

UNIVERSIDAD NACIONAL DE CAJAMARCA

FACULTAD DE INGENIERÍA

ESCUELA ACADÉMICO PROFESIONAL DE INGENIERÍA CIVIL



TESIS

**“INFLUENCIA DE LA FIBRA DE LUFFA EN LA RESISTENCIA A
LA COMPRESIÓN Y FLEXIÓN PARA CONCRETO $f_c=210$
KG/CM², JAÉN 2024”**

PARA OPTAR EL TÍTULO PROFESIONAL DE INGENIERO CIVIL

PRESENTADA POR:

BACH. LUCERO VÁSQUEZ CAMPOS

ASESOR:

MAG. ING. HÉCTOR HUGO MIRANDA TEJADA

Cajamarca, Perú

2026

CONSTANCIA DE INFORME DE ORIGINALIDAD

FACULTAD DE INGENIERÍA

1. **Investigador:** LUCERO VÁSQUEZ CAMPOS

DNI: 70504230

Escuela Profesional: Ingeniería Civil

2. **Asesor:** Héctor Hugo Miranda Tejada

Facultad: Ingeniería

3. **Grado académico o título profesional**

☐ Bachiller

☒ Título profesional

☐ Segunda especialidad

☐ Maestro

☐ Doctor

4. **Tipo de Investigación:**

☒ Tesis

☐ Trabajo de investigación

☐ Trabajo de suficiencia profesional

☐ Trabajo académico

5. **Título de Trabajo de Investigación:**

"INFLUENCIA DE LA FIBRA DE LUFFA EN LA RESISTENCIA A LA COMPRESIÓN Y FLEXIÓN PARA CONCRETO F^c=210 KG/CM², JAÉN 2024".

6. **Fecha de evaluación:** 12/02/2026

7. **Software antiplagio:**

☒ TURNITIN

☐ URKUND (OURIGINAL) (*)

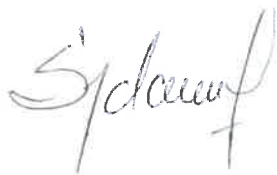
8. **Porcentaje de Informe de Similitud:** 19 %

9. **Código Documento:** Identificador de la entrega trn:oid:::3117:556086402

10. **Resultado de la Evaluación de Similitud:**

☒ APROBADO ☐ PARA LEVANTAMIENTO DE OBSERVACIONES O DESAPROBADO

Fecha Emisión: 12/02/2026



FIRMA DEL ASESOR

Nombres y Apellidos Héctor Hugo Miranda Tejada

DNI: 26617213



Firmado digitalmente por:
BAZAN DIAZ Laura Sofia
FAU 20149258601 soft
Motivo: En señal de
conformidad
Fecha: 12/02/2026 08:14:45-0500

UNIDAD DE INVESTIGACIÓN FI



SUSTENTACIÓN PÚBLICA DE TESIS.

ACTA N° 0090-2026

En la ciudad de Cajamarca, dando cumplimiento a lo dispuesto por el Art. 035 del Reglamento de Grados y Títulos de la Facultad de Ingeniería de la Universidad Nacional de Cajamarca, la Secretaría Académica de la Facultad de Ingeniería, da a conocer que, a los **veinticinco días del mes de febrero de 2026**, siendo las trece horas (01:00 p.m.) en la Sala de Audiovisuales (Edificio 1A - Segundo Piso), de la Facultad de Ingeniería, de la Universidad Nacional de Cajamarca, se reunieron los Señores Miembros del Jurado Evaluador:

Presidente : Dra. Ing. Rosa Haydee Llique Mondragón.
Vocal : Dr. Ing. Mauro Augusto Centurión Vargas.
Secretario : Dr. Ing. Miguel Angel Mosqueira Moreno.

Para proceder a escuchar y evaluar la sustentación pública de la tesis **INFLUENCIA DE LA FIBRA DE LUFFA EN LA RESISTENCIA A LA COMPRESIÓN Y FLEXIÓN PARA CONCRETO $f'_c=210$ Kg/cm², JAÉN 2024**, presentado por la estudiante de Ingeniería Civil **LUCERO VÁSQUEZ CAMPOS** asesorada por el M. en T. C. Ing. Héctor Hugo Miranda Tejada, para la obtención del Título Profesional.

