



UNIVERSIDAD CÉSAR VALLEJO

FACULTAD DE INGENIERÍA Y ARQUITECTURA
ESCUELA PROFESIONAL DE INGENIERÍA CIVIL

Propiedades físico-mecánicas del concreto $f'c=210$ kg/cm² con
adición de fibra de agave amarillo y coco, Ancash – 2022

TESIS PARA OBTENER EL TÍTULO PROFESIONAL DE:

Ingeniero Civil

AUTOR:

Gonzales Horna, Miguel Angel Benjamin (orcid.org/0000-0001-7426-3135)

ASESOR:

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

LÍNEA DE INVESTIGACIÓN:

Diseño sísmico y estructural

LÍNEA DE RESPONSABILIDAD SOCIAL UNIVERSITARIA:

Desarrollo sostenible y adaptación al cambio climático

CHIMBOTE – PERÚ

2022

Dedicatoria

Dedico este informe de tesis a Dios, quien ha estado conmigo en todo momento y me ha ayudado a culminar satisfactoriamente esta investigación y mi carrera profesional; su amor y poder me impulsaron a realizar la presente con excelencia; este trabajo fue hecho para él. Jehová Dios es el único Dios verdadero, a él sea toda la gloria y honra.

Agradecimiento

Agradezco a Dios por haberme ayudado a realizar correctamente esta investigación, él ha estado conmigo siempre y me guía por el camino de justicia y rectitud. De Dios es la sabiduría, inteligencia, conocimiento y ciencia, y él me otorgó todo para cumplir este gran objetivo. Te amo Dios.

A mis padres, a quienes amo muchísimo y quienes son muy importantes en mi vida, ambos depositaron en mí amor, cariño, fe, compromiso, valentía, esfuerzo, disciplina, respeto, humildad y confianza; su amor y esfuerzo me inspiró a seguir adelante, los amo y les agradezco el haberme apoyado siempre y dado la oportunidad de estudiar la profesión que ejerceré. Gracias queridos padres, los amo y voy a honrarlos.

A mis lindas hermanas, a quienes amo con todo el corazón y espero ser ejemplo.

A todas aquellas personas que Dios puso en mi camino y en el transcurso del tiempo me extendieron la mano dentro de sus posibilidades. Gracias por su apoyo.

A esta prestigiosa universidad (UCV) por haberme acogido y dado la oportunidad de obtener mi título profesional.

Por último, a mi asesor, el Dr. Luis Alberto Vargas Chacaltana, quien con su amplio conocimiento y vasta experiencia guio y encaminó esta investigación.

Índice de contenido

Carátula	i
Dedicatoria	ii
Agradecimiento	iii
Índice de contenido	iv
Índice de tablas	v
Índice de gráficos y figuras.....	vii
Resumen.....	ix
Abstract	x
I. INTRODUCCIÓN	1
II. MARCO TEÓRICO	6
III. METODOLOGÍA	28
3.1. Tipo y diseño de investigación	28
3.2. Variables y operacionalización	29
3.3. Población, muestra y muestreo	30
3.4. Técnicas e instrumentos de recolección de datos.....	32
3.5. Procedimiento	34
3.6. Método de análisis de datos.....	47
3.7. Aspectos éticos	47
IV. RESULTADOS.....	48
V. DISCUSIÓN.....	91
VI. CONCLUSIONES	105
VII. RECOMENDACIONES.....	108
REFERENCIAS.....	109
ANEXOS	115

Índice de tablas

Tabla 1.	Parámetros mecánicos de distintas fibras de origen natural	10
Tabla 2.	Comportamiento mecánico de las fibras de algunas plantas	12
Tabla 3.	Composición química del agave.....	12
Tabla 4.	Contenido de compuestos lignocelulósicos de la fibra de coco.....	14
Tabla 5.	Composición química y porcentual del cemento	15
Tabla 6.	Compuestos químicos del cemento portland.....	15
Tabla 7.	Límites de graduación de la arena gruesa	17
Tabla 8.	Requisitos de la granulometría del agregado grueso	18
Tabla 9.	Exigencias para condiciones especiales	19
Tabla 10.	Consistencia y trabajabilidad del concreto según su asentamiento.....	20
Tabla 11.	Resumen de las pruebas que se realizaron	32
Tabla 12.	Distribución granulométrica del material de la cantera Piedra Liza	35
Tabla 13.	Distribución granulométrica del material de la cantera Oasis 03.....	36
Tabla 14.	Distribución granulométrica del material de la cantera La Sorpresa....	37
Tabla 15.	Distribución granulométrica del material de la cantera Vesique	38
Tabla 16.	Granulometría del agregado grueso.....	51
Tabla 17.	Granulometría del agregado fino.....	52
Tabla 18.	Contenido de humedad del agregado grueso	54
Tabla 19.	Contenido de humedad del agregado fino.....	55
Tabla 20.	Peso unitario suelto del agregado grueso	56
Tabla 21.	Peso unitario compactado del agregado grueso	56
Tabla 22.	Peso unitario suelto del agregado fino	57
Tabla 23.	Peso unitario compactado del agregado fino	57
Tabla 24.	Peso específico y absorción del agregado grueso	58
Tabla 25.	Peso específico y absorción del agregado fino	59
Tabla 26.	Resumen de las pruebas de control de calidad de los agregados	60
Tabla 27.	Proporciones en peso del diseño de mezcla del concreto.....	60
Tabla 28.	Proporciones en volumen del diseño de mezcla del concreto.....	60
Tabla 29.	Nomenclatura y descripción de las dosificaciones del concreto.....	61
Tabla 30.	Resultados del ensayo de asentamiento del concreto $f'c=210$ kg/cm ² de la muestra patrón y con adición de FA y FC	62
Tabla 31.	Resultados del ensayo de peso unitario del concreto $f'c=210$ kg/cm ² de la muestra patrón y con adición de FA y FC	64

Tabla 32. Peso unitario y rendimiento del concreto $f'c=210 \text{ kg/cm}^2$ de la muestra patrón y con adición de FA y FC	65
Tabla 33. Resultados del ensayo de contenido de aire del concreto $f'c=210 \text{ kg/cm}^2$ de la muestra patrón y con adición de FA y FC.....	67
Tabla 34. Resultados del ensayo de exudación del concreto $f'c=210 \text{ kg/cm}^2$ de la muestra patrón y con adición de FA y FC	68
Tabla 35. Resultados del ensayo de permeabilidad del concreto $f'c=210 \text{ kg/cm}^2$ de la muestra patrón y con adición de FA y FC	70
Tabla 36. Resultados del ensayo de resistencia a la compresión del concreto $f'c=210 \text{ kg/cm}^2$ de la muestra patrón y con adición de FA y FC a los 7 días.....	73
Tabla 37. Resultados del ensayo de resistencia a la compresión del concreto $f'c=210 \text{ kg/cm}^2$ de la muestra patrón y con adición de FA y FC a los 14 días.....	75
Tabla 38. Resultados del ensayo de resistencia a la compresión del concreto $f'c=210 \text{ kg/cm}^2$ de la muestra patrón y con adición de FA y FC a los 28 días.....	77
Tabla 39. Resumen de la resistencia a la compresión del concreto $f'c=210 \text{ kg/cm}^2$ de la muestra patrón y con adición de FA y FC	79
Tabla 40. Resultados del ensayo de resistencia a la tracción indirecta del concreto $f'c=210 \text{ kg/cm}^2$ de la muestra patrón y con adición de FA y FC a los 28 días.....	81
Tabla 41. Resultados del ensayo de resistencia a la flexión del concreto $f'c=210 \text{ kg/cm}^2$ de la muestra patrón y con adición de FA y FC a los 28 días	83
Tabla 42. Influencia de la dosificación con adición de fibra de agave amarillo y coco en las propiedades físicas del concreto $f'c=210 \text{ kg/cm}^2$	85

Índice de gráficos y figuras

Figura 1. Planta agave amarillo o americana	11
Figura 2. Cocos nucifera.....	13
Figura 3. Principales partes del coco.....	13
Figura 4. Concreto elaborado y puesto en obra	14
Figura 5. Ensayo de asentamiento del concreto (slump test).....	21
Figura 6. Ensayo de peso unitario o masa unitaria del concreto	22
Figura 7. Ensayo de contenido de aire del concreto, método por presión	22
Figura 8. Ensayo de resistencia a compresión de una muestra de concreto	24
Figura 9. Ensayo de resistencia a tracción indirecta	25
Figura 10. Ensayo de resistencia a flexión de viga de concreto	26
Figura 11. Visita a las canteras para la selección del material agregado	34
Figura 12. Curva granulométrica de la cantera Piedra Liza.....	35
Figura 13. Curva granulométrica de la cantera Oasis 03	36
Figura 14. Curva granulométrica de la cantera La Sorpresa	37
Figura 15. Curva granulométrica de la cantera Vesique.....	38
Figura 16. Ensayo de contenido de humedad de los agregados.....	39
Figura 17. Ensayo de peso unitario de los agregados.....	39
Figura 18. Recolección de hojas de agave amarillo	41
Figura 19. Muestra de la recolección de hojas de agave amarillo	41
Figura 20. Muestra de la recolección de fibra de coco por procesar	42
Figura 21. Proceso de extracción de la fibra de agave amarillo	43
Figura 22. Proceso de extracción y seccionamiento de la fibra coco	44
Figura 23. Entrega de materiales al laboratorio para elaborar el concreto	45
Figura 24. Elaboración de probetas de concreto $f'c=210 \text{ kg/cm}^2$	46
Figura 25. Elaboración de vigas de concreto $f'c=210 \text{ kg/cm}^2$	46
Figura 26. Mapa de Perú y ubicación política de Ancash	48
Figura 27. Mapa político del departamento de Ancash	48
Figura 28. Mapa político de la provincia de Santa.....	49
Figura 29. Recolección de los agregados en cantera.....	50
Figura 30. Ensayos de calidad de los agregados en laboratorio	50
Figura 31. Curva granulométrica del agregado grueso	52
Figura 32. Curva granulométrica del agregado fino.....	53
Figura 33. Ensayo de asentamiento del concreto.....	61

Figura 34. Ensayo de contenido de aire del concreto.....	61
Figura 35. Asentamiento del concreto $f'c=210 \text{ kg/cm}^2$, según dosificación	63
Figura 36. Peso unitario del concreto $f'c=210 \text{ kg/cm}^2$, según dosificación	64
Figura 37. Rendimiento del concreto $f'c=210 \text{ kg/cm}^2$, en base al peso unitario ...	66
Figura 38. Contenido de aire del concreto $f'c=210 \text{ kg/cm}^2$, según dosificación....	67
Figura 39. Exudación del concreto $f'c=210 \text{ kg/cm}^2$, según dosificación	69
Figura 40. Permeabilidad del concreto $f'c=210 \text{ kg/cm}^2$, según dosificación	71
Figura 41. Ensayo de resistencia a la compresión del concreto.....	72
Figura 42. Ensayo de resistencia a la flexión del concreto.....	72
Figura 43. Resistencia a compresión del concreto $f'c=210 \text{ kg/cm}^2$ a los 7 días ...	74
Figura 44. Resistencia a compresión del concreto $f'c=210 \text{ kg/cm}^2$ a los 14 días .	76
Figura 45. Resistencia a compresión del concreto $f'c=210 \text{ kg/cm}^2$ a los 28 días .	78
Figura 46. Resumen de la resistencia a la compresión del concreto.....	80
Figura 47. Resistencia a la tracción del concreto $f'c=210 \text{ kg/cm}^2$ a los 28 días ...	82
Figura 48. Resistencia a la flexión del concreto $f'c=210 \text{ kg/cm}^2$ a los 28 días.....	84
Figura 49. Influencia de la dosificación con adición de fibra de agave amarillo y coco en la resistencia a la compresión del concreto $f'c=210 \text{ kg/cm}^2$	87
Figura 50. Influencia de la dosificación con adición de fibra de agave amarillo y coco en la resistencia a la tracción del concreto $f'c=210 \text{ kg/cm}^2$	88
Figura 51. Influencia de la dosificación con adición de fibra de agave amarillo y coco en la resistencia a la flexión del concreto $f'c=210 \text{ kg/cm}^2$	89
Figura 52. Asentamiento del concreto de Hilario y Sifuentes (2021)	91
Figura 53. Asentamiento del concreto de esta investigación.....	92
Figura 54. Peso unitario del concreto de Mallaupoma (2019)	93
Figura 55. Peso unitario del concreto de esta investigación.....	94
Figura 56. Contenido de aire del concreto de Mallaupoma (2019).....	95
Figura 57. Contenido de aire del concreto de esta investigación	96
Figura 58. Resistencia a la compresión del concreto de Inga (2019)	97
Figura 59. Resistencia a la compresión del concreto de esta investigación.....	98
Figura 60. Resistencia a la tracción del concreto de Hilario y Sifuentes (2021) ...	99
Figura 61. Resistencia a la tracción del concreto de esta investigación.....	100
Figura 62. Resistencia a la flexión del concreto de Chinchayhuara (2020)	101
Figura 63. Resistencia a la flexión del concreto de esta investigación	102
Figura 64. Influencia de la dosificación de Chinchayhuara (2020)	103
Figura 65. Influencia de la dosificación de esta investigación	104

Resumen

En esta investigación el objetivo general fue evaluar la influencia de la adición de fibra de agave amarillo y coco en las propiedades físicas y mecánicas del concreto $f'c=210 \text{ kg/cm}^2$, Ancash – 2022, para esto se utilizó una metodología de investigación de tipo aplicada, diseño cuasi-experimental, nivel explicativo y enfoque cuantitativo; la población y muestra estuvo conformada por un total de 48 probetas y 12 vigas de concreto. Los resultados para el grupo patrón y experimentales con adición de 0.10% FA + 0.10% FC, 0.25% FA + 0.15% FC y 0.40% FA + 0.10% FC, fueron los siguientes: asentamiento 3.50, 3.40, 3.20 y 3.00 in, peso unitario 2410, 2415, 2438 y 2394 kg/m^3 , contenido de aire 1.80, 1.90, 1.73 y 1.97%, exudación 1.75, 1.78, 1.98 y 1.48%, permeabilidad 2.90, 2.71, 2.95 y 3.06 mm, resistencia a la compresión 218.72, 236.33, 220.98 y 207.41 kg/cm^2 , resistencia a la tracción 24.57, 26.93, 25.17 y 21.27 kg/cm^2 y resistencia a la flexión 62.97, 73.27, 64.83 y 58.97 kg/cm^2 , respectivamente, llegando a la conclusión de que la adición de las fibras empleadas influye de manera positiva en las propiedades del concreto, observando que la mejor dosificación fue la primera experimental con adición de 0.10% fibra de agave amarillo y 0.10% fibra de coco, representando una potenciación del material.

Palabras clave: Concreto, fibra, agave, coco, propiedades.

Abstract

The general objective of this research was to evaluate the influence of the addition of yellow agave and coconut fiber on the physical and mechanical properties of concrete $f'_c=210 \text{ kg/cm}^2$, Ancash – 2022, using an applied research methodology, quasi-experimental design, explanatory level and quantitative approach; the population and sample consisted of a total of 48 specimens and 12 concrete beams. The results for the standard and experimental groups with addition of 0.10% FA + 0.10% FC, 0.25% FA + 0.15% FC and 0.40% FA + 0.10% FC, were as follows: slump 3.50, 3.40, 3.20 and 3.00 in, unit weight 2410, 2415, 2438 and 2394 kg/m^3 , air content 1.80, 1.90, 1.73 and 1.97%, exudation 1.75, 1.78, 1.98 and 1.48%, permeability 2.90, 2.71, 2.95 and 3.06 mm, compressive strength 218.72, 236.33, 220.98 and 207.41 kg/cm^2 , tensile strength 24.57, 26.93, 25.17 and 21.27 kg/cm^2 and flexural strength 62.97, 73.27, 64.83 and 58.97 kg/cm^2 , respectively, reaching the conclusion that the addition of the fibers used positively influences the properties of the concrete, observing that the best dosage was the first experimental one with addition of 0.10% yellow agave fiber and 0.10% coconut fiber, representing an enhancement of the material.

Keywords: Concrete, fiber, agave, coconut, properties.

I. INTRODUCCIÓN

A nivel internacional, es de conocimiento común que el material preponderante en el levantamiento de infraestructuras es el concreto, por ende, es fundamental estudiar y potenciar sus propiedades, tanto físicas como mecánicas, para servir de solución a diversos problemas relacionados con el mismo, y de esta manera optimizarlo adecuada y factiblemente. La característica más resaltante de este material, dentro de sus propiedades mecánicas, es su resistencia a fuerzas de aplastamiento (compresión axial); no obstante, asimismo se debe considerar su oposición a tracción y flexión, pues debido al poco esfuerzo que presenta frente a la aplicación tácita de estas fuerzas, se producen múltiples fallas que afectan la capacidad de las infraestructuras, así también la economía de las empresas o entidades ejecutoras al generar gastos adicionales. Por otro lado, si bien es cierto que producir y vender cemento portland está permitido a nivel mundial y nacional y su uso es vital e indispensable en el sector construcción, la mayor desventaja de este material es que su fabricación contamina el medio ambiente, ya que emite cuantiosas medidas de CO₂ a la atmósfera, las cuales representan el 8% del total, afectando así directamente al cambio climático. (Yanes, 2021, "Alternativas al cemento para una construcción más sostenible", párr. 1) Esto nos lleva a la intención de reducir la cantidad de cemento empleada, pero asegurando que la resistencia, sobre todo a compresión, será la misma o mayor, para lo cual una alternativa viable es disminuir su volumen lo que sucede cuando se le adiciona algún material o producto. Con el fin de prevenir y contrarrestar los problemas suscitados continuamente en el concreto, principalmente en su estado endurecido, hasta el momento se viene investigando la incorporación de refuerzos viables de diverso origen para ser suministrados como aditivos no convencionales, entre los cuales tenemos las fibras de origen natural, que no contaminan el medio ambiente y además son de fácil obtención, siendo materia de estudio para la actualización y desarrollo de la tecnología del concreto. (Juárez y Rodríguez, 2004, pp. 7-8) Países como España y Colombia vienen investigando el uso aprovechable de estas fibras. Entre las fibras naturales que mejor resultado han demostrado en investigaciones previas tenemos dos fibras de importante valor de estudio: la fibra de la planta agave amarillo (americana) y de coco, las cuales describiremos a detalle más adelante. La adición de estas

fibras, según resultados de antecedentes, reduce, regula y controla eficazmente la presencia y propagación de fisuras o grietas en el concreto, que se deben a la contracción y dilatación del mismo, además de generar un notable aumento en sus propiedades mecánicas, modificando a su vez sus propiedades físicas, medidas en su estado fresco, dentro de los parámetros admisibles, llegando a optimizarlo. Es entonces que surge la necesidad de estudiar a fondo estas fibras de origen natural y su influencia en el material de estudio, con el propósito de mejorar y potenciar cada una de sus propiedades.

A nivel nacional es limitado el conocimiento que tiene la sociedad respecto a la influencia de las diversas fibras como refuerzo del concreto, por lo cual no suelen ser empleadas; son los países vecinos los que más conocen y practican el aporte que las fibras proveen, sobre todo las de origen natural, por ser fáciles de extraer y totalmente renovables. Algunas investigaciones a nivel nacional han resuelto que tanto la adición de la fibra del agave amarillo como la del coco en el material de estudio producen buenos resultados, sobre todo en cuanto a su resistencia a flexión y tracción, no obstante, también se evidencian notables aumentos de la resistencia a compresión (en adelante $f'c$), siendo punto clave. En Perú la principal problemática es similar a la de nivel internacional, pero con limitaciones en cuanto a aplicación y estudios, debido al medido conocimiento y diverso relieve que posee nuestro país; las fisuras y grietas en construcción son problemas que van de leve a grave, dependiendo de las precauciones que se tomen in situ, no previéndose su presencia en los distintos tipos de obra civil, debiendo ser mínimas y estar delimitadas por las juntas, todo lo contrario a la realidad, en la cual se observan numerosas fallas a gran escala que producen desventajas en las estructuras y economía del ejecutor con reparaciones y gastos no sospechados. Los beneficios mecánicos y económicos se proyectan a ser cuantiosos, por lo que es necesario que en Perú se estudie e investigue a fondo las propiedades de nuevos concretos y materiales en general.

En la región Ancash el clima y la temperatura generan que el comportamiento del concreto varíe constantemente, lo cual es perjudicial, ya que de esta forma el mismo tiende a contraerse y dilatarse ocasionando fisuras y grietas; el fenómeno es visible y perjudicial, generando contratiempos respecto a las

programaciones establecidas y gastos adicionales, siendo una problemática a nivel regional y nacional que conduce a fuertes desembolsos no contemplados de acuerdo a las garantías de los contratos y requerimientos de los propietarios. Asimismo, en la región existen muchas viviendas que se construyen obviando las especificaciones técnicas y las normas vigentes, para lo que refuerzos en el concreto factibles y viables representarían un aporte a la ciencia y comunidad, sirviendo como solución al descuido o desconocimiento de muchas personas.

Consecuentemente a lo ostentado, el afín problema general es: ¿Cómo influye la adición de fibra de agave amarillo y coco en las propiedades físico-mecánicas del concreto $f'c=210 \text{ kg/cm}^2$, Ancash – 2022? Así también, los derivados problemas específicos: ¿Cómo influye la adición de fibra de agave amarillo y coco en las propiedades físicas del concreto $f'c=210 \text{ kg/cm}^2$, Ancash – 2022? ¿Cómo influye la adición de fibra de agave amarillo y coco en las propiedades mecánicas del concreto $f'c=210 \text{ kg/cm}^2$, Ancash – 2022? y ¿La dosificación con adición de fibra de agave amarillo y coco influye en las propiedades físico-mecánicas del concreto $f'c=210 \text{ kg/cm}^2$, Ancash – 2022?

Esta investigación se sujeta al sustento de diversas justificaciones. Justificación teórica, porque tendrá como metas a largo plazo descubrir y publicar nuevos aportes teóricos mediante el conocimiento de los óptimos porcentajes de adición de la fibra interna del agave amarillo y del coco en la dosificación del concreto, sabiendo que las fibras naturales son materias primas renovables que aportan resistencia al concreto y pueden garantizar un adecuado comportamiento del mismo frente fenómenos conocidos, repetitivos y perjudiciales. Dichos aportes significarán una base segura para futuras investigaciones, contribuyendo así al aumento y la evolución del conocimiento científico. Justificación metodológica, pues para conseguir cumplir los objetivos de estudio se aplicará la metodología científica, la cual está comprobada; de esta manera se seguirá una serie de procesos metodológicos ordenados y específicos que desembocarán en la afirmación o negación de la hipótesis, lo cual valdrá como referencia para futuras investigaciones; además, se emplearán fichas técnicas de laboratorio por ensayo realizado para registrar datos numéricos, por lo cual la investigación será cuantitativa, y hojas de cálculo para determinar los resultados, verificando

la incidencia de la incorporación de las fibras naturales en las propiedades del concreto. Justificación técnica, basada en la optimización de la dosificación del concreto, ya que, si bien se han realizado investigaciones que emplearon fibras metálicas, plásticas y naturales, sin embargo, hasta el momento no se ha llevado a cabo la combinación pretendida, lo cual significaría un aporte muy útil para la comunidad científica y civil, buscando determinar la mejor dosificación, y adecuada de cada material, considerando los antecedentes y la vital revisión bibliográfica, teniendo como fin el descubrimiento de un nuevo concreto de mejor desempeño. Todo esto surge de la necesidad prioritaria del reforzamiento estructural del concreto, aun sabiendo que la obtención y el tratamiento de las materias primas a emplear no es del todo fácil, no obstante, es viable por la abundancia de las fibras naturales y la renovación natural de las mismas, por ende, se requiere analizar sus propiedades a detalle para compatibilizar lo teórico con lo práctico y determinar si dichas fibras influyen positivamente en las propiedades del concreto como se prevé, logrando así un mejor producto, innovador y resistente frente a fuerzas de tracción y flexión. Justificación social, porque en la necesidad de implementar refuerzos de bajo costo y alta eficiencia, el incorporar fibra de agave amarillo y coco conducirá a la elaboración de un concreto al alcance de la sociedad con una reducción del costo, debido a que favorecerá a contrarrestar las fisuras y además el nuevo concreto, en cierta medida, será más liviano, beneficiando así al medio ambiente y la economía, y por ende a la sociedad, por ser un reforzamiento a emplear en edificaciones que principalmente neutralizará al máximo las fisuras o agrietamientos. Justificación económica, ya que, si bien es cierto, es mayor el aporte económico cuando se sustituye un producto del concreto por otro no convencional, el adicionar también tiene ventaja económica, debido a que, de tener resultados favorables, se evitarán gastos adicionales por fisuras o grietas en las estructuras elaboradas con este nuevo concreto, esto beneficiará económicamente a la sociedad en general y a los propietarios y empresarios que decidan emplear el nuevo concreto que proyecta buenos resultados. Justificación ambiental, pues se conoce que existen aditivos capaces de prevenir y hacer frente a posibles fisuras en el concreto, sin embargo, los mismos son denominados productos químicos, los cuales desprenden vapores nocivos y olores, contribuyendo al

calentamiento global, y, por el contrario, las materias a emplear colaborarán y ayudarán a afrontar dicho fenómeno, reemplazando a los conocidos productos químicos (aditivos), esto con materia prima renovable.

Se persigue el objetivo general: Evaluar cómo influye la adición de fibra de agave amarillo y coco en las propiedades físico-mecánicas del concreto $f'c=210$ kg/cm², Ancash – 2022, y los objetivos específicos: Determinar cómo influye la adición de fibra de agave amarillo y coco en las propiedades físicas del concreto $f'c=210$ kg/cm², Ancash – 2022, determinar cómo influye la adición de fibra de agave amarillo y coco en las propiedades mecánicas del concreto $f'c=210$ kg/cm², Ancash – 2022 y determinar la influencia de la dosificación con adición de fibra de agave amarillo y coco en las propiedades físico-mecánicas del concreto $f'c=210$ kg/cm², Ancash – 2022.

Finalmente, fue formulada la sucesiva hipótesis general: La adición de fibra de agave amarillo y coco influye positivamente en las propiedades físico-mecánicas del concreto $f'c=210$ kg/cm², Ancash – 2022, e hipótesis específicas: La adición de fibra de agave amarillo y coco influye positivamente en las propiedades físicas del concreto $f'c=210$ kg/cm², Ancash – 2022, la adición de fibra de agave amarillo y coco influye positivamente en las propiedades mecánicas del concreto $f'c=210$ kg/cm², Ancash – 2022 y la dosificación con adición de fibra de agave amarillo y coco influye positivamente en las propiedades físico-mecánicas del concreto $f'c=210$ kg/cm², Ancash – 2022.

II. MARCO TEÓRICO

Las investigaciones precedentes a esta son muy importantes para su adecuado desarrollo, marcando los parámetros y puntos de partida de la investigación.

En el ámbito internacional, Martín (2020) se propuso como objetivo principal analizar y comparar las cualidades de la adición de diversas fibras de origen natural que podrían ser empleadas como parte del reforzamiento del concreto, siendo su tipo de investigación aplicada y diseño de la misma experimental, propio del estudio, empleando una población equivalente a la muestra de 54 especímenes en total, repartiéndolos por igual para ensayos de $f'c$ y resistencia a flexión (en adelante Mr), obteniendo como resultados que, en cuanto a la $f'c$, las fibras internas del coco y sisal (agave sisalana) son las que más afectan favorablemente, pues mejoran notablemente dicha propiedad con aumentos de 20.9% y 11.4%, respectivamente; asimismo, la Mr es optimizada, siendo la fibra de coco la de mayor mejoría con un incremento de 34.6%, siguiéndole muy de cerca la fibra de sisal con 33.3%, todo esto respecto a la muestra patrón; es así como llega a concluir que la intensificación del concreto revestido en su interior con la aludida fibra de coco es el que mejor responde a los esfuerzos de flexión, siguiéndole muy de cerca el que fue reforzado con fibras de sisal, y tocante a la $f'c$, ambas mejoran considerablemente la predominante propiedad mecánica del material, siendo superior el concreto con fibras de coco.

Moreno y Reyes (2018) fueron dos tesis cuyo objetivo fue evaluar los parámetros mecánicos del concreto de dosificación modificada con añadidura de fibra natural de coco, indicándonos que su investigación fue asignada como aplicada y experimental, y que su población y muestras de 24 ejemplares para ensayos a compresión y 12 vigas para flexión, sumando 36 muestras en total, cuyos resultados a compresión fueron poco significativos, asentaron una diferencia mínima de 1% del concreto experimental respecto al concreto patrón (en adelante P); no obstante, la derivación resultante por flexión tuvo un mayor alcance, refiriendo un aumento considerable de 7%. En conclusión, los autores determinaron que el porcentaje óptimo para la modificación es un valor de 3% del volumen requerido (aproximadamente 0.45 kg/m^3), con una densidad de la materia prima (fibra de coco) de 0.015 g/cm^3 , mejorando así el concreto patrón.

Por otra parte, en el ámbito nacional encontramos a Hilario y Sifuentes (2021) quienes se trazaron como objetivo principal evaluar la forma de incidencia de la añadidura de fibra de agave amarillo en las propiedades del concreto simple, disponiendo de una metodología, en cuanto a su tipo, de categoría aplicada, y referente a su diseño experimental, cuasi experimental, llegando a trabajar con 48 muestras coincidentes con la población, 24 para ensayos a compresión y 24 para tracción, adicionando 0, 0.5, 0.8 y 1% de fibra natural de agave amarillo, obteniendo resultados propios de muestras de madurez de 28 días magnitudes correlativas de $f'c$ de 226.4, 278.2, 247.3 y 213.7 kg/cm^2 , a tracción (en adelante T) de 30.80, 46.60, 40.30 y 31 kg/cm^2 y asentamientos de 2.5, 2.4, 2.2 y 2", correspondientemente, llegando concluyentemente a la terminación de que se consiguieron mejores derivaciones cuantitativas con el porcentaje de adición más bajo, con aumentos de la $f'c$ de 22.86%, de T de 51.30%, y un asentamiento inversamente proporcional al porcentaje de adición de fibra.

Minaya (2020) sostuvo el objetivo de demostrar la incidencia de añadir fibra de coco en cada propiedad mecánica del concreto, considerando su investigación de tipo aplicada y cuasi experimental en cuanto a su diseño, con 27 muestras repartidas equitativamente en tres grupos de 9 especímenes para ensayos a compresión, tracción y flexión, teniendo como resultados que añadir 1.5% de fibra acrecentó la resistencia al aplastamiento del concreto en 28%, mientras que la que contenía 2% de adición incrementó en poco más de 20% su T y 15% su Mr, concluyendo así que al añadir un 2% de esta fibra las propiedades del concreto son optimizadas.

Chinchayhuara (2020) se propuso el objetivo principal de examinar si las fibras de agave mejoran las respuestas mecánicas y cualidades físicas del concreto, siendo aplicada y de diseño experimental su obra de investigación, considerando como muestras 36 probetas para ensayos de compresión, 36 para tracción y 12 vigas para flexión, teniendo como resultados aumentos de $f'c$, T y Mr, cumplidos 28 días secuenciales, de aproximadamente 5%, 8.6% y 3%, respectivamente, además de adecuadas y estables propiedades físicas, concluyendo que dichas fibras impactan de manera positiva en el concreto y sus propiedades.

Inga (2019) tuvo el objetivo de evaluar la $f'c$ del material de disertación en común incorporando fibra de coco, para esto empleó una metodología de diseño y tipo de investigación experimental y aplicada, respectivamente, siendo su población y muestras 36 especímenes de concreto (probetas), llegando a adicionar 0%, 0.8%, 1.6% y 2.4%, teniendo como resultados resistencias de 231, 251, 244 y 238 kg/cm², concluyendo que a mayor adición la resistencia disminuye.

Mallaupoma (2019) se trazó el objetivo de identificar la acción de incorporar FA (fibra de agave amarillo), para lo cual utilizó una metodología aplicada en cuanto a su tipo y experimental respecto a su diseño, llegando tener una población de 48 muestras de concreto, también consideradas como muestra, con porcentajes de adición de 0.00, 0.50, 0.75 y 1.00%, de los que obtuvo como resultados para asentamiento, peso unitario y contenido de aire, valores de 4.5, 3.5, 2.5 y 1.5 in, 2253.01, 2250.26, 2249.34 y 2246.58 kg/m³, y 2.2, 2.5, 3.0 y 3.2%, concluyendo que la adición de la fibra disminuye las propiedades del concreto linealmente.

Regarding research in other languages, Khan and Ali (2018) aimed to investigate the characteristics and behavior of a concrete with coconut fiber addition and compare the average resistance, being the methodology used of applied type and experimental design, using samples according to American standards and obtaining as results improvements in concrete with addition of 2% of the natural fiber, concluding that coconut fiber positively influences the increase of the physical and mechanical properties of concrete.

Ahmad et al. (2020) had as main objective to explore the mechanical properties of concrete with addition of coconut fiber in the processing materials, whose research was of applied type of experimental design, with samples in accordance with the standards, showing as results and conclusion of natural coconut fiber increases the mechanical properties of concrete with an optimal percentage of addition of 1.5% with respect to the volume, thus impacting positively.

Por último, siendo importante la consideración de artículos científicos, tenemos a Anandh y Gunasekaran (2018) quienes consideraron como objetivo principal determinar la optimización de un hormigón (concreto) convencional añadiendo fibras de coco; la metodología empleada por los investigadores fue aplicada en

cuanto a su tipo y experimental respecto al diseño, teniendo como muestras 225 cubos, 54 cilindros y 54 vigas, cuyos resultados de los ensayos demostraron que el máximo esfuerzo de compresión del material de estudio se consiguió adicionando en 3% fibra de coco, mientras que con el mismo porcentaje de adición la M_r aumentó considerablemente en 53%, tomando como referencia la muestra patrón (en adelante P), y la T en 30%, concluyendo que el mencionado producto incorporado optimiza principalmente la M_r y T.

Asimismo, el artículo científico desarrollado por Gil, Zuleta y Reyes (2021) en el cual tuvieron por objetivo estudiar las propiedades del concreto endurecido, que son las respuestas mecánicas frente a fuerzas, y los aspectos de sostenibilidad del material modificado con la tenaz fibra coco (ahora FC), habiendo empleado un modelo de estudio de tipo aplicado y diseño experimental, cuya población y muestra fueron 21 probetas de concreto simple, obteniendo como resultados de las muestras experimentales con adición de 0.46% y 0.62% resistencias a la compresión que por variación estándar promedian el resultado del concreto patrón, pero que no presentaron mejoría en cuanto a la especificada, por lo cual concluyen que, a medida que acrecienta el volumen de FC dentro del material compuesto, la f'_c aumenta, existiendo una relación proporcionalmente directa.

Las fisuras o grietas en el concreto “son fenómenos mostrados de forma visible que representan relevantes alteraciones negativas de la resistencia, seguridad, calidad, estética y durabilidad de los elementos de una construcción, estas se presentan debido a la rápida evaporación del agua” (Sika Perú, 2011, p. 4), por lo general debido a cambios de temperatura, humedad e incluso a la variación de su composición, ocasionando que el concreto se dilate o contraiga de acuerdo a la diversificación de estos agentes, originando que la competencia en cuanto a las resistencias que este presenta disminuya, es decir, su capacidad frente a las diversas fuerzas no es la misma (Sika Perú, 2011, p. 4). Ante este problema la ingeniería mantiene la necesidad de innovar y evolucionar ofreciendo soluciones viables, dentro de las cuales se encuentran los refuerzos a base de fibras incluidas en la elaboración del material denominado concreto, estas garantizan la disminución notoria de su fisuración y posible agrietamiento y refuerzan el monolitismo de este. El concreto fibroreforzado aporta en gran

medida a la T y Mr que este presenta, y, refiriéndonos sucintamente al concreto armado, después de que el acero de refuerzo ha sido exigido al máximo. Según ACI (American Concrete Institute) “el concreto fibroreforzado presenta mejoras notables en sus propiedades mecánicas a comparación del tradicional, por lo cual se cree que en un futuro cercano podría reemplazarlo, siendo las fibras añadidas sustitutas del acero de refuerzo” (2019, p. 55). El concreto reforzado con fibras ha demostrado ser útil frente a la manifestación palpable de fisuras, delimitando su longitud y extensión, por ende, el nivel de severidad tiende a menguar. “Las fibras posibles a emplear como refuerzo secundario del concreto han sido clasificadas por su material: fibras sintéticas, metálicas, de vidrio y naturales, y por su funcionalidad, geometría y dosificación: microfibras y macrofibras” (Sika Perú, 2011, pp. 7-11).

En esta investigación se estudian las características consecuentes del concreto al añadirle fibras naturales, puntualmente las de agave amarillo y coco.

“Las fibras naturales son las adquiridas principalmente de vegetales o animales, cuya textura y forma depende de su origen, mostrando un aspecto filamentosos” (Ucha, 2015, “Definición de fibras naturales”, párr. 1). La alta disponibilidad de estas y su constante renovación hacen que sean materias primas ventajosas en cuanto a sus múltiples usos, requiriendo menor energía para su extracción. En el concreto se han hallado resultados muy favorables, desde su eficacia frente a fuerzas de tracción y flexión hasta el acrecentamiento de la $f'c$ del mismo.

Tabla 1. *Parámetros mecánicos de distintas fibras de origen natural*

Fibra vegetal	Resistencia a tensión (MPa)	Módulo de Young (GPa)
Corteza de coco	131 – 175	4.0 – 6.0
Fique	511 – 635	9.4 – 22.0
Algodón	287 – 800	5.5 – 12.6
Yute	393 – 773	13.0 – 26.5
Lino	450 – 1100	27.6

Fuente: Chand y Fahim, 2008; Kengkhetkit y Amornsakchai, 2012.

La fibra de agave amarillo ha sido estudiada recientemente los últimos años, confirmando a la ciencia y tecnología ventajosos hallazgos que valúan las investigaciones y promueven la continuidad de las mismas. Por otro lado, la fibra de coco viene siendo estudiada con más énfasis, demostrando resultados favorables, estando en búsqueda de los porcentajes óptimos de adición. “El agave amarillo, también conocido como agave americana, es una planta perenne de bondadosas y diversas cualidades, de 100 a 140 cm de alto, cuya principal característica es su capacidad de sobrevivir en terrenos áridos” (Parra, Villar y Prieto, 2010, p. 3); se la diferencia de los demás tipos por su color verde y amarillo, de forma ondeada y apuntada, posee hojas largas con espinas en los bordes de dimensiones de 80 a 120 cm de largo y de 15 a 20 cm de ancho, siendo en general relativamente grande. (Parra, Villar y Prieto, 2010, p. 3)



Figura 1. Planta agave amarillo o americana.

En territorio nacional el cultivo de esta planta es mayor en la serranía de Ancash, estando entre los lugares de mayor producción Mato, Payasca y Huari. “La fibra del agave amarillo se encuentra en su parte interna y está formada por largos filamentos que poseen un diámetro promedio de 215 μm ” (Dávila, 2016, p. 35). Posee virtuosas propiedades mecánicas por lo cual es considerada una de las fibras que mejor responde frente a la innovación de refuerzos del concreto, presentando “un módulo de elasticidad de 1.3 a 4.1 GPa y una resistencia a tracción de 65 a 201 MPa, con un porcentaje de deformación de 19.1 a 22.3%, valores que disminuyen en la parte superior de la misma” (Caballero et al., 2008,

pp. 4-6). “El cultivo de agave amarillo se localiza en zonas del ecosistema andino aproximadamente de 800 a 3700 msnm” (Rivera, 2016, p. 9), volviendo irrelevante la variación de temperatura y los periodos de sequía, ya que se adapta a los climas más desfavorables, protegiéndose a sí misma mediante la acumulación interna de agua en tejidos especializados, no permitiendo la pérdida por transpiración de lo acumulado. (Rivera, 2016, p. 10) “Químicamente contiene entre 40 y 70% de celulosa y aproximadamente 18% de lignina y hemicelulosa, entre otros componentes” (Carmona et al., 2017, pp. 6-11).

Tabla 2. *Comportamiento mecánico de las fibras de algunas plantas*

Fibra	Esfuerzo último a tracción (MPa)	Módulo de elasticidad (GPa)	Deformación (%)
A. angustifolia	324	17.5	1.99
A. sisalana	412 – 764	9.4 – 15.8	2.5 – 5
A. fourcroydes	511 – 635	9.4 – 22	2 – 2.5
A. americana	65 – 201	1.3 – 4.1	19.1 – 22.3
Curaua	500 – 1500	11.8	3.7 – 4.3
Jute	393 – 773	10 – 30	1.5 – 1.8

Fuente: Caballero et al., 2008, p. 6.

Tabla 3. *Composición química del agave*

Materia química	Composición (%)
Lignina soluble	3.64 ± 0.34
Lignina insoluble	3.68 ± 0.21
Celulosa	17.72 ± 0.68
Hemicelulosa	17.15 ± 0.91
Extractivos	45.34 ± 1.2
Cenizas	12.45 ± 0.88

Fuente: Carmona et al., 2017, p. 11.

El coco “es un fruto (drupa) de aspecto conocido marrón en su exterior y blanco interiormente, de forma esférica, por lo general llega a pesar entre 1 y 2.5 kg” (Lizano, 2005, p. 8), está cubierto de estopa (fibra bonote) y envuelto por una cáscara dura y fibrosa con pulpa sólida y comestible por dentro que contiene la conocida agua de coco (endospermo líquido); este fruto de origen asiático es muy aprovechado por sus diferentes partes, de este se extrae el aceite de coco, insumo muy empleado en diversos campos a nivel mundial. (Lizano, 2005, p. 8)



Figura 2. Cocos nucifera.



Figura 3. Principales partes del coco.

Para la producción del fruto de coco “la planta cocotero requiere habitar en zonas de clima cálido de 20 a 32 °C, debiendo reportar una humedad relativa superior a 60%” (Lizano, 2005, p. 9), además de haberse sembrado en un suelo blando con una capa freática superficial de 1 a 2 metros de profundidad. (Lizano, 2005, pp. 9-10) “La fibra de coco es extraída de la corteza del fruto y pertenece a la selección de fibras naturales duras, cuyas propiedades mecánicas superan a las de otras fibras” (Lizano, 2005, p. 10). La composición proximal valúa los compuestos lignocelulósicos de la fibra de la siguiente manera:

Tabla 4. *Contenido de compuestos lignocelulósicos de la fibra de coco*

Componente	Porcentaje (%)
Celulosa	35.90
Hemicelulosa	18.56
Lignina ácida residual	19.38

Fuente: Rincón et al., 2016, p. 5.

El material de indagación de la presente que es el concreto es el producto de la combinación de pasta cementicia (cemento y agua) y agregados de calidad que suelen ser grueso y fino (piedra y arena), considerándose el aire atrapado en el mismo. (NTP 339.047, 2014, p. 8) Es un material versátil y manejable, que posee como propiedad más preponderante su $f'c$ (resistencia a la compresión).

Como afirma Abanto (2009), “para elaborar concreto se deben tener en cuenta los parámetros de proporcionalidad de los materiales que lo conforman, pues de lo contrario no se logrará alcanzar la resistencia estimada” (p. 11). Si se respeta la dosificación diseñada y relación a/c las características de este material serán las óptimas y deseadas. (Abanto, 2009, p. 11) “Los materiales que lo conforman normalmente son dosificados entre 8 y 15% de cemento, 15 y 17% de agua, 60 y 75% de agregados, y de ser necesario hasta 7% de aditivos” (Sánchez, 2001, p. 22). Si este se elabora adecuadamente cumplirá con su $f'c$ y durabilidad.



Figura 4. Concreto elaborado y puesto en obra.

El concreto es uno de los materiales más importantes en la creación de nuevas infraestructuras, por lo cual es esencial elaborarlo y manejarlo adecuadamente.

La dosificación de cemento es lo que determina en gran parte la resistencia del concreto, lo que implica la importancia de la a/c. Tanto la composición química como los principales compuestos químicos conformantes del cemento con rango de mayor aproximación son los mostrados en las tablas 5 y 6, respectivamente. Todos estos son fundamentales en las diversas fases del concreto en el tiempo.

Tabla 5. *Composición química y porcentual del cemento*

Componente	Rango (%)
Óxido de calcio (CaO)	58.20 – 65.60
Óxido de silicio (SiO ₂)	19.80 – 26.45
Óxido de aluminio (Al ₂ O ₃)	4.10 – 9.50
Trióxido de dihierro (Fe ₂ O ₃)	2.10 – 4.50
Óxido de magnesio (MgO)	0.10 – 2.90
Óxido de potasio (K ₂ O)	0.10 – 2.80
Óxido de sodio (Na ₂ O)	0.10 – 2.80
Trióxido de azufre (SO ₃)	0.10 – 2.20
Residuo insoluble	0.10 – 1.40

Fuente: Sanjuán y Chinchón, 2014, p. 20.

Tabla 6. *Compuestos químicos del cemento portland*

Compuesto	Fórmula	Abreviatura	Rango (%)
Silicato tricálcico	3CaOSiO ₂	C ₃ S	46.0 – 79.0
Silicato bicálcico	2CaOSiO ₂	C ₂ S	5.0 – 30.0
Ferritoaluminato tetracálcico	4CaOAl ₂ O ₃ Fe ₂ O ₃	C ₄ AF	6.0 – 18.0
Aluminato tricálcico	3CaOAl ₂ O ₃	C ₃ A	4.0 – 16.0
Cal libre	CaO	C	0.1 – 4.0
Óxido de magnesio	MgO	M	0.7 – 1.5

Fuente: Sanjuán y Chinchón, 2014, p. 21.

Hoy en día existen varios tipos de cemento, cada uno para contextos diferentes. En esta investigación se usará cemento tipo I, el cual es comúnmente empleado cuando no es necesario ni se demanda que las características del producto sean especiales, siendo considerado un insumo básico de uso general.

El agua empleada para elaborar concreto debe poseer cualidades de salubridad, tales como: estar prácticamente limpia y ajena a sustancias nocivas o suciedad en general que pueda alterarla (NTE E.060 Concreto Armado, 2009, p. 19). “Es fundamental que, para la preparación y ganancia de resistencia del concreto, todos los elementos se añadan respecto a la dosificación de diseño, siendo de suma importancia la cantidad de agua provista” (NTE E.060 Concreto Armado, 2009, p. 19). De acuerdo a lo establecido en la norma NTP 399.088 “el agua a emplear para elaborar concreto deberá ser preferentemente agua potable, que pueda ser consumida y esté libre sustancias nocivas y sales” (2019, p. 5).

Los agregados son los resultantes de la desagregación de las rocas, estos se dividen en agregado fino y grueso, diferenciándose por su granulometría.

El agregado fino (arena gruesa) “es la roca que ha sido finamente triturada y procesada, cuyas dimensiones son relativamente pequeñas; dichas partículas pasan los tamices de 3/8” (9.5 mm) en adelante” (NTP 339.047, 2014, p. 5), debiendo cumplir con lo establecido en las normas NTP 400.037 y ASTM C 33. Este material es el encargado de brindarle consistencia al concreto. Dentro de sus principales parámetros de caracterización tenemos su: granulometría, peso específico, perfil, contenido de humedad, gravedad específica y absorción, de los cuales depende la calidad y funcionalidad del material.

Tabla 7. Límites de graduación de la arena gruesa

Tamiz	Parte no retenida (%)
9.50 mm (3/8")	100
4.75 mm (nro. 4)	95 a 100
2.36 mm (nro. 8)	80 a 100
1.18 mm (nro. 16)	50 a 85
600 µm (nro. 30)	25 a 60
300 µm (nro. 50)	5 a 30
150 µm (nro. 100)	0 a 10

Fuente: ASTM International, 2003, p. 8.

El agregado grueso (piedra chancada) “es aquel proveniente de la trituración de rocas o gravas cuyas partículas no logran superar el tamiz nro. 4, es decir, son retenidas en el mismo” (NTP 339.047, 2014, p. 5). Dentro de sus principales características se encuentran su dureza y resistencia, siendo sus funciones principales proporcionar volumen al concreto y aportar su propia resistencia. Al igual que el agregado fino, debe cumplir con lo establecido y requerido en las normas vigentes NTP 400.037 y ASTM C 33, las cuales garantizan su correcto empleo. Sus principales parámetros de caracterización son los mismos que del agregado fino, siendo en este caso lo resaltante su tamaño máximo nominal.

Tabla 8. Requisitos de la granulometría del agregado grueso

Tamaño nominal	Porcentaje de agregado grueso pasante, según tamices normalizados (%)												
	100 mm (4 in)	90 mm (3½ in)	75 mm (3 in)	63 mm (2½ in)	50 mm (2 in)	37.5 mm (1½ in)	25 mm (1 in)	19 mm (¾ in)	12.5 mm (½ in)	9.5 mm (⅜ in)	4.75 mm (nro. 4)	2.36 mm (nro. 8)	1.18 mm (nro. 16)
90.00 - 37.50 mm	100	90 a 100	-	25 a 60	-	0 a 15	-	0 a 5	-	-	-	-	-
63.00 - 37.50 mm			100	90 a 100	35 a 70	0 a 15	-	0 a 5	-	-	-	-	-
50.00 - 25.00 mm				100	90 a 100	35 a 70	0 a 15	-	0 a 5	-	-	-	-
50.00 - 4.75 mm				100	95 a 100	-	35 a 70	-	10 a 30	-	0 a 5	-	-
37.50 - 19.00 mm					100	90 a 100	20 a 55	0 a 15	-	0 a 5	-	-	-
37.50 - 4.75 mm					100	95 a 100	-	35 a 70	-	10 a 30	0 a 5	-	-
25.00 - 12.50 mm						100	90 a 100	20 a 55	0 a 10	0 a 5	-	-	-
25.00 - 9.50 mm						100	90 a 100	40 a 85	10 a 40	0 a 15	0 a 5	-	-
25.00 - 4.75 mm						100	95 a 100	-	25 a 60	-	0 a 10	0 a 5	-
19.00 - 9.50 mm							100	90 a 100	20 a 55	0 a 15	0 a 5	-	-
19.00 - 4.75 mm							100	95 a 100	-	20 a 55	0 a 10	0 a 5	-
12.50 - 4.75 mm								100	90 a 100	40 a 70	0 a 15	0 a 5	-
9.50 - 2.36 mm									100	85 a 100	10 a 30	0 a 5	0 a 5

Fuente: American Society for Testing and Materials, 2003, p. 7.

Se sabe que el material de estudio tiene propiedades particulares, dentro de las cuales tenemos sus propiedades físicas, que en su mayoría son determinadas en el estado plástico del mismo, y, por otro lado, en su fase de endurecimiento, habiéndose mantenido inmerso en agua, sus propiedades mecánicas. Ambas propiedades están relacionadas al contenido de agua y agregados empleados en la mezcla cementante, así como también a diversos factores externos. Cada una de las características del concreto son índices de su calidad y resistencia.

“La dosificación de una cantidad determinada de concreto se asienta en calcular de forma metódica, fácil y económica las proporciones de cemento, agregados y agua, y en oportunidades particulares aditivos, con la finalidad de fabricar un compuesto óptimo” (Rivera, 2013, p. 169). El diseño de mezcla ACI 211 expone que para realizar un adecuado diseño se debe trabajar empleando el método tabulador con el uso de tablas normalizadas, teniendo como datos principales la selección del asentamiento, los parámetros de calidad de los agregados y la relación agua–cemento (en adelante a/c), lo que resultará en la proporcionalidad de los elementos del concreto en peso y volumen. (Rivera, 2013, pp. 169-170)

De acuerdo a la NTE E.060 (2009), la a/c “es fundamental en el desempeño del concreto, optimizándolo a medida que disminuye, dicho de otra forma, a mayor cantidad de cemento y menor de agua se obtienen mejores propiedades, comprendiendo así la teoría de la relación” (p. 24).

Tabla 9. *Exigencias para condiciones especiales*

Condición del C°	Relación a/c máxima	f'c mínimo (kg/cm ²)
Baja permeabilidad	0.50	285
Expuesto a congelamiento	0.45	320
Expuesto a cloruros	0.40	360

Fuente: NTE E.060, 2009, p. 25.

La buena práctica de la verificación de la adecuada relación a/c es vital cuando se tiene por objetivo alcanzar la resistencia calculada y deseada del concreto, puesto que este indicador brinda una estimación de la propiedad, siendo inversa a la misma e influyente en cuanto a las demás propiedades del concreto.

“La trabajabilidad se define como la capacidad del concreto, cuando es creado, de ser mezclado, manejado, puesto y vibrado con facilidad dentro del encofrado que lo contendrá” (NTP 339.047, 2014, p. 19). Asimismo, Sánchez (2001) afirma que “la consistencia hace referencia a qué tan seca o húmeda está la mezcla de concreto ni bien ha sido elaborada, es decir, cuál es su estado, dependiendo mayoritariamente de la a/c, e influyendo directamente en su trabajabilidad” (p. 112). Para determinar la consistencia del concreto se realiza la prueba o ensayo denominado de consistencia o revenimiento, asimismo, asentamiento, también conocida como slump test, en el cual se emplean los siguientes instrumentos: un recipiente cónico de metal de aproximadamente 300 mm de alto, 200 mm de diámetro de la base inferior y 100 mm de diámetro de la base superior, también, una base metálica limpia, plana y humedecida, una varilla de acero liso de 5/8” de 600 mm de longitud y una cuchara especial de aluminio. La prueba radica en colocar el recipiente cónico sobre la base de metal, ubicando el diámetro mayor del mismo sobre esta, verter el concreto 3 veces en tres partes de igual volumen y compactar 25 veces con la varilla, una vez culminado se alza el molde cónico y se coloca de manera invertida sobre la base y se mide el asentamiento. (NTP 339.035, 2009, pp. 2-7) La adecuada consistencia y trabajabilidad del concreto minimiza al máximo la presencia de segregación o la exudación en el mismo.

Tabla 10. *Consistencia y trabajabilidad del concreto según su asentamiento*

Consistencia	Asentamiento	Trabajabilidad
seca	0 a 2 in	poco trabajable
plástica	3 a 4 in	trabajable
fluida	> 5 in	muy trabajable

Fuente: ASTM C 143, 2008, pp. 4-5.

Mientras más trabajable sea el concreto menor será su consistencia, es por ello que se debe tener sumo cuidado en esta prueba simple pero determinante.

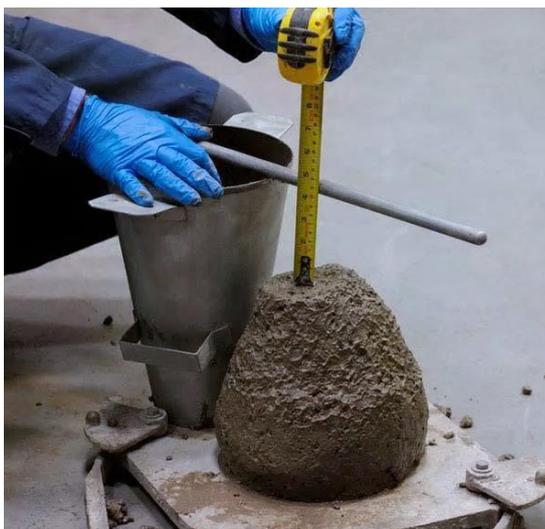


Figura 5. Ensayo de asentamiento del concreto (slump test).

“El peso unitario del concreto representa la parte sólida del volumen de este, en otras palabras, se define como, respecto al volumen de sólidos, la densidad del material” (Rivva, 2000, p. 213). Se encuentra sujeto a características específicas de los agregados, tales como, la absorción y gravedad específica, así como de la cantidad de los mismos (agregados) en porción de mezcla elaborada. (Rivva, 2000, p. 213) Es expresado en kilogramos por metro cúbico, la cual es su unidad de medida, y se determina mediante la siguiente fórmula:

$$PU = \frac{(W_b + W_c) - W_b}{V_b}$$

Fórmula en la que al reemplazar cada factor por su respectivo concepto se tiene la continuada expresión:

$$\text{PESO UNITARIO REAL } C^\circ = \frac{(\text{peso recipiente} + \text{concreto}) - \text{peso recipiente}}{\text{volumen recipiente}}$$



Figura 6. Ensayo de peso unitario o masa unitaria del concreto.

“El contenido de aire es determinado por los poros o vacíos de los agregados y las burbujas de aire formadas de manera natural o, en su defecto, intencionada (aire incorporado)” (ASOCRETO, 2010, p. 111). El contenido de aire habitual o normal en este material oscila entre 1 y 2% de su volumen, y en caso de incluir aditivos o cementos especiales se encuentra entre 4 y 8%. Existen dos métodos para conocer el contenido de aire real y cierto de la variable de estudio: método por presión y volumétrico, siendo el más empleado el primero por la precisión y exactitud que suministra, constando en manejar un recipiente estandarizado denominado Olla Washington, juntamente con medidores de presión calibrados y demás instrumentos. Las normas para llevar a efecto el ensayo de alto nivel de fiabilidad son ASTM C 231 y NTP 339.080. De realizarse correctamente todo el procedimiento, según norma, se obtendrán resultados precisos, que servirán para verificar el porcentaje de vacíos. (ASOCRETO, 2010, pp. 111-112)



Figura 7. Ensayo de contenido de aire del concreto, método por presión.

La exudación es la ascensión del agua en el concreto, esto cuando el mismo ha sido puesto recientemente y los elementos más densos llegan a sedimentarse. (NTP 339.077, 2018, pp. 1-2) Como se señala en la norma NTP 339.077 (2018) “también se le conoce como una forma especial de segregación” (pp. 1-2). La norma internacional que rige el procedimiento de la prueba de exudación es la ASTM C 232 y en Perú específicamente la NTP 339.077.

Según la NTP 339.047 “la segregación del concreto es un fenómeno perjudicial que consiste en la precipitación del agregado grueso al fondo del contenedor de este, originado, por lo general, por inadecuados procesos de colocación” (2014, p. 18). Puede evitarse mediante el aumento de finos (cemento o arena gruesa) en la mezcla de concreto, pues depende mucho de la consistencia, siendo que a mayor fluidez existe mayor riesgo y mientras más seca el riesgo será menor.

De acuerdo con la NTP 339.047 (2014), “la permeabilidad es la condición natural del concreto de permitir que el agua lo atraviese” (p. 17); la inserción de aditivos y el proceso adecuado y prolongado de curado potencian esta propiedad, dando pase a lo opuesto, la impermeabilidad, propiedad requerida en diversos tipos de infraestructuras. (NTP 339.047, 2014, p. 17)

Las propiedades mecánicas del concreto están conformadas por sus principales resistencias a diversas fuerzas externas: a compresión ($f'c$), tracción (T) y flexión (M_r), siendo la principal su $f'c$, en la que se basa su diseño.

La $f'c$ “es la propiedad mecánica más importante del mismo, como bien se sabe, este se diseña justamente para resistir esas fuerzas actuantes, y se define como la carga máxima que soporta una muestra estandarizada de concreto por unidad de área” (ASTM International, 2014, pp. 1-2). Para su correcta determinación, como alegan McCormac y Brown (2011), “es necesario elaborar muestras del material (testigos cilíndricos) de 6 in de diámetro y 12 in de alto, sumergir los bloques de concreto en agua durante 28 días y ensayarlos según norma en máquinas compresoras calibradas a una velocidad especificada” (p. 10).

La norma ACI 318S-14 indica que “la resistencia a la compresión ($f'c$) de una muestra de concreto será el resultado promedio de mínimamente dos probetas, en caso de que las dimensiones de estas sean 150 mm por 300 mm” (American

Concrete Institute, 2014, p. 76), o tres en el caso de especímenes de 100 mm por 200 mm, con un tiempo de inmersión en agua, de acuerdo a las condiciones de la muestra, de 28 días. (American Concrete Institute, 2014, p. 76)

El esfuerzo por compresión del concreto se determina por medio de la sucesiva fórmula básica:

$$f'c = \frac{P}{A}$$

Fórmula en la que al reemplazar cada factor por su respectivo concepto se tiene la continuada expresión:

$$\text{RESISTENCIA A LA COMPRESIÓN } C^{\circ} = \frac{\text{carga máxima aplicada}}{\text{área de la base}}$$

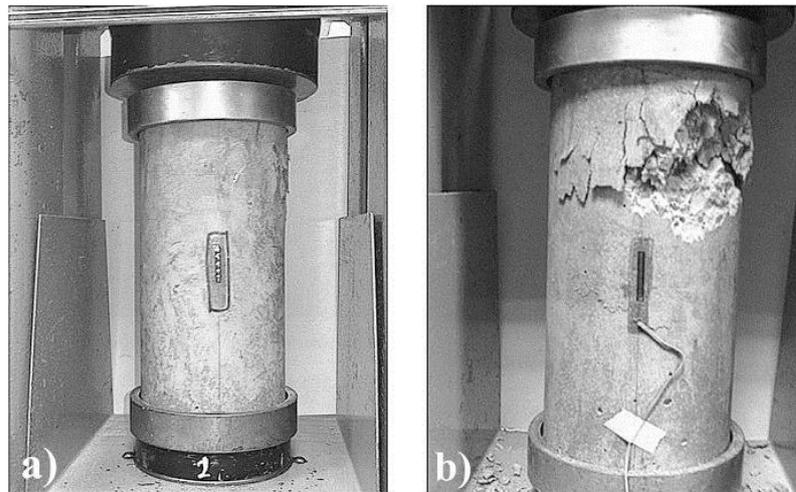


Figura 8. Ensayo de resistencia a compresión de una muestra de concreto.

La resistencia a la tracción del concreto (T) “se define como el esfuerzo que este presenta frente a fuerzas que actúan sobre un espécimen en sentido opuesto, estirándolo y deformándolo hasta su rotura diametral” (NTP 339.084, 2017, pp. 5-7). La magnitud de esta resistencia representa entre 10 y 15% de la $f'c$. (NTP 339.084, 2017, pp. 5-7) Por lo general, no se considera en el diseño de concreto armado, asumiendo que dicho esfuerzo será del acero. Su unidad de medida es kg/cm^2 y la fórmula para su determinación es la siguiente:

$$T = \frac{2P}{\pi ld}$$

Fórmula en la que al reemplazar cada factor por su concepto se tiene:

$$\text{RESISTENCIA A LA TRACCIÓN } C^{\circ} = \frac{2 \times \text{carga máxima aplicada}}{\pi \times \text{longitud} \times \text{diámetro}}$$

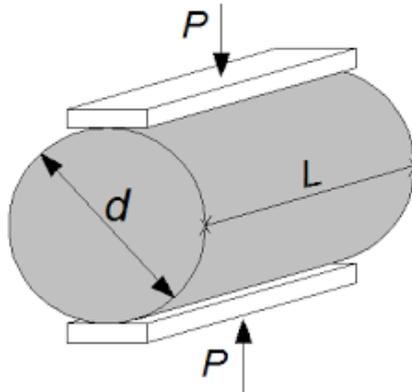


Figura 9. Ensayo de resistencia a tracción indirecta.

“La resistencia a flexión del concreto es el esfuerzo del material frente a fuerzas de deflexión, por medio del sometimiento por carga de vigas estandarizadas de concreto simple, aplicadas cada 1/3 de la longitud de la viga hasta que esta falle” (NTP 339.078, 2012, pp. 2-8), la respuesta de la viga da como consecuencia el módulo de rotura del concreto (M_r), el cual comúnmente se expresa en kg/cm^2 o MPa, y se calcula según la ubicación de la falla ocurrida. La resistencia puede variar dependiendo del tamaño, la preparación y las condiciones de humedad de la viga. (NTP 339.078, 2012, pp. 2-8) Si la rotura se da en la parte terciaria del medio de la longitud de la viga, el M_r será calculado de la siguiente manera:

$$M_r = \frac{PL}{bh^2}$$

Fórmula en la que al reemplazar cada factor por su respectivo concepto se tiene la continuada expresión:

$$\text{MÓDULO DE ROTURA } C^{\circ} = \frac{\text{carga máxima} \times \text{luz libre entre apoyos}}{\text{ancho de la viga} \times \text{largo de la viga}^2}$$

Si la rotura ocurre afuera de la parte terciaria del medio de la longitud de la viga, el M_r vendrá a ser calculado de la siguiente forma:

$$M_r = \frac{3Pa}{bh^2}$$

Fórmula en la que al reemplazar cada factor por su respectivo concepto se tiene la continuada expresión:

$$\text{MÓDULO DE ROTURA } C^{\circ} = \frac{3 \times \text{carga máxima} \times \text{distancia promedio}}{\text{ancho de la viga} \times \text{largo de la viga}^2}$$

Por lo general, estos ensayos son realizados para conocer el M_r de concretos a emplear en losas y pavimentos. (NTP 339.078, 2012, pp. 2-8)

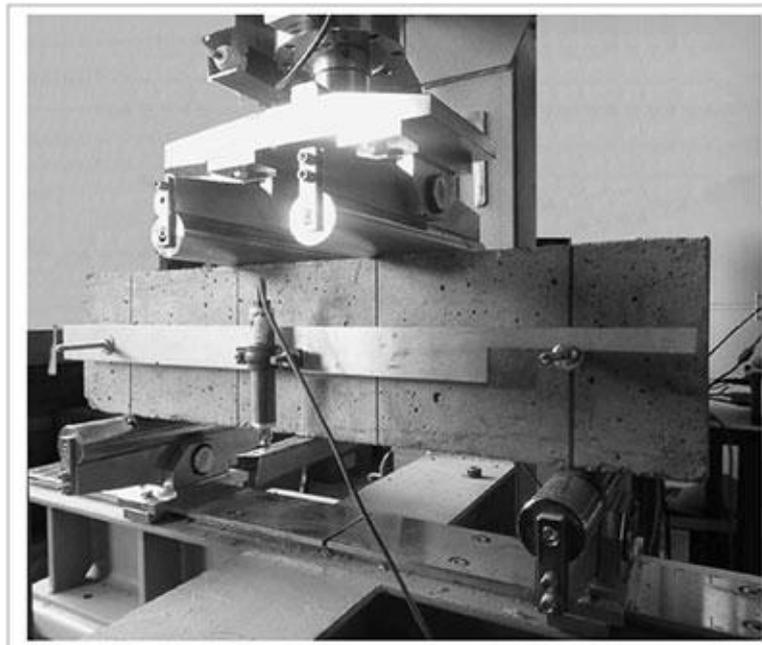


Figura 10. Ensayo de resistencia a flexión de viga de concreto.

El módulo de rotura “es el esfuerzo de la viga de concreto simple ejercido bajo efectos de tensión por flexión por medio del cual la muestra se agrieta o fisura” (McCormac y Brown, 2011, p. 68). Al realizar el ensayo determinante del módulo y dicha viga ser sometida a los esfuerzos resultantes, se debe tener cuidado del incremento de carga, considerando la velocidad, la cual debe ser regirse a las normas pertinentes. (McCormac y Brown, 2011, p. 68)

Para comprender debidamente lo expuesto es de suma importancia conocer los conceptos presentes en la investigación desarrollada, entre los cuales tenemos los sucesivos enfoques conceptuales: concreto, es el producto de la adecuada dosificación de cemento, agregados (piedra y arena) y agua, materias primas, y aditivos de ser necesario; fibra natural, parte interna filamentosa y dura de una planta o fruto; dosificación, cantidades óptimas de los materiales a emplear en el concreto, respecto a una bolsa de cemento (en peso y volumen); consistencia, nivel de plasticidad del concreto, medido por su asentamiento; trabajabilidad, facilidad de manejo del concreto para ser moldeado; peso unitario, densidad del concreto, resultante de la masa entre el volumen; exudación, elevación de cierta cantidad de agua del concreto; contenido de aire o aire atrapado, proporción de burbujas internas de aire en el concreto, expresada en porcentaje; segregación, depresión o descenso del agregado del concreto; permeabilidad, capacidad de permitir la conducción interna del agua en el material endurecido; resistencia a compresión, esfuerzo interno del material frente al aplastamiento; resistencia a tracción, esfuerzo interno del concreto frente a la aplicación de diversas fuerzas en sentido opuesto que tienden a estirarlo, directa o indirectamente; resistencia a flexión, esfuerzo interno del concreto frente a fuerzas de momento flector.

III. METODOLOGÍA

3.1. Tipo y diseño de investigación

Tipo de investigación: Aplicada, “enfoca su proceso en poner en práctica la teoría pertinente relacionada a la investigación; al haberse planteado un problema concreto busca soluciones específicas y viables, que sirvan a la sociedad y tecnología aportando nuevos hechos” (Rodríguez, Gil y García, 1996, p. 49). Esta tipología se basa en la aplicación de teorías, reglamentos y normas vigentes, que han sido validadas y acreditadas, revelando así su efectividad y practicidad. (Rodríguez, Gil y García, 1996, p. 49) La presente es de tipo aplicada, pues se ejecutaron los procedimientos y conocimientos relacionados al tema de estudio.

Diseño de investigación: Experimental, cuyo objeto principal es describir la causa y el efecto del hecho en particular; “surge de la manipulación de la variable denominada experimental, en la que la naturaleza del fenómeno de estudio es conocida y el investigador se encuentra apto para llevar a cabo el experimento” (Baena, 2017, p. 18). Este diseño se enfoca en inhibir la incertidumbre formulada en el problema mediante resultados veraces y confiables, basados en normas, estatutos y teorías. (Baena, 2017, p. 18) El actual es de diseño experimental, cuasi experimental, ya que no se conocía lo que sucedería hasta que se obtuvieron los resultados finales, a través de la experimentación, y porque una de las variables fue manipulada.

Nivel de investigación: Explicativo, “busca probar la hipótesis exponiendo los resultados de manera clara y concisa, contrastando los principios de la ciencia con las conclusiones” (Bernal, 2010, p. 115). Este nivel busca revelar el porqué de los resultados y el proceso que llevó al investigador a obtenerlos. (Bernal, 2010, p. 115) Claramente, el nivel es explicativo en la manifiesta, pues se expone a detalle cada uno de los resultados obtenidos.

Enfoque de investigación: Cuantitativo, porque se trabajó con números que fueron datos y resultados de la ejecución del proyecto. En relación a lo dicho por Hernández, Fernández y Baptista (2014) “el enfoque cuantitativo mide las variables y analiza los resultados conseguidos por la aplicación de

la estadística, emplea diversos métodos de recolección de datos con el fin de corroborar la hipótesis y conocer el comportamiento resultante” (p. 4). Es así que, el enfoque del desarrollo de esta investigación es cuantitativo, porque al final los cálculos numéricos fueron analizados estadísticamente.

3.2. Variables y operacionalización

Variable independiente: Fibra de agave amarillo y coco.

Definición conceptual:

Fibra de agave amarillo: Fibra de los tejidos internos del agave amarillo, cuya densidad es relativamente baja, que resiste muy bien la tensión, apta para ser hilada y que por lo general es fina y flexible. (Dávila, 2016, p. 35)

Fibra de coco: Fibra interna del coco extraída debajo de la capa externa, también conocida como capa fibrosa, pertenece a la selección de fibras naturales duras. (Lizano, 2005, p. 10)

Definición operacional:

Fibra de agave amarillo: fue empleada como refuerzo del concreto, siendo adicionada en su dosificación en porcentajes especificados, buscando ser solución a posibles fisuras o grietas.

Fibra de coco: se adicionó dosificadamente en el material en porcentajes especificados, buscando reforzarlo y ser solución a posibles fisuras.

Dimensión: Dosificación.

Indicadores: 0.00% fibra de agave amarillo + 0.00% fibra de coco, 0.10% fibra de agave amarillo + 0.10% fibra de coco, 0.25% fibra de agave amarillo + 0.15% fibra de coco, 0.40% fibra de agave amarillo + 0.10% fibra de coco.

Escala de medición: De razón.

Variable dependiente: Concreto.

Definición conceptual: Material constituido por pasta cementicia (agua y cemento) y agregados (piedra y arena) que al endurecer posee la forma de su contenedor y alcanza altas resistencias, principalmente a la compresión. (NTP 339.047, 2014, p. 8)

Definición operacional: Este material fue dosificado de manera normal y experimental, con el fin de conocer sus nuevas propiedades por acción de incluir fibras naturales, de agave amarillo y coco, y la realización de ensayos oportunos, tanto en su estado plástico como endurecido, los cuales son los que garantizan la calidad del concreto.

Dimensiones: Propiedades físicas y mecánicas.

Indicadores: Asentamiento, contenido de aire, peso unitario, exudación, segregación, permeabilidad, resistencia a compresión, tracción y flexión.

Escala de medición: De razón.

3.3. Población, muestra y muestreo

Población

“La población es el conjunto cuya naturaleza es finita o infinita del que se pretende conocer las características en una investigación para evaluarlas, estando condicionada por los objetivos y el problema” (Arias, 2012, p. 81). En la presente estuvo constituida por cilindros de concreto estandarizados (probetas) y vigas de concreto simple (no reforzadas), cuya elaboración fue regida por normas específicas y vigentes, siendo unas elaboradas con fibra de agave amarillo y coco y otras prescindiendo de dichos materiales. La cantidad total que conformó la población fue 60 elementos: 36 probetas para $f'c$ (compresión), 12 probetas para T (tracción) y 12 vigas de concreto simple para M_r (flexión), todas elaboradas según la norma correspondiente, teniéndose el cuidado de prepararlas y mantenerlas adecuadamente.

Criterios de inclusión

La característica principal de los elementos de la población fue que estos hayan sido elaborados según diseño de mezcla y norma, y con la adición apropiada en el caso de los experimentales, en condiciones adecuadas de curado posteriores a su endurecimiento.

Criterios de exclusión

No se consideraron elementos que no cumplieran con la normativa vigente y que no hayan sido elaborados conforme al diseño de mezcla, dosificación indicada y curado apropiado y pertinente.

Muestra

La muestra “es una parte seleccionada de la población de estudio, escogida por muestreo probabilístico o no probabilístico, que llega a representar a la población, siendo el subconjunto del que se extraen los datos” (Hernández, Fernández y Baptista, 2014, p. 173). La muestra en esta investigación fue determinada por las normas NTE E.060, ACI, ASTM y NTP, detalladas en el marco teórico y los anexos, en las que se precisa que la cantidad de vigas y probetas a ensayar será mínimamente 3 unidades, según los días de edad de los ejemplares, esto para probetas estandarizadas, y vigas de concreto simple, cuya sección transversal es cuadrada y la longitud entre los apoyos equivale a tres veces uno de los lados de la sección. Convenientemente se trabajó con toda la población.

Muestreo

“El muestreo es el procedimiento a llevar a cabo para la selección muestral, el cual estima el tamaño de la muestra; este puede ser probabilístico o no probabilístico” (Bernal, 2010, p. 162). Al trabajar con absolutamente toda la población no fue necesario aplicar técnica alguna de muestreo.

Tabla 11. Resumen de las pruebas que se realizaron

Ensayo	Edad muestra	C° patrón	C° experimental, según dosificación			Subtotal	Total
			0.20%	0.40%	0.50%		
Resistencia compresión	7 días	3	3	3	3	12	36
	14 días	3	3	3	3	12	
	28 días	3	3	3	3	12	
Resistencia tracción	28 días	3	3	3	3	12	12
Resistencia flexión	28 días	3	3	3	3	12	12
Asentamiento	-	3	3	3	3	12	12
Contenido de aire	-	3	3	3	3	12	12
Peso unitario	-	2	2	2	2	8	8
Exudación	-	1	1	1	1	4	4
Segregación	-	1	1	1	1	4	4
Permeabilidad	28 días	2	2	2	2	8	8

Fuente: elaboración propia.

3.4. Técnicas e instrumentos de recolección de datos

Técnicas de recolección de datos

En la actualidad existen varias técnicas para conseguir los datos de estudio, estas son empleadas para adquirir los datos y la información necesaria para obtener resultados veraces y confirmar así la hipótesis, además de cumplir bien los objetivos y solucionar el problema planteado. (Bernal, 2010, p. 192) “Entre las técnicas de recolección de datos más utilizadas están: encuesta, entrevista, observación, pruebas estadísticas, entre otras” (Bernal, 2010, p. 192). En el actual se trabajó con la observación directa.

Observación directa

“La observación directa es la técnica más usada en cuanto a investigación, esta consta en visualizar, anotar y así recolectar los datos de estudio, esto por parte del investigador, mediante su constante observación” (Tamayo, 2003, p. 183). Se empleó esta técnica, por la naturaleza de la investigación y porque los datos requeridos fueron conseguidos mediante el ejercicio de la misma, siendo necesario el empleo de un instrumento de recolección.

Instrumentos de recolección de datos

“Un instrumento empleado para descubrir datos es aquel que, dependiendo de la técnica, le vale al investigador como medio o canal de información de resultados” (Plaza, Bermeo y Moreira, 2020, p. 196). Los datos conseguidos siguiendo el procedimiento fueron recolectados en fichas técnicas (formatos de los ensayos), elaboradas según normativa vigente y específica.

Validez

“La validez de un instrumento es determinada por su eficiencia al intentar medir una variable” (Hernández et al., 2014, pp. 200-201). La validez de los instrumentos a emplear fue confirmada aplicando el método de expertos, el cual detalla que 3 profesionales expertos en la especialidad de estudio de mayor grado que el del investigador deben aprobar los instrumentos que este empleará para recolectar los datos. *Ver anexos 3 y 4.*

Confiabilidad

Hernández, Fernández y Baptista (2014) confirman que “la confiabilidad se basa en la obtención de datos similares o iguales, habiendo indiferencia en la cantidad de veces que se utilice el instrumento” (p. 200). La confiabilidad en la presente investigación está avalada por los certificados de calibración de los equipos e instrumentos dispuestos y usados en el laboratorio donde se realizaron los ensayos, los cuales fueron solicitados oportunamente por el investigador, teniendo en cuenta que dichos ensayos fuesen realizados por un ingeniero civil colegiado con amplia experiencia en la especialidad.

3.5. Procedimiento

El procedimiento, aplicado para la vital recolección de datos y consecuente obtención de resultados, partió desde la adquisición de los materiales para elaborar concreto y las fibras a adicionar, hasta la realización de las pruebas que determinaron los valores cuantitativos y porcentuales de los resultados. A continuación, se detalla cada acción realizada por el investigador para la obtención de resultados, con la finalidad de cumplir los objetivos de estudio:

Selección del material agregado

Para trabajar con un buen material se determinó visitar 4 canteras cercanas al área de trabajo, con la finalidad de seleccionar las mejores distribuciones granulométricas. Visitamos las siguientes canteras: Piedra Liza, Oasis 03, La Sorpresa y Vesique, de lo cual presentamos las distribuciones de cada una de ellas de las que se seleccionaron las mejores, verificando que estas se encontraran dentro de lo que las normas indican y exigen.



Figura 11. Visita a las canteras para la selección del material agregado.

Seguidamente, se muestra la distribución granulométrica de los agregados de las canteras mencionadas, las cuales fueron visitadas por el tesista y de las que se extrajeron muestras para su respectivo análisis, y posteriormente decidir con qué agregados se trabajaría, considerando la mejor distribución:

Tabla 12. Distribución granulométrica del material de la cantera Piedra Liza

Tamiz	Abertura (mm)	Peso retenido (g)	% que pasa
2"	50.800	0.0	100.0
1 ½"	38.100	0.0	100.0
1"	25.400	0.0	100.0
¾"	19.100	700.0	30.5
½"	12.500	306.7	0.0
⅜"	9.520	0.0	0.0
nro. 4	4.760	0.0	0.0
nro. 8	2.360	0.0	0.0
nro. 16	1.180	0.0	0.0
nro. 30	0.600	0.0	0.0
nro. 50	0.300	0.0	0.0
nro. 100	0.150	0.0	0.0
nro. 200	0.075	0.0	0.0
Plato	ASTM C 117-04	0.0	0.0
Total		1006.7	

Fuente: elaboración propia.

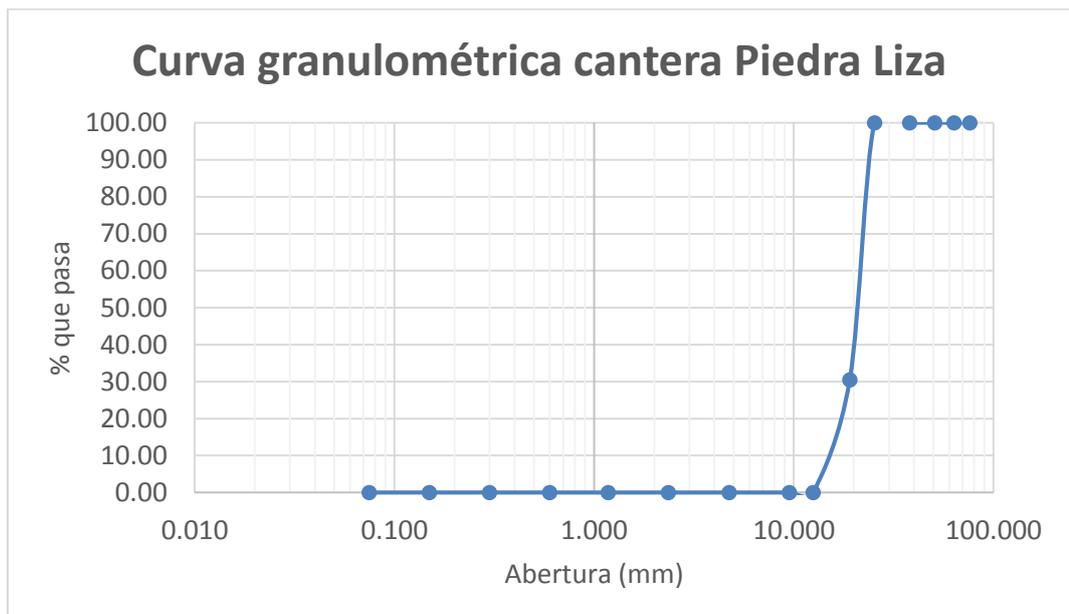


Figura 12. Curva granulométrica de la cantera Piedra Liza.

Tabla 13. Distribución granulométrica del material de la cantera Oasis 03

Tamiz	Abertura (mm)	Peso retenido (g)	% que pasa
2"	50.800	0.0	100.0
1 ½"	38.100	0.0	100.0
1"	25.400	0.0	100.0
¾"	19.100	0.0	100.0
½"	12.500	0.0	100.0
⅜"	9.520	0.0	100.0
nro. 4	4.760	21.1	96.2
nro. 8	2.360	54.5	86.5
nro. 16	1.180	129.5	63.4
nro. 30	0.600	143.0	37.9
nro. 50	0.300	110.0	18.2
nro. 100	0.150	61.0	7.4
nro. 200	0.075	30.2	2.0
Plato	ASTM C 117-04	11.0	0.0
Total		560.3	

Fuente: elaboración propia.

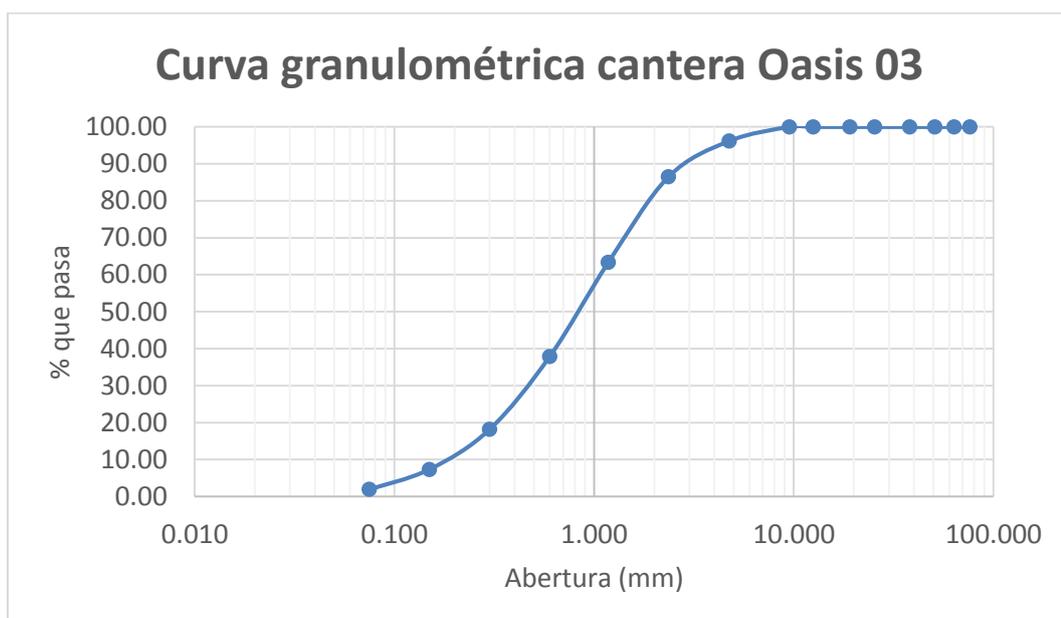


Figura 13. Curva granulométrica de la cantera Oasis 03.

Tabla 14. Distribución granulométrica del material de la cantera La Sorpresa

Tamiz	Abertura (mm)	Peso retenido (g)	% que pasa
2"	50.800	0.0	100.0
1 ½"	38.100	0.0	100.0
1"	25.400	0.0	100.0
¾"	19.100	625.4	42.2
½"	12.500	456.6	0.0
⅜"	9.520	0.0	0.0
nro. 4	4.760	0.0	0.0
nro. 8	2.360	0.0	0.0
nro. 16	1.180	0.0	0.0
nro. 30	0.600	0.0	0.0
nro. 50	0.300	0.0	0.0
nro. 100	0.150	0.0	0.0
nro. 200	0.075	0.0	0.0
Plato	ASTM C 117-04	0.0	0.0
Total		1082.0	

Fuente: elaboración propia.

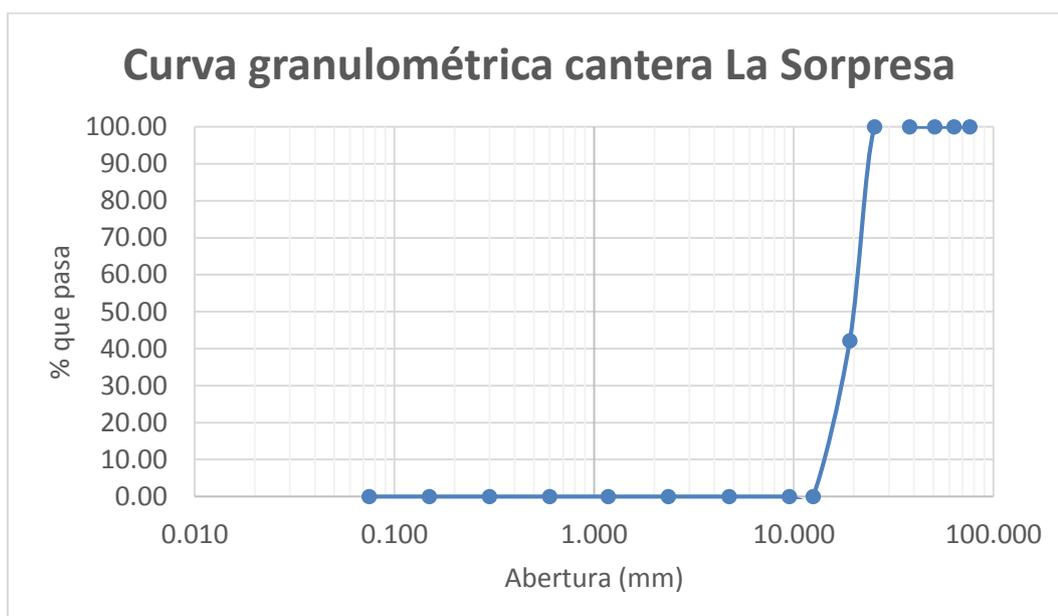


Figura 14. Curva granulométrica de la cantera La Sorpresa.

Tabla 15. Distribución granulométrica del material de la cantera Vesique

Tamiz	Abertura (mm)	Peso retenido (g)	% que pasa
2"	50.800	0.0	100.0
1 ½"	38.100	0.0	100.0
1"	25.400	0.0	100.0
¾"	19.100	0.0	100.0
½"	12.500	0.0	100.0
⅜"	9.520	0.0	100.0
nro. 4	4.760	11.2	98.6
nro. 8	2.360	53.6	91.7
nro. 16	1.180	158.8	71.2
nro. 30	0.600	230.1	41.6
nro. 50	0.300	176.5	18.9
nro. 100	0.150	110.2	4.7
nro. 200	0.075	26.2	1.3
Plato	ASTM C 117-04	10.4	0.0
Total		777.0	

Fuente: elaboración propia.

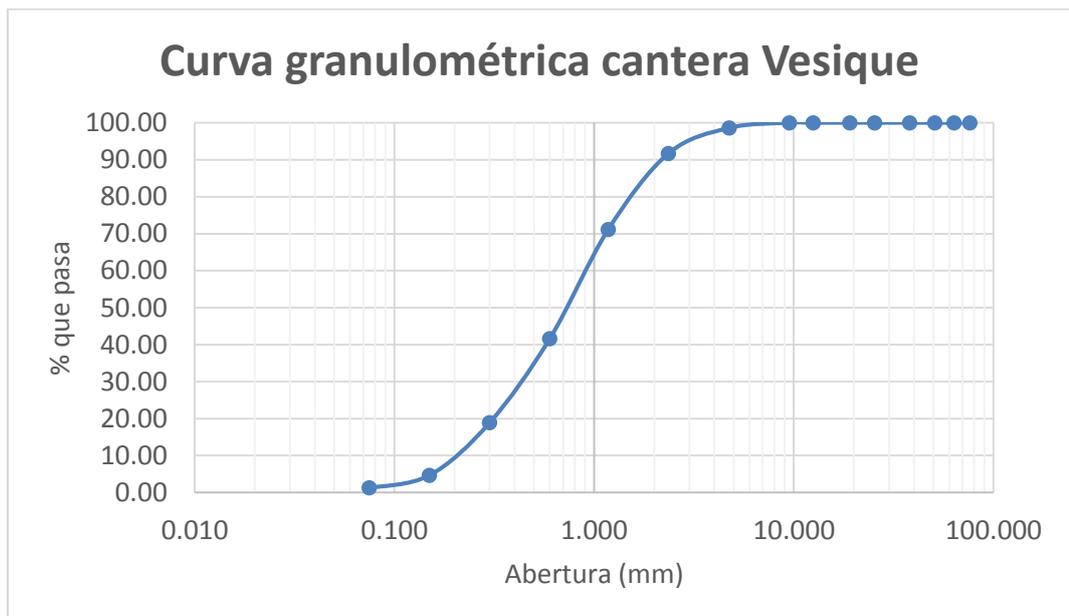


Figura 15. Curva granulométrica de la cantera Vesique.

Control de calidad de los agregados

Determinada la mejor granulometría, la cual fue de la cantera Piedra Liza para el agregado grueso y Oasis 03 para el agregado fino, se procedió a realizar los respectivos ensayos de control de calidad, cumpliendo con los requisitos para la preparación de concreto, efectuando, después del análisis granulométrico, cada una de las demás pruebas de dichos áridos, siguiendo al pie de la letra las normas pertinentes, obteniendo en consecuencia datos confiables. Dichos resultados fueron plasmados en el siguiente capítulo de manera ordenada y detallada.



Figura 16. Ensayo de contenido de humedad de los agregados.



Figura 17. Ensayo de peso unitario de los agregados.

Recolección de las fibras a adicionar

Las fibras que se emplearon como adición en esta investigación, las cuales fueron fibra de agave amarillo y coco, fueron recolectadas de distinta forma cada una, así también se les dio un distinto tratamiento. Se consideró a bien seguir todo un proceso para la recolección de dichas fibras como se detalla:

Fibra de agave amarillo:

Según los antecedentes escogidos, esta fibra se encuentra en la parte alta del departamento de Ancash, con mayor certeza en la provincia de Huari; sin embargo, el investigador observó que la planta agave amarillo también se siembra en la parte alta del distrito de Nuevo Chimbote, específicamente en las Delicias II etapa, por lo cual, se aprovechó la oportunidad de extraer las hojas que contienen la fibra requerida de las plantas en el lugar referido. Para extraer la hoja de la planta agave amarillo es necesario contar con un machete o cuchillo filudo para cortar dicha hoja desde la parte inferior de la misma, teniendo mucho cuidado con las espinas de los bordes, puesto que podrían lastimar a quien pretende tomar la hoja de la planta, debido a ello, es recomendable que se haga uso de guantes de seguridad y lentes, como se orienta a toda persona que va a realizar un trabajo que podría afectarla físicamente si no toma sus precauciones; otra opción es cortar las espinas antes de cortar la parte inferior de la planta; una vez que se extrajeron las hojas de la planta y se transportaron al lugar donde se extraerá la fibra, se debe iniciar lo antes posible el proceso de extracción, puesto que al haber sido separadas las hojas de la raíz, estas empezarán a secarse y la calidad de las fibras no será la misma. Para extraer la fibra de las hojas se necesita tener a disposición los siguientes instrumentos: un cuchillo o pelador, una tabla de madera, un martillo y un cepillo industrial; el proceso toma tiempo, por ello se debe tener paciencia y constancia para lograr extraer la fibra; se necesita pelar la capa exterior de la hoja con el cuchillo o pelador hasta que no quede rastro de dicha capa, una vez que esto ha sucedido se tiene que martillar la hoja colocando la tabla de madera sobre la misma y golpeando con el martillo, esto con el objeto de separar las fibras en el estado que se requiere sin maltratarlas y para que el jugo interno sea expulsado, por esto

se recomienda usar guantes de seguridad, ya que el contacto del jugo de la planta con la piel puede causar picor e incluso irritación; después de que las fibras han sido separadas se procede a un tratamiento especial, como se detallará después de la narración del procedimiento de extracción de la fibra de coco.



Figura 18. Recolección de hojas de agave amarillo.



Figura 19. Muestra de la recolección de hojas de agave amarillo.

Fibra de coco:

Esta fibra fue más sencilla de conseguir, puesto que se encontró en la zona, en los puestos de venta del fruto, concretamente en el centro de Chimbote, donde se vende el jugo y la pulpa del coco, y por lo general se desecha la fibra y cáscara del mismo. Para la recolección fue necesario conversar con las personas dueñas y vendedoras de este fruto, para que separen la fibra y la conserven en vez de desecharla y posteriormente nos la obsequien; luego, se procede a conservar la fibra en un lugar seco hasta el instante de su tratamiento, el cual se explicará a continuación.



Figura 20. Muestra de la recolección de fibra de coco por procesar.

Tratamiento de las fibras

El tratamiento de la fibra de agave amarillo y coco conlleva a un proceso en el que se debe seguir los pasos detalladamente, distintos para cada una de las fibras; en esta investigación se consideró el siguiente procedimiento:

Fibra de agave amarillo:

Posterior a la separación de la fibra y retiro del jugo y material orgánico de la hoja de la planta, se procedió a dar tratamiento a la fibra, lavándola en agua durante un tiempo de una hora aproximadamente, esto con el fin de retirar el exceso de jugo de la misma y para que esté limpia de cualquier impureza; seguidamente, se procedió a secarlas a cielo abierto durante un día entero, puesto que la fibra de agave amarillo contiene muy bien el agua

con la que tiene contacto; después de esto, se siguió con el seccionamiento de la fibra, cortándose a una medida aproximada de 5.0 cm, esto teniendo en consideración los mejores resultados de los antecedentes elegidos y la longitud a la cual cortaron dichas fibras; una vez cortadas, se debe guardar el producto en un lugar seco, ajeno a la humedad y contaminación.



Figura 21. Proceso de extracción de la fibra de agave amarillo.

Fibra de coco:

En relación a la fibra de coco, es necesario lavarla durante 2 horas, debido a que contiene muchas impurezas, el hecho de lavarlas descontaminará la muestra y hará que esté más suave al momento de separar la fibra, por eso la importancia de lavarla; después, debe secarse por aproximadamente un día y medio o hasta 2 días seguidos, esto con la finalidad de que la fibra se seque en su totalidad, una vez seca se procedió a separar las fibras con el debido cuidado, de manera minuciosa y durante un largo tiempo, y posterior a ello la fibra fue seccionada en partes iguales, aproximadamente a 3.0 cm, considerando los mejores resultados de los antecedentes; después de este extenso proceso, se obtuvo la fibra de coco en el estado requerido, la cual fue almacenada en un recipiente contenedor y lugar seco, libre de humedad y contaminación.



Figura 22. Proceso de extracción y seccionamiento de la fibra coco.

Transporte y entrega de los materiales al laboratorio

Para proseguir con la investigación se adquirieron los materiales necesarios para elaborar concreto, tanto los convencionales como los que se llegarían a adicionar. Posteriormente a haber determinado la mejor granulometría de los agregados, y realizar el control de calidad de los mismos, se procedió a comprarlos, yendo nuevamente a las canteras selectas para adquirirlos en mayor cantidad, para así elaborar la cantidad necesaria de concreto, siendo en el caso de esta investigación, la cantidad en exceso de arena gruesa y piedra chancada, 3 sacos de cada material, repartidos en un poco más de 6 sacos a la mitad para poder cargarlos, para esto se contrató una movilidad que pudiera llevar dichos sacos al laboratorio de la especialidad donde se elaboraría el concreto y realizarían las pruebas para descubrir las nuevas propiedades del material, asimismo, se tuvo que comprar cemento para la elaboración total del material compuesto, adquiriéndose un total de 4 bolsas en una ferretería local, una vez llevados los materiales convencionales, se procedió a llevar las fibras a adicionar, llevándolas en bolsas, habiendo sido conservadas hasta el momento de ser adicionadas en la preparación de los concretos experimentales. Se verificó que cada uno de estos materiales se encontrara en buen estado, para que de esa manera no hubiese agentes externos que modifiquen el concreto y sus propiedades en general.



Figura 23. Entrega de materiales al laboratorio para elaborar el concreto.

Ensayos de las propiedades del concreto

Por último, con el fin de efectuar los ensayos del material y de esa manera revelar sus propiedades, a la postre de haber realizado el diseño del mismo, se verificó el buen estado de los equipos e instrumentos a emplear para la aplicación las pruebas. Se efectuaron las respectivas pruebas que partieron desde el asentamiento hasta la rotura de probetas y vigas, una vez fraguado el concreto, observando y registrando todos los resultados en cada formato para posteriormente procesarlos en hojas de cálculo, elaboradas según las normas respectivas, y en un programa estadístico veraz y confiable.



Figura 24. Elaboración de probetas de concreto $f'c=210$ kg/cm².

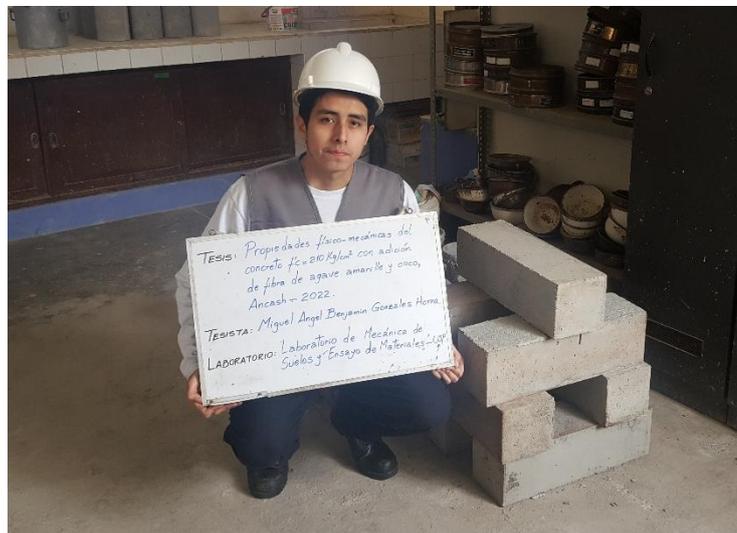


Figura 25. Elaboración de vigas de concreto $f'c=210$ kg/cm².

Resumidamente, podemos aseverar que el proceso para la recolección de datos partió desde la adquisición de los materiales hasta que se efectuaron todas las pruebas, que produjeron los resultados. El procedimiento inició al seleccionar los mejores agregados y adquirir los materiales necesarios para fabricar concreto, continuando con la parte más afanosa que es extraer las fibras de cada material de estudio de origen natural, es decir, las fibras de agave amarillo y coco, sabiendo con antelación que, respecto al coco, estas comúnmente se desechan; después el investigador se trasladó a una zona donde se siembra agave amarillo, con la finalidad de extraer sus fibras; una vez extraídas las fibras se procedió al tratamiento, lavando y posteriormente secando dichas fibras en un tiempo determinado, previamente mencionado;

seguidamente, se cortaron en pequeñas longitudes ya descritas, y luego se almacenaron de forma limpia y segura hasta ser empleadas como adición en los porcentajes pormenorizados en esta investigación. En la brevedad, se puso en marcha la entrega total de los agregados para realizar el control de calidad y cumplimiento de la normativa; luego, con los datos adquiridos, se realizó el diseño de mezcla del concreto, aplicando el método ACI 211, ya disponiendo de todos los materiales para elaborar las muestras patrón y experimentales; por último, se procedió a efectuar raudamente cada uno de los ensayos en estado fresco del concreto, en su mayoría para propiedades físicas, y posteriormente en estado endurecido, registrando cada uno de los resultados para luego realizar los cálculos correspondientes y así llegar a obtener los resultados presentados en el siguiente capítulo.

3.6. Método de análisis de datos

El procesar y analizar la información obtenida se puso en marcha luego de haberse realizado los ensayos correspondientes y recolectado los datos de estudio, los cuales fueron procesados mediante hojas de cálculo y el uso del programa estadístico SPSS. Para realizar el análisis de la información se tuvieron en cuenta las dosificaciones del concreto, tanto del patrón como de los experimentales. Una vez procesados los datos, se aprovecharon los métodos conocidos de análisis de datos cuantitativos, considerando niveles de medición acertados y adecuados y la estadística moderna. (Hernández, Fernández y Baptista, 2014, pp. 270-271)

3.7. Aspectos éticos

La redacción del presente documento satisface los criterios de calidad ética que toda investigación debe obedecer. El contenido respeta los derechos de autor de las diversas fuentes a las cuales se recurrió, teniendo en cuenta las normas de la universidad e internacionales, con el fin de desempeñar un adecuado y sistematizado desarrollo. Se hizo uso de citas y referencias bibliográficas, así como redacción de tablas y representaciones gráficas, de acuerdo a la norma ISO-690-2, lo cual garantiza veracidad y autenticidad.

IV. RESULTADOS

Descripción de la zona de estudio:

La presente investigación se desarrolló en el departamento de Ancash, provincia de Santa, distrito de Chimbote, llevándose a cabo bajo condiciones previamente estudiadas, tanto de clima, relieve y ambiente. El distrito presenta un clima cuya temperatura varía durante todo el año entre 13 y 27 °C, siendo la temperatura promedio 20 °C, y una precipitación esporádica cuya mayor intensidad puede llegar a ser de hasta 1.1 mm/mes; por otro lado, la altitud media es de 5 m.s.n.m., poseyendo una extensión territorial de aproximadamente 1467 km².

Ubicación política:

Departamento: Ancash.

Provincia: Santa.

Distrito: Chimbote.



Figura 26. Mapa de Perú y ubicación política de Ancash.



Figura 27. Mapa político del departamento de Ancash.



Figura 28. Mapa político de la provincia de Santa.

Límites:

El distrito de Chimbote limita por el norte con los distritos de Coishco y Santa (Santa, Ancash) y Guadalupe y Chao (Virú, La Libertad), por el sur con Nuevo Chimbote y Nepeña, por el este con Macate y Cáceres del Perú y por el oeste con el Océano Pacífico.

Ubicación geográfica:

Chimbote está ubicado aproximadamente a 432 km al norte de la ciudad de Lima y presenta las siguientes coordenadas geográficas:

Latitud: 9° 4' 28" Sur.

Longitud: 78° 35' 37" Oeste.

Clima:

El clima varía dependiendo de la temporada, oscilando entre 13 y 27 °C, siendo la temperatura promedio 20 °C, las precipitaciones son inusuales y esporádicas teniendo como mayor intensidad de precipitación 1.1 mm/mes.

RESULTADOS DE LOS ENSAYOS EN LABORATORIO

Los ensayos se realizaron en el Laboratorio de Mecánica de Suelos y Ensayo de Materiales de la Universidad San Pedro – Sede Chimbote.

Control de calidad de los agregados

Para elaborar el concreto es necesario que los agregados a utilizar cumplan con los requisitos mínimos establecidos en las normas pertinentes, por ello en esta investigación se realizaron las diversas pruebas ya conocidas y aplicadas en el medio según las normas, esto para el debido control de calidad de los agregados y posterior determinación del cumplimiento de los requisitos mínimos, y saber así si estos podían ser empleados para elaborar el concreto. El agregado grueso que se empleó fue piedra chancada de la cantera Piedra Liza y el agregado fino arena gruesa de la cantera Oasis 03, canteras reconocidas a nivel regional por la calidad de sus agregados, cuya ubicación se muestra en el Anexo 14.



Figura 29. Recolección de los agregados en cantera.



Figura 30. Ensayos de calidad de los agregados en laboratorio.

Análisis granulométrico:

Se realizó el análisis granulométrico de ambos agregados con el fin de conocer el tamaño de las partículas que los constituyen y determinar así los pesos de los granos de dichos materiales.

Granulometría del agregado grueso

La distribución granulométrica del agregado grueso fue determinada mediante el ensayo especificado en la norma ASTM C 136, obteniéndose los siguientes resultados:

Tabla 16. Granulometría del agregado grueso

Tamiz	Abertura (mm)	Peso retenido (g)	% retenido parcial	% retenido acumulado	% que pasa
3"	76.200	0.0	0.0	0.0	100.0
2 ½"	63.500	0.0	0.0	0.0	100.0
2"	50.800	0.0	0.0	0.0	100.0
1 ½"	38.100	0.0	0.0	0.0	100.0
1"	25.400	0.0	0.0	0.0	100.0
¾"	19.100	700.0	69.5	69.5	30.5
½"	12.500	306.7	30.5	100.0	0.0
3/8"	9.520	0.0	0.0	100.0	0.0
nro. 4	4.760	0.0	0.0	100.0	0.0
nro. 8	2.360	0.0	0.0	100.0	0.0
Plato		0.0	0.0	100.0	0.0
Total		1006.7	100.0		

Fuente: elaboración propia.

Dichos resultados fueron plasmados en un gráfico para una mayor comprensión y apreciación de la distribución de las partículas que conforman el agregado, llegando a obtener la conocida curva granulométrica, la cual es útil para verificar el cumplimiento de los requisitos mínimos del material.

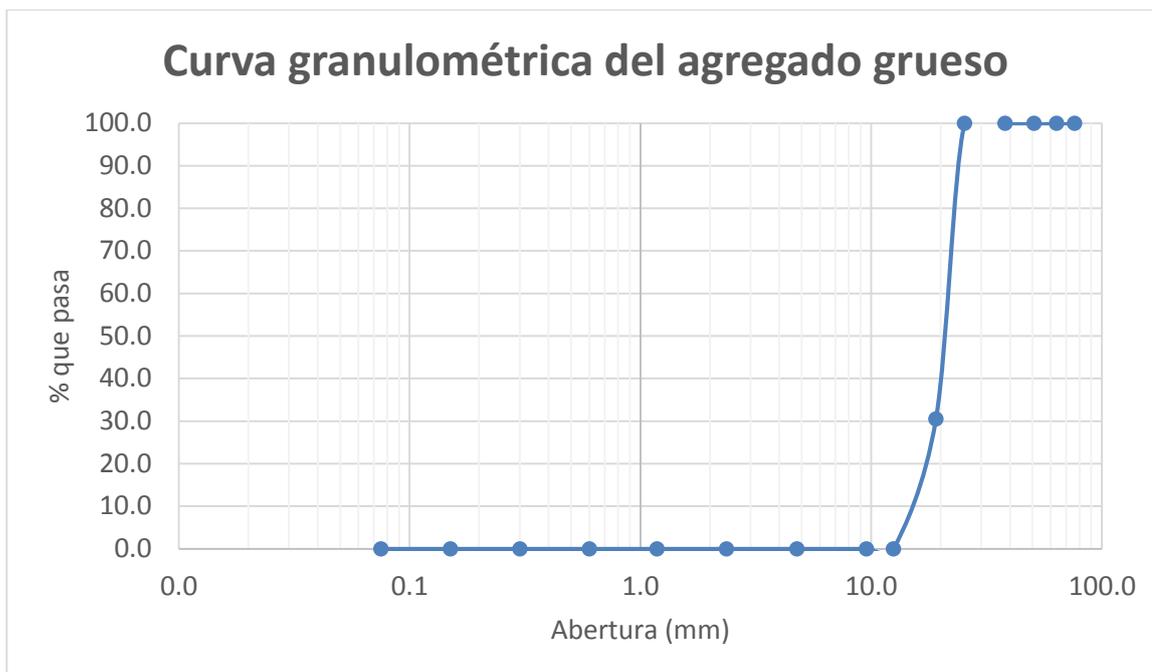


Figura 31. Curva granulométrica del agregado grueso.

Interpretación: Los resultados muestran el cumplimiento de la granulometría del agregado en relación a la norma ASTM C 136 y los límites permisibles en ella suscritos, siendo el tamaño máximo nominal 3/4”.

Granulometría del agregado fino

La granulometría del agregado fino (arena gruesa), análogamente al agregado grueso, fue determinada mediante el ensayo descrito en la norma ASTM C 136, llegando a obtener los siguientes resultados:

Tabla 17. Granulometría del agregado fino

Tamiz	Abertura (mm)	Peso retenido (g)	% retenido parcial	% retenido acumulado	% que pasa
3/8”	9.520	0.0	0.0	0.0	100.0
nro. 4	4.760	21.1	3.8	3.8	96.2
nro. 8	2.360	54.5	9.7	13.5	86.5
nro. 16	1.180	129.5	23.1	36.6	63.4
nro. 30	0.600	143.0	25.5	62.1	37.9

nro. 50	0.300	110.0	19.6	81.8	18.2
nro. 100	0.150	61.0	10.9	92.6	7.4
nro. 200	0.075	30.2	5.4	98.0	2.0
Plato		11.0	2.0	100.0	0.0
Total		560.3	100.0		

Fuente: elaboración propia.

Los mismos fueron plasmados en la curva granulométrica del agregado, gráfica útil para verificar el cumplimiento de los requisitos mínimos del material.

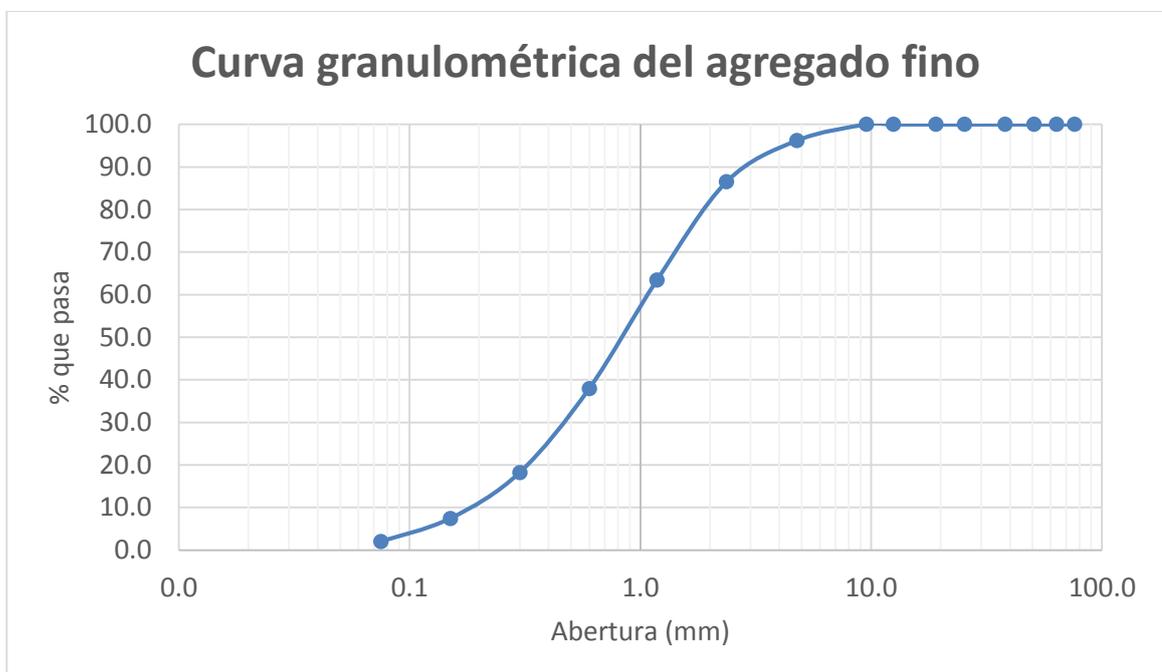


Figura 32. Curva granulométrica del agregado fino.

Interpretación: La curva granulométrica permite apreciar el cumplimiento de la distribución de los granos del agregado fino, respecto a los límites permisibles a disposición en la norma, obteniéndose un módulo de fineza de 2.90.

Contenido de humedad:

Posterior al tamizado se procedió a realizar la prueba de contenido de humedad, siguiendo el procedimiento de la norma ASTM D 2216, seleccionando muestras representativas de ambos materiales y pesándolas para luego introducirlas en un horno a una temperatura de $110\text{ }^{\circ}\text{C} \pm 5\text{ }^{\circ}\text{C}$ durante un tiempo de 24 h.

Contenido de humedad del agregado grueso

Se realizó la prueba con la muestra de piedra chancada, cuidando que esta no sea alterada por la humedad del ambiente u otros factores externos.

Tabla 18. *Contenido de humedad del agregado grueso*

Ítem	Descripción	Und	M-01	M-02
A	Tara + material húmedo	g	768.5	799.5
B	Tara + material seco	g	765.3	796.2
C	Peso del agua	g	3.2	3.3
D	Peso de la tara	g	168.5	199.5
E	Peso del material seco	g	596.8	596.7
F	Contenido de humedad	%	0.54	0.55
Contenido de humedad promedio		%	0.54	

Fuente: elaboración propia.

Interpretación: Los resultados de esta prueba nos indicaron que el agregado grueso aportará agua a la mezcla de concreto, siendo el contenido de humedad del mismo 0.54%.

Contenido de humedad del agregado fino

Aplicando el mismo procedimiento empleado con el agregado grueso se realizó la prueba con la muestra de arena gruesa, obteniendo los siguientes resultados:

Tabla 19. *Contenido de humedad del agregado fino*

Ítem	Descripción	Und	M-01	M-02
A	Tara + material húmedo	g	805.1	804.8
B	Tara + material seco	g	801.3	801.1
C	Peso del agua	g	3.8	3.7
D	Peso de la tara	g	204.5	204
E	Peso del material seco	g	596.8	597.1
F	Contenido de humedad	%	0.64	0.62
Contenido de humedad promedio		%	0.63	

Fuente: elaboración propia.

Interpretación: Los resultados obtenidos mediante esta prueba expusieron que el agregado fino contribuirá agua a la mezcla de concreto, del cual el contenido de humedad fue 0.63%.

Peso unitario suelto y compactado:

Cumpliendo con las pruebas de calidad de los agregados se procedió a evaluar el peso unitario suelto y compactado de ambos materiales, procediendo según norma, llegando a determinar lo siguiente:

Peso unitario del agregado grueso

El peso unitario del agregado grueso fue determinado conforme a lo dispuesto en la norma ASTM C 29, mediante el pesaje del recipiente contenedor, seguido del llenado del recipiente con el agregado, compactando en el caso del peso unitario compactado y finalmente enrazando la parte superior y procediendo a pesar la muestra en el recipiente para posteriormente realizar los cálculos.

Tabla 20. *Peso unitario suelto del agregado grueso*

Ítem	Descripción	Und	M-01	M-02	M-03
A	Peso del molde + muestra	g	18300	18500	18460
B	Peso del molde	g	5050	5050	5050
C	Peso de la muestra (A-B)	g	13250	13450	13410
D	Volumen del molde	cm ³	9300	9300	9300
E	Peso unitario	kg/m ³	1425	1446	1442
Peso unitario promedio		kg/m³	1438		
Corrección por humedad		kg/m³	1430		

Fuente: elaboración propia.

Interpretación: El peso unitario suelto del agregado grueso fue 1438 kg/m³, el cual corregido por humedad disminuyó a 1430 kg/m³.

Tabla 21. *Peso unitario compactado del agregado grueso*

Ítem	Descripción	Und	M-01	M-02	M-03
A	Peso del molde + muestra	g	19180	19200	19250
B	Peso del molde	g	5050	5050	5050
C	Peso de la muestra (A-B)	g	14130	14150	14200
D	Volumen del molde	cm ³	9300	9300	9300
E	Peso unitario	kg/m ³	1519	1522	1527
Peso unitario promedio		kg/m³	1523		
Corrección por humedad		kg/m³	1514		

Fuente: elaboración propia.

Interpretación: El peso unitario compactado obtenido del agregado grueso fue de 1523 kg/m³, el cual corregido por humedad disminuyó a 1514 kg/m³.

Peso unitario del agregado fino

Aplicando el mismo procedimiento empleado con el agregado grueso, según la norma ASTM C 29, se realizó la prueba con la muestra de arena, obteniéndose:

Tabla 22. *Peso unitario suelto del agregado fino*

Ítem	Descripción	Und	M-01	M-02	M-03
A	Peso del molde + muestra	g	7830	7810	7990
B	Peso del molde	g	3300	3300	3300
C	Peso de la muestra (A-B)	g	4530	4510	4690
D	Volumen del molde	cm ³	2730	2730	2730
E	Peso unitario	kg/m ³	1659	1652	1718
Peso unitario promedio		kg/m³	1676		
Corrección por humedad		kg/m³	1666		

Fuente: elaboración propia.

Interpretación: El peso unitario suelto del agregado fino fue 1676 kg/m³, que corregido por humedad disminuyó a 1666 kg/m³.

Tabla 23. *Peso unitario compactado del agregado fino*

Ítem	Descripción	Und	M-01	M-02	M-03
A	Peso del molde + muestra	g	8100	8300	8400
B	Peso del molde	g	3300	3300	3300
C	Peso de la muestra (A-B)	g	4800	5000	5100
D	Volumen del molde	cm ³	2730	2730	2730
E	Peso unitario	kg/m ³	1758	1832	1868
Peso unitario promedio		kg/m³	1819		
Corrección por humedad		kg/m³	1808		

Fuente: elaboración propia.

Interpretación: El peso unitario compactado del agregado fino fue 1819 kg/m³, que corregido por humedad disminuyó a 1808 kg/m³.

Peso específico y absorción:

Por último, en lo que respecta a ensayos de calidad de los agregados, se realizó la prueba de peso específico (gravedad específica) y absorción, siguiendo los lineamientos de las normas ASTM C 127 para agregado grueso y ASTM C 128 para agregado fino, cuyos resultados se muestran a continuación:

Peso específico y absorción del agregado grueso

Tabla 24. *Peso específico y absorción del agregado grueso*

Ítem	Descripción	Und	M-01	M-02
A	Peso del material saturado superficialmente seco (aire)	g	635.10	666.30
B	Peso del material saturado superficialmente seco (agua)	g	405.90	435.10
C	Volumen de masa + volumen de vacíos	cm ³	229.20	231.20
D	Peso del material seco en estufa	g	629.40	660.30
E	Volumen de masa	cm ³	223.50	225.20
F	Peso específico bulk (base seca)	g/cm ³	2.746	2.856
G	Peso específico bulk (base saturada)	g/cm ³	2.771	2.882
H	Peso específico aparente (base seca)	g/cm ³	2.816	2.932
I	Absorción (%) [(D-A)/A×100]	%	0.91	0.91
Peso específico promedio		g/cm³	2.801	
Absorción promedio		%	0.91	

Fuente: elaboración propia.

Interpretación: Los resultados mostraron un peso específico de 2.801 g/cm³ y una absorción de 0.91%, lo cual, en relación a la norma, se encuentra dentro de los parámetros admisibles, cumpliendo así con lo requerido.

Peso específico y absorción del agregado fino

Tabla 25. *Peso específico y absorción del agregado fino*

Ítem	Descripción	Und	M-01	M-02
A	Peso del material saturado superficialmente seco (aire)	g	300.00	300.00
B	Peso del picnómetro + agua	g	622.00	623.80
C	Volumen de masa + volumen de vacíos	cm ³	922.00	923.80
D	Peso del picnómetro + agua + material	g	811.40	814.40
E	Volumen de masa + volumen de vacíos	cm ³	110.60	109.40
F	Peso del material seco en estufa	g	297.00	296.90
G	Volumen de masa	cm ³	107.60	106.30
H	Peso específico bulk (base seca)	g/cm ³	2.685	2.714
I	Peso específico bulk (base saturada)	g/cm ³	2.712	2.742
J	Peso específico aparente (base seca)	g/cm ³	2.760	2.793
K	Absorción (%) [(D-A)/A×100]	%	1.01	1.04
Peso específico promedio		g/cm³	2.700	
Absorción promedio		%	1.03	

Fuente: elaboración propia.

Interpretación: Los resultados mostraron un peso específico de 2.700 g/cm³ y una absorción de 1.03%, lo cual, en relación a la norma, se encuentra dentro de los parámetros admisibles, cumpliendo así con lo requerido.

Resumen del control de calidad de los agregados

Tabla 26. Resumen de las pruebas de control de calidad de los agregados

Propiedad	Agregado grueso	Agregado fino
Módulo de fineza	-	2.90
Tamaño máximo nominal	3/4"	-
Contenido de humedad	0.54%	0.63%
Peso unitario suelto	1430 kg/cm ³	1666 kg/cm ³
Peso unitario compactado	1514 kg/cm ³	1808 kg/cm ³
Peso específico	2.801 g/cm ³	2.700 g/cm ³
Absorción	0.91%	1.03%

Fuente: elaboración propia.

Diseño de mezcla del concreto $f'c=210$ kg/cm²

El diseño de mezcla del concreto se realizó aplicando el método ACI 211, siendo la resistencia especificada $f'c=210$ kg/cm² y la requerida $f'cr=294$ kg/cm².

Tabla 27. Proporciones en peso del diseño de mezcla del concreto

Cemento	Agregado fino	Agregado grueso	Agua
1	3.11	3.15	0.58

Fuente: elaboración propia.

Tabla 28. Proporciones en volumen del diseño de mezcla del concreto

Cemento	Agregado fino	Agregado grueso	Agua
1	2.78	3.29	24.10

Fuente: elaboración propia.

Nomenclatura y descripción de las dosificaciones del concreto

Tabla 29. Nomenclatura y descripción de las dosificaciones del concreto

Dosificaciones del concreto	
Nomenclatura	Descripción
P + 0.00% FA + 0.00% FC	Patrón + 0.00% fibra de agave amarillo + 0.00% fibra de coco
P + 0.10% FA + 0.10% FC	Patrón + 0.10% fibra de agave amarillo + 0.10% fibra de coco
P + 0.25% FA + 0.15% FC	Patrón + 0.25% fibra de agave amarillo + 0.15% fibra de coco
P + 0.40% FA + 0.10% FC	Patrón + 0.40% fibra de agave amarillo + 0.10% fibra de coco

Fuente: elaboración propia.

Objetivo específico 1: Determinar cómo influye la adición de fibra de agave amarillo y coco en las propiedades físicas del concreto $f'c=210 \text{ kg/cm}^2$, Ancash – 2022.

Propiedades físicas del concreto:

Las propiedades físicas del concreto fueron determinadas mediante la práctica de las normas ASTM y NTP pertinentes.



Figura 33. Ensayo de asentamiento del concreto.

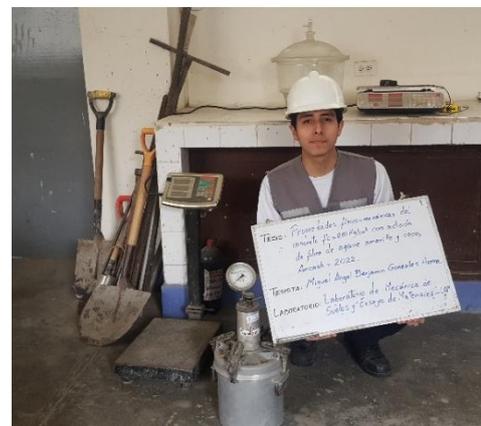


Figura 34. Ensayo de contenido de aire del concreto.

Realizando las pruebas según la norma correspondiente a las mismas, se logró obtener satisfactoriamente los siguientes resultados:

Asentamiento, consistencia y trabajabilidad

La prueba para la medición del asentamiento del concreto y descripción de su consistencia y trabajabilidad se realizó según la norma ASTM C 143, haciendo uso del cono de Abrams, siguiendo el procedimiento de la norma detallado en el marco teórico de esta investigación.

Tabla 30. Resultados del ensayo de asentamiento del concreto $f'c=210 \text{ kg/cm}^2$ de la muestra patrón y con adición de FA y FC

Dosificación	Asentamiento		Consistencia	Trabajabilidad
	(in)	(cm)		
P + 0.00% FA + 0.00% FC	3.50	8.89	Plástica	Trabajable
P + 0.10% FA + 0.10% FC	3.40	8.64	Plástica	Trabajable
P + 0.25% FA + 0.15% FC	3.20	8.13	Plástica	Trabajable
P + 0.40% FA + 0.10% FC	3.00	7.62	Plástica	Trabajable

Fuente: elaboración propia.

Acorde a los resultados expuestos, se presenta el siguiente gráfico estadístico, con la finalidad de analizar las diferencias según las dosificaciones:

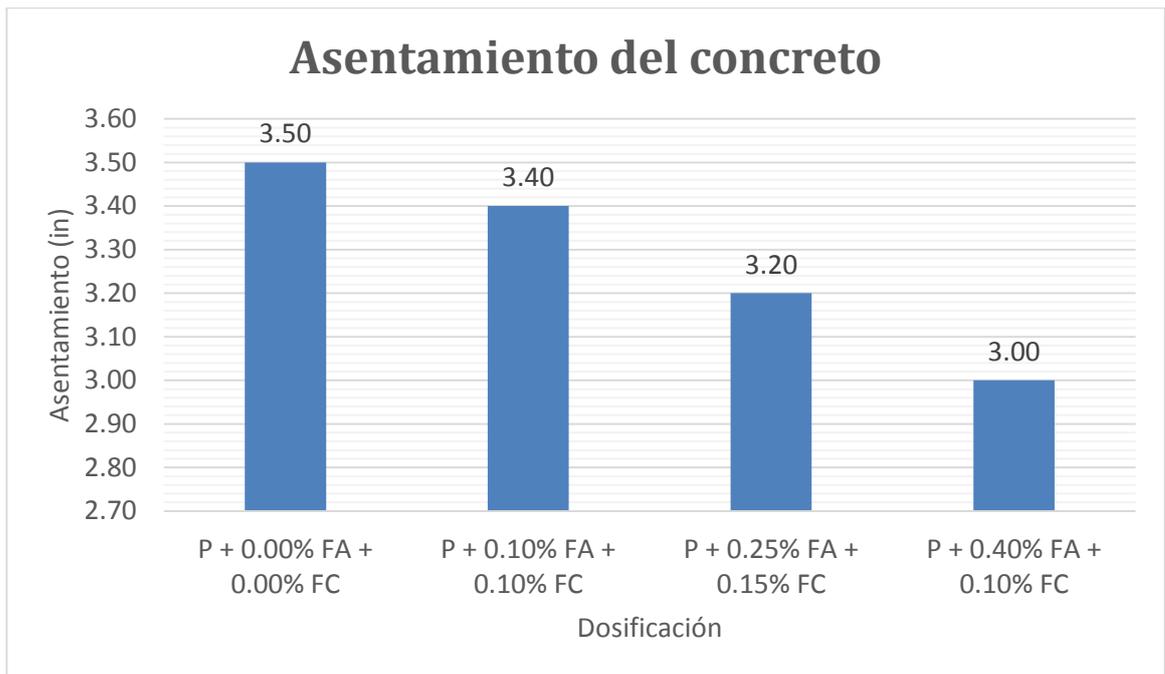


Figura 35. Asentamiento del concreto $f'c=210 \text{ kg/cm}^2$, según dosificación.

Interpretación: Los resultados obtenidos demostraron que el asentamiento del concreto disminuye conforme la adición de fibras incrementa, siendo el resultado de la muestra patrón 3.50 in, mientras que las muestras experimentales, según las dosificaciones con adición de 0.10% FA + 0.10% FC, 0.25% FA + 0.15% FC, 0.40% FA + 0.10% FC, tuvieron un valor de asentamiento o slump de 3.40, 3.20 y 3.00 in, respectivamente, lo cual representó un descenso de esta propiedad, pero en lo permisible, pues el método de diseño de concreto ACI comité 211 da a conocer que para este tipo de concreto el slump puede variar de 3 a 4 in, cuyo valor porcentual, respecto a la muestra patrón, representó una disminución de 2.86, 8.57 y 14.29%, respectivamente, cumpliendo con la normativa y el diseño.

Peso unitario del concreto

El peso unitario del concreto fue determinado mediante la aplicación de la norma ASTM C 138, utilizando un recipiente contenedor metálico, una varilla de acero y una balanza calibrada, procediendo a pesar dicho recipiente, luego a llenarlo de concreto en 3 capas relativamente iguales, varillando cada capa 25 veces, y finalmente a enrasar, limpiar y pesar el recipiente con concreto, apuntando cada uno de los datos para el posterior análisis y cálculo de los mismos.

Tabla 31. Resultados del ensayo de peso unitario del concreto $f'c=210 \text{ kg/cm}^2$ de la muestra patrón y con adición de FA y FC

Dosificación	Peso molde (kg)	Molde + muestra (kg)	Peso muestra (kg)	Volumen molde (m^3)	Peso unitario (kg/m^3)
P + 0.00% FA + 0.00% FC	3.425	20.270	16.930	0.007024	2410
P + 0.10% FA + 0.10% FC	3.425	20.385	16.960	0.007024	2415
P + 0.25% FA + 0.15% FC	3.425	20.550	17.175	0.007024	2438
P + 0.40% FA + 0.10% FC	3.425	20.240	16.815	0.007024	2394

Fuente: elaboración propia.

Estos resultados fueron representados en un gráfico estadístico para una mejor comprensión e interpretación de los mismos, como sigue:

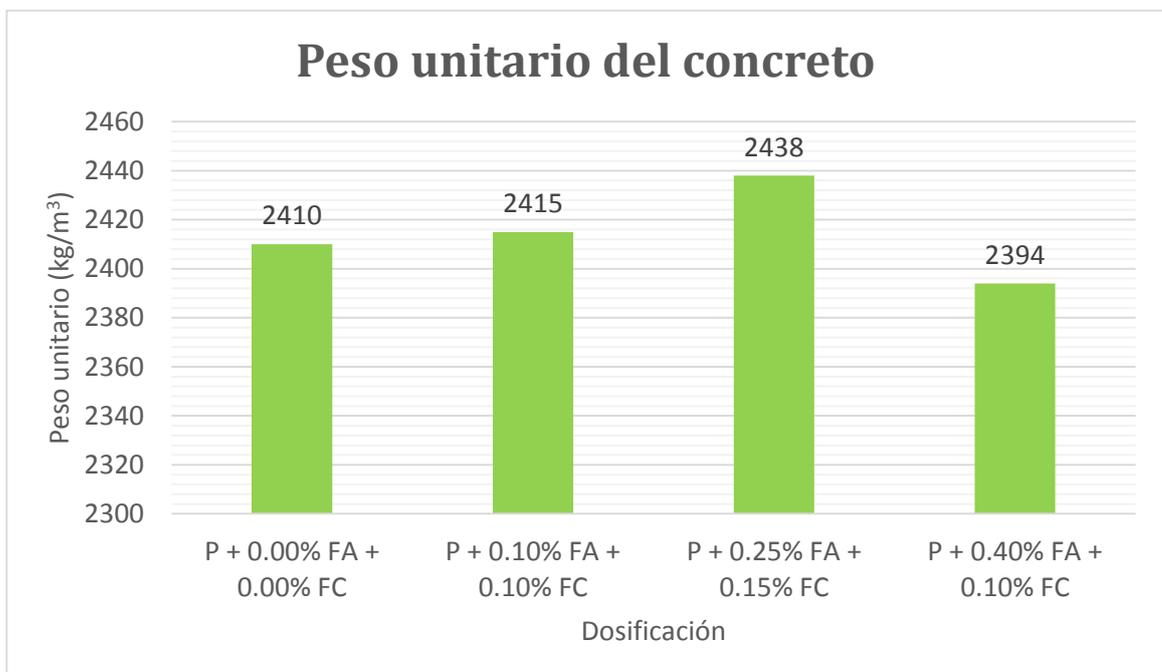


Figura 36. Peso unitario del concreto $f'c=210 \text{ kg/cm}^2$, según dosificación.

Interpretación: Para esta prueba, los resultados conseguidos evidenciaron una notoria variación de cantidades, puesto que el peso unitario del concreto patrón tuvo un valor de 2410 kg/m³, a comparación de las muestras experimentales con adición de 0.10% FA + 0.10% FC, 0.25% FA + 0.15% FC, 0.40% FA + 0.10% FC, que mostraron resultados de 2415, 2438 y 2394 kg/m³, respectivamente, lo que representó aumento en dos dosificaciones y disminución o descenso en una de ellas, con valores porcentuales de aumento al adicionar 0.10% FA + 0.10% FC y 0.25% FA + 0.15% FC de 0.21 y 1.16%, de forma respectiva, mientras que al adicionar 0.40% FA + 0.10% FC hubo un declive de esta propiedad de 0.66%; por lo expuesto, se puede afirmar que la mejor dosificación para esta propiedad es la de adición de 0.25% FA + 0.15% FC, ya que representa un mayor peso unitario real, y por ende, un mayor rendimiento del concreto. Las dosificaciones que presentaron aumento de la propiedad física cumplieron con la normativa y peso unitario teórico (superándolo), sin embargo, la última dosificación no.

De acuerdo a los resultados obtenidos del ensayo de peso unitario, se determinó el rendimiento del concreto, en base al peso unitario teórico, como se detalla:

Tabla 32. *Peso unitario y rendimiento del concreto $f'c=210$ kg/cm² de la muestra patrón y con adición de FA y FC*

Dosificación	Peso unitario real (kg/m³)	Peso unitario teórico (kg/m³)	Rendimiento
P + 0.00% FA + 0.00% FC	2410	2400	1.004
P + 0.10% FA + 0.10% FC	2415	2400	1.006
P + 0.25% FA + 0.15% FC	2438	2400	1.016
P + 0.40% FA + 0.10% FC	2394	2400	0.998

Fuente: elaboración propia.

Complementariamente, se presenta un gráfico estadístico de los resultados del rendimiento del material compuesto.

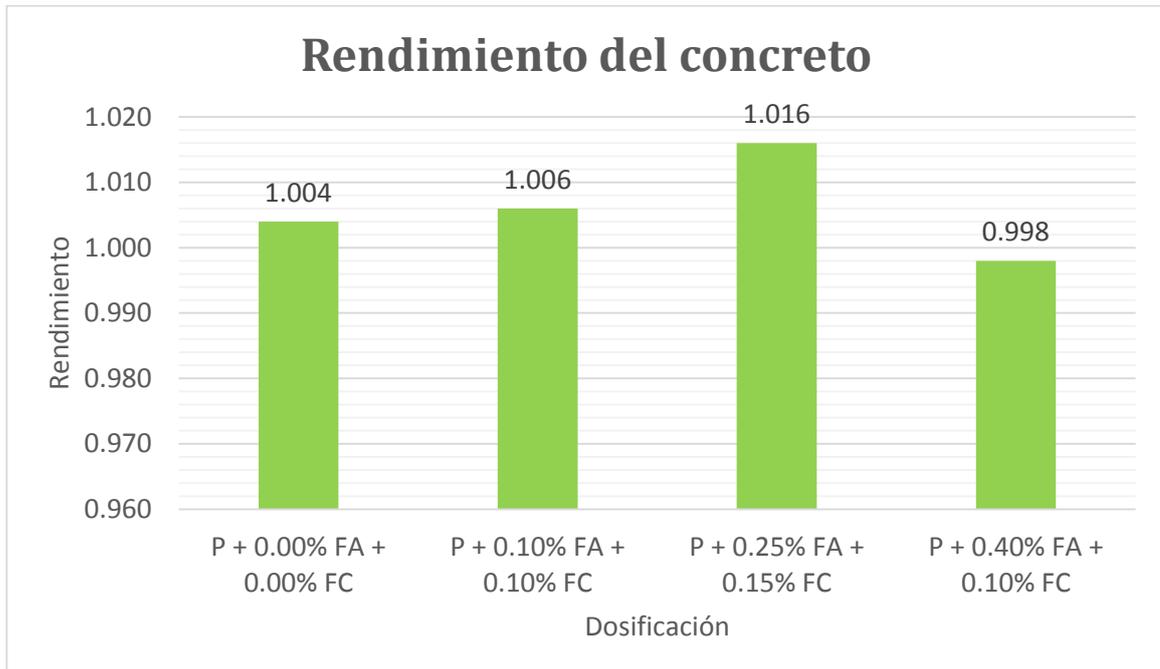


Figura 37. Rendimiento del concreto $f'c=210$ kg/cm², en base al peso unitario.

Interpretación: Los valores calculados del rendimiento del material compuesto, respecto al rendimiento teórico, expusieron que tanto en la muestra patrón como en las 2 primeras experimentales se elaboró más concreto del que se creía, algo que a gran escala reflejaría considerables beneficios, mientras que la última no, siendo esto evidente desde que se tiene el resultado del peso unitario.

Contenido de aire

El ensayo de contenido de aire fue realizado conforme a la norma ASTM C 231, haciendo uso de la Olla Washington con su respectivo medidor de aire tipo B y otros instrumentos necesarios, obteniendo los resultados mostrados en la tabla.

Tabla 33. Resultados del ensayo de contenido de aire del concreto $f'c=210 \text{ kg/cm}^2$ de la muestra patrón y con adición de FA y FC

Dosificación	Contenido de aire de diseño (%)	Contenido de aire de Olla Washington (%)
P + 0.00% FA + 0.00% FC	2.0	1.80
P + 0.10% FA + 0.10% FC	2.0	1.90
P + 0.25% FA + 0.15% FC	2.0	1.73
P + 0.40% FA + 0.10% FC	2.0	1.97

Fuente: elaboración propia.

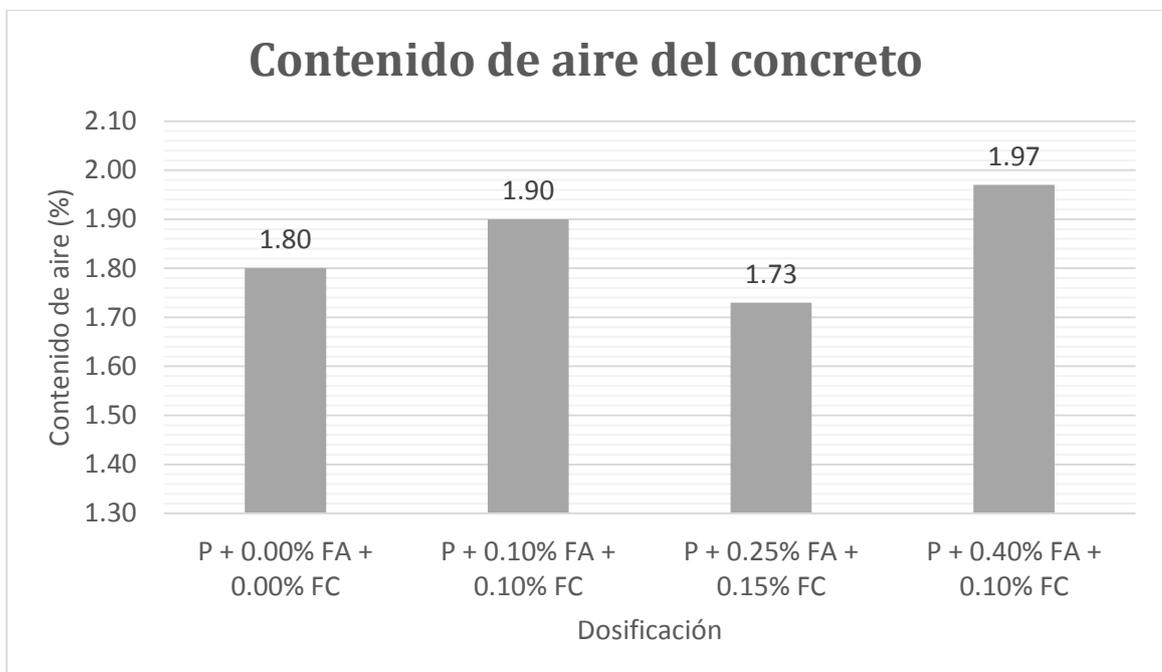


Figura 38. Contenido de aire del concreto $f'c=210 \text{ kg/cm}^2$, según dosificación.

Interpretación: Los resultados de la práctica de la prueba de contenido de aire atrapado del concreto indicaron que el valor cuantitativo para la muestra patrón fue de 1.80%, mientras que las muestras de concreto experimental, con adición de 0.10% FA + 0.10% FC, 0.25% FA + 0.15% FC, 0.40% FA + 0.10% FC, dieron como resultado un contenido de aire de 1.90, 1.73 y 1.97%, respectivamente, lo que dio a notar la variabilidad e inconstancia de esta propiedad física a medida que se añaden las fibras. Los resultados de las muestras experimentales dieron

a conocer una variación de 5.56 y 9.44% por encima del resultado de la muestra patrón, esto al añadir 0.10% FA + 0.10% FC y 0.40% FA + 0.10% FC, de manera respectiva, asimismo, una disminución de la misma de 3.89% al adicionar 0.25% FA + 0.15% FC, respetando lo establecido en la norma en el caso de la muestra patrón y las experimentales superiores a esta, con un margen de error de 0.25%, en relación al contenido de aire de diseño, cumpliendo con la normativa vigente.

Exudación

Paralelamente a los demás ensayos se seleccionó una muestra de concreto y se realizó la prueba de exudación, acorde al procedimiento de la norma ASTM C 232, llegando a la obtención de los siguientes resultados:

Tabla 34. Resultados del ensayo de exudación del concreto $f'c=210$ kg/cm² de la muestra patrón y con adición de FA y FC

Dosificación	Volumen final exudado (L)	Masa de agua en muestra (L)	Exudación (%)
P + 0.00% FA + 0.00% FC	0.0265	1.50	1.75
P + 0.10% FA + 0.10% FC	0.0270	1.50	1.78
P + 0.25% FA + 0.15% FC	0.0300	1.50	1.98
P + 0.40% FA + 0.10% FC	0.0224	1.50	1.48

Fuente: elaboración propia.

Estos fueron representados en un gráfico estadístico, con la finalidad de analizar de mejor manera los resultados obtenidos.

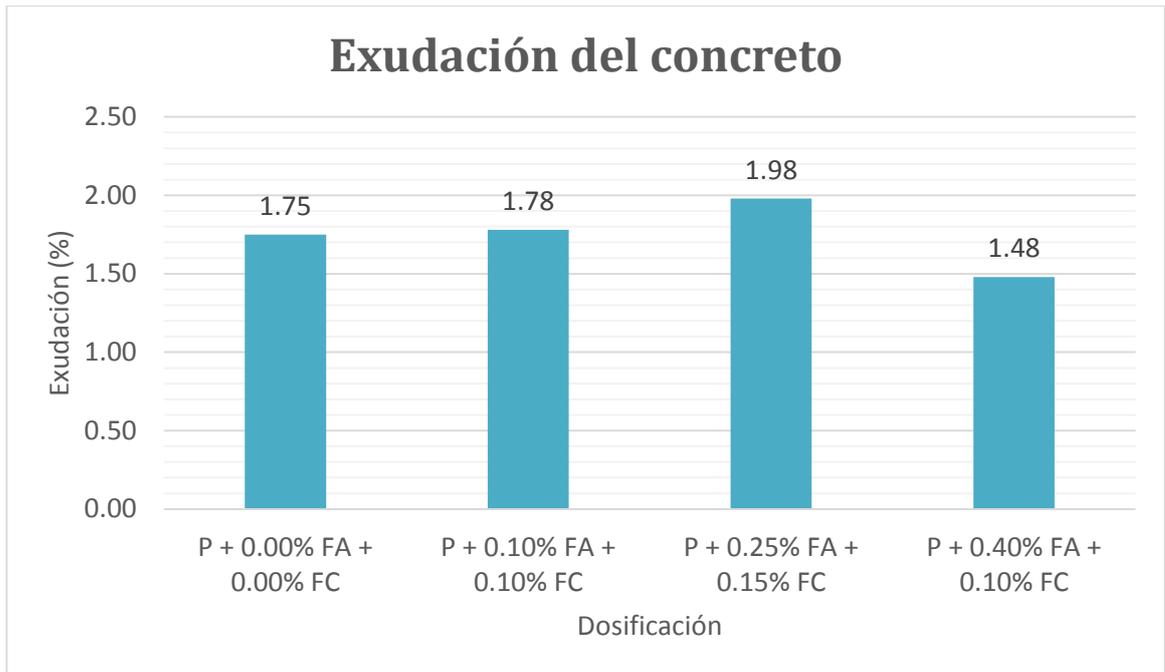


Figura 39. Exudación del concreto $f'c=210$ kg/cm², según dosificación.

Interpretación: Los resultados del ensayo de exudación del concreto, ejercido según norma, expusieron que, hasta cierto porcentaje de adición de FA y FC, la propiedad incrementa su valor, decreciendo mucho la última muestra, respecto a la muestra patrón, siendo el valor de exudación del concreto patrón 1.75%, y con adición de 0.10% FA + 0.10% FC, 0.25% FA + 0.15% FC, 0.40% FA + 0.10% FC, valores de 1.78, 1.98 y 1.48%, lo cual evidencia que a partir de la segunda dosificación experimental en adelante la exudación disminuye; sin embargo, el mejor resultado fue justamente de la última dosificación experimental, ya que el porcentaje de exudación fue muy bajo, siendo esto relevante y favorable a la relación agua–cemento (a/c) y proceso de fraguado del concreto, implicando sus resistencias a las diversas fuerzas externas. Los resultados presentaron crecida del valor de la propiedad en porcentaje de 1.71 y 13.14% para las dosificaciones con adición de 0.10% FA + 0.10% FC y 0.25% FA + 0.15% FC, respectivamente, respecto a la muestra patrón, mientras que para la dosificación con adición de 0.40% FA + 0.10% FC hubo un descenso de 15.43%, respetando la norma.

Segregación

En cada uno de los casos, concreto patrón y experimentales, no hubo presencia de segregación, puesto que se trabajó con un material (concreto) convencional y la adición de las fibras no representó significancia en esta propiedad.

Permeabilidad

Finalmente, se realizó la prueba de permeabilidad, según lo determinado en las normas ASTM C 1701 y UNE-EN 12390-8, el cual fue el único ensayo practicado posterior al fraguado del concreto, es decir, en el estado endurecido del mismo, de las propiedades físicas del material, consiguiendo los sucesivos resultados:

Tabla 35. Resultados del ensayo de permeabilidad del concreto $f'c=210 \text{ kg/cm}^2$ de la muestra patrón y con adición de FA y FC

Dosificación	Permeabilidad (mm)
P + 0.00% FA + 0.00% FC	2.90
P + 0.10% FA + 0.10% FC	2.71
P + 0.25% FA + 0.15% FC	2.95
P + 0.40% FA + 0.10% FC	3.06

Fuente: elaboración propia.

Dichos resultados fueron plasmados en un gráfico estadístico, esto con el fin de compararlos y llegar a interpretarlos adecuadamente.

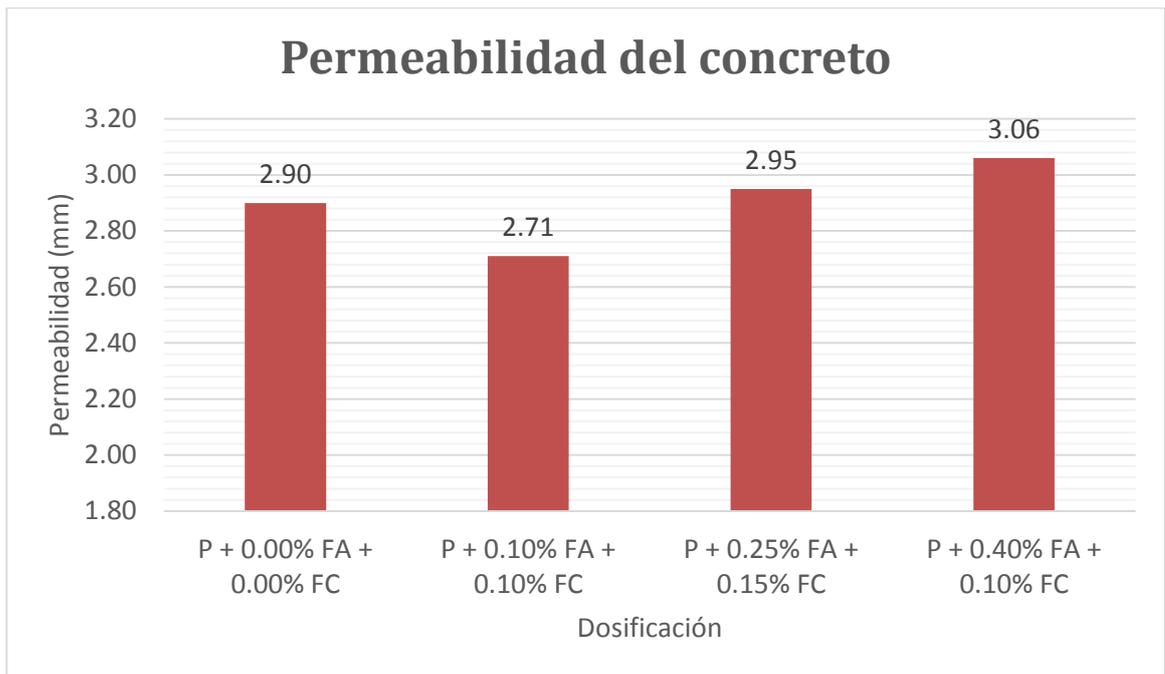


Figura 40. Permeabilidad del concreto $f'c=210$ kg/cm², según dosificación.

Interpretación: Los resultados que se obtuvieron del ejercicio del ensayo dieron a conocer que la muestra patrón alcanzó un valor de permeabilidad de 2.90 mm, mientras que los grupos experimentales con adición de 0.10% FA + 0.10% FC, 0.25% FA + 0.15% FC, 0.40% FA + 0.10% FC, valores de 2.71, 2.95 y 3.06 mm, observándose que la propiedad disminuye en el caso de la primera dosificación experimental, respecto a la muestra patrón, con un porcentaje de declinación de 6.55%, entre tanto que las siguientes superaron la permeabilidad de la muestra patrón, es decir, se evidenció aumento respecto al grupo patrón, en porcentajes de 1.72 y 5.52%, respectivamente; de esto, podemos aseverar que el mejor de todos los resultados fue el obtenido con adición de 0.10% FA + 0.10% FC, pues el reflejar menor permeabilidad es positivo para el concreto, ya que potencia la durabilidad del concreto en cierto grado y mengua la presencia de grietas en el mismo. Es importante confirmar que todas las muestras de concreto cumplieron con la normativa vigente, siendo la principal la norma UNE-EN 12390-8 (2020).

Objetivo específico 2: Determinar cómo influye la adición de fibra de agave amarillo y coco en las propiedades mecánicas del concreto $f'c=210 \text{ kg/cm}^2$, Ancash – 2022.

Propiedades mecánicas del concreto:

Las propiedades mecánicas del concreto fueron determinadas conforme a lo descrito en las normas ASTM y NTP correspondientes, asegurando así la buena práctica de la normativa y cumpliendo con las exigencias mínimas.

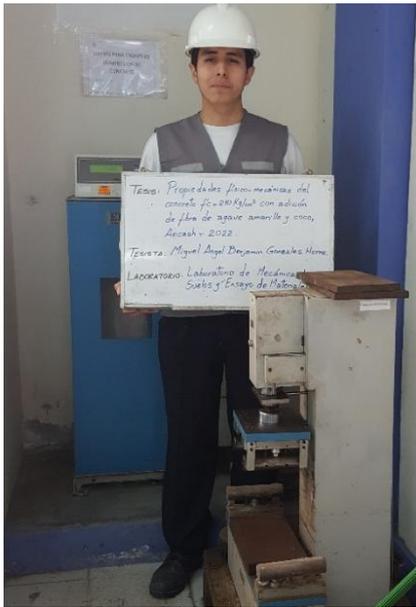


Figura 41. Ensayo de resistencia a la compresión del concreto.

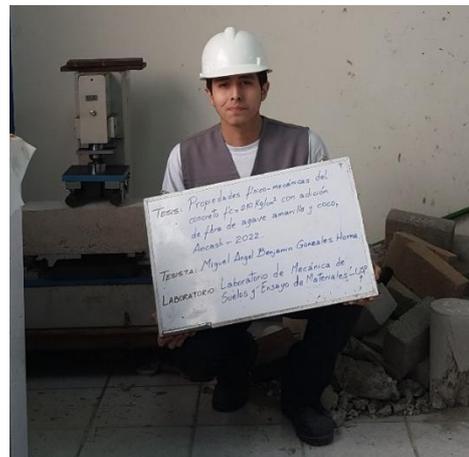


Figura 42. Ensayo de resistencia a la flexión del concreto.

Resistencia a la compresión

La principal propiedad mecánica del concreto es su resistencia a la compresión, en esta se basa el diseño del material; para obtener resultados se trabajó con la norma ASTM C 39, verificando lo estipulado en la norma para la buena práctica de la misma y el cumplimiento de los requisitos mínimos de la norma E.060.

Resistencia a compresión a los 7 días de curado:

En la siguiente tabla podemos observar los resultados del ensayo de resistencia a la compresión a edad de 7 días, según dosificación.

Tabla 36. Resultados del ensayo de resistencia a la compresión del concreto $f'_c=210 \text{ kg/cm}^2$ de la muestra patrón y con adición de FA y FC a los 7 días

Dosificación	Edad	fc (kg/cm ²)	fc/f'c (%)	Promedio
P + 0.00% FA + 0.00% FC	7 días	177.50	84.52	178.02
	7 días	177.37	84.46	
	7 días	179.19	85.33	
P + 0.10% FA + 0.10% FC	7 días	192.57	91.70	190.02
	7 días	188.79	89.90	
	7 días	188.69	89.85	
P + 0.25% FA + 0.15% FC	7 días	183.25	87.26	182.33
	7 días	181.96	86.65	
	7 días	181.78	86.56	
P + 0.40% FA + 0.10% FC	7 días	160.77	76.56	159.72
	7 días	159.27	75.84	
	7 días	159.11	75.77	

Fuente: elaboración propia.

Gráficamente podemos expresar los resultados de la sucesiva forma, con el fin de apreciar mejor la diferencia de las resistencias según dosificación:

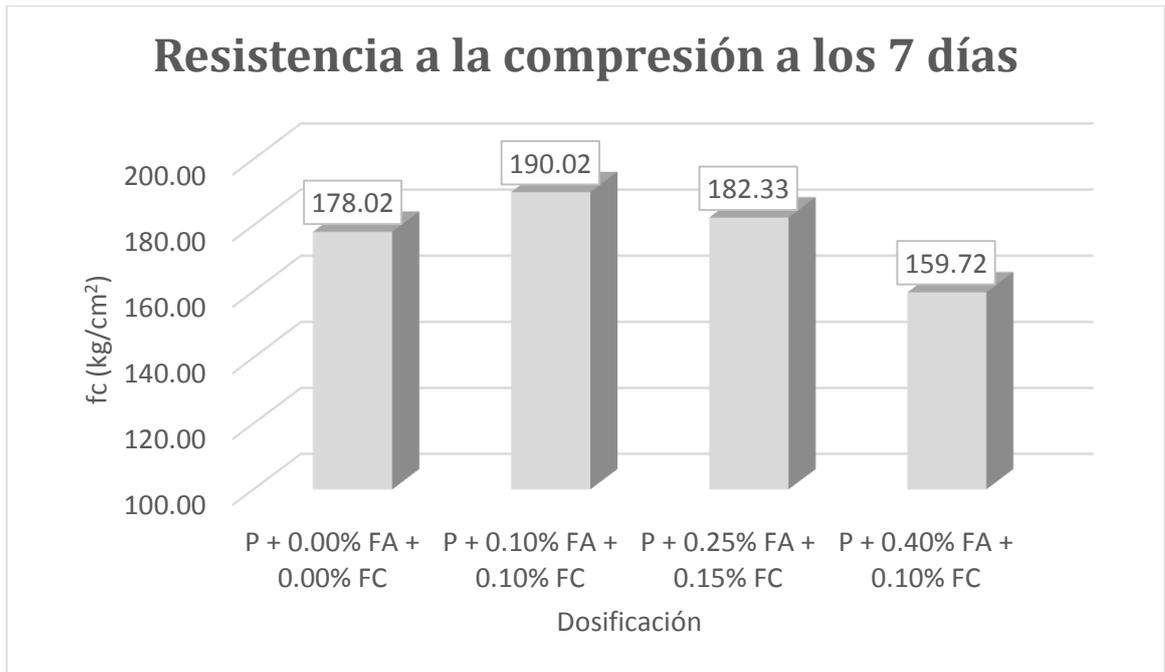


Figura 43. Resistencia a la compresión del concreto $f'_c=210$ kg/cm² a los 7 días.

Interpretación: Los resultados conseguidos a los 7 días posteriores al fraguado mostraron aumento en la primera dosificación experimental, respecto al conjunto patrón, el cual tuvo un resultado de 178.02 kg/cm², mientras que las susodichas muestras experimentales de dosificación con adición de 0.10% FA + 0.10% FC, 0.25% FA + 0.15% FC, 0.40% FA + 0.10% FC, manifestaron valores de 190.02, 182.33 y 159.72 kg/cm², descubriendo que a excepción de la última dosificación experimental las otras superaron la resistencia adquirida por la muestra patrón; sin embargo, todos los grupos aventajaron la resistencia mínima especificada a edad de 7 días, según la norma internacional ASTM C 1074 (2017), la cual indica que la resistencia mínima a esa edad debe ser 65% de la resistencia de diseño, valor obtenido del promedio de mínimamente 3 muestras de un mismo concreto. De estos resultados se aprecia que, teniendo como referencia la muestra patrón, las muestras experimentales con adición de 0.10% FA + 0.10% FC y 0.25% FA + 0.15% FC, aumentaron en 6.74 y 2.42%, respectivamente, mientras que en el caso de la última dosificación con adición de 0.40% FA + 0.10% FC se evidenció un descenso porcentual de 10.28%, aguardando a ensayar los especímenes de concreto a los 14 y 28 días para corroborar la tendencia.

Resistencia a compresión a los 14 días de curado:

En la siguiente tabla podemos observar los resultados del ensayo de resistencia a la compresión a edad de 14 días, según dosificación.

Tabla 37. Resultados del ensayo de resistencia a la compresión del concreto $f'_c=210 \text{ kg/cm}^2$ de la muestra patrón y con adición de FA y FC a los 14 días

Dosificación	Edad	fc (kg/cm ²)	fc/f'c (%)	Promedio
P + 0.00% FA + 0.00% FC	14 días	201.17	95.80	201.20
	14 días	203.38	96.85	
	14 días	199.05	94.79	
P + 0.10% FA + 0.10% FC	14 días	206.86	98.50	207.35
	14 días	208.86	99.46	
	14 días	206.32	98.25	
P + 0.25% FA + 0.15% FC	14 días	199.30	94.91	202.85
	14 días	206.00	98.09	
	14 días	203.24	96.78	
P + 0.40% FA + 0.10% FC	14 días	172.14	81.97	174.93
	14 días	177.78	84.66	
	14 días	174.87	83.97	

Fuente: elaboración propia.

Gráficamente podemos expresar los resultados del siguiente modo, con el fin de apreciar de mejor manera la variación de la resistencia según dosificación:

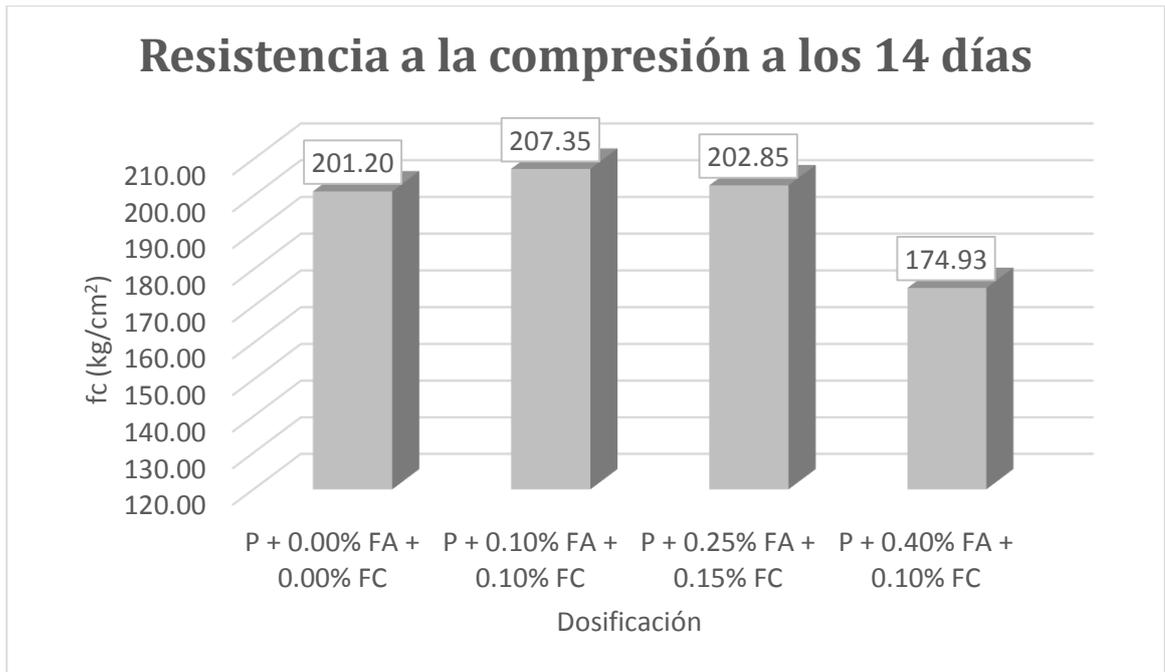


Figura 44. Resistencia a la compresión del concreto $f'_c=210$ kg/cm² a los 14 días.

Interpretación: Los resultados a 14 días de edad del concreto revelaron mejora e incremento de esta propiedad mecánica en dos dosificaciones experimentales, siendo que el resultado de la muestra patrón fue 201.20 kg/cm², mientras que para adiciones de 0.10% FA + 0.10% FC, 0.25% FA + 0.15% FC, 0.40% FA + 0.10% FC, los resultados fueron de 207.35, 202.85 y 174.93 kg/cm², de manera respectiva, lo que implica una variación porcentual, respecto al concreto patrón, de 3.06 y 0.82% en ascenso y 13.06 en descenso, respectivamente, observando que después de la primera dosificación la resistencia empieza a decaer, siendo la mejor dosificación a esta edad la primera experimental. De los resultados, se puede afirmar que, únicamente la muestra patrón y las muestras con agregación de 0.10% FA + 0.10% FC, 0.25% FA + 0.15% FC, cumplieron con la resistencia mínima, según la norma ASTM C 1074 (2017), de 90%, respecto a la resistencia de diseño, continuando así la observación del aumento de la resistencia en los posteriores ensayos.

Resistencia a compresión a los 28 días de curado:

En la siguiente tabla podemos apreciar los resultados del ensayo de resistencia a la compresión a edad de 28 días, según dosificación.

Tabla 38. Resultados del ensayo de resistencia a la compresión del concreto $f'_c=210 \text{ kg/cm}^2$ de la muestra patrón y con adición de FA y FC a los 28 días

Dosificación	Edad	fc (kg/cm ²)	fc/f'c (%)	Promedio
P + 0.00% FA + 0.00% FC	28 días	219.29	104.42	218.72
	28 días	217.00	103.33	
	28 días	219.86	104.70	
P + 0.10% FA + 0.10% FC	28 días	238.50	113.57	236.33
	28 días	234.00	111.43	
	28 días	236.48	112.61	
P + 0.25% FA + 0.15% FC	28 días	216.47	103.08	220.98
	28 días	222.86	106.12	
	28 días	223.61	106.48	
P + 0.40% FA + 0.10% FC	28 días	205.45	97.83	207.41
	28 días	209.69	99.85	
	28 días	207.10	98.62	

Fuente: elaboración propia.

Gráficamente podemos expresar los resultados de la siguiente manera, con la finalidad de apreciar mejor la variación de la resistencia según dosificación:

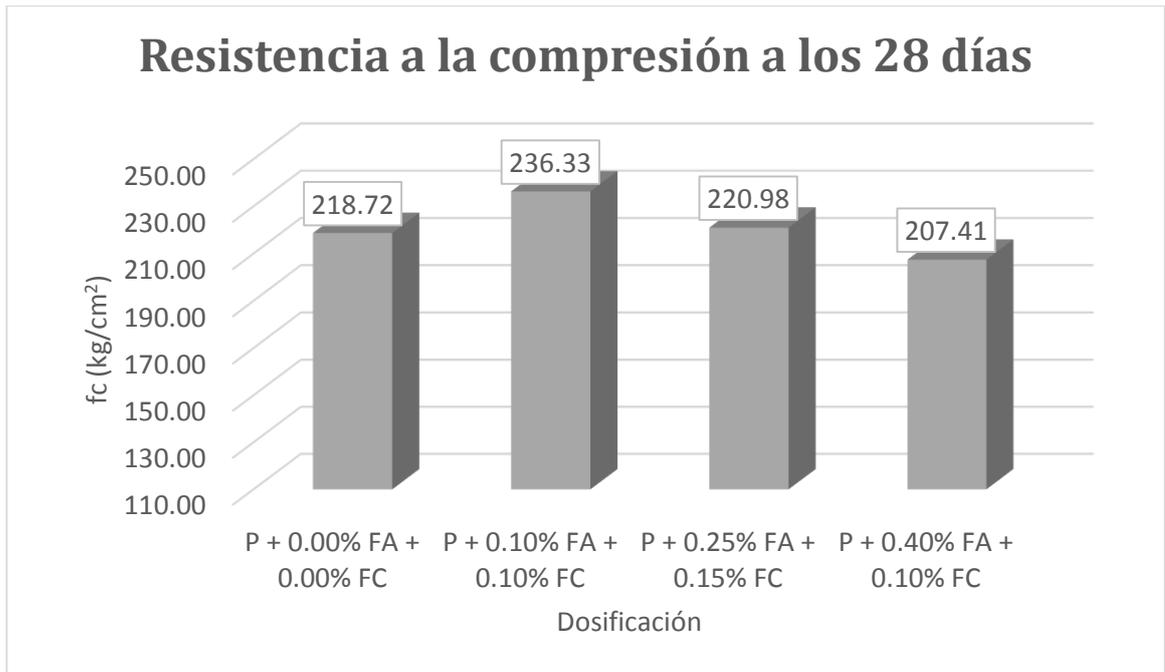


Figura 45. Resistencia a la compresión del concreto $f'_c=210$ kg/cm² a los 28 días.

Interpretación: Los resultados a esta edad de madurez del concreto acreditaron como resistencia a la compresión final para la muestra patrón un valor promedio de 218.72 kg/cm², mientras que los grupos experimentales con adición de 0.10% FA + 0.10% FC, 0.25% FA + 0.15% FC, 0.40% FA + 0.10% FC, lograron obtener resistencias de 236.33, 220.98 y 207.41 kg/cm², respectivamente, lo que permite apreciar la variación porcentual de cada dosificación experimental, respecto a la muestra patrón, que fue de 8.05 y 1.03% de aumento para adición de 0.10% FA + 0.10% FC y 0.25% FA + 0.15% FC, respectivamente, y 5.17% de disminución para la última dosificación experimental con adición de 0.40% FA + 0.10% FC. De los resultados obtenidos, aseveramos que, el mejor resultado fue el obtenido con adición de 0.10% FA + 0.10% FC, siendo la mayor resistencia a compresión del concreto conseguida. El cumplimiento de lo establecido en la norma vigente ASTM C 1074 (2017) fue efectivo para la muestra patrón y con adición de 0.10% FA + 0.10% FC y 0.25% FA + 0.15% FC, superando el 99% como mínimo de la resistencia de diseño, mientras que la última no lo logró por muy poco.

Resumen de la resistencia a la compresión

Los resultados según dosificación y días de curado (edad) fueron resumidos en la tabla a continuación:

Tabla 39. Resumen de la resistencia a la compresión del concreto $f'c=210 \text{ kg/cm}^2$ de la muestra patrón y con adición de FA y FC

Dosificación	Edad (días)	fc promedio (kg/cm ²)
P + 0.00% FA + 0.00% FC	7	178.02
	14	201.20
	28	218.72
P + 0.10% FA + 0.10% FC	7	190.02
	14	207.35
	28	236.33
P + 0.25% FA + 0.15% FC	7	182.33
	14	202.85
	28	220.98
P + 0.40% FA + 0.10% FC	7	159.72
	14	174.93
	28	207.41

Fuente: elaboración propia.

Resultados que expresados en un gráfico estadístico muestran la evolución de esta resistencia del concreto en cada una de sus fases, conforme avanzan los días de curado y según cada dosificación.

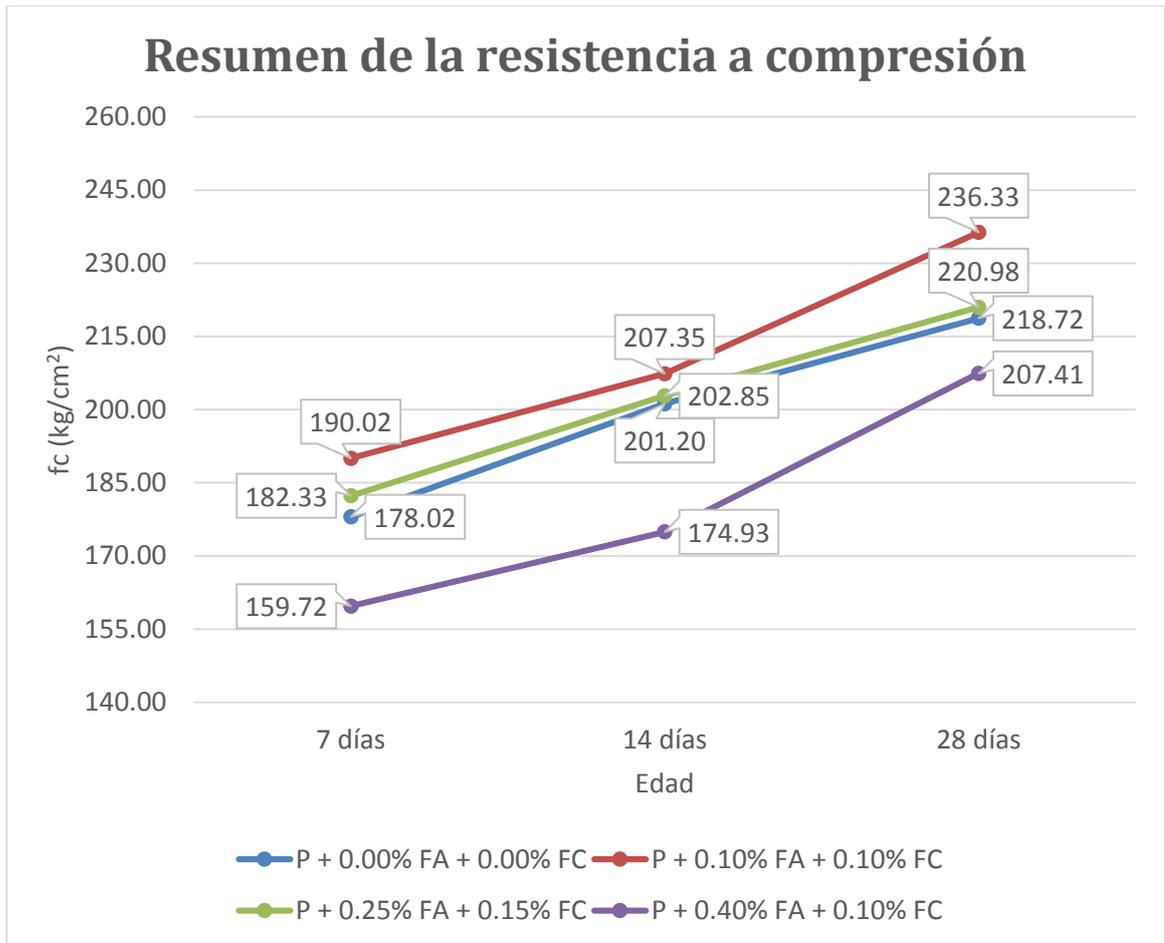


Figura 46. Resumen de la resistencia a la compresión del concreto.

Interpretación: La gráfica lineal exhibe las diferencias entre las dosificaciones y cómo varía la resistencia a la compresión de cada una de ellas, siendo la de mejor comportamiento y mayor evolución la muestra P + 0.10% FA + 0.10% FC. Por lo expuesto, podemos afirmar que la muestra experimental nro. 1 es la mejor y óptima, en lo que se refiere a esta propiedad mecánica y la normativa vigente.

Resistencia a la tracción

La prueba de resistencia a la tracción del concreto se realizó según los pasos e indicaciones de la norma ASTM C 496, aplicando la prueba de tracción indirecta (método brasileño), verificando que la carga se puntualice en el eje diametral del testigo y registrando los resultados, los cuales son los siguientes:

Tabla 40. Resultados del ensayo de resistencia a la tracción indirecta del concreto $f'_c=210 \text{ kg/cm}^2$ de la muestra patrón y con adición de FA y FC a los 28 días

Dosificación	Edad	T (kg/cm ²)	Promedio (kg/cm ²)
P + 0.00% FA + 0.00% FC	28 días	24.10	24.57
	28 días	25.50	
	28 días	24.10	
P + 0.10% FA + 0.10% FC	28 días	27.10	26.93
	28 días	26.80	
	28 días	26.90	
P + 0.25% FA + 0.15% FC	28 días	24.60	25.17
	28 días	25.60	
	28 días	25.30	
P + 0.40% FA + 0.10% FC	28 días	20.90	21.27
	28 días	21.40	
	28 días	21.50	

Fuente: elaboración propia.

Terminada la prueba se verificó el cumplimiento de lo establecido en la norma, confirmando que cada uno de los testigos superó la resistencia mínima.

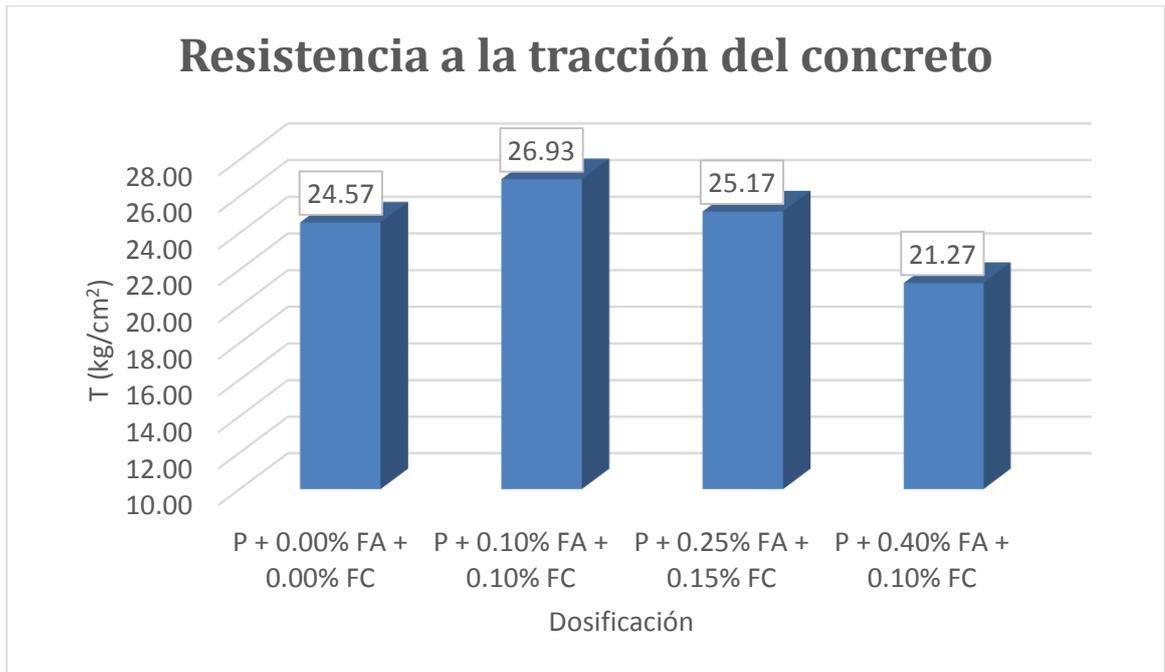


Figura 47. Resistencia a la tracción del concreto $f'_c=210$ kg/cm² a los 28 días.

Interpretación: Los resultados de la prueba expusieron que los valores para la muestra patrón y con adición de 0.10% FA + 0.10% FC, 0.25% FA + 0.15% FC, 0.40% FA + 0.10% FC, fueron 24.57, 26.93, 25.17 y 21.27 kg/cm², de manera respectiva, lo cual exhibió una diferencia porcentual, en relación al grupo patrón, de 9.63 y 2.44% de aumento para las adiciones de 0.10% FA + 0.10% FC, 0.25% FA + 0.15% FC, respectivamente, entre tanto que para la adición de 0.40% FA + 0.10% FC, el valor disminuyó en 13.43%. De estos resultados, podemos notar que, la mejor dosificación fue la muestra con adición de 0.10% FA + 0.10% FC, la cual presentó un incremento de 9.63%; por otra parte, todas las dosificaciones cumplieron con lo predispuesto en la norma internacional ASTM C 496.

Resistencia a la flexión

El último ensayo realizado fue el de resistencia a la flexión del concreto, el cual se desarrolló en cumplimiento de la norma ASTM C 78, como se resuelve:

Tabla 41. Resultados del ensayo de resistencia a la flexión del concreto $f'c=210$ kg/cm^2 de la muestra patrón y con adición de FA y FC a los 28 días

Dosificación	Edad	Mr (kg/cm^2)	Promedio (kg/cm^2)
P + 0.00% FA + 0.00% FC	28 días	63.90	62.97
	28 días	61.20	
	28 días	63.80	
P + 0.10% FA + 0.10% FC	28 días	74.20	73.27
	28 días	73.70	
	28 días	71.90	
P + 0.25% FA + 0.15% FC	28 días	63.60	64.83
	28 días	65.10	
	28 días	65.80	
P + 0.40% FA + 0.10% FC	28 días	60.90	58.97
	28 días	58.30	
	28 días	57.70	

Fuente: elaboración propia.

Los resultados obtenidos también fueron expresados en un gráfico estadístico, con la finalidad de asimilar las diferencias según cada dosificación.

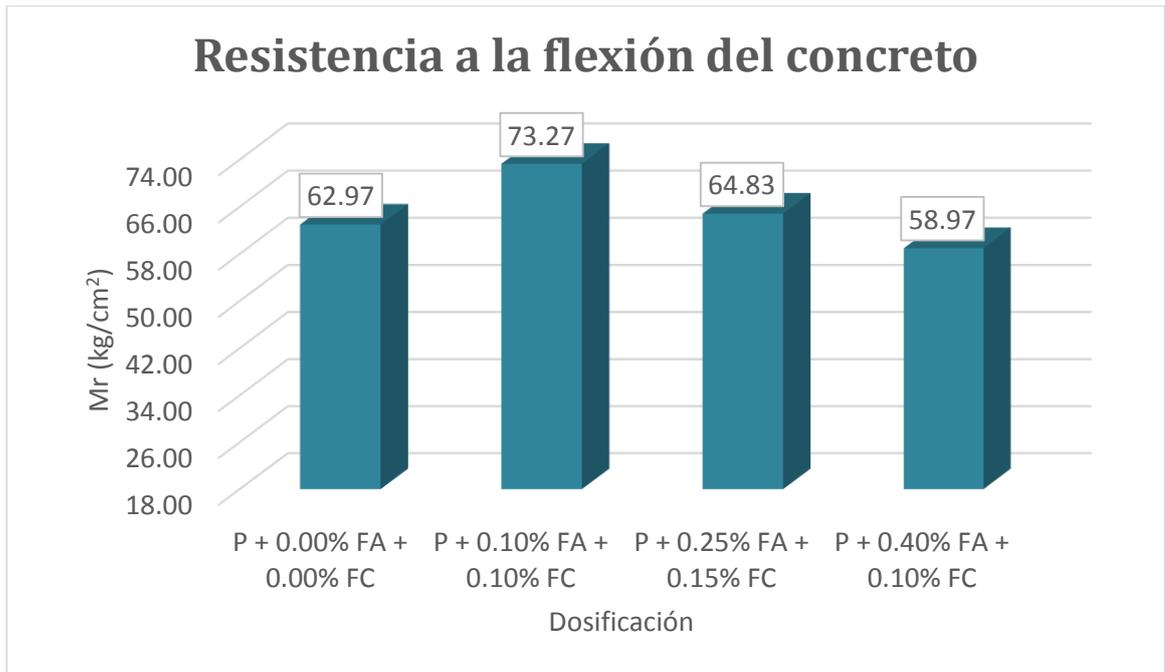


Figura 48. Resistencia a la flexión del concreto $f'_c=210$ kg/cm² a los 28 días.

Interpretación: Los resultados de la prueba de resistencia a la flexión de vigas de concreto simple revelaron que la muestra patrón obtuvo un módulo de rotura de 62.97 kg/cm², mientras que las dosificaciones con adición de 0.10% FA + 0.10% FC, 0.25% FA + 0.15% FC, 0.40% FA + 0.10% FC, obtuvieron valores de 73.27, 64.83 y 58.97 kg/cm², respectivamente, lo que representó un incremento de la resistencia en las dos primeras muestras experimentales con adición de 0.10% FA + 0.10% FC y 0.25% FA + 0.15% FC, de 16.36 y 2.96%, respecto a la muestra patrón y de forma respectiva, entre tanto que, la última de ellas, en la que se adicionó 0.40% FA + 0.10% FC, disminuyó en 6.35%, observando de todo lo mencionado que la mejor dosificación fue la primera experimental con adición de 0.10% FA + 0.10% FC, pues presentó un incremento considerable de 16.36%, respecto a la muestra patrón. De todo esto, podemos aseverar que, las cuatro dosificaciones cumplieron con los requisitos mínimos establecidos en la norma ASTM C 78, lo que garantiza la fiabilidad de los resultados y sus valores.

Objetivo específico 3: Determinar la influencia de la dosificación con adición de fibra de agave amarillo y coco en las propiedades físico-mecánicas del concreto $f'c=210 \text{ kg/cm}^2$, Ancash – 2022.

Influencia de la dosificación en las propiedades del concreto:

El añadir fibra de agave amarillo y coco en el concreto en porcentajes reducidos y específicos evidenció en la práctica la influencia directa de estas fibras en las propiedades del concreto, potenciándolas y mejorándolas, comprobando así la tercera hipótesis específica como se observa:

Influencia en las propiedades físicas

Las propiedades físicas variaron como se muestra a continuación, partiendo de un control definido como grupo patrón, que sirvió como punto de referencia para identificar la observada variación.

Tabla 42. *Influencia de la dosificación con adición de fibra de agave amarillo y coco en las propiedades físicas del concreto $f'c=210 \text{ kg/cm}^2$*

Propiedad física	Dosificación			
	P + 0.00% FA + 0.00% FC	P + 0.10% FA + 0.10% FC	P + 0.25% FA + 0.15% FC	P + 0.40% FA + 0.10% FC
Asentamiento (in)	3.50	3.40	3.20	3.00
Contenido de aire (%)	1.80	1.90	1.73	1.97
Peso unitario (kg/m ³)	2410	2415	2438	2394
Exudación (%)	1.75	1.78	1.98	1.48
Permeabilidad (mm)	2.90	2.71	2.95	3.06

Fuente: elaboración propia.

Interpretación: Los resultados acreditaron la mejora de las propiedades físicas del concreto en función a la adición en porcentajes especificados de FA y FC de una de las dosificaciones experimentales. Dichos resultados, tanto para el grupo patrón como para las muestras experimentales, dieron a conocer lo consecutivo: asentamiento de 3.50, 3.40, 3.20 y 3.00 in, contenido de aire de 1.80, 1.90, 1.73 y 1.97%, peso unitario de 2410, 2415, 2438 y 2394 kg/m³, exudación de 1.75, 1.78, 1.98 y 1.48% y permeabilidad de 2.90, 2.71, 2.95 y 3.06 mm, cada uno de estos de manera respectiva al orden de adición de FA y FC, destacando de entre todas como la mejor la dosificación con adición de 0.10% FA + 0.10% FC, puesto que prácticamente mantiene el asentamiento, resultado favorable a la sustancial relación a/c, asimismo, el contenido de aire es bueno y cercano al de diseño, el peso unitario es ligeramente superior al de la muestra patrón y excede al teórico, lo que indica que se elabora más concreto del que se pensaba, la exudación es similar a la del concreto patrón, y la permeabilidad es la menor de todas, lo cual incidirá positivamente en la durabilidad del concreto y prevención de fisuras. De lo expuesto, se afirma que, cada una de las pruebas cumplió con su respectiva norma y los requisitos mínimos y márgenes de error en ellas suscritas.

Influencia en las propiedades mecánicas

Posteriormente al fraguado del concreto, se procedió a evaluar las propiedades mecánicas del material en su estado endurecido, es decir, el esfuerzo que este presenta frente a las diversas fuerzas actuantes, refiriéndonos a su resistencia a compresión, tracción y flexión, obteniendo como resultados de la influencia de la adición de fibra de agave amarillo y coco en la dosificación lo siguiente:

Influencia en la resistencia a la compresión:

La influencia de las fibras en la susodicha propiedad mecánica del concreto, al ser adicionadas en el mismo, se muestra en el siguiente gráfico:

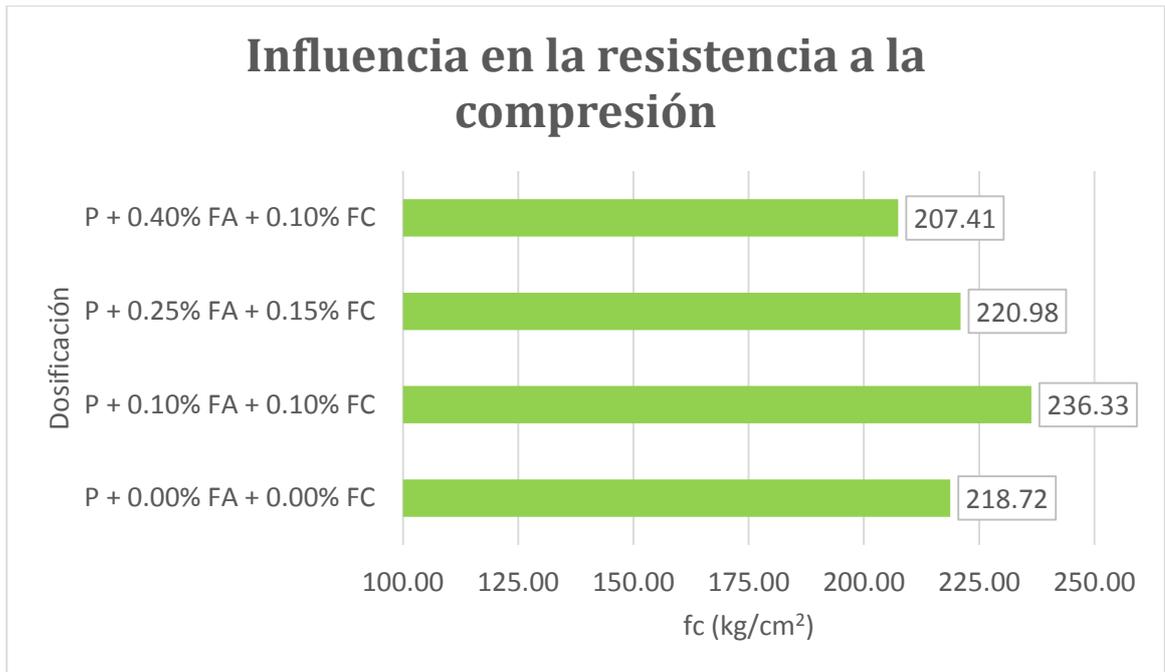


Figura 49. Influencia de la dosificación con adición de fibra de agave amarillo y coco en la resistencia a la compresión del concreto $f'_c=210 \text{ kg/cm}^2$.

Interpretación: Los resultados de este ensayo mostraron que la muestra patrón alcanzó una resistencia de 218.72 kg/cm^2 , mientras que las dosificaciones con adición de $0.10\% \text{ FA} + 0.10\% \text{ FC}$, $0.25\% \text{ FA} + 0.15\% \text{ FC}$, $0.40\% \text{ FA} + 0.10\% \text{ FC}$, valores de la misma de 236.33 , 220.98 y 207.41 kg/cm^2 , respectivamente, esto después de 28 días, es así que se denota un contraste de porcentajes de 8.05 y 1.03% para adiciones de $0.10\% \text{ FA} + 0.10\% \text{ FC}$ y $0.25\% \text{ FA} + 0.15\% \text{ FC}$, de manera respectiva, y una disminución de 5.17% para la muestra con adición de $0.40\% \text{ FA} + 0.10\% \text{ FC}$, de lo que se aprecia que la dosificación que influyó de mejor forma en esta propiedad del concreto fue la primera experimental con adición de $0.10\% \text{ FA} + 0.10\% \text{ FC}$, ya que la incrementó en 8.05% . En paralelo, es evidente que sólo la muestra patrón y las dosificaciones experimentales con adición de $0.10\% \text{ FA} + 0.10\% \text{ FC}$ y $0.25\% \text{ FA} + 0.15\% \text{ FC}$ cumplieron con las normas pertinentes, ASTM C 1074 (2017), la cual especifica que la resistencia a la compresión del concreto a los 28 días debe ser mínimamente de 99% de la resistencia de diseño, mientras que todas las dosificaciones cumplieron con las normas NTE E.060 (2009) y ACI 318S (2014) que establecen que la resistencia mínima a la compresión para concreto estructural es 175 kg/cm^2 .

Influencia en la resistencia a la tracción:

La influencia de la FA y FC en esta propiedad del concreto, al ser añadidas al material compuesto, se muestra en el siguiente gráfico:

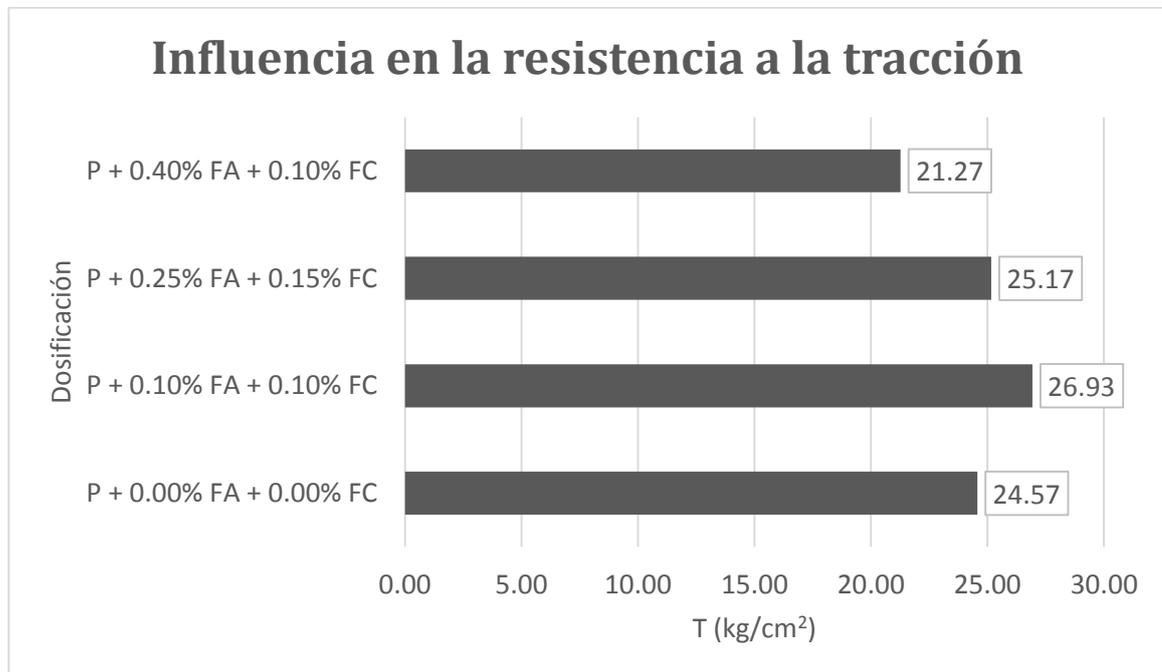


Figura 50. Influencia de la dosificación con adición de fibra de agave amarillo y coco en la resistencia a la tracción del concreto $f'c=210$ kg/cm².

Interpretación: Los resultados de la prueba de resistencia a la tracción indirecta mostraron que el concreto patrón tuvo una resistencia de 24.57 kg/cm², mientras que las dosificaciones con adición de 0.10% FA + 0.10% FC, 0.25% FA + 0.15% FC, 0.40% FA + 0.10% FC, valores de 26.93, 25.17 y 21.27 kg/cm², de forma respectiva, lo que representa un incremento de la misma de 9.63 y 2.44% y una disminución de 13.43%, respectivamente, en relación a la muestra patrón. Esto evidenció que el mejor resultado fue el obtenido adicionando 0.10% FA + 0.10% FC, pues aumentó la resistencia considerablemente en 9.63%. Finalmente, la norma ASTM C 496 (2017) recibió cumplimiento por parte de las dosificaciones en su totalidad, puesto que cumplieron con lo determinado en la misma, es decir, que el resultado de la resistencia T sea como mínimo el 10% de la resistencia a compresión. Todos estos resultados, en especial la primera dosificación con FA y FC añadidas, revelaron la influencia positiva de la adición en esta propiedad.

Influencia en la resistencia a la flexión:

La influencia de la adición de FA y FC en la resistencia a flexión, al ser añadidas al concreto, se muestra en la siguiente gráfica:

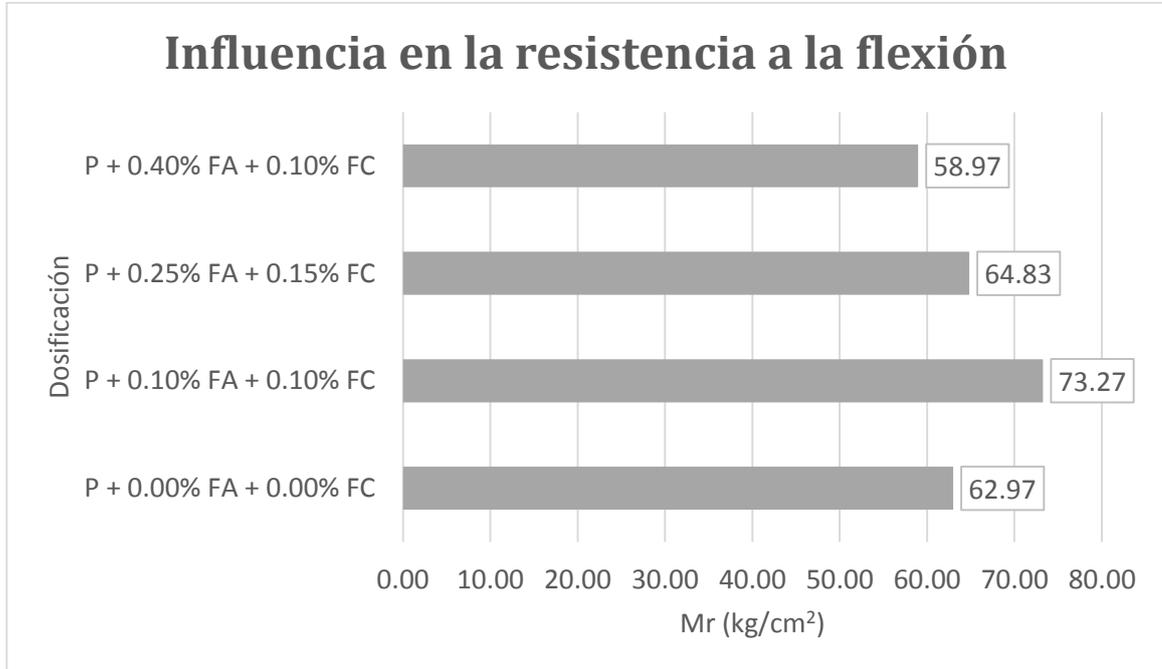


Figura 51. Influencia de la dosificación con adición de fibra de agave amarillo y coco en la resistencia a la flexión del concreto $f'_c=210$ kg/cm².

Interpretación: Los resultados conseguidos del ensayo de resistencia a flexión expusieron que la muestra patrón alcanzó un módulo de rotura de 62.97 kg/cm², en tanto que las muestras con adición de 0.10% FA + 0.10% FC, 0.25% FA + 0.15% FC, 0.40% FA + 0.10% FC, un Mr de 73.27, 64.83 y 58.97 kg/cm², lo que puede expresarse porcentualmente como un aumento de 16.36 y 2.96% en el caso de las dosificaciones en las que se adicionó 0.10% FA + 0.10% FC y 0.25% FA + 0.15% FC, mientras que al adicionar 0.40% FA + 0.10% FC disminuyó en 6.35%; estos resultados expresan que la mejor dosificación para esta propiedad fue la experimental con adición de 0.10% FA + 0.10% FC, pues incrementó la resistencia notablemente en 16.36%. Finalmente, los resultados cumplieron con la norma ASTM C 78 (2022), en la que se indica que la resistencia a flexión debe ser mínimamente el 15% de la resistencia a la compresión del concreto.

Análisis estadístico

El procedimiento estadístico empleado en esta investigación para lograr conocer el grado de relación entre las variables de estudio se detalla en el Anexo 10.

La síntesis del análisis estadístico efectuado se detalla a continuación:

Resistencia a compresión: Para f_c (RC en el análisis estadístico) se determinó que el grado de relación entre las variables de estudio es negativo y moderado, puesto que, basándonos en el análisis estadístico y los resultados obtenidos, el coeficiente de correlación de Pearson es de -0.443.

Resistencia a tracción: Para T (RT en el análisis estadístico) se determinó que el grado de relación entre las variables de estudio es negativo y moderado, pues, en base al análisis estadístico y los resultados, el coeficiente de correlación de Pearson es de -0.526.

Resistencia a flexión: Por último, referente a M_r (RF en el análisis estadístico), se determinó que el grado de relación entre las variables de estudio es negativo y bajo, pues, en base al análisis estadístico realizado y los resultados logrados, el coeficiente de correlación de Pearson es de -0.351.

V. DISCUSIÓN

Objetivo específico 1: Determinar cómo influye la adición de fibra de agave amarillo y coco en las propiedades físicas del concreto $f'c=210 \text{ kg/cm}^2$, Ancash – 2022.

Asentamiento

Para Hilario y Sifuentes (2021), en la investigación que llevaron a cabo, lograron obtener resultados del asentamiento para la muestra patrón y al adicionar 0.50, 0.80 y 1.00% de fibra de agave amarillo, valores de 2.50, 2.40, 2.20 y 2.00 in, respectivamente, disminuyendo el mismo conforme aumenta la adición de fibra.

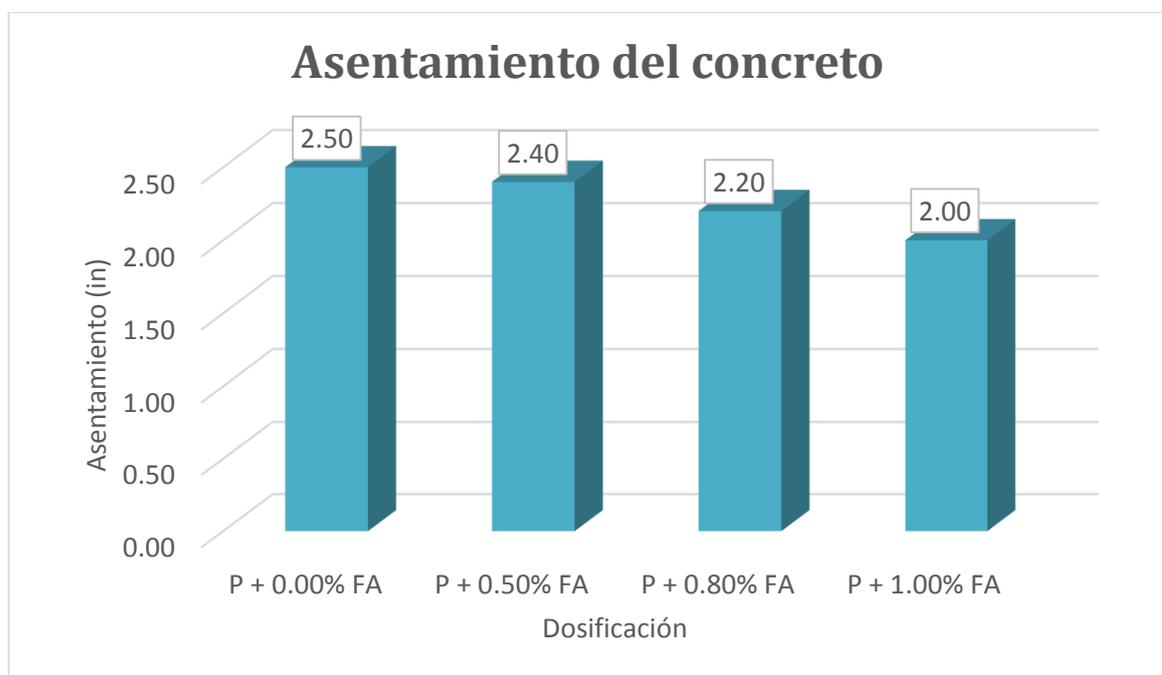


Figura 52. Asentamiento del concreto de Hilario y Sifuentes (2021).

En esta investigación se obtuvieron resultados del asentamiento para la muestra patrón de 3.50 in, y para los grupos experimentales con adición de 0.10% FA + 0.10% FC, 0.25% FA + 0.15% FC, 0.40% FA + 0.10% FC, valores de 3.40, 3.20 y 3.00 in, respectivamente, evidenciando que conforme acrecienta la adición de fibras el asentamiento disminuye linealmente, mostrando influencia directa.

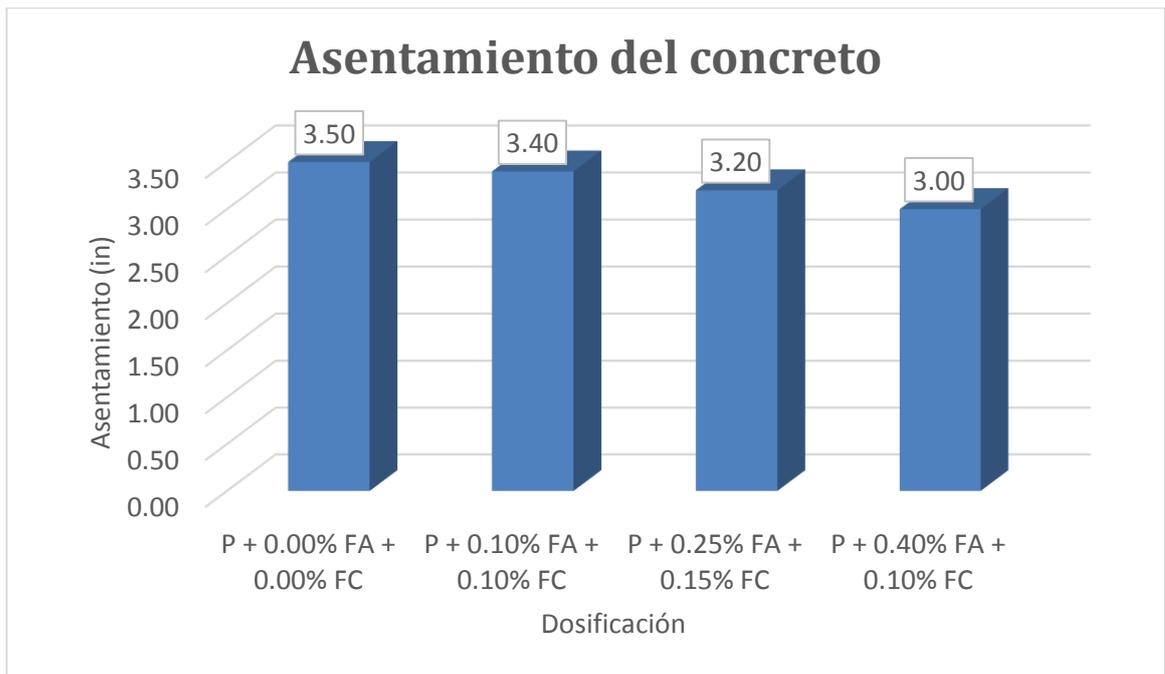


Figura 53. Asentamiento del concreto de esta investigación.

Para Hilario y Sifuentes (2021), al incorporar FA en la dosificación del concreto en 0.50, 0.80 y 1.00%, el asentamiento disminuyó respecto a la muestra patrón, con valores de 2.40, 2.20 y 2.00 in, respectivamente, y en esta investigación al adicionar FA y FC como sigue: 0.10% FA + 0.10% FC, 0.25% FA + 0.15% FC, 0.40% FA + 0.10% FC, también disminuyó conforme aumentó la adición de las fibras, siendo el asentamiento 3.40, 3.20 y 3.00 in, respectivamente. En base a los resultados obtenidos en esta investigación, podemos afirmar la existencia de coincidencia en los resultados conseguidos por ambas partes.

Los resultados de Hilario y Sifuentes no cumplen con lo establecido por el comité 211 del ACI, puesto que el slump es inferior a 3 in y no se encuentra en el rango de 3 a 4 in; entre tanto que, en esta investigación se cumplió con lo especificado, siendo que el asentamiento estuvo entre 3 y 4 in, cumpliendo con la normativa.

El ensayo de asentamiento aplicado en esta investigación fue adecuado, ya que se realizó conforme a los pasos de la norma ASTM C 143 y se determinaron los valores de esta propiedad del concreto al adicionar las fibras.

Peso unitario

Para Mallaupoma (2019), en su investigación desarrollada, alcanzó valores del peso unitario del material para el grupo patrón y al adicionar 0.50, 0.75 y 1.00% de fibra de agave amarillo de 2253.01, 2250.26, 2249.34 y 2246.58 kg/m³, de manera respectiva, observando que la propiedad disminuye a medida que se va adicionando la fibra en mayor cantidad.

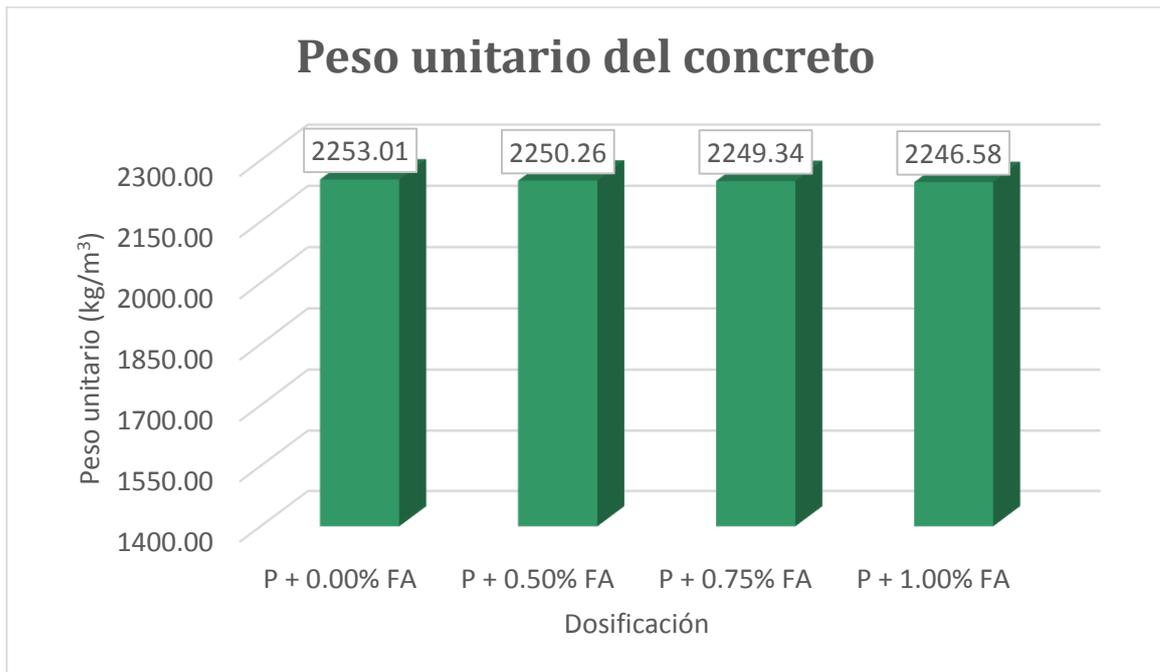


Figura 54. Peso unitario del concreto de Mallaupoma (2019).

En esta investigación se obtuvieron resultados del peso unitario para la muestra patrón de 2410 kg/m³, mientras que para los grupos experimentales con adición de 0.10% FA + 0.10% FC, 0.25% FA + 0.15% FC, 0.40% FA + 0.10% FC, valores de 2415, 2438 y 2394 kg/m³, respectivamente, notando que conforme acrecienta la adición de fibras el peso unitario aumenta linealmente, influyendo para bien, con la única excepción de la última dosificación experimental, la cual disminuyó, manifestando que a partir de esa dosificación la propiedad tiende al descenso.

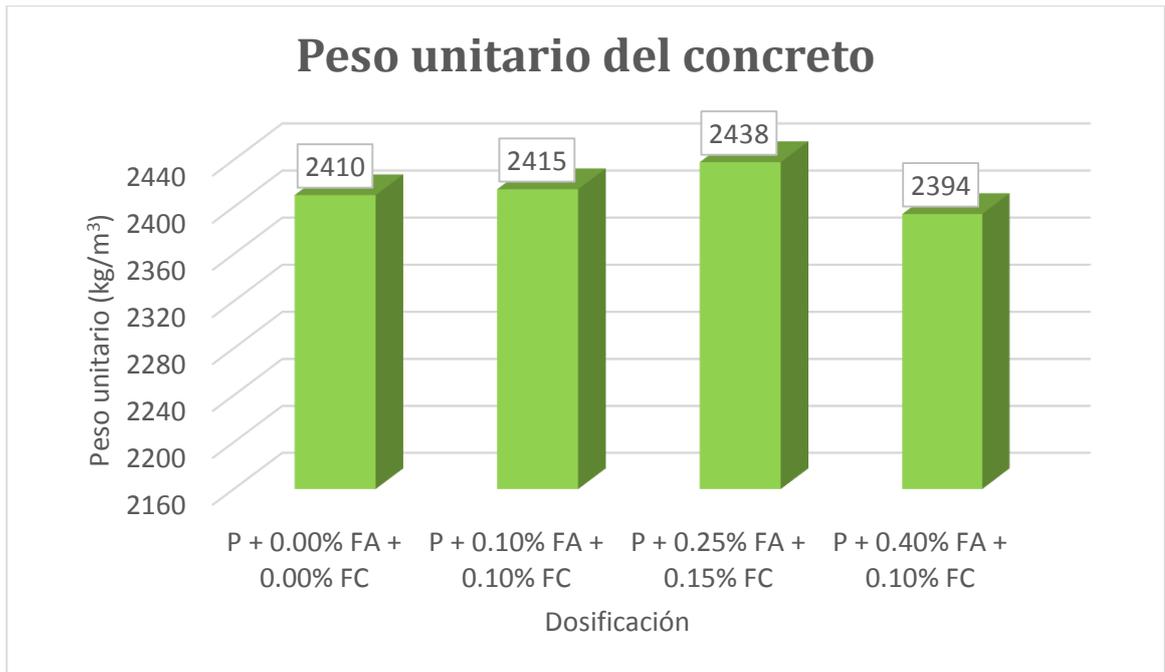


Figura 55. Peso unitario del concreto de esta investigación.

Para Mallaupoma (2019), al incorporar FA en la dosificación del material en 0.50, 0.75 y 1.00%, el peso unitario descendió en relación a la muestra patrón, cuyos resultados evidenciaron disminuciones porcentuales de 0.12, 0.16 y 0.29%, de forma respectiva, mientras que, en esta investigación, al adicionar FA y FC como sigue: 0.10% FA + 0.10% FC, 0.25% FA + 0.15% FC, 0.40% FA + 0.10% FC, se consiguieron valores que representaron un aumento de 0.21 y 1.16%, en el caso de las dos primeras dosificaciones experimentales, y una disminución de 0.66% por parte de la última, notando la existencia de discrepancia de resultados.

Los resultados de Mallaupoma no cumplieron con lo señalado en la respectiva norma ASTM C 138, ya que el valor del peso unitario en todas las muestras fue inferior al peso unitario de diseño; por parte de esta investigación, los resultados cumplieron con la norma, obteniéndose valores superiores al peso unitario para el que fue diseñado, esto a excepción de la última dosificación experimental.

El ensayo de peso unitario ejercido en esta investigación fue adecuado, pues se realizó conforme a la norma ASTM C 138 y se determinaron los valores de esta propiedad del concreto al adicionar las fibras.

Contenido de aire

Para Mallaupoma (2019), los datos resultantes de la práctica del ensayo de aire atrapado para la adición de fibra de agave amarillo en porcentajes de 0.50, 0.75 y 1.00% fueron 2.5, 3.0 y 3.2%, respectivamente, mientras que la muestra patrón obtuvo un contenido de aire de 2.2%, lo que evidenció un aumento considerable de la propiedad conforme se añadía la fibra estudiada.

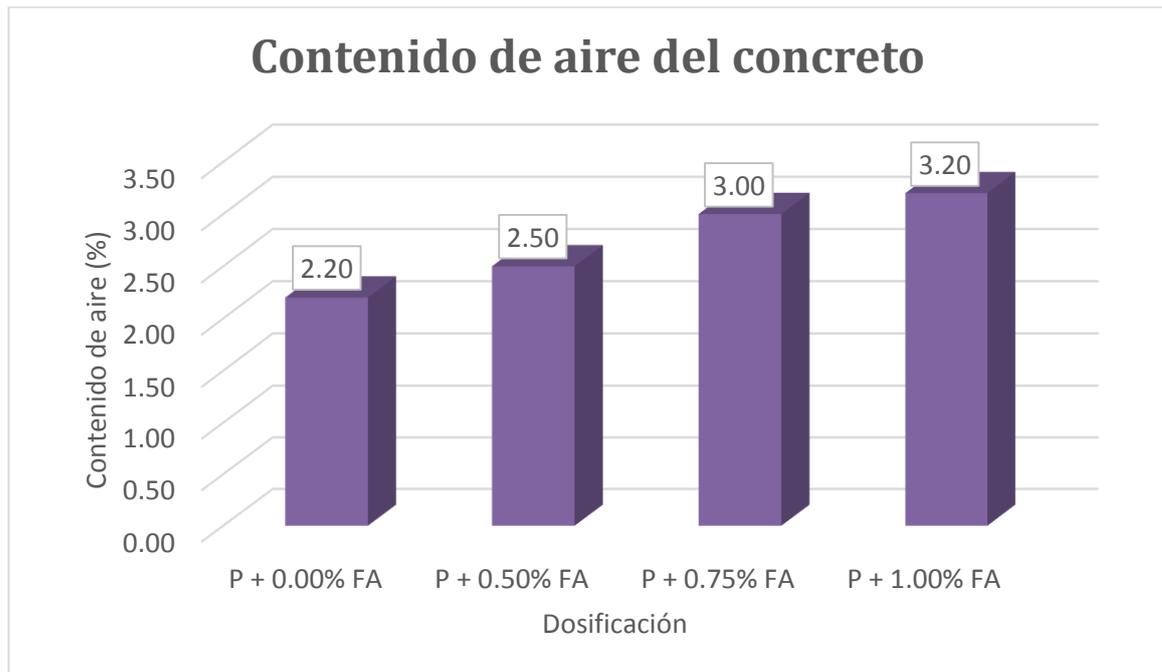


Figura 56. Contenido de aire del concreto de Mallaupoma (2019).

En esta investigación, al haber desarrollado la prueba de contenido de aire por el método de presión, según la norma ASTM C 231, se obtuvieron resultados de 1.80, 1.90, 1.73 y 1.97% para la muestra patrón y con adición de 0.10% FA + 0.10% FC, 0.25% FA + 0.15% FC, 0.40% FA + 0.10% FC, respectivamente, lo que muestra un acrecentamiento de la propiedad, a excepción de la segunda.

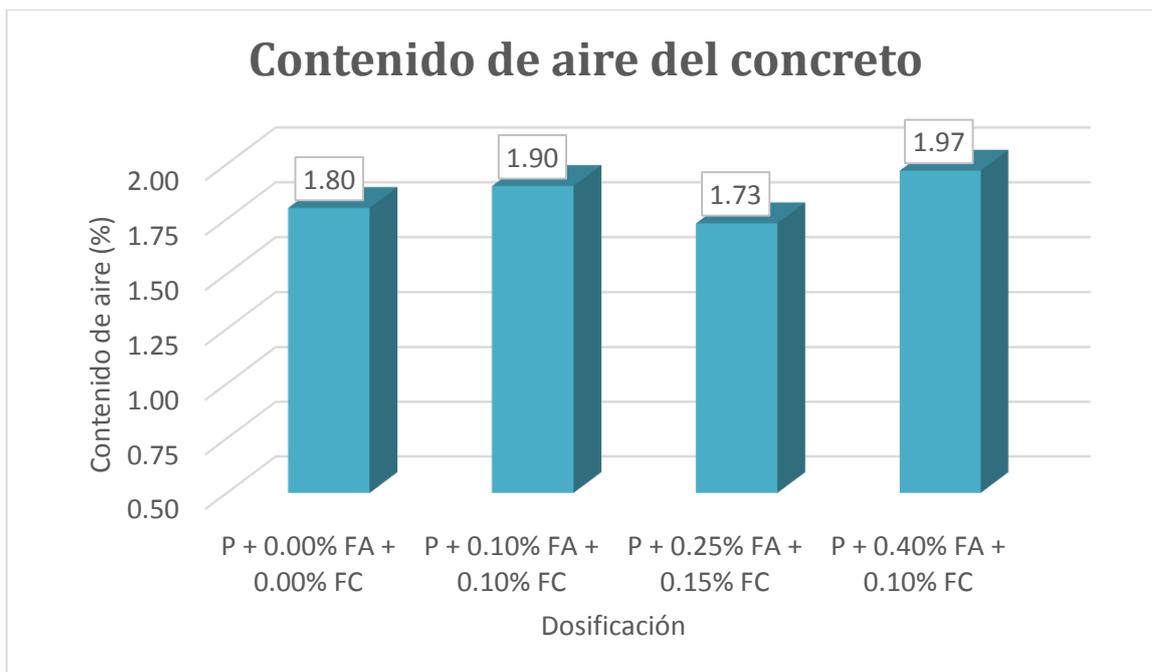


Figura 57. Contenido de aire del concreto de esta investigación.

Para Mallaupoma (2019), al adicionar 0.50, 0.75 y 1.00% de FA en el concreto, obtuvo valores por encima del resultado de la muestra patrón, con respectivos aumentos de 13.64, 36.36 y 45.45%, mientras que, en la presente, se lograron resultados al adicionar 0.10% FA + 0.10% FC y 0.40% FA + 0.10% FC de 1.90 y 1.97%, los cuales representaron aumentos de 5.56 y 9.44%, respectivamente, entre tanto que, al adicionar 0.25% FA + 0.15% FC, se obtuvo un contenido de aire de 1.73%, el cual representa una disminución de 3.89%, demostrando así, de forma general, similitud por parte de ambas investigaciones.

Los resultados de Mallaupoma no cumplieron con la disposición de la normativa ASTM C 231, que en su escrito indica que como máximo puede haber diferencia de porcentajes de contenido de aire de 0.25%, respecto al contenido de aire de diseño, mientras que, en esta investigación, prácticamente todas cumplieron con lo requerido por la norma, lo cual es indicio de la buena elaboración del concreto.

El ensayo de contenido de aire en esta investigación fue adecuado, ya que se realizó conforme a los pasos de la norma ASTM C 231 y se determinaron los valores de esta propiedad del concreto al adicionar las fibras.

Objetivo específico 2: Determinar cómo influye la adición de fibra de agave amarillo y coco en las propiedades mecánicas del concreto $f'c=210 \text{ kg/cm}^2$, Ancash – 2022.

Resistencia a la compresión

Para Inga (2019), el valor de f_c del concreto patrón fue 231 kg/cm^2 , y con adición de 0.80, 1.60 y 2.40% de fibra de coco, 251, 244 y 238 kg/cm^2 , respectivamente, incrementando respecto a la muestra patrón en 9.0, 6.0 y 3.0%, conforme se iba añadiendo la fibra, de forma respectiva.

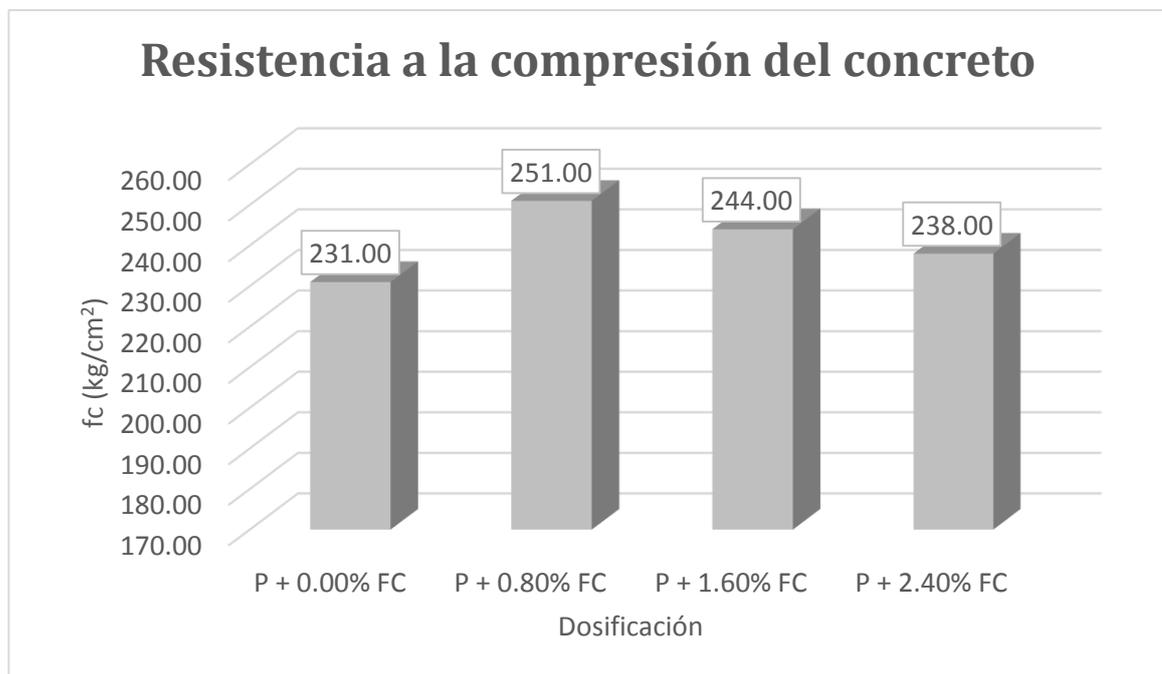


Figura 58. Resistencia a la compresión del concreto de Inga (2019).

En esta investigación la resistencia a la compresión axial del concreto patrón fue 218.72 kg/cm^2 , y cuando se adicionó 0.10% FA + 0.10% FC, 0.25% FA + 0.15% FC, 0.40% FA + 0.10% FC, varió a 236.33, 220.98 y 207.41 kg/cm^2 , lo cual evidencia que las primeras dosificaciones con adición de las fibras, es decir, con incorporación de 0.10% FA + 0.10% FC y 0.25% FA + 0.15% FC, potenciaron esta propiedad mecánica, respecto a la muestra patrón, incrementando su valor en 8.05 y 1.03%, respectivamente, siendo la última dosificación la que disminuyó en 5.17%, lo que indica decrecimiento a partir de esa dosificación.

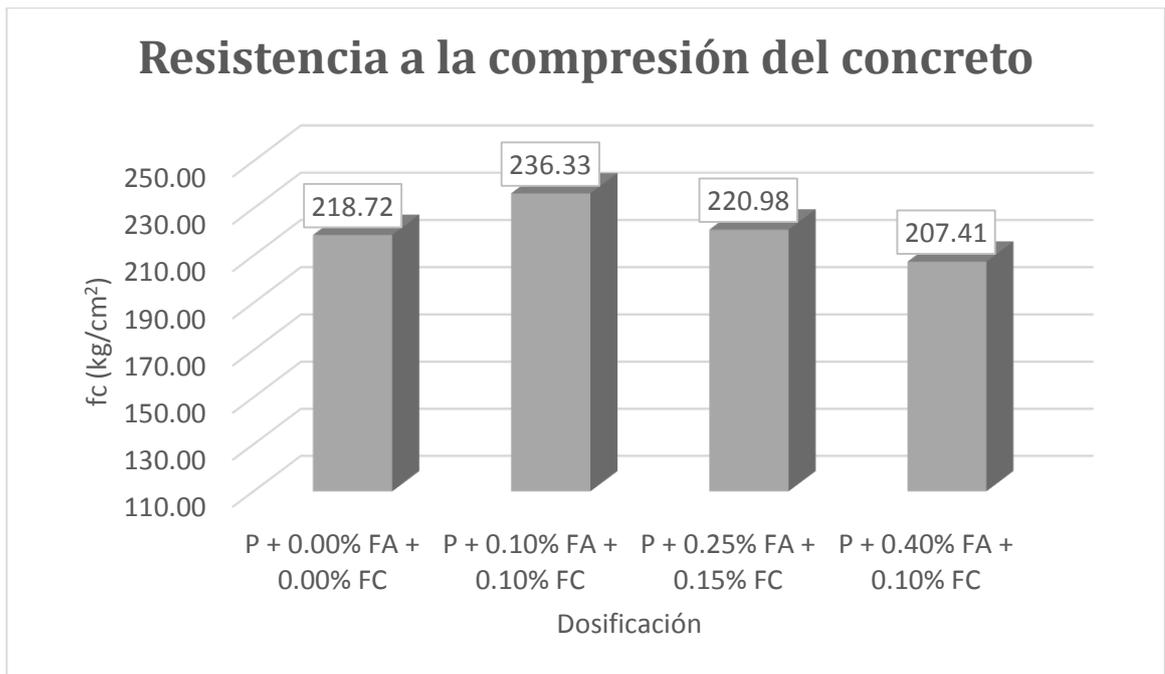


Figura 59. Resistencia a la compresión del concreto de esta investigación.

Para Inga (2019), al adicionar 0.80, 1.60 y 2.40% de fibra de coco, la resistencia a la compresión del concreto aumentó en 9.0, 6.0 y 3.0%, respectivamente, y en esta investigación al adicionar 0.10% FA + 0.10% FC y 0.25% FA + 0.15% FC, el valor de dicha propiedad incrementó en 8.05 y 1.03%, respectivamente, sin embargo, para la última dosificación con adición de 0.40% FA + 0.10% FC, la resistencia fue inferior a la del concreto patrón, disminuyendo en 5.17%, por lo cual, alegamos que existe similitud en los resultados conseguidos por ambos.

Los resultados de Inga cumplieron con la norma ASTM C 1074 (2017), la cual especifica que la resistencia a la compresión del concreto a los 28 días debe ser mínimamente de 99% de la resistencia de diseño, asimismo, estos cumplen con las normas E.060 (2009) y ACI 318S (2014) que establecen que la resistencia a la compresión mínima para concreto estructural es 175 kg/cm²; de forma similar, en esta investigación, únicamente las 2 primeras dosificaciones experimentales cumplen con lo requerido en la norma ASTM C 1074, juntamente con el concreto patrón, siendo la resistencia de la última dosificación inferior al 99% establecido, sin embargo, todas las dosificaciones cumplen con la disposición de las normas E.060 (2009) y ACI 318S (2014), considerándose concretos estructurales.

Los ensayos realizados en laboratorio fueron adecuados, porque se llevaron a cabo en base a la norma ASTM C 39 y posibilitaron el alcance del valor de f_c de todas las dosificaciones, tanto patrón como experimentales.

Resistencia a la tracción

Para Hilario y Sifuentes (2021), los resultados obtenidos de practicar el ensayo de resistencia a tracción fueron 30.80, 46.60, 40.30 y 31.00 kg/cm^2 , al adicionar 0.00, 0.50, 0.80 y 1.00% de fibra de agave amarillo, de forma respectiva, lo que representa aumentos, respecto al concreto patrón, de 51.30, 30.84 y 0.65%, de manera respectiva para las dosificaciones experimentales.

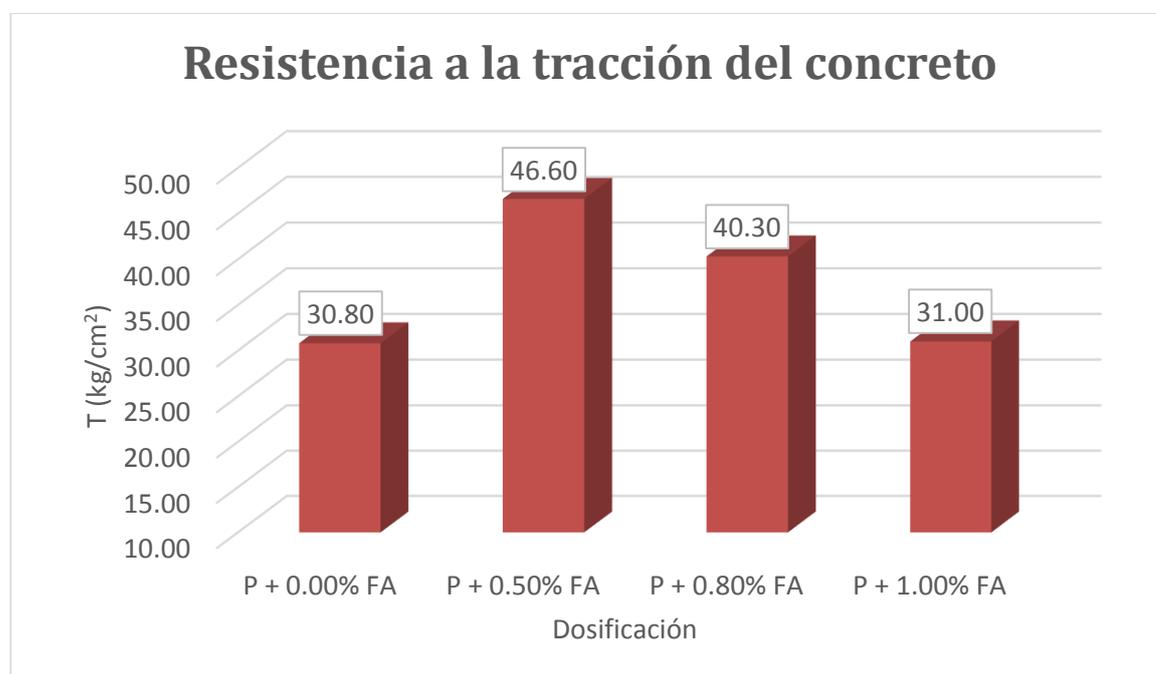


Figura 60. Resistencia a la tracción del concreto de Hilario y Sifuentes (2021).

En esta investigación la resistencia obtenida de las pruebas fue de 24.57 kg/cm^2 para la muestra patrón, y para las dosificaciones experimentales con adición de 0.10% FA + 0.10% FC, 0.25% FA + 0.15% FC, 0.40% FA + 0.10% FC, valores de 26.93, 25.17 y 21.27 kg/cm^2 , evidenciando que la adición de FA y FC de la primera dosificación experimental incrementó el valor de la propiedad, con una tendencia inversamente proporcional conforme aumenta la adición.

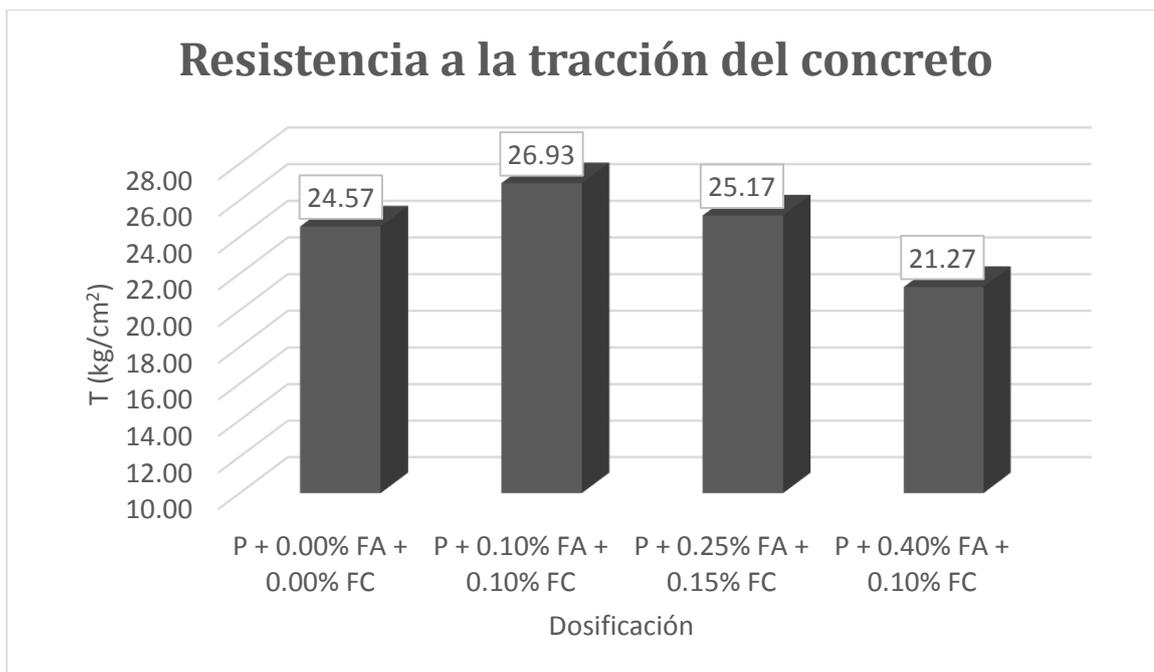


Figura 61. Resistencia a la tracción del concreto de esta investigación.

Para Hilario y Sifuentes (2021), al adicionar 0.50% FA, 0.80% FA y 1.00% FA, la resistencia a la tracción incrementó 51.30, 30.84 y 0.65%, respectivamente, mientras que en la presente investigación, al adicionar 0.10% FA + 0.10% FC, 0.25% FA + 0.15% FC, 0.40% FA + 0.10% FC, el valor se elevó porcentualmente en 9.63 y 2.44%, en el caso de las dos primeras dosificaciones experimentales, y en lo que respecta a la última, disminuyó notablemente en 13.43%, existiendo similitud en cuanto a resultados y la tendencia de los mismos.

Los resultados de Hilario y Sifuentes cumplieron con lo predispuesto en la norma ASTM C 496 (2017), la cual expresa que la resistencia a tracción debe ser como mínimo el 10% de la resistencia a la compresión; en esta investigación también cumplieron todos los casos, a pesar de que el resultado de la última dosificación experimental al adicionar 0.40% FA + 0.10% FC fue inferior a la muestra patrón.

Los ensayos realizados para la determinación de la resistencia a la tracción del concreto fueron adecuados, ya que se efectuaron según la norma ASTM C 496 y permitieron descubrir los resultados al añadir fibra de agave amarillo y coco.

Resistencia a la flexión

Para Chinchayhuara (2020), la práctica de la prueba de resistencia a flexión dio como resultado un Mr de 43.90 kg/cm² para la muestra patrón y 44.90, 45.70 y 45.40 kg/cm² para las dosificaciones experimentales al añadir 0.50% FA, 1.00% FA y 1.50% FA, de manera respectiva, incrementando la resistencia, respecto a la muestra patrón, en 2.28, 4.10 y 3.42%, respectivamente.

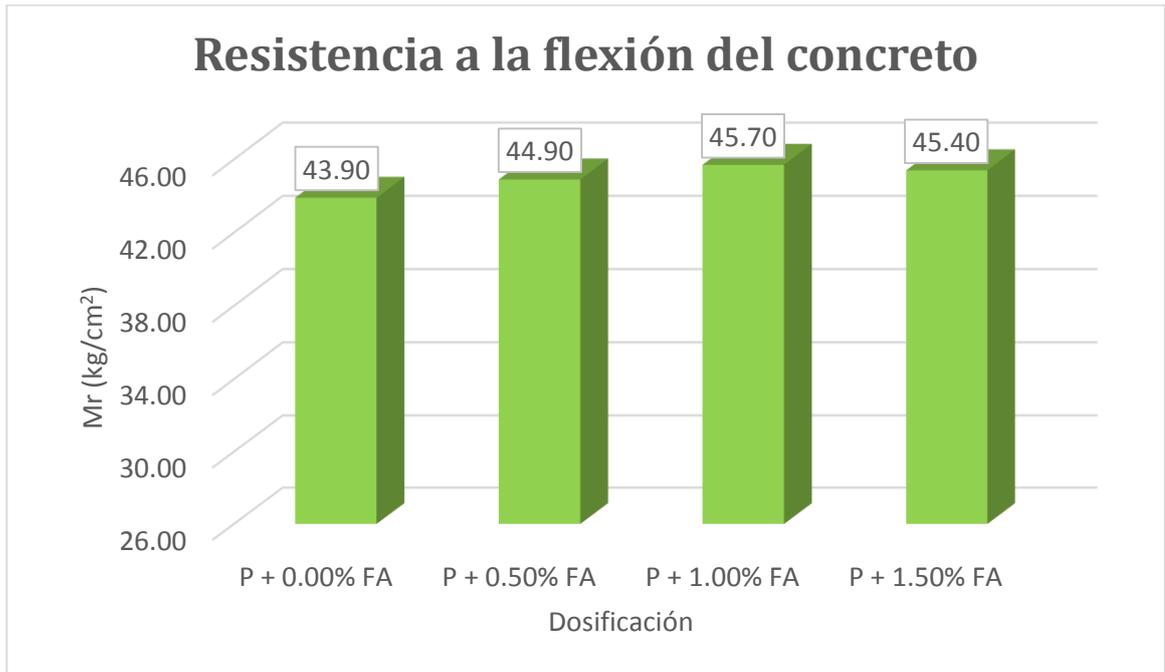


Figura 62. Resistencia a la flexión del concreto de Chinchayhuara (2020).

En esta investigación la resistencia a flexión conseguida fue 62.97 kg/cm² en la muestra patrón, y 73.27, 64.83 y 58.97 kg/cm² en los ejemplares experimentales con adición de 0.10% FA + 0.10% FC, 0.25% FA + 0.15% FC, 0.40% FA + 0.10% FC, respectivamente, aumentando en 16.36 y 2.96% en las vigas de concreto con adición de 0.10% FA + 0.10% FC y 0.25% FA + 0.15% FC, mientras que la última, con adición de 0.40% FA + 0.10% FC, disminuyó en 6.35%.

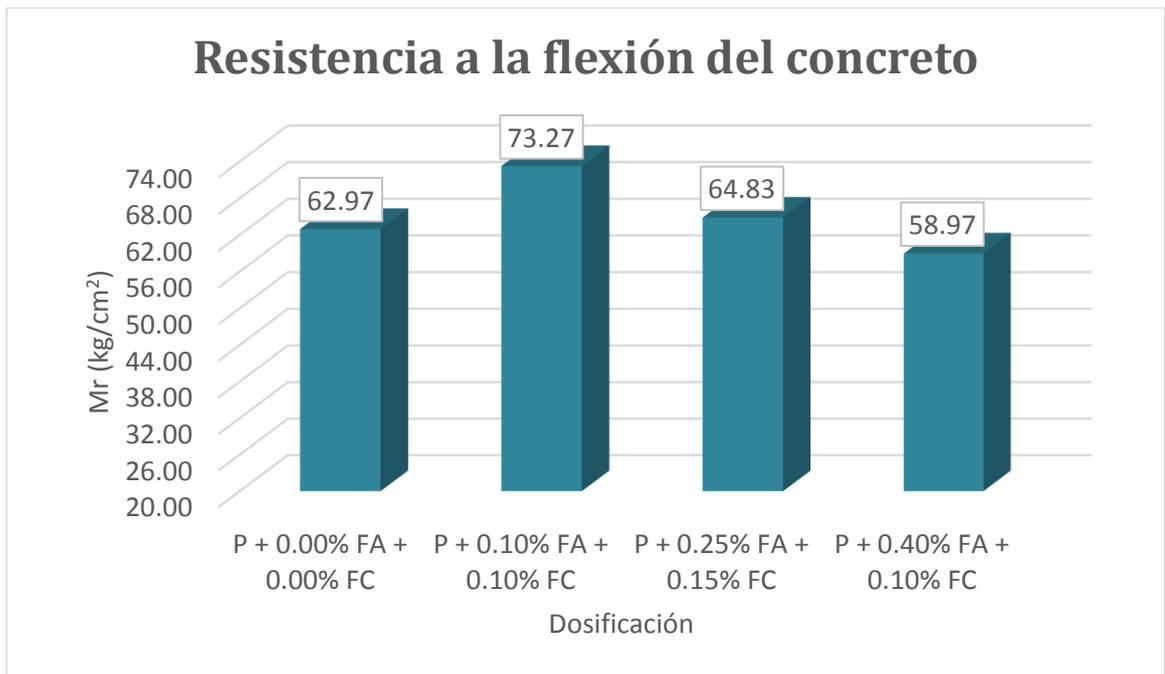


Figura 63. Resistencia a la flexión del concreto de esta investigación.

Para Chinchayhuara (2020), al adicionar 0.50% FA, 1.00% FA y 1.50% FA, la resistencia a flexión acrecentó su valor en 2.28, 4.10 y 3.42%, respectivamente, en relación a la muestra patrón; por otra parte, en esta investigación, al adicionar fibra de agave amarillo y coco de la siguiente forma: P + 0.10% FA + 0.10% FC, P + 0.25% FA + 0.15% FC y P + 0.40% FA + 0.10% FC, hubo incremento de la resistencia en las dos primeras de 16.36 y 2.96%, de manera respectiva, y en la última disminución de 6.35%, existiendo similitud entre ambos en los resultados.

Los resultados obtenidos por Chinchayhuara cumplieron con lo dispuesto en la norma ASTM C 78, en la que se indica que la resistencia a la flexión del concreto debe ser mínimamente 15% de su resistencia a compresión, lo cual cumplieron los resultados obtenidos en la presente al añadir fibra de agave amarillo y coco.

Los ensayos practicados para determinar la resistencia a la flexión del concreto fueron adecuados, pues se realizaron en cumplimiento de la norma ASTM C 78 y permitieron revelar los resultados al adicionar fibra de agave amarillo y coco.

Objetivo específico 3: Determinar la influencia de la dosificación con adición de fibra de agave amarillo y coco en las propiedades físico-mecánicas del concreto $f'c=210 \text{ kg/cm}^2$, Ancash – 2022.

Para Chinchayhuara (2020), la fibra de agave adicionada en 0.50, 1.00 y 1.50% influyó de forma positiva en las propiedades físico-mecánicas del concreto, pues como se observa obtuvo resultados de asentamiento de 5.00, 4.50 y 4.00 in a comparación del concreto patrón 5.50 in, de resistencia a la compresión simple de 253.80, 247.80 y 238.40 kg/cm^2 , en comparación al resultado del concreto patrón de 241.80 kg/cm^2 , asimismo, de resistencia a la tracción de 25.50 kg/cm^2 del concreto patrón y 27.70, 25.60 y 24.90 kg/cm^2 de los experimentales, y de resistencia a la flexión de 43.90 kg/cm^2 del patrón y 44.90, 45.70 y 45.40 kg/cm^2 de los grupos experimentales, llegando a la conclusión de que la fibra de agave influye directa y positivamente en las propiedades del concreto.

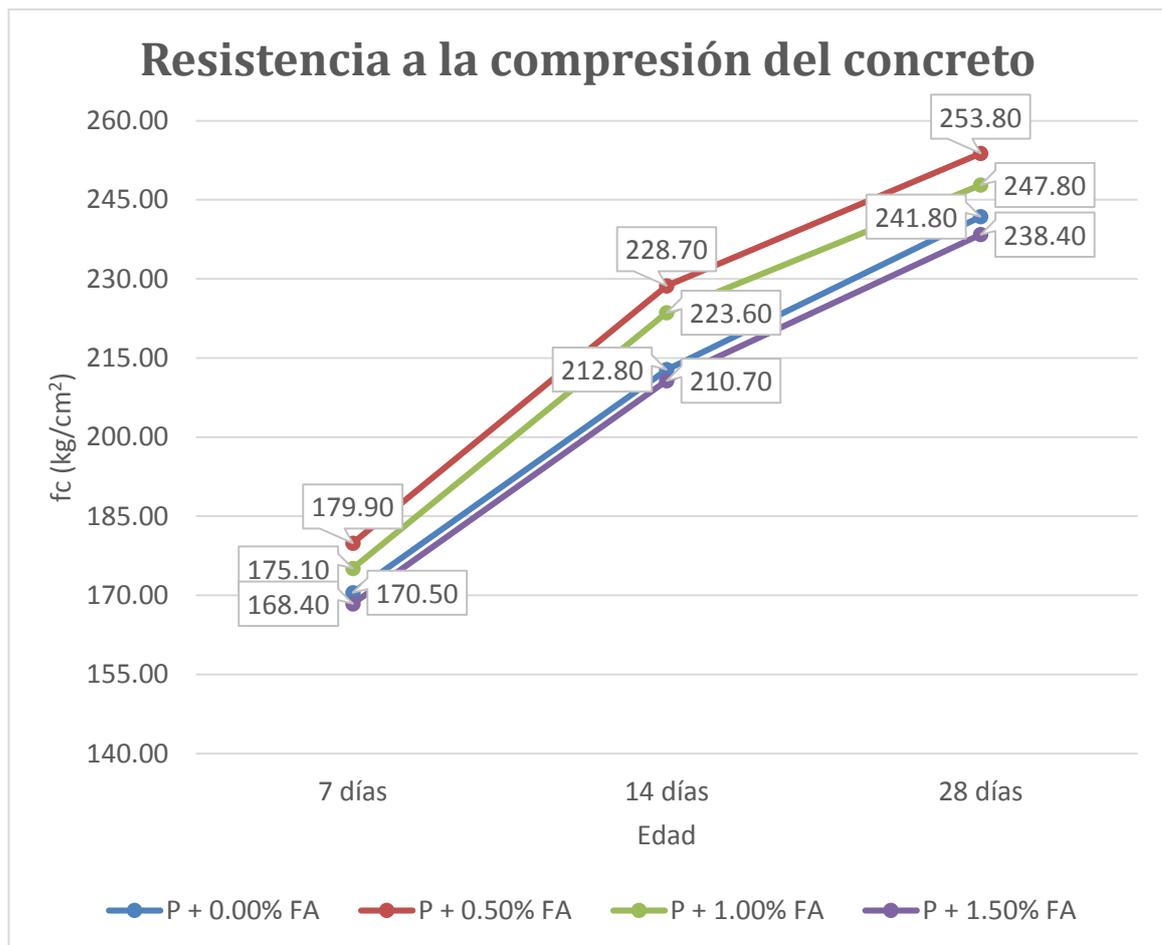


Figura 64. Influencia de la dosificación de Chinchayhuara (2020).

En esta investigación se reveló la influencia de la adición de la combinación FA y FC en las propiedades del concreto, siendo las dosificaciones: muestra patrón, P + 0.10% FA + 0.10% FC, P + 0.25% FA + 0.15% FC y P + 0.40% FA + 0.10% FC, las cuales, de manera respectiva, obtuvieron los consecuentes resultados: asentamiento de 3.50, 3.40, 3.20 y 3.00 in, contenido de aire de 1.80, 1.90, 1.73 y 1.97%, peso unitario de 2410, 2415, 2438 y 2394 kg/m³, exudación de 1.75, 1.78, 1.98 y 1.48%, permeabilidad de 2.90, 2.71, 2.95 y 3.06 mm, resistencia a compresión de 218.72, 236.33, 220.98 y 207.41 kg/cm², resistencia a la tracción de 24.57, 26.93, 25.17 y 21.27 kg/cm² y resistencia a la flexión de 62.97, 73.27, 64.83 y 58.97 kg/cm², demostrando que el adicionar FA y FC en el concreto, en porcentajes específicos, influye positivamente en las propiedades del mismo.

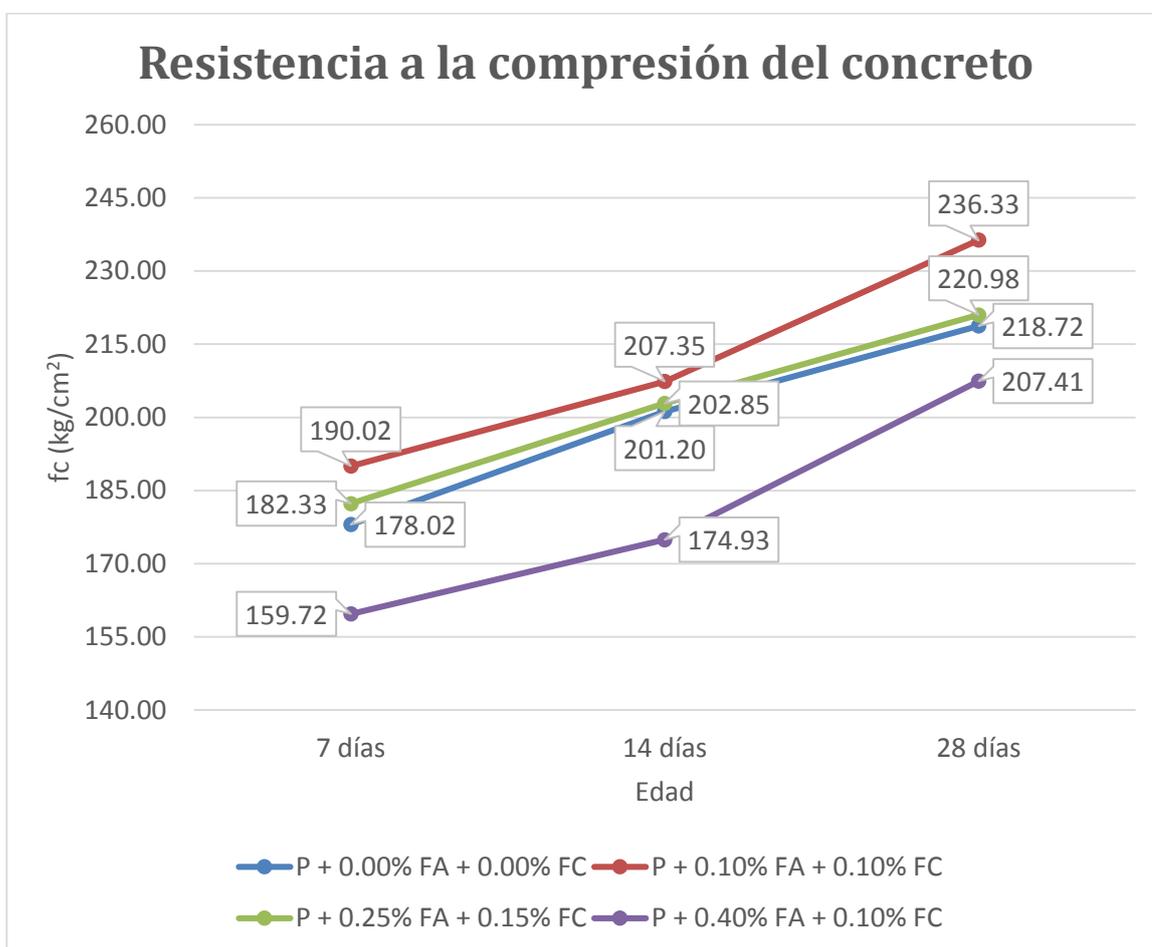


Figura 65. Influencia de la dosificación de esta investigación.

VI. CONCLUSIONES

1. En relación a las propiedades físicas del concreto se asevera lo siguiente:

El asentamiento de la muestra patrón tuvo un valor de 3.50 in, mientras que al adicionar FA y FC en porcentajes de 0.10% FA + 0.10% FC, 0.25% FA + 0.15% FC, 0.40% FA + 0.10% FC, se obtuvieron asentamientos de 3.40, 3.20 y 3.00 in, respectivamente, de lo cual se observa el cumplimiento del slump de diseño de 3 a 4", en base al método de diseño aplicado ACI comité 211, concluyendo que conforme aumenta la dosificación de fibras el asentamiento disminuye, existiendo una proporcionalidad inversa, produciendo una mayor consistencia y menor trabajabilidad del concreto.

El peso unitario de la muestra patrón fue 2410 kg/m³, entre tanto que, cuando se adicionó 0.10% FA + 0.10% FC, 0.25% FA + 0.15% FC, 0.40% FA + 0.10% FC, varió a 2415, 2438 y 2394 kg/m³, de manera respectiva, reflejando mayor densidad del concreto al adicionar FA y FC hasta cierto porcentaje de adición, pues al adicionar 0.40% FA + 0.10% FC el peso unitario disminuye. De esto se obtuvo el rendimiento del concreto que resultó ser para la muestra patrón 1.004 y al adicionar 0.10% FA + 0.10% FC, 0.25% FA + 0.15% FC, 0.40% FA + 0.10% FC, 1.006, 1.016 y 0.998, respectivamente, demostrando la variación de la densidad del material y confirmando que la adición de las fibras produce que el peso unitario y rendimiento aumenten hasta la segunda dosificación experimental, llegando a la conclusión de que al adicionar FA y FC el peso unitario y rendimiento del concreto incrementan hasta dosificar el material con adición de 0.25% FA + 0.15% FC, pues después de esto dichas propiedades disminuyen, lo cual no es favorable para el concreto.

El contenido de aire del concreto resultó ser de 1.80% para la muestra patrón y 1.90, 1.73 y 1.97% para los experimentales con adición de 0.10% FA + 0.10% FC, 0.25% FA + 0.15% FC, 0.40% FA + 0.10% FC, respectivamente, cumpliendo con lo señalado en la norma y el diseño de mezcla, concluyendo que en general a mayor adición el contenido de aire atrapado aumenta.

La exudación para la muestra patrón fue de 1.75%, mientras que al adicionar 0.10% FA + 0.10% FC, 0.25% FA + 0.15% FC, 0.40% FA + 0.10% FC, fue

de 1.78, 1.98 y 1.48%, respectivamente, esto nos da a conocer que la adición de las fibras influye en la propiedad incrementando su valor hasta la segunda dosificación experimental, siendo que en la última disminuye rotundamente, concluyendo que la exudación asciende conforme aumenta la incorporación de FA y FC hasta cierto punto, es decir, hasta una dosificación experimental específica, que en esta investigación fue $P + 0.25\% \text{ FA} + 0.15\% \text{ FC}$.

La permeabilidad resultó ser de 2.90 mm para la muestra patrón, mientras que al adicionar 0.10% FA + 0.10% FC, 0.25% FA + 0.15% FC, 0.40% FA + 0.10% FC, optó por valores de 2.71, 2.95 y 3.06 mm, respectivamente, dando a notar que en un principio la permeabilidad disminuye, respecto a la muestra patrón, pero después aumenta de forma directa a medida que se adiciona la FA y FC, llegando a la conclusión de que la adición de estas fibras potencia la permeabilidad del concreto, siendo esto favorable al mismo.

2. Referente a las propiedades mecánicas del concreto se afirma que:

La resistencia a la compresión para la muestra patrón fue de 218.72 kg/cm², mientras que las muestras con adición de 0.10% FA + 0.10% FC, 0.25% FA + 0.15% FC, 0.40% FA + 0.10% FC, obtuvieron una f_c de 236.33, 220.98 y 207.41 kg/cm², respectivamente, lo que representó un incremento de 8.05 y 1.03% y reducción de 5.17%, en el orden dado, respecto a la muestra patrón, cumpliendo con la resistencia mínima a los 28 días, según lo establecido en la norma ASTM C 1074 (2017), las muestras patrón y experimentales con adición de 0.10% FA + 0.10% FC y 0.25% FA + 0.15% FC, mientras que la última muestra experimental no cumplió con lo requerido, observándose un alza notable de la f_c al adicionar 0.10% FA + 0.10% FC, después de esto la resistencia disminuye conforme aumenta la adición de las fibras, de lo cual se concluye que la f_c aumenta considerablemente al adicionar 0.10% FA + 0.10% FC, incrementando su valor, respecto a la muestra patrón, en 8.05%, exhibiendo así la influencia de la adición de FA y FC en esta determinante e importante propiedad del concreto en porcentajes específicos.

La resistencia a la tracción de la muestra patrón resultó ser 24.57 kg/cm², y en cuanto a las muestras experimentales con adición de 0.10% FA + 0.10% FC, 0.25% FA + 0.15% FC, 0.40% FA + 0.10% FC, alcanzó valores de 26.93,

25.17 y 21.27 kg/cm², de manera respectiva, incrementando en 9.63 y 2.44% y disminuyendo en 13.43%, respectivamente, cumpliendo en todos los casos con la T mínima según la norma ASTM C 496 (2017), a pesar de que la T del concreto con adición de 0.40% FA + 0.10% FC no superó la resistencia de la muestra patrón, siendo que la mayor T se obtuvo al adicionar 0.10% FA + 0.10% FC, concluyendo que las fibras incrementan y mejoran esta propiedad del concreto cuando se adiciona 0.10% FA + 0.10% FC, reflejando, respecto a la muestra patrón, un aumento de 9.63%, evidenciando su influencia.

La resistencia a la flexión de la muestra patrón fue de 62.97 kg/cm², mientras que las muestras con adición de 0.10% FA + 0.10% FC, 0.25% FA + 0.15% FC, 0.40% FA + 0.10% FC, obtuvieron un Mr de 73.27, 64.83 y 58.97 kg/cm², respectivamente, representando esto incrementos de 16.36 y 2.96% y una disminución de 6.35%, de forma respectiva, en relación a la muestra patrón, dando cumplimiento a lo descrito en la norma ASTM C 78 (2022), llegando a la conclusión de que la mejor dosificación es la que adiciona 0.10% FA + 0.10% FC, pues mostró un aumento notable de 16.36%, respecto al concreto patrón, demostrando la influencia positiva de la FA y FC en las propiedades mecánicas del concreto en su totalidad.

3. Concerniente a la influencia de las fibras en las propiedades del concreto:

Por los resultados obtenidos, se concluye que la adición de FA y FC influye positivamente en las propiedades del concreto $f'_c=210$ kg/cm², encontrando que la mejor dosificación es la que adiciona 0.10% FA + 0.10% FC, logrando los mejores resultados de f_c , T y Mr (resistencia a la compresión, tracción y flexión), cuyos valores fueron 236.33, 26.93 y 73.27 kg/cm², respectivamente y en cumplimiento de las normas correspondientes, resultados que, respecto a la muestra patrón, representan incrementos de 8.05, 9.63 y 16.36%, lo que evidencia las ganancias adquiridas por la adición de FA y FC en el concreto; asimismo, para la misma dosificación, se tuvieron valores de las propiedades físicas dentro los parámetros de las normas y el diseño especificado. Por lo expuesto, se llega a la conclusión de que la adición de FA y FC en el concreto influye de manera positiva en cada una de sus propiedades.

VII. RECOMENDACIONES

1. Se recomienda continuar la investigación considerando menores porcentajes de adición que los que obtuvieron buenos resultados en la presente.
2. Trabajar con agregados de buena calidad, procesando las características de los materiales de diversas canteras, pues de estos depende en gran parte la calidad del concreto y sus propiedades.
3. Proceder con la adquisición de los materiales y ejecución de los ensayos lo antes posible, ya que en una investigación es importante el factor tiempo.
4. Tener listas las herramientas para la extracción de FA y FC, pues el proceso es laborioso y extenso, y las fibras deben encontrarse en el estado correcto.
5. De ser posible, extraer las fibras con una máquina desfibradora, ya que esta es de mucha ayuda para realizar dicha acción en menos tiempo.
6. Tratar las fibras lavándolas en agua con cal industrial, con el fin de verificar si esto incide en el concreto en todas sus fases.
7. En caso de pretender la puesta en obra de concreto con adición de FA y FC, se recomienda utilizar la dosificación óptima de esta investigación (P + 0.10% FA + 0.10% FC), verificando que la misma sea la correcta, de ser así, esto dará como resultado elementos estructurales resistentes.
8. Evaluar la durabilidad del concreto experimental con adición de FA y FC para complementar la investigación y que la misma esté totalmente cubierta.

REFERENCIAS

ABANTO, Flavio. 2009. *Tecnología del concreto (teoría y problemas)*. Lima : San Marcos E.I.R.L., 2009. 9786123020606.

AHMAD, Waqas, y otros. 2020. *Effect of coconut fiber length and content on properties of high strength concrete*. Basilea, Suiza : Materials Science, 2020.

AMERICAN CONCRETE INSTITUTE. 2014. ACI 318S-14. *Requisitos de reglamento para concreto estructural*. Michigan, Estados Unidos : American Concrete Institute, 2014.

ANANDH, Sekar y GUNASEKARAN, Kandasamy. 2018. *Optimization of coconut fiber in coconut shell concrete and its mechanical and bond properties*. Chennai, India : Materials Science, 2018.

ARIAS, Fidias. 2012. *El proyecto de investigación, introducción a la metodología científica*. Caracas : Editorial Episteme, 2012. 9800785299.

ASOCRETO. 2010. *Tecnología del concreto - Tomo 1*. Bogotá : Asociación Colombiana de Productores de Concreto, 2010. 9789588564036.

ASTM C 143. 2017. American Society for Testing and Materials. *Método de prueba estándar para el asentamiento del concreto de cemento Portland*. 16 de agosto de 2017.

ASTM C 231. 2010. American Society for Testing and Materials. *Método de prueba estándar para el contenido de aire del concreto recién mezclado por el método de presión*. 31 de diciembre de 2010.

ASTM C 232. 2017. American Society for Testing and Materials. *Métodos de prueba estándar para el sangrado de concreto*. 16 de agosto de 2017.

ASTM C 33. 2018. American Society for Testing and Materials. *Especificación estándar para agregados de concreto*. 20 de abril de 2018.

ASTM C 39. 2020. American Society for Testing and Materials. *Método de prueba estándar para la resistencia a la compresión de probetas cilíndricas de concreto*. 12 de marzo de 2020.

- ASTM C 496. 2017.** American Society for Testing and Materials. *Método de prueba estándar para la resistencia a la tracción de probetas cilíndricas de concreto.* 16 de agosto de 2017.
- ASTM C 78. 2022.** American Society for Testing and Materials. *Método de prueba estándar para la resistencia a la flexión del concreto (usando una viga simple con carga en el tercer punto).* 30 de marzo de 2022.
- BAENA, Guillermina. 2017.** *Metodología de la investigación.* Ciudad de México : Grupo Editorial Patria, 2017. 9786077447481.
- BERNAL, César. 2010.** *Metodología de la investigación.* Bogotá : Pearson Educación, 2010. 9789586991285.
- CABALLERO, Magdaleno, y otros. 2008.** *Caracterización de propiedades mecánicas de fibras del agave angustifolia haw.* Puebla, México : Instituto Politécnico Nacional, 2008.
- CARMONA, Juan, y otros. 2017.** *Propiedades químicas, estructurales y funcionales de la lechuguilla (agave lechuguilla torr.).* Ciudad de México : Instituto Nacional de Investigaciones Forestales, Agrícolas y Pecuarias, 2017.
- CHAND, Navin y FAHIM, Mohammed. 2008.** *Tribology of natural fiber polymer composites.* Pickering, Canadá : Elsevier, octubre de 2008.
- CHINCHAYHUARA, Cleison. 2020.** *Adición de fibras de agave para mejorar las propiedades físicas y mecánicas del concreto de 210 kg/cm², La Libertad – 2020.* Santiago de Challas : Universidad César Vallejo, 2020.
- DÁVILA, Rogelio. 2016.** *Fibra natural de lechuguilla para el curado interno de concretos de alto comportamiento.* Nuevo León : Universidad Autónoma de Nuevo León, 2016.
- FONDO EDITORIAL Universidad César Vallejo. 2017.** Referencias estilo ISO 690 y 690-2. *Adaptación de la norma de la International Organization for Standardization (ISO).* Lima : Fondo Editorial UCV, 2017.

GIL, Harveth, ZULETA, Alejandro y REYES, David. 2021. Mechanical properties and sustainability aspects of coconut fiber modified concrete. *Propiedades mecánicas y aspectos de sostenibilidad de concreto modificado con fibras de coco*. Pereira, Colombia : Scientia et Technica, 2021.

HERNÁNDEZ, Roberto, FERNÁNDEZ, Carlos y BAPTISTA, Pilar. 2014. *Metodología de la investigación*. Sexta edición. Ciudad de México : McGraw Hill/Interamericana Editores, 2014. 9781456223960.

HILARIO, Daniel y SIFUENTES, Fisher. 2021. *Influencia de la fibra seca de agave amarillo en las propiedades físico-mecánicas del concreto $f'c=210$ kg/cm², Huari, Ancash – 2021*. Lima : Universidad César Vallejo, 2021.

INGA, Xiomira. 2019. *Evaluación de resistencia a la compresión del concreto $f'c=210$ kg/cm² adicionando fibras de coco, Lima 2019*. Lima : Universidad César Vallejo, 2019.

JUÁREZ, César y RODRÍGUEZ, Patricia. 2004. *Uso de fibras naturales de lechuguilla como refuerzo en concreto*. San Nicolás de los Garza : Universidad Autónoma de Nuevo León, 2004.

KENGGHETKIT, Nanthaya y AMORNSAKCHAI, Taweechai. 2012. *Utilization of pineapple leaf waste for plastic reinforcement*. s.l. : Materials Science, 1 de noviembre de 2012.

KHAN, Mehran y ALI, Majid. 2018. *Effect of super plasticizer on the properties of medium strength concrete prepared with coconut fiber*. s.l. : ScienceDirect, 2018.

LIZANO, Medardo. 2005. *Guía técnica del cultivo de coco*. San Salvador, El Salvador : Instituto Interamericano de Cooperación para la Agricultura, 2005.

MALLAUPOMA, Gavi. 2019. *Comportamiento del concreto con adición de fibras de agave americana L para la mejora de sus propiedades en estado fresco, San Carlos - Huancayo 2019*. Huancayo : Universidad Continental, 2019.

MARTÍN, Aida. 2020. *Estudio comparativo de fibras naturales para reforzar hormigón*. Valencia : Universidad Politécnica de Valencia, 2020.

MCCORMAC, Jack y BROWN, Russell. 2011. *Diseño de concreto reforzado*. Ciudad de México : Alfaomega Grupo Editor, 2011. 9786077072317.

MINAYA, María. 2020. *Influencia de la incorporación de fibra de coco para la incidencia en la resistencia del concreto $f'_c=210 \text{ kg/cm}^2$ – Lima 2020.* Lima : Universidad Privada del Norte, 2020.

MINISTERIO DE TRANSPORTES Y COMUNICACIONES. 2016. Manual de Ensayo de Materiales. *MTC E 704. Resistencia a la compresión testigos cilíndricos.* Lima, Perú : Dirección General de Caminos y Ferrocarriles, mayo de 2016.

MINISTERIO DE VIVIENDA, CONSTRUCCIÓN Y SANEAMIENTO. 2009. Reglamento Nacional de Edificaciones. *NTE E.060 Concreto Armado.* Lima, Perú : Macro, 8 de mayo de 2009.

MORENO, German y REYES, Luisa. 2018. *Análisis de la resistencia a los esfuerzos de compresión y tracción en el hormigón hidráulico modificado con fibra de coco.* Bogotá : Universidad Piloto de Colombia, 2018.

NTP 339.034. 2015. Norma Técnica Peruana. *CONCRETO. Método de ensayo normalizado para la determinación de la resistencia a la compresión del concreto en muestras cilíndricas.* San Isidro, Lima, Perú : INACAL, 22 de diciembre de 2015.

NTP 339.035. 2009. Norma Técnica Peruana. *HORMIGÓN (CONCRETO). Método de ensayo para la medición del asentamiento del concreto de cemento Portland.* San Borja, Lima, Perú : INACAL, 23 de diciembre de 2009.

NTP 339.047. 2014. Norma Técnica Peruana. *HORMIGÓN (CONCRETO). Definiciones y terminología relativas al hormigón y agregados.* San Borja, Lima, Perú : INDECOPI, 30 de diciembre de 2014.

NTP 339.077. 2018. Norma Técnica Peruana. *CONCRETO. Métodos de ensayo normalizados para exudación del concreto.* San Borja, Lima, Perú : INDECOPI, 18 de julio de 2018.

NTP 339.078. 2012. Norma Técnica Peruana. *CONCRETO. Método de ensayo para determinar la resistencia a la flexión del concreto en vigas simplemente apoyadas con cargas a los tercios del tramo.* San Borja, Lima, Perú : INACAL, 26 de septiembre de 2012.

- NTP 339.080. 2017.** Norma Técnica Peruana. *CONCRETO. Método de ensayo para la determinación del contenido de aire en el concreto fresco. Método de presión.* San Borja, Lima, Perú : INACAL, 29 de diciembre de 2017.
- NTP 339.084. 2017.** Norma Técnica Peruana. *CONCRETO. Método de ensayo normalizado para la determinación de la resistencia a tracción simple del concreto, por compresión diametral de una probeta cilíndrica.* San Isidro, Lima, Perú : INACAL, 29 de noviembre de 2017.
- NTP 339.088. 2019.** Norma Técnica Peruana. *CONCRETO. Agua de mezcla utilizada en la producción de concreto de cemento Portland. Requisitos.* San Isidro, Lima, Perú : INACAL, 2019.
- NTP 400.037. 2014.** Norma Técnica Peruana. *AGREGADOS. Especificaciones normalizadas para agregados en concreto.* San Borja, Lima, Perú : INACAL, 30 de diciembre de 2014.
- PARRA, Luis, VILLAR, Pedro y PRIETO, Antonio. 2010.** *Extracción de fibras de agave para elaborar papel y artesanías.* Guanajuato, México : Universidad de Guanajuato, 2010.
- PLAZA, Paula, BERMEJO, César y MOREIRA, Mercedes. 2020.** *Metodología de la investigación.* Quevedo, Ecuador : Biblioteca Colloquium, 2020.
- RINCÓN, y otros. 2016.** *Caracterización fisicoquímica y funcional de la fibra de mesocarpio de coco (cocos nucifera L.).* Nuevo León, México : Universidad Autónoma de Nuevo León, 2016.
- RIVERA, Carlos. 2016.** *Aporte del agave americana a los servicios ecosistémicos en la comunidad campesina de Joras-Ayabaca-Piura, Perú.* La Molina : Universidad Nacional Agraria La Molina, 2016.
- RIVERA, Gerardo. 2013.** *Concreto simple. Tecnología del concreto y mortero.* Popayán : Facultad de Ingeniería Civil de la Universidad del Cauca, 2013.
- RIVVA, Enrique. 2000.** *Naturaleza y materiales del concreto.* Lima : Capítulo Peruano ACI, 2000.
- RODRÍGUEZ, Gregorio, GIL, Javier y GARCÍA, Eduardo. 1996.** *Metodología de la investigación cualitativa.* Málaga, España : Editorial Aljibe, 1996.

SÁNCHEZ, Diego. 2001. *Tecnología del concreto y del mortero*. Bogotá : Bhandar Editores, 2001. 9789589247044.

SANJUÁN, Miguel y CHINCHÓN, Servando. 2014. *Introducción a la fabricación y normalización del cemento portland*. San Vicente del Raspeig : Universidad de Alicante, 2014. 9788497173056.

SIKA Perú. 2011. Sika Informaciones Técnicas. *Concreto reforzado con fibras*. Lima : Sika Perú S.A., 2011. 01220594.

TAMAYO, Mario. 2003. *El proceso de la investigación científica*. Ciudad de México : Limusa, 2003. 9681858727.

UCHA, Florencia. 2015. Definición ABC. *Definición de fibras naturales*. [En línea] octubre de 2015. <https://www.definicionabc.com/general/fibras-naturales.php>.

YANES, Javier. 2021. OpenMind BBVA. *Alternativas al cemento para una construcción más sostenible*. [En línea] 23 de noviembre de 2021. <https://www.bbvaopenmind.com/tecnologia/innovacion/alternativas-cemento-construccion-sostenible>.

ANEXOS

Anexo 1. Matriz de consistencia

Anexo 2. Matriz de operacionalización de variables

Anexo 3. Instrumentos de recolección de datos

Anexo 4. Certificado de validación de instrumentos de recolección de datos

Anexo 5. Cuadro de dosificaciones y resultados de antecedentes

Anexo 6. Procedimiento

Anexo 7. Tratamiento del producto

Anexo 8. Resultados de ensayos de laboratorio

Anexo 9. Confiabilidad

Anexo 10. Análisis estadístico

Anexo 11. Análisis de costos unitarios

Anexo 12. Captura de pantalla de reporte Turnitin

Anexo 13. Normativa

Anexo 14. Mapas y planos

Anexo 15. Panel fotográfico

Anexo 1. Matriz de consistencia

Título: Propiedades físico-mecánicas del concreto $f'c=210$ kg/cm² con adición de fibra de agave amarillo y coco, Ancash – 2022.

Autor: Br. Gonzales Horna, Miguel Angel Benjamin.

PROBLEMA	OBJETIVOS	HIPÓTESIS	VARIABLES		DIMENSIONES	INDICADORES	INSTRUMENTOS
Problema general: ¿Cómo influye la adición de fibra de agave amarillo y coco en las propiedades físico-mecánicas del concreto $f'c=210$ kg/cm ² , Ancash – 2022?	Objetivo general: Evaluar cómo influye la adición de fibra de agave amarillo y coco en las propiedades físico-mecánicas del concreto $f'c=210$ kg/cm ² , Ancash – 2022.	Hipótesis general: La adición de fibra de agave amarillo y coco influye positivamente en las propiedades físico-mecánicas del concreto $f'c=210$ kg/cm ² , Ancash – 2022.	INDEPENDIENTE	Fibra de agave amarillo y coco	Dosificación	0.00% fibra de agave amarillo + 0.00% fibra de coco	Ficha de recolección de datos de la balanza digital de medición
						0.10% fibra de agave amarillo + 0.10% fibra de coco	
						0.25% fibra de agave amarillo + 0.15% fibra de coco	
						0.40% fibra de agave amarillo + 0.10% fibra de coco	
Problemas específicos: ¿Cómo influye la adición de fibra de agave amarillo y coco en las propiedades físicas del concreto $f'c=210$ kg/cm ² , Ancash – 2022?	Objetivos específicos: Determinar cómo influye la adición de fibra de agave amarillo y coco en las propiedades físicas del concreto $f'c=210$ kg/cm ² , Ancash – 2022.	Hipótesis específicas: La adición de fibra de agave amarillo y coco influye positivamente en las propiedades físicas del concreto $f'c=210$ kg/cm ² , Ancash – 2022.	DEPENDIENTE	Concreto	Propiedades físicas	Consistencia, trabajabilidad y asentamiento (in)	Ficha de recolección de datos (FRD) del ensayo de cono de Abrams según norma ASTM C 143
¿Cómo influye la adición de fibra de agave amarillo y coco en las propiedades mecánicas del concreto $f'c=210$ kg/cm ² , Ancash – 2022?	Determinar cómo influye la adición de fibra de agave amarillo y coco en las propiedades mecánicas del concreto $f'c=210$ kg/cm ² , Ancash – 2022.	La adición de fibra de agave amarillo y coco influye positivamente en las propiedades mecánicas del concreto $f'c=210$ kg/cm ² , Ancash – 2022.				Peso unitario (kg/m ³)	FRD del ensayo de peso unitario según Norma ASTM C 138/C 138M
						Contenido de aire (%)	FRD del ensayo de contenido de aire según norma ASTM C 231
						Exudación (%)	FRD del ensayo de exudación según norma ASTM C 232
						Segregación	FRD del ensayo de segregación según norma ASTM C 1610
						Permeabilidad (mm)	FRD del ensayo de permeabilidad según norma ASTM C 1701
¿La dosificación con adición de fibra de agave amarillo y coco influye en las propiedades físico-mecánicas del concreto $f'c=210$ kg/cm ² , Ancash – 2022?	Determinar la influencia de la dosificación con adición de fibra de agave amarillo y coco en las propiedades físico-mecánicas del concreto $f'c=210$ kg/cm ² , Ancash – 2022.	La dosificación con adición de fibra de agave amarillo y coco influye positivamente en las propiedades físico-mecánicas del concreto $f'c=210$ kg/cm ² , Ancash – 2022.	DEPENDIENTE	Concreto	Propiedades mecánicas	Resistencia a la compresión (kg/cm ²)	FRD del ensayo de compresión según norma ASTM C 39
						Resistencia a la tracción (kg/cm ²)	FRD del ensayo de tracción según norma ASTM C 496
						Resistencia a la flexión (kg/cm ²)	FRD del ensayo de flexión según norma ASTM C 78

Anexo 2. Matriz de operacionalización de variables

Título: Propiedades físico-mecánicas del concreto $f_c=210$ kg/cm² con adición de fibra de agave amarillo y coco, Ancash – 2022.

Autor: Br. Gonzales Horna, Miguel Angel Benjamin.

VARIABLES	DEFINICIÓN CONCEPTUAL	DEFINICIÓN OPERACIONAL	DIMENSIONES	INDICADORES	ESCALA	METODOLOGÍA
Fibra de agave amarillo y coco	<p>Fibra de agave amarillo: Fibra de los tejidos internos del agave amarillo, cuya densidad es relativamente baja, que resiste muy bien la tensión, apta para ser hilada y que por lo general es fina y flexible. (Dávila, 2016, p. 35)</p> <p>Fibra de coco: Fibra interna del coco extraída debajo de la capa externa, también conocida como capa fibrosa, pertenece a la selección de fibras naturales duras. (Lizano, 2005, p. 10)</p>	<p>Fibra de agave amarillo: fue empleada como refuerzo del concreto, siendo adicionada en su dosificación en porcentajes especificados, buscando ser solución a posibles fisuras o grietas.</p> <p>Fibra de coco: se adicionó dosificadamente en el material en porcentajes especificados, buscando reforzarlo y ser solución a posibles fisuras.</p>	Dosificación	0.00% fibra de agave amarillo + 0.00% fibra de coco	De razón	<p>Tipo de investigación: Aplicada.</p> <p>Nivel de investigación: Explicativo.</p> <p>Diseño de investigación: Experimental, cuasi experimental.</p> <p>Enfoque de investigación: Cuantitativo.</p> <p>Población: 48 probetas y 12 vigas de concreto.</p>
				0.10% fibra de agave amarillo + 0.10% fibra de coco		
				0.25% fibra de agave amarillo + 0.15% fibra de coco		
				0.40% fibra de agave amarillo + 0.10% fibra de coco		
Concreto	Material constituido por pasta cementicia (agua y cemento) y agregados (piedra y arena) que al endurecer posee la forma de su contenedor y alcanza altas resistencias, principalmente a la compresión. (NTP 339.047, 2014, p. 8)	Este material fue dosificado de manera normal y experimental, con el fin de conocer sus nuevas propiedades por acción de incluir fibras naturales, de agave amarillo y coco, y la realización de ensayos oportunos, tanto en su estado plástico como endurecido, los cuales son los que garantizan la calidad del concreto.	Propiedades físicas	Consistencia, trabajabilidad y asentamiento (in)	De razón	<p>Muestra: 48 probetas y 12 vigas de concreto.</p> <p>Muestreo: No probabilístico. Por conveniencia se ensayarán todas las probetas y vigas de concreto.</p> <p>Técnica: Observación directa.</p> <p>Instrumentos de recolección de datos: - Fichas de recolección de datos. - Equipos e instrumentos de laboratorio.</p> <p>Método de análisis de datos: - Software de análisis de datos (Excel, SPSS).</p>
				Peso unitario (kg/m ³)		
				Contenido de aire (%)		
				Exudación (%)		
				Segregación		
				Permeabilidad (mm)		
			Propiedades mecánicas	Resistencia a la compresión (kg/cm ²)		
				Resistencia a la tracción (kg/cm ²)		
				Resistencia a la flexión (kg/cm ²)		

Anexo 3. Instrumentos de recolección de datos



FICHA DE RECOLECCIÓN DE DATOS

ANÁLISIS GRANULOMÉTRICO DEL AGREGADO FINO (ASTM C136, NTP 400.037)

TÍTULO: Propiedades físico-mecánicas del concreto $f'c=210$ kg/cm² con adición de fibra de agave amarillo y coco, Ancash – 2022.

ELABORADO: Br. Gonzales Horna, Miguel Angel Benjamin.

UBICACIÓN: Distrito de Chimbote, provincia de Santa, departamento de Ancash.

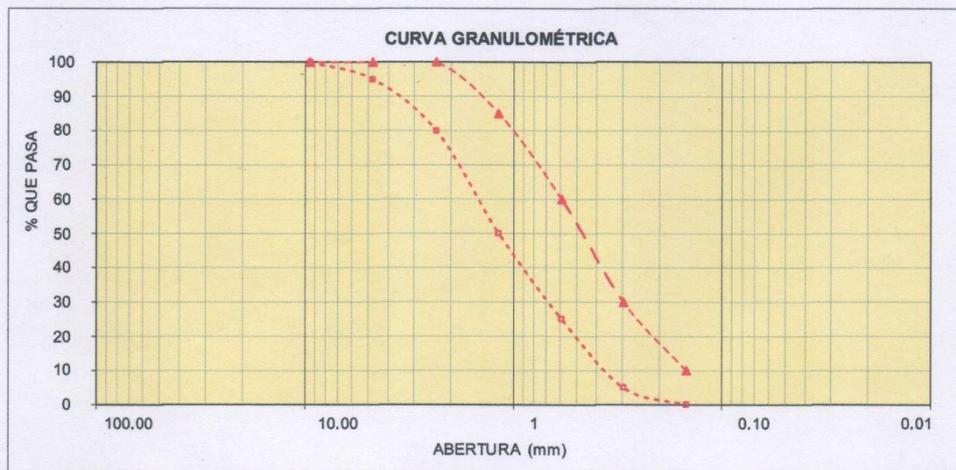
CANTERA:

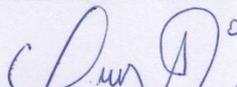
MATERIAL: Arena gruesa.

FECHA:

TAMIZ	ABERTURA (mm)	PESO RETENIDO			% QUE PASA		PROPIEDADES FÍSICAS	
		(gr.)	% PARCIAL	% ACUMULADO	(gr.)	%	Módulo de fineza	
3/8"	9.520							
N° 4	4.760							
N° 8	2.360							
N° 16	1.180							
N° 30	0.600							
N° 50	0.300							
N° 100	0.150							
N° 200	0.075							
PLATO	ASTM C-117-04							
TOTAL								

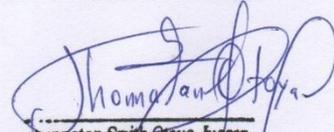
OBSERVACIONES




Danny Charles Quezada Ruiz
ING. CIVIL
Reg. Colegio de Ingenieros N° 122488

COLEGIO DE INGENIEROS DEL PERU

ING. EDWIN G. ROJAS ROJAS
CIP N° 65676


Juanatan Smith Ojeda Juarez
INGENIERO CIVIL
REGISTRO CIP N° 124341



FICHA DE RECOLECCIÓN DE DATOS

CONTENIDO DE HUMEDAD DEL AGREGADO FINO (ASTM D2216, NTP 339.127)

TÍTULO: Propiedades físico-mecánicas del concreto $f'c=210$ kg/cm² con adición de fibra de agave amarillo y coco, Ancash – 2022.

ELABORADO: Br. Gonzales Horna, Miguel Angel Benjamin.

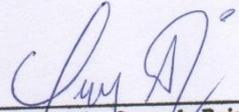
UBICACIÓN: Distrito de Chimbote, provincia de Santa, departamento de Ancash.

CANTERA:

MATERIAL: Arena gruesa.

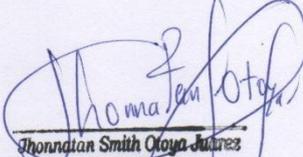
FECHA:

ÍTEM	DESCRIPCIÓN	UND	M-01	M-02	PROMEDIO
A	Tara + material húmedo	g			
B	Tara + material seco	g			
C	Peso del agua	g			
D	Peso de la tara	g			
E	Peso del material seco	g			
F	Contenido de humedad	%			


Danny Charles Quezada Ruiz
ING. CIVIL
Reg. Colegio de Ingenieros N° 122488

COLEGIO DE INGENIEROS DEL PERU

ING. EDWIN B. ROJAS ROJAS
CIP N° 65676


Thorngtan Smith Olaya Juárez
INGENIERO CIVIL
REGISTRO CIP N° 124341



FICHA DE RECOLECCIÓN DE DATOS

CONTENIDO DE HUMEDAD DEL AGREGADO GRUESO (ASTM D2216, NTP 339.127)

TÍTULO: Propiedades físico-mecánicas del concreto $f'c=210$ kg/cm² con adición de fibra de agave amarillo y coco, Ancash – 2022.

ELABORADO: Br. Gonzales Horna, Miguel Angel Benjamin.

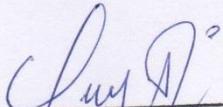
UBICACIÓN: Distrito de Chimbote, provincia de Santa, departamento de Ancash.

CANTERA:

MATERIAL: Piedra chancada.

FECHA:

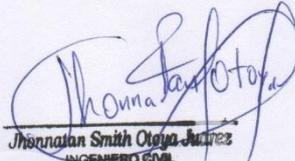
ÍTEM	DESCRIPCIÓN	UND	M-01	M-02	PROMEDIO
A	Tara + material húmedo	g			
B	Tara + material seco	g			
C	Peso del agua	g			
D	Peso de la tara	g			
E	Peso del material seco	g			
F	Contenido de humedad	%			



Danny Charles Quezada Ruiz
ING. CIVIL
Reg. Colegio de Ingenieros N° 12488

COLEGIO DE INGENIEROS DEL PERU


ING. EDWIN G. ROJAS ROJAS
CIP N° 65676



Jonathan Smith Ojeda Juárez
INGENIERO CIVIL
REGISTRO CIP N° 124341



FICHA DE RECOLECCIÓN DE DATOS

PESO ESPECÍFICO Y ABSORCIÓN DEL AGREGADO FINO (ASTM C128, NTP 400.022)

TÍTULO: Propiedades físico-mecánicas del concreto $f'c=210$ kg/cm² con adición de fibra de agave amarillo y coco, Ancash – 2022.

ELABORADO: Br. Gonzales Horna, Miguel Angel Benjamin.

UBICACIÓN: Distrito de Chimbote, provincia de Santa, departamento de Ancash.

CANTERA:

MATERIAL: Arena gruesa.

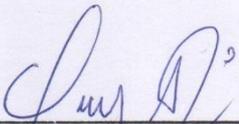
FECHA:

I. DATOS

ÍTEM	DESCRIPCIÓN	UND	M-01	M-02	PROMEDIO
A	Peso de material saturado superficialmente seco (aire)	g			
B	Peso de picnómetro + agua	g			
C	Volumen de masa + volumen de vacíos (A+B)	cm ³			
D	Peso de picnómetro + agua + material	g			
E	Volumen de masa + volumen de vacíos (C-D)	cm ³			
F	Peso de material seco en estufa	g			
G	Volumen de masa (E-(A-F))	cm ³			

II. RESULTADOS

ÍTEM	DESCRIPCIÓN	UND	M-01	M-02	PROMEDIO
H	Peso específico bulk (base seca) (F/E)	g/cm ³			
I	Peso específico bulk (base saturada) (A/E)	g/cm ³			
J	Peso específico aparente (base seca) (F/G)	g/cm ³			
K	Absorción (%) ((D-A)/A×100)	%			


Danny Charles Quezada Ruiz
ING. CIVIL
Reg. Colegio de Ingenieros N° 122488


COLEGIO DE INGENIEROS DEL PERU

ING. EDWIN G. ROJAS ROJAS
CIP N° 65676


Jonathan Smith Olaya Juarez
INGENIERO CIVIL
REGISTRO CIP N° 124341



FICHA DE RECOLECCIÓN DE DATOS

PESO ESPECÍFICO Y ABSORCIÓN DEL AGREGADO GRUESO (ASTM C127, NTP 400.021)

TÍTULO: Propiedades físico-mecánicas del concreto $f'c=210$ kg/cm² con adición de fibra de agave amarillo y coco, Ancash – 2022.

ELABORADO: Br. Gonzales Horna, Miguel Angel Benjamin.

UBICACIÓN: Distrito de Chimbote, provincia de Santa, departamento de Ancash.

CANTERA:

MATERIAL: Piedra chancada.

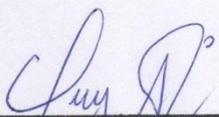
FECHA:

I. DATOS

ÍTEM	DESCRIPCIÓN	UND	M-01	M-02	PROMEDIO
A	Peso de material saturado superficialmente seco (aire)	g			
B	Peso de material saturado superficialmente seco (agua)	g			
C	Volumen de masa + volumen de vacíos (A-B)	cm ³			
D	Peso de material seco en estufa	g			
E	Volumen de masa (C-(A-D))	cm ³			

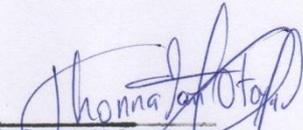
II. RESULTADOS

ÍTEM	DESCRIPCIÓN	UND	M-01	M-02	PROMEDIO
F	Peso específico bulk (base seca) (D/C)	g/cm ³			
G	Peso específico bulk (base saturada) (A/C)	g/cm ³			
H	Peso específico aparente (base seca) (D/E)	g/cm ³			
I	Absorción (%) ((D-A)/A×100)	%			


Danny Charles Quezada Ruiz
ING. CIVIL
Reg. Colegio de Ingenieros N° 122488

COLEGIO DE INGENIEROS DEL PERU

ING. EDWIN G. ROJAS ROJAS
CIP N° 65676


Jhonatan Smith Ojeda Juarez
INGENIERO CIVIL
REGISTRO CIP N° 124341



FICHA DE RECOLECCIÓN DE DATOS

PESO UNITARIO DEL AGREGADO FINO (ASTM C29, NTP 400.017)

TÍTULO: Propiedades físico-mecánicas del concreto $f'c=210$ kg/cm² con adición de fibra de agave amarillo y coco, Ancash – 2022.

ELABORADO: Br. Gonzales Horna, Miguel Angel Benjamin.

UBICACIÓN: Distrito de Chimbote, provincia de Santa, departamento de Ancash.

CANTERA:

MATERIAL: Arena gruesa.

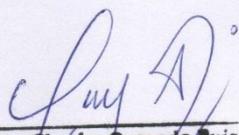
FECHA:

I. PESO UNITARIO SUELTO

ÍTEM	DESCRIPCIÓN	UND	M-01	M-02	M-03
A	Peso de molde + muestra	g			
B	Peso de molde	g			
C	Peso de muestra (A-B)	g			
D	Volumen de molde	cm ³			
E	Peso unitario	kg/m ³			
Peso unitario promedio		kg/m ³			
CORREGIDO POR HUMEDAD		kg/m ³			

II. PESO UNITARIO COMPACTADO

ÍTEM	DESCRIPCIÓN	UND	M-01	M-02	M-03
A	Peso de molde + muestra	g			
B	Peso de molde	g			
C	Peso de muestra (A-B)	g			
D	Volumen de molde	cm ³			
E	Peso unitario	kg/m ³			
Peso unitario promedio		kg/m ³			
CORREGIDO POR HUMEDAD		kg/m ³			


Danny Charles Quezada Ruiz
ING. CIVIL
Reg. Colegio de Ingenieros N° 122488

COLEGIO DE INGENIEROS DEL PERU

ING. EDUARDO G. ROJAS ROJAS
CIP N° 65676


Jhonatan Smith Olaya Juarez
INGENIERO CIVIL
REGISTRO CIP N° 124341



FICHA DE RECOLECCIÓN DE DATOS

PESO UNITARIO DEL AGREGADO GRUESO (ASTM C29, NTP 400.017)

TÍTULO: Propiedades físico-mecánicas del concreto $f'c=210$ kg/cm² con adición de fibra de agave amarillo y coco, Ancash – 2022.

ELABORADO: Br. Gonzales Horna, Miguel Angel Benjamin.

UBICACIÓN: Distrito de Chimbote, provincia de Santa, departamento de Ancash.

CANTERA:

MATERIAL: Piedra chancada.

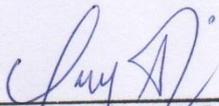
FECHA:

I. PESO UNITARIO SUELTO

ÍTEM	DESCRIPCIÓN	UND	M-01	M-02	M-03
A	Peso de molde + muestra	g			
B	Peso de molde	g			
C	Peso de muestra (A-B)	g			
D	Volumen de molde	cm ³			
E	Peso unitario	kg/m ³			
Peso unitario promedio		kg/m ³			
CORREGIDO POR HUMEDAD		kg/m ³			

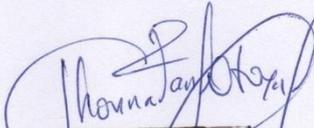
II. PESO UNITARIO COMPACTADO

ÍTEM	DESCRIPCIÓN	UND	M-01	M-02	M-03
A	Peso de molde + muestra	g			
B	Peso de molde	g			
C	Peso de muestra (A-B)	g			
D	Volumen de molde	cm ³			
E	Peso unitario	kg/m ³			
Peso unitario promedio		kg/m ³			
CORREGIDO POR HUMEDAD		kg/m ³			


Danny Charles Quezada Ruiz
ING. CIVIL
Reg. Colegio de Ingenieros N° 122488

COLEGIO DE INGENIEROS DEL PERU

ING. EDWIN B. ROJAS ROJAS
CIP N° 65676


Jhonatan Smith Olaya Juarez
INGENIERO CIVIL
REGISTRO CIP N° 124341



FICHA DE RECOLECCIÓN DE DATOS

ASENTAMIENTO DEL CONCRETO CON EL CONO DE ABRAMS (ASTM C143, NTP 339.035)

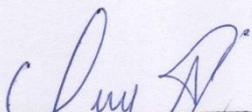
TÍTULO: Propiedades físico-mecánicas del concreto $f'c=210$ kg/cm² con adición de fibra de agave amarillo y coco, Ancash – 2022.

ELABORADO: Br. Gonzales Horna, Miguel Angel Benjamin.

UBICACIÓN: Distrito de Chimbote, provincia de Santa, departamento de Ancash.

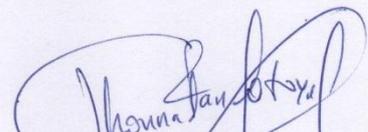
FECHA:

DOSIFICACIÓN (%)	ASENTAMIENTO (cm)										PROMEDIO (cm)	PROMEDIO (in)
	1.00	2.00	3.00	4.00	5.00	6.00	7.00	8.00	9.00	10.00		
Concreto patrón												
0.00												
Concreto con adición de fibra de agave amarillo y coco												
0.20												
0.40												
0.50												


Danny Charles Quezada Ruiz
ING. CIVIL
Reg. Colegio de Ingenieros N° 122488


COLEGIO DE INGENIEROS DEL PERU

ING. EDWIN B. ROJAS ROJAS
CIP N° 65678


Jhonatan Smith Olaya Jaimes
INGENIERO CIVIL
REGISTRO CIP N° 124341



FICHA DE RECOLECCIÓN DE DATOS

PESO UNITARIO DEL CONCRETO (ASTM C138, NTP 339.046)

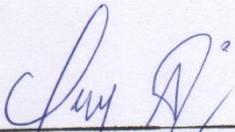
TÍTULO: Propiedades físico-mecánicas del concreto $f'c=210$ kg/cm² con adición de fibra de agave amarillo y coco, Ancash – 2022.

ELABORADO: Br. Gonzales Horna, Miguel Angel Benjamin.

UBICACIÓN: Distrito de Chimbote, provincia de Santa, departamento de Ancash.

FECHA:

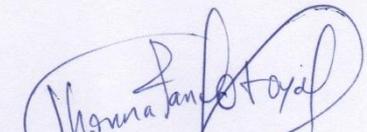
PESO UNITARIO DEL CONCRETO (PUC)							
DOSIFICACIÓN (%)	PESO DEL MOLDE (kg)	PESO MOLDE + CONCRETO COMPACTADO (kg)	PESO DEL CONCRETO (kg)	PESO UNITARIO DEL CONCRETO (kg/m ³)	PESO UNITARIO TEÓRICO (kg/m ³)	RENDIMIENTO	VERIFICACIÓN DEL CUMPLIMIENTO
Concreto patrón							
0.00							
Concreto con adición de fibra de agave amarillo y coco							
0.20							
0.40							
0.50							



Danny Charles Quezada Ruiz
ING. CIVIL
Reg. Colegio de Ingenieros N° 122488


COLEGIO DE INGENIEROS DEL PERÚ

ING. EDWIN ROJAS ROJAS
CIP N° 65676



Jonathan Smith Ochoa Juarez
INGENIERO CIVIL
REGISTRO CIP N° 124344



FICHA DE RECOLECCIÓN DE DATOS

CONTENIDO DE AIRE DEL CONCRETO (ASTM C231, NTP 339.046)

TÍTULO: Propiedades físico-mecánicas del concreto $f'c=210$ kg/cm² con adición de fibra de agave amarillo y coco, Ancash – 2022.

ELABORADO: Br. Gonzales Horna, Miguel Angel Benjamin.

UBICACIÓN: Distrito de Chimbote, provincia de Santa, departamento de Ancash.

FECHA:

CONTENIDO DE AIRE DEL CONCRETO			
DOSIFICACIÓN (%)	CONTENIDO DE AIRE DE DISEÑO (%)	CONTENIDO DE AIRE DE OLLA WASHINGTON (%)	VERIFICACIÓN DEL CUMPLIMIENTO
Concreto patrón			
0.00			
Concreto con adición de fibra de agave amarillo y coco			
0.20			
0.40			
0.50			



Danny Charles Quesada Ruiz
ING. CIVIL
Reg. Colegio de Ingenieros N° 12488


COLEGIO DE INGENIEROS DEL PERÚ


ING. EDWIN ROJAS ROJAS
CIP N° 65676



Honorato Smith Ojeda Juárez
INGENIERO CIVIL
REGISTRO CIP N° 124341



FICHA DE RECOLECCIÓN DE DATOS

RESISTENCIA A LA COMPRESIÓN DEL CONCRETO EN MUESTRAS CILÍNDRICAS (ASTM C39, NTP 339.034)

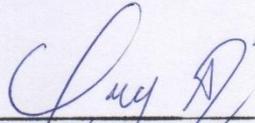
TÍTULO: Propiedades físico-mecánicas del concreto $f'c=210$ kg/cm² con adición de fibra de agave amarillo y coco, Ancash – 2022.

ELABORADO: Br. Gonzales Horna, Miguel Angel Benjamin.

UBICACIÓN: Distrito de Chimbote, provincia de Santa, departamento de Ancash.

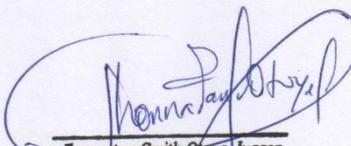
FECHA:

DOSIFICACIÓN (%)	EDAD (días)	ESPECIMEN	DIMENSIONES		TIPO DE FALLA	CARGA (kg)	RESISTENCIA COMPRESIÓN $f'c$ (kg/cm ²)	$f'c$ PROMEDIO (kg/cm ²)
			Diámetro (cm)	Altura (cm)				
Concreto patrón								
0.00	7 días							
	14 días							
	28 días							
Concreto con adición de fibra de agave amarillo y coco								
0.20	7 días							
	14 días							
	28 días							


Danny Charles Quezada Ruiz
ING. CIVIL
Reg. Colegio de Ingenieros N° 12488


COLEGIO DE INGENIEROS DEL PERÚ

ING. EDWIN G. ROJAS ROJAS
CIP N° 65676


Jhonatan Smith Ojeda Juarez
INGENIERO CIVIL
REGISTRO CIP N° 124341



FICHA DE RECOLECCIÓN DE DATOS

RESISTENCIA A LA COMPRESIÓN DEL CONCRETO EN MUESTRAS CILÍNDRICAS (ASTM C39, NTP 339.034)

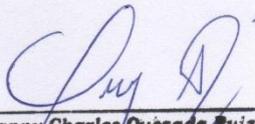
TÍTULO: Propiedades físico-mecánicas del concreto $f'c=210 \text{ kg/cm}^2$ con adición de fibra de agave amarillo y coco, Ancash – 2022.

ELABORADO: Br. Gonzales Horna, Miguel Angel Benjamin.

UBICACIÓN: Distrito de Chimbote, provincia de Santa, departamento de Ancash.

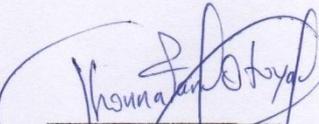
FECHA:

DOSIFICACIÓN (%)	EDAD (días)	ESPECIMEN	DIMENSIONES		TIPO DE FALLA	CARGA (kg)	RESISTENCIA COMPRESIÓN $f'c$ (kg/cm ²)	$f'c$ PROMEDIO (kg/cm ²)
			Diámetro (cm)	Altura (cm)				
Concreto con adición de fibra de agave amarillo y coco								
0.40	7 días							
	14 días							
0.50	7 días							
	14 días							
28 días								


Danny Charles Quézada Ruiz
ING. CIVIL
Reg. Colegio de Ingenieros N° 122488


COLEGIO DE INGENIEROS DEL PERU

ING. EDWIN G. ROJAS ROJAS
CIP N° 65076


Jhonatan Smith Olaya Juárez
INGENIERO CIVIL
REGISTRO CIP N° 124341



FICHA DE RECOLECCIÓN DE DATOS

RESISTENCIA A LA TRACCIÓN DEL CONCRETO POR COMPRESIÓN DIAMETRAL (ATSM C496, NTP 339.084)

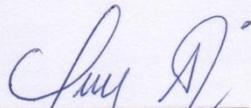
TÍTULO: Propiedades físico-mecánicas del concreto $f'c=210$ kg/cm² con adición de fibra de agave amarillo y coco, Ancash – 2022.

ELABORADO: Br. Gonzales Horna, Miguel Angel Benjamin.

UBICACIÓN: Distrito de Chimbote, provincia de Santa, departamento de Ancash.

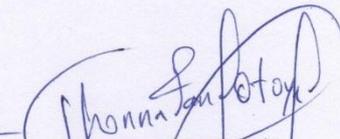
FECHA:

DOSIFICACIÓN (%)	EDAD (días)	ESPECIMEN	DIMENSIONES		CARGA (kg)	RESISTENCIA TRACCIÓN (kg/cm ²)	PROMEDIO (kg/cm ²)
			Diámetro (cm)	Longitud (cm)			
Concreto patrón							
0.00	28 días						
Concreto con adición de fibra de agave amarillo y coco							
0.20	28 días						
0.40	28 días						
0.50	28 días						


Danny Charles Quezada Ruiz
ING. CIVIL
Reg. Colegio de Ingenieros N° 122488

COLEGIO DE INGENIEROS DEL PERU

ING. EDWIN ROJAS ROJAS
CIP N° 65676


Jhonatan Smith Ojeda Juarez
INGENIERO CIVIL
REGISTRO CIP N° 124341



FICHA DE RECOLECCIÓN DE DATOS

RESISTENCIA A LA FLEXIÓN DEL CONCRETO (ASTM C78, NTP 339.079)

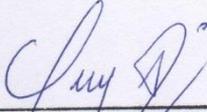
TÍTULO: Propiedades físico-mecánicas del concreto $f'c=210$ kg/cm² con adición de fibra de agave amarillo y coco, Ancash – 2022.

ELABORADO: Br. Gonzales Horna, Miguel Angel Benjamin.

UBICACIÓN: Distrito de Chimbote, provincia de Santa, departamento de Ancash.

FECHA:

DOSIFICACIÓN (%)	EDAD (días)	ESPECIMEN	DIMENSIONES			CARGA (kg)	MÓDULO ROTURA (kg/cm ²)	PROMEDIO (kg/cm ²)
			Alto (cm)	Ancho (cm)	Luz libre (cm)			
Concreto patrón								
0.00	28 días							
Concreto con adición de fibra de agave amarillo y coco								
0.20	28 días							
0.40	28 días							
0.50	28 días							


Danny Charles Quezada Ruiz
ING. CIVIL
Reg. Colegio de Ingenieros N° 122488



COLEGIO DE INGENIEROS DEL PERU


ING. EDWIN G. ROJAS ROJAS
CIP N° 65676


Jhonatan Smith Ochoa Juárez
INGENIERO CIVIL
REGISTRO CIP N° 124341

Anexo 4. Certificado de validación de instrumentos de recolección de datos



VALIDACIÓN DE INSTRUMENTOS

I. DATOS GENERALES

Apellidos y nombres del experto: Rojas Rojas Edwin Gilberto

N° de registro CIP : 65676

Especialidad : Ingeniería Civil

Autor del instrumento: Br. Gonzales Horna, Miguel Angel Benjamin.

Instrumentos de evaluación: Fichas de recolección de datos de análisis granulométrico, contenido de humedad, peso específico y absorción y peso unitario de los agregados, asentamiento, peso unitario, contenido de aire, resistencia a la compresión, resistencia a la tracción por compresión diametral y resistencia a la flexión del concreto.

II. ASPECTOS DE VALIDACIÓN

MUY DEFICIENTE (1) DEFICIENTE (2) ACEPTABLE (3) BUENO (4) EXCELENTE (5)

CRITERIOS	INDICADORES	1	2	3	4	5
CLARIDAD	Los instrumentos están redactados de manera clara, con lenguaje apropiado y libre de ambigüedades.					X
OBJETIVIDAD	Los instrumentos permiten recoger la información pertinente de manera objetiva sobre la variable dependiente (concreto) en todas sus dimensiones e indicadores, según sus definiciones.					X
ACTUALIDAD	Los instrumentos demuestran vigencia acorde con el conocimiento científico, tecnológico y legal e innovación inherente a la variable dependiente.					X
ORGANIZACIÓN	Los ítems de los instrumentos reflejan organización lógica entre la definición operacional y conceptual de la variable de manera que permiten hacer inferencias en función al problema, los objetivos y la hipótesis de la investigación.					X
SUFICIENCIA	Los ítems de los instrumentos son suficientes en cantidad y calidad acorde con la variable, dimensiones e indicadores.					X
INTENCIONALIDAD	Los ítems del instrumento son coherentes con el tipo de investigación y responden a los objetivos, hipótesis y variable de estudio.					X
CONSISTENCIA	La información que se recolecte por medio de los instrumentos, permitirá analizar, describir y explicar la realidad (motivo de la investigación).					X
COHERENCIA	Los ítems de los instrumentos expresan relación con los indicadores de cada dimensión de la variable.					X
METODOLOGÍA	La relación entre la técnica y los instrumentos propuestos responde al propósito de la investigación, desarrollo tecnológico e innovación.					X
PERTINENCIA	La redacción de los ítems concuerda con la escala valorativa de los instrumentos.					X
PUNTAJE TOTAL						50

Nota: Tener en cuenta que los instrumentos serán válidos si el puntaje mínimo es 40, por lo tanto, un puntaje menor al mencionado estimará el instrumento como no válido, ni aplicable.

III. OPINIÓN DE APLICABILIDAD

PROMEDIO DE VALORACIÓN: 5.0

Chimbote, 17 de agosto de 2022





VALIDACIÓN DE INSTRUMENTOS

I. DATOS GENERALES

Apellidos y nombres del experto: Quezada Ruiz Danny Charles

N° de registro CIP : 122488

Especialidad : Ingeniería Civil

Autor del instrumento: Br. Gonzales Horna, Miguel Angel Benjamin.

Instrumentos de evaluación: Fichas de recolección de datos de análisis granulométrico, contenido de humedad, peso específico y absorción y peso unitario de los agregados, asentamiento, peso unitario, contenido de aire, resistencia a la compresión, resistencia a la tracción por compresión diametral y resistencia a la flexión del concreto.

II. ASPECTOS DE VALIDACIÓN

MUY DEFICIENTE (1) DEFICIENTE (2) ACEPTABLE (3) BUENO (4) EXCELENTE (5)

CRITERIOS	INDICADORES	1	2	3	4	5
CLARIDAD	Los instrumentos están redactados de manera clara, con lenguaje apropiado y libre de ambigüedades.					X
OBJETIVIDAD	Los instrumentos permiten recoger la información pertinente de manera objetiva sobre la variable dependiente (concreto) en todas sus dimensiones e indicadores, según sus definiciones.					X
ACTUALIDAD	Los instrumentos demuestran vigencia acorde con el conocimiento científico, tecnológico y legal e innovación inherente a la variable dependiente.					X
ORGANIZACIÓN	Los ítems de los instrumentos reflejan organización lógica entre la definición operacional y conceptual de la variable de manera que permiten hacer inferencias en función al problema, los objetivos y la hipótesis de la investigación.					X
SUFICIENCIA	Los ítems de los instrumentos son suficientes en cantidad y calidad acorde con la variable, dimensiones e indicadores.					X
INTENCIONALIDAD	Los ítems del instrumento son coherentes con el tipo de investigación y responden a los objetivos, hipótesis y variable de estudio.					X
CONSISTENCIA	La información que se recolecte por medio de los instrumentos, permitirá analizar, describir y explicar la realidad (motivo de la investigación).					X
COHERENCIA	Los ítems de los instrumentos expresan relación con los indicadores de cada dimensión de la variable.					X
METODOLOGÍA	La relación entre la técnica y los instrumentos propuestos responde al propósito de la investigación, desarrollo tecnológico e innovación.					X
PERTINENCIA	La redacción de los ítems concuerda con la escala valorativa de los instrumentos.					X
PUNTAJE TOTAL						50

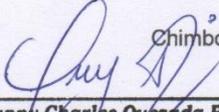
Nota: Tener en cuenta que los instrumentos serán válidos si el puntaje mínimo es 40, por lo tanto, un puntaje menor al mencionado estimará el instrumento como no válido, ni aplicable.

III. OPINIÓN DE APLICABILIDAD

PROMEDIO DE VALORACIÓN:

5.0

Chimbote, 17 de agosto de 2022


Danny Charles Quezada Ruiz
ING. CIVIL

Reg. Colegio de Ingenieros N° 122488



VALIDACIÓN DE INSTRUMENTOS

I. DATOS GENERALES

Apellidos y nombres del experto: Otoya Juarez Jhonnatan Smith

N° de registro CIP : 124341

Especialidad : Ing. Civil

Autor del instrumento: Br. Gonzales Homa, Miguel Angel Benjamin.

Instrumentos de evaluación: Fichas de recolección de datos de análisis granulométrico, contenido de humedad, peso específico y absorción y peso unitario de los agregados, asentamiento, peso unitario, contenido de aire, resistencia a la compresión, resistencia a la tracción por compresión diametral y resistencia a la flexión del concreto.

II. ASPECTOS DE VALIDACIÓN

MUY DEFICIENTE (1) DEFICIENTE (2) ACEPTABLE (3) BUENO (4) EXCELENTE (5)

CRITERIOS	INDICADORES	1	2	3	4	5
CLARIDAD	Los instrumentos están redactados de manera clara, con lenguaje apropiado y libre de ambigüedades.					X
OBJETIVIDAD	Los instrumentos permiten recoger la información pertinente de manera objetiva sobre la variable dependiente (concreto) en todas sus dimensiones e indicadores, según sus definiciones.					X
ACTUALIDAD	Los instrumentos demuestran vigencia acorde con el conocimiento científico, tecnológico y legal e innovación inherente a la variable dependiente.					X
ORGANIZACIÓN	Los ítems de los instrumentos reflejan organización lógica entre la definición operacional y conceptual de la variable de manera que permiten hacer inferencias en función al problema, los objetivos y la hipótesis de la investigación.					X
SUFICIENCIA	Los ítems de los instrumentos son suficientes en cantidad y calidad acorde con la variable, dimensiones e indicadores.					X
INTENCIONALIDAD	Los ítems del instrumento son coherentes con el tipo de investigación y responden a los objetivos, hipótesis y variable de estudio.					X
CONSISTENCIA	La información que se recolecte por medio de los instrumentos, permitirá analizar, describir y explicar la realidad (motivo de la investigación).					X
COHERENCIA	Los ítems de los instrumentos expresan relación con los indicadores de cada dimensión de la variable.					X
METODOLOGÍA	La relación entre la técnica y los instrumentos propuestos responde al propósito de la investigación, desarrollo tecnológico e innovación.					X
PERTINENCIA	La redacción de los ítems concuerda con la escala valorativa de los instrumentos.					X
PUNTAJE TOTAL						50

Nota: Tener en cuenta que los instrumentos serán válidos si el puntaje mínimo es 40, por lo tanto, un puntaje menor al mencionado estimará el instrumento como no válido, ni aplicable.

III. OPINIÓN DE APLICABILIDAD

PROMEDIO DE VALORACIÓN:

5.0

Chimbote, 17 de agosto de 2022

Jhonnatan Smith Otoya Juarez
INGENIERO CIVIL
REGISTRO CIP N° 124341

Anexo 5. Cuadro de dosificaciones y resultados de antecedentes

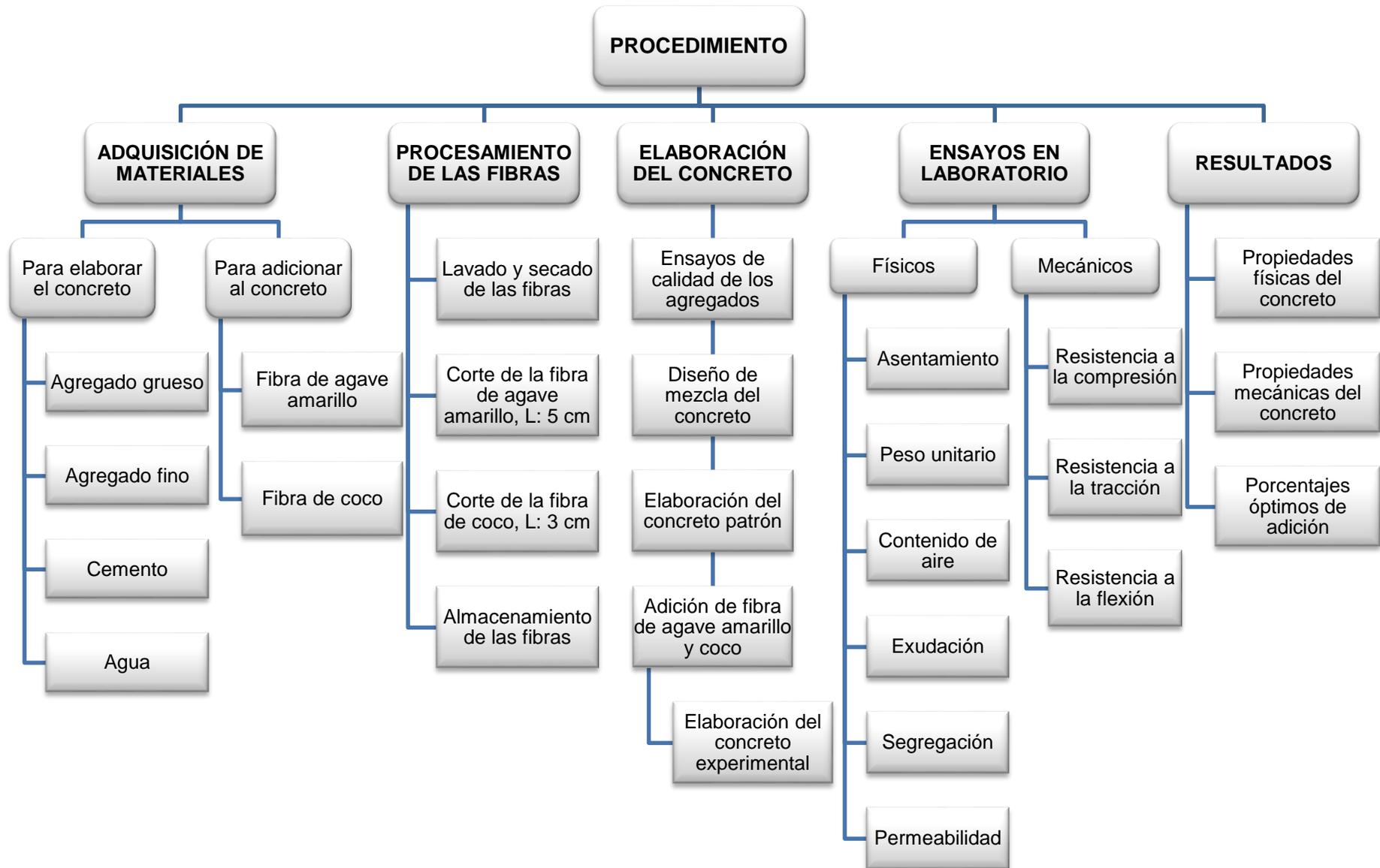
Título: Propiedades físico-mecánicas del concreto $f_c=210$ kg/cm² con adición de fibra de agave amarillo y coco, Ancash – 2022.

Autor: Br. Gonzales Horna, Miguel Angel Benjamin.

	AUTOR	TÍTULO	Año	f'c de C° Patron (kg/cm2)	Fibra agregada	Porcentaje de adición (%)	Resistencia a compresión (kg/cm2)	Resistencia a tracción (kg/cm2)	Resistencia a flexión (kg/cm2)	Asentamiento (in)	Consistencia	Trabajabilidad	Long. fibra (cm)	
							28 días	28 días	28 días					
Tesis Internacionales	MARTÍN SENDRA AIDA	ESTUDIO COMPARATIVO DE FIBRAS NATURALES PARA REFORZAR HORMIGÓN (España)	2020	210	Fibra de coco	0.00	210.40	26.50	-	-	-	-	5.00	
						1.50	213.20	35.60	-	-	-	-		
	MORENO ROJAS GERMAN RICARDO REYES FERIA LUISA FERNANDA	ANÁLISIS DE LA RESISTENCIA A LOS ESFUERZOS DE COMPRESIÓN Y TRACCIÓN EN EL HORMIGÓN HIDRÁULICO MODIFICADO CON FIBRA DE COCO (Colombia)	2018	210	Fibra de coco	0.00	218.90	-	34.00	-	-	-	-	5.00
						3.00	223.10	-	36.10	-	-	-		
						5.00	216.90	-	35.30	-	-	-		
						7.00	214.80	-	38.30	-	-	-		
Tesis Nacionales	HILARIO ALVAREZ DANIEL ANTHONY SIFUENTES ZORRILLA FISHER URBANO	INFLUENCIA DE LA FIBRA SECA DE AGAVE AMARILLO EN LAS PROPIEDADES FÍSICO-MECÁNICAS DEL CONCRETO F'C=210 KG/CM2, HUARI, ANCASH – 2021 (Lima - UCV)	2021	210	Fibra de agave amarillo	0.00	226.40	30.80	-	2.50	plástica	trabajable	5.00	
						0.50	278.20	46.60	-	2.40	plástica	trabajable		
						0.80	247.30	40.30	-	2.20	plástica	trabajable		
						1.00	213.70	31.00	-	2.00	seca	poco trabajable		
	MINAYA ASENCIOS MARÍA NIEVES	INFLUENCIA DE LA INCORPORACIÓN DE FIBRA DE COCO PARA LA INCIDENCIA EN LA RESISTENCIA DEL CONCRETO F'C=210 KG/CM2 – LIMA 2020 (Lima - UPN)	2020	210	Fibra de coco	0.00	212.80	22.20	41.20	-	-	-	-	5.00
						1.50	272.40	25.30	44.80	-	-	-		
						2.00	239.50	26.60	47.40	-	-	-		
						-	-	-	-	-	-	-		
	CHINCHAYHUARA VERDE CLEISON	ADICIÓN DE FIBRAS DE AGAVE PARA MEJORAR LAS PROPIEDADES FÍSICAS Y MECÁNICAS DEL CONCRETO DE 210 KG/CM2, LA LIBERTAD – 2020 (Lima - UCV)	2020	210	Fibra de agave	0.00	241.80	25.50	43.90	5.50	fluida	muy trabajable	5.00	
						0.50	253.80	27.70	44.90	5.00	fluida	muy trabajable		
						1.00	247.80	25.60	45.70	4.50	plástica	trabajable		
						1.50	238.40	24.90	45.40	4.00	plástica	trabajable		
INGA ESTRELLA XIOMIRA MLAGROS	EVALUACIÓN DE RESISTENCIA A LA COMPRESIÓN DEL CONCRETO F'C=210 KG/CM2 ADICIONANDO FIBRAS DE COCO, LIMA 2019 (Lima - UCV)	2019	210	Fibra de coco	0.00	231.00	-	-	3.40	plástica	trabajable	7.00		
					0.80	251.00	-	-	3.20	plástica	trabajable			
					1.60	244.00	-	-	3.10	plástica	trabajable			
					2.40	238.00	-	-	2.90	plástica	trabajable			
Artículos	ANANDH SEKAR GUNASEKARAN KANDASAMY	OPTIMIZATION OF COCONUT FIBER IN COCONUT SHELL CONCRETE AND ITS MECHANICAL AND BOND PROPERTIES (Materials Science)	2018	210	Fibra de coco	0.00	210.90	31.50	46.00	-	-	-	3.00	
						1.00	217.20	36.40	50.20	-	-	-		
						2.00	240.70	38.80	61.50	-	-	-		
						3.00	277.40	40.90	70.40	-	-	-		
						4.00	258.00	39.70	62.80	-	-	-		
	GIL SÁNCHEZ HARVETH ZULETA GIL ALEJANDRO REYES CAMPO DAVID	MECHANICAL PROPERTIES AND SUSTAINABILITY ASPECTS OF COCONUT FIBER MODIFIED CONCRETE (Scientia et Technica)	2021	210	Fibra de coco	0.00	214.20	-	-	-	-	-	3.00	
						0.46	208.70	-	-	-	-	-		
						0.62	204.30	-	-	-	-	-		
						-	-	-	-	-	-	-		
						-	-	-	-	-	-	-		
En otros idiomas	KHAN MEHRAN ALI MAJID	EFFECT OF SUPER PLASTICIZER ON THE PROPERTIES OF MEDIUM STRENGTH CONCRETE PREPARED WITH COCONUT FIBER	2018	210	Fibra de coco	0.00	215.50	-	-	-	-	-	4.00	
						2.00	224.70	-	-	-	-	-		
	AHMAD WAQAS Y OTROS	EFFECT OF COCONUT FIBER LENGTH AND CONTENT ON PROPERTIES OF HIGH STRENGTH CONCRETE	2020	210	Fibra de coco	0.00	213.80	-	-	-	-	-	3.00	
						1.50	232.00	-	-	-	-	-		

LEYENDA	
MÁX. RESISTENCIA A LA COMPRESIÓN	
MAX RESISTENCIA A LA FLEXIÓN	

Anexo 6. Procedimiento



Proceso de aplicación



Cultivo



Adquisición



Extracción y tratamiento de las fibras



Adición y elaboración de C°



Concreto reforzado

Anexo 7. Tratamiento del producto

**TRATAMIENTO DEL PRODUCTO**

TÍTULO: Propiedades físico-mecánicas del concreto $f'c=210$ kg/cm² con adición de fibra de agave amarillo y coco, Ancash – 2022.

ELABORADO: Br. Gonzales Horna, Miguel Angel Benjamin.

UBICACIÓN: Distrito de Chimbote, provincia de Santa, departamento de Ancash.

LOCALIZACIÓN: Pro. Ladislao Espinar 1164 – Pueblo Libre Mz. K Lt. 16.

FECHA: 10/09/22.

FECHA	HORA	DESCRIPCIÓN
10/09/22	3:00 p.m.	Recolección de las hojas de la planta agave amarillo.
10/09/22	5:00 p.m.	Traslado de las hojas de la planta agave amarillo al lugar donde serán procesadas.
11/09/22	10:00 a.m.	Recolección de la fibra de coco para ser procesada.
11/09/22	12:45 p.m.	Traslado de la fibra de coco en estado natural al lugar donde será procesada.
12/09/22	7:00 a.m.	Procesamiento y extracción de la fibra agave amarillo, mediante la separación de la capa que envuelve la fibra y aplastamiento del producto para el retiro del jugo que contiene.
13/09/22	8:00 a.m.	Lavado de la fibra de agave amarillo durante 1 hora para el retiro total del jugo contenido y ciertas impurezas.
13/09/22	9:00 a.m.	Secado de la fibra de agave amarillo al aire libre durante 1 día completo.
13/09/22	10:00 a.m.	Tratamiento, separación y seccionamiento de la fibra de coco.
13/09/22	2:30 p.m.	Lavado de la fibra de coco durante 2 horas seguidas para la limpieza total de impurezas.
13/09/22	4:30 p.m.	Secado de la fibra de coco al aire libre durante 2 días.
14/09/22	9:00 a.m.	Corte de la fibra de agave amarillo a una longitud aproximada de 5.0 cm.
15/09/22	5:00 p.m.	Corte de la fibra de coco a una longitud aproximada de 3.0 cm.
16/09/22	8:00 a.m.	Almacenamiento de las fibras en un lugar seco a temperatura ambiente.
18/09/22	8:30 a.m.	Traslado de las fibras a laboratorio y entrega de las mismas.
21/09/22	9:00 a.m.	Adición de las fibras en el concreto $f'c=210$ kg/cm ² .

OBSERVACIONES: Ninguna.

Anexo 8. Resultados de ensayos de laboratorio



ANÁLISIS GRANULOMÉTRICO AGREGADO GRUESO
(ASTM C 136-06)

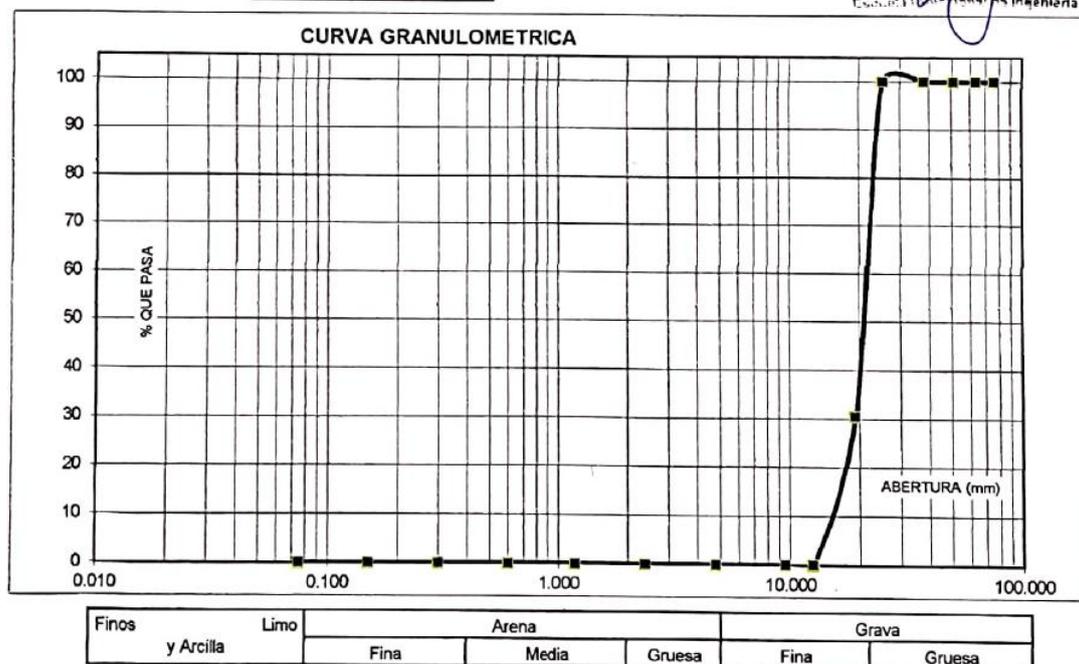
SOLICITA : Miguel Angel Benjamin Gonzales Horna
 TESIS : Propiedades físico-mecánicas del concreto $f'c=210$ kg/cm² con adición de fibra
 de agave amarillo y coco, Ancash – 2022
 LUGAR : CHIMBOTE-SANTA-ANCASH
 CANTERA: PIEDRA LIZA
 MATERIAL : PIEDRA CHANCADA
 FECHA : 3/11/2022

TAMIZ		Peso retenido	% ret. Parcial	% ret. Acumu.	% Que pasa
N°	Abert. (mm)	(gr.)	(%)	(%)	(gr.)
3"	76.200	0.0	0.0	0.0	100.0
2 1/2"	63.500	0.0	0.0	0.0	100.0
2"	50.800	0.0	0.0	0.0	100.0
1 1/2"	38.100	0.0	0.0	0.0	100.0
1"	25.400	0.0	0.0	0.0	100.0
3/4"	19.100	700.0	69.5	69.5	30.5
1/2"	12.500	306.7	30.5	100.0	0.0
3/8"	9.520	0.0	0.0	100.0	0.0
N° 4	4.760	0.0	0.0	100.0	0.0
N° 8	2.360	0.0	0.0	100.0	0.0
N° 16	1.180	0.0	0.0	100.0	0.0
N° 30	0.600	0.0	0.0	100.0	0.0
N° 50	0.300	0.0	0.0	100.0	0.0
N° 100	0.150	0.0	0.0	100.0	0.0
N° 200	0.075	0.0	0.0	100.0	0.0
PLATO	ASTM C-117-04	0	0.0	100.0	0.0
TOTAL		1006.7	100.0		

PROPIEDADES FÍSICAS	
Tamaño Máximo Nominal	N° 3/4
Huso	Ref. (ASTM C-33)

OBSERVACIONES
La Muestra tomada identificada por el solicitante.

UNIVERSIDAD SAN PEDRO
CHIMBOTE
Ing. Miguel Solar Jara
DIRECCIÓN
LABORATORIO DE MECÁNICA DE SUELOS Y INGENIERÍA CIVIL





ANÁLISIS GRANULOMÉTRICO AGREGADO FINO
(ASTM C 136-06)

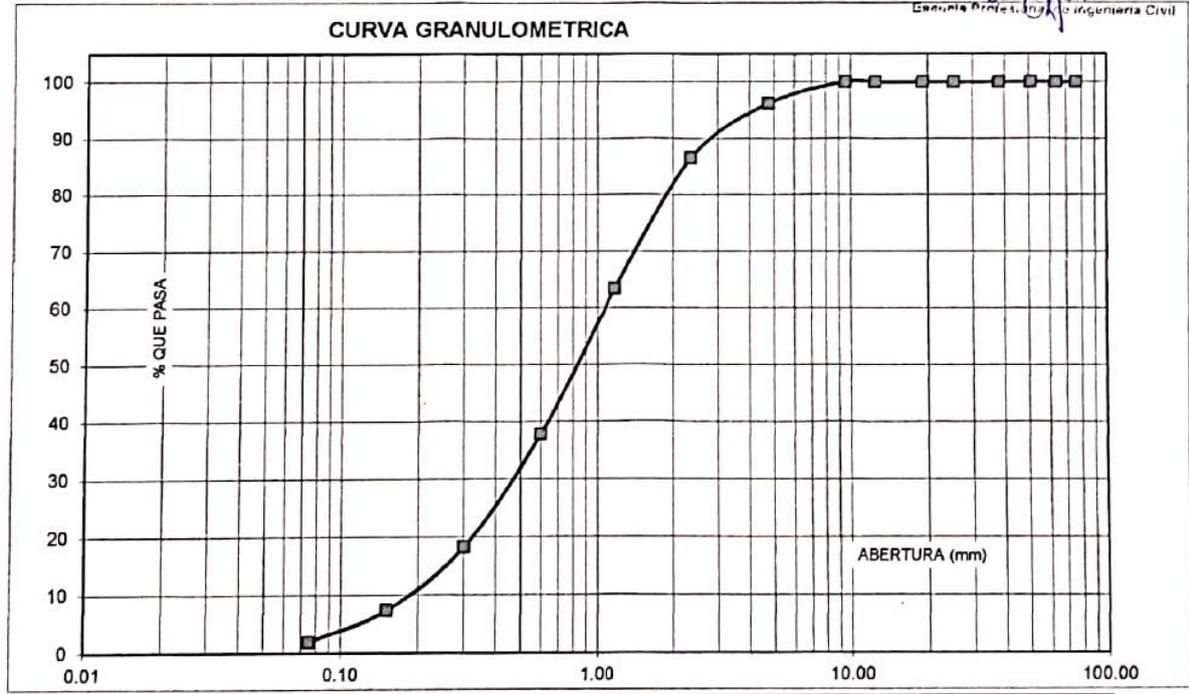
SOLICITA : Miguel Angel Benjamin Gonzales Horna
 TESIS : Propiedades físico-mecánicas del concreto $f_c=210$ kg/cm² con adición de fibra de agave amarillo y coco, Ancash – 2022
 LUGAR : CHIMBOTE-SANTA-ANCASH
 CANTERA : OASIS-03
 MATERIAL : ARENA GRUESA
 FECHA : 3/11/2022

TAMIZ		Peso retenido	% ret. Parcial	% ret. Acumu.	% Que pasa
N°	Abert.(mm)	(gr.)	(%)	(%)	(gr.)
3"	76.20	0.0	0.0	0.0	100.0
2 1/2"	63.50	0.0	0.0	0.0	100.0
2"	50.80	0.0	0.0	0.0	100.0
1 1/2"	38.10	0.0	0.0	0.0	100.0
1"	25.40	0.0	0.0	0.0	100.0
3/4"	19.10	0.0	0.0	0.0	100.0
1/2"	12.50	0.0	0.0	0.0	100.0
3/8"	9.52	0.0	0.0	0.0	100.0
N° 4	4.76	21.1	3.8	3.8	96.2
N° 8	2.36	54.5	9.7	13.5	86.5
N° 16	1.18	129.5	23.1	36.6	63.4
N° 30	0.60	143.0	25.5	62.1	37.9
N° 50	0.30	110.0	19.6	81.8	18.2
N° 100	0.15	61.0	10.9	92.6	7.4
N° 200	0.08	30.2	5.4	98.0	2.0
PLATO	ASTM C-117-04	11	2.0	100.0	0.0
TOTAL		560.3	100.0		

PROPIEDADES FÍSICAS	
Módulo de Fineza	2.90

OBSERVACIONES
 La Muestra tomada identificada por el solicitante.

UNIVERSIDAD SAN PEDRO
 CHIMBOTE
 Ing. Miguel Solar Jara
 DIRECTOR
 Escuela Profes. Ing. de Ingeniería Civil



Finos y Arcilla	Limo	Arena			Grava	
		Fina	Media	Gruesa	Fina	Gruesa



**CONTENIDO DE HUMEDAD AGREGADO GRUESO
(ASTM D-2216)**

SOLICITA : Miguel Angel Benjamin Gonzales Horna
TESIS : Propiedades físico-mecánicas del concreto $f_c=210$ kg/cm² con adición de fibra
de agave amarillo y coco, Ancash – 2022
LUGAR : CHIMBOTE-SANTA-ANCASH
CANTERA: PIEDRA LIZA
MATERIAL : PIEDRA CHANCADA
FECHA : 3/11/2022

PRUEBA N°	01	02
TARA N°		
TARA + SUELO HUMEDO (gr)	768.5	799.5
TARA + SUELO SECO (gr)	765.3	796.2
PESO DEL AGUA (gr)	3.2	3.3
PESO DE LA TARA (gr)	168.5	199.5
PESO DEL SUELO SECO (gr)	596.8	596.7
CONTENIDO DE HUMEDAD (%)	0.54	0.55
PROM. CONTENIDO HUMEDAD (%)	0.54	

UNIVERSIDAD SAN PEDRO
CHIMBOTE

Ing. Miguel Solar Jara
DIRECTOR
LABORATORIO DE MECÁNICA DE SUELOS Y ENSAYO DE MATERIALES



**CONTENIDO DE HUMEDAD AGREGADO FINO
(ASTM D-2216)**

SOLICITA : Miguel Angel Benjamin Gonzales Horna
TESIS : Propiedades físico-mecánicas del concreto $f_c=210$ kg/cm² con adición de fibra
de agave amarillo y coco, Ancash – 2022
LUGAR : CHIMBOTE-SANTA-ANCASH
CANTERA : OASIS-03
MATERIAL : ARENA GRUESA
FECHA : 3/11/2022

PRUEBA N°	01	02
TARA N°		
TARA + SUELO HUMEDO (gr)	805.1	804.8
TARA + SUELO SECO (gr)	801.3	801.1
PESO DEL AGUA (gr)	3.8	3.7
PESO DE LA TARA (gr)	204.5	204
PESO DEL SUELO SECO (gr)	596.8	597.1
CONTENIDO DE HUMEDAD (%)	0.64	0.62
PROM. CONTENIDO HUMEDAD (%)	0.63	

UNIVERSIDAD SAN PEDRO
CHIMBOTE

Ing. Miguel Solar Jara
DIRECTOR
LABORATORIO DE MECÁNICA DE SUELOS Y ENSAYO DE MATERIALES



PESO UNITARIO DEL AGREGADO GRUESO

SOLICITA : Miguel Angel Benjamin Gonzales Horna
TESIS : Propiedades físico-mecánicas del concreto $f_c=210$ kg/cm² con adición de fibra
de agave amarillo y coco, Ancash – 2022
LUGAR : CHIMBOTE-SANTA-ANCASH
CANTERA: PIEDRA LIZA
MATERIAL : PIEDRA CHANCADA
FECHA : 3/11/2022

PESO UNITARIO SUELTO

Ensayo N°	0 1	0 2	0 3
Peso de molde + muestra	18300	18500	18460
Peso de molde	5050	5050	5050
Peso de muestra	13250	13450	13410
Volumen de molde	9300	9300	9300
Peso unitario (Kg/m ³)	1425	1446	1442
Peso unitario prom. (Kg/m ³)	1438		
CORREGIDO POR HUMEDAD	1430		

PESO UNITARIO COMPACTADO

Ensayo N°	0 1	0 2	0 3
Peso de molde + muestra	19180	19200	19250
Peso de molde	5050	5050	5050
Peso de muestra	14130	14150	14200
Volumen de molde	9300	9300	9300
Peso unitario (Kg/m ³)	1519	1522	1527
Peso unitario prom. (Kg/m ³)	1523		
CORREGIDO POR HUMEDAD	1514		

UNIVERSIDAD SAN PEDRO
CHIMBOTE
Ing. Miguel Solar Jara
DIRECTOR
PESCA PROFESOR DE Ingeniería Civil



PESO UNITARIO DEL AGREGADO FINO

SOLICITA : Miguel Angel Benjamin Gonzales Horna
TESIS : Propiedades físico-mecánicas del concreto $f'c=210$ kg/cm² con adición de fibra
de agave amarillo y coco, Ancash – 2022
LUGAR : CHIMBOTE-SANTA-ANCASH
CANTERA : OASIS-03
MATERIAL : ARENA GRUESA
FECHA : 3/11/2022

PESO UNITARIO SUELTO

Ensayo N°	0 1	0 2	0 3
Peso de molde + muestra	7830	7810	7990
Peso de molde	3300	3300	3300
Peso de muestra	4530	4510	4690
Volumen de molde	2730	2730	2730
Peso unitario (Kg/m ³)	1659	1652	1718
Peso unitario prom. (Kg/m ³)	1676		
CORREGIDO POR HUMEDAD	1666		

PESO UNITARIO COMPACTADO

Ensayo N°	0 1	0 2	0 3
Peso de molde + muestra	8100	8300	8400
Peso de molde	3300	3300	3300
Peso de muestra	4800	5000	5100
Volumen de molde	2730	2730	2730
Peso unitario (Kg/m ³)	1758	1832	1868
Peso unitario prom. (Kg/m ³)	1819		
CORREGIDO POR HUMEDAD	1808		

UNIVERSIDAD SAN PEDRO
CHIMBOTE
Ing. Miguel Soler Jara
DIRECTOR
LABORATORIO DE INGENIERÍA CIVIL



**GRAVEDAD ESPECIFICA Y ABSORCION AGREGADO GRUESO
(Según norma ASTM C-127)**

SOLICITA : Miguel Angel Benjamin Gonzales Horna
TESIS : Propiedades físico-mecánicas del concreto $f_c=210$ kg/cm² con adición de fibra
de agave amarillo y coco, Ancash – 2022
LUGAR : CHIMBOTE-SANTA-ANCASH
CANTERA: PIEDRA LIZA
MATERIAL : PIEDRA CHANCADA
FECHA : 3/11/2022

A	Peso de material saturado superficialmente seco (aire)	635.10	666.30
B	Peso de material saturado superficialmente seco (agua)	405.90	435.10
C	Volumen de masa + volumen de vacios (A-B)	229.20	231.20
D	Peso de material seco en estufa	629.40	660.30
E	Volumen de masa (C-(A-D))	223.50	225.20
G	P.e. Bulk (Base Seca) D/C	2.746	2.856
H	P.e. Bulk (Base Saturada) A/C	2.771	2.882
I	P.e. Aparente (Base Seca) D/E	2.816	2.932
F	Absorción (%) ((D-A/A)x100)	0.91	0.91

P.e. Bulk (Base Seca) : 2.801
P.e. Bulk (Base Saturada) : 2.826
P.e. Aparente (Base Seca) : 2.874
Absorción (%) : 0.91

UNIVERSIDAD SAN PEDRO
CHIMBOTE

Ing. Miguel Solar Jara
DIRECTOR
Laboratorio de Mecánica de Suelos e Ingeniería Civil



**GRAVEDAD ESPECIFICA Y ABSORCION AGREGADO FINO
(Según norma ASTM C-127)**

SOLICITA : Miguel Angel Benjamin Gonzales Horna
TESIS : Propiedades físico-mecánicas del concreto $f_c=210$ kg/cm² con adición de fibra
de agave amarillo y coco, Ancash – 2022
LUGAR : CHIMBOTE-SANTA-ANCASH
CANTERA : OASIS-03
MATERIAL : ARENA GRUESA
FECHA : 3/11/2022

A	Peso de material saturado superficialmente seco (aire)	gr.	300.00	300.00
B	Peso de picnometro + agua	gr.	622.00	623.80
C	Volumen de masa + volumen de vacios (A+B)	cm ³	922.00	923.80
D	Peso de picnometro + agua + material	gr.	811.40	814.40
E	Volumen de masa + volumen de vacios (C-D)	cm ³	110.60	109.40
F	Peso de material seco en estufa	gr.	297.00	296.90
G	Volumen de masa (E-(A-F))		107.60	106.30
H	P.e. Bulk (Base Seca)	F/E	2.685	2.714
I	P.e. Bulk (Base Saturada)	A/E	2.712	2.742
J	P.e. Aparente (Base Seca)	F/E	2.760	2.793
K	Absorción (%) $((D-A)/A) \times 100$		1.01	1.04

P.e. Bulk (Base Seca) : 2.700
P.e. Bulk (Base Saturada) : 2.727
P.e. Aparente (Base Seca) : 2.777
Absorción (%) : 1.03

UNIVERSIDAD SAN PEDRO
CHIMBOTE
Ing. Miguel Solar Jara
DIRECTOR
LABORATORIO DE MECÁNICA DE SUELOS Y ENSAYO DE MATERIALES



DISEÑO DE MEZCLA

SOLICITA : Miguel Angel Benjamin Gonzales Horna
TESIS : Propiedades físico-mecánicas del concreto $f_c=210$ kg/cm² con adición de fibra
de agave amarillo y coco, Ancash – 2022
LUGAR : CHIMBOTE-SANTA-ANCASH
FECHA : 03/11/2022

ESPECIFICACIONES

- La selección de las proporciones se hará empleando el metodo del ACI
- La resistencia en compresión de diseño especificada es de 210 kg/cm², a los 28 días.

MATERIALES

A.- Cemento :

- Tipo I "Pacasmayo"
- Peso especifico 3.10

B.- Agua :

- Potable, de la zona.

C.-Agregado Fino :

CANTERA : OASIS-03

- Peso especifico de masa 2.70
- Peso unitario suelto 1666 kg/m³
- Peso unitario compactado 1808 kg/m³
- Contenido de humedad 0.63 %
- Absorción 1.03 %
- Módulo de fineza 2.90

D.- Agregado grueso

CANTERA: PIEDRA LIZA

- Piedra, perfil angular
- Tamaño Máximo Nominal N° 3/4
- Peso especifico de masa 2.80
- Peso unitario suelto 1430 kg/m³
- Peso unitario compactado 1514 kg/m³
- Contenido de humedad 0.54 %
- Absorción 0.91 %

UNIVERSIDAD SAN PEDRO
CHIMBOTE
Ing. Miguel Solar Jara
DIRECTOR
Laboratorio de Mecánica de Suelos y Ensayo de Materiales



SELECCIÓN DEL ASENTAMIENTO

De acuerdo a las especificaciones, las condiciones que la mezcla tenga una consistencia plástica, a la que corresponde un asentamiento de 3" a 4" .

VOLUMEN UNITARIO DE AGUA

Para una mezcla de concreto con asentamiento de 3" a 4" , sin aire incorporado y cuyo agregado grueso tiene un tamaño máximo nominal de N° 3/4 , el volumen unitario de agua es de 205 lt/m³ .

RELACIÓN AGUA - CEMENTO

Se obtiene una relación agua - cemento de 0.684

FACTOR DE CEMENTO

F.C. : $205 / 0.684 = 299.708 \text{ kg/m}^3 = 7.05 \text{ bolsas / m}^3$

VALORES DE DISEÑO CORREGIDOS

Cemento.....	299.708	kg/m ³
Agua efectiva.....	147.038	lts/m ³
Agregado fino.....	747.74	kg/m ³
Agregado grueso.....	678.669	kg/m ³

PROPORCIONES EN PESO

$$\frac{299.71}{299.71} : \frac{747.74}{299.71} : \frac{678.67}{299.71}$$

1 : 3.11 : 3.15 : 24.10 lts / bolsa

PROPORCIONES EN VOLUMEN

1 : 2.78 : 3.29 : 24.10 lts / bolsa

UNIVERSIDAD SAN PEDRO
CHIMBOTE

Ing. Miguel Solar Jara
DIRECTOR
Laboratorio de Mecánica de Suelos y Ensayo de Materiales



PESO UNITARIO DE CONCRETO FRESCO

SOLICITA : Miguel Angel Benjamin Gonzales Horna
TESIS : Propiedades físico-mecánicas del concreto $f'c=210$ kg/cm² con adición de fibra de agave amarillo y coco, Ancash – 2022
LUGAR : CHIMBOTE-SANTA-ANCASH
FECHA : 03/11/2022

PESO UNITARIO DE CONCRETO FRESCO CON TIPO DE CEMENTO TIPO I

Ensayo N°	01	02
Peso de molde + muestra	20.3	20.24
Peso de molde	3.425	3.425
Peso de muestra	16.875	16.985
Vol. De 1/4 pie 3 a m ³	0.007024	0.007024
Peso unitario (Kg/m ³)	2402	2418
Peso unitario prom. (Kg/m³)	2410	

ESPECIFICACIONES: El ensayo responde a la norma de diseño NPT 339.046

NOTA: La muestra fueron realizadas por el interesado en este laboratorio.

UNIVERSIDAD SAN PEDRO
CHIMBOTE
Ing. Miguel Solar Jara
DIRECTOR
Escuela Profesional de Ingeniería Civil



PESO UNITARIO DE CONCRETO FRESCO-EXPERIMENTAL-1

SOLICITA : Miguel Angel Benjamin Gonzales Horna
TESIS : Propiedades físico-mecánicas del concreto $f_c=210$ kg/cm² con adición de fibra de agave amarillo y coco, Ancash – 2022
LUGAR : CHIMBOTE-SANTA-ANCASH
FECHA : 03/11/2022

PESO UNITARIO DE CONCRETO FRESCO CON TIPO DE CEMENTO TIPO I

Ensayo N°	01	02
Peso de molde + muestra	20.45	20.32
Peso de molde	3.425	3.425
Peso de muestra	17.025	16.895
Vol. De 1/4 pie 3 a m ³	0.007024	0.007024
Peso unitario (Kg/m ³)	2424	2405
Peso unitario prom. (Kg/m³)	2415	

ESPECIFICACIONES: El ensayo responde a la norma de diseño NPT 339.046

NOTA: La muestra fueron realizadas por el interesado en este laboratorio.

UNIVERSIDAD SAN PEDRO
CHIMBOTE
Ing. Miguel Bolívar Jara
DIRECTOR
Escuela Profesional de Ingeniería Civil



PESO UNITARIO DE CONCRETO FRESCO-EXPERIMENTAL-2

SOLICITA : Miguel Angel Benjamin Gonzales Horna
TESIS : Propiedades físico-mecánicas del concreto $f_c=210$ kg/cm² con adición de fibra de agave amarillo y coco, Ancash – 2022
LUGAR : CHIMBOTE-SANTA-ANCASH
FECHA : 03/11/2022

PESO UNITARIO DE CONCRETO FRESCO CON TIPO DE CEMENTO TIPO I

Ensayo N°	01	02
Peso de molde + muestra	20.5	20.6
Peso de molde	3.425	3.425
Peso de muestra	17.075	17.175
Vol. De 1/4 pie 3 a m3	0.007024	0.007024
Peso unitario (Kg/m3)	2431	2445
Peso unitario prom. (Kg/m3)	2438	

ESPECIFICACIONES: El ensayo responde a la norma de diseño NPT 339.046

NOTA: La muestra fueron realizadas por el interesado en este laboratorio.

UNIVERSIDAD SAN PEDRO
CHIMBOTE
Ing. Miguel Solar Jara
DIRECTOR
Escuela Profesional de Ingeniería Civil



PESO UNITARIO DE CONCRETO FRESCO-EXPERIMENTAL-3

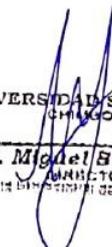
SOLICITA : Miguel Angel Benjamin Gonzales Horna
TESIS : Propiedades físico-mecánicas del concreto $f_c=210$ kg/cm² con adición de fibra de agave amarillo y coco, Ancash – 2022
LUGAR : CHIMBOTE-SANTA-ANCASH
FECHA : 03/11/2022

PESO UNITARIO DE CONCRETO FRESCO CON TIPO DE CEMENTO TIPO I

Ensayo N°	01	02
Peso de molde + muestra	20.28	20.2
Peso de molde	3.425	3.425
Peso de muestra	16.855	16.775
Vol. De 1/4 pie 3 a m ³	0.007024	0.007024
Peso unitario (Kg/m ³)	2400	2388
Peso unitario prom. (Kg/m³)	2394	

ESPECIFICACIONES: El ensayo responde a la norma de diseño NPT 339.046

NOTA: La muestra fueron realizadas por el interesado en este laboratorio.


UNIVERSIDAD SAN PEDRO
CHIMBOTE
Ing. Miguel Bolar Jara
ANALISTA
Escuela de Ingeniería de Ingeniería Civil



AIRE ATRAPADO

SOLICITA : BACH: Miguel Angel Benjamin Gonzales Horna
TESIS : Propiedades físico-mecánicas del concreto $f_c=210$ kg/cm² con adición de fibra de agave amarillo y coco, Ancash – 2022
LUGAR : CHIMBOTE-SANTA-ANCASH
FECHA : 03/11/2022

CONTENIDO DE AIRE : CONCRETO PATRON Y RELACION A/C 0.56

Ensayo N°	01	02	03
CONTENIDO DE AIRE (%)	1.8	1.7	1.9
PROM. DE CONTENIDO DE AIRE (%)	1.8		

ESPECIFICACIONES : El ensayo corresponde a la norma de diseño NTP 339.036

NOTA : La muestra fue realizada por el interesado en este laboratorio

UNIVERSIDAD SAN PEDRO
CHIMBOTE

Ing. Miguel Solar Jara
DIRECTOR
Escuela Profesional de Ingeniería Civil



AIRE ATRAPADO-EXPERIMENTAL-1

SOLICITA : BACH: Miguel Angel Benjamen Gonzales Horna
TESIS : Propiedades físico-mecánicas del concreto $f_c=210$ kg/cm² con adición de fibra de agave amarillo y coco, Ancash – 2022
LUGAR : CHIMBOTE-SANTA-ANCASH
FECHA : 03/11/2022

CONTENIDO DE AIRE : CONCRETO PATRON Y RELACION A/C 0.56

Ensayo N°	01	02	03
CONTENIDO DE AIRE (%)	1.9	1.9	1.9
PROM. DE CONTENIDO DE AIRE (%)	1.9		

ESPECIFICACIONES : El ensayo corresponde a la norma de diseño NTP 339.036

NOTA : La muestra fue realizada por el interesado en este laboratorio

UNIVERSIDAD SAN PEDRO
CHIMBOTE

Ing. Miguel Solar Jara
DIRECTOR
Laboratorio Profesional de Ingeniería Civil



AIRE ATRAPADO-EXPERIMENTAL-2

SOLICITA : Miguel Angel Benjamin Gonzales Horna
TESIS : Propiedades físico-mecánicas del concreto $f_c=210$ kg/cm² con adición de fibra de agave amarillo y coco, Ancash – 2022
LUGAR : CHIMBOTE-SANTA-ANCASH
FECHA : 03/11/2022

CONTENIDO DE AIRE : CONCRETO PATRON Y RELACION A/C 0.56

Ensayo N°	01	02	03
CONTENIDO DE AIRE (%)	1.7	1.7	1.8
PROM. DE CONTENIDO DE AIRE (%)	1.73		

ESPECIFICACIONES : El ensayo corresponde a la norma de diseño NTP 339.036

NOTA : La muestra fue realizada por el interesado en este laboratorio

UNIVERSIDAD SAN PEDRO
CHIMBOTE
C
Ing. Miguel Sotir Jara
DIRECTOR
Escuela Profesional de Ingeniería Civil



AIRE ATRAPADO-EXPERIMENTAL-3

SOLICITA : Miguel Angel Benjamin Gonzales Horna
TESIS : Propiedades físico-mecánicas del concreto $f_c=210$ kg/cm² con adición de fibra de agave amarillo y coco, Ancash – 2022
LUGAR : CHIMBOTE-SANTA-ANCASH
FECHA : 03/11/2022

CONTENIDO DE AIRE : CONCRETO PATRON Y RELACION A/C 0.56

Ensayo N°	01	02	03
CONTENIDO DE AIRE (%)	2	1.9	2
PROM. DE CONTENIDO DE AIRE (%)	1.97		

ESPECIFICACIONES : El ensayo corresponde a la norma de diseño NTP 339.036

NOTA : La muestra fue realizada por el interesado en este laboratorio

UNIVERSIDAD SAN PEDRO
CHIMBOTE

Ing. Miguel Solar Jara
DIRECTOR
PROGRAMA DE INGENIERÍA CIVIL



ENSAYO DE EXUDACION DE CONCRETO PATRON

SOLICITA : Miguel Angel Benjamin Gonzales Horna
 TESIS : Propiedades fisico-mecánicas del concreto $f_c=210$ kg/cm² con adición de fibra de agave amarillo y coco, Ancash – 2022
 LUGAR : CHIMBOTE – PROVINCIA DEL SANTA – ANCASH
 FECHA : 3/11/2022

TIEMPO (hrs)	INTERVALO (min)	VOLUMEN (ml)	VOLUMEN ACUMULADO (ml)
09:37:00 a. m.	10	4.0	4.0
09:47:00 a. m.	10	5.0	9.0
9:57:00 a. m.	10	5.5	14.5
10:27:00 a. m.	30	4.0	18.5
10:57:00 a. m.	30	5.0	23.5
11:27:00 a. m.	30	1.5	25.0
11:57:00 a. m.	30	1.0	26.0
12:27:00 a. m.	30	0.5	26.5
	30	0.0	26.5

$$C = \frac{w}{W} \times S$$

$$\text{EXUDACION (\%)} = \frac{V}{C} \times 100$$

Donde :

C : Masa del agua en la muestra de ensayo, en L

w : Agua efectiva, en L

W : Cantidad total de materiales, en kg

V : Volumen final exudado, en L

$$V = 0.0265 \text{ lt}$$

Cemento kg/m ³	2.571 kg
w : Agua efectiva, en L	1.515 lt
Ag Fino kg/m ³	6.209 kg
Ag Grueso kg/m ³	6.1 kg
W : Cantidad total de materiales, en kg	16.364 kg

$$\text{Relacion a/c} = 0.68$$

AGREGADOS	
Ag. Fino (%)	Ag. Grueso (%)
0.51	49

Peso del Recipiente kg	3425 kg
Peso del concreto + recipiente	3441.364 kg
S : Peso del concreto, en Kg	16.364 kg

$$C = 1.5 \text{ lt}$$

$$\text{EXUDACIÓN (\%)} = 1.75 \%$$

UNIVERSIDAD SAN PEDRO

CHIMBOTE

Ing. Miguel Sotlar Jara

DIRECTOR

Escuela Profesional de Ingeniería Civil



ENSAYO DE EXUDACION DE CONCRETO-EXPERIMENTAL-1

SOLICITA : Miguel Angel Benjamin Gonzales Horna
 TESIS : Propiedades físico-mecánicas del concreto $f_c=210$ kg/cm² con adición de fibra de agave amarillo y coco, Ancash – 2022
 LUGAR : CHIMBOTE – PROVINCIA DEL SANTA – ANCASH
 FECHA : 3/11/2022

TIEMPO (hrs)	INTERVALO (min)	VOLUMEN (ml)	VOLUMEN ACUMULADO (ml)
09:37:00 a. m.	10	5.0	5.0
09:47:00 a. m.	10	5.5	10.5
9:57:00 a. m.	10	4.0	14.5
10:27:00 a. m.	30	4.0	18.5
10:57:00 a. m.	30	4.5	23.0
11:27:00 a. m.	30	2.0	25.0
11:57:00 a. m.	30	1.2	26.2
12:27:00 a. m.	30	0.8	27.0
	30	0.0	27.0

$$C = \frac{w}{W} \times S$$

$$\text{EXUDACION (\%)} = \frac{V}{C} \times 100$$

Donde :

C : Masa del agua en la muestra de ensayo, en L

w : Agua efectiva, en L

W : Cantidad total de materiales, en kg

V : Volumen final exudado, en L

V	=	0.027 lt
---	---	----------

Cemento kg/m ³	2.571 kg
w : Agua efectiva, en L	1.515 lt
Ag Fino kg/m ³	6.209 kg
Ag Grueso kg/m ³	6.1 kg
W : Cantidad total de materiales, en kg	16.364 kg

$$\text{Relacion a/c} = 0.68$$

AGREGADOS	
Ag. Fino (%)	Ag. Grueso (%)
0.51	49

Peso del Recipiente kg	3425 kg
Peso del concreto + recipiente	3441.364 kg
S : Peso del concreto; en Kg	16.364 kg

C	1.5 lt
---	--------

EXUDACIÓN (%)	1.78 %
---------------	--------

UNIVERSIDAD SAN PEDRO
CHIMBOTE

Ing. Miguel Solar Jara
DIRECTOR
Escuela Profesional de Ingeniería Civil



ENSAYO DE EXUDACION DE CONCRETO-EXPERIMENTAL-2

SOLICITA : Miguel Angel Benjamin Gonzales Horna
 TESIS : Propiedades físico-mecánicas del concreto $f_c=210$ kg/cm² con adición de fibra de agave amarillo y coco, Ancash – 2022
 LUGAR : CHIMBOTE – PROVINCIA DEL SANTA – ANCASH
 FECHA : 3/11/2022

TIEMPO (hrs)	INTERVALO (min)	VOLUMEN (ml)	VOLUMEN ACUMULADO (ml)
09:37:00 a. m.	10	6.0	6.0
09:47:00 a. m.	10	5.7	11.7
9:57:00 a. m.	10	5.5	17.2
10:27:00 a. m.	30	4.4	21.6
10:57:00 a. m.	30	4.2	25.8
11:27:00 a. m.	30	2.1	27.9
11:57:00 a. m.	30	1.3	29.2
12:27:00 a. m.	30	0.8	30.0
	30	0.0	30.0

$$C = \frac{w}{W} \times S$$

$$\text{EXUDACION (\%)} = \frac{V}{C} \times 100$$

Donde :

C : Masa del agua en la muestra de ensayo, en L

w : Agua efectiva, en L

W : Cantidad total de materiales, en kg

V : Volumen final exudado, en L

V	=	0.03 lt
---	---	---------

Cemento kg/m ³	2.571 kg
w : Agua efectiva, en L	1.515 lt
Ag Fino kg/m ³	6.209 kg
Ag Grueso kg/m ³	6.1 kg
W : Cantidad total de materiales, en kg	16.364 kg

Relacion a/c	=	0.68
--------------	---	------

AGREGADOS	
Ag. Fino (%)	Ag. Grueso (%)
0.51	49

Peso del Recipiente kg	3425 kg
Peso del concreto + recipiente	3441.364 kg
S : Peso del concreto; en Kg	16.364 kg

C	1.5 lt
---	--------

EXUDACIÓN (%)	1.98 %
---------------	--------

UNIVERSIDAD SAN PEDRO
CHIMBOTE
Ing. Miguel Solar Jara
DIRECTOR
Escuela Profesional de Ingeniería Civil



ENSAYO DE EXUDACION DE CONCRETO-EXPERIMENTAL-3

SOLICITA : Miguel Angel Benjamin Gonzales Horna
 TESIS : Propiedades fisico-mecánicas del concreto $f_c=210$ kg/cm² con adición de fibra de agave amarillo y coco, Ancash – 2022
 LUGAR : CHIMBOTE – PROVINCIA DEL SANTA – ANCASH
 FECHA : 3/11/2022

TIEMPO (hrs)	INTERVALO (min)	VOLUMEN (ml)	VOLUMEN ACUMULADO (ml)
09:37:00 a. m.	10	5.2	5.2
09:47:00 a. m.	10	4.2	9.4
9:57:00 a. m.	10	3.5	12.9
10:27:00 a. m.	30	3.0	15.9
10:57:00 a. m.	30	2.5	18.4
11:27:00 a. m.	30	2.0	20.4
11:57:00 a. m.	30	1.5	21.9
12:27:00 a. m.	30	0.5	22.4
	30	0.0	22.4

$$C = \frac{w}{W} \times S$$

$$\text{EXUDACION (\%)} = \frac{V}{C} \times 100$$

Donde :

C : Masa del agua en la muestra de ensayo, en L

w : Agua efectiva, en L

W : Cantidad total de materiales, en kg

V : Volumen final exudado, en L

$$V = 0.0224 \text{ lt}$$

Cemento kg/m ³	2.571 kg
w : Agua efectiva, en L	1.515 lt
Ag Fino kg/m ³	6.209 kg
Ag Grueso kg/m ³	6.1 kg
W : Cantidad total de materiales, en kg	16.364 kg

$$\text{Relacion a/c} = 0.68$$

AGREGADOS	
Ag. Fino (%)	Ag. Grueso (%)
0.51	49

Peso del Recipiente kg	3425 kg
Peso del concreto + recipiente	3441.364 kg
S : Peso del concreto; en Kg	16.364 kg

$$C = 1.5 \text{ lt}$$

$$\text{EXUDACIÓN (\%)} = 1.48 \%$$

UNIVERSIDAD SAN PEDRO
CHIMBOTE

Ing. Miguel Solar Jara
DIRECTOR
Escuela Profesional de Ingeniería Civil



ENSAYO DE PROFUNDIDAD DE PENETRACION DE AGUA BAJO PRESION

SOLICITA : Miguel Angel Benjamin Gorzales Horna
TESIS : Propiedades fisico-mecánicas del concreto $f'c=210$ kg/cm² con adición de fibra
de agave amarillo y coco, Ancash - 2022
LUGAR : CHIMBOTE - PROVINCIA DEL SANTA - ANCASH
FECHA : 03/11/2022

Nº	TESTIGO ELEMENTO	ENSAYO PENETRACION DE AGUA			PROF. PENTRAC. MAX.	P. P. PROMEDIO
		INCIO	TERMINO	HORAS	mm	mm
01	PROBETA PATRON Dia - 28	21-10-22 18:00	24-10-22 18:00	72	2.90	2.90
02	PROBETA PATRON Dia - 28	21-10-22 18:00	24-10-22 18:00	72	2.89	
01	PROBETA EXPERIMENTAL-1 Dia - 28	24-10-22 18:00	27-10-22 18:00	72	2.72	2.71
02	PROBETA EXPERIMENTAL-1 Dia - 28	24-10-22 18:00	27-10-22 18:00	72	2.69	
01	PROBETA EXPERIMENTAL-2 Dia - 28	28-10-22 18:00	31-10-22 18:00	72	2.97	2.95
02	PROBETA EXPERIMENTAL-2 Dia - 28	28-10-22 18:00	31-10-22 18:00	72	2.93	
01	PROBETA EXPERIMENTAL-3 Dia - 28	31-10-22 18:00	3-11-22 18:00	72	3.11	3.06
02	PROBETA EXPERIMENTAL-3 Dia - 28	31-10-22 18:00	3-11-22 18:00	72	3.00	

ESPECIFICACIONES : Los ensayos responde a la norma de UNE-EN-12390-8.

OBSERVACIONES : Los testigos fueron elaborados por los Alumnos del Curso.

UNIVERSIDAD SAN PEDRO
CHIMBOTE

Ing. Miguel Solar Jara
DIRECTOR
Escuela Profesional de Ingeniería Civil



ENSAYO DE RESISTENCIA A LA COMPRESION

SOLICITA : Miguel Angel Benjamin Gonzales Horna
TESIS : Propiedades físico-mecánicas del concreto $f_c=210$ kg/cm² con adición de fibra
de agave amarillo y coco, Ancash – 2022
LUGAR : CHIMBOTE - PROVINCIA DEL SANTA - ANCASH
FECHA : 03/11/2022
F' C : 210 Kg/cm²

N°	TESTIGO	SLUMP (“)	FECHA		EDAD DIAS	FC Kg/Cm ²	FC/F' C (%)
	ELEMENTO		MOLDEO	ROTURA			
01	PATRON	3,5	21/09/2022	28/09/2022	7	177.50	84.52
02	PATRON	3.5	21/09/2022	28/09/2022	7	177.37	84.46
03	PATRON	3,5	21/09/2022	28/09/2022	7	179.19	85.33
04	PATRON	3.5	21/09/2022	05/10/2022	14	201.17	95.80
05	PATRON	3.5	21/09/2022	05/10/2022	14	203.38	96.85
06	PATRON	3,5	21/09/2022	05/10/2022	14	199.05	94.79
07	PATRON	3,5	21/09/2022	19/10/2022	28	219.29	104.42
08	PATRON	3,5	21/09/2022	19/10/2022	28	217.00	103.33
09	PATRON	3,5	21/09/2022	19/10/2022	28	219.86	104.70

ESPECIFICACIONES : Los ensayos responde a la norma de diseño ASTM C-39.

OBSERVACIONES : Los testigos fueron elaborados y traídos por el interesado a este laboratorio.

UNIVERSIDAD SAN PEDRO
CHIMBOTE
Ing. Miguel Solar Jara
DIRECTOR
Escuela Profesional de Ingeniería Civil



ENSAYO DE RESISTENCIA A LA COMPRESION

SOLICITA : Miguel Angel Benjamin Gonzales Horna
TESIS : Propiedades físico-mecánicas del concreto $f_c=210$ kg/cm² con adición de fibra
de agave amarillo y coco, Ancash – 2022
LUGAR : CHIMBOTE - PROVINCIA DEL SANTA - ANCASH
FECHA : 03/11/2022
F' C : 210 Kg/cm²

N°	TESTIGO	SLUMP	FECHA		EDAD	FC	FC/F' C
	ELEMENTO	(“)	MOLDEO	ROTURA	DIAS	Kg/Cm ²	(%)
01	EXPERIMENTAL-1	3,40	26/09/2022	03/10/2022	7	192.57	91.70
02	EXPERIMENTAL-1	3,40	26/09/2022	03/10/2022	7	188.79	89.90
03	EXPERIMENTAL-1	3,40	26/09/2022	03/10/2022	7	188.69	89.85
04	EXPERIMENTAL-1	3,40	26/09/2022	10/10/2022	14	206.86	98.50
05	EXPERIMENTAL-1	3,40	26/09/2022	10/10/2022	14	208.86	99.46
06	EXPERIMENTAL-1	3,40	26/09/2022	10/10/2022	14	206.32	98.25
07	EXPERIMENTAL-1	3,40	26/09/2022	24/10/2022	28	238.50	113.57
08	EXPERIMENTAL-1	3,40	26/09/2022	24/10/2022	28	234.00	111.43
09	EXPERIMENTAL-1	3,40	26/09/2022	24/10/2022	28	236.48	112.61

ESPECIFICACIONES : Los ensayos responde a la norma de diseño ASTM C-39.

OBSERVACIONES : Los testigos fueron elaborados y traídos por el interesado a este laboratorio.

UNIVERSIDAD SAN PEDRO
CHIMBOTE
Ing. Miguel Solar Jara
DIRECTOR
Escuela Profesional de Ingeniería Civil



ENSAYO DE RESISTENCIA A LA COMPRESION

SOLICITA : Miguel Angel Benjamin Gonzales Homa
TESIS : Propiedades físico-mecánicas del concreto $f'c=210$ kg/cm² con adición de fibra
de agave amarillo y coco, Ancash – 2022
LUGAR : CHIMBOTE - PROVINCIA DEL SANTA - ANCASH
FECHA : 03/11/2022
F' C : 210 Kg/cm²

N°	TESTIGO	SLUMP	FECHA		EDAD	FC	FC/F' C
	ELEMENTO	(")	MOLDEO	ROTURA	DIAS	Kg/Cm ²	(%)
01	EXPERIMENTAL -2	3,20	26/09/2022	03/10/2022	7	183.25	87.26
02	EXPERIMENTAL -2	3,20	26/09/2022	03/10/2022	7	181.96	86.65
03	EXPERIMENTAL -2	3,20	26/09/2022	03/10/2022	7	181.78	86.56
04	EXPERIMENTAL -2	3,20	26/09/2022	10/10/2022	14	199.30	94.91
05	EXPERIMENTAL -2	3,20	26/09/2022	10/10/2022	14	206.00	98.09
06	EXPERIMENTAL -2	3,20	26/09/2022	10/10/2022	14	203.24	96.78
07	EXPERIMENTAL -2	3,20	26/09/2022	24/10/2022	28	216.47	103.08
08	EXPERIMENTAL -2	3,20	26/09/2022	24/10/2022	28	222.86	106.12
09	EXPERIMENTAL -2	3,20	26/09/2022	24/10/2022	28	223.61	106.48

ESPECIFICACIONES : Los ensayos responde a la norma de diseño ASTM C-39.

OBSERVACIONES : Los testigos fueron elaborados y traídos por el interesado a este laboratorio.

UNIVERSIDAD SAN PEDRO
CHIMBOTE
Ing. Miguel Solar Jara
DIRECTOR
Escuela Profesional de Ingeniería Civil



ENSAYO DE RESISTENCIA A LA COMPRESION

SOLICITA : Miguel Angel Benjamin Gonzales Horna
TESIS : Propiedades físico-mecánicas del concreto $f_c=210$ kg/cm² con adición de fibra de agave amarillo y coco, Ancash – 2022
LUGAR : CHIMBOTE - PROVINCIA DEL SANTA - ANCASH
FECHA : 03/11/2022

F' C : 210 Kg/cm²

N°	TESTIGO	SLUMP (“)	FECHA		EDAD DIAS	FC Kg/Cm ²	FC/F' C (%)
	ELEMENTO		MOLDEO	ROTURA			
01	EXPERIMENTAL -3	3,00	26/09/2022	03/10/2022	7	160.77	76.56
02	EXPERIMENTAL -3	3,00	26/09/2022	03/10/2022	7	159.27	75.84
03	EXPERIMENTAL -3	3,00	26/09/2022	03/10/2022	7	159.11	75.77
04	EXPERIMENTAL -3	3,00	26/09/2022	10/10/2022	14	172.14	81.97
05	EXPERIMENTAL -3	3,00	26/09/2022	10/10/2022	14	177.78	84.66
06	EXPERIMENTAL -3	3,00	26/09/2022	10/10/2022	14	174.87	83.27
07	EXPERIMENTAL -3	3,00	26/09/2022	24/10/2022	28	205.45	97.83
08	EXPERIMENTAL -3	3,00	26/09/2022	24/10/2022	28	209.69	99.85
09	EXPERIMENTAL -3	3,00	26/09/2022	24/10/2022	28	207.10	98.62

ESPECIFICACIONES : Los ensayos responde a la norma de diseño ASTM C-39.

OBSERVACIONES : Los testigos fueron elaborados y traídos por el interesado a este laboratorio.

UNIVERSIDAD SAN PEDRO
CHIMBOTE

Ing. Miguel Solar Jara
DIRECTOR
Laboratorio de Mecánica de Suelos y Ensayo de Materiales



ENSAYO DE TRACCION INDIRECTA DE CILINDROS ESTANDARES DE CONCRETO
(ASTM C-496, MTC E-708-2016)

SOLICITA : Miguel Angel Benjamin Gonzales Horna
TESIS : Propiedades físico-mecánicas del concreto $f_c=210$ kg/cm² con adición de fibra
de agave amarillo y coco, Ancash – 2022
LUGAR : CHIMBOTE – PROVINCIA DEL SANTA – ANCASH
FECHA : 3/11/2022

T = Resistencia a la traccion indirecta
P = Máxima carga aplicada indicada por la maquina de ensayo
L = Longitud en cm, mm (pulg)
d = Diametro cm, mm (pulg)

$$T = 2P/\pi Ld$$

N°	ESPECIMEN		FECHA			Diametro (cm)	Longitud (cm)	Carga P(kg)	Módulo Rotura R(kg/cm ²)
	ELEMENTO	MOLDEO	ROTURA	EDAD					
01	PATRON	21/09/2022	19/10/2022	28	15.24	30.48	17580.0	24.1	
02	PATRON	21/09/2022	19/10/2022	28	15.24	30.48	18580.0	25.5	
03	PATRON	21/09/2022	19/10/2022	28	15.24	30.48	17580.0	24.1	
04	Experimental-1	26/09/2022	24/10/2022	28	15.24	30.48	19790.0	27.1	
05	Experimental-1	26/09/2022	24/10/2022	28	15.24	30.48	19550.0	26.8	
06	Experimental-1	26/09/2022	24/10/2022	28	15.24	30.48	19660.0	26.9	
07	Experimental-2	26/09/2022	24/10/2022	28	15.24	30.48	17980.0	24.6	
08	Experimental-2	26/09/2022	24/10/2022	28	15.24	30.48	18710.0	25.6	
09	Experimental-2	26/09/2022	24/10/2022	28	15.24	30.48	18450.0	25.3	
10	Experimental-3	26/09/2022	24/10/2022	28	15.24	30.48	15240.0	20.9	
11	Experimental-3	26/09/2022	24/10/2022	28	15.24	30.48	15590.0	21.4	
12	Experimental-3	26/09/2022	24/10/2022	28	15.24	30.48	15710.0	21.5	

UNIVERSIDAD SAN PEDRO
CHIMBOTE

Ing. Miguel Solar Jara
DIRECTOR
Escuela Profesional de Ingeniería Civil



RESISTENCIA A LA FLEXION DEL CONCRETO
MÉTODO DE LA VIGA SIMPLE CARGADA EN EL TERCIO DE LA LUZ
(ASTM C-78, MTC E-709-2000)

SOLICITA : Miguel Angel Benjamin Gonzales Horna
TESIS : Propiedades físico-mecánicas del concreto $f_c=210$ kg/cm² con adición de fibra
de agave amarillo y coco, Ancash – 2022
LUGAR : CHIMBOTE – PROVINCIA DEL SANTA – ANCASH
FECHA : 3/11/2022

R = Módulo de rotura
P = Máxima carga aplicada indicada por la maquina de ensayo
L = Longitud libre de apoyos
b = Ancho promedio de viga
d = Altura promedio de viga

Dentro del tercio medio de la
luz libre
 $R = PL/bd^2$

N°	ESPECIMEN		FECHA			Ancho	Altura	Longitud	Carga	Módulo Rotura
	ELEMENTO	MOLDEO	ROTURA	EDAD	b(cm)	d(cm)	L(cm)	P(kg)	R(kg/cm ²)	
01	PATRON VA-1	21/09/2022	19/10/2022	28	15.2	15.1	45.1	4913.6	63.9	
02	PATRON VA-2	21/09/2022	19/10/2022	28	15.2	15.1	45.2	4690.9	61.2	
03	PATRON VA-3	21/09/2022	19/10/2022	28	15.15	15.15	45	4933.3	63.8	
04	Experimental-1 VA-1	26/09/2022	24/10/2022	28	15.15	15.15	45	5733.3	74.2	
05	Experimental-1 VA-2	26/09/2022	24/10/2022	28	15.15	15.15	45	5698.8	73.7	
06	Experimental-1 VA-3	26/09/2022	24/10/2022	28	15.15	15.15	45	5555.6	71.9	
07	Experimental-2 VA-1	26/09/2022	24/10/2022	28	15.15	15.15	45	4913.6	63.6	
08	Experimental-2 VA-2	26/09/2022	24/10/2022	28	15.15	15.15	45	5032.1	65.1	
09	Experimental-2 VA-3	26/09/2022	24/10/2022	28	15.15	15.15	45	5086.4	65.8	
10	Experimental-3 VA-1	26/09/2022	24/10/2022	28	15.15	15.15	45	4706.2	60.9	
11	Experimental-3 VA-2	26/09/2022	24/10/2022	28	15.15	15.15	45	4508.6	58.3	
12	Experimental-3 VA-3	26/09/2022	24/10/2022	28	15.15	15.15	45	4459.3	57.7	

UNIVERSIDAD SAN PEDRO
CHIMBOTE

Ing. Miguel Solar Jara
DIRECTOR
Escuela Profesional de Ingeniería Civil

Anexo 9. Confiabilidad

Área de Metrología
Laboratorio de Fuerza

CERTIFICADO DE CALIBRACIÓN
MT - LF - 315 - 2018

Página 1 de 3

1. Expediente	18567	<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 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.</p> <p>METROLOGÍA & TÉCNICAS 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	UNIVERSIDAD SAN PEDRO	
3. Dirección	Av. Francisco Bolognesi y Plaza 28 de Julio N° s/n Casco Urbano, Chimbote - Santa - ANCASH.	
4. Equipo	PRENSA DE CONCRETO	
Capacidad	100000 kgf	
Marca	ELE INTERNATIONAL	
Modelo	CT-710A	
Número de Serie	9620	
Procedencia	U.S.A.	
Identificación	NO INDICA	
Indicación	DIGITAL	
Marca	RICE LAKE	
Modelo	520-1B	
Número de Serie	1598500023	
Resolución	10 kgf	
Ubicación	LABORATORIO DE ENSAYOS STANDAR	
5. Fecha de Calibración	2018-12-04	

Fecha de Emisión

2018-12-07

Jefe del Laboratorio de Metrología


JUAN C. QUISPE MORALES

Sello



Metrología & Técnicas S.A.C.

Av. San Diego de Alcalá Mz F1 Lote 24 Urb. San Diego - LIMA - PERÚ

Telf.: (511) 540-0642

Cel.: (511) 971 439 272 / 942 635 342 / 971 439 282

RPM: #971439272 / #942635342 / #971439282

RPC: 940037490

email: metrologia@metrologiatecnicas.com

ventas@metrologiatecnicas.com

WEB: www.metrologiatecnicas.com

*Área de Metrología**Laboratorio de Fuerza***CERTIFICADO DE CALIBRACIÓN****MT - LF - 315 - 2018**

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

LABORATORIO DE ENSAYOS STANDAR

Av. Francisco Bolognesi y Plaza 28 de Julio N° s/n Casco Urbano, Chimbote - Santa - ANCASH.

8. Condiciones Ambientales

	Inicial	Final
Temperatura	22,1 °C	22,2 °C
Humedad Relativa	76 % HR	76 % HR

9. Patrones de referencia

Trazabilidad	Patrón utilizado	Informe/Certificado de calibración
Celdas patrones calibradas en el National Standards Testing Laboratory de Maryland - USA	Celda de carga calibrado a 1500 kN con incertidumbre del orden de 0,6 %	LEDI-PUCP INF-LE-006-18A

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.

**Metrología & Técnicas S.A.C.**

Av. San Diego de Alcalá Mz F1 Lote 24 Urb. San Diego - LIMA - PERÚ

Telf.: (511) 540-0642

Cel.: (511) 971 439 272 / 942 635 342 / 971 439 282

RPM: #971439272 / #942635342 / #971439282

RPC: 940037490

email: metrologia@metrologiatecnicas.com

ventas@metrologiatecnicas.com

WEB: www.metrologiatecnicas.com

Área de Metrología
Laboratorio de Fuerza

CERTIFICADO DE CALIBRACIÓN MT - LF - 315 - 2018

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	10000	9973,0	9952,4	9973,0	9966,1
20	20000	20062,3	20031,5	20052,0	20048,6
30	30000	29982,0	29961,5	29971,7	29971,7
40	40000	40069,7	40028,9	40018,7	40039,1
50	50000	50018,8	49988,2	50008,6	50005,2
60	60000	60104,0	60073,6	60093,8	60090,5
70	70000	70121,7	70101,5	70111,6	70111,6
80	80000	80264,0	80233,8	80213,6	80237,1
90	90000	90308,3	90278,1	90298,2	90294,9
100	100000	100285,2	100255,1	100265,1	100268,4
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 a (%)	
10000	0,34	0,21	---	0,10	0,25
20000	-0,24	0,15	---	0,05	0,25
30000	0,09	0,07	---	0,03	0,25
40000	-0,10	0,13	---	0,03	0,25
50000	-0,01	0,06	---	0,02	0,25
60000	-0,15	0,05	---	0,02	0,25
70000	-0,16	0,03	---	0,01	0,25
80000	-0,30	0,06	---	0,01	0,25
90000	-0,33	0,03	---	0,01	0,25
100000	-0,27	0,03	---	0,01	0,25

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.

Metrología & Técnicas S.A.C.

Av. San Diego de Alcalá Mz F1 Lote 24 Urb. San Diego - LIMA - PERÚ

Tel.: (511) 540-0642

Cel.: (511) 971 439 272 / 942 635 342 / 971 439 282

RPM: #971439272 / #942635342 / #971439282

RPC: 940037490

email: metrologia@metrologiatecnicas.com

ventas@metrologiatecnicas.com

WEB: www.metrologiatecnicas.com

Área de Metrología
Laboratorio de Masas

**CERTIFICADO DE CALIBRACIÓN
MT - LM - 593 - 2018**

Página 1 de 4

1. Expediente	18567	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	UNIVERSIDAD SAN PEDRO		
3. Dirección	Av. Francisco Bolognesi y Plaza 28 de Julio N° s/n Casco Urbano, Chimbote - Santa - ANCASH.		
4. Equipo de medición	BALANZA ELECTRÓNICA		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. METROLOGÍA & TÉCNICAS 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.
Capacidad Máxima	6000 g		
División de escala (d)	0,1 g		
Div. de verificación (e)	0,1 g		
Clase de exactitud	II		
Marca	OHAUS		
Modelo	SE6001F		
Número de Serie	7131220849		
Capacidad mínima	2 g		
Procedencia	U.S.A.		
Identificación	NO INDICA		
Ubicación	LABORATORIO SALA N° 2 ENSAYOS ESPECIALES		
5. Fecha de Calibración	2018-12-04		

Fecha de Emisión

Jefe del Laboratorio de Metrología

2018-12-07

Sello



JUAN C. QUISPE MORALES

Metrología & Técnicas S.A.C.

Av. San Diego de Alcalá Mz F1 Lote 24 Urb. San Diego - LIMA - PERÚ

Telf.: (511) 540-0642

Cel.: (511) 971 439 272 / 942 635 342 / 971 439 282

RPM: #971439272 / #942635342 / #971439282

RPC: 940037490

email: metrologia@metrologiatecnicas.com

ventas@metrologiatecnicas.com

WEB: www.metrologiatecnicas.com

Área de Metrología
Laboratorio de Masas

**CERTIFICADO DE CALIBRACIÓN
MT - LM - 593 - 2018**

Página 2 de 4

6. Método de Calibración

La calibración se realizó según el método descrito en el PC-011: "Procedimiento de Calibración de Balanzas de Funcionamiento No Automático Clase I y Clase II" del SNM-INDECOPI. Cuarta Edición.

7. Lugar de calibración

LABORATORIO SALA N° 2 ENSAYOS ESPECIALES
Av. Francisco Bolognesi y Plaza 28 de Julio N° s/n Casco Urbano, Chimbote - Santa - ANCASH.

8. Condiciones Ambientales

	Inicial	Final
Temperatura	23,8 °C	23,8 °C
Humedad Relativa	73 %	73 %

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
PESAS (Clase de exactitud E1) Dirección de Metrología - INACAL LM-060-2018	PESAS(Clase de Exactitud: E2)	INACAL LM-448-2018
PESAS (Clase de exactitud F1) DM - INACAL LM-051-2018 / LM-443-2018.	PESAS(Clase de Exactitud: M1)	METROIL M-1327-2018
PESAS (Clase de exactitud F2)DM- INACAL LM-534-2018.		

10. Observaciones

- Se adjunta una etiqueta autoadhesiva con la indicación de CALIBRADO.



Área de Metrología
Laboratorio de Masas

CERTIFICADO DE CALIBRACIÓN MT - LM - 593 - 2018

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	23,8 °C	23,8 °C

Medición Nº	Carga L1 = 3 000,0 g			Carga L2 = 6 000,0 g		
	I (g)	ΔL (g)	E (g)	I (g)	ΔL (g)	E (g)
1	3 000,0	0,05	0,00	6 000,0	0,05	0,00
2	3 000,0	0,05	0,00	6 000,0	0,05	0,00
3	3 000,0	0,05	0,00	6 000,1	0,06	0,09
4	3 000,0	0,06	-0,01	6 000,0	0,06	-0,01
5	3 000,0	0,06	-0,01	6 000,0	0,06	-0,01
6	3 000,0	0,05	0,00	6 000,0	0,05	0,00
7	3 000,0	0,05	0,00	6 000,0	0,05	0,00
8	3 000,0	0,05	0,00	6 000,0	0,06	-0,01
9	3 000,0	0,06	-0,01	6 000,0	0,06	-0,01
10	3 000,0	0,06	-0,01	5 999,9	0,06	-0,11
	Diferencia Máxima		0,01	Diferencia Máxima		0,20
	Error Máximo Permisible		± 0,30	Error Máximo Permisible		± 0,30

ENSAYO DE EXCENRICIDAD

2	5
1	
3	4

Posición
de las
cargas

	Inicial	Final
Temperatura	23,8 °C	23,8 °C



Posición de la Carga	Determinación del Error en Cero Eo				Determinación del Error Corregido Ec					
	Carga Mínima*	I (g)	ΔL (g)	Eo (g)	Carga L (g)	I (g)	ΔL (g)	E (g)	Ec (g)	
1	1,0 g	1,0	0,05	0,00	2 000,0	2 000,0	0,05	0,00	0,00	
2		1,0	0,05	0,00		1 999,9	0,04	-0,09	-0,09	
3		1,0	0,05	0,00		2 000,0	0,06	-0,01	-0,01	
4		1,0	0,05	0,00		2 000,0	0,06	-0,01	-0,01	
5		1,0	0,05	0,00		2 000,0	0,05	0,00	0,00	
									Error máximo permisible	± 0,20

* Valor entre 0 y 10e

CERTIFICADO DE CALIBRACIÓN MT - LM - 593 - 2018

Área de Metrología
Laboratorio de Masas

Página 4 de 4

ENSAYO DE PESAJE

Temperatura	Inicial	Final
	23,8 °C	23,8 °C

Carga L (g)	CRECIENTES				DECRECIENTES				e.m.p ** (± g)
	I (g)	ΔL (g)	E (g)	Ec (g)	I (g)	ΔL (g)	E (g)	Ec (g)	
1,0	1,0	0,05	0,00						
2,0	2,0	0,05	0,00	0,00	2,0	0,05	0,00	0,00	0,10
5,0	5,0	0,05	0,00	0,00	5,0	0,05	0,00	0,00	0,10
10,0	10,0	0,05	0,00	0,00	10,0	0,05	0,00	0,00	0,10
50,0	50,0	0,06	-0,01	-0,01	50,0	0,06	-0,01	-0,01	0,10
100,0	100,0	0,05	0,00	0,00	100,0	0,05	0,00	0,00	0,10
500,0	500,0	0,05	0,00	0,00	500,0	0,05	0,00	0,00	0,10
1 000,0	1 000,0	0,05	0,00	0,00	1 000,0	0,06	-0,01	-0,01	0,20
2 000,0	2 000,1	0,06	0,09	0,09	2 000,0	0,06	-0,01	-0,01	0,20
4 000,0	4 000,1	0,06	0,09	0,09	4 000,0	0,06	-0,01	-0,01	0,30
6 000,0	6 000,1	0,07	0,08	0,08	6 000,1	0,07	0,08	0,08	0,30

** error máximo permisible

Leyenda: L: Carga aplicada a la balanza.

ΔL: Carga adicional.

E₀: Error en cero.

I: Indicación de la balanza.

E: Error encontrado

E_c: Error corregido.



Lectura corregida

$$R_{\text{CORREGIDA}} = R + 0,0000278 R$$

Incertidumbre expandida de medición

$$U = 2 \times \sqrt{(0,00475 \text{ g}^2 + 0,0000000029 \text{ R}^2)}$$

12. Incertidumbre

La incertidumbre U 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



ORION LABORATORIOS E.I.R.L.

Calibración, Ensayos de Laboratorio Suelos, Concreto y Asfalto

CERTIFICADO DE CALIBRACIÓN

N° 8439470120

OTORGADO A : MONTAÑEZ REYES JORGE ANTONIO

CERTIFICA QUE : El instrumento de medición con el modelo y número de serie indicado líneas abajo, ha sido calibrado, probado y verificado utilizando patrones certificados con trazabilidad al Instituto nacional de Calidad - INACAL.

Instrumento de medición : Balanza Digital.
Capacidad : 6000 gr.
Marca : OHAUS
Modelo : SE6001F
Nro de Serie : 8439470120
Fecha de Calibración : 06.02.2020
Próxima Calibración : 06.08.2020

ORION LABORATORIOS E.I.R.L.
Jorge Montañez Reyes
Instituto Nacional de Calidad - INACAL

MÉTODO DE CALIBRACIÓN

CALIBRACIÓN EFECTUADA SEGÚN NORMA METROLÓGICA NMP 003-1996 Y PROCEDIMIENTO DE CALIBRACIÓN DE BALANZAS DE FUNCIONAMIENTO NO AUTOMÁTICO PARA BALANZAS DE CLASE I Y CLASE II

INCERTIDUMBRE DE LA MEDICIÓN

$U = 0.01 \text{ gr.} + 0.0003 \text{ l}$

PATRONES

01 Pesa de 10 kg, 01 Pesa de 5 kg, 01 Pesa de 1 kgr, 01 Pesa 500 gr, 01 Jgo de Pesas de 1 mg a 500 gr, CERTIFICADOS LM-133-2019, LM-132-2019, LM-C-134-2019, LM-C-133-2019- PE19-C-0465.

TRAZABILIDAD

Las pesas tienen trazabilidad a los Patrones Nacionales del Instituto Nacional de la Calidad-INACAL.

CONDICIONES DE CALIBRACIÓN

Temperatura Inicial 27. °C Final 27.1°C
Humedad Relativa 63%.

RESULTADO DE LA MEDICION

Los errores encontrados son menores a los errores máximos permitidos por la norma metrológica consultada.



RCP LABORATORIOS E.I.R.L.

Equipos de Laboratorio Suelo, Concreto y Asfalto



CERTIFICADO DE CALIDAD CONO SLUMP	INFORME: 020-18 CS
--	--------------------

Solicitante : UNIVERSIDAD SAN PEDRO

Fecha.: 16.03.2018

Equipo : Equipo de Asentamiento Slump

Incluye : Cono, Placa Base y Varilla

Cantidad : .01 Und.

Equipo de Verificación usado : * Calibrador de 0 a 300 mm prec. 0.01 mm Mitutoyo / Japan
Mod. CD - 12" CP, N/S 1002520 (Calibrado) - MS-158-2017 - INACAL

Norma de Ensayo : ASTM C 143 y AASHTO T-119

Espesor de Lámina Placa Base	3.1	3.1	3	3.1	Espesor Promedio 3.1 mm
	Espesor de Lámina Especificado No Menor 1.14 (0.045 in)				

Base Mayor Medido	204.5	205.7	201.7	203.6	Base Mayor Promedio 203.9 mm
	Base Mayor Medido Especificado 203 +/- 3.22 mm (8" +/- 1/8")				

Base Menor Medido	101.3	101.4	104.0	104.0	Base Mayor Promedio 102.7 mm
	Base Menor Medido Especificado 102 +/- 3.2 mm (4" +/- 1/8")				

Altura del Cono 304 mm

Altura del Cono Especificado 305 +/- 3.2 mm (12 +/- 1/8 in)

Acción Recomendada

Reparación y/o dar de baja NO

Equipo Operativo SI

Comentarios:

EQUIPO ACEPTABLE PARA SER USADO

RCP LABORATORIOS E.I.R.L.

 Ing. Luis Fabian Polanco
 JEFE DE LABORATORIO
 CIP. 56551

GARANTIA DE 12 MESES POR DEFECTOS DE FABRICACIÓN



RCP LABORATORIOS E.I.R.L.

Equipos de Laboratorio Suelo, Concreto y Asfalto



CERTIFICADO DE VERIFICACIÓN

INF: 013 - 18 MPC

Solicitante : UNIVERSIDAD SAN PEDRO

Fecha.: 16.04.2018

Equipo : Molde Cilindrico para Concreto 6" x 12" plastico

Frecuencia de Verificación : 12 Meses

Cantidad : 9 Und.

Fecha de Prox. Verificación : Abril - 2019

Equipo de Verificación usado

: * Calibrador de 0 a 300 mm prec. 0.01 mm Mitutoyo / Japan

Mod. CD-12" CP, N/S 1002520 (Calibrado) - MS-158-2017 - INACAL

Norma de Ensayo

: AASHTO M-205-94

Diam. Interior Medido

152.7	152.7	152.5	152.7
-------	-------	-------	-------

Diam. Promedio

152.7 mm

Diametro Especificado 152.4 +/- 1.6 mm (6 +/- 1/16 in)

Altura Medido

304.9	304.9	304.9	304.9
-------	-------	-------	-------

Altura Promedio

304.9 mm

Altura Especificado 304.8 +/- 6.4 mm (12" +/- 1/4" in)

Acción Recomendada

Reparación y/o dar de baja

NO

Equipo Operativo

SI

Comentarios:

EQUIPO ACEPTABLE PARA SER USADO

RCP LABORATORIOS E.I.R.L.

Luis Taboada Palacios
Ing. Luis Taboada Palacios
JEFE DE LABORATORIO
CIP. 56951

Anexo 10. Análisis estadístico

ANÁLISIS ESTADÍSTICO

RESISTENCIA A LA COMPRESIÓN

A. PRUEBA DE NORMALIDAD

PASO 1: PLANTEAMIENTO DE NORMALIDAD

Ho: Hipótesis nula: Los datos de la variable resistencia a la compresión tienen normalidad.

H1: Hipótesis alterna: Los datos de la variable resistencia a la 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-Smirnov ($n>50$, K-S)

Para muestras menores o iguales 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.
FA_FC	,233	12	,070	,851	12	,038
RC	,151	12	,200*	,936	12	,445

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

a. Corrección de significación de Lilliefors

Se tienen 12 muestras, entonces se utilizará Shapiro-Wilk con p-valor=0.445.

PASO 4: REGLA DE DECISIÓN

Si p-valor \leq 0.05, se rechaza la hipótesis nula, de lo contrario se acepta.

p-valor=0.445 $>$ 0.05, entonces se acepta la hipótesis nula.

Ho: Hipótesis nula: Los datos de la variable resistencia a la compresión tienen normalidad.

PASO 5: CONCLUSIÓN

Los datos de la variable resistencia a la compresión tienen normalidad con un nivel de significancia de 5%.

B. CORRELACIÓN DE PEARSON

PASO 1: PLANTEAMIENTO DE HIPÓTESIS

Ho: Hipótesis nula: El aumento de resistencia a la compresión no está relacionado con el aumento del porcentaje de adición de fibra de agave amarillo y coco.

H1: Hipótesis alterna: El aumento de resistencia a la compresión está relacionado con el aumento del porcentaje de adición de fibra de agave amarillo y coco.

PASO 2: NIVEL DE SIGNIFICANCIA

$\alpha=5\%$ (0.05)

PASO 3: PRUEBA ESTADÍSTICA

		Correlaciones	
		FA_FC	RC
FA_FC	Correlación de Pearson	1	-,443
	Sig. (bilateral)		,149
	N	12	12
RC	Correlación de Pearson	-,443	1
	Sig. (bilateral)	,149	
	N	12	12

Se tiene un p-valor=0.149 y coeficiente de correlación de Pearson de -0.443.

PASO 4: REGLA DE DECISIÓN

Si p-valor \leq 0.05, se rechaza la hipótesis nula, de lo contrario se acepta.

p-valor=0.149 $>$ 0.05, entonces se acepta la hipótesis nula.

PASO 5: CONCLUSIÓN

Existe una correlación negativa y moderada entre la variable resistencia a la compresión y fibra de agave amarillo y coco con un coeficiente de correlación de Pearson de -0.443.

ANÁLISIS ESTADÍSTICO

RESISTENCIA A LA TRACCIÓN

A. PRUEBA DE NORMALIDAD

PASO 1: PLANTEAMIENTO DE NORMALIDAD

Ho: Hipótesis nula: Los datos de la variable resistencia a la tracción tienen normalidad.

H1: Hipótesis alterna: Los datos de la variable resistencia a la 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-Smirnov ($n>50$, K-S)

Para muestras menores o iguales 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.
FA_FC	,233	12	,070	,851	12	,038
RT	,180	12	,200*	,894	12	,133

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

a. Corrección de significación de Lilliefors

Se tienen 12 muestras, entonces se utilizará Shapiro-Wilk con p-valor=0.133.

PASO 4: REGLA DE DECISIÓN

Si p-valor \leq 0.05, se rechaza la hipótesis nula, de lo contrario se acepta.

p-valor=0.133 $>$ 0.05, entonces se acepta la hipótesis nula.

Ho: Hipótesis nula: Los datos de la variable resistencia a la tracción tienen normalidad.

PASO 5: CONCLUSIÓN

Los datos de la variable resistencia a la tracción tienen normalidad con un nivel de significancia de 5%.

B. CORRELACIÓN DE PEARSON

PASO 1: PLANTEAMIENTO DE HIPÓTESIS

Ho: Hipótesis nula: El aumento de resistencia a la tracción no está relacionado con el aumento del porcentaje de adición de fibra de agave amarillo y coco.

H1: Hipótesis alterna: El aumento de resistencia a la tracción está relacionado con el aumento del porcentaje de adición de fibra de agave amarillo y coco.

PASO 2: NIVEL DE SIGNIFICANCIA

$\alpha=5\%$ (0.05)

PASO 3: PRUEBA ESTADÍSTICA

		Correlaciones	
		FA_FC	RT
FA_FC	Correlación de Pearson	1	-,526
	Sig. (bilateral)		,079
	N	12	12
RT	Correlación de Pearson	-,526	1
	Sig. (bilateral)	,079	
	N	12	12

Se tiene un p-valor=0.079 y coeficiente de correlación de Pearson de -0.443.

PASO 4: REGLA DE DECISIÓN

Si p-valor \leq 0.05, se rechaza la hipótesis nula, de lo contrario se acepta.

p-valor=0.079 $>$ 0.05, entonces se acepta la hipótesis nula.

PASO 5: CONCLUSIÓN

Hay una correlación negativa y moderada entre la variable resistencia a la tracción y fibra de agave amarillo y coco con un coeficiente de correlación de Pearson de -0.526.

ANÁLISIS ESTADÍSTICO

RESISTENCIA A LA FLEXIÓN

A. PRUEBA DE NORMALIDAD

PASO 1: PLANTEAMIENTO DE NORMALIDAD

Ho: Hipótesis nula: Los datos de la variable resistencia a la flexión tienen normalidad.

H1: Hipótesis alterna: Los datos de la variable resistencia a la 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-Smirnov ($n>50$, K-S)

Para muestras menores o iguales 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.
FA_FC	,233	12	,070	,851	12	,038
RF	,194	12	,200 [*]	,905	12	,183

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

a. Corrección de significación de Lilliefors

Se tienen 12 muestras, entonces se utilizará Shapiro-Wilk con p-valor=0.183.

PASO 4: REGLA DE DECISIÓN

Si p-valor \leq 0.05, se rechaza la hipótesis nula, de lo contrario se acepta.

p-valor=0.183 $>$ 0.05, entonces se acepta la hipótesis nula.

Ho: Hipótesis nula: Los datos de la variable resistencia a la flexión tienen normalidad.

PASO 5: CONCLUSIÓN

Los datos de la variable resistencia a la flexión tienen normalidad con un nivel de significancia de 5%.

B. CORRELACIÓN DE PEARSON

PASO 1: PLANTEAMIENTO DE HIPÓTESIS

Ho: Hipótesis nula: El aumento de resistencia a la flexión no está relacionado con el aumento del porcentaje de adición de fibra de agave amarillo y coco.

H1: Hipótesis alterna: El aumento de resistencia a la flexión está relacionado con el aumento del porcentaje de adición de fibra de agave amarillo y coco.

PASO 2: NIVEL DE SIGNIFICANCIA

$\alpha=5\%$ (0.05)

PASO 3: PRUEBA ESTADÍSTICA

		Correlaciones	
		FA_FC	RF
FA_FC	Correlación de Pearson	1	-,351
	Sig. (bilateral)		,264
	N	12	12
RF	Correlación de Pearson	-,351	1
	Sig. (bilateral)	,264	
	N	12	12

Se tiene un p-valor=0.264 y coeficiente de correlación de Pearson de -0.351.

PASO 4: REGLA DE DECISIÓN

Si p-valor \leq 0.05, se rechaza la hipótesis nula, de lo contrario se acepta.

p-valor=0.264 $>$ 0.05, entonces se acepta la hipótesis nula.

PASO 5: CONCLUSIÓN

Existe una correlación negativa y baja entre la variable resistencia a la flexión y fibra de agave amarillo y coco con un coeficiente de correlación de Pearson de -0.351.

Anexo 11. Análisis de costos unitarios

Análisis de precios unitarios

Presupuesto	1101001 Análisis de costos unitarios			Fecha presupuesto	08/10/2022		
Subpresupuesto	001 Análisis de costos unitarios						
Partida	CONCRETO PATRÓN + 0.00% FIBRA DE AGAVE AMARILLO + 0.00% FIBRA DE COCO						
Rendimiento	m3/DIA	MO. 20.0000	EQ. 20.0000	Costo unitario directo por : m3			358.49
Código	Descripción Recurso	Unidad	Cuadrilla	Cantidad	Precio S/	Parcial S/	
Mano de Obra							
0101010003	OPERARIO	hh	1.0000	0.4000	26.06	10.42	
0101010004	OFICIAL	hh	2.0000	0.8000	20.49	16.39	
0101010005	PEON	hh	6.0000	2.4000	18.53	44.47	
01010100060002	OPERADOR DE EQUIPO LIVIANO	hh	1.0000	0.4000	26.96	10.78	
							82.06
Materiales							
02070100010002	PIEDRA CHANCADA 1/2"	m3		0.4980	64.00	31.87	
02070200010002	ARENA GRUESA	m3		0.4520	57.00	25.76	
0213010001	CEMENTO PORTLAND TIPO I (42.5 kg)	bol		7.0500	27.00	190.35	
0290130022	AGUA	m3		0.0980	6.50	0.64	
							248.62
Equipos							
0301010006	HERRAMIENTAS MANUALES	%mo		3.0000	82.06	2.46	
010101010105	VIBRADOR DE CONCRETO	hm		0.4000	30.77	12.31	
010306020503	MEZCLADORA DE CONCRETO DE 9-11 P3	hm		0.4000	32.61	13.04	
							27.81
Partida	CONCRETO PATRÓN + 0.10% FIBRA DE AGAVE AMARILLO + 0.10% FIBRA DE COCO						
Rendimiento	m3/DIA	MO. 20.0000	EQ. 20.0000	Costo unitario directo por : m3			381.46
Código	Descripción Recurso	Unidad	Cuadrilla	Cantidad	Precio S/	Parcial S/	
Mano de Obra							
0101010003	OPERARIO	hh	1.0000	0.4000	26.06	10.42	
0101010004	OFICIAL	hh	2.0000	0.8000	20.49	16.39	
0101010005	PEON	hh	6.0000	2.4000	18.53	44.47	
01010100060002	OPERADOR DE EQUIPO LIVIANO	hh	1.0000	0.4000	26.96	10.78	
							82.06
Materiales							
02070100010002	PIEDRA CHANCADA 1/2"	m3		0.4980	64.00	31.87	
02070200010002	ARENA GRUESA	m3		0.4520	57.00	25.76	
0213010001	CEMENTO PORTLAND TIPO I (42.5 kg)	bol		7.0500	27.00	190.35	
0290130022	AGUA	m3		0.0980	6.50	0.64	
							248.62
Equipos							
0301010006	HERRAMIENTAS MANUALES	%mo		3.0000	82.06	2.46	
010101010105	VIBRADOR DE CONCRETO	hm		0.4000	30.77	12.31	
010306020503	MEZCLADORA DE CONCRETO DE 9-11 P3	hm		0.4000	32.61	13.04	
							27.81
Subpartidas							
010101010106	FIBRA DE AGAVE AMARILLO	kg		0.5000	26.84	13.42	
010101010107	FIBRA DE COCO	kg		0.5000	19.09	9.55	
							22.97

Análisis de precios unitarios

Presupuesto	1101001 Análisis de costos unitarios			Fecha presupuesto	08/10/2022		
Subpresupuesto	001 Análisis de costos unitarios						
Partida	CONCRETO PATRÓN + 0.25% FIBRA DE AGAVE AMARILLO + 0.15% FIBRA DE COCO						
Rendimiento	m3/DIA	MO. 20.0000	EQ. 20.0000	Costo unitario directo por : m3			406.36
Código	Descripción Recurso	Unidad	Cuadrilla	Cantidad	Precio S/	Parcial S/	
Mano de Obra							
0101010003	OPERARIO	hh	1.0000	0.4000	26.06	10.42	
0101010004	OFICIAL	hh	2.0000	0.8000	20.49	16.39	
0101010005	PEON	hh	6.0000	2.4000	18.53	44.47	
01010100060002	OPERADOR DE EQUIPO LIVIANO	hh	1.0000	0.4000	26.96	10.78	
							82.06
Materiales							
02070100010002	PIEDRA CHANCADA 1/2"	m3		0.4980	64.00	31.87	
02070200010002	ARENA GRUESA	m3		0.4520	57.00	25.76	
0213010001	CEMENTO PORTLAND TIPO I (42.5 kg)	bol		7.0500	27.00	190.35	
0290130022	AGUA	m3		0.0980	6.50	0.64	
							248.62
Equipos							
0301010006	HERRAMIENTAS MANUALES	%mo		3.0000	82.06	2.46	
010101010105	VIBRADOR DE CONCRETO	hm		0.4000	30.77	12.31	
010306020503	MEZCLADORA DE CONCRETO DE 9-11 P3	hm		0.4000	32.61	13.04	
							27.81
Subpartidas							
010101010106	FIBRA DE AGAVE AMARILLO	kg		1.2500	26.84	33.55	
010101010107	FIBRA DE COCO	kg		0.7500	19.09	14.32	
							47.87
Partida	CONCRETO PATRÓN + 0.40% FIBRA DE AGAVE AMARILLO + 0.10% FIBRA DE COCO						
Rendimiento	m3/DIA	MO. 20.0000	EQ. 20.0000	Costo unitario directo por : m3			421.72
Código	Descripción Recurso	Unidad	Cuadrilla	Cantidad	Precio S/	Parcial S/	
Mano de Obra							
0101010003	OPERARIO	hh	1.0000	0.4000	26.06	10.42	
0101010004	OFICIAL	hh	2.0000	0.8000	20.49	16.39	
0101010005	PEON	hh	6.0000	2.4000	18.53	44.47	
01010100060002	OPERADOR DE EQUIPO LIVIANO	hh	1.0000	0.4000	26.96	10.78	
							82.06
Materiales							
02070100010002	PIEDRA CHANCADA 1/2"	m3		0.4980	64.00	31.87	
02070200010002	ARENA GRUESA	m3		0.4520	57.00	25.76	
0213010001	CEMENTO PORTLAND TIPO I (42.5 kg)	bol		7.0500	27.00	190.35	
0290130022	AGUA	m3		0.0980	6.50	0.64	
							248.62
Equipos							
0301010006	HERRAMIENTAS MANUALES	%mo		3.0000	82.06	2.46	
010101010105	VIBRADOR DE CONCRETO	hm		0.4000	30.77	12.31	
010306020503	MEZCLADORA DE CONCRETO DE 9-11 P3	hm		0.4000	32.61	13.04	
							27.81
Subpartidas							
010101010106	FIBRA DE AGAVE AMARILLO	kg		2.0000	26.84	53.68	
010101010107	FIBRA DE COCO	kg		0.5000	19.09	9.55	
							63.23

Anexo 12. Captura de pantalla de reporte Turnitin



UNIVERSIDAD CÉSAR VALLEJO

1 FACULTAD DE INGENIERÍA Y ARQUITECTURA

ESCUELA PROFESIONAL DE INGENIERÍA CIVIL

Propiedades físico-mecánicas del concreto $f'c=210 \text{ kg/cm}^2$ con adición de fibra de agave amarillo y coco, Ancash – 2022

2 TESIS PARA OBTENER EL TÍTULO PROFESIONAL DE INGENIERO CIVIL

AUTOR:

Br. Gonzales Horna, Miguel Angel Benjamin (0000-0001-7426-3135)

Resumen de coincidencias

22 %

Se están viendo fuentes estándar

EN Ver fuentes en inglés (Beta)

Coincidencias

- | | | | |
|---|---|-----|---|
| 1 | Entregado a Universida...
Trabajo del estudiante | 5 % | > |
| 2 | repositorio.ucv.edu.pe
Fuente de Internet | 4 % | > |
| 3 | Qinghua Nie. "cDNA clo...
Publicación | 2 % | > |
| 4 | hdl.handle.net
Fuente de Internet | 2 % | > |
| 5 | repositorio.usanpedro...
Fuente de Internet | 1 % | > |
| 6 | repositorio.uss.edu.pe
Fuente de Internet | 1 % | > |

Anexo 13. Normativa

Nro.	Descripción	Norma
01	Norma Técnica de Edificación E.060 Concreto Armado	NTE E.060
02	Método de ensayo estándar para el análisis granulométrico de los áridos finos y gruesos	ASTM C 136
03	Métodos de prueba estándar para la determinación en laboratorio del contenido de agua (humedad) de suelos y rocas por masa	ASTM D 2216
04	Método de prueba estándar para la densidad a granel (peso unitario) y los vacíos en el agregado	ASTM C 29
05	Método de prueba estándar para la densidad relativa (gravedad específica) y la absorción del agregado grueso	ASTM C 127
06	Método de prueba estándar para la densidad, la densidad relativa (gravedad específica) y la absorción del agregado fino	ASTM C 128
07	Método de ensayo estándar para el asentamiento del concreto de cemento hidráulico	ASTM C 143
08	Método de ensayo estándar para la densidad (peso unitario), el rendimiento y el contenido de aire (gravimétrico) del concreto	ASTM C 138
09	Método de ensayo estándar para el contenido de aire del concreto recién mezclado por el método de la presión	ASTM C 231
10	Métodos de ensayo estándar para el sangrado del concreto	ASTM C 232
11	Método de ensayo estándar para la segregación estática del concreto mediante la técnica de la columna	ASTM C 1610
12	Método de prueba estándar para la tasa de infiltración del concreto permeable in situ	ASTM C 1701
13	Método de ensayo estándar para la resistencia a la compresión de probetas cilíndricas de concreto	ASTM C 39
14	Método de ensayo estándar para la resistencia a la tracción de probetas cilíndricas de concreto	ASTM C 496
15	Método de ensayo estándar para la resistencia a la flexión del concreto (utilizando una viga simple con carga en el tercer punto)	ASTM C 78

Anexo 14. Mapas y planos

Título: Propiedades físico-mecánicas del concreto $f'c=210 \text{ kg/cm}^2$ con adición de fibra de agave amarillo y coco, Ancash – 2022.

Autor: Br. Gonzales Horna, Miguel Angel Benjamin.

A.14.1. Ubicación política

Departamento: Ancash.

Provincia: Santa.

Distrito: Chimbote.

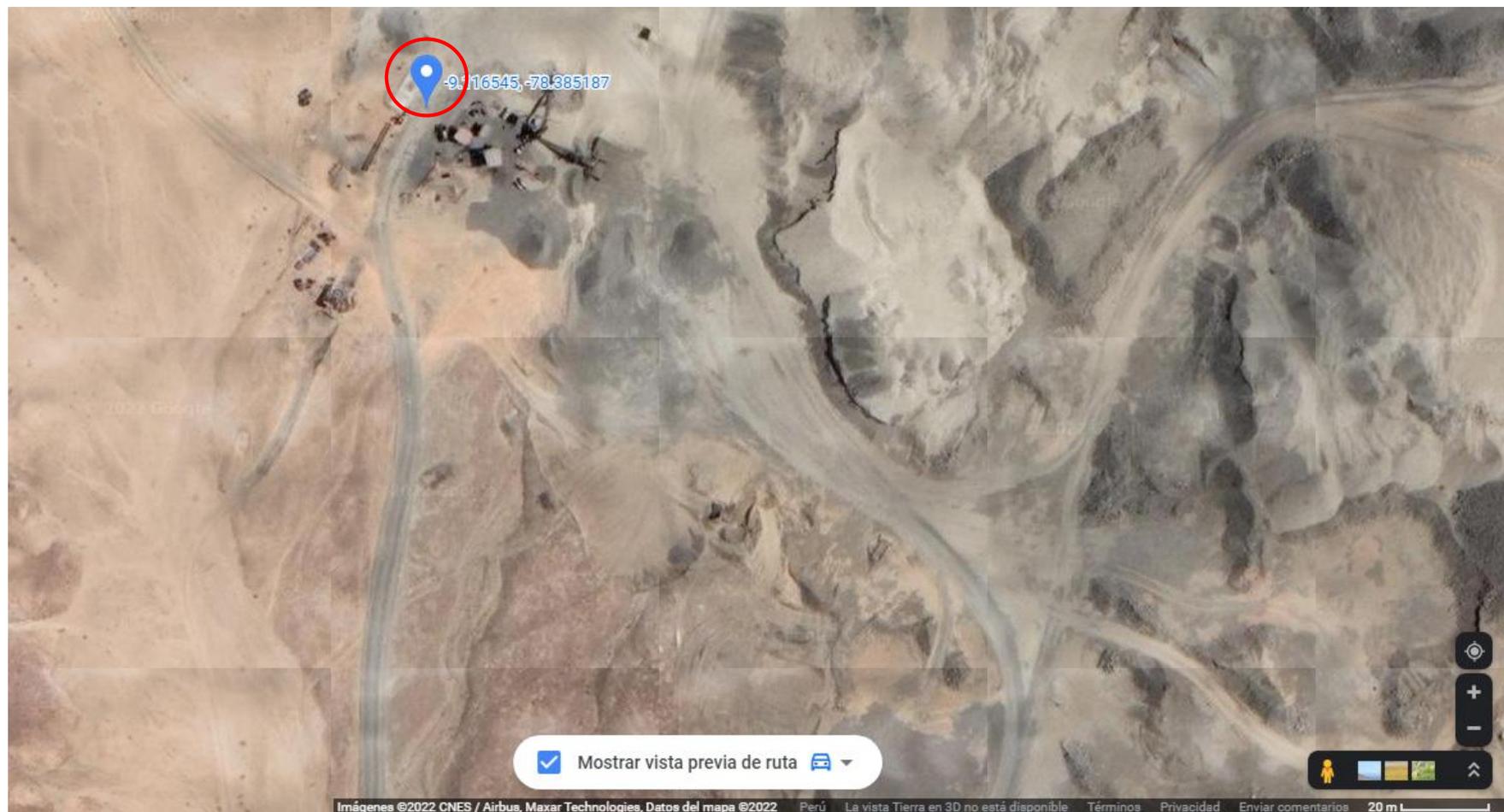


A.14.2. Mapas satelitales

Material: Agregado grueso.

Cantera: Piedra Liza.

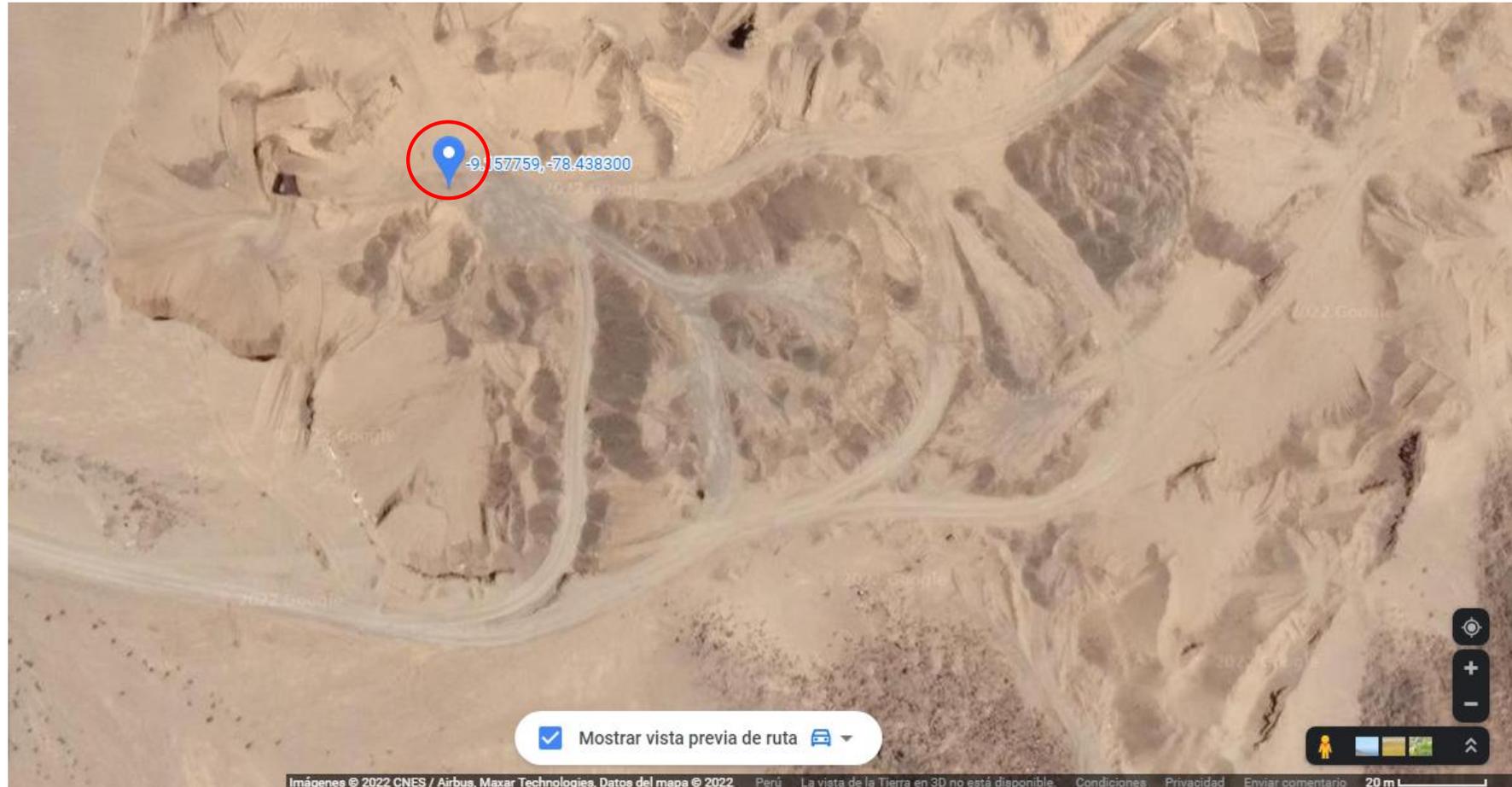
Ubicación: Nuevo Chimbote – Santa – Ancash.



Material: Agregado fino.

Cantera: Oasis 03.

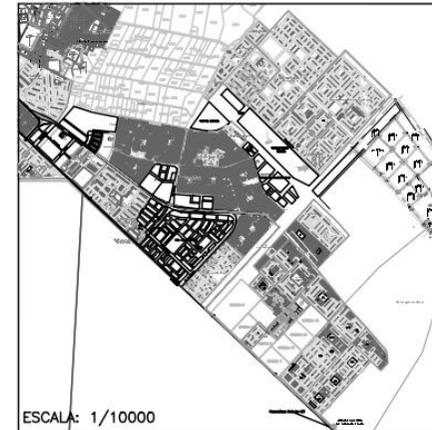
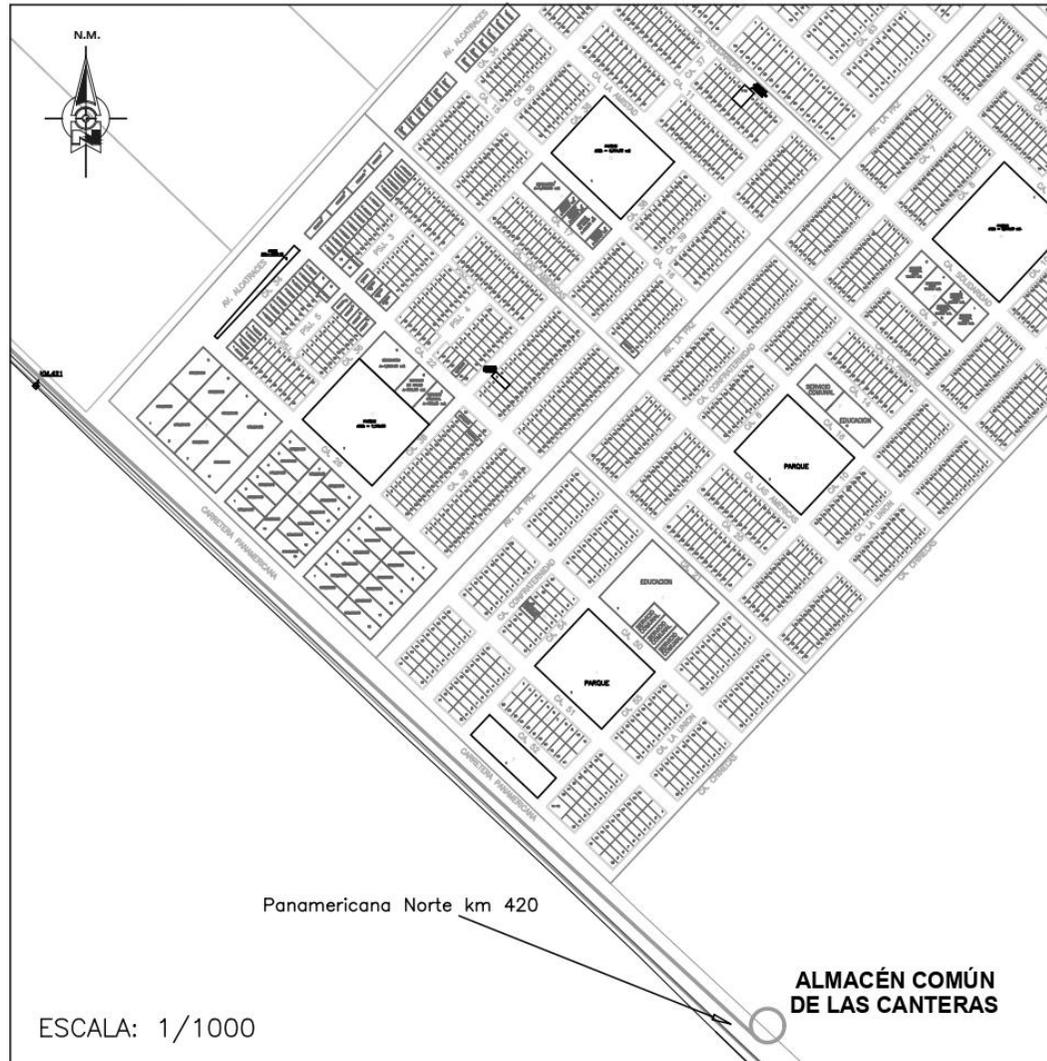
Ubicación: Nuevo Chimbote – Santa – Ancash.



A.14.3. Plano de ubicación y acceso al almacén común de las canteras

Ubicación: Nuevo Chimbote – Santa – Ancash.

Localización: Av. Panamericana Norte km 420.



PLANO:
UBICACIÓN Y LOCALIZACIÓN

ACCESO A:
ALMACÉN DE LAS CANTERAS

UNIVERSIDAD:
CÉSAR VALLEJO

ALUMNO:
MIGUEL ANGEL BENJAMIN
GONZALES HORNA

DEPARTAMENTO:
ANCASH

PROVINCIA:
SANTA

DISTRITO:
NUEVO CHIMBOTE

ESCALA:
INDICADA

LÁMINA:
U-01

Anexo 15. Panel fotográfico



Fotografía 1. Planta agave amarillo.



Fotografía 2. Adquisición de hojas de la planta agave amarillo.



Fotografía 3. Muestra de agave amarillo.



Fotografía 4. Muestra de fibra de coco.



Fotografía 5. Extracción y tratamiento de la fibra de agave amarillo.



Fotografía 6. Extracción y tratamiento de la fibra de coco.



Fotografía 7. Fibras extraídas y procesadas para adicionar al concreto.



Fotografía 8. Almacenamiento del producto de las fibras para posterior entrega al laboratorio.



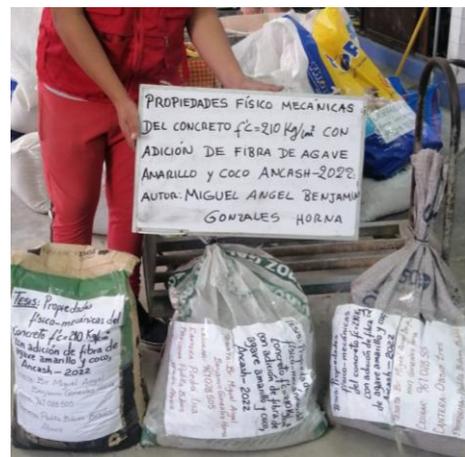
Fotografía 9. Adquisición del agregado grueso (piedra chancada) en cantera.



Fotografía 10. Adquisición del agregado fino (arena gruesa) en cantera.



Fotografía 11. Entrega de materiales al laboratorio especializado.



Fotografía 12. Materiales en laboratorio para elaboración de concreto.



Fotografía 13. Ensayo de granulometría de los agregados.



Fotografía 14. Ensayo de contenido de humedad de los agregados.



Fotografía 15. Ensayo de peso unitario del agregado fino.



Fotografía 16. Ensayo de peso unitario del agregado grueso.



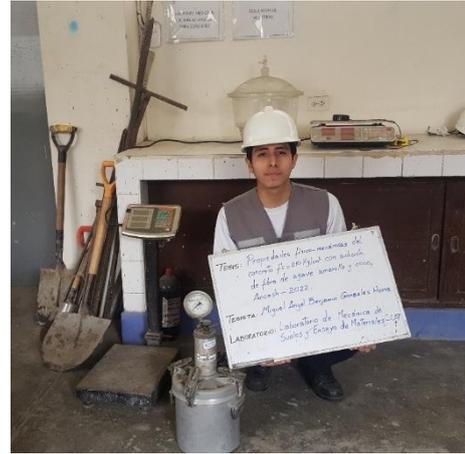
Fotografía 17. Elaboración de probetas de concreto $f'c=210 \text{ kg/cm}^2$.



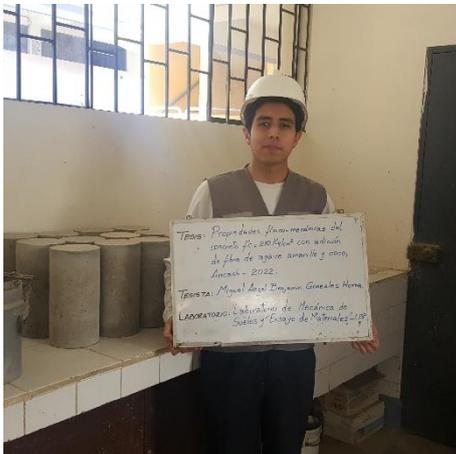
Fotografía 18. Elaboración de vigas de concreto $f'c=210 \text{ kg/cm}^2$.



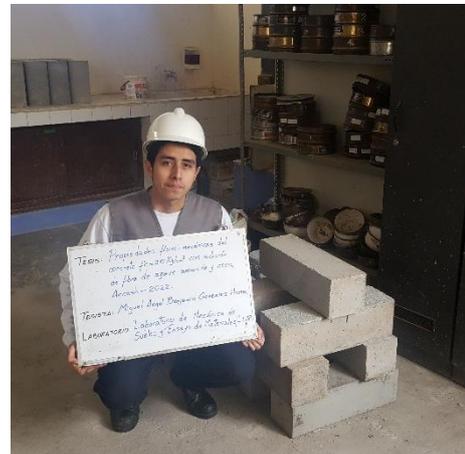
Fotografía 19. Ensayo de asentamiento del concreto $f'c=210 \text{ kg/cm}^2$.



Fotografía 20. Ensayo de contenido de aire del concreto $f'c=210 \text{ kg/cm}^2$.



Fotografía 21. Probetas de concreto $f'c=210 \text{ kg/cm}^2$.



Fotografía 22. Vigas de concreto simple $f'c=210 \text{ kg/cm}^2$.



Fotografía 23. Ensayo de resistencia a la compresión del concreto.



Fotografía 24. Ensayo de resistencia a la flexión del concreto.



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 - CHIMBOTE, asesor de Tesis Completa titulada: "Propiedades físico-mecánicas del concreto $f'c=210$ kg/cm² con adición de fibra de agave amarillo y coco, Ancash – 2022", cuyo autor es GONZALES HORNA MIGUEL ANGEL BENJAMIN, constato que la investigación tiene un índice de similitud de 22.00%, 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.

CHIMBOTE, 12 de Diciembre del 2022

Apellidos y Nombres del Asesor:	Firma
VARGAS CHACALTANA LUIS ALBERTO DNI: 09389936 ORCID: 0000-0002-4136-7189	Firmado electrónicamente por: LAVARGASV el 13- 12-2022 14:56:55

Código documento Trilce: TRI - 0484026