incrementa en 6.89%, 10.10% y 14.75 % respectivamente mientras que con la FM incrementa en 16.92%, 23.92% y 28.22 % para cada dosificación de fibra. Como consecuencia se considera como dosis optimas FS-9kg y FM-30kg. Los ensayos fueron realizados cumpliendo la normativa NTP 339.078.

Objetivo Especifico 3:

Determinar el efecto que tiene la dosificación de fibra sintética y metálica en el comportamiento mecánico del concreto en pavimentos rígidos, avenida Colectora, Chiclayo, 2022

Influencia de la FS y la FM en la trabajabilidad, contenido de aire y PU del concreto

Se presenta la tabla siguiente con una sinopsis de la trabajabilidad, contenido de aire y PU del concreto patrón y de los diseños con las diferentes cantidades de adición de fibra sintética y metálica para diagnosticar la influencia sobre el concreto inicial.

Tabla 23. Influencia da la FS y FM en la trabajabilidad, contenido de aire y P.U. del concreto.

Resumen de la trabajabilidad, Contenido de aire y Peso unitario de las FS y FM en el concreto				
Diseño de Mezcla	Slump (pulg)	Contenido de Aire (%)	P. U. del C° (kg/m ³)	Rendimiento
CP - 280	3	1.1	2342	Cumple
FS - 3KG	3	1.2	2333	Cumple
FS - 6KG	2.5	1.7	2327	Cumple
FS - 9KG	2	1.8	2301	Cumple
FM - 10KG	2.75	1.25	2343	Cumple
FM - 20KG	2.25	1.5	2345	Cumple
FM - 30KG	2	1.5	2348	Cumple

Fuente: Elaboración propia.

Interpretación: De la tabla 23 podemos observar un resumen de las propiedades físicas del concreto para los diferentes diseños de mezcla y dosificaciones. Los resultados del Slump se encuentran en el rango de 2" y 3" los cuales se encuentran dentro de los valores que recomienda el ACI 211. Por su parte el contenido de aire se encuentra en los valores 1% y 2% cumpliendo de igual manera las recomendaciones de la norma. Finalmente, los pesos unitarios también cumplen las recomendaciones al estar en el rango de 2200 kg/m³ y 2400 kg/m³ que es donde se debe encontrar la densidad promedio del concreto.

Influencia de resistencia en compresión de la fibra sintética y metálica

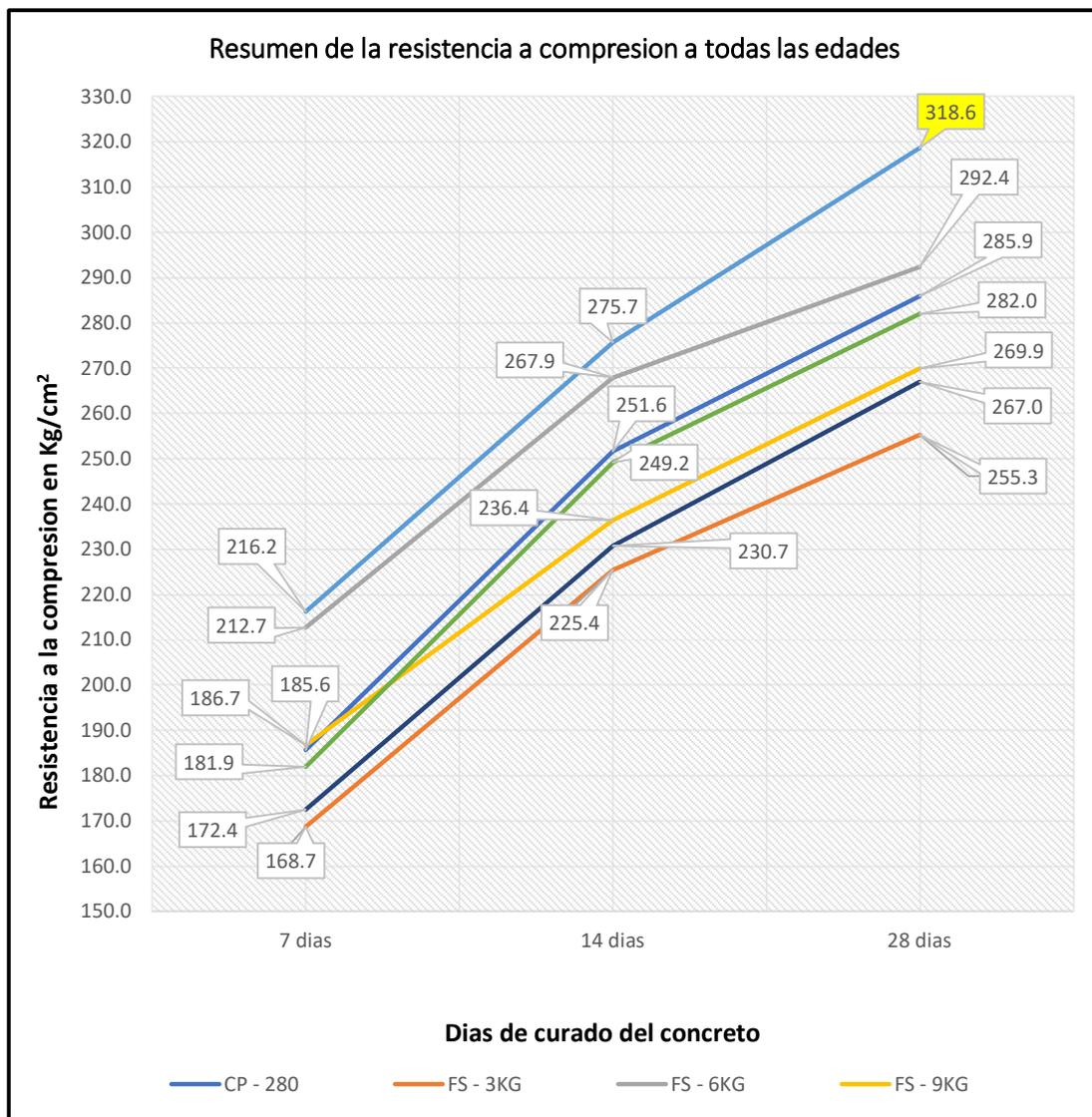


Figura 42. Gráfica de la influencia de la FS y la FM en la resistencia a la compresión del concreto

Interpretación: Se observa el gráfico el cual contiene la resistencia a la compresión a lo largo de las distintas edades de curado del concreto. De la figura 42 podemos deducir que conforme va subiendo las edades y las dosificaciones de las fibras en el concreto la resistencia sigue en crecimiento. Determinamos que la máxima resistencia la obtiene la dosificación FM – 10kg con 318 Kg/cm² a los 28 días superando al concreto patrón en 11.46% y la resistencia mínima la obtiene la dosificación FS – 3kg con 255.3 Kg/cm² a los 28 días estando por debajo del C° P en un 10.71% menos. Se considera como dosificación optima a la FS – 6KG y FM – 10Kg.

Influencia de resistencia a la tracción de la fibra sintética y metálica

En la figura 43 se observa la tendencia de la resistencia a la tracción del concreto a los 28 días conforme se adiciona la fibra sintética y la fibra metálica para establecer la influencia de dichas fibras en un concreto de resistencia f'c=280 kg/cm².

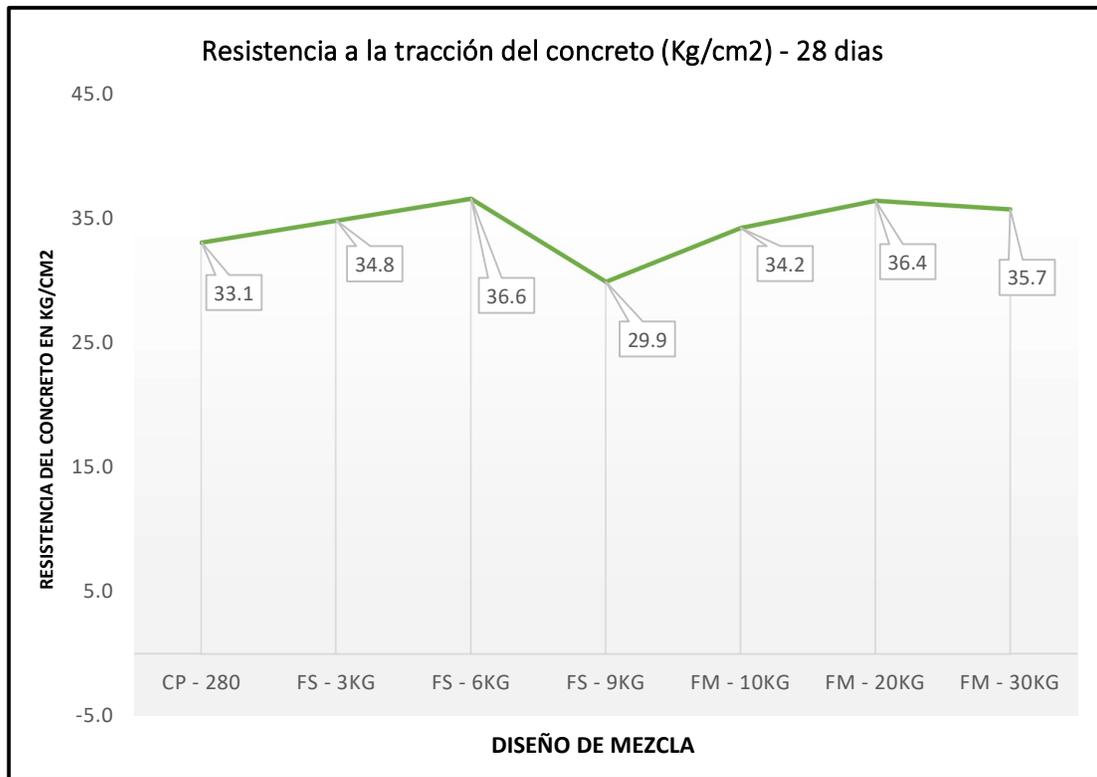


Figura 43. Influencia de la dosificación de FS y FM en la resistencia a la tracción del concreto

Interpretación: Se observa el gráfico de la figura 43 el cual contiene la resistencia a la tracción a la edad de 28 días de curado del concreto. Determinamos que la máxima resistencia la obtiene la dosificación FS – 6kg con 36.6 Kg/cm² a los 28 días superando al concreto patrón en 10.63% y la resistencia mínima a la tracción la obtiene la dosificación FS – 9kg con 29.9 Kg/cm² a los 28 días estando por debajo del C° P en un 9.55% menos. Podemos deducir que el aporte que hacen las fibras metálicas en la resistencia está presente pero no por ello significativas siendo sus resultados de 34.2 Kg/cm², 36.4 Kg/cm², y 35.7 Kg/cm² para las dosificaciones de 10 kg/m³, 20 kg/m³ y 30 kg/m³ respectivamente, superando al C° P en 3.56%, 10.13% y 8.05% de la misma manera.

Influencia de resistencia a la flexión de la fibra sintética y metálica

En la figura 44 se observa la tendencia de la resistencia a la flexión del concreto a los 28 días conforme se adiciona la fibra sintética y la fibra metálica para establecer la influencia de dichas fibras en un concreto de resistencia $f'c=280$ kg/cm².

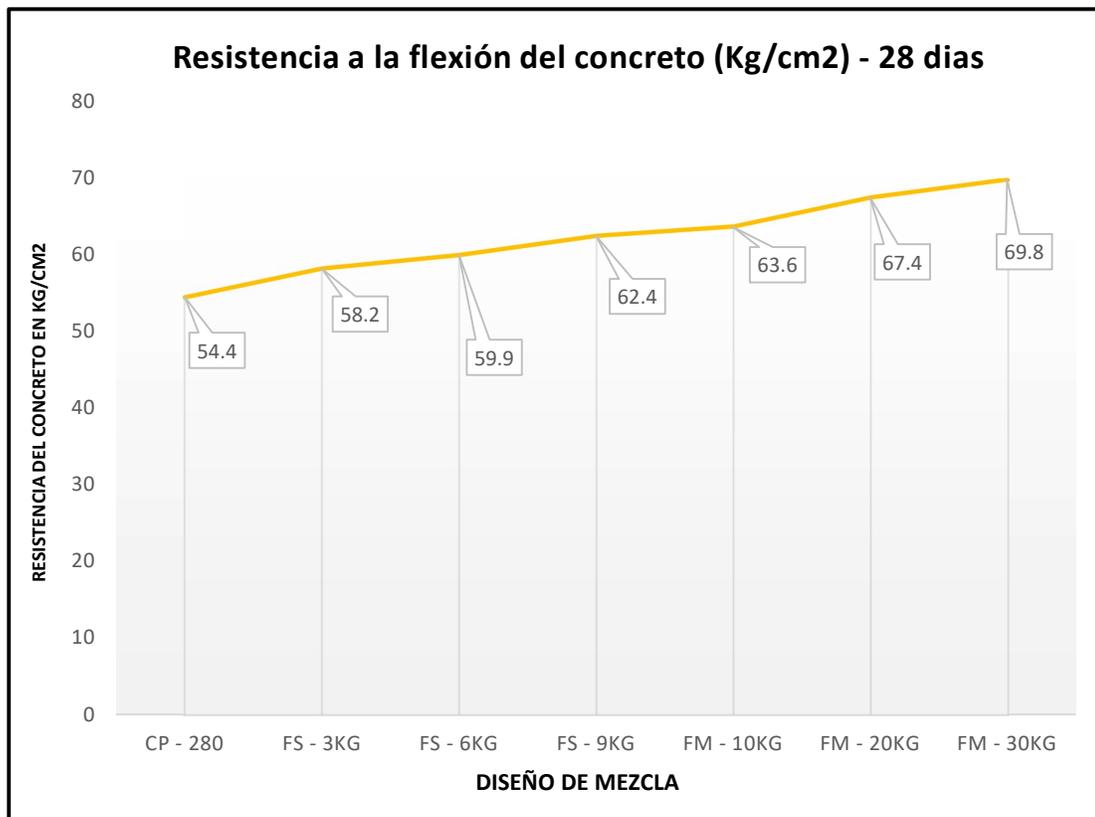


Figura 44. Influencia de la dosificación de FS y FM en la resistencia a la flexión del concreto

Interpretación: Se observa el gráfico de la figura 39 el cual contiene la resistencia a la tracción a la edad de 28 días de curado del concreto. Determinamos que la máxima resistencia la obtiene la dosificación FS – 6kg con 36.6 Kg/cm^2 a los 28 días superando al concreto patrón en 10.63% y la resistencia mínima a la tracción la obtiene la dosificación FS – 9kg con 29.9 Kg/cm^2 a los 28 días estando por debajo del C° P en un 9.55% menos. Podemos deducir que el aporte que hacen las fibras metálicas en la resistencia está presente pero no por ello significativas siendo sus resultados de 34.2 Kg/cm^2 , 36.4 Kg/cm^2 , y 35.7 Kg/cm^2 para las dosificaciones de 10 kg/m^3 , 20 kg/m^3 y 30 kg/m^3 respectivamente, superando al C° P en 3.56%, 10.13% y 8.05% de la misma manera.

Análisis estadístico de resultados

El tratamiento estadístico para determinar la clasificación de asociación se especifica en el Anexo 04.

Resistencia en compresión:

A. Prueba de Normalidad

Etapa 1: Planteamiento de la normalidad

H_0 : Hipótesis nula: Datos de la variable Resistencia a la compresión Si tiene normalidad

H_1 : Hipótesis alterna: Datos de la variable Resistencia a la compresión no tiene normalidad.

Etapa 2: Nivel de significancia: $\alpha=5\%$ (0.05)

Para muestras mayores a 50 datos se utiliza Kolmogorov-Smirnova ($n > 50$, K - S).

Para muestras menores a 50 datos se utiliza Shapiro-Wilk ($n \leq 50$, S - W)

Se tienen 21 muestras, entonces se utilizará Shapiro – Wilk con p – valor = 0.455

Se evidencia una correlación positiva importante, entre la variable Resistencia en Compresión y la variable Fibra sintética y metálica con un coeficiente de correlación de Pearson de 0.816

Resistencia en tracción:

A. Prueba de Normalidad

Etapa 1: Planteamiento de la normalidad

H₀: Hipótesis nula: Datos de la variable Resistencia a la compresión Si tiene normalidad

H₁: Hipótesis alterna: Datos de la variable Resistencia a la compresión no tiene normalidad.

Etapa 2: Nivel de significancia: $\alpha=5\%$ (0.05)

Para muestras mayores a 50 datos se utiliza Kolmogorov-Smirnova ($n > 50$, K - S).

Para muestras menores a 50 datos se utiliza Shapiro-Wilk ($n \leq 50$, S - W)

Se evidencia una correlación positiva fuerte, entre la variable Resistencia en Tracción y la variable Fibra sintética y metálica con un coeficiente de correlación de Pearson de 0.957

Resistencia en flexión:

A. Prueba de Normalidad

Etapa 1: Planteamiento de la normalidad

H₀: Hipótesis nula: Datos de la variable Resistencia a la compresión Si tiene normalidad

H₁: Hipótesis alterna: Datos de la variable Resistencia a la compresión no tiene normalidad.

Etapa 2: Nivel de significancia: $\alpha=5\%$ (0.05)

Para muestras mayores a 50 datos se utiliza Kolmogorov-Smirnova ($n > 50$, K - S).

Para muestras menores a 50 datos se utiliza Shapiro-Wilk ($n \leq 50$, S - W)

Se evidencia una correlación positiva considerable, entre la variable Resistencia en Flexión y la variable Fibra sintética y metálica con un coeficiente de correlación de Pearson de 0.932

V. DISCUSION

Objetivo Especifico 1: Determinar el efecto que tiene la incorporación de fibra sintética y metálica en las propiedades físicas del concreto en pavimentos rígidos, avenida Colectora, Chiclayo, 2022.

Para Cobos (2021), en su tesis el asentamiento en la muestra patrón fue de 5 cm y al adicionar 0.50% y 1% de fibra metálica fue de 2 y 1.5 cm respectivamente. Al adicionar fibra sintética en los mismos porcentajes los resultados fueron de 2.5 y 1.5 cm respectivamente, disminuyendo el asentamiento respecto a la muestra patrón en 2.50cm y 3.50cm para fibra sintética y 3.00cm y 3.5cm para fibra sintética. (ver gráfico)

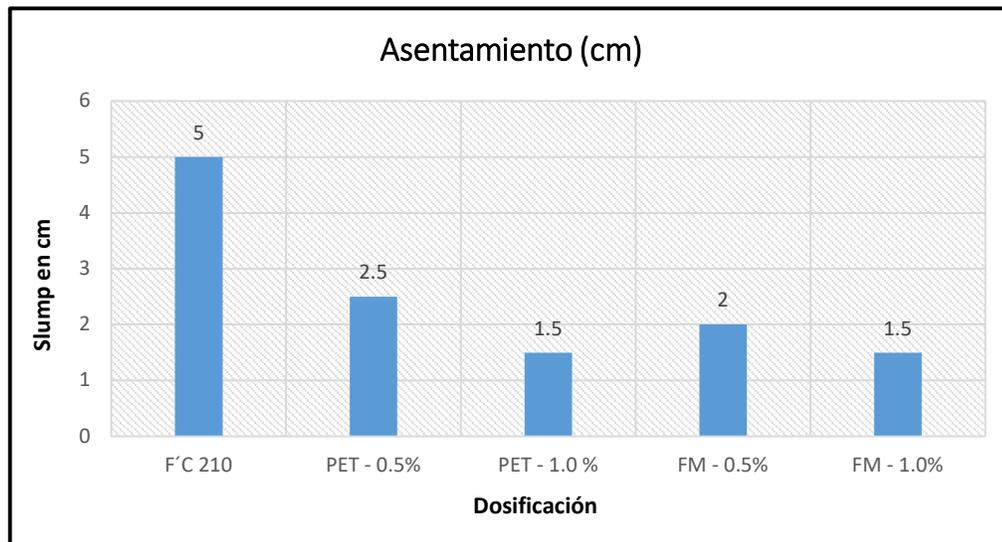


Figura 45. Resultados de asentamiento para Cobos (2021)

Los resultados de Cobos (2021) no se encuentran dentro del rango recomendado por el comité ACI 211.1 el cual delimita el asentamiento entre 2.5cm y 7.5cm dependiendo de las estructuras a diseñar.

En la presente investigación el slump del diseño inicial fue de 10.16 cm. Al adicionar la FS en dosis de 3, 6 y 9 kg/m³ el asentamiento fue de 10.16, 7.62 y 5.08 cm evidenciándose una disminución progresiva con respecto a la cantidad de fibra. De

igual manera al adicionar la FM en dosis de 10, 20 y 30 kg/m³ el asentamiento fue de 10.16, 9.53 y 7.62cm corroborando el mismo comportamiento que se obtuvo con la FS de que a mayor dosificación de fibras se reduce la consistencia del concreto.

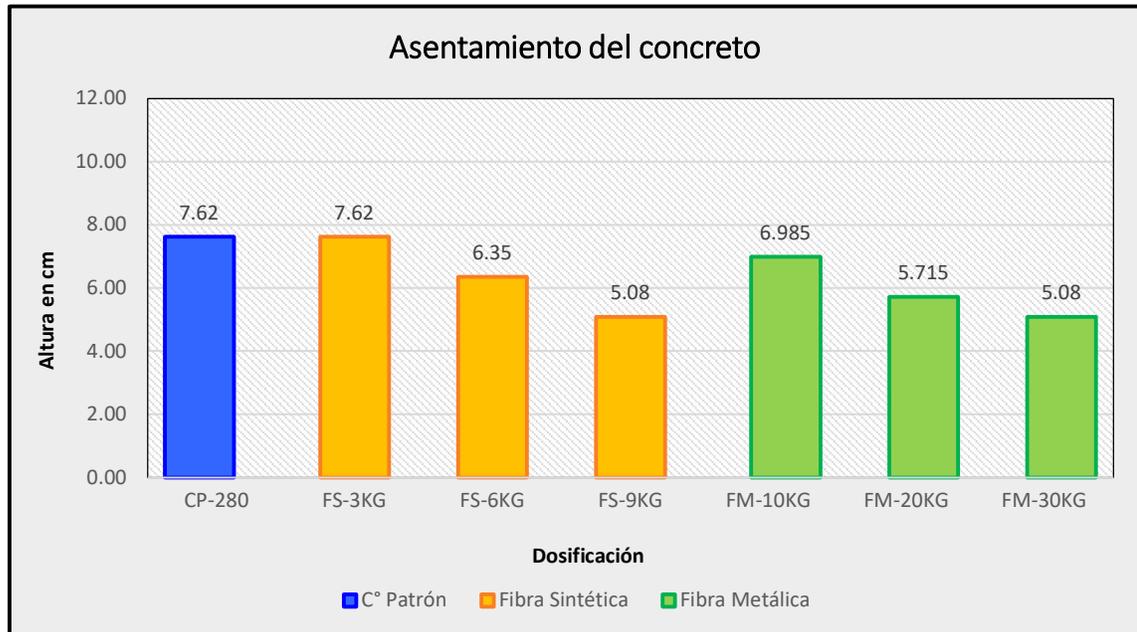


Figura 46. Asentamiento en cm para las diversas dosificaciones empleadas.

Los presentes resultados expuestos de los antecedentes refuerzan los resultados obtenidos en la investigación con lo cual el asentamiento se reduce con más significancia con la dosificación de fibras sintéticas llegando a reducirse hasta un 50%, en cambio con la dosificación de fibra metálica igualmente se reduce, pero la pérdida de consistencia es hasta un 25%.

Para Miranda y Rado (2019), en su investigación al adicionar fibras metálicas, el contenido de aire teórico de diseño fluctúa entre 2% y 3%. Se diseñaron 12 mezclas diferentes con relación A/C de 0.40, 0.45 y 0.50; y a su vez cada una con dosis de fibra metálica en dosificaciones de 0, 20, 25 y 30 kg/m³. Los resultados se verán reflejados en la siguiente figura.

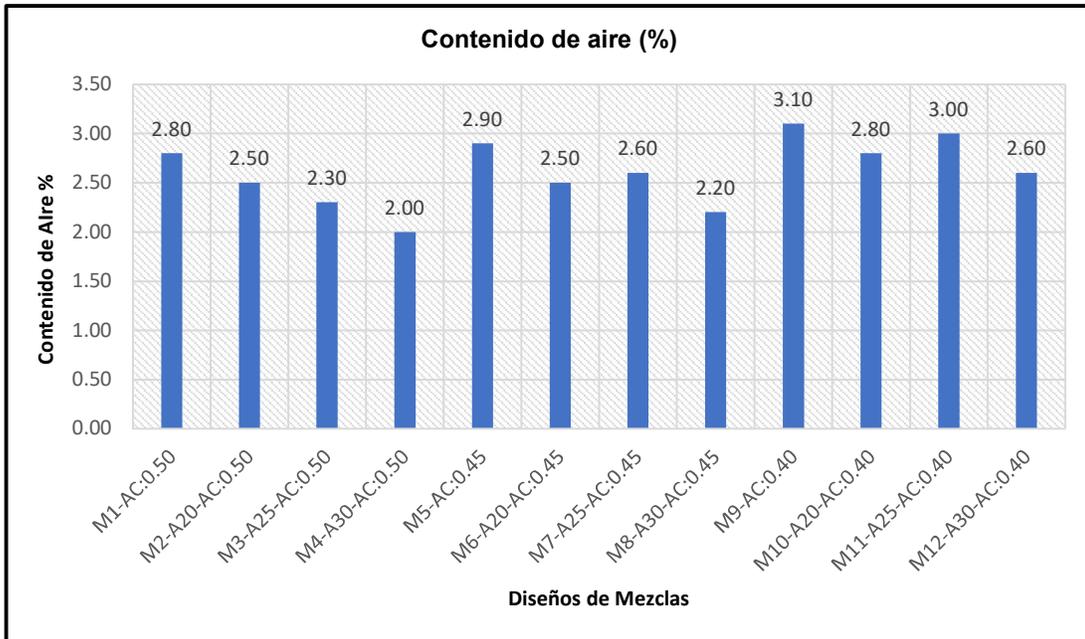


Figura 47. Resultados de contenido de aire para Miranda y Rado (2019)

De los resultados anteriores se puede evidenciar que conforme aumenta la dosificación de fibras metálicas el contenido de aire tiende a disminuir obteniendo un decrecimiento máximo de 28.57% en la relación A/C de 0.50 entre el concreto sin fibras y la dosificación de 30 kg/m³.

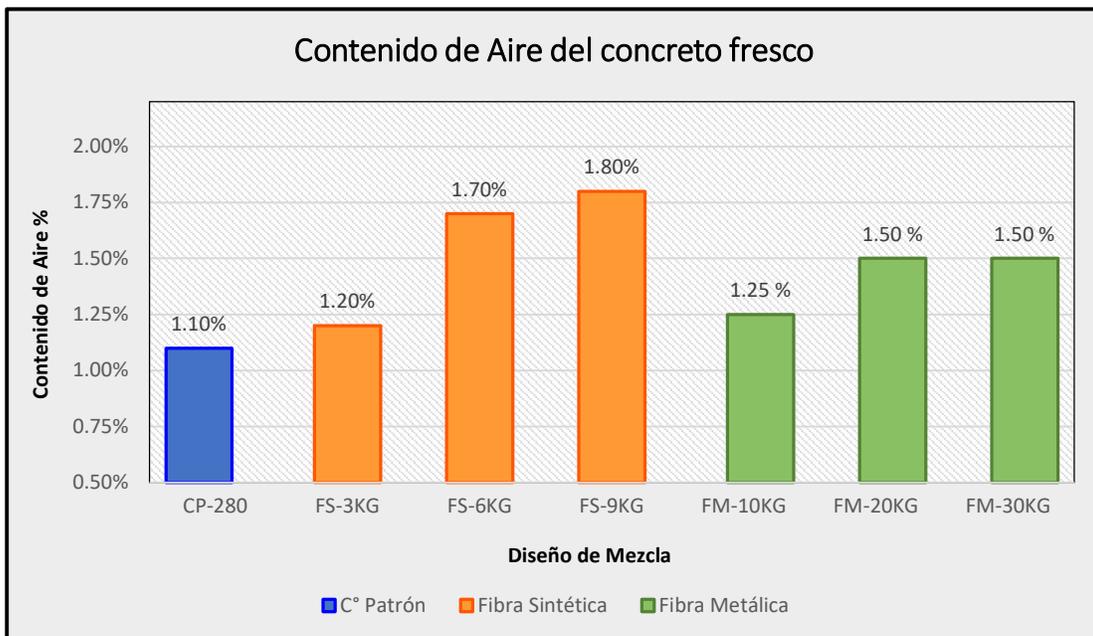


Figura 48. Resumen del contenido de aire para todas las dosificaciones.

En esta investigación el contenido de aire muestra una tendencia de crecimiento en proporción al aumento de la cantidad de fibras que se le va incorporando, obteniendo un aumento máximo de 63.64% para la FS y de 36.36% para la FM con respecto al concreto patrón

Al analizar y comparar ambas investigaciones se puede constatar que presentan una discrepancia en los resultados debido a que mientras para Miranda y Rado (2019) conforme aumenta la dosificación de fibra metálica el contenido de aire disminuye, en la presente investigación se evidencian resultados contrarios debido a que el contenido de aire aumenta conforme se va incrementando la dosis de fibra metálica.

Con respecto al peso unitario de la misma forma, para Miranda y Rado (2019) en su investigación al incorporar fibras metálicas en 12 mezclas diferentes con relación A/C de 0.40, 0.45 y 0.50; y a su vez cada una con dosis de fibra metálica en dosificaciones de 0, 20, 25 y 30 kg/m³.

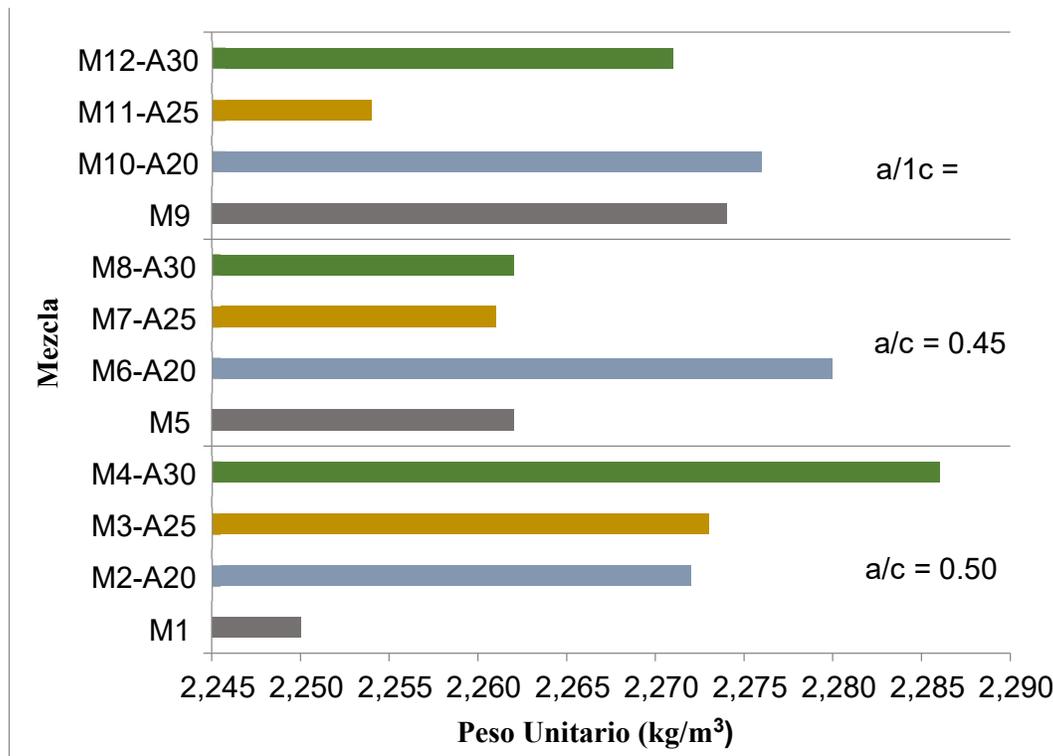


Figura 49. Peso unitario de las mezclas de concreto para Miranda y Rado (2019).

Los resultados para el grupo de $a/c=0.50$ el peso unitario de M1 fue 2250 kg/m^3 siendo el inferior con respecto a las demás, luego para las dosis de 20, 25 y 30Kg de fibras los resultados fueron de 2272, 2273 y 2286 kg/m^3 respectivamente. Para el grupo de $a/c=0.45$ el peso unitario de M5 fue 2262 kg/m^3 , luego para las dosis de 20, 25 y 30Kg de fibras los resultados fueron de 2280, 2261 y 2262 kg/m^3 respectivamente. Para el grupo de $a/c=0.40$ el peso unitario de M9 fue 2274 kg/m^3 , luego para las dosis de 20, 25 y 30Kg de fibras los resultados fueron de 2276, 2254 y 2271 kg/m^3 respectivamente.

En esta investigación los pesos unitarios alcanzados en los ensayos para la muestra patrón fue de 2342 kg/m^3 y las dosificaciones de 3 kg/m^3 , 6 kg/m^3 y 9 kg/m^3 de fibra sintética, obtuvieron: 2333 kg/m^3 , 2327 kg/m^3 y 2301 kg/m^3 respectivamente, mientras que para la dosificación de fibra metálica de 10 kg/m^3 , 20 kg/m^3 y 30 kg/m^3 se obtuvo como resultados 2343 kg/m^3 , 2345 kg/m^3 y 2348 kg/m^3 respectivamente. Se evidencia que con la FS el PU decrece hasta en un 1.75% mientras que con la FM aumenta el PU hasta en un 0.26%.

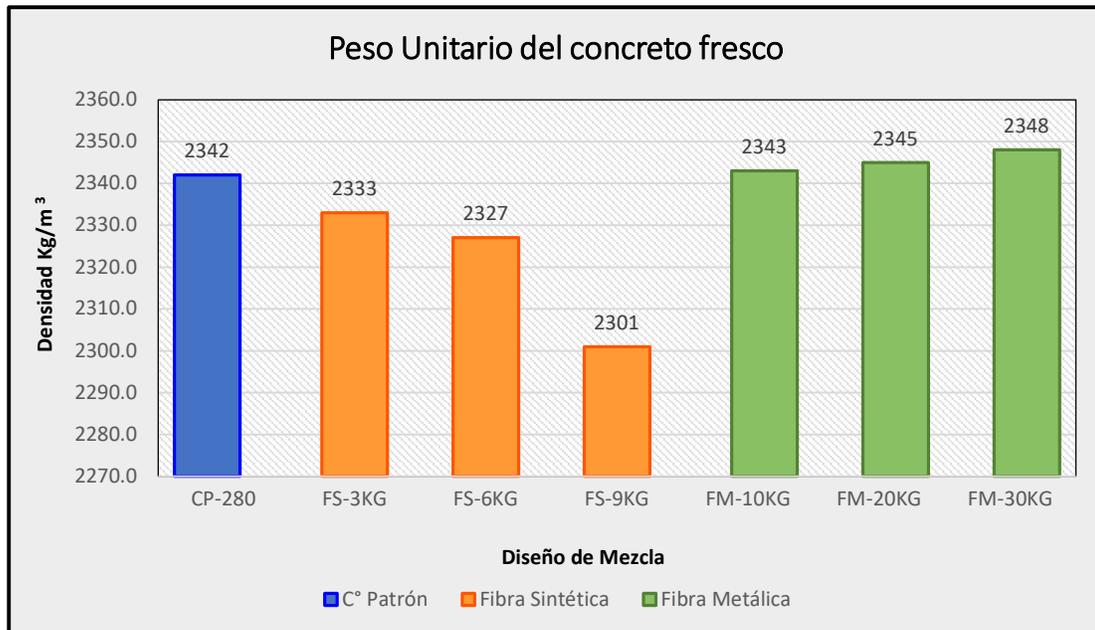


Figura 50. Resumen del peso unitario para todas las dosificaciones.

Al analizar y comparar ambas investigaciones se puede constatar que presentan una similitud en los resultados debido a que mientras para Miranda y Rado (2019) conforme aumenta la dosificación de fibra metálica el peso unitario aumenta, en la

presente investigación se evidencian resultados parecidos puesto que de igual forma el peso unitario aumenta conforme se va incrementando la dosis de fibra metálica.

En relación a la temperatura de las mezclas para Miranda y Rado (2019), los resultados obtenidos teniendo como ubicación la región de Apurímac, fluctuaron entre 24° y 27 °C con una temperatura promedio de 25 °C, indicando que se encuentran dentro del rango señalado por la norma E 0.60 entre 10 y 32 °C. Los valores de la temperatura se verán reflejados en la figura siguiente.

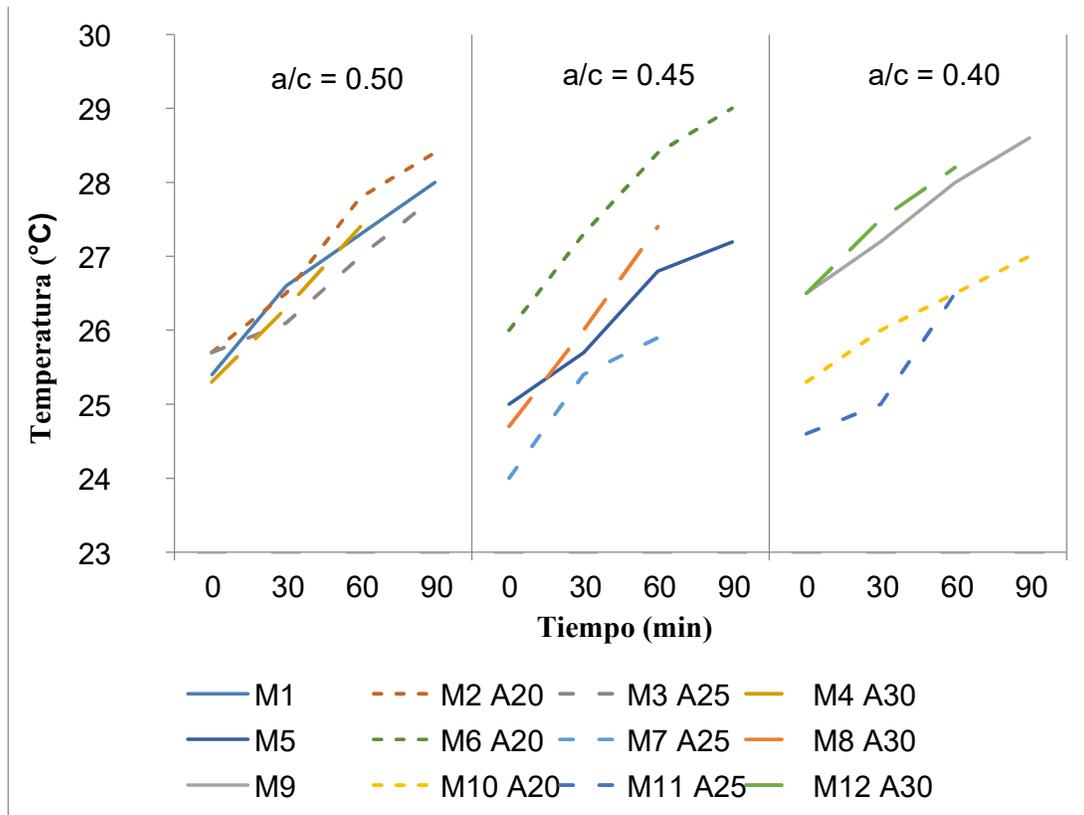


Figura 51. Temperaturas de las mezclas de concreto para Miranda y Rado (2019)

Las temperaturas fueron medidas en intervalos de 0, 30, 60 y 90 minutos. La gradiente de temperatura promedio fue de 1.3, 1.4 y 1.2 °C/h para las relaciones a/c = 0.50, 0.45 y 0.40 respectivamente.

En esta investigación los resultados de las temperaturas se evidencian grados Celsius los cuales para el concreto patrón se obtiene una temperatura de 24°C; para la del concreto con adición de FS se obtiene 24.5°, 24° y 23.1° en las dosificaciones de 3kg/m³, 6kg/m³ y 9kg/m³ respectivamente. Y para la adición de

fibra metálica se obtiene 21.5°, 20° y 20° en las dosificaciones de 10kg/m³, 20kg/m³ y 30kg/m³ respectivamente. Para las dosis de FS no varía la temperatura significativamente, mientras que en la FM llega a decrecer hasta en un 16.67% para la dosis de 30 kg/m³. Todas las dosificaciones mantienen temperaturas adecuadas entre 10° y 32° para el diseño según la norma E 0.60.

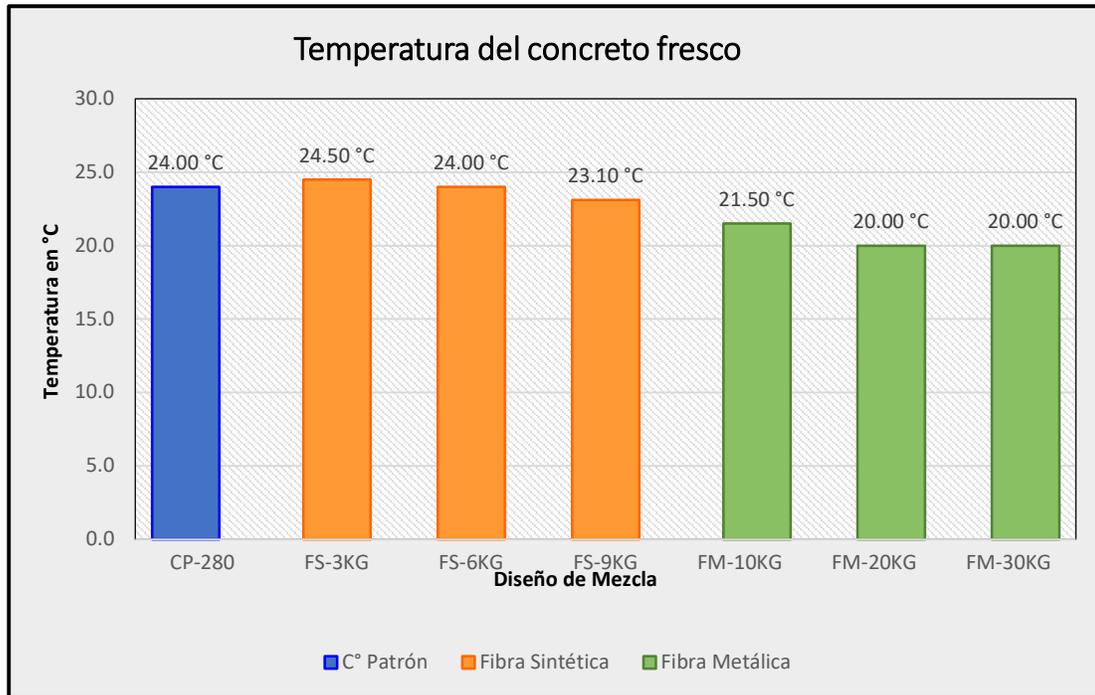


Figura 52. Resumen de las temperaturas para todas las dosificaciones.

Para analizar y comparar los resultados anteriormente expuestos se debe considerar que ambas investigaciones poseen distintos climas mientras que para Miranda y Rado (2019), la temperatura promedio anual de su ubicación es de 16°, para la presente investigación su temperatura promedio anual es de 23.5 °C. Sin embargo, podemos considerar que existe una similitud de resultados debido a que en ambas investigaciones se mantiene un promedio de temperatura alrededor de los 25°C y en ambos casos se llega a cumplir con el rango definido en la norma E 0.60.

Objetivo Especifico 2: Determinar el efecto que tiene la incorporación de fibra sintética y metálica en las propiedades mecánicas del concreto en pavimentos rígidos, avenida Colectora, Chiclayo, 2022.

A. Resistencia a la compresión

Para Ramos (2019), en su investigación la resistencia a la compresión de su diseño inicial fue 294.93 kg/cm², al adicionar la FS (Sikafiber PE) en dosis de 400, 600 y 800 gr/m³ los resultados fueron de 299.14, 308.06 y 311.76 kg/cm². Del mismo modo al adicionar la FM (Sikafiber CHO 80/60 NB) en dosis de 15, 30 y 45 kg/m³ los resultados fueron de 290.77, 276.20 y 273.84 kg/cm² respectivamente. Reduciendo la resistencia con la fibra metálica hasta un 7.15% en dosis de 45 kg/m³ y tan solo aumentando hasta un 5.71% de la resistencia en la dosis de fibra sintética 800 gr/m³. (Ver gráfico)



Figura 53. Resultados de resistencia a compresión para Ramos (2019)

Los resultados obtenidos de este antecedente muestran una tendencia en aumento proporcional con la FS mientras que con la FM ocurre lo contrario, ya que va disminuyendo conforme va aumentando la dosificación.

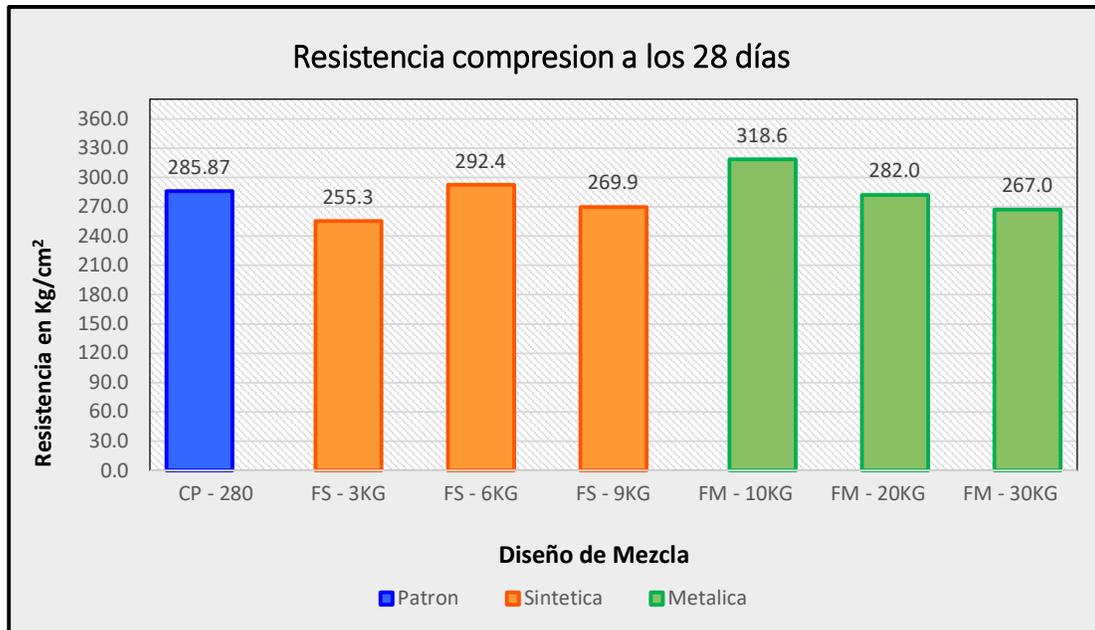


Figura 54. Resistencia a compresión a 28 días para las diversas dosificaciones.

A manera de conclusión se puede inferir que podemos evidenciar una similitud en los resultados con respecto a la dosis de fibra metálica puesto que a mayor dosificación la resistencia va disminuyendo. Mientras que con la adición de fibra sintética en ambas investigaciones se mantiene la tendencia para las dos primeras dosis y luego se difiere en resultados en la última dosificación de FS. Igualmente en ambos resultados se puede observar que la influencia en la resistencia no es muy significativa.

B. Resistencia a la tracción.

Para Ramos (2019), en su investigación la resistencia a la tracción indirecta de su diseño inicial fue 26.83 kg/cm², al adicionar la FS (Sikafiber PE) en dosis de 400, 600 y 800 gr/m³ los resultados fueron de 30.13, 28.47 y 27.90 kg/cm². Del mismo modo al adicionar la FM (Sikafiber CHO 80/60 NB) en dosis de 15, 30 y 45 kg/m³ los resultados fueron de 29.60, 31.16 y 32.02 kg/cm² respectivamente. Los incrementos de la resistencia con la fibra metálica fueron de hasta un 19.33% en la dosis de 45 kg/m³ y por su parte el incremento fue de hasta un 3.97% de la resistencia en la dosis de fibra sintética 800 gr/m³. (Ver gráfico)

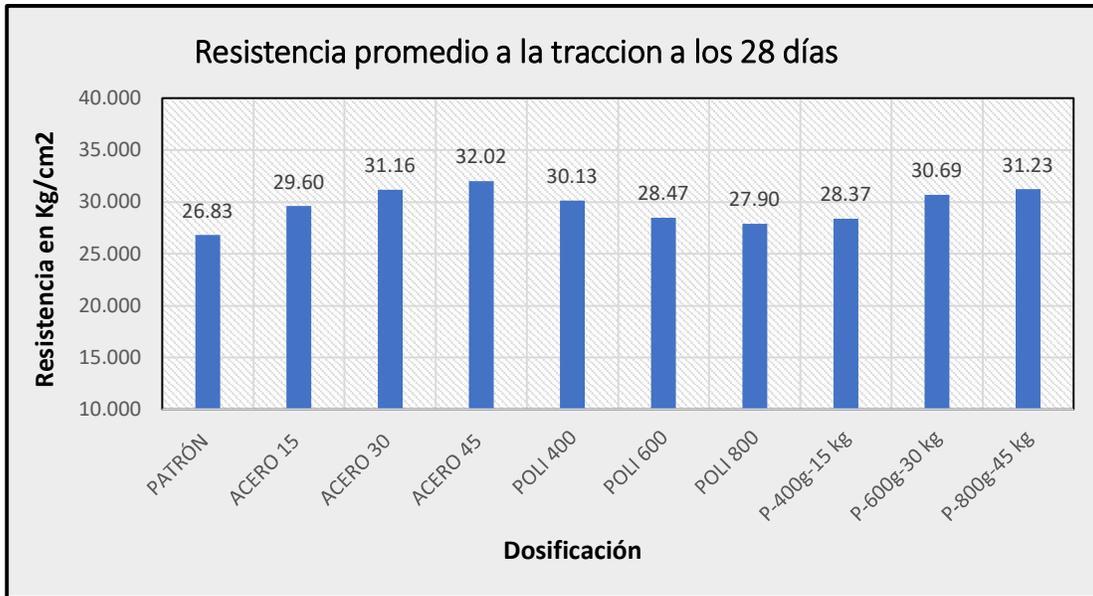


Figura 55. Resultados de resistencia a la tracción para Ramos (2019)

Los resultados obtenidos de este antecedente describen una tendencia en aumento proporcional con la FM mientras que con la FS ocurre lo contrario, ya que va disminuyendo conforme va aumentando la dosificación.

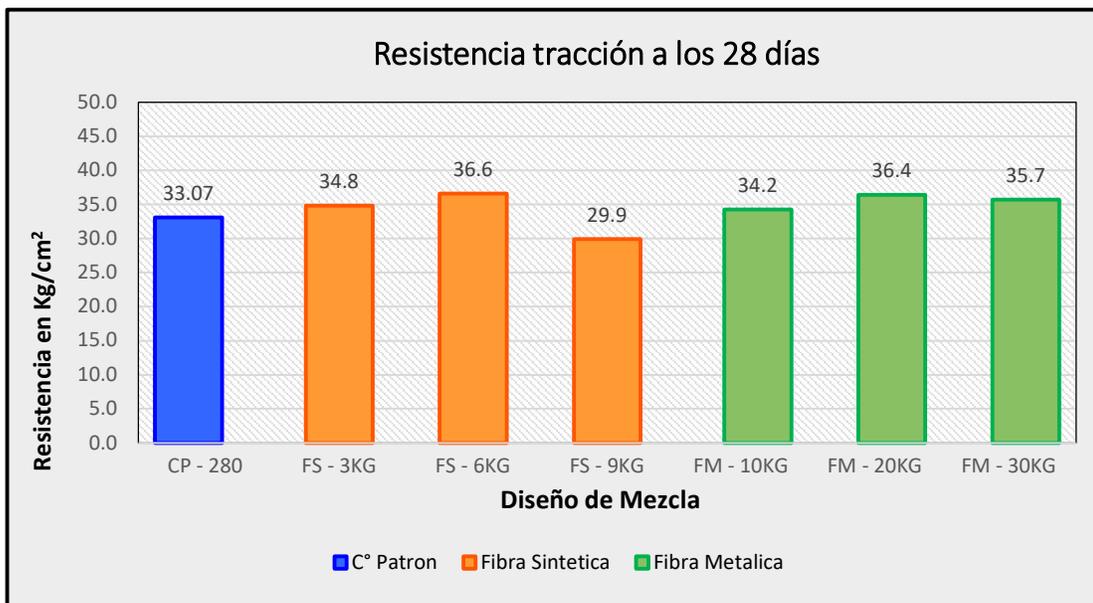


Figura 56. Resultados de tracción para las diversas dosificaciones

Se puede decir a manera de conclusión que podemos evidenciar una similitud en los resultados con respecto a la dosis de fibra metálica puesto que a coinciden al menos en las dos primeras dosificaciones difiriendo en la última. Mientras que con la adición de fibra sintética en ambas investigaciones se mantiene puede observar una similitud puesto que coinciden en la tendencia para la dosificación 1 y 3 difiriendo en resultados para la dosificación intermedia ya que mientras para la investigación de Ramos (2019) la resistencia disminuye para la presente investigación la resistencia aumenta. Asimismo, en ambos resultados se puede observar que la influencia en la resistencia no es muy significativa.

C. Resistencia a la flexión

Para Ramos (2019), en su tesis la resistencia a la flexión de su concreto patrón fue 44.39 kg/cm², al adicionar la FS (Sikafiber PE) en dosis de 400, 600 y 800 gr/m³ los resultados fueron de 47.75, 48.40 y 49.42 kg/cm². Del mismo modo al adicionar la FM (Sikafiber CHO 80/60 NB) en dosis de 15, 30 y 45 kg/m³ los resultados fueron de 50.48, 52.70 y 54.62 kg/cm² respectivamente. Los incrementos de la resistencia con la fibra metálica fueron de hasta un 23.07 % en la dosis de 45 kg/m³ y por su parte el incremento fue de hasta un 7.57% de la resistencia en la dosis de fibra sintética 400 gr/m³. (Ver gráfico)



Figura 57. Resultados de resistencia a la flexión a los 28 días para Ramos (2019).

De la figura 51 se puede evidenciar la tendencia en aumento de la resistencia proporcionalmente al incremento de las fibras para ambos casos, constatándose una mayor incidencia para la fibra metálica con respecto a la fibra sintética.

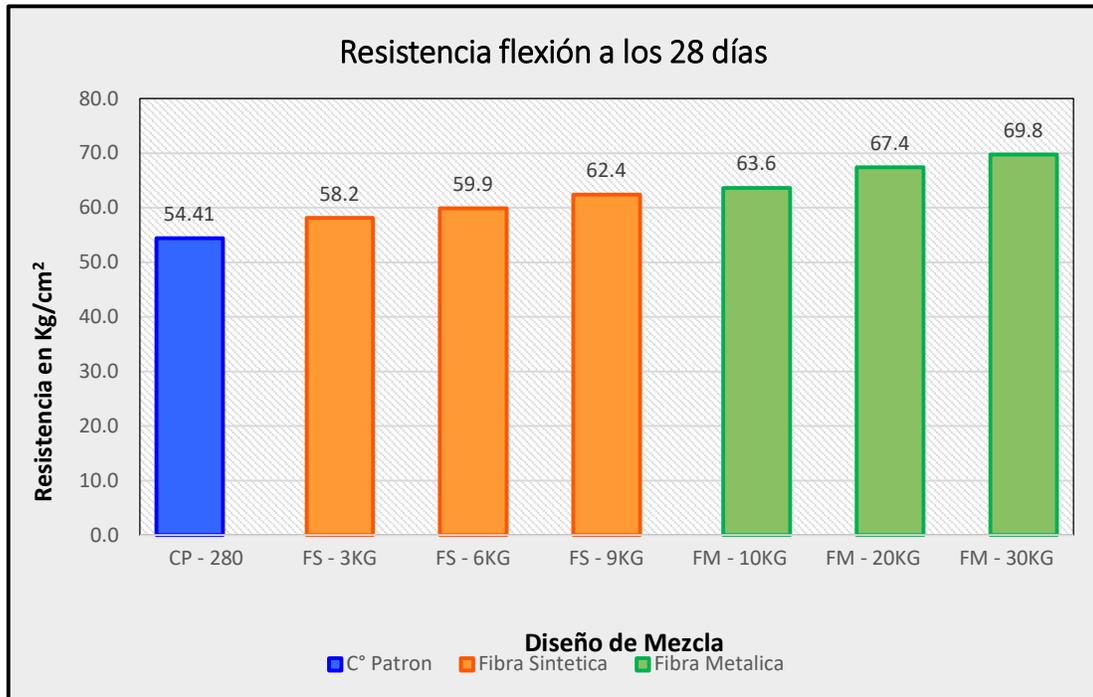


Figura 58. Resultados a flexión a los 28 días para diversas dosificaciones.

En referencia a los valores anteriormente mostrados se puede evidenciar claramente que existe una coincidencia de resultados puesto que para ambos casos las resistencias se muestran en aumento proporcional a cada dosificación de fibra. Para ambos casos la mayor resistencia la obtiene la fibra metálica logrando para Ramos (2019) un 23.07% mientras que para la presente investigación alcanza un incremento máximo de 28.22% para la dosis máxima en ambas investigaciones.

Objetivo Especifico 3: Determinar el efecto que tiene la dosificación de fibra sintética y metálica en el comportamiento mecánico del concreto en pavimentos rígidos, avenida Colectora, Chiclayo, 2022

Para Ramos (2019), la dosificación óptima de fibras que se adicionó para conseguir las resistencias máximas a compresión fueron la dosis de 800 gr/m³ para FS y de 45 kg/m³ para FM obteniendo un efecto de 311.76 y 273.84 kg/cm² respectivamente. Para el caso de la resistencia a la tracción los beneficios máximos se dieron con las dosis de 800 gr/m³ para FS y de 45 kg/m³ para FM, dando como resultados 27.90 kg/cm² y 32.02 kg/cm² respectivamente. Finalmente, para efecto de la resistencia a la flexión las dosis que alcanzaron incrementos notables fueron 400 gr/m³ en FS y 45 kg/m³ en FM, cuyos resultados fueron de 47.75 kg/cm² y 54.62 kg/cm² respectivamente. (Ver gráfico)

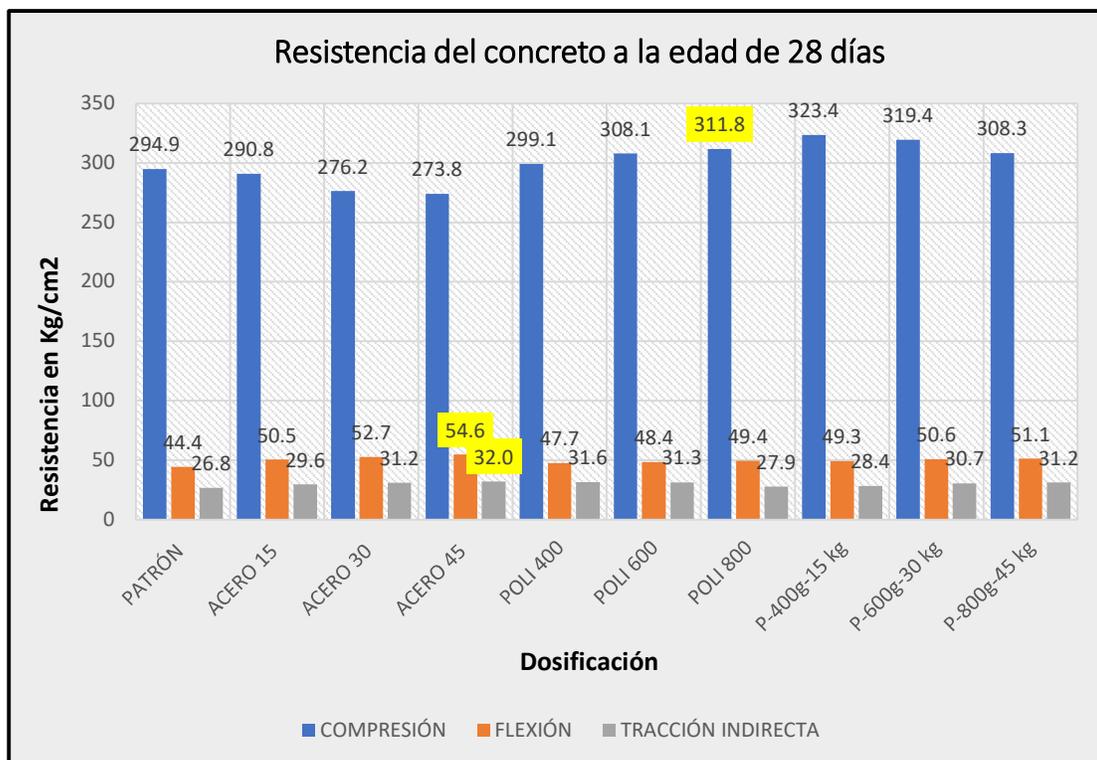


Figura 59. Resultados de resistencias a 28 días para compresión, tracción y flexión. Ramos (2019)

En esta investigación las dosis óptimas para alcanzar las resistencias máximas fue FS – 6 kg y FM – 10 kg para compresión con resultados de 292.4 kg/cm² y 318.6 kg/cm² respectivamente. Para la resistencia tracción las dosis optimas fueron FS – 6 kg/m³ y FM – 20 kg/m³ con resultados de 36.6 kg/cm² y 36.4 kg/cm² respectivamente.

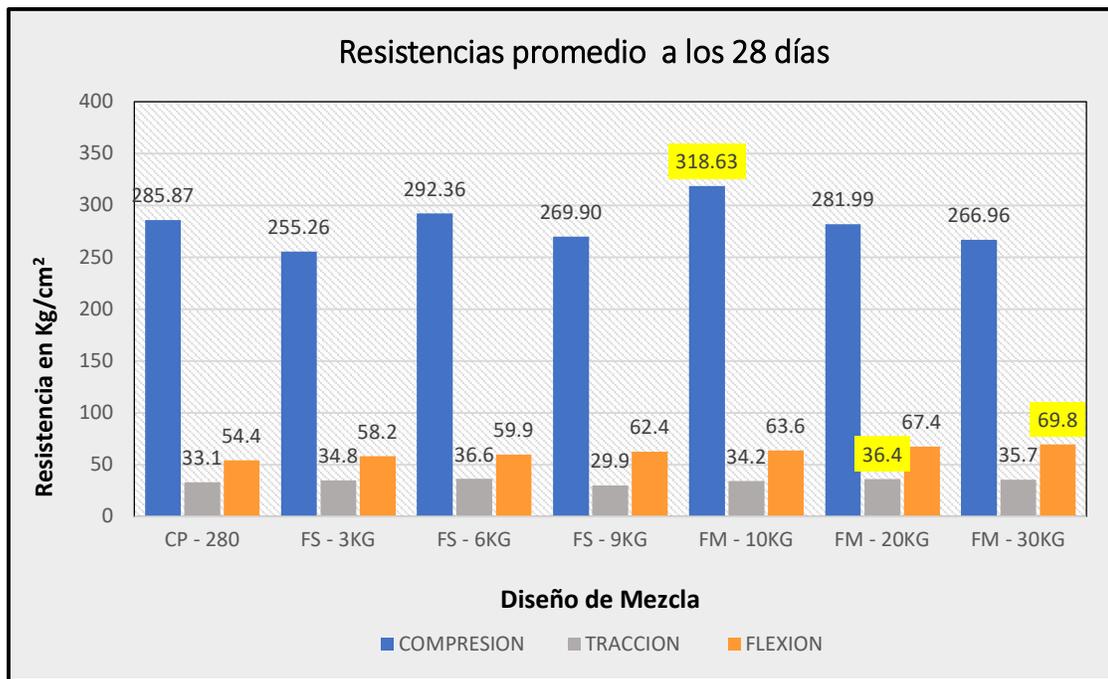


Figura 60. Resultados de resistencias a compresión, tracción y flexión a los 28 días para todas las dosis.

Por último, para efectos de la resistencia a flexión las dosis optimas fueron de FS – 9 kg/m³ y FM – 30 kg/m³ dando como resultados 62.4 kg/cm² y 69.8 kg/cm² respectivamente.

Cabe destacar que, según los resultados y los criterios del investigador, las dosis óptimas con los comportamientos más resaltantes fueron las dosificaciones FS – 6KG y FM – 10KG.

VI. CONCLUSIONES

1. La incorporación de fibra sintéticas y metálicas impactan negativamente en las propiedades físicas del concreto, en particular en el asentamiento, ocasionando que se reduzca en un 33.33% para las dosis de FS - 9kg/m^3 y FM – 30kg/m^3 , generando un impacto negativo. Sin embargo, con el diseño de mezcla desarrollado se logró mantener la consistencia necesaria del concreto para este tipo de infraestructuras según recomendación del ACI.
2. El diseño de mezcla del concreto $f'c = 280\text{ kg/cm}^2$ en proporción de volumen fue de 1.0 : 1.66 : 1.93 : 0.57 del cemento, arena gruesa, piedra chancada y agua efectiva respectivamente.
3. Los principales resultados de la resistencia a la compresión, tracción por compresión diametral y flexión del concreto $f'c = 280\text{ kg/cm}^2$ reforzado con fibra sintética en dosificaciones de 3 kg/m^3 , 6 kg/m^3 y 9 kg/m^3 fueron de 255.3, 34.8, 58.2 kg/cm^2 ; 292.4, 36.6, 59.9 kg/cm^2 y 269.9, 29.9, 62.4 kg/cm^2 respectivamente, y son superiores hasta en un 2.27%, 10.63% y 14.75% respectivamente en relación a la resistencia alcanzada por el concreto patrón.
4. Los principales resultados de la resistencia a la compresión, tracción por compresión diametral y flexión del concreto $f'c = 280\text{ kg/cm}^2$ reforzado con fibra metálica en dosificaciones de 10 kg/m^3 , 20 kg/m^3 y 30 kg/m^3 es 318.6, 34.2, 63.6 kg/cm^2 ; 282, 36.4, 67.4 kg/cm^2 ; 267, 35.7, 69.8 kg/cm^2 respectivamente, y son superiores hasta en un 11.46%, 10.13y 28.22% respectivamente en relación a la resistencia alcanzada por el concreto patrón.
5. Los resultados de esta investigación corroboran que la incorporación de fibras sintéticas y metálicas al concreto, mejora positivamente la resistencia a la flexión en un 28.22%, siendo esta propiedad una de las principales para asegurar la vida útil de los pavimentos rígidos.
6. Las dosificaciones con resultados sin mayor aporte a las propiedades mecánicas fueron la FS – 3KG en compresión disminuyendo en 10.71%, FS – 9KG en tracción disminuyendo en 955% y FS – 3KG en flexión con un incremento mínimo de 6.89%.

VII. RECOMENDACIONES

- Se recomienda a todas las futuras investigaciones mejorar las dosificaciones o combinar ambos productos con la intención de alcanzar una mezcla óptima que alcance los mejores estándares de costo beneficio para mejorar las propiedades del concreto.
- Apostar por el tratamiento e investigación de fibras sintéticas puesto que genera menos costo al proyecto, se comportan mejor frente a la corrosión, generan mayor tenacidad y mayor resistencia a la flexión, lo que se refleja en un mayor tiempo de servicio de la infraestructura.
- Se sugiere al momento de hacer la mezcla de los insumos que la fibra se coloque al último diluidas en agua, porque las fibras al tener un aditivo aglomerante hacen que ingresen a la mezcla de forma unitaria y sea más uniforme.
- Añadir algún tipo de aditivo plastificante a la mezcla con la finalidad de mejorar la trabajabilidad del concreto.
- Se recomienda mezclar un promedio mínimo de 5 minutos una vez ingresada la mezcla para que el aditivo aglomerante termine de diluirse y la fibra aporte mayores propiedades al concreto.
- Se sugiere revisar las probetas antes de ingresar a los equipos de ensayos, examinar que no estén las áreas de contacto deformes ni con imperfecciones, así como también verificar cuidadosamente los cálculos posteriores con la intención de mantenerlos sin errores para beneficio de la investigación.
- Solicitar con un tiempo de anticipación prudente las fibras de estudio a las empresas productoras, debido a que su provisionamiento es escaso o en su defecto la cantidad mínima de pedido es mayúsculo en algunos fabricantes, provocando prolongaciones el tiempo de la investigación.

REFERENCIAS

- ALASKAR, A, y otros. 2021. Abrasion and skid resistance of concrete containing waste polypropylene fibers and palm oil fuel ash as pavement material. 2021.
- AMAYA, S y RAMIREZ, M. 2019. Evaluación del comportamiento mecánico del concreto reforzado con fibras. Bogotá : Universidad Católica de Colombia, 2019.
- AMERICAN CONCRETE INSTITUTE, ACI. 2019. Concreto reforzado con fibras (FRC). 2019.
- ASTM C293/C293M-16. 2016. Standard Test Method for Flexural Strength of Concrete (Using Simple Beam With Center-Point Loading). 2016.
- ASTM C496. 2017. Método de prueba estándar para Determinación de la resistencia a la tracción por compresión diametral de especímenes cilíndricos de hormigón. 2017.
- BACA, Carlos, VELA, Luis y CHACÓN, Víctor. 2021. Evaluación de las propiedades mecánicas de un concreto autocompactante adicionando fibras sintéticas Sikacem - 1 Fiber. Cusco, Perú : Revista Yachay, 2021. Vols. 10-1, ISSN: 2412-2963. ISSN: 2520-9051.
- BAERDEMAEKER, J y VLEURINCK, J. 2019. An Overview of Metal Fiber Applications. 2019.
- BORJA, M. 2012. Metodología de la investigación científica. 2012.
- CAMILLE, C, y otros. 2021. Performance behaviour of macro-synthetic fibre reinforced concrete subjected to static and dynamic loadings for sleeper applications. 2021.
- CAMPOS, G y LULE, N. 2012. La observación, es un método para el estudio de la realidad. s.l. : Xihmai, 2012. págs. 45-60.
- CARNOVALE, D y VECCHIO, F. 2014. Effect of Fiber Material and Loading History on Shear Behavior of Fiber-Reinforced concrete. s.l. : ACI Structural Journal, 2014.

- CARRERA, Karen y ZEA, Daniel. 2018. Evaluación de las propiedades mecánicas de la mezcla de hormigón y fibras de acero Dramix 3D en diferentes dosificaciones para la aplicación en pavimentos rígidos, utilizando cemento puzolánico HE y agregados de la planta Holcim Pifo - Quito. Quito : s.n., 2018. 91.
- CARRILLO, J, GONZÁLEZ, G y APERADOR, W. 2013. Correlaciones entre las propiedades mecánicas del concreto reforzado con fibras de acero. 2013.
- CHAGUA, Jamil y HUAYTA, Pedro. 2018. Fibra sintética estructural para la optimización del diseño de un pavimento rígido en la nueva planta Farmagro - Huachipa - Lima. Lima, Perú : s.n., 2018. 183 pp.
- CHAVARRY, G. 2018. Elaboración de concreto de alta resistencia incorporando partículas residuales del chancado de piedra de la Cantera Talambo, Chepén. Lambayeque, Universidad Católica Santo Toribio de Mogrovejo. Chiclayo : USAT, 2018. pág. 224, Tesis de pregrado.
- COBOS, Linda. 2021. Comparativo de las propiedades mecánicas del concreto con fibras de pet reciclado y concreto con fibras de acero. Guayaquil, Ecuador : s.n., 2021. 78 pp.
- DELEDESMA, Sarita. 2019. Resistencia a compresión de un concreto $f'c = 210$ kg/cm² sustituyendo agregado fino por fibras y virutas de acero, Ancash-2019. Lima : USP, 2019.
- DULZAIDES, M y MOLINA, A. 2004. Análisis documental y de información: dos componentes de un mismo proceso. 2004.
- CARRILLO, J y SILVA, D. Ensayos a flexión de losas de concreto sobre terreno reforzadas con fibras de acero. 2016. 2016, Ingeniería, Investigación y Tecnología, Vol. 3, págs. 317-330.
- ESPINOZA, E. 2019. Las variables y su operacionalización en la investigación educativa. Segunda parte. s.l. : Revista Conrado, 2019.
- FARFAN, Marlon et all. 2019. Fibras de acero en la resistencia a la compresión del concreto . Trujillo, Perú : 20-2, 2019. Vols. 4-13, 2477-9539. 1856-9560.

- GARROTE, E. 2017. Capítulo 2. El ensayo de tracción indirecta. s.l. : Universitat Politècnica de Catalunya, 2017.
- GHANEM, S, BOWLING, J y SUN, Z. 2021. Mechanical Properties of Hybrid Synthetic Fiber Reinforced SelfConsolidating Concrete. 2021.
- HERNÁNDEZ, R, FERNÁNDEZ, C y BAPTISTA, P. 2017. Metodología de la investigación. México : McGraw Hill, 2017.
- HOP, J y TATNALL, P. 2016. Mitos y realidades sobre el concreto reforzado con fibras metálicas. s.l. : IMCYC, 2016.
- IMCYC. 2006. Problemas, causas y soluciones. Pruebas de resistencia a la compresión del concreto. 2006.
- LINDAO, Kenia y ROMERO, Ana. 2018. Incidencia de las fibras de polipropileno y fibras metálicas en un hormigón para pavimento rígido $f'c = 350 \text{ Kg/cm}^2$. Ecuador : s.n., 2018. 94 pp.
- MacCaferri. 2017. Manual técnico. 2017.
- MADHAVI, K, y otros. 2021. External strengthening of concrete with natural and synthetic fiber composites. 2021.
- MARTÍNEZ, M. 2006. Validez y confiabilidad en la metodología cualitativa. 2006.
- MEJIA, A. 2021. Proyecto Primera Fase Química 9880. Innovación Ciencia Trabajo. s.l. : Instituto Profesional de Técnicas Comerciales Especializadas, 2021.
- MENDOZA, I y CHÁVEZ, S. 2017. Residuos de construcción y demolición como agregado de concreto hidráulico nuevo. 2017. 9-14.
- Ministerio de Transporte y Comunicaciones. 2021. MTC: 264 kilómetros de carreteras pavimentadas y 110 puentes construidos durante el 2020. El Comercio. 2021.
- MINISTERIO DE TRANSPORTE Y COMUNICACIONES. 2016. Resolución Ministerial N° 246-2016 MTC/01.02 de Proyecto de decreto supremo que modifica el Reglamento Nacional de Inspecciones Técnicas Vehiculares y el Texto Único Ordenado del Reglamento Nacional de Tránsito. El Peruano. 2016.

- MIRANDA, C y RADO, M. 2019. Propuesta de concretos reforzados con fibras de acero y cemento puzolánico para la construcción de pavimentos rígidos en la región de Apurímac. Lima : Universidad Peruana de Ciencias Aplicadas, 2019.
- MIRANDA, Cristian y RADO, Marco. 2019. Propuesta de concretos reforzados con fibras de acero y cemento puzolánico para la construcción de pavimentos rígidos en la región de Apurímac. Lima, Perú : s.n., 2019. 171 pp.
- MIRAVE, A. 2002. Los nuevos materiales en la construcción. 2002.
- MORI, Juan. 2016. Pavimentos de concreto: Estado de arte de los pavimentos en el Perú. s.l. : ASOCEM, 2016.
- MOSQUERA, P y TENELEMA, R. 2017. Análisis de vigas de hormigón sometidas a flexión que incorporan fibras metálicas obtenidas de neumáticos reciclados. Quito : Universidad Central del Ecuador, 2017.
- NEBARARA, J, FRÓMETA, Z y VIDAUD, I. Comportamiento mecánico en zonas de alta sismicidad de hormigones de alta resistencia con fibras. 2017. 1, 2017, Ciencia en su PC, págs. 29-41.
- NIETO, E. 2018. Tipos de investigación. Lima : Universidad Santo Domingo de Guzmán, 2018.
- Norma C 1116 – 03. 2003. Standard Specification for Fiber-Reinforced Concrete and Shotcrete. 2003.
- NORMA UNE. Anejo 14 Recomendaciones para la utilización de hormigón con fibras.
- NRMCA. 2018. El Concreto en la Práctica: CIP 16- Resistencia a Flexión del concreto. 2018. pág. 2.
- NTP 339.034. 2008. Hormigón (Concreto). Método de ensayo normalizado para la determinación de la resistencia a la compresión del concreto, en muestra cilíndricas. Lima : INDECOPI, 2008.
- NTP 339.078. 2012. Concreto. Método de ensayo para determinar la resistencia a la flexión del concreto en vigas simplemente apoyadas con cargad a los tercios del tramo. Lima : INDECOPI, 2012.

- ÑAUPAS, D y SOSA, D. 2019. Comportamiento mecánico del concreto reforzados con fibra de acero en el análisis estructural de placas en el proyecto de ampliación del Centro Médico San Conrado en los Olivos, Lima- Perú. Lima : Universidad San Martín de Porres, 2019.
- OROZCO, M, y otros. 2018. Factores influyentes en la calidad del concreto: una encuesta a los actores relevantes de la industria del hormigón. Barranquilla : s.n., 2018.
- ORTIZ, Eduardo y MACÍAS, Lucia. Marzo,2018. Observatorio de la economía latinoamericana. Comparativo de resistencias de un hórmiqon convencional con el empleo de fibras metálicas y sintéticas. Manabí, Ecuador : s.n., Marzo,2018. ISSN: 1696-8352.
- OSORIO, J. 2016. Historia del concreto y del cemento. s.l. : 360 en Concreto, 2016.
- RAMÓN, G. 2016. Diseños experimentales. 2016.
- RAMOS, Nadia. 2019. Análisis comparativo del comportamiento mecánico del concreto reforzado con fibra de polipropileno y acero. Cajamarca, Perú : s.n., 2019. 225 pp.
- RIZO, J. 2015. Técnicas de investigación documental. s.l. : Universidad Nacional Autónoma de Nicaragua, Managua, 2015.
- RNE, Reglamento Nacional de Edificaciones. 2009. Norma E.060 Concreto Armado. Servicio Nacional de Capacitación para la Industria de la Construcción, Ministerio de Vivienda, Construcción y Saneamiento. Lima : SENCICO, MVCS, 2009. pág. 205, Publicación oficial.
- SIKA. 2016. Hoja técnica Sika® Fiber CHO 80/60 NB. Lima : Sika, 2016.
- SIKA Perú. 2021. Hoja Técnica Sika® Fibermesh-650 S. Lima : Sika, 2021.
- SIVAKUMAR, A y SANTHANAM, M. 2017. Mechanical properties of high strength concrete reinforced with metallic and non-metallic fibres. 2017.
- Sudamericana de Fibras. 2018. Educación en Ingeniería Química. s.l. : SDF, 2018.
- Universidad César Vallejo. 2020. Código de ética de investigación. 2020.

- VALERA, E. 2017. Incorporación de fibras de polipropileno (sikaFiber Force pp48) para mejorar las propiedades plásticas y mecánicas en un concreto con resistencia a la compresión 28Mpa para el departamento de Lima. Lima : Universidad César Vallejo, 2017.
- VEGA, L. 2019. Aporte de las fibras sintéticas y metálicas en el módulo de rotura del concreto. Bogotá : Universidad Militar Nueva Granada, 2019.
- WANG, S. 2019. Generalidades y aplicaciones de la instrumentación de pavimentos en condiciones de campo en Costa Rica. Costa Rica : s.n., 2019.
- Z ADITIVO. 2018. Fibra para concreto, fibra metálica Z. 2018.
- ZEÑA, J. 2016. Resistencia a la compresión de concretos con aditivos adherentes. Chiclayo : UNPRG, 2016.

ANEXOS

ANEXO 01. MATRIZ DE OPERACIONALIZACIÓN DE VARIABLES

Tabla 24. Operacionalización de variables.

VARIABLE DE ESTUDIO	DEFINICIÓN CONCEPTUAL	DEFINICIÓN OPERACIONAL	DIMENSIONES	INDICADORES	ESCALA DE MEDICIÓN		
FIBRA SINTETICA (Sika Fibermesh 650-S)	Es una fibra macrosintética con una óptima gradación que está orientada para permitir una mayor superficie de contacto dentro del concreto que resulta en una eficiencia de tenacidad flexural y adherencia interfacial (Mirave, A.,2002)	Las fibras sintéticas se miden en cuanto su adición mediante la dosificación y longitud.	Dosificación de muestra	3 kg/m ³	Razón		
				6 kg/m ³	Razón		
				9 kg/m ³	Razón		
				Longitud	Graduada	Razón	
FIBRA METALICA (SikaFiber CHO 80/60 NB)	Son aquellas fibras de acero trefilado de una calidad alta que sirve como reforzamiento del concreto para losas sean como elementos prefabricados, tradicionales o industriales, permitiendo así la homogenización en el concreto durante el mezclado (SIKA,2016).	Las fibras metálicas se miden en cuanto su adición mediante la dosificación, en un 0.4%, 1.1% y 1.8% y longitud, teniendo como indicador variable.	Dosificación de muestra	10 kg/m ³	Razón		
				20 kg/m ³	Razón		
				30 kg/m ³	Razón		
				Diámetro de fibra	0.75 mm	Razón	
Comportamiento mecánico del concreto	El comportamiento mecánico del concreto son aquellas propiedades que llega a obtener este material en su estado endurecido, resaltando así su resistencia a la compresión, resistencia a la flexión y a la tracción (Carrillo, y otros, 2016).	El comportamiento mecánico del concreto se medirá mediante la obtención de su resistencia a la compresión, tracción y flexión.	Compresión del concreto	Ensayo Resistencia a la compresión de testigos cilíndricos.	Razón		
					Tracción del concreto	Ensayo de tracción indirecta de cilindros estándares de concreto.	Razón
							Flexión del concreto

Fuente. Elaboración propia.

ANEXO 02. MATRIZ DE CONSISTENCIA

Tabla 25. Matriz de consistencia.

Título: “Incorporación de fibra sintética y metálica para mejorar el comportamiento mecánico del concreto en pavimentos rígidos, Av. Colectora, Lambayeque - 2022”

Problema	Objetivos	Hipótesis	VARIABLES		Dimensiones	Indicadores	Instrumentos	Metodología
Problema General:	Objetivo general:	Hipótesis general:	INDEPENDIENTES	FIBRA SINTETICA Sika Fibermesh 650-S FIBRA METALICA SikaFiber CHO 80/60 NB	Dosificación de muestra	3 kg/m ³ – 10 kg/m ³	Ficha de observación	Tipo de investigación Aplicada Enfoque de investigación Cuantitativa
¿De qué manera influye la incorporación de fibra sintética y metálica en las propiedades del concreto para mejorar el comportamiento en pavimentos rígidos, Av. Colectora, Lambayeque - 2022?	Demostrar que la incorporación de fibra sintética y metálica influye en la mejora del comportamiento mecánico del concreto en pavimentos rígidos, Av. Colectora, Lambayeque - 2022	La incorporación de fibras sintéticas y fibras metálicas influyen positivamente en la mejora del comportamiento mecánico del concreto en pavimentos rígidos, Av. Colectora, Lambayeque - 2022				6 kg/m ³ – 20 kg/m ³		
						9 kg/m ³ – 30 kg/m ³		
				Longitud	60 mm	Ficha de observación		
Problemas Específicos:	Objetivos específicos:	Hipótesis específicas:	DEPENDIENTE	Comportamiento mecánico del concreto	Propiedades físicas del concreto	Densidad	NTP 339.046	El diseño de investigación Experimental El nivel de investigación Descriptiva
¿Qué efecto tiene la incorporación de fibra sintética y metálica en las propiedades físicas del concreto en pavimentos rígidos, Av. Colectora, Lambayeque - 2022?	Determinar el efecto que tiene la incorporación de fibra sintética y metálica en las propiedades físicas del concreto en pavimentos rígidos, Av. Colectora, Lambayeque - 2022.	La incorporación de fibra sintética y metálica mejora las propiedades físicas del concreto en pavimentos rígidos, Av. Colectora, Lambayeque - 2022.				Trabajabilidad	NTP 339.035	
						Temperatura	NTP 339.077	
						Resistencia a la compresión	NTP 339.034:2013 ASTM C 39- 39M AASHTO T 22-2005	Población: 105 especímenes de concreto, conformado por 84 probetas cilíndricas y 21 especímenes prismáticos.
¿Qué efecto tiene la incorporación de fibra sintética y metálica en las propiedades mecánicas del concreto en pavimentos rígidos, Av. Colectora, Lambayeque - 2022?	Determinar el efecto que tiene la incorporación de fibra sintética y metálica en las propiedades mecánicas del concreto en pavimentos rígidos, Av. Colectora, Lambayeque - 2022.	La incorporación de fibra sintética y metálica mejora las propiedades mecánicas del concreto en pavimentos rígidos, Av. Colectora, Lambayeque - 2022.		Propiedades mecánicas del concreto	Resistencia a la tracción	NTP 339.084 ASTM C 496 AASHTO T 192	Muestra: 105 muestras de estudio en total.	
¿Qué efecto tiene la dosificación de fibra sintética y metálica en el comportamiento mecánico del concreto en pavimentos rígidos, Av. Colectora, Lambayeque - 2022?	Determinar el efecto que tiene la dosificación de fibra sintética y metálica en el comportamiento mecánico del concreto en pavimentos rígidos, Av. Colectora, Lambayeque - 2022.	La dosificación de fibra sintética y metálica mejora el comportamiento mecánico del concreto en pavimentos rígidos, Av. Colectora, Lambayeque - 2022.			Resistencia a la flexión	NTP 339.078 ASTM C293/ASTM C78		Muestreo: No probabilístico

Fuente. Elaboración propia.

ANEXO 03. INSTRUMENTOS DE RECOLECCION DE DATOS



UNIVERSIDAD CÉSAR VALLEJO

ANÁLISIS GRANULOMÉTRICO POR TAMIZADO

N.T.P. 339.128 ASTM D - 422

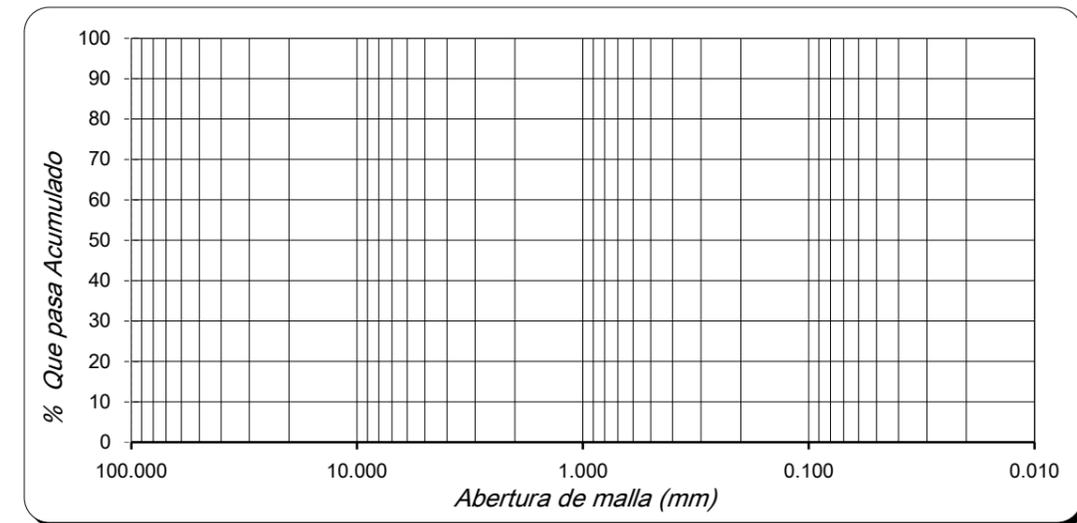
SOLICITANTE : _____ LUGAR : _____

PROYECTO : _____

DESCRIPCION DEL MUESTRAS:

CALICATA: _____ ESTRACTO: _____ PROFUNDIDAD: _____

MALLAS		Peso Retenido	% RETENIDO	% RETENIDO ACUMULADO	% QUE PASA ACUMULADO
PULGADAS	MILÍMETROS				
3"	75,000				
2"	50,000				
1 1/2"	37,500				
1"	25,000				
3/4"	19,000				
1/2"	12,500				
3/8"	9,500				
1/4"	6,300				
Nº4	4,750				
Nº10	2,000				
Nº20	0,850				
Nº40	0,425				
Nº50	0,300				
Nº100	0,150				
Nº200	0,075				
FONDO					



OBSERVACIONES

Validez de expertos

Exp. 1: Ing. Juan Luis Campos Aquino	Exp. 2: Ing. Jorge Emhilssen Tafur Bustamante	Exp. 3: Ing. Moisés Alejandro Chuquizuta Vásquez
Firma y sello: 	Firma y sello: 	Firma y sello:
CIP: 163567	CIP: 155118	CIP: 266193



UNIVERSIDAD CÉSAR VALLEJO

DETERMINACION DEL CONTENIDO DE HUMEDAD

N.T.P. 339.127 ASTM D - 2216

SOLICITANTE : _____

OBRA : _____

LUGAR : _____

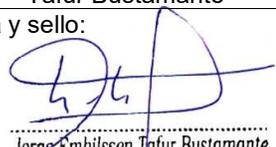
DESCRIPCION DEL MUESTRAS:

CALICATA: _____ ESTRACTO: _____ PROFUNDIDAD: _____

1.- Numero de Tara			
2.- Peso muestras humedad + tara (g)			
3.- Peso muestra seca + tara (g)			
4.- Peso tara (g)			
5.- Peso del agua (g)			
6.- Peso muestras seca (g)			
7.- Contenido de humedad (%)			
8.- Promedio (%)			

OBSERVACIONES _____

Validez de expertos

Exp. 1: Ing. Juan Luis Campos Aquino	Exp. 2: Ing. Jorge Emhilssen Tafur Bustamante	Exp. 3: Ing. Moisés Alejandro Chuquizuta Vásquez
Firma y sello:  JUAN LUIS CAMPOS AQUINO INGENIERO CIVIL Reg. CIP. N° 163567	Firma y sello:  Jorge Emhilssen Tafur Bustamante INGENIERO CIVIL REG. CIP. N° 155118	Firma y sello:  MOISÉS ALEJANDRO CHUQUIZUTA VÁSQUEZ INGENIERO CIVIL CIP N° 266193
CIP: 163567	CIP:	CIP: 266193



UNIVERSIDAD CÉSAR VALLEJO

SOLICITANTE : _____

OBRA : _____

LUGAR : _____

DESCRIPCION DEL MUESTRAS:

CALICATA: _____ ESTRACTO: _____ PROFUNDIDAD: _____

<i>Contenido de humedad</i>	
<i>Peso de la probeta</i>	

PESO UNITARIO SUELTO	
<i>Peso de muestra húmeda:</i>	
<i>Volumen del molde:</i>	
<i>Peso Unitario Suelto Húmedo:</i>	
<i>Peso Unitario Suelto Seco:</i>	

PESO UNITARIO COMPACTADO	
<i>Peso de muestra húmeda:</i>	
<i>Volumen del molde:</i>	
<i>Peso Unitario Compactado Húmedo:</i>	
<i>Peso Unitario Compactado Seco:</i>	

OBSERVACIONES _____

Validez de expertos

Exp. 1: Ing. Juan Luis Campos Aquino	Exp. 2: Ing. Jorge Emhilssen Tafur Bustamante	Exp. 3: Ing. Moisés Alejandro Chuquizuta Vásquez
Firma y sello:  JUAN LUIS CAMPOS AQUINO INGENIERO CIVIL Reg. CIP. N° 163567	Firma y sello:  Jorge Emhilssen Tafur Bustamante INGENIERO CIVIL REG. CIP N° 155118	Firma y sello:  MOISÉS ALEJANDRO CHUQUIZUTA VÁSQUEZ INGENIERO CIVIL CIP N° 266193
CIP: 163567	CIP: 155118	CIP: 266193



UNIVERSIDAD CÉSAR VALLEJO

SOLICITANTE : _____

OBRA : _____

LUGAR : _____

DESCRIPCION DEL MUESTRAS:

CALICATA: _____ ESTRACTO: _____ PROFUNDIDAD: _____

PESO ESPECÍFICO Y ABSORCIÓN			PROMEDIO
1. Peso del Recipiente			
2. Peso de la Muest. Sat. Sup. Seca			
3. Peso de la Muest. Sat. Sup. Seca + Peso frasco + Peso Agua			
4. Peso de la Muest. Sat. Sup. Seca + Peso del frasco			
5. Peso del Agua			
6. Peso del frasco			
7. Peso de la Muest. Secada a horno + Peso del frasco			
8. Peso de la Muest. Seca en el horno			
9. Volumen del frasco			
RESULTADOS			
1. Peso Especifico de la Arena			
2. Peso Especifico de la Masa S.S.S			
3. Peso Especifico Aparente			
4. Porcentaje de Absorción			

OBSERVACIONES _____

Validez de expertos

Exp. 1: Ing. Juan Luis Campos Aquino	Exp. 2: Ing. Jorge Emhilssen Tafur Bustamante	Exp. 3: Ing. Moisés Alejandro Chuquizuta Vásquez
Firma y sello:  JUAN LUIS CAMPOS AQUINO INGENIERO CIVIL Reg. CIP. N° 163567	Firma y sello:  Jorge Emhilssen Tafur Bustamante INGENIERO CIVIL REG. CIP N° 155118	Firma y sello:  MOISÉS ALEJANDRO CHUQUIZUTA VÁSQUEZ INGENIERO CIVIL CIP N° 266193
CIP: 163567	CIP: 155118	CIP: 266193



UNIVERSIDAD CÉSAR VALLEJO

RESISTENCIA A LA COMPRESIÓN SIMPLE (C.S)										
Muestra N°	Código	Fecha de ensayo	Edad	Altura (cm)	Diámetro (cm)	Carga (P)	f'c	F'c prom	Tipo de Falla	Observación

OBSERVACIONES: _____

Validez de expertos

Exp. 1: Ing. Juan Luis Campos Aquino	Exp. 2: Ing. Jorge Emhilssen Tafur Bustamante	Exp. 3: Ing. Moisés Alejandro Chuquizuta Vásquez
Firma y sello:  JUAN LUIS CAMPOS AQUINO INGENIERO CIVIL Reg. CIP. N° 163567	Firma y sello:  Jorge Emhilssen Tafur Bustamante INGENIERO CIVIL REG. CIP. N° 155118	Firma y sello:  MOISÉS ALEJANDRO CHUQUIZUTA VÁSQUEZ INGENIERO CIVIL CIP N° 266193
CIP: 163567	CIP: 155118	CIP: 266193



UNIVERSIDAD CÉSAR VALLEJO

RESISTENCIA A LA COMPRESIÓN DIAMETRAL (C.D)										
Muestra N°	Código	Descripción	Fecha de vaciado 1	Fecha de ensayo	Edad	Longitud (cm)	Diámetro (cm)	Carga (P)	T	Observación

OBSERVACIONES: _____

Validez de expertos

Exp. 1: Ing. Juan Luis Campos Aquino	Exp. 2: Ing. Jorge Emhilssen Tafur Bustamante	Exp. 3: Ing. Moisés Alejandro Chuquizuta Vásquez
Firma y sello:  JUAN LUIS CAMPOS AQUINO INGENIERO CIVIL Reg. CIP. N° 163567	Firma y sello:  Jorge Emhilssen Tafur Bustamante INGENIERO CIVIL REG. CIP. N° 155118	Firma y sello:  MOISÉS ALEJANDRO CHUQUIZUTA VÁSQUEZ INGENIERO CIVIL CIP N° 266193
CIP: 163567	CIP: 155118	CIP: 266193

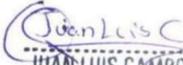
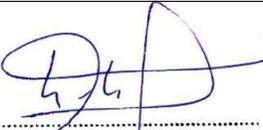


UNIVERSIDAD CÉSAR VALLEJO

RESISTENCIA A LA FLEXIÓN (F)										
Muestra N°	Código	Condición	Fecha de rotura	Edad	Altura (mm)	Base (mm)	Largo (mm)	Carga (Kgf)	Carga (N)	Observación

OBSERVACIONES: _____

Validez de expertos

Exp. 1: Ing. Juan Luis Campos Aquino	Exp. 2: Ing. Jorge Emhilssen Tafur Bustamante	Exp. 3: Ing. Moisés Alejandro Chuquizuta Vásquez
Firma y sello:  JUAN LUIS CAMPOS AQUINO INGENIERO CIVIL Reg. CIP. N° 163567	Firma y sello:  Jorge Emhilssen Tafur Bustamante INGENIERO CIVIL REG. CIP N° 155118	Firma y sello:  MOISÉS ALEJANDRO CHUQUIZUTA VÁSQUEZ INGENIERO CIVIL CIP N° 266193
CIP: 163567	CIP: 155118	CIP: 266193

ANEXO 04. ANALISIS ESTADISTICOS DE LOS RESULTADOS

ANALISIS ESTADISTICO						
RESISTENCIA EN COMPRESION						
A. PRUEBA DE NORMALIDAD						
PASO 1: PLANTEAMIENTO DE NORMALIDAD						
Ho: Hipótesis nula: Datos de la variable Resistencia en Compresión Si tienen normalidad.						
H1: Hipótesis alterna: Datos de la variable Resistencia en Compresión No tienen normalidad.						
PASO 2. NIVEL DE SIGNIFICANCIA: $\alpha=5\%$ (0.05)						
PASO 3. PRUEBA ESTADÍSTICA:						
Para muestras mayores a 50 datos se utiliza Kolmogorov - Smirnova ($n>50$, $K - S$). Para muestras menores a 50 datos se utiliza Shapiro-Wilk ($n \leq 50$, $S - W$).						
Pruebas de normalidad						
	Kolmogorov-Smirnova			Shapiro-Wilk		
	Estadístico	gl	Sig.	Estadístico	gl	Sig.
FANR	,161	21	,200 [*]	,902	21	,101
RC	,106	21	,200 [*]	,945	21	,463
* . Esto es un límite inferior de la significación verdadera.						
a. Corrección de significación de Lilliefors						
Se tienen 21 muestras, entonces se utilizará Shapiro-Wilk con p-valor=0.455						
PASO 4. REGLA DE DECISIÓN						
Si $p\text{-valor} \leq 0.05$ - Se rechaza la hipótesis nula. $p\text{-valor}=0.455$						
Comparación: $0.455 > 0.05$						
Entonces se acepta la hipótesis nula.						
Ho: Hipótesis nula: Datos de la variable Resistencia en Compresión Si tienen normalidad.						
PASO 5. CONCLUSIÓN						
Los datos de la variable resistencia en compresión tiene normalidad con un nivel de significancia de 5%						
B. CORRELACION DE PEARSON						
PASO 1: PLANTEAMIENTO DE HIPÓTESIS						
Ho: Hipótesis nula: Datos de la variable Resistencia en Compresión Si tienen Homogeneidad.						
H1: Hipótesis alterna: Datos de la variable Resistencia en Compresión No tienen Homogeneidad.						
PASO 2. NIVEL DE SIGNIFICANCIA $\alpha=5\%$ (0.05)						
PASO 3. PRUEBA ESTADÍSTICA: COEFICIENTE DE CORRELACIÓN DE PEARSON						
Correlaciones						
				RC		FANR
RC	Correlación de Pearson			1		,816**
	Sig. (bilateral)					,002
	N			21		21
FANR	Correlación de Pearson			,816**		1
	Sig. (bilateral)			,002		
	N			21		21
** . La correlación es significativa en el nivel 0,01 (bilateral).						
Se tiene un $p\text{-valor}=0.002$ y coeficiente de correlación r de Pearson de 0.735 (73.5%).						
PASO 4. REGLA DE DECISIÓN						
Si $p\text{-valor} \leq 0.05$ - Se rechaza la hipótesis nula. $p\text{-valor}=0,0020$						
Comparación: $0.0020 < 0.05$						
Entonces se acepta la hipótesis alterna.						
PASO 5. CONCLUSIÓN						
Existe una correlación positiva considerable , entre la variable Resistencia a la Compresión y la variable Fibra sintética y metálica con un coeficiente de correlación de Pearson de 0.816						

ANÁLISIS ESTADÍSTICO						
RESISTENCIA EN TRACCIÓN						
A. PRUEBA DE NORMALIDAD						
PASO 1: PLANTEAMIENTO DE NORMALIDAD						
Ho: Hipótesis nula: Datos de la variable Resistencia en Tracción Si tienen normalidad. H1: Hipótesis alterna: Datos de la variable Resistencia en Tracción No tienen normalidad.						
PASO 2. NIVEL DE SIGNIFICANCIA: $\alpha=5\%$ (0.05)						
PASO 3. PRUEBA ESTADÍSTICA:						
Para muestras mayores a 50 datos se utiliza Kolmogorov-Smirnova ($n>50$, $K - S$). Para muestras menores a 50 datos se utiliza Shapiro-Wilk ($n\leq 50$, $S - W$).						
Pruebas de normalidad						
	Kolmogorov-Smirnov ^a			Shapiro-Wilk		
	Estadístico	gl	Sig.	Estadístico	gl	Sig.
FANR	,161	21	,200*	,902	21	,101
RT	,155	21	,200*	,903	21	,104
* . Esto es un límite inferior de la significación verdadera.						
a. Corrección de significación de Lilliefors						
Se tienen 15 muestras, entonces se utilizará Shapiro-Wilk con $p\text{-valor}=0.105$						
PASO 4. REGLA DE DECISIÓN						
Si $p\text{-valor}\leq 0.05$ - Se rechaza la hipótesis nula. $p\text{-valor}=0.105$ Comparación: $0.105 > 0.05$ Entonces se acepta la hipótesis nula. Ho: Hipótesis nula: Datos de la variable Resistencia en Tracción Si tienen normalidad. CORRELACION DE PEARSON (SI TIENE NORMALIDAD) CORRELACION DE SPEARMAN (SI NO TIENE NORMALIDAD)						
PASO 5. CONCLUSIÓN						
Los datos de la variable resistencia en tracción tiene normalidad con un nivel de significancia de 5%						
B. CORRELACION DE PEARSON						
PASO 1: PLANTEAMIENTO DE HIPÓTESIS						
Ho: Hipótesis nula: El incremento de resistencia en tracción del concreto No está relacionado con la adición de fibras de acero de neumáticos reciclados. H1: hipótesis alterna: El incremento de resistencia en tracción del concreto Si está relacionado con la adición de fibras de acero de neumáticos reciclados.						
PASO 2. NIVEL DE SIGNIFICANCIA $\alpha=5\%$ (0.05)						
PASO 3. PRUEBA ESTADÍSTICA: COEFICIENTE DE CORRELACIÓN DE PEARSON						
Correlaciones						
			RT		FANR	
RT	Correlación de Pearson		1		,957**	
	Sig. (bilateral)				,000	
	N		21		18	
FANR	Correlación de Pearson		,957**		1	
	Sig. (bilateral)		,000			
	N		21		18	
** . La correlación es significativa en el nivel 0,01 (bilateral).						
Se tiene un $p\text{-valor}=0.0001$ y coeficiente de correlación r de Pearson de 0.964 (96.4%).						
PASO 4. REGLA DE DECISIÓN						
Si $p\text{-valor}\leq 0.05$ - Se rechaza la hipótesis nula. $p\text{-valor}=0.0001$ Comparación: $0.0001 < 0.05$ Entonces se acepta la hipótesis alterna.						
PASO 5. CONCLUSIÓN						
Existe una correlación positiva fuerte , entre la variable Resistencia a la Tracción y la variable Fibra sintética y metálica con un coeficiente de correlación de Pearson de 0.957						

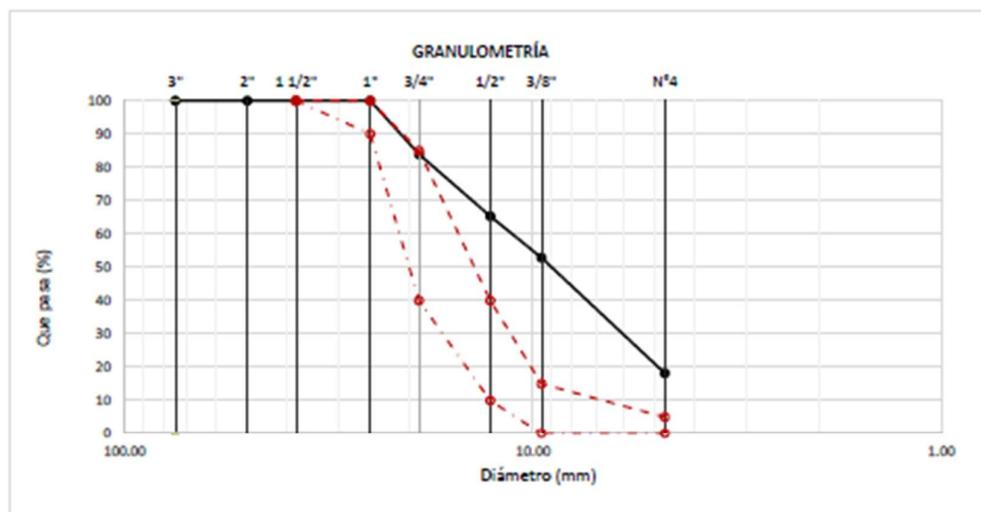
ANÁLISIS ESTADÍSTICO						
RESISTENCIA EN FLEXIÓN						
A. PRUEBA DE NORMALIDAD						
PASO 1: PLANTEAMIENTO DE NORMALIDAD						
Ho: Hipótesis nula: Datos de la variable Resistencia en Flexión Si tienen normalidad. H1: Hipótesis alterna: Datos de la variable Resistencia en Flexión No tienen normalidad.						
PASO 2. NIVEL DE SIGNIFICANCIA: $\alpha=5\%$ (0.05)						
PASO 3. PRUEBA ESTADÍSTICA: Para muestras mayores a 50 datos se utiliza Kolmogorov-Smirnova ($n>50$, $K - S$). Para muestras menores a 50 datos se utiliza Shapiro-Wilk ($n \leq 50$, $S - W$).						
Pruebas de normalidad						
	Kolmogorov-Smirnov ^a			Shapiro-Wilk		
	Estadístico	gl	Sig.	Estadístico	gl	Sig.
FANR	,161	21	,200 [*]	,902	21	,101
RF	,106	21	,200 [*]	,953	21	,494
* Esto es un límite inferior de la significación verdadera.						
a. Corrección de significación de Lilliefors						
Se tienen 15 muestras, entonces se utilizará Shapiro-Wilk con p-valor=0.494						
PASO 4. REGLA DE DECISIÓN						
Si p-valor \leq 0.05 - Se rechaza la hipótesis nula. p-valor=0.494 Comparación: 0.494 $>$ 0.05 Entonces se acepta la hipótesis nula. Ho: Hipótesis nula: Datos de la variable Resistencia en Flexión Si tienen normalidad.						
PASO 5. CONCLUSIÓN						
Los datos de la variable resistencia en flexión tiene normalidad con un nivel de significancia de 5%						
B. CORRELACION DE PEARSON						
PASO 1: PLANTEAMIENTO DE HIPÓTESIS						
Ho: Hipótesis nula: El incremento de resistencia en flexión del concreto No está relacionado con la adición de fibras de acero de neumáticos reciclados. H1: hipótesis alterna: El incremento de resistencia en flexión del concreto Si está relacionado con la adición de fibras de acero de neumáticos reciclados.						
PASO 2. NIVEL DE SIGNIFICANCIA $\alpha=5\%$ (0.05)						
PASO 3. PRUEBA ESTADÍSTICA: COEFICIENTE DE CORRELACIÓN DE PEARSON						
Correlaciones						
				RF		FANR
RF	Correlación de Pearson			1		,932 ^{**}
	Sig. (bilateral)					,000
	N			21		21
FANR	Correlación de Pearson			,932 ^{**}		1
	Sig. (bilateral)			,000		
	N			21		21
** La correlación es significativa en el nivel 0,01 (bilateral).						
Se tiene un p-valor=0.002 y coeficiente de correlación r de Pearson de 0.941 (94.1%).						
PASO 4. REGLA DE DECISIÓN						
Si p-valor \leq 0.05 - Se rechaza la hipótesis nula. p-valor=0,0001 Comparación: 0.0001 $<$ 0.05 Entonces se acepta la hipótesis alterna.						
PASO 5. CONCLUSIÓN						
Existe una correlación positiva considerable , entre la variable Resistencia a la Flexión y la variable Fibra sintética y metálica con un coeficiente de correlación de Pearson de 0.932						

Solicitante : SALAZAR GONZALEZ, JOSÉ ALFONSO
 Proyecto : TESIS: INCORPORACIÓN DE FIBRA SINTÉTICA Y METÁLICA PARA MEJORAR EL COMPORTAMIENTO MECÁNICO DEL CONCRETO EN PAVIMENTOS RÍGIDOS, AVENIDA COLECTORA, CHICLAYO, 2022
 Ubicación : Dist. Chiclayo, Prov. Pimentel, Depart. Lambayeque.
 Fecha de ensayo : 21 de setiembre del 2022.
 ENSAYO : AGREGADOS. Análisis granulométrico del agregado fno. Grueso y global.
 NORMA DE REFERENCIA : N.T.P. 400.012 / ASTM C-136

Muestra : Piedra Chancada

Cantera : Tres Tomas

Análisis Granulométrico por tamizado					
N° Tamiz	Abertura (mm)	% Retenido	% Acumulados Retenido	% Que pasa Acumulados	HUSO
2"	50.00	0.0	0.0	100.0	56
1 1/2"	38.00	0.0	0.0	100.0	100
1"	25.00	0.0	0.0	100.0	90 - 100
3/4"	19.00	562.2	16.1	83.9	40 - 85
1/2"	12.70	651.2	34.7	65.3	10 - 40
3/8"	9.52	432.3	47.1	52.9	0 - 15
N°4	4.75	1214.5	81.8	18.2	0 - 5
TAMAÑO MÁXIMO NOMINAL					3/4"



OBSERVACIONES :

- Muestreo, identificación y ensayo realizado por el solicitante.

Solicitante : SALAZAR GONZALEZ, JOSÉ ALFONSO

Proyecto / Obra : TESIS: INCORPORACION DE FIBRA SINTETICA Y METALICA PARA MEJORAR EL COMPORTAMIENTO MECÁNICO DEL CONCRETO EN PAVIMENTOS RÍGIDOS, AVENIDA COLECTORA. CHICLAYO. 2022

Ubicación : Dist. Pimentel, Prov. Chiclayo, Depart. Lambayeque.

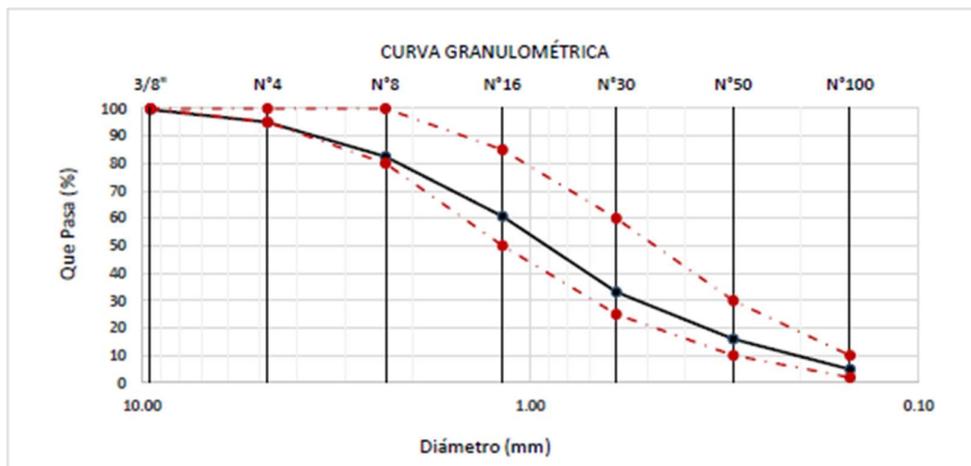
Fecha de ensayo : miércoles, 21 de Setiembre de 2022

ENSAYO : AGREGADOS. Análisis granulométrico del agregado fino. Grueso y global.

NORMA : N.T.P. 400.012

Muestra : Arena Gruesa Cantera : Pátapo - La Victoria

Malla		% Retenido	% Retenido Acumulado	% Que Pasa Acumulado	GRADACIÓN "C"
Pulg.	(mm.)				
3/8"	9.520	0.4	0.4	99.6	100
Nº 4	4.750	4.7	5.0	95.0	95 - 100
Nº 8	2.360	12.5	17.5	82.5	80 - 100
Nº 16	1.180	21.8	39.3	60.7	50 - 85
Nº 30	0.600	27.6	66.9	33.1	25 - 60
Nº 50	0.300	17.2	84.0	16.0	10 - 30
Nº 100	0.150	11.0	95.1	4.9	2 - 10
MODULO DE FINEZA					3.08



Observaciones:

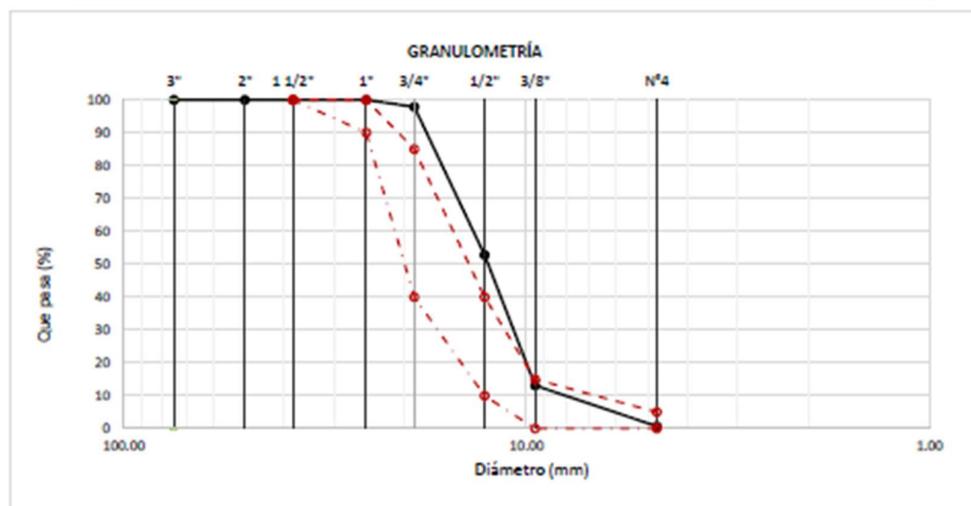
- Muestreo, identificación y ensayo realizado por el solicitante.

Solicitante : SALAZAR GONZALEZ, JOSÉ ALFONSO
 Proyecto : TESIS: INCORPORACIÓN DE FIBRA SINTÉTICA Y METÁLICA PARA MEJORAR EL COMPORTAMIENTO MECÁNICO DEL CONCRETO EN PAVIMENTOS RÍGIDOS, AVENIDA COLECTORA, CHICLAYO, 2022
 Ubicación : Dist. Chiclayo, Prov. Pimentel, Depart. Lambayeque.
 Fecha de ensayo : 21 de setiembre del 2022.
 ENSAYO : AGREGADOS. Análisis granulométrico del agregado fino. Grueso y global.
 NORMA DE REFERENCIA : N.T.P. 400.012 / ASTM C-136

Muestra : Piedra Chancada

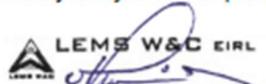
Cantera : Patapo - La Victoria

Análisis Granulométrico por tamizado					
N° Tamiz	Abertura (mm)	% Retenido	% Acumulados Retenido	% Que pasa Acumulados	HUSO
2"	50.00	0.0	0.0	100.0	56
1 1/2"	38.00	0.0	0.0	100.0	100
1"	25.00	0.0	0.0	100.0	90 - 100
3/4"	19.00	2.1	2.1	97.9	40 - 85
1/2"	12.70	45.1	47.2	52.8	10 - 40
3/8"	9.52	39.7	86.9	13.1	0 - 15
N°4	4.75	12.4	99.3	0.7	0 - 5
TAMAÑO MÁXIMO NOMINAL					3/4"



OBSERVACIONES :

- Muestreo, identificación y ensayo realizado por el solicitante.



LEMS W&C EIRL
WILSON OLAYA AGUILAR
TÉC. ENSAYOS DE MATERIALES Y SUELOS



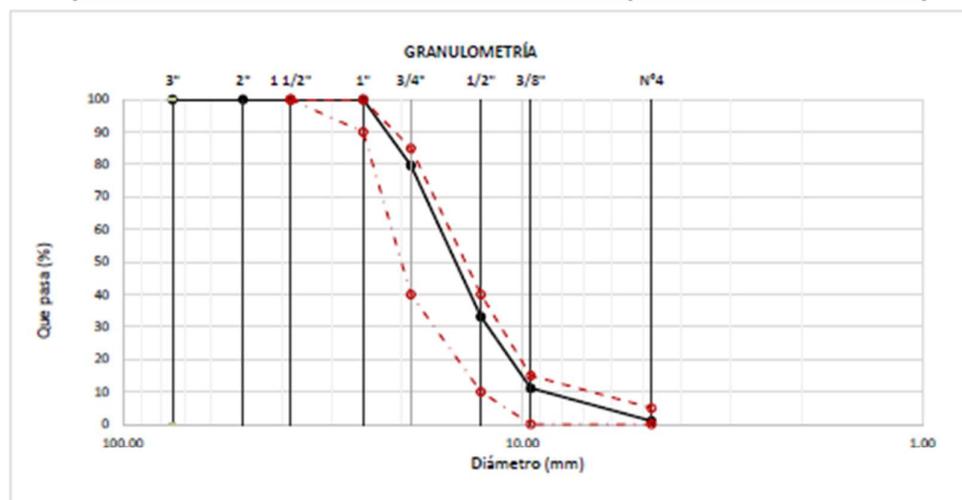
Miguel Angel Ruiz Perales
INGENIERO CIVIL
CIP. 246904

Solicitante : SALAZAR GONZALEZ, JOSÉ ALFONSO
 Proyecto : TESIS: INCORPORACIÓN DE FIBRA SINTÉTICA Y METÁLICA PARA MEJORAR EL COMPORTAMIENTO MECÁNICO DEL CONCRETO EN PAVIMENTOS RÍGIDOS, AVENIDA COLECTORA, CHICLAYO, 2022
 Ubicación : Dist. Chiclayo, Prov. Pimentel, Depart. Lambayeque.
 Fecha de ensayo : 21 de setiembre del 2022.
 ENSAYO : AGREGADOS. Análisis granulométrico del agregado fino, Grueso y global.
 NORMA DE REFERENCIA : N.T.P. 400.012 / ASTM C-136

Muestra : Piedra Chancada

Cantera : Pacherez

Análisis Granulométrico por tamizado					
N° Tamiz	Abertura (mm)	% Retenido	% Acumulados Retenido	% Que pasa Acumulados	HUSO
2"	50.00	0.0	0.0	100.0	56
1 1/2"	38.00	0.0	0.0	100.0	100
1"	25.00	0.0	0.0	100.0	90 - 100
3/4"	19.00	20.3	20.3	79.7	40 - 85
1/2"	12.70	46.6	66.9	33.1	10 - 40
3/8"	9.52	22.0	88.9	11.1	0 - 15
N°4	4.75	10.1	99.0	1.0	0 - 5
TAMAÑO MÁXIMO NOMINAL					3/4"



OBSERVACIONES :

- Muestreo, identificación y ensayo realizado por el solicitante.

Solicitante : SALAZAR GONZALEZ, JOSÉ ALFONSO

Proyecto / Obra : **TESIS: INCORPORACIÓN DE FIBRA SINTÉTICA Y METÁLICA PARA MEJORAR EL COMPORTAMIENTO MECÁNICO DEL CONCRETO EN PAVIMENTOS RÍGIDOS, AVENIDA COLECTORA, CHICLAYO, 2022**

Ubicación : Prolong. Bolognesi Km 3.5

Fecha de ensayo : jueves, 22 de Setiembre de 2022

Ensayo : AGREGADOS. Método de ensayo normalizado para determinar la masa por unidad de volumen o densidad ("Peso Unitario") y los vacíos en los agregados. 3a. Edición (Basada ASTM C 29/C29M-2009)
AGREGADOS. Método de ensayo normalizado para contenido de humedad total evaporable de agregados por secado.

Referencia : NTP 400.017:2011 (revisada el 2016)
NTP 339.185:2013

Muestra : : Arena Gruesa - La Victoria - Pátapo

Peso Unitario Suelto Humedo	(Kg/m ³)	1495
Peso Unitario Suelto Seco	(Kg/m ³)	1495
Contenido de Humedad	(%)	0.70
Peso Unitario Compactado Humedo	(Kg/m ³)	1636
Peso Unitario Compactado Seco	(Kg/m ³)	1625
Contenido de Humedad	(%)	0.70

OBSERVACIONES :

- Muestreo, identificación y ensayo realizado por el solicitante.


 **LEMS W&C** EIRL
WILSON OLAYA AGUILAR
TÉC. ENSAYOS DE MATERIALES Y SUELOS


 **Miguel Angel Ruiz Perales**
INGENIERO CIVIL
CIP. 246904

Solicitante : SALAZAR GONZALEZ, JOSÉ ALFONSO
Proyecto : TESIS: INCORPORACIÓN DE FIBRA SINTÉTICA Y METÁLICA PARA MEJORAR EL COMPORTAMIENTO MECÁNICO DEL CONCRETO EN PAVIMENTOS RÍGIDOS, AVENIDA COLECTORA, CHICLAYO, 2022
Ubicación : Dist. Chiclayo, Prov. Pimentel, Depart. Lambayeque.
Fecha de ensayo : jueves, 22 de Setiembre de 2022
Ensayo : AGREGADOS. Método de ensayo normalizado para determinar la masa por unidad de volumen o densidad ("Peso Unitario") y los vacíos en los agregados. 3a. Edición (Basada ASTM C 29/C29M-2009)
AGREGADOS. Método de ensayo normalizado para contenido de humedad total evaporable de agregados por secado
Referencia : NTP 400.017:2011 (revisada el 2016)
NTP 339.185:2013

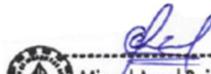
Muestra : Piedra Chancada Cantera: Pacherras

Peso Unitario Suelto Humedo	(Kg/m ³)	1360.28
Peso Unitario Suelto Seco	(Kg/m ³)	1360.28
Contenido de Humedad	(%)	0.56
Peso Unitario Compactado Humedo	(Kg/m ³)	1508.39
Peso Unitario Compactado Seco	(Kg/m ³)	1499.95
Contenido de Humedad	(%)	0.56

OBSERVACIONES :

- Muestreo, identificación y ensayo realizado por el solicitante.


LEMS W&C EIRL
WILSON OLAYA AGUILAR
TÉC. ENSAYOS DE MATERIALES Y SUELOS


 **Miguel Angel Ruiz Perales**
INGENIERO CIVIL
CIP. 246904

INFORME

Solicitante : SALAZAR GONZALEZ, JOSÉ ALFONSO
Proyecto / Obra : **TESIS: INCORPORACION DE FIBRA SINTETICA Y METALICA PARA MEJORAR EL COMPORTAMIENTO MECÁNICO DEL CONCRETO EN PAVIMENTOS RÍGIDOS. AVENIDA COLECTORA. CHICLAYO. 2022**
Ubicación : Prolong. Bolognesi Km 3.5
Fecha de ensayo : viernes, 23 de Setiembre de 2022

NORMA : AGREGADO. Método de ensayo normalizado para la densidad, la densidad relativa (peso específico) y absorción del agregado grueso.

REFERENCIA : N.T.P. 400.021

Muestra: Piedra Chancada

Muestra: Cantera Pacherez

1.- PESO ESPECIFICO DE MASA	(gr/cm ³)	2.668
2.- PORCENTAJE DE ABSORCIÓN	%	1.390

OBSERVACIONES :

- Muestreo, identificación y ensayo realizado por el solicitante.


LEMS W&C EIRL
WILSON OLAYA AGUILAR
TÉC. ENSAYOS DE MATERIALES Y SUELOS


 **Miguel Angel Ruiz Perales**
INGENIERO CIVIL
CIP. 246904

INFORME

Solicitante : SALAZAR GONZALEZ, JOSÉ ALFONSO
Proyecto / Obra : TESIS: INCORPORACION DE FIBRA SINTETICA Y METALICA PARA MEJORAR EL COMPORTAMIENTO MECÁNICO DEL CONCRETO EN PAVIMENTOS RÍGIDOS, AVENIDA COLECTORA, CHICLAYO, 2022
Ubicación : Prolong. Bolognesi Km 3.5
Fecha de ensayo : viernes, 23 de Setiembre de 2022

NORMA : AGREGADO. Método de ensayo normalizado para la densidad, la densidad relativa (peso específico) y absorción del agregado fino.

REFERENCIA : N.T.P. 400.022

Muestra : Arena Gruesa

Cantera : La Victoria - Pátapo

1.- PESO ESPECÍFICO DE MASA	(gr/cm ³)	2.543
2.- PORCENTAJE DE ABSORCIÓN	%	1.171

OBSERVACIONES :

- Muestreo, identificación y ensayo realizado por el solicitante.



LEMS W&C EIRL
WILSON OLAYA AGUILAR
TEC. ENSAYOS DE MATERIALES Y SUELOS



Miguel Angel Ruiz Perales
INGENIERO CIVIL
CIP. 246904

INFORME

Pag. 01 de 02

Solicitante : SALAZAR GONZALEZ, JOSÉ ALFONSO

Proyecto / Obra : **TESIS: INCORPORACIÓN DE FIBRA SINTÉTICA Y METÁLICA PARA MEJORAR EL COMPORTAMIENTO MECÁNICO DEL CONCRETO EN PAVIMENTOS RÍGIDOS, AVENIDA COLECTORA, CHICLAYO, 2022**

Ubicación : Dist. Pimentel, Prov. Chiclayo, Depart. Lambayeque.

Fecha de vaciado : 26/09/2022

DISEÑO DE MEZCLA FINAL

$F'c = 280 \text{ kg/cm}^2$

CEMENTO

- 1.- Tipo de cemento : Tipo I - PACASMAYO
2.- Peso específico : 3100 Kg/m^3

AGREGADOS :

Agregado fino :

: Arena Gruesa - La Victoria - Patapo

1.- Peso específico de masa	2.545	gr/cm^3
2.- Peso específico de masa S.S.S.	2.575	gr/cm^3
3.- Peso unitario suelto	1484.37	Kg/m^3
4.- Peso unitario compactado	1624.67	Kg/m^3
5.- % de absorción	1.17	%
6.- Contenido de humedad	0.70	%
7.- Módulo de fineza	3.08	

Agregado grueso :

: Piedra Chancada - Cantera Pacherras - Pacherras

1.- Peso específico de masa	2.671	gr/cm^3
2.- Peso específico de masa S.S.S.	2.709	gr/cm^3
3.- Peso unitario suelto	1352.67	Kg/m^3
4.- Peso unitario compactado	1499.95	Kg/m^3
5.- % de absorción	1.42	%
6.- Contenido de humedad	0.56	%
7.- Tamaño máximo	1"	Pulg.
8.- Tamaño máximo nominal	3/4"	Pulg.

Granulometría :

Malla	% Retenido	% Acumulado que pasa
3/8"	0.4	99.6
Nº 04	4.7	95.0
Nº 08	12.5	82.5
Nº 16	21.8	60.7
Nº 30	27.6	33.1
Nº 50	17.2	16.0
Nº 100	11.0	4.9
Fondo	4.9	0.0

Malla	% Retenido	% Acumulado que pasa
2"	0.0	100.0
1 1/2"	0.0	100.0
1"	0.0	100.0
3/4"	20.3	79.7
1/2"	46.6	33.1
3/8"	22.0	11.1
Nº 04	10.1	1.0
Fondo	1.0	0.0

OBSERVACIONES :

- Muestreo, identificación y ensayo realizado por el solicitante.



LEMS W&C EIRL
WILSON OLAYA AGUILAR
TÉC. ENSAYOS DE MATERIALES Y SUELOS



Miguel Angel Ruiz Perales
INGENIERO CIVIL
CIP. 246904

INFORME

Pag. 02 de 02

Solicitante : SALAZAR GONZALEZ, JOSÉ ALFONSO

Proyecto / Obra : **TESIS: INCORPORACIÓN DE FIBRA SINTÉTICA Y METÁLICA PARA MEJORAR EL COMPORTAMIENTO MECÁNICO DEL CONCRETO EN PAVIMENTOS RÍGIDOS, AVENIDA COLECTORA, CHICLAYO, 2022**

Fecha de vaciado : 26/09/2022
DISEÑO DE MEZCLA FINAL $F'c = 280 \text{ kg/cm}^2$

Resultados del diseño de mezcla :

Asentamiento obtenido	:	3 Pulgadas
Peso unitario del concreto fresco	:	2401 Kg/m ³
Resistencia promedio a los 7 días	:	182 Kg/cm ²
Porcentaje promedio a los 7 días	:	65 %
Factor cemento por M ³ de concreto	:	11.3 bolsas/m ³
Relación agua cemento de diseño	:	0.570

Cantidad de materiales por metro cúbico :

Cemento	482	Kg/m ³	:	Tipo I - PACASMAYO
Agua	294	L	:	Potable de la zona.
Agregado fino	789	Kg/m ³	:	Arena Gruesa - La Victoria - Patapo
Agregado grueso	837	Kg/m ³	:	Piedra Chancada - Cantera Pacherras - Pacherras

Proporción en peso :

Cemento	Arena	Piedra	Agua	
1.0	1.64	1.74	25.9	Lts/pie ³

Proporción en volumen :

1.0	1.66	1.93	25.9	Lts/pie ³
-----	------	------	------	----------------------

OBSERVACIONES :

- Muestreo, identificación y ensayo realizado por el solicitante.
- En obra corregir por humedad.



LEMS W&C EIRL
WILSON OLAYA AGUILAR
TÉC. ENSAYOS DE MATERIALES Y SUELOS



Miguel Angel Ruiz Perales
INGENIERO CIVIL
CIP. 246904

Solicitante : SALAZAR GONZALEZ, JOSÉ ALFONSO

Proyecto / Obra : INCORPORACIÓN DE FIBRA SINTÉTICA Y METÁLICA PARA MEJORAR EL COMPORTAMIENTO MECÁNICO DEL CONCRETO EN PAVIMENTOS RÍGIDOS, AVENIDA COLECTORA, CHICLAYO, 2022

Ubicación : Dist. Pimentel, Prov. Chiclayo, Depart. Lambayeque.

Fecha de apertura : Lunes, 26 de setiembre del 2022.

Ensayo : HORMIGÓN (CONCRETO). Método de ensayo normalizado para determinar la temperatura de mezcla de hormigón.

Referencia : N.T.P. 339.184

Diseño	IDENTIFICACIÓN	Diseño f'c (kg/cm ²)	Fecha de vaciado (Días)	Temperatura (C°)
DM-01	Concreto Patrón, f'c =280	280	26/09/2022	24.0

OBSERVACIONES:

- Muestreo, ensayo e identificación realizados por el solicitante.



LEMS W&C EIRL
WILSON OLAYA AGUILAR
TEC. ENSAYOS DE MATERIALES Y SUELOS



Miguel Angel Ruiz Perales
INGENIERO CIVIL
CIP. 246904

Solicitante : SALAZAR GONZALEZ, JOSÉ ALFONSO

Proyecto / Obra : INCORPORACIÓN DE FIBRA SINTÉTICA Y METÁLICA PARA MEJORAR EL COMPORTAMIENTO MECÁNICO DEL CONCRETO EN PAVIMENTOS RÍGIDOS, AVENIDA COLECTORA, CHICLAYO, 2022

Ubicación : Dist. Pimentel, Prov. Chiclayo, Depart. Lambayeque.

Fecha de apertura : Lunes, 26 de setiembre del 2022.

Ensayo : HORMIGÓN (CONCRETO). Método de ensayo normalizado para determinar la temperatura de mezcla de hormigón.

Referencia : N.T.P. 339.184

Diseño	IDENTIFICACIÓN	Diseño f'c (kg/cm ²)	Fecha de vaciado (Días)	Temperatura (C°)
DM-01	Concreto Patrón, f'c =280 + 10kg Fibra.Metálica./m3 Concreto	280	26/09/2022	21.5
DM-02	Concreto Patrón, f'c =280 + 20kg Fibra.Metálica./m3 Concreto	280	26/09/2022	20.0
DM-03	Concreto Patrón, f'c =280 + 30kg Fibra.Metálica./m3 Concreto	280	26/09/2022	20.0

OBSERVACIONES:

- Muestreo, ensayo e identificación realizados por el solicitante.



LEMS W&C EIRL
WILSON OLAYA AGUILAR
TÉC. ENSAYOS DE MATERIALES Y SUELOS



Miguel Angel Ruiz Perales
INGENIERO CIVIL
CIP. 246904

Solicitante : SALAZAR GONZALEZ, JOSÉ ALFONSO

Proyecto / Obra : INCORPORACIÓN DE FIBRA SINTÉTICA Y METÁLICA PARA MEJORAR EL COMPORTAMIENTO MECÁNICO DEL CONCRETO EN PAVIMENTOS RÍGIDOS, AVENIDA COLECTORA, CHICLAYO, 2022

Ubicación : Dist. Pimentel, Prov. Chiclayo, Depart. Lambayeque.

Fecha de apertura : Lunes, 26 de setiembre del 2022.

Ensayo : HORMIGÓN (CONCRETO). Método de ensayo normalizado para determinar la temperatura de mezcla de hormigón.

Referencia : N.T.P. 339.184

Diseño	IDENTIFICACIÓN	Diseño f'c (kg/cm ²)	Fecha de vaciado (Días)	Temperatura (C°)
DM-01	Concreto Patrón, f'c =280 + 3kg Fibra.Sintética./m3 Concreto	280	26/09/2022	24.5
DM-02	Concreto Patrón, f'c =280 + 6kg Fibra.Sintética./m3 Concreto	280	26/09/2022	24.0
DM-03	Concreto Patrón, f'c =280 + 9kg Fibra.Sintética./m3 Concreto	280	26/09/2022	23.1

OBSERVACIONES:

- Muestreo, ensayo e identificación realizados por el solicitante.



LEMS W&C EIRL
WILSON OLAYA AGUILAR
TÉC. ENSAYOS DE MATERIALES Y SUELOS



Miguel Angel Ruiz Perales
INGENIERO CIVIL
CIP. 246904

Solicitante : SALAZAR GONZALEZ, JOSÉ ALFONSO

Proyecto / Obra : INCORPORACIÓN DE FIBRA SINTÉTICA Y METÁLICA PARA MEJORAR EL COMPORTAMIENTO MECÁNICO DEL CONCRETO EN PAVIMENTOS RÍGIDOS, AVENIDA COLECTORA, CHICLAYO, 2022

Ubicación : Dist. Pimentel, Prov. Chiclayo, Depart. Lambayeque.

Fecha de Ensayo : Lunes, 26 de setiembre del 2022.

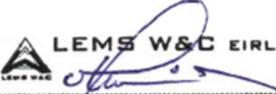
Ensayo : CONCRETO. Método de ensayo para determinar la densidad (peso unitario), rendimiento y contenido de aire (método gravimétrico) del concreto. 2ª Edición

Referencia : N.T.P. 339.046 : 2008 (revisada el 2018)

Muestra N°	IDENTIFICACIÓN	Diseño f'c	Fecha de vaciado (Días)	DENSIDAD (Kg/m ³)
01	Concreto Patrón, f'c = 280	280	26/09/2022	2342

OBSERVACIONES:

- Muestreo, identificación y ensayo realizado por el solicitante,



LEMS W&C EIRL
WILSON OLAYA AGUILAR
TÉC. ENSAYOS DE MATERIALES Y SUELOS




Miguel Angel Ruiz Perales
INGENIERO CIVIL
CIP. 246904

Solicitante : SALAZAR GONZALEZ, JOSÉ ALFONSO

Proyecto / Obra : INCORPORACIÓN DE FIBRA SINTÉTICA Y METÁLICA PARA MEJORAR EL COMPORTAMIENTO MECÁNICO DEL CONCRETO EN PAVIMENTOS RÍGIDOS, AVENIDA COLECTORA, CHICLAYO, 2022

Ubicación : Dist. Pimentel, Prov. Chiclayo, Depart. Lambayeque.

Fecha de Ensayo : Lunes, 26 de setiembre del 2022.

Ensayo : CONCRETO. Método de ensayo para determinar la densidad (peso unitario), rendimiento y contenido de aire (método gravimétrico) del concreto. 2ª Edición

Referencia : N.T.P. 339.046 : 2008 (revisada el 2018)

Muestra N°	IDENTIFICACIÓN	Diseño f'c	Fecha de vaciado (Días)	DENSIDAD (Kg/m ³)
01	Concreto Patrón, f'c =280 + 3 kg Fibra.Sintética./m3 Concreto	280	26/09/2022	2333
02	Concreto Patrón, f'c =280 + 6 kg Fibra.Sintética./m3 Concreto	280	26/09/2022	2327
03	Concreto Patrón, f'c =280 + 9 kg Fibra.Sintética./m3 Concreto	280	26/09/2022	2301

OBSERVACIONES:

- Muestreo, identificación y ensayo realizado por el solicitante,


LEMS W&C EIRL
WILSON OLAYA AGUILAR
TÉC. ENSAYOS DE MATERIALES Y SUELOS


 **Miguel Angel Ruiz Perales**
INGENIERO CIVIL
CIP. 246904

Solicitante : SALAZAR GONZALEZ, JOSÉ ALFONSO

Proyecto / Obra : INCORPORACIÓN DE FIBRA SINTÉTICA Y METÁLICA PARA MEJORAR EL COMPORTAMIENTO MECÁNICO DEL CONCRETO EN PAVIMENTOS RÍGIDOS, AVENIDA COLECTORA, CHICLAYO, 2022

Ubicación : Dist. Pimentel, Prov. Chiclayo, Depart. Lambayeque.

Fecha de Ensayo : Lunes, 26 de setiembre del 2022.

Ensayo : CONCRETO. Método de ensayo para determinar la densidad (peso unitario), rendimiento y contenido de aire (método gravimétrico) del concreto. 2ª Edición

Referencia : N.T.P. 339.046 : 2008 (revisada el 2018)

Muestra N°	IDENTIFICACIÓN	Diseño f'c	Fecha de vaciado (Días)	DENSIDAD (Kg/m ³)
01	Concreto Patrón, f'c =280 + 10kg Fibra Metálica/m3 Concreto	280	26/09/2022	2343
02	Concreto Patrón, f'c =280 + 20kg Fibra Metálica/m3 Concreto	280	26/09/2022	2345
03	Concreto Patrón, f'c =280 + 30kg Fibra Metálica/m3 Concreto	280	26/09/2022	2348

OBSERVACIONES:

- Muestreo, identificación y ensayo realizado por el solicitante,



LEMS W&C EIRL
WILSON OLAYA AGUILAR
TÉC. ENSAYOS DE MATERIALES Y SUELOS



Miguel Angel Ruiz Perales
INGENIERO CIVIL
CIP. 246904

Solicitante : SALAZAR GONZALEZ, JOSÉ ALFONSO

Proyecto : INCORPORACIÓN DE FIBRA SINTÉTICA Y METÁLICA PARA MEJORAR EL COMPORTAMIENTO MECÁNICO DEL CONCRETO EN PAVIMENTOS RÍGIDOS, AVENIDA COLECTORA, CHICLAYO, 2022

Ubicación : Dist. Pimentel, Prov. Chiclayo, Depart. Lambayeque.

Fecha de apertura : Lunes, 26 de setiembre del 2022.

Ensayo : HORMIGON (CONCRETO). Método por presión para la determinación del contenido de aire en mezclas frescas.

Referencia : NTP 339.080

Muestra N°	IDENTIFICACIÓN	Diseño f'c (kg/cm ²)	Fecha de vaciado (Días)	Contenido de aire - Método por presión (%)		
				Hora del ensayo (Hr)	Tipo de medidor	Contenido de aire (%)
01	Concreto Patrón, f'c = 280	280	26/09/2022	9:30 a. m.	Medido "B"	1.1

OBSERVACIONES:

- Muestreo, identificación y ensayo realizados por el solicitante.



LEMS W&C EIRL
WILSON OLAYA AGUILAR
TÉC. ENSAYOS DE MATERIALES Y SUELOS



Miguel Angel Ruiz Perales
INGENIERO CIVIL
CIP. 246904

Solicitante : SALAZAR GONZALEZ, JOSÉ ALFONSO

Proyecto : INCORPORACIÓN DE FIBRA SINTÉTICA Y METÁLICA PARA MEJORAR EL COMPORTAMIENTO MECÁNICO DEL CONCRETO EN PAVIMENTOS RÍGIDOS, AVENIDA COLECTORA, CHICLAYO, 2022

Ubicación : Dist. Pimentel, Prov. Chiclayo, Depart. Lambayeque.

Fecha de apertura : Lunes, 26 de setiembre del 2022.

Ensayo : HORMIGON (CONCRETO). Método por presión para la determinación del contenido de aire en mezclas frescas.

Referencia : NTP 339.080

Muestra N°	IDENTIFICACIÓN	Diseño f'c (kg/cm ²)	Fecha de vaciado (Días)	Contenido de aire - Método por presión (%)		
				Hora del ensayo (Hr)	Tipo de medidor	Contenido de aire (%)
01	Concreto Patrón, f'c =280 + 3 kg Fibra.Sintética /m3 Concreto	280	26/09/2022	10:30 a. m.	Medido "B"	1.2
02	Concreto Patrón, f'c =280 + 6 kg Fibra.Sintética /m3 Concreto	280	26/09/2022	11:00 a. m.	Medido "B"	1.7
03	Concreto Patrón, f'c =280 + 9 kg Fibra.Sintética /m3 Concreto	280	26/09/2022	11:30 a. m.	Medido "B"	1.8

OBSERVACIONES:

- Muestreo, identificación y ensayo realizados por el solicitante.



LEMS W&C EIRL
WILSON OLAYA AGUILAR
TÉC. ENSAYOS DE MATERIALES Y SUELOS



Miguel Angel Ruiz Perales
INGENIERO CIVIL
CIP. 246904

Solicitante : SALAZAR GONZALEZ, JOSÉ ALFONSO

Proyecto : INCORPORACIÓN DE FIBRA SINTÉTICA Y METÁLICA PARA MEJORAR EL COMPORTAMIENTO MECÁNICO DEL CONCRETO EN PAVIMENTOS RÍGIDOS, AVENIDA COLECTORA, CHICLAYO, 2022

Ubicación : Dist. Pimentel, Prov. Chiclayo, Depart. Lambayeque.

Fecha de apertura : Lunes, 26 de setiembre del 2022.

Ensayo : HORMIGON (CONCRETO). Método por presión para la determinación del contenido de aire en mezclas frescas.

Referencia : NTP 339.080

Muestra N°	IDENTIFICACIÓN	Diseño	Fecha de vaciado	Contenido de aire - Método por presión (%)		
		f'c (kg/cm ²)	(Días)	Hora del ensayo (Hr)	Tipo de medidor	Contenido de aire (%)
01	Concreto Patrón, f'c =280 + 10kg Fibra Metálica/m ³ Concreto	280	26/09/2022	10:30 a. m.	Medido "B"	1.3
02	Concreto Patrón, f'c =280 + 20kg Fibra Metálica/m ³ Concreto	280	26/09/2022	11:00 a. m.	Medido "B"	1.5
03	Concreto Patrón, f'c =280 + 30kg Fibra Metálica/m ³ Concreto	280	26/09/2022	11:30 a. m.	Medido "B"	1.5

OBSERVACIONES:

- Muestreo, identificación y ensayo realizados por el solicitante.



LEMS W&C EIRL
WILSON OLAYA AGUILAR
TÉC. ENSAYOS DE MATERIALES Y SUELOS



Miguel Angel Ruiz Perales
INGENIERO CIVIL
CIP. 246904

Solicitante : SALAZAR GONZALEZ, JOSÉ ALFONSO

Proyecto / Obra : INCORPORACIÓN DE FIBRA SINTÉTICA Y METÁLICA PARA MEJORAR EL COMPORTAMIENTO MECÁNICO DEL CONCRETO EN PAVIMENTOS RÍGIDOS, AVENIDA COLECTORA, CHICLAYO, 2022

Ubicación : Dist. Pimentel, Prov. Chiclayo, Depart. Lambayeque.

Fecha de Ensayo : Lunes, 26 de setiembre del 2022.

Ensayo : HORMIGÓN (CONCRETO). Método de ensayo para la medición del asentamiento del concreto de cemento Portland.

Referencia : N.T.P. 339.035:2009

Diseño	IDENTIFICACIÓN	Diseño f'c (kg/cm ²)	Fecha de vaciado (Días)	Asentamiento	
				Obtenido (pulg)	Obtenido (cm)
01	Concreto Patrón, f'c = 280	280	26/09/2022	3.00	7.62

OBSERVACIONES:

- Muestreo, ensayo e identificación realizados por el solicitante.



LEMS W&C EIRL
WILSON OLAYA AGUILAR
TÉC. ENSAYOS DE MATERIALES Y SUELOS



Miguel Angel Ruiz Perales
INGENIERO CIVIL
CIP. 246904

Solicitante : SALAZAR GONZALEZ, JOSÉ ALFONSO

Proyecto / Obra : INCORPORACIÓN DE FIBRA SINTÉTICA Y METÁLICA PARA MEJORAR EL COMPORTAMIENTO MECÁNICO DEL CONCRETO EN PAVIMENTOS RÍGIDOS, AVENIDA COLECTORA, CHICLAYO, 2022

Ubicación : Dist. Pimentel, Prov. Chiclayo, Depart. Lambayeque.

Fecha de Ensayo : Lunes, 26 de setiembre del 2022.

Ensayo : HORMIGÓN (CONCRETO). Método de ensayo para la medición del asentamiento del concreto de cemento Portland.

Referencia : N.T.P. 339.035:2009

Diseño	IDENTIFICACIÓN	Diseño f'c (kg/cm ²)	Fecha de vaciado (Días)	Asentamiento	
				Obtenido (pulg)	Obtenido (cm)
01	Concreto Patrón, f'c =280 + 3kg Fibra.Sintética./m3 Concreto	280	26/09/2022	3.00	7.62
02	Concreto Patrón, f'c =280 + 6kg Fibra.Sintética./m3 Concreto	280	26/09/2022	2.50	6.35
03	Concreto Patrón, f'c =280 + 9kg Fibra.Sintética./m3 Concreto	280	26/09/2022	2.00	5.08

OBSERVACIONES:

- Muestreo, ensayo e identificación realizados por el solicitante.



LEMS W&C EIRL
WILSON OLAYA AGUILAR
TÉC. ENSAYOS DE MATERIALES Y SUELOS



Miguel Angel Ruiz Perales
INGENIERO CIVIL
CIP. 246904

Solicitante : SALAZAR GONZALEZ, JOSÉ ALFONSO

Proyecto / Obra : INCORPORACIÓN DE FIBRA SINTÉTICA Y METÁLICA PARA MEJORAR EL COMPORTAMIENTO MECÁNICO DEL CONCRETO EN PAVIMENTOS RÍGIDOS, AVENIDA COLECTORA, CHICLAYO, 2022

Ubicación : Dist. Pimentel, Prov. Chiclayo, Depart. Lambayeque.

Fecha de Ensayo : Lunes, 26 de setiembre del 2022.

Ensayo : HORMIGÓN (CONCRETO). Método de ensayo para la medición del asentamiento del concreto de cemento Portland.

Referencia : N.T.P. 339.035:2009

Diseño	IDENTIFICACIÓN	Diseño	Fecha de vaciado	Asentamiento	
		f'c (kg/cm ²)	(Días)	Obtenido (pulg)	Obtenido (cm)
01	Concreto Patrón, f'c =280 + 10kg Fibra.Metálica./m3 Concreto	280	26/09/2022	2.75	6.99
02	Concreto Patrón, f'c =280 + 20kg Fibra.Metálica./m3 Concreto	280	26/09/2022	2.25	5.72
03	Concreto Patrón, f'c =280 + 30kg Fibra.Metálica./m3 Concreto	280	26/09/2022	2.00	5.08

OBSERVACIONES:

- Muestreo, ensayo e identificación realizados por el solicitante.



LEMS W&C EIRL
WILSON OLAYA AGUILAR
TÉC. ENSAYOS DE MATERIALES Y SUELOS



Miguel Angel Ruiz Perales
INGENIERO CIVIL
CIP. 246904

Solicitante : SALAZAR GONZALEZ JOSE ALFONSO

Proyecto / Obra : TESIS: INCORPORACIÓN DE FIBRA SINTÉTICA Y METÁLICA PARA MEJORAR EL COMPORTAMIENTO MECÁNICO DEL CONCRETO EN PAVIMENTOS RÍGIDOS, AVENIDA COLECTORA, CHICLAYO, 2022

Ubicación : Prolong. Bolognesi Km 3.5, Dist. Pimentel, Prov. Chiclayo, Depart. Lambayeque.

Fecha de vaciado : Lunes, 26 de setiembre del 2022

Ensayo : CONCRETO. Método de ensayo normalizado para la determinación de la resistencia a la compresión del concreto en muestras cilíndricas.

Referencia : N.T.P. 339.034:2015

DISEÑO PATRÓN (CP-280) : para un diseño 280kg/cm2 sin factor de seguridad.

Muestra N°	IDENTIFICACIÓN	Diseño f'c	Fecha de vaciado (Días)	Fecha de ensayo (Días)	Edad (Días)	Carga (Kgf)	Diámetro (Cm)	Área (cm ²)	f'c (Kg/Cm ²)
01	CP - 280 - 1	280	26/09/2022	3/10/2022	7	34604	15.26	183	189
02	CP - 280 - 2	280	26/09/2022	3/10/2022	7	32877	15.12	180	183
03	CP - 280 - 3	280	26/09/2022	3/10/2022	7	33740	15.26	183	184
04	FS - 3KG - 1	280	26/09/2022	3/10/2022	7	30325	15.22	182	167
05	FS - 3KG - 2	280	26/09/2022	3/10/2022	7	30374	15.22	182	167
06	FS - 3KG - 3	280	26/09/2022	3/10/2022	7	31602	15.28	183	172
07	FS - 6KG - 1	280	26/09/2022	3/10/2022	7	40219	15.29	184	219
08	FS - 6KG - 2	280	26/09/2022	3/10/2022	7	37590	15.27	183	205
09	FS - 6KG - 3	280	26/09/2022	3/10/2022	7	38905	15.22	182	214
10	FS - 9KG - 1	280	26/09/2022	3/10/2022	7	33505	15.26	183	183
11	FS - 9KG - 2	280	26/09/2022	3/10/2022	7	34547	15.19	181	191
12	FS - 9KG - 3	280	26/09/2022	3/10/2022	7	34026	15.26	183	186

OBSERVACIONES:

- Muestreo, ensayo e identificación realizados por el solicitante.

Solicitante : SALAZAR GONZALEZ JOSE ALFONSO

Proyecto / Obra : TESIS: INCORPORACION DE FIBRA SINTETICA Y METALICA PARA MEJORAR EL COMPORTAMIENTO MECÁNICO DEL CONCRETO EN PAVIMENTOS RÍGIDOS, AVENIDA COLECTORA, CHICLAYO, 2022

Ubicación : Prolong. Bolognesi Km 3.5, Dist. Pimentel, Prov. Chiclayo, Depart. Lambayeque.

Fecha de vaciado : Lunes, 26 de setiembre del 2022

Ensayo : CONCRETO. Método de ensayo normalizado para la dterminación de la resistencia a la compresión del concreto en muestras cilíndricas.

Referencia : N.T.P. 339.034:2015

DISEÑO PATRÓN (CP-280) : para un diseño 280kg/cm2 sin factor de seguridad.

Muestra N°	IDENTIFICACIÓN	Diseño f'c	Fecha de vaciado (Días)	Fecha de ensayo (Días)	Edad (Días)	Carga (Kgf)	Diámetro (Cm)	Área (cm ²)	f'c (Kg/Cm ²)
13	FM - 10KG - 1	280	26/09/2022	3/10/2022	7	39304	15.22	182	216
14	FM - 10KG - 2	280	26/09/2022	3/10/2022	7	39702	15.22	182	218
15	FM - 10KG - 3	280	26/09/2022	3/10/2022	7	39296	15.28	183	214
16	FM - 20KG - 1	280	26/09/2022	3/10/2022	7	34960	15.29	184	190
17	FM - 20KG - 2	280	26/09/2022	3/10/2022	7	31819	15.27	183	174
18	FM - 20KG - 3	280	26/09/2022	3/10/2022	7	33390	15.30	184	182
19	FM - 30KG - 1	280	26/09/2022	3/10/2022	7	32508	15.29	184	177
20	FM - 30KG - 2	280	26/09/2022	3/10/2022	7	30702	15.27	183	168
21	FM - 30KG - 3	280	26/09/2022	3/10/2022	7	31606	15.27	183	172

OBSERVACIONES:

- Muestreo, ensayo e identificación realizados por el solicitante.



LEMS W&C EIRL
WILSON OLAYA AGUILAR
TEC. ENSAYOS DE MATERIALES Y SUELOS



Miguel Angel Ruiz Perales
INGENIERO CIVIL
CIP. 246904

Solicitante : SALAZAR GONZALEZ JOSE ALFONSO

Proyecto / Obra : TESIS: INCORPORACIÓN DE FIBRA SINTÉTICA Y METÁLICA PARA MEJORAR EL COMPORTAMIENTO MECÁNICO DEL CONCRETO EN PAVIMENTOS RÍGIDOS, AVENIDA COLECTORA, CHICLAYO, 2022

Ubicación : Prolong. Bolognesi Km 3.5, Dist. Pimentel, Prov. Chiclayo, Depart. Lambayeque.

Fecha de vaciado : Lunes, 26 de setiembre del 2022

Ensayo : CONCRETO. Método de ensayo normalizado para la determinación de la resistencia a la compresión del concreto en muestras cilíndricas.

Referencia : N.T.P. 339.034:2015

DISEÑO PATRÓN (CP-280) : para un diseño 280kg/cm2 sin factor de seguridad.

Muestra N°	IDENTIFICACIÓN	Diseño f'c	Fecha de vaciado (Días)	Fecha de ensayo (Días)	Edad (Días)	Carga (Kgf)	Diámetro (Cm)	Área (cm ²)	f'c (Kg/Cm ²)
01	CP - 280 - 1	280	26/09/2022	10/10/2022	14	45698	15.19	181	252
02	CP - 280 - 2	280	26/09/2022	10/10/2022	14	44824	15.19	181	248
03	CP - 280 - 3	280	26/09/2022	10/10/2022	14	46361	15.21	182	255
04	FS - 3KG - 1	280	26/09/2022	10/10/2022	14	40651	15.17	181	225
05	FS - 3KG - 2	280	26/09/2022	10/10/2022	14	39702	15.30	184	216
06	FS - 3KG - 3	280	26/09/2022	10/10/2022	14	42693	15.20	181	235
07	FS - 6KG - 1	280	26/09/2022	10/10/2022	14	48406	15.16	180	268
08	FS - 6KG - 2	280	26/09/2022	10/10/2022	14	47843	15.18	181	264
09	FS - 6KG - 3	280	26/09/2022	10/10/2022	14	49502	15.25	183	271
10	FS - 9KG - 1	280	26/09/2022	10/10/2022	14	41782	15.26	183	229
11	FS - 9KG - 2	280	26/09/2022	10/10/2022	14	43062	15.11	179	240
12	FS - 9KG - 3	280	26/09/2022	10/10/2022	14	43892	15.24	183	240

OBSERVACIONES:

- Muestreo, ensayo e identificación realizados por el solicitante.



LEMS W&C EIRL
WILSON OLAYA AGUILAR
TÉC. ENSAYOS DE MATERIALES Y SUELOS



Miguel Angel Ruiz Perales
INGENIERO CIVIL
CIP. 246904

Solicitante : SALAZAR GONZALEZ JOSE ALFONSO

Proyecto / Obra : TESIS: INCORPORACION DE FIBRA SINTETICA Y METALICA PARA MEJORAR EL COMPORTAMIENTO MECÁNICO DEL CONCRETO EN PAVIMENTOS RÍGIDOS, AVENIDA COLECTORA, CHICLAYO, 2022

Ubicación : Prolong. Bolognesi Km 3.5, Dist. Pimentel, Prov. Chiclayo, Depart. Lambayeque.

Fecha de vaciado : Lunes, 26 de setiembre del 2022

Ensayo : CONCRETO. Método de ensayo normalizado para la dterminación de la resistencia a la compresión del concreto en muestras cilíndricas.

Referencia : N.T.P. 339.034:2015

DISEÑO PATRÓN (CP-280) : para un diseño 280kg/cm2 sin factor de seguridad.

Muestra N°	IDENTIFICACIÓN	Diseño f'c	Fecha de vaciado (Días)	Fecha de ensayo (Días)	Edad (Días)	Carga (Kgf)	Diámetro (Cm)	Área (cm ²)	f'c (Kg/Cm ²)
13	FM - 10KG - 1	280	26/09/2022	10/10/2022	14	49288	15.18	181	273
14	FM - 10KG - 2	280	26/09/2022	10/10/2022	14	51006	15.24	182	280
15	FM - 10KG - 3	280	26/09/2022	10/10/2022	14	50361	15.28	183	275
16	FM - 20KG - 1	280	26/09/2022	10/10/2022	14	47427	15.20	181	261
17	FM - 20KG - 2	280	26/09/2022	10/10/2022	14	43531	15.27	183	238
18	FM - 20KG - 3	280	26/09/2022	10/10/2022	14	45790	15.31	184	249
19	FM - 30KG - 1	280	26/09/2022	10/10/2022	14	42954	15.28	183	234
20	FM - 30KG - 2	280	26/09/2022	10/10/2022	14	40718	15.20	181	224
21	FM - 30KG - 3	280	26/09/2022	10/10/2022	14	42065	15.15	180	233

OBSERVACIONES:

- Muestreo, ensayo e identificación realizados por el solicitante.



LEMS W&C EIRL
WILSON OLAYA AGUILAR
TEC. ENSAYOS DE MATERIALES Y SUELOS



Miguel Angel Ruiz Perales
INGENIERO CIVIL
CIP. 246904

Solicitante : SALAZAR GONZALEZ JOSE ALFONSO

Proyecto / Obra : TESIS: INCORPORACIÓN DE FIBRA SINTÉTICA Y METÁLICA PARA MEJORAR EL COMPORTAMIENTO MECÁNICO DEL CONCRETO EN PAVIMENTOS RÍGIDOS, AVENIDA COLECTORA, CHICLAYO, 2022

Ubicación : Prolong. Bolognesi Km 3.5, Dist. Pimentel, Prov. Chiclayo, Depart. Lambayeque.

Fecha de vaciado : Lunes, 26 de setiembre del 2022

Ensayo : CONCRETO. Método de ensayo normalizado para la determinación de la resistencia a la compresión del concreto en muestras cilíndricas.

Referencia : N.T.P. 339.034:2015

DISEÑO PATRÓN (CP-280) : para un diseño 280kg/cm2 sin factor de seguridad.

Muestra N°	IDENTIFICACIÓN	Diseño f'c	Fecha de vaciado (Días)	Fecha de ensayo (Días)	Edad (Días)	Carga (Kgf)	Diámetro (Cm)	Área (cm ²)	f'c (Kg/Cm ²)
01	CP - 280 - 1	280	26/09/2022	24/10/2022	28	51582	15.20	181	284
02	CP - 280 - 2	280	26/09/2022	24/10/2022	28	52016	15.26	183	284
03	CP - 280 - 3	280	26/09/2022	24/10/2022	28	52450	15.21	182	289
04	FS - 3KG - 1	280	26/09/2022	24/10/2022	28	47080	15.30	184	256
05	FS - 3KG - 2	280	26/09/2022	24/10/2022	28	45535	15.24	182	250
06	FS - 3KG - 3	280	26/09/2022	24/10/2022	28	47239	15.21	182	260
07	FS - 6KG - 1	280	26/09/2022	24/10/2022	28	53966	15.24	183	296
08	FS - 6KG - 2	280	26/09/2022	24/10/2022	28	51972	15.18	181	287
09	FS - 6KG - 3	280	26/09/2022	24/10/2022	28	53626	15.24	182	294
10	FS - 9KG - 1	280	26/09/2022	24/10/2022	28	47434	15.28	183	259
11	FS - 9KG - 2	280	26/09/2022	24/10/2022	28	49756	15.20	181	274
12	FS - 9KG - 3	280	26/09/2022	24/10/2022	28	50507	15.24	183	277

OBSERVACIONES:

- Muestreo, ensayo e identificación realizados por el solicitante.



LEMS W&C EIRL
WILSON OLAYA AGUILAR
TEC. ENSAYOS DE MATERIALES Y SUELOS



Miguel Angel Ruiz Perales
INGENIERO CIVIL
CIP. 246904

Solicitante : SALAZAR GONZALEZ JOSE ALFONSO

Proyecto / Obra : TESIS: INCORPORACION DE FIBRA SINTETICA Y METALICA PARA MEJORAR EL COMPORTAMIENTO MECÁNICO DEL CONCRETO EN PAVIMENTOS RÍGIDOS, AVENIDA COLECTORA, CHICLAYO, 2022

Ubicación : Prolong. Bolognesi Km 3.5, Dist. Pimentel, Prov. Chiclayo, Depart. Lambayeque.

Fecha de vaciado : Lunes, 26 de setiembre del 2022

Ensayo : CONCRETO. Método de ensayo normalizado para la dterminación de la resistencia a la compresión del concreto en muestras cilíndricas.

Referencia : N.T.P. 339.034:2015

DISEÑO PATRÓN (CP-280) : para un diseño 280kg/cm2 sin factor de seguridad.

Muestra N°	IDENTIFICACIÓN	Diseño f'c	Fecha de vaciado (Días)	Fecha de ensayo (Días)	Edad (Días)	Carga (Kgf)	Diámetro (Cm)	Área (cm ²)	f'c (Kg/Cm ²)
13	FM - 10KG - 1	280	26/09/2022	24/10/2022	28	57635	15.18	181	319
14	FM - 10KG - 2	280	26/09/2022	24/10/2022	28	58282	15.24	182	320
15	FM - 10KG - 3	280	26/09/2022	24/10/2022	28	57973	15.24	182	318
16	FM - 20KG - 1	280	26/09/2022	24/10/2022	28	52744	15.25	183	289
17	FM - 20KG - 2	280	26/09/2022	24/10/2022	28	49862	15.27	183	272
18	FM - 20KG - 3	280	26/09/2022	24/10/2022	28	51913	15.23	182	285
19	FM - 30KG - 1	280	26/09/2022	24/10/2022	28	50511	15.28	183	275
20	FM - 30KG - 2	280	26/09/2022	24/10/2022	28	47691	15.26	183	261
21	FM - 30KG - 3	280	26/09/2022	24/10/2022	28	48288	15.24	182	265

OBSERVACIONES:

- Muestreo, ensayo e identificación realizados por el solicitante.



LEMS W&C EIRL
WILSON OLAYA AGUILAR
TÉC. ENSAYOS DE MATERIALES Y SUELOS



Miguel Angel Ruiz Perales
INGENIERO CIVIL
CIP. 246904

Solicitante : SALAZAR GONZALEZ, JOSÉ ALFONSO
 Proyecto / Obra : TESIS: INCORPORACIÓN DE FIBRA SINTÉTICA Y METÁLICA PARA MEJORAR EL COMPORTAMIENTO MECÁNICO DEL CONCRETO EN PAVIMENTOS RÍGIDOS, AVENIDA COLECTORA, CHICLAYO, 2022
 Ubicación : Dist. Chiclayo, Prov. Pimentel, Depart. Lambayeque.
 Fecha de vaciado : 28 de setiembre del 2022.

Ensayo : CONCRETO. Método de ensayo normalizado para la determinación de la resistencia a tracción simple del concreto, por compresión diametral de una probeta cilíndrica.
 Referencia : N.T.P 339.084: 20102 (revisada el 2017)

Muestra N°	IDENTIFICACIÓN	Diseño f'c (kg/cm ²)	Fecha de vaciado (Días)	Fecha de ensayo (Días)	Edad (Días)	P carga (KN)	d diámetro (mm)	l longitud (mm)	T (kg/cm ²)	T promedio (kg/cm ²)
01	CP - 280 - 1	280	28/09/2022	24/10/2022	28	232	153	298	32.5	33.07
02	CP - 280 - 2	280	28/09/2022	24/10/2022	28	243	152	300	33.8	
03	CP - 280 - 3	280	28/09/2022	24/10/2022	28	239	152	305	32.8	
04	FS - 3KG - 1	280	28/09/2022	24/10/2022	28	257	153	300	35.5	34.82
05	FS - 3KG - 2	280	28/09/2022	24/10/2022	28	251	152	300	35.0	
06	FS - 3KG - 3	280	28/09/2022	24/10/2022	28	240	151	300	33.9	
07	FS - 6KG - 1	280	28/09/2022	24/10/2022	28	255	150	300	36.1	36.58
08	FS - 6KG - 2	280	28/09/2022	24/10/2022	28	266	151	300	37.3	
09	FS - 6KG - 3	280	28/09/2022	24/10/2022	28	257	150	300	36.3	
10	FS - 9KG - 1	280	28/09/2022	24/10/2022	28	217	152	300	30.3	29.91
11	FS - 9KG - 2	280	28/09/2022	24/10/2022	28	222	152	305	30.4	
12	FS - 9KG - 3	280	28/09/2022	24/10/2022	28	210	153	300	29.0	
13	FM - 10KG - 1	280	28/09/2022	24/10/2022	28	244	152	300	34.0	34.25
14	FM - 10KG - 2	280	28/09/2022	24/10/2022	28	237	151	300	33.4	
15	FM - 10KG - 3	280	28/09/2022	24/10/2022	28	250	150	300	35.3	
16	FM - 20KG - 1	280	28/09/2022	24/10/2022	28	263	151	300	37.0	36.42
17	FM - 20KG - 2	280	28/09/2022	24/10/2022	28	261	152	300	36.4	
18	FM - 20KG - 3	280	28/09/2022	24/10/2022	28	254	151	300	35.9	
19	FM - 30KG - 1	280	28/09/2022	24/10/2022	28	251	150	300	35.5	35.73
20	FM - 30KG - 2	280	28/09/2022	24/10/2022	28	244	151	300	34.3	
21	FM - 30KG - 3	280	28/09/2022	24/10/2022	28	264	150	300	37.3	

OBSERVACIONES:

- Muestreo, identificación y ensayo realizado por el solicitante.



LEMS W&C EIRL
WILSON OLAYA AGUILAR
TEC. ESPECIALIZADO EN MATERIALES Y SUELOS



Miguel Angel Ruiz Perales
INGENIERO CIVIL
CIP. 246904

Solicitante : SALAZAR GONZALEZ JOSE ALFONSO

Proyecto / Obra : TESIS: INCORPORACIÓN DE FIBRA SINTÉTICA Y METÁLICA PARA MEJORAR EL COMPORTAMIENTO MECÁNICO DEL CONCRETO EN PAVIMENTOS RÍGIDOS, AVENIDA COLECTORA, CHICLAYO, 2022

Ubicación : Prolong. Bolognesi Km 3.5, Dist. Pimentel, Prov. Chiclayo, Depart. Lambayeque.

Fecha de vaciado : Lunes, 26 de setiembre del 2022

Ensayo : CONCRETO. Método de ensayo para determinar la resistencia a la flexión del concreto en vigas simplemente apoyadas con cargas a los tercios del tramo.

Referencia : N.T.P. 339.078:2012

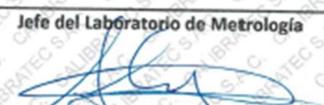
DISEÑO PATRÓN (CP-280): para un diseño 280kg/cm² sin factor de seguridad.

Muestra N°	IDENTIFICACIÓN	Fecha de vaciado (Días)	Fecha de ensayo (Días)	Edad (Días)	P (N)	L (mm)	b (mm)	h (mm)	M _f (Kg/cm ²)
01	CP - 280 - 1	26/09/2022	24/10/2022	28	41010	450	150	151	54.32
02	CP - 280 - 2	26/09/2022	24/10/2022	28	41030	450	150	151	53.98
03	CP - 280 - 3	26/09/2022	24/10/2022	28	41200	450	150	150	54.93
04	FS - 3KG - 1	26/09/2022	24/10/2022	28	43520	450	150	150	58.03
05	FS - 3KG - 2	26/09/2022	24/10/2022	28	42890	450	150	151	56.43
06	FS - 3KG - 3	26/09/2022	24/10/2022	28	45620	450	150	151	60.02
07	FS - 6KG - 1	26/09/2022	24/10/2022	28	45280	450	150	150	60.37
08	FS - 6KG - 2	26/09/2022	24/10/2022	28	45520	450	150	151	59.89
09	FS - 6KG - 3	26/09/2022	24/10/2022	28	44890	450	150	151	59.46
10	FS - 9KG - 1	26/09/2022	24/10/2022	28	46620	450	150	151	61.67
11	FS - 9KG - 2	26/09/2022	24/10/2022	28	48280	450	150	150	63.99
12	FS - 9KG - 3	26/09/2022	24/10/2022	28	46890	450	150	151	61.65
13	FM - 10KG - 1	26/09/2022	24/10/2022	28	47740	450	150	150	63.65
14	FM - 10KG - 2	26/09/2022	24/10/2022	28	47520	450	150	151	62.81
15	FM - 10KG - 3	26/09/2022	24/10/2022	28	48890	450	150	151	64.39
16	FM - 20KG - 1	26/09/2022	24/10/2022	28	51620	450	150	150	68.38
17	FM - 20KG - 2	26/09/2022	24/10/2022	28	50280	450	150	150	66.95
18	FM - 20KG - 3	26/09/2022	24/10/2022	28	50890	450	150	151	66.96
19	FM - 30KG - 1	26/09/2022	24/10/2022	28	52030	450	150	150	69.37
20	FM - 30KG - 2	26/09/2022	24/10/2022	28	52200	450	150	150	69.60
21	FM - 30KG - 3	26/09/2022	24/10/2022	28	52740	450	150	150	70.32

OBSERVACIONES:

- Muestreo, identificación y ensayo realizado por el solicitante.

ANEXO 06. CONFIABILIDAD

CALIBRATEC S.A.C.		CALIBRACIÓN DE EQUIPOS E INSTRUMENTOS
LABORATORIO DE METROLOGIA		RUC: 20606479680
Área de Metrología Laboratorio de Fuerza		CERTIFICADO DE CALIBRACIÓN CA - LF - 023 - 2022
		Página 1 de 3
1. Expediente	0117-2022	<p>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).</p> <p>Los resultados son válidos en el momento de la calibración. Al solicitante le corresponde disponer en su momento la ejecución de una recalibración, la cual está en función del uso, conservación y mantenimiento del instrumento de medición o a reglamento vigente.</p> <p>CALIBRATEC S.A.C. no se responsabiliza de los perjuicios que pueda ocasionar el uso inadecuado de este instrumento, ni de una incorrecta interpretación de los resultados de la calibración aquí declarados.</p> <p>Este certificado de calibración no podrá ser reproducido parcialmente sin la aprobación por escrito del laboratorio que lo emite.</p> <p>El certificado de calibración sin firma y sello carece de validez.</p>
2. Solicitante	LABORATORIO DE ENSAYOS DE MATERIALES Y SUELOS W&C E.I.R.L.	
3. Dirección	CALLE LA FE NRO 0167 UPIS SEÑOR DE LOS MILAGROS - CHICLAYO - LAMBAYEQUE	
4. Equipo	PRENSA MULTIUSOS	
Capacidad	5000 kgf	
Marca	FORNEY	
Modelo	7691F	
Número de Serie	2491	
Procedencia	U.S.A.	
Identificación	NO INDICA	
Indicación	DIGITAL	
Marca	OHAUS	
Modelo	DEFENDER 300	
Número de Serie	NO INDICA	
Resolución	0.1 kgf	
Ubicación	NO INDICA	
5. Fecha de Calibración	2022-01-21	
Fecha de Emisión	Jefe del Laboratorio de Metrología	Sello
2022-01-22	 MANUEL ALEJANDRO ALAGA TORRES	
977 997 385 - 913 028 621	Av. Chillón Lote 50 B - Comas - Lima - Lima	
913 028 622 - 913 028 623	comercial@calibratec.com.pe	
913 028 624	CALIBRATEC SAC	

Área de Metrología
Laboratorio de Fuerza

CERTIFICADO DE CALIBRACIÓN CA - LF - 023 - 2022

Página 2 de 3

6. Método de Calibración

La calibración se realizó por el método de comparación directa utilizando patrones trazables al SI calibrados en las instalaciones del IENI-PUCP tomada como referencia el método descrito en la norma UNE-EN ISO 7500-1 "Verificación de Máquinas de Ensayo Uniaxiales Estáticos. Parte 1: Máquinas de ensayo de tracción/compresión. Verificación y calibración del sistema de medida de fuerza." - Julio 2006.

7. Lugar de calibración

Las instalaciones del cliente.

CALLE LA FE NRO 0167 UPIS SEÑOR DE LOS MILAGROS - CHICLAYO - LAMBAYEQUE

8. Condiciones Ambientales

	Inicial	Final
Temperatura	27.8 °C	27.8 °C
Humedad Relativa	65 % HR	65 % HR

9. Patrones de referencia

Trazabilidad	Patrón utilizado	Informe de calibración
Celdas patrones calibradas en PUCP - Laboratorio de estructuras antisísmicas	Celda de Carga Código: PF-002 Capacidad: 10.000 kg f	INF-LE-038-21 B

10. Observaciones

- Se colocó una etiqueta autoadhesiva con la indicación CALIBRADO.
- Durante la realización de cada secuencia de calibración la temperatura del equipo de medida de fuerza permanece estable dentro de un intervalo de $\pm 2,0$ °C.
- El equipo no indica clase sin embargo cumple con el criterio para máquinas de ensayo uniaxiales de clase de 1.0 según la norma UNE-EN ISO 7500-1.



Área de Metrología
Laboratorio de Fuerza

CERTIFICADO DE CALIBRACIÓN CA - LF - 023 - 2022

Página 3 de 3

11. Resultados de Medición

Indicación del Equipo		Indicación de Fuerza (Ascenso) Patrón de Referencia			
%	F_i (kgf)	F_1 (kgf)	F_2 (kgf)	F_3 (kgf)	$F_{Promedio}$ (kgf)
10	500	500.6	499.3	499.3	499.7
20	1000	1002.0	1000.2	1000.6	1000.8
30	1500	1501.6	1499.9	1500.7	1500.6
40	2000	2003.1	2001.9	2004.8	2003.3
50	2500	2501.4	2499.5	2500.4	2500.5
60	3000	3001.9	2999.4	3000.4	3000.4
70	3500	3502.1	3499.7	3501.7	3500.8
80	4000	4002.3	4000.0	4001.0	4000.8
90	4500	4502.8	4500.2	4501.2	4501.1
100	5000	5003.7	5000.4	5001.4	5001.3
Retorno a Cero		0.0	0.0	0.0	

Indicación del Equipo F_i (kgf)	Errores Encontrados en el Sistema de Medición				Incertidumbre U (k=2) (%)
	Exactitud a (%)	Repetibilidad b (%)	Reversibilidad v (%)	Resol. Relativa σ (%)	
500	0.07	0.26	-0.02	0.02	0.36
1000	-0.08	0.18	-0.03	0.01	0.35
1500	-0.04	0.11	-0.03	0.01	0.34
2000	-0.17	0.14	-0.07	0.01	0.35
2500	-0.02	0.08	-0.04	0.00	0.34
3000	-0.01	0.08	-0.01	0.00	0.34
3500	-0.02	0.07	0.01	0.00	0.34
4000	-0.02	0.06	0.00	0.00	0.34
4500	-0.02	0.06	0.00	0.00	0.34
5000	-0.03	0.07	0.02	0.00	0.34

MÁXIMO ERROR RELATIVO DE CERO (f_0) 0.00 %



12. Incertidumbre

La incertidumbre expandida de medición se ha obtenido multiplicando la incertidumbre estándar de la medición por el factor de cobertura $k=2$, el cual corresponde a una probabilidad de cobertura de aproximadamente 95%. La incertidumbre expandida de medición fue calculada a partir de los componentes de incertidumbre de los factores de influencia en la calibración. La incertidumbre indicada no incluye una estimación de variaciones a largo plazo.

☎ 977 997 385 - 913 028 621
☎ 913 028 622 - 913 028 623
☎ 913 028 624

📍 Av. Chillon Lote 50 B - Comas - Lima - Lima
✉ comercial@calibratec.com.pe
🏢 CALIBRATEC SAC

Área de Metrología
Laboratorio de Fuerza

CERTIFICADO DE CALIBRACIÓN CA - LF - 024 - 2022

Página 1 de 3

1. Expediente 0117-2022

2. Solicitante **LABORATORIO DE ENSAYOS DE
MATERIALES Y SUELOS W&C E.I.R.L.**

3. Dirección CALLE LA FE NRO 0167 UPIS SEÑOR DE LOS
MILAGROS - CHICLAYO - LAMBAYEQUE

4. Equipo **PRENSA DE CONCRETO**

Capacidad 2000 kN

Marca AyA INSTRUMENT

Modelo STYE-2000B

Número de Serie 131214

Procedencia CHINA

Identificación NO INDICA

Indicación DIGITAL

Marca MC

Modelo STYE-2000B

Número de Serie 131214

Resolución 0.01 / 0.1 kN (*)

Ubicación NO INDICA

5. Fecha de Calibración 2022-01-21

Fecha de Emisión Jefe del Laboratorio de Metrología

2022-01-22

MANUEL ALEJANDRO ALIAGA TORRES

Sello



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

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

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

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

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

CERTIFICADO DE CALIBRACIÓN CA - LF - 024 - 2022

Área de Metrología
Laboratorio de Fuerza

Página 2 de 3

6. Método de Calibración

La calibración se realizó por el método de comparación directa utilizando patrones trazables al SI calibrados en las instalaciones del LEDI-PUCP tomado como referencia el método descrito en la norma UNE-EN ISO 7500-1 "Verificación de Máquinas de Ensayo Uniaxiales Estáticas. Parte 1: Máquinas de ensayo de tracción/compresión. Verificación y calibración del sistema de medida de fuerza." - Julio 2006.

7. Lugar de calibración

En las instalaciones del cliente.
CALLE LA FE NRO 0167 UPIS SEÑOR DE LOS MILAGROS - CHICLAYO - LAMBAYEQUE

8. Condiciones Ambientales

	Inicial	Final
Temperatura	26.0 °C	26.0 °C
Humedad Relativa	62 % HR	62 % HR

9. Patrones de referencia

Trazabilidad	Patrón utilizado	Informe/Certificado de calibración
Celdas patrones calibradas en PUCP - Laboratorio de estructuras antisísmicas	Celda de Carga Código: PF-001 Capacidad: 150,000 kg.f	INF-LE 038-21A
METROIL	TERMOHIGROMETRO DIGITAL BOECO	T-1774-2021

10. Observaciones

- Se colocó una etiqueta autoadhesiva con la indicación CALIBRADO.
- Durante la realización de cada secuencia de calibración la temperatura del equipo de medida de fuerza permanece estable dentro de un intervalo de $\pm 2,0$ °C.
- El equipo no indica clase sin embargo cumple con el criterio para máquinas de ensayo uniaxiales de clase de 2.0 según la norma UNE-EN ISO 7500-1.



Área de Metrología
Laboratorio de Fuerza

CERTIFICADO DE CALIBRACIÓN CA - LF - 024 - 2022

Página 3 de 3

11. Resultados de Medición

Indicación del Equipo		Indicación de Fuerza (Ascenso)			
%	F_i (kN)	F_1 (kN)	F_2 (kN)	F_3 (kN)	$F_{promedio}$ (kN)
10	100	100.0	99.0	100.0	99.8
20	200	199.0	200.5	201.3	200.2
30	300	298.8	300.4	299.3	299.7
40	400	397.4	399.4	398.8	398.6
50	500	495.8	501.8	502.4	500.5
60	600	597.1	597.4	597.9	597.7
70	700	696.1	696.7	695.7	696.6
80	800	798.9	799.1	799.5	799.1
90	900	898.6	900.1	896.6	898.5
100	1000	1001.0	1002.9	1000.5	1001.3
Retorno a Cero		0.0	0.0	0.0	

Indicación del Equipo F (kN)	Errores Encontrados en el Sistema de Medición				Incertidumbre U (k=2) (%)
	Exactitud a (%)	Repetibilidad b (%)	Reversibilidad v (%)	Resol. Relativa a (%)	
100	0.21	1.00	-1.30	0.10	0.81
200	-0.08	1.15	0.25	0.05	0.75
300	0.12	0.53	0.07	0.03	0.63
400	0.34	0.50	0.10	0.03	0.61
500	-0.11	1.31	-0.06	0.02	0.85
600	0.39	0.13	-0.18	0.02	0.58
700	0.49	0.14	-0.14	0.01	0.59
800	0.11	0.07	0.02	0.01	0.58
900	0.17	0.38	0.16	0.01	0.60
1000	-0.13	0.25	0.20	0.01	0.58

MÁXIMO ERROR RELATIVO DE CERO (f_0) 0.00 %

12. Incertidumbre

La incertidumbre expandida de medición se ha obtenido multiplicando la incertidumbre estándar de la medición por el factor de cobertura $k=2$, el cual corresponde a una probabilidad de cobertura de aproximadamente 95%.

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

☎ 977 997 385 - 913 028 621
☎ 913 028 622 - 913 028 623
☎ 913 028 624

☎ Av. Chillon Lote 50 B - Comas - Lima - Lima
✉ comercial@calibratec.com.pe
🏢 CALIBRATEC SAC



CERTIFICADO DE CALIBRACIÓN CA - LF-025 - 2022

Área de Metrología
Laboratorio de Fuerza

Página 1 de 3

1. Expediente	0117-2022	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).
2. Solicitante	LABORATORIO DE ENSAYOS DE MATERIALES Y SUELOS W&C E.I.R.L.	
3. Dirección	CALLE LA FE NRO 0167 UPIS SEÑOR DE LOS MILAGROS - CHICLAYO - LAMBAYEQUE	
4. Equipo	CORTE DIRECTO	Los resultados son validos en el momento de la calibración. Al solicitante le corresponde disponer en su momento la ejecución de una recalibración, la cual está en función del uso, conservación y mantenimiento del instrumento de medición o a reglamento vigente.
Capacidad	500 kgf	
Marca	ORION	
Modelo	CD.02	
Número de Serie	15011001	
Clase	NO INDICA	CALIBRATEC S.A.C. no se responsabiliza de los perjuicios que pueda ocasionar el uso inadecuado de este instrumento, ni de una incorrecta interpretación de los resultados de la calibración aquí declarados.
Procedencia	PERÚ	
Identificación	NO INDICA	
Indicador	DIGITAL	
Marca	CON TRONIX	
Modelo	NO INDICA	Este certificado de calibración no podrá ser reproducido parcialmente sin la aprobación por escrito del laboratorio que lo emite.
Número de Serie	NO INDICA	
División de Escala / Resolución	0.01 kgf	
5. Fecha de Calibración	2022-01-21	El certificado de calibración sin firma y

Fecha de Emisión

2022-01-22

Jefe del Laboratorio de Metrología


MANUEL ALEJANDRO ALIAGA TORRES

Sello



CERTIFICADO DE CALIBRACIÓN CA - LF-025 - 2022

Área de Metrología
Laboratorio de Fuerza

Página 2 de 3

6. Método de Calibración

La calibración se realizó por el método de comparación directa utilizando patrones trazables al LEDI-PUCP tomado como referencia el método descrito en la norma UNE-EN ISO 7500-1 "Verificación de Máquinas de Ensayo Uniaxiales Estáticas. Parte 1: Máquinas de ensayo de tracción/compresión. Verificación y calibración del sistema de medida de fuerza." - Julio 2006.

7. Lugar de calibración

En las instalaciones del cliente.

CALLE LA FE NRO 0167 UPIS SEÑOR DE LOS MILAGROS - CHICLAYO - LAMBAYEQUE

8. Condiciones Ambientales

	Inicial	Final
Temperatura	26.6 °C	26.6 °C
Humedad Relativa	65 % HR	65 % HR

9. Patrones de referencia

Trazabilidad	Patrón utilizado	Certificado de calibración
METROIL	CELDA DE CARGA DE 500 kg MARCA: KELI	CF-0040-2021
METROIL	TERMOHIGROMETRO DIGITAL BOECO	T-1774-2021

10. Observaciones

- Se colocó una etiqueta autoadhesiva con la indicación CALIBRADO.
- Durante la realización de cada secuencia de calibración la temperatura del equipo de medida de fuerza permanece estable dentro de un intervalo de $\pm 2,0$ °C.



Área de Metrología
Laboratorio de Fuerza

CERTIFICADO DE CALIBRACIÓN CA - LF - 025 - 2022

Página 3 de 3

11. Resultados de Medición

Indicación del Equipo	F ₁ (kgf)	Indicación de Fuerza (Ascenso)				F _{promedio} (kgf)
		Patrón de Referencia				
%	F ₁ (kgf)	F ₁ (kgf)	F ₂ (kgf)	F ₃ (kgf)	F _{promedio} (kgf)	
10	50	50.00	50.00	50.10	50.0	
20	100	100.15	100.15	100.20	100.2	
30	150	150.10	150.10	150.20	150.1	
40	200	200.00	200.00	200.10	200.0	
50	250	250.10	250.10	250.15	250.1	
60	300	300.10	300.10	300.20	300.1	
70	350	350.10	350.10	350.20	350.1	
80	400	400.15	400.15	400.25	400.2	
90	450	450.15	450.15	450.25	450.2	
100	500	500.20	500.20	500.30	500.2	
Retorno a Cero		0.0	0.0	0.0		

Indicación del Equipo F (kgf)	Errores Encontrados en el Sistema de Medición				Incertidumbre U (k=2) (%)
	Exactitud q (%)	Repetibilidad b (%)	Reversibilidad v (%)	Resol. Relativa α (%)	
50	-0.07	0.20	0.00	0.02	0.43
100	-0.17	0.05	0.00	0.01	0.41
150	-0.09	0.07	0.00	0.01	0.41
200	-0.02	0.05	0.00	0.01	0.41
250	-0.05	0.02	0.00	0.00	0.41
300	-0.04	0.03	0.00	0.00	0.41
350	-0.04	0.03	0.00	0.00	0.41
400	-0.05	0.02	0.00	0.00	0.41
450	-0.04	0.02	0.00	0.00	0.41
500	-0.05	0.02	0.00	0.00	0.41

MÁXIMO ERROR RELATIVO DE CERO (f₀) 0.00 %



12. Incertidumbre

La incertidumbre expandida de medición se ha obtenido multiplicando la incertidumbre estándar de la medición por el factor de cobertura k=2, el cual corresponde a una probabilidad de cobertura de aproximadamente 95%. La incertidumbre expandida de medición fue calculada a partir de los componentes de incertidumbre de los factores de influencia en la calibración. La incertidumbre indicada no incluye una estimación de variaciones a largo plazo.

FIN DEL DOCUMENTO

☎ 977 997 385 - 913 028 621
☎ 913 028 622 - 913 028 623
☎ 913 028 624

📍 Av. Chillón Lote 50 B - Comas - Lima - Lima
✉ comercial@calibratec.com.pe
🏢 CALIBRATEC SAC

CERTIFICADO DE CALIBRACIÓN CA - LF - 026 - 2022

Área de Metrología
Laboratorio de Fuerza

Página 1 de 3

1. Expediente	0117-2022
2. Solicitante	LABORATORIO DE ENSAYOS DE MATERIALES Y SUELOS W&C E.I.R.L.
3. Dirección	CALLE LA FE NRO 0167 UPIS SEÑOR DE LOS MILAGROS - CHICLAYO - LAMBAYEQUE
4. Equipo	PRENSA DE MURETES
Capacidad	20000 kgf
Marca	NO INDICA
Modelo	NO INDICA
Número de Serie	NO INDICA
Procedencia	PERÚ
Identificación	LF-026
Indicación	DIGITAL
Marca	HIGH WEIGHT
Modelo	315A
Número de Serie	NO INDICA
Resolución	10 kgf
Ubicación	NO INDICA
5. Fecha de Calibración	2022-01-21

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, la cual está en función del uso, conservación y mantenimiento del instrumento de medición o a reglamento vigente.

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

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

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

Fecha de Emisión

2022-01-22

Jefe del Laboratorio de Metrología


MANUEL ALEJANDRO ALMAGÁ TORRES

Sello



CERTIFICADO DE CALIBRACIÓN CA - LF - 026 - 2022

Área de Metrología
Laboratorio de Fuerza

Página 2 de 3

6. Método de Calibración

La calibración se realizó por el método de comparación directa utilizando patrones trazables al SI calibrados en las instalaciones del LEDI-PUCP tomado como referencia el método descrito en la norma UNE-EN ISO 7500-1 "Verificación de Máquinas de Ensayo Uniaxiales Estáticos. Parte 1: Máquinas de ensayo de tracción/compresión. Verificación y calibración del sistema de medida de fuerza." - Julio 2006.

7. Lugar de calibración

Las instalaciones del cliente.
CALLE LA FE NRO 0167 UPIS SEÑOR DE LOS MILAGROS - CHICLAYO - LAMBAYEQUE

8. Condiciones Ambientales

	Inicial	Final
Temperatura	26.1 °C	26.1 °C
Humedad Relativa	65 % HR	65 % HR

9. Patrones de referencia

Trazabilidad	Patrón utilizado	Informe de calibración
Celdas patrones calibradas en PUCP - Laboratorio de estructuras antisísmicas	Celda de Carga Código: PI-UU1 Capacidad: 150,000 kg.f	INF-LE-038-21A
Celdas patrones calibradas en PUCP - Laboratorio de estructuras antisísmicas	Celda de Carga Código: PF-002 Capacidad: 10,000 kg.f	INF-LE-038-21B

10. Observaciones

- Se colocó una etiqueta autoadhesiva con la indicación CALIBRADO.
- Durante la realización de cada secuencia de calibración la temperatura del equipo de medida de fuerza permanece estable dentro de un intervalo de $\pm 2,0$ °C.
- El equipo no indica clase sin embargo cumple con el criterio para máquinas de ensayo uniaxiales de clase de 2.0 según la norma UNE-EN ISO 7500-1.



CERTIFICADO DE CALIBRACIÓN CA - LF - 026 - 2022

Área de Metrología
Laboratorio de Fuerza

Página 3 de 3

11. Resultados de Medición

Indicación del Equipo		Indicación de Fuerza (Ascenso)			
		Patrón de Referencia			
%	F_i (kgf)	F_1 (kgf)	F_2 (kgf)	F_3 (kgf)	$F_{Promedio}$ (kgf)
10	2000	1990	2000	2000	1996
20	4000	4001	4021	4001	4008
30	6000	6042	6042	6042	6042
40	8000	8044	8044	8044	8044
50	10000	10046	10046	10046	10046
60	12000	12048	12048	12048	12048
70	14000	14050	14050	14050	14050
80	16000	16052	16052	16052	16052
90	18000	18054	18054	18054	18054
100	20000	20057	20057	20057	20057
Retorno a Cero		100.0	100.0	120.0	

Indicación del Equipo F (kgf)	Errores Encontrados en el Sistema de Medición				Incertidumbre U ($k=2$) (%)
	Exactitud a (%)	Repetibilidad b (%)	Reversibilidad v (%)	Resol. Relativa α (%)	
2000	0.39	0.50	1.00	0.50	0.66
4000	0.36	0.50	2.56	0.25	1.20
6000	-0.35	0.00	1.41	0.17	0.79
8000	-0.27	0.00	1.10	0.13	0.65
10000	-0.23	0.00	0.91	0.10	0.57
12000	-0.20	0.00	0.79	0.08	0.52
14000	-0.18	0.00	0.71	0.07	0.49
16000	-0.16	0.00	0.65	0.06	0.47
18000	-0.15	0.00	0.60	0.06	0.46
20000	-0.14	0.00	0.57	0.05	0.44

MÁXIMO ERROR RELATIVO DE CERO (f_0) 0.60 %



12. Incertidumbre

La incertidumbre expandida de medición se ha obtenido multiplicando la incertidumbre estándar de la medición por el factor de cobertura $k=2$, el cual corresponde a una probabilidad de cobertura de aproximadamente 95%.

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

CERTIFICADO DE CALIBRACIÓN CA - LM - 032 - 2022

Área de Metrología
Laboratorio de Masas

Página 1 de 4

1. Expediente 0117-2022

2. Solicitante LABORATORIO DE ENSAYOS DE
MATERIALES Y SUELOS W&C E.I.R.L.

3. Dirección CALLE LA FE NRO 0167 UPIS SEÑOR DE
LOS MILAGROS CHICLAYO
LAMBAYEQUE

4. Equipo de medición BALANZA ELECTRÓNICA

Capacidad Máxima 30000 g

División de escala (d) 1 g

Div. de verificación (e) 1 g

Clase de exactitud III

Marca OHAUS

Modelo R31P30

Número de Serie 8336460679

Capacidad mínima 20 g

Procedencia U.S.A.

Identificación NO INDICA

5. Fecha de Calibración 2022-01-21

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, la cual está en función del uso, conservación y mantenimiento del instrumento de medición o a reglamento vigente.

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

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

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

Fecha de Emisión

2022-01-22

Jefe del Laboratorio de Metrología

MANUEL ALEJANDRO ALIAGA TORRES

Sello



CERTIFICADO DE CALIBRACIÓN CA - LM - 032 - 2022

Área de Metrología
Laboratorio de Masas

Página 2 de 4

6. Método de Calibración

La calibración se realizó según el método descrito en el PC-001: "Procedimiento de Calibración de Balanzas de Funcionamiento No Automático Clase III y Clase IIII" del SNM- INACAL.

7. Lugar de calibración

Las instalaciones del cliente.
CALLE LA FE NRO 0167 UPIS SEÑOR DE LOS MILAGROS - CHICLAYO - LAMBAYEQUE

8. Condiciones Ambientales

	Inicial	Final
Temperatura	26.4 °C	26.4 °C
Humedad Relativa	51%	51%

9. Patrones de referencia

Los resultados de la calibración son trazables a la Unidad de Medida de los Patrones Nacionales de Masa de la Dirección de Metrología - INACAL en concordancia con el Sistema Internacional de Unidades de Medidas (SI) y el Sistema Legal de Unidades del Perú (SLUMP).

Trazabilidad	Patrón utilizado	Certificado de calibración
METROIL	JUEGO DE PESAS 10 kg (Clase de Exactitud: M1)	M-0687-2021
METROIL	JUEGO DE PESAS 20 kg (Clase de Exactitud: M1)	M-0688-2021
METROIL	JUEGO DE PESAS 1 kg a 5 kg (Clase de Exactitud: F1)	M-0726-2021
METROIL	JUEGO DE PESAS 1 mg a 1 kg (Clase de Exactitud: F1)	M-0689-2021
METROIL	TERMOHIGROMETRO DIGITAL BOECO	T-1774-2021

10. Observaciones

- Se adjunta una etiqueta autoadhesiva con la indicación de CALIBRADO.
- (**) Código indicada en una etiqueta adherido al equipo.



CERTIFICADO DE CALIBRACIÓN CA - LM - 032 - 2022

Área de Metrología
Laboratorio de Masas

Página 3 de 4

11. Resultados de Medición

INSPECCIÓN VISUAL

AJUSTE DE CERO	TIENE	PLATAFORMA	TIENE	ESCALA	NO TIENE
OSCILACIÓN LIBRE	TIENE	SISTEMA DE TRABA	NO TIENE	CURSOR	NO TIENE
		NIVELACIÓN	TIENE		

ENSAYO DE REPETIBILIDAD

	Inicial	Final
Temperatura	26.4 °C	26.4 °C

Medición Nº	Carga L1 = 15,000 g			Carga L2 = 30,000 g		
	l (g)	ΔL (mg)	E (mg)	l (g)	ΔL (mg)	E (mg)
1	15,000	600	-100	30,000	200	300
2	15,000	500	0	30,000	500	0
3	15,001	700	800	30,000	500	0
4	15,000	500	0	29,999	200	-700
5	15,000	600	-100	30,000	500	0
6	15,000	500	0	30,001	700	800
7	15,000	500	0	30,000	500	0
8	15,000	200	300	30,000	800	-300
9	14,999	300	-800	29,999	300	-800
10	15,000	500	0	30,000	500	0
	Diferencia Máxima		1,600	Diferencia Máxima		1,600
	Error Máximo Permissible		± 3,000	Error Máximo Permissible		± 3,000

ENSAYO DE EXCENRICIDAD

2	5
1	
3	4

Posición
de las
cargas

	Inicial	Final
Temperatura	26.4 °C	26.4 °C



Posición de la Carga	Determinación del Error en Cero Eo				Determinación del Error Corregido Ec				
	Carga Mínima*	l (g)	ΔL (mg)	Eo (mg)	Carga L (g)	l (g)	ΔL (mg)	E (mg)	Ec (mg)
1		10	500	0		10,001	800	700	700
2		10	400	100		10,000	500	0	-100
3	10 g	10	500	0	10,000	10,000	400	100	100
4		10	400	100		9,999	200	-700	-800
5		10	500	0		10,000	500	0	0
		Error máximo permisible							± 3,000

* Valor entre 0 y 10g

CERTIFICADO DE CALIBRACIÓN CA - LM - 032 - 2022

Área de Metrología
Laboratorio de Masas

Página 4 de 4

ENSAYO DE PESAJE

Temperatura	Inicial	Final
	26.4 °C	26.4 °C

Carga L (g)	CRECIENTES				DECRECIENTES				e.m.p ** (± mg)
	l (g)	ΔL (mg)	E (mg)	Ec (mg)	l (g)	ΔL (mg)	E (mg)	Ec (mg)	
10	10	500	0						
20	20	400	100	100	20	500	0	0	1,000
100	100	500	0	0	100	500	0	0	1,000
500	500	400	100	100	500	400	100	100	2,000
1,000	1,000	500	0	0	1,000	500	0	0	2,000
5,000	5,000	400	100	100	5,000	400	100	100	3,000
10,000	10,000	600	-100	-100	10,000	500	0	0	3,000
15,000	15,000	500	0	0	15,000	500	0	0	3,000
20,000	20,000	600	-100	-100	20,000	600	-100	-100	3,000
25,000	25,000	500	0	0	25,000	500	0	0	3,000
30,000	30,000	600	-100	-100	30,000	600	-100	-100	3,000

** error máximo permisible

Leyenda: L: Carga aplicada a la balanza.
l: Indicación de la balanza.

ΔL: Carga adicional.
E: Error encontrado

E₀: Error en cero.
E_c: Error corregido.

Incertidumbre expandida de medición $U = 2 \times \sqrt{(0.3787222 \text{ g}^2 + 0.0000000237 \text{ R}^2)}$

Lectura corregida $R_{\text{CORREGIDA}} = R - 0.0000032 \text{ R}$

12. Incertidumbre

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

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

Fin del documento



CERTIFICADO DE CALIBRACIÓN CA - LM - 033 - 2022

Área de Metrología
Laboratorio de Masas

Página 1 de 4

1. Expediente	0117-2022
2. Solicitante	LABORATORIO DE ENSAYOS DE MATERIALES Y SUELOS W&C E.I.R.L.
3. Dirección	CALLE LA FE NRO 0167 UPIS SEÑOR DE LOS MILAGROS - CHICLAYO - LAMBAYEQUE
4. Equipo de medición	BALANZA ELECTRÓNICA
Capacidad Máxima	2000 g
División de escala (d)	0.01 g
Div. de verificación (e)	0.1 g
Clase de exactitud	III
Marca	AMPUT
Modelo	457
Número de Serie	NO INDICA
Capacidad mínima	0.2 g
Procedencia	NO INDICA
Identificación	NO INDICA

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

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

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

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

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

5. Fecha de Calibración 2022-01-21

Fecha de Emisión

2022-01-22

Jefe del Laboratorio de Metrología

MANUEL ALEJANDRO ALIAGA TORRES

Sello



Área de Metrología
Laboratorio de Masas

CERTIFICADO DE CALIBRACIÓN CA - LM - 033 - 2022

Página 2 de 4

6. Método de Calibración

La calibración se realizó según el método descrito en el PC-001: "Procedimiento de Calibración de Balanzas de Funcionamiento No Automático Clase III y Clase IIII" del SNM- INACAL.

7. Lugar de calibración

En las instalaciones del cliente.

CALLE LA FE NRO 0167 UPIS SEÑOR DE LOS MILAGROS - CHICLAYO - LAMBAYEQUE

8. Condiciones Ambientales

	Inicial	Final
Temperatura	26.5 °C	26.5 °C
Humedad Relativa	53%	55%

9. Patrones de referencia

Los resultados de la calibración son trazables a la Unidad de Medida de los Patrones Nacionales de Masa de la Dirección de Metrología - INACAL en concordancia con el Sistema Internacional de Unidades de Medidas (SI) y el Sistema Legal de Unidades del Perú (SLUMP).

Trazabilidad	Patrón utilizado	Certificado de calibración
METROIL	JUEGO DE PESAS 1 mg a 1 kg (Clase de Exactitud: F1)	M-0699-2021

10. Observaciones

- Se adjunta una etiqueta autoadhesiva con la indicación de CALIBRADO.
- (**) Código indicada en una etiqueta adherido al equipo.



Área de Metrología
Laboratorio de Masas

CERTIFICADO DE CALIBRACIÓN CA - LM - 033 - 2022

Página 3 de 4

11. Resultados de Medición

INSPECCIÓN VISUAL

AJUSTE DE CERO	TIENE	PLATAFORMA	TIENE	ESCALA	NO TIENE
OSCILACIÓN LIBRE	TIENE	SISTEMA DE TRABA	TIENE	CURSOS	NO TIENE
		NIVELACIÓN	TIENE		

ENSAYO DE REPETIBILIDAD

	Inicial	Final
Temperatura	26.4 °C	26.4 °C

Medición Nº	Carga L1 = 1,000 g			Carga L2 = 2,000 g			
	l (g)	ΔL (mg)	E (mg)	l (g)	ΔL (mg)	E (mg)	
1	1000.00	5	0	2000.00	5	0	
2	1000.00	4	1	2000.01	8	7	
3	1000.01	8	7	2000.00	3	2	
4	1000.00	5	0	2000.00	6	-1	
5	1000.00	6	-1	2000.00	2	3	
6	1000.01	9	6	2000.00	5	0	
7	1000.00	4	1	2000.00	4	1	
8	1000.00	5	0	2000.00	6	-1	
9	1000.00	6	-1	2000.01	8	7	
10	1000.00	4	1	2000.00	6	-1	
Diferencia Máxima			8	Diferencia Máxima			8
Error Máximo Permissible			200	Error Máximo Permissible			300

ENSAYO DE EXCENTRICIDAD



Posición
de las
cargas

	Inicial	Final
Temperatura	26.4 °C	26.4 °C



Posición de la Carga	Determinación del Error en Cero Eo				Determinación del Error Corregido Ec					
	Carga Mínima*	l (g)	ΔL (mg)	Eo (mg)	Carga L (g)	l (g)	ΔL (mg)	E (mg)	Ec (mg)	
1		0.10	5	0		1000.00	5	0	0	
2		0.11	8	7		1000.00	4	1	-6	
3	0.10	0.10	6	-1	1000.00	1000.00	6	-1	0	
4		0.10	5	0		1000.00	5	0	0	
5		0.10	6	-1		1000.01	8	7	8	
* Valor entre 0 y 10e					Error máximo permisible					200

☎ 977 997 385 - 913 028 621
☎ 913 028 622 - 913 028 623
☎ 913 028 624

📍 Av. Chillon Lote 50 B - Comas - Lima - Lima
✉ comercial@calibratec.com.pe
🏢 CALIBRATEC SAC

Área de Metrología
Laboratorio de Masas

CERTIFICADO DE CALIBRACIÓN CA - LM - 033 - 2022

Página 4 de 4

ENSAYO DE PESAJE

	Inicial	Final
Temperatura	26.4 °C	26.4 °C

Carga L (g)	CRECIENTES				DECRECIENTES				e.m.p ** (± mg)
	l (g)	ΔL (mg)	E (mg)	E _c (mg)	l (g)	ΔL (mg)	E (mg)	E _c (mg)	
0.10	0.10	6	-1						
0.20	0.20	5	0	1	0.20	5	0	1	100
10.00	10.00	6	-1	0	10.00	5	0	1	100
100.00	100.00	7	-2	-1	100.00	4	1	2	100
500.00	500.00	6	-1	0	500.00	5	0	1	200
800.00	800.00	5	0	1	800.00	6	-1	0	200
1000.00	1000.00	6	-1	0	1000.00	7	-2	-1	200
1200.00	1200.00	6	-1	0	1200.00	2	3	4	200
1500.00	1500.00	4	1	2	1500.00	3	2	3	200
1800.00	1800.01	8	7	8	1800.00	3	2	3	200
2000.00	2000.01	8	7	8	2000.01	8	7	8	300

** error máximo permisible

Leyenda: L: Carga aplicada a la balanza.
l: Indicación de la balanza.

ΔL: Carga adicional.
E: Error encontrado

E_o: Error en cero.
E_c: Error corregido.

Incertidumbre expandida de medición

$$U = 2 \times \sqrt{(0.000028 \text{ g}^2 + 0.00000000001 \text{ R}^2)}$$

Lectura corregida

$$R_{\text{CORREGIDA}} = R + 0.000026 R$$

12. Incertidumbre

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

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

Fin del documento



Área de Metrología
Laboratorio de Temperatura

CERTIFICADO DE CALIBRACIÓN CA - LT - 012 - 2022

Página 1 de 5

1. Expediente 0117-2022
2. Solicitante LABORATORIO DE ENSAYOS DE MATERIALES Y SUELOS W&C E.I.R.L.
3. Dirección CALLE LA FE NRO 0167 UPIS SEÑOR DE LOS MILAGROS - CHICLAYO - LAMBAYEQUE
4. Equipo HORNO
Alcance Máximo 300 °C
Marca QL
Modelo NO INDICA
Número de Serie NO INDICA
Procedencia NO INDICA
Identificación LT-012
Ubicación NO INDICA

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, la cual está en función del uso, conservación y mantenimiento del instrumento de medición o a reglamento vigente.

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

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

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

Descripción	Controlador / Selector	Instrumento de medición
Alcance	30 °C a 300 °C	30 °C a 300 °C
División de escala / Resolución	0.1 °C	0.1 °C
Tipo	TERMOSTATO	TERMÓMETRO DIGITAL

5. Fecha de Calibración 2022-01-21

Fecha de Emisión
2022-01-22

Jefe del Laboratorio de Metrología

Sello

MANUEL ALEJANDRO ALIAGA TORRES



☎ 977 997 385 - 913 028 621
☎ 913 028 622 - 913 028 623
☎ 913 028 624

📍 Av. Chillón Lote 50 B - Comas - Lima - Lima
✉ comercial@calibratec.com.pe
🏢 CALIBRATEC SAC

Área de Metrología
Laboratorio de Temperatura

CERTIFICADO DE CALIBRACIÓN CA - LT - 012 - 2022

Página 2 de 5

6. Método de Calibración

La calibración se efectuó por comparación directa con termómetros patrones calibrados que tienen trazabilidad a la Escala Internacional de Temperatura de 1990 (EIT 90), se consideró como referencia el Procedimiento para la Calibración de Medios Isotérmicos con aire como Medio Termostático PC-018; 2da edición; Junio 2009, del SNM-INDECOPI.

7. Lugar de calibración

Las instalaciones del cliente.

CALLE LA FE NRO 0167 UPIS SEÑOR DE LOS MILAGROS - CHICLAYO - LAMBAYEQUE

8. Condiciones Ambientales

	Inicial	Final
Temperatura	26.3°C	26.3°C
Humedad Relativa	64 %	64 %

9. Patrones de referencia

Trazabilidad	Patrón utilizado	Certificado y/o Informe de calibración
MSG - LABORATORIO ACREDITADO REGISTRO: LC-038	TERMÓMETRO DE INDICACIÓN DIGITAL DE 10 CANALES TERMOPARES TIPO T - DIGISENSE	LTT21-0008
METROIL - LABORATORIO ACREDITADO REGISTRO: LC-001	THERMOHIGROMETRO DIGITAL BOECO MODELO: HTC-8	T-1774-2021

10. Observaciones

- Se colocó una etiqueta autoadhesiva con la indicación de **CALIBRADO**.
- La periodicidad de la calibración depende del uso, mantenimiento y conservación del instrumento de medición.



Área de Metrología
Laboratorio de Temperatura

CERTIFICADO DE CALIBRACIÓN CA - LT - 012 - 2022

11. Resultados de Medición

Página 3 de 5

Temperatura ambiental promedio 26.1 °C
Tiempo de calentamiento y estabilización del equipo 2 horas
El controlador se seteo en 110

PARA LA TEMPERATURA DE 110 °C

Tiempo (min)	Termómetro del equipo (°C)	TEMPERATURAS EN LAS POSICIONES DE MEDICIÓN (°C)										T prom (°C)	Tmax-Tmin (°C)
		NIVEL SUPERIOR					NIVEL INFERIOR						
		1	2	3	4	5	6	7	8	9	10		
00	110.0	110.5	110.0	110.1	108.6	109.1	108.7	112.0	112.8	110.6	112.2	110.5	4.2
02	110.0	110.3	111.8	110.0	108.5	109.1	108.4	112.2	112.0	111.3	112.4	110.6	4.0
04	110.0	109.3	111.1	109.3	108.8	109.0	108.1	112.6	112.4	111.7	112.5	110.5	4.5
06	110.0	109.0	111.3	109.1	108.8	109.4	107.4	112.1	112.5	111.3	112.5	110.3	5.1
08	110.0	109.3	110.8	108.3	108.4	109.1	107.7	112.7	112.3	111.6	112.8	110.3	5.1
10	110.0	109.0	110.5	108.8	108.2	109.4	107.3	112.3	112.5	111.3	112.0	110.1	5.2
12	110.0	108.5	110.7	109.1	108.5	109.1	107.5	112.4	112.5	111.4	112.4	110.2	5.0
14	110.0	109.2	110.4	109.3	108.4	109.2	107.3	112.7	112.0	111.6	112.4	110.2	5.4
16	110.0	109.2	110.3	109.4	108.3	109.3	107.1	112.3	112.4	111.5	112.2	110.2	5.3
18	110.0	109.1	110.1	109.6	108.7	109.1	107.4	112.1	112.3	110.8	112.3	110.1	4.9
20	110.0	109.3	110.4	109.3	108.7	109.1	107.3	112.4	112.2	110.6	111.8	110.1	5.1
22	110.0	109.2	110.4	109.2	108.4	109.0	107.5	112.2	112.8	111.2	111.7	110.2	5.3
24	110.0	109.0	110.7	109.5	108.2	109.4	107.1	112.7	112.4	110.9	112.4	110.2	5.6
26	110.0	109.1	110.8	109.5	108.5	109.5	107.2	112.3	112.0	110.7	112.3	110.2	5.1
28	110.0	109.3	110.4	109.4	108.2	109.6	107.4	112.1	112.0	110.4	112.4	110.1	5.0
30	110.0	109.1	110.5	109.4	108.5	109.1	107.5	112.4	112.3	110.7	112.2	110.2	4.9
32	110.0	109.1	110.3	109.3	108.8	109.4	107.1	112.8	112.3	110.7	112.4	110.2	5.7
34	110.0	108.9	110.4	109.2	108.5	109.1	107.4	112.2	112.4	110.8	112.7	110.2	5.3
36	110.0	109.4	110.1	109.5	108.3	109.4	107.7	112.3	112.4	110.4	112.5	110.2	4.8
38	110.0	109.2	110.4	109.6	108.6	109.3	107.7	112.4	112.3	110.6	112.4	110.2	4.7
40	110.0	109.1	110.4	109.2	108.4	109.4	107.4	112.1	112.0	110.8	112.4	110.1	5.0
42	110.0	109.4	110.5	109.3	108.8	109.1	107.2	112.0	112.4	110.4	112.8	110.2	5.6
44	110.0	109.1	110.5	109.5	108.3	109.4	107.4	112.8	112.1	110.5	112.4	110.2	5.4
46	110.0	109.1	110.7	109.7	108.4	109.2	107.5	112.4	112.3	110.3	112.3	110.2	4.9
48	110.0	109.2	110.2	109.4	108.2	109.1	107.1	112.4	112.2	110.1	112.2	110.0	5.3
50	110.0	108.9	110.5	109.4	108.4	109.1	107.3	112.6	112.3	110.5	112.7	110.2	5.4
52	110.0	109.1	110.5	109.2	108.2	109.5	107.3	112.2	112.8	110.7	112.1	110.2	5.5
54	110.0	109.0	110.3	109.7	108.1	109.1	107.5	112.3	112.7	110.1	111.9	110.1	5.2
56	110.0	109.3	110.5	109.4	108.1	109.5	107.5	112.6	112.6	110.4	112.2	110.2	5.1
58	110.0	109.1	110.3	109.2	108.0	109.3	107.6	112.3	112.1	110.5	112.4	110.1	4.8
60	110.0	109.0	110.3	109.6	108.4	109.2	107.4	112.7	112.5	110.7	112.4	110.2	5.3
T.PROM	110.0	109.2	110.5	109.4	108.4	109.2	107.5	112.4	112.3	110.8	112.3	110.2	
T.MAX	110.0	110.5	111.8	110.1	108.8	109.6	108.7	112.8	112.8	111.7	112.8		
T.MIN	110.0	108.5	110.0	108.3	108.0	109.0	107.1	112.0	112.0	110.1	111.7		
DTT	0.0	2.0	1.8	1.8	0.8	0.6	1.6	0.8	0.8	1.6	1.1		





CERTIFICADO DE CALIBRACIÓN CA - LT - 012 - 2022

Área de Metrología
Laboratorio de Temperatura

Página 4 de 5

PARÁMETRO	VALOR (°C)	INCERTIDUMBRE EXPANDIDA (°C)
Máxima Temperatura Medida	112.8	18.1
Mínima Temperatura Medida	107.1	0.1
Desviación de Temperatura en el Tiempo	2.0	0.1
Desviación de Temperatura en el Espacio	4.9	19.9
Estabilidad Medida (±)	1.0	0.04
Uniformidad Medida	5.7	20.0

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

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

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

Incertidumbre expandida de las indicaciones del termómetro propio del Medio Isotermo : 0.06 °C

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

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

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

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

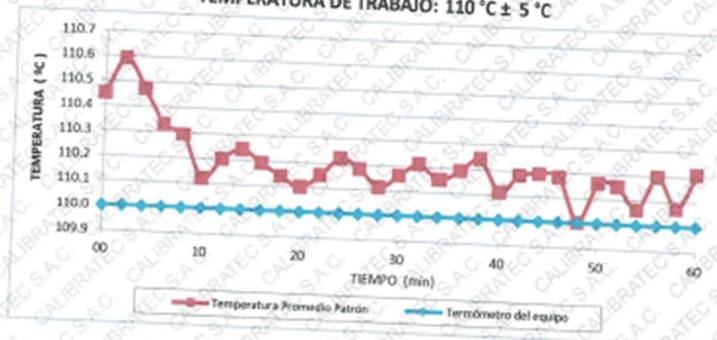


Área de Metrología
Laboratorio de Temperatura

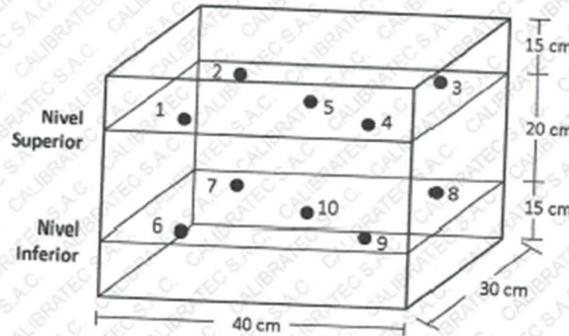
CERTIFICADO DE CALIBRACIÓN CA - LT - 012 - 2022

Página 5 de 5

DISTRIBUCIÓN DE TEMPERATURAS EN EL EQUIPO TEMPERATURA DE TRABAJO: $110\text{ }^{\circ}\text{C} \pm 5\text{ }^{\circ}\text{C}$



DISTRIBUCIÓN DE LOS TERMOPARES



12. Incertidumbre

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

Fin del documento



PERUTEST S.A.C.

VENTA Y FABRICACIÓN DE EQUIPOS E INSTRUMENTOS DE LABORATORIO
SUELOS - MATERIALES - CONCRETOS - ASFALTOS - ROCAS - FÍSICA - QUÍMICA

RUC N° 20602182721

CERTIFICADO DE CALIBRACIÓN PT - LF - 045 - 2022

Área de Metrología
Laboratorio de Fuerza

Página 1 de 3

1. Expediente	02912-2022
2. Solicitante	LABORATORIO DE ENSAYOS DE MATERIALES Y SUELOS W&C E.I.R.L.
3. Dirección	CALLE LA FE NRO. 0167 UPIS SEÑOR DE LOS MILAGROS - CHICLAYO - LAMBAYEQUE
4. Equipo	PRENSA DE CONCRETO
Capacidad	2000 kN
Marca	AyA INSTRUMENT
Modelo	STYE -2000B
Número de Serie	131214
Procedencia	CHINA
Identificación	NO INDICA
Indicación	DIGITAL
Marca	MC
Modelo	LM-02
Número de Serie	NO INDICA
Resolución	0.01 / 0.1 kN (*)
Ubicación	NO INDICA
5. Fecha de Calibración	2022-08-24

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, la cual está en función del uso, conservación y mantenimiento del instrumento de medición o a reglamento vigente.

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

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

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

Fecha de Emisión

2022-08-25

Jefe del Laboratorio de Metrología

JOSE ALEJANDRO FLORES MINAYA

Sello



☎ 913 028 621 - 913 028 622
☎ 913 028 623 - 913 028 624
🌐 www.perutest.com.pe

📍 Av. Chillón Lote 50 B - Comas - Lima - Lima
✉ ventas@perutest.com.pe
🏢 PERUTEST S.A.C.

CERTIFICADO DE CALIBRACIÓN PT - LF - 045 - 2022

Área de Metrología
Laboratorio de Fuerza

Página 2 de 3

6. Método de Calibración

La calibración se realizó por el método de comparación directa utilizando patrones trazables al SI calibrados en las instalaciones del LEDI-PUCP tomado como referencia el método descrito en la norma UNE-EN ISO 7500-1 "Verificación de Máquinas de Ensayo Uniaxiales Estáticas. Parte 1: Máquinas de ensayo de tracción/compresión. Verificación y calibración del sistema de medida de fuerza." - Julio 2006.

7. Lugar de calibración

En las instalaciones del cliente.
CALLE LA FE NRO. 0167 UPIS SEÑOR DE LOS MILAGROS - CHICLAYO - LAMBAYEQUE

8. Condiciones Ambientales

	Inicial	Final
Temperatura	21.4 °C	21.5 °C
Humedad Relativa	62 % HR	62 % HR

9. Patrones de referencia

Trazabilidad	Patrón utilizado	Informe/Certificado de calibración
Celdas patrones calibradas en PUCP - Laboratorio de estructuras antisísmicas	Celda de Carga Código: PF-001 Capacidad: 150,000 kg.f	INF-LE N° 042-22 (B)
METROIL	TERMOHIGROMETRO DIGITAL BOECO	1AT-1704-2022

10. Observaciones

- Se colocó una etiqueta autoadhesiva con la indicación CALIBRADO.
- Durante la realización de cada secuencia de calibración la temperatura del equipo de medida de fuerza permanece estable dentro de un intervalo de $\pm 2,0$ °C.
- El equipo no indica clase sin embargo cumple con el criterio para máquinas de ensayo uniaxiales de clase de 1.0 según la norma UNE-EN ISO 7500-1.



CERTIFICADO DE CALIBRACIÓN PT - LF - 045 - 2022

Área de Metrología
Laboratorio de Fuerza

Página 3 de 3

11. Resultados de Medición

Indicación del Equipo		Indicación de Fuerza (Ascenso)				$F_{promedio}$ (kN)
%	F_1 (kN)	F_2 (kN)	F_3 (kN)	F_4 (kN)	Patrón de Referencia	
10	150	150.5	150.8	150.7	150.7	150.7
20	300	300.8	301.3	300.7	300.7	300.9
30	450	450.1	450.4	450.1	450.1	450.2
40	600	601.0	601.5	601.0	601.0	601.2
50	750	751.5	751.9	751.5	751.5	751.6
60	900	902.5	902.9	902.5	902.5	902.6
70	1050	1052.6	1052.9	1052.6	1052.6	1052.7
80	1200	1203.2	1203.7	1203.2	1203.2	1203.3
90	1350	1353.9	1354.3	1353.9	1353.9	1354.0
100	1450	1454.4	1455.0	1454.4	1454.4	1454.5
Retorno a Cero		0.0	0.0	0.0	0.0	

Indicación del Equipo F (kN)	Errores Encontrados en el Sistema de Medición				Incertidumbre U (k=2) (%)
	Exactitud a (%)	Repetibilidad b (%)	Reversibilidad v (%)	Resol. Relativa o (%)	
150	-0.49	0.20	-0.13	0.07	0.59
300	-0.29	0.20	0.17	0.03	0.58
450	-0.04	0.07	0.07	0.02	0.58
600	-0.19	0.08	0.08	0.02	0.58
750	-0.21	0.05	0.05	0.01	0.58
900	-0.29	0.04	0.04	0.01	0.58
1050	-0.25	0.03	0.03	0.01	0.57
1200	-0.28	0.04	0.04	0.01	0.58
1350	-0.29	0.03	0.03	0.01	0.57
1450	-0.31	0.04	0.04	0.01	0.58

MÁXIMO ERROR RELATIVO DE CERO (f_0) 0.00 %

12. Incertidumbre

La incertidumbre expandida de medición se ha obtenido multiplicando la incertidumbre estándar de la medición por el factor de cobertura $k=2$, el cual corresponde a una probabilidad de cobertura de aproximadamente 95%.

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



ANEXO 07. CUADRO DE DOSIFICACION Y RESULTADOS DE ANTECEDENTES

Título: Incorporación de fibra sintética y metálica para mejorar el comportamiento mecánico del concreto en pavimentos rígidos, Av. Colectora, Lambayeque - 2022

Autor: Salazar Gonzalez, José Alfonso

AUTOR	TITULO	AÑO	Resistencia Diseño (kg/cm2)	Tipo de aditivo	Dosificación Kg/m3	Resistencia a la compresión (f' c = kg/cm2)			Resistencia a la tracción (f' c = kg/cm2)			Resistencia a la Flexión (f' c = kg/cm2)	Contenido de Aire	Peso Unitario Fresco	Slump	
						3- 7 días	14 días	28 días	7 días	14 días	28 días	28 días	%	Kg/m³	cm	
Carrera y Zea	"Evaluación de las propiedades mecánicas de la mezcla de hormigón y fibras de acero Dramix 3D en diferentes dosificaciones para la aplicación en pavimentos rígidos utilizando el cemento puzolánico HE y agregados de la planta HOLCIM"	2018	315	C° patrón	0	319.99	383.82	433.38	-	-	-	32.12	-	-	--	
				FM Dramix 3D	5	348.34	408.60	435.93	-	-	-	52.01	-	-	-	
				FM Dramix 3D	10	361.69	416.66	448.47	-	-	-	54.35	-	-	-	
				FM Dramix 3D	20	369.65	415.13	457.85	-	-	-	56.08	-	-	-	
				FM Dramix 3D	25	364.04	422.27	466.01	-	-	-	60.57	-	-	-	
Lindao Y Romero	"Incidencia de las fibras de polipropileno y fibras metálicas en un hormigón para pavimento rígido f'c= 350 kg/cm2"	2018	350	C° patrón A	0	271.64	318.92	361.66	-	-	-	32.33	-	-	15	
				Fibra Polipropileno	30	303.49	364.08	407.32	-	-	-	34.06	-	-	10	
				Fibra Metálica	142 gr	171.31	382.99	414.34	-	-	-	32.63	-	-	4.8	
Cobos Sáenz de Viteri	"Comparativo de las propiedades mecánicas del concreto con fibras de PET reciclado y concreto con fibras de acero"	2021	210	C° patrón	0	140.7	178.9	229	-	-	-	30.1	-	-	7.5	
				Fibras PET	0.5%	108.2	124.1	152.8	-	-	-	25.5	-	-	11.3	
				Fibras PET	1%	85.3	94.9	23.5	-	-	-	23.9	-	-	13.8	
				Fibras de Acero	0.5%	153.4	181.4	235.5	-	-	-	19.41	-	-	12.5	
				Fibras de Acero	1%	152.2	177.6	205	-	-	-	25.5	-	-	21.3	
Chahua Sotomayor Jamil Huayta Orrego Pedro	Fibra Sintética estructural ara la optimización del diseño de un pavimento rígido en la nueva planta FARMAGRO - Huachipa - Lima	2018	210	C° patrón	0	143.2	295.18	-	36.37	46.58	-	-	-	-	14	
				Fibra Sintética	1				36.76	46.66						
				Fibra Sintética	3	194.96	308.06	-	37.19	47.23	-	-	-	-	-	20.3
				Fibra Sintética	4	294.06	324.63	-	-	-	-	-	-	-	-	17.1
Miranda Centeno Cristian Rado Moreno Marco	Propuesta de concretos reforzados con fibras de acero y cemento puzolánico para la construcción de pavimentos rígidos en la región de Apurímac	2019	280	M1-AC:0.50	0	244	-	339	20.6	-	29.1	-	3.2	2220	12.7	
				M2-A20-AC:0.50	20	246	-	343	21.7	-	30.4	-	3.2	2257	12.7	
				M3-A25-AC:0.50	25	247	-	345	22.3	-	31.4	-	3.1	2243	11.43	
				M4-A30-AC:0.50	30	249	-	347	24	-	33.4	-	2.9	2256	10.16	
				M5-AC:0.45	0	270	-	375	25	-	34.2	-	3.2	2267	11.43	
				M6-A20-AC:0.45	20	273	-	379	26.5	-	36	-	3	2285	8.89	
				M7-A25-AC:0.45	25	274	-	382	27.4	-	36.8	-	3	2266	7.62	
				M8-A30-AC:0.45	30	278	-	385	28.9	-	40	-	2.9	2267	6.35	
				M9-AC:0.40	0	318	-	435	29.4	-	41.3	-	3.2	2279	10.16	
				M10-A20-AC:0.40	20	322	-	440	31.4	-	43.5	-	3.1	2281	8.89	
				M11-A25-AC:0.40	25	323	-	442	32.4	-	44.9	-	3	2259	7.62	
				M12-A30-AC:0.40	30	326	-	446	34.8	-	48.4	-	3.1	2246	5.08	
Ramos Fernandez Nadia Diana	"Análisis comparativo del comportamiento mecánico del concreto reforzado con fibra de polipropileno y acero"	2019	250	C° patrón	0	188.26	239.59	294.93	-	-	26.83	44.38	2%			
				Fibra de acero	15	186.64	237.59	290.77	-	-	29.6	50.48	2%			
				Fibra de acero	30	178.01	228.21	276.20	-	-	31.16	52.37	2%			
				Fibra de acero	45	174.65	225.74	273.84			32.02	54.62	2%			
				F. de polipropileno	0.4	211.90	244.41	299.14			31.563	47.75	2%			
				F. de polipropileno	0.6	218.60	263.29	308.06			28.47	48.40	2%			
				F. de polipropileno	0.8	224.29	264.58	311.76			27.89	49.41	2%			
				F. de Acero y Polipropileno	15 y 0.4	231.53	258.81	323.36			28.36	49.3	2%			
				F. de Acero y Polipropileno	30 y 0.6	225.30	258.69	319.36			30.69	50.58	2%			
				F. de polipropileno	45 y 0.8	222.07	253.14	308.29	-	-	31.22	51.13	2%			

ANEXO 08. PROCEDIMIENTOS



FICHA DE RECOLECCIÓN DE DATOS

TRATAMIENTO DEL PRODUCTO

TITULO: "Incorporación de fibra sintética y metálica para mejorar el comportamiento mecánico del concreto en pavimentos rígidos, avenida Colectora, Chiclayo, 2022"

ELABORADO: Salazar Gonzalez, José Alfonso.

UBICACIÓN: Departamento de Lambayeque, Provincia de Chiclayo, Distrito de Chiclayo.

UBICACIÓN: Av. Colectora - Chiclayo

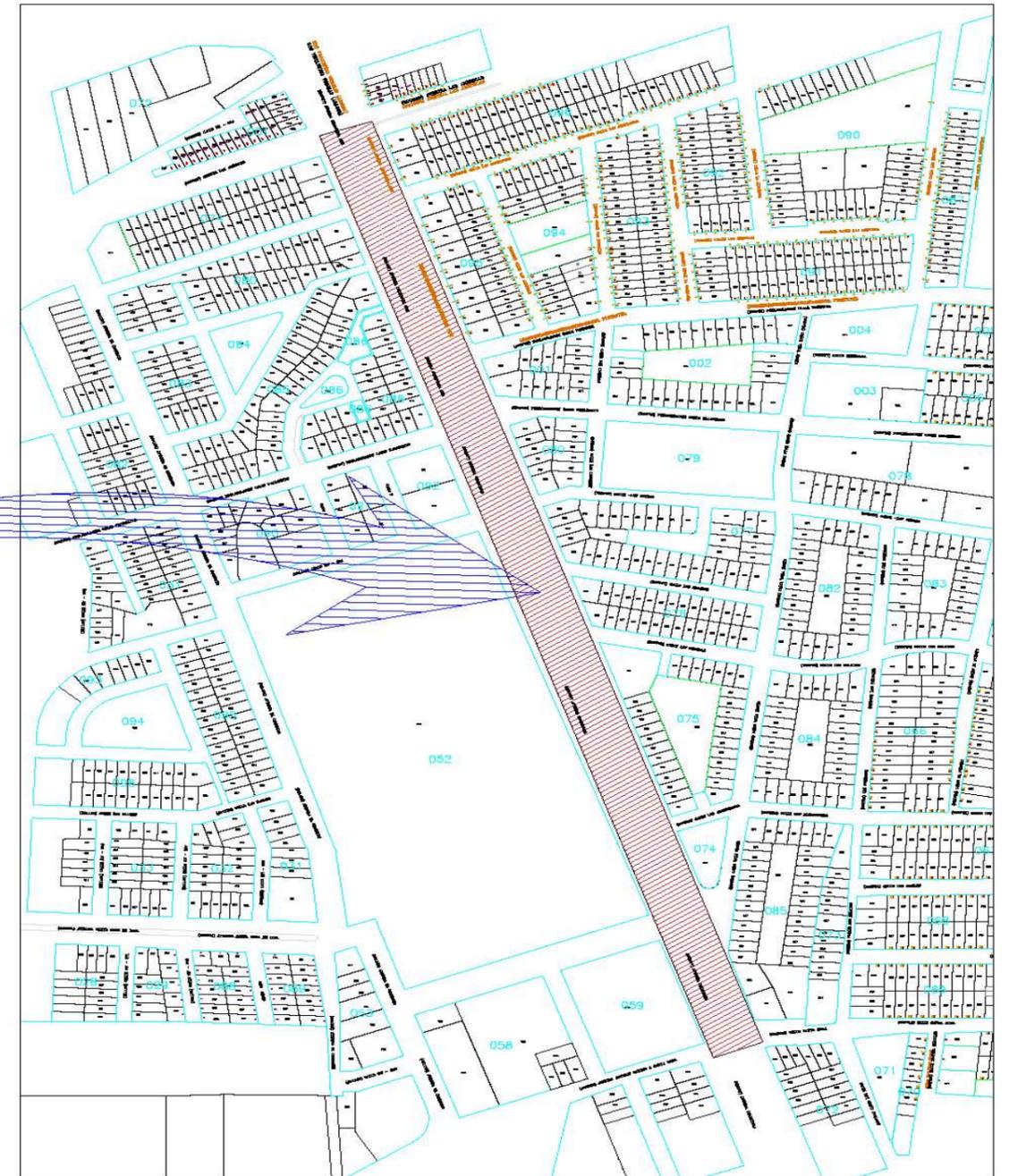
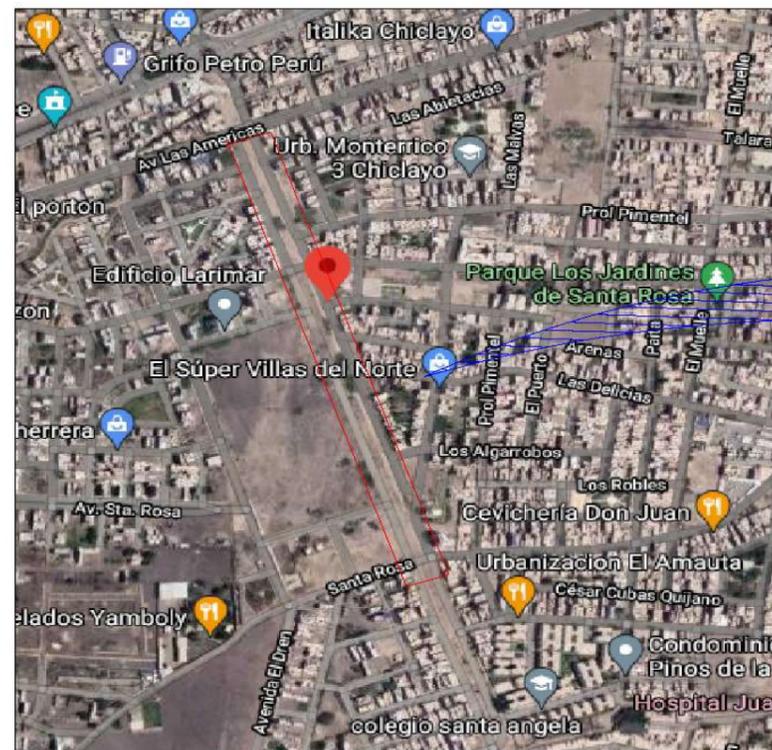
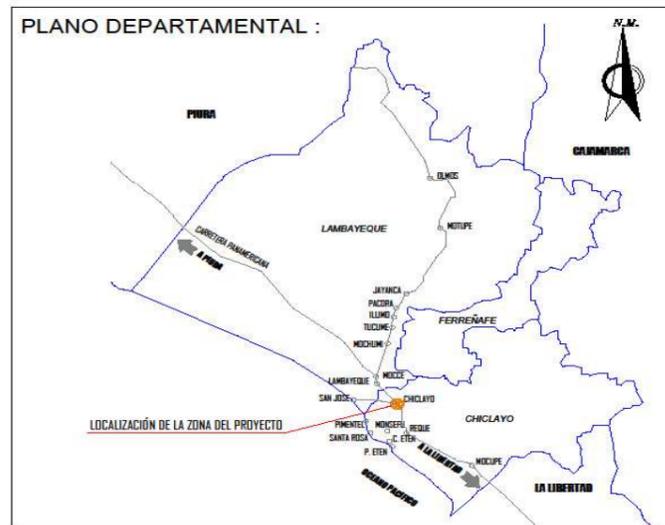
FECHA: 08/09/2022

FECHA	HORA	DESCRIPCIÓN
06/09/2022	8:30 a. m.	Consulta con asesor de ventas de Sika Perú - Andrés Fernández sobre stock y disponibilidad de fibras metálica Sika Fiber CHO 65/35 NB y fibra sintética Sika Fibermesh – 650 S
09/09/2022	1:45 p. m.	Se realiza el pago a numero de cuenta de la empresa para adquirir el material
12/09/2022	2:30 p. m.	Recojo de pedido en Sika Center y llevado a un área seca de almacenamiento temporal para su embalaje y traslado hacia la ciudad donde se realizará los ensayos.
13/09/2022	9:00 am	Envío del material (fibras) desde la ciudad de Lima hacia Chiclayo
13/09/2022	9:00 am	Visita a cantera La Puntilla para coordinar compra de agregados para muestreo de laboratorio.
13/09/2022	11:00 am	Visita a cantera Tres Tomas para coordinar compra de agregados para muestreo en laboratorio.
13/09/2022	11:00 am	Visita a cantera La Victoria Pátapo para coordinar compra de agregados para muestreo en laboratorio.
14/09/2022	11: 00 am	Recojo de producto (fibras) de la agencia cargo
14/09/2022	3:00 pm	Reunión con representante de laboratorio para cotización de ensayos a realizar
15/09/2022	10:00 a. m.	Pago del 50% a laboratorio de suelos para inicio de ensayos
15/09/2022	3:00 pm	Separamiento de fibras metálicas de manera manual
16/09/2022	10:00 a. m.	Acarreo de materiales de muestreo a laboratorio de pruebas
OBSERVACIÓN:		

ANEXO 10. NORMATIVA

CODIGO	NORMA
UNE - RD 1247/2008	Anejo 14 - Recomendaciones para la utilización de hormigón con fibras - Movilidad y Agenda Urbana Ministerio de Transportes.
ASTM - C 1116 – 03	Standard Specification for Fiber-Reinforced Concrete and Shotcrete.
NTP 339.034	Método de ensayo normalizado para la determinación de la resistencia a la compresión del concreto en muestras cilíndricas.
NTP 339.084	Método de ensayo normalizado para la determinación de la resistencia a la tracción simple del hormigón, por compresión diametral de una probeta cilíndrica.
NTP 339.078	Método de ensayo para determinar la resistencia a la flexión del concreto en vigas simplemente apoyadas con cargas a los tercios del tramo.
NTP 339.183	Practica normalizada para la elaboración y curado de especímenes de concreto en el laboratorio.
ASTM C 192	Standard Practices for Making and Curing Concrete Test Specimens in the Laboratory
ASTM C 39- 39M	Standard Test Method compressive Strength of Cylindrical Concrete Specimens
ASTM C 496	Standard Test Method for Splitting Tensile Strength of Cylindrical Concrete Specimens.
ASTM C293/ASTM C78	Standard Test Method for Flexural Strength of Concrete (Using Simple Beam With Center - Point Loading)
AASHTO T 22-2005	Standard Test Method for Compressive Strength of Cylindrical Concrete.
AASHTO T 192	Standard Test Method for Splitting Tensile Strength of Cylindrical Concrete Specimens.
RNE - E 0.60	Reglamento Nacional de Edificaciones - Norma E 060 Concreto Armado
N.T.E. CE. 010	Norma Técnica de Edificación CE.010 Pavimentos Urbanos

ANEXO 11. MAPAS Y PLANOS
PLANO DE UBICACIÓN



TESIS:
"INCORPORACIÓN DE FIBRA SINTÉTICA Y METÁLICA PARA MEJORAR EL COMPORTAMIENTO MECÁNICO DEL CONCRETO EN PAVIMENTOS RÍGIDOS, AV. COLECTORA, LAMBAYEQUE - 2022"

Departamento:
 LAMBAYEQUE
Provincia:
 CHICLAYO

Distrito:
 CHICLAYO
Localidad:
 CHICLAYO

Dibujante:
 JOSE SALAZAR G.

PLANO DE UBICACIÓN

Escala:
 1/2500
Fecha:
 NOVIEMBRE - 2022



Ubicación de Av. Colectora de 1.96 Km de longitud - Chiclayo



Vista panorámica del estado actual de la Av. Colectora.



Vista Sur del estado actual de la Av. Colectora.



Tránsito habitual en la Av. Colectora

ANEXO 12. PANEL FOTOGRAFICO



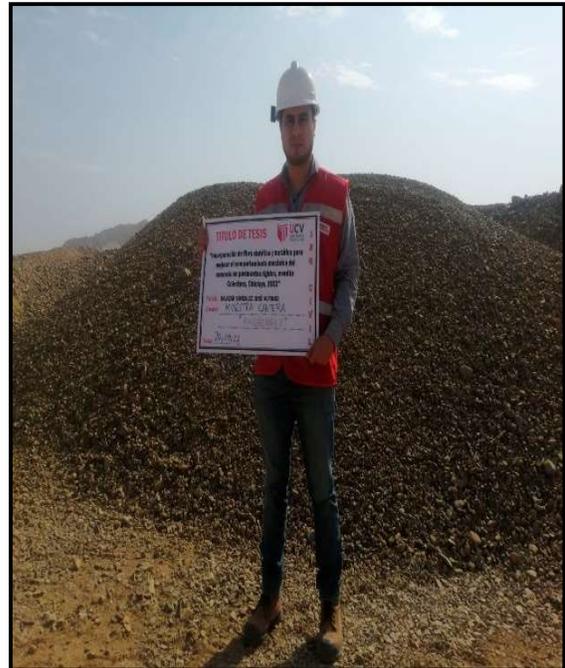
Fibra Sintética SIKAFIBERMESH 650-S



Fibra Metálica SIKA FIBER CHO 80/60 NB



Acarreo de material – Cantera “La Victoria”-
Pátapo



Acarreo de material – Cantera “Pacherres”



Acarreo de material – Cantera” Tres Tomas”



Reducción de material – Cantera” Tres Tomas”.



Reducción de muestra Ag. Fino – Cantera “La Victoria” - Pátapo.



Granulometría Ag. Fino – Cantera “La Victoria” - Pátapo



Desencofrado de probetas.



Diseño de mezcla $f_c = 280$.



Asentamiento de concreto $f_c=280$ Fibra Sintética 6kg/m³



Rotura de Probeta a Compresión – 14 días



Rotura de Probeta FS-6KG F'C=280 Falla tipo III



Curado de Probetas.



Engrase de molde de probetas cilíndricas



Toma de temperatura Concreto FM-10KG



Rotura a compresión 14 días probeta: FS-9KG



Rotura a tracción 28 días probeta: FM-30KG



Rotura a viga a flexión 28 días probeta: FS-9KG



Muestra de la falla a flexión probeta: FM-30KG



UNIVERSIDAD CÉSAR VALLEJO

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

Declaratoria de Autenticidad del Asesor

Yo, VARGAS CHACALTANA LUIS ALBERTO, docente de la FACULTAD DE INGENIERÍA Y ARQUITECTURA de la escuela profesional de INGENIERÍA CIVIL de la UNIVERSIDAD CÉSAR VALLEJO SAC - LIMA NORTE, asesor de Tesis Completa titulada: "Incorporación de fibra sintética y metálica para mejorar el comportamiento mecánico del concreto en pavimentos rígidos, Av. Colectora, Lambayeque - 2022", cuyo autor es SALAZAR GONZALEZ JOSE ALFONSO, constato que la investigación tiene un índice de similitud de 25.00%, 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 Completa 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, 23 de Noviembre del 2022

Apellidos y Nombres del Asesor:	Firma
VARGAS CHACALTANA LUIS ALBERTO DNI: 09389936 ORCID: 0000-0002-4136-7189	Firmado electrónicamente por: LAVARGASV el 23- 11-2022 11:19:50

Código documento Trilce: TRI - 0451421