Los Señores Miembros del Jurado replicaron al sustentante, debatieron entre sí en forma libre y reservada y lo evaluaron de la siguiente manera:

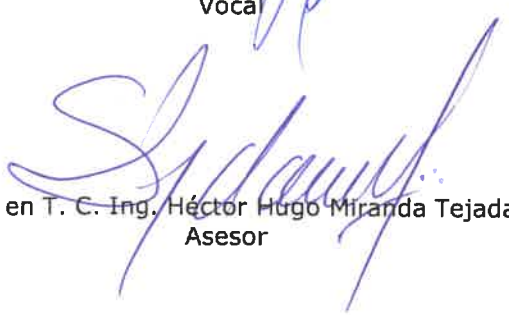
EVALUACIÓN PRIVADA : 06 PTS.
EVALUACIÓN PÚBLICA : 11 PTS.
EVALUACIÓN FINAL : 17 PTS Diecisiete (En letras)

En consecuencia, se lo declara APROBADO con el calificativo de Diecisiete acto seguido, el presidente del jurado hizo saber el resultado de la sustentación, levantándose la presente a las 14:00 horas del mismo día, con lo cual se dio por terminado el acto, para constancia se firmó por quintuplicado.


Dra. Ing. Rosa Haydee Llique Mondragón.
Presidente


Dr. Ing. Mauro Augusto Centurión Vargas.
Vocal


Dr. Ing. Miguel Angel Mosqueira Moreno.
Secretario


M. en T. C. Ing. Héctor Hugo Miranda Tejada.
Asesor

Agradecimiento

A Dios, por bendecirme y permitirme cumplir una de mis metas en mi vida.

A mis padres, mis hermanos y familia por brindarme su amor y sus consejos pues sin ustedes este logro no habría sido posible.

A mi amigo Royer Cordova Gil y a mi amiga Magaly Lozada Chamaya por su constante apoyo y motivación a lo largo de todo el proceso de elaboración de la presente investigación.

A mi asesor, Mg. Ing. Héctor Hugo Miranda Tejada a quien agradezco por su guía, apoyo y tiempo brindado, los cuales fueron parte fundamentales para el desarrollo y culminación de esta investigación.

Finalmente, agradezco a mi alma mater, la Universidad Nacional de Cajamarca, por brindarme las herramientas necesarias para seguir creciendo profesionalmente.

Lucero Vásquez Campos

Dedicatoria

Dedico la presente investigación principalmente a Dios, por la vida, la salud y la fortaleza, y guiar mis pasos día a día lo cual me permitieron alcanzar uno más de mis objetivos.

A mis padres Alberto Vásquez Campos y Esperanza Campos Sánchez, por inculcarme sus valores y brindarme su amor y apoyo que han sido fundamentales en mi formación académica y personal.

A mis hermanas Evelyn y Milagros, así como a mi hermano Cristian por su constante apoyo y motivación, y a mi pequeño gran motivador mi sobrino Sebastián.

Lucero Vásquez Campos

Índice de contenidos

Agradecimiento	ii
Dedicatoria	iii
Índice de contenidos.....	iv
Índice de tablas.....	vi
Índice de figuras	viii
Resumen	ix
Abstract	x
CAPÍTULO I: INTRODUCCIÓN	11
1.1. Planteamiento del problema	11
1.2. Formulación del problema.....	11
1.3. Hipótesis	12
1.3.1. Hipótesis general.....	12
1.4. Justificación de la investigación	12
1.5. Alcances o delimitación de la investigación.....	12
1.6. Limitaciones y restricciones de la investigación	13
1.7. Objetivos de la investigación.....	13
1.7.1. Objetivo general	13
1.7.2. Objetivos específicos.....	13
1.8. Descripción del contenido de los capítulos	13
CAPÍTULO II: MARCO TEÓRICO	15
2.1. Antecedentes teóricos	15
2.1.1. Internacionales	15
2.1.2. Nacionales	16
2.2. Bases teóricas	16
2.2.1. Concreto	16
2.2.2. Componentes del concreto	17
2.2.4. Propiedades físicas y mecánicas del concreto.....	25
2.2.5. Elaboración y curado de probetas de concreto.....	27
2.2.6. Fibras de Luffa	28
2.3. Definición de términos básicos.....	30
CAPÍTULO III: MATERIALES Y MÉTODOS	31
3.1. Ubicación del área de estudio	31
3.2. Metodología de la investigación.....	33
3.2.1. Tipo de investigación.....	33

3.2.2.	Diseño de investigación	33
3.2.3.	Nivel de investigación.....	33
3.2.4.	Enfoque de investigación	33
3.3.	Variables	33
3.4.	Población y muestra.....	33
3.4.1.	Población.....	33
3.4.2.	Muestra	33
3.5.	Unidad de análisis.....	34
3.6.	Unidad de observación	34
3.7.	Método de investigación.....	34
3.8.	Técnicas e instrumentos de recolección de datos	34
3.8.1.	Técnicas.....	34
3.8.2.	Instrumentos	35
3.8.3.	Procedimientos	35
3.9.	Presentación de resultados.....	41
CAPÍTULO IV: ANÁLISIS Y DISCUSIÓN DE RESULTADOS		47
4.1.	Análisis de resultados	47
4.2.	Contrastación de hipótesis	49
CAPÍTULO V: CONCLUSIONES Y RECOMENDACIONES		50
5.1.	Conclusiones	50
5.2.	Recomendaciones	51
REFERENCIAS BIBLIOGRÁFICAS		52
ANEXOS.....		55

Índice de tablas

Tabla 1. Tamices a utilizar para el análisis granulométrico	18
Tabla 2. Resistencia promedio a la compresion requerida	19
Tabla 3. Asentamientos recomendados para varios tipos de construccion	20
Tabla 4. Determinacion de asentamiento	20
Tabla 5. Relacion entre a/c y resistencia a la compresion a los 28 dias de edad de curado	21
Tabla 6. Cantidad de agua aproximada y presencia de aire para diferentes asentamientos ..	22
Tabla 7. Calculo de aire atrapado	22
Tabla 8. Volumen de agregado grueso compactado por unidad de volumen de concreto	293
Tabla 9. Propiedades de las fibras de Luffa	29
Tabla 10. Coordenadas UTM de la Cantera Arenera Jaen	31
Tabla 11. Coordenadas UTm del laboratorio	32
Tabla 12. Cantidad de ensayos realizados	34
Tabla 13. Propiedades fisicas y mecanicas de los agregados	41
Tabla 14. Peso de materiales por m ³ para f`c=210Kg/cm ²	41
Tabla 15. Resistencia a compresión del concreto sin adición	42
Tabla 16. Resistencia a la flexión del concreto sin adición	42
Tabla 17. Slump del concreto con y sin adicion de fibra de luffa	43
Tabla 18. Evolución de la resistencia a la compresión con adición	43
Tabla 19. Resistencia a la flexión con adición a todas las edades de curado	44
Tabla 20. Prueba Anova para la resistencia a compresión a los 28 días	45
Tabla 21. Prueba tukey para resistencia a la compresión a los 28 días	45
Tabla 22. Prueba Anova para la resistencia a flexion a los 28 días	46
Tabla 23. Prueba tukey para la resistencia a flexion a los 28 días	46
Tabla 24. Análisis granulometrico por tamizado de agregado fino NTP 400.012	55
Tabla 25. Análisis granulometrico por tamizado de agregado grueso NTP 400.012	56
Tabla 26. Contenido de humedad de agregado fino – NTP 339.185	57
Tabla 27. Contenido de humedad de agregado grueso – NTP 339.185	57
Tabla 28. Peso unitario suelto agregado fino – NTP 400.017	58
Tabla 29. Peso unitario compactado agregado fino – NTP 400.017	58
Tabla 30. Peso unitario suelto agregado grueso – NTP 400.017	59
Tabla 31. Peso unitario compactado agregado grueso – NTP 400.017	59
Tabla 32. Cantidad de material fino que pasa el tamiz N.º 200 (agregado fino)	60
Tabla 33. Cantidad de material fino que pasa el tamiz N.º 200 (agregado grueso)	60

Tabla 34. Peso especifico y adsorcion de agregado fino – NTP 400.022	60
Tabla 35. Peso especifico y adsorcion de agregado grueso – NTP 400.021.....	61
Tabla 36. Asentamiento concreto patrón	64
Tabla 37. Ensayo a la compresion concreto patron a los 7 dias	64
Tabla 38. Ensayo a la compresion concreto patron a los 14 dias	65
Tabla 39. Ensayo a la compresion concreto patron a los 28 dias	65
Tabla 40. Ensayo a la compresion concreto 0.8% de fibra de luffa a los 7 dias	66
Tabla 41. Ensayo a la compresion concreto 0.8% de fibra de luffa a los 14 dias	66
Tabla 42. Ensayo a la compresion concreto 0.8% de fibra de luffa a los 28 dias	67
Tabla 43. Ensayo a la compresion concreto 1.2% de fibra de luffa a los 7 dias	67
Tabla 44. Ensayo a la compresion concreto 1.2% de fibra de luffa a los 14 dias	68
Tabla 45. Ensayo a la compresion concreto 1.2% de fibra de luffa a los 28 dias	68
Tabla 46. Ensayo a la compresion concreto 1.5% de fibra de luffa a los 7 dias	69
Tabla 47. Ensayo a la compresion concreto 1.5% de fibra de luffa a los 14 dias	69
Tabla 48. Ensayo a la compresion concreto 1.5% de fibra de luffa a los 28 dias	70
Tabla 49. Ensayo a la flexion concreto patron a los 7 dias	70
Tabla 50. Ensayo a la flexion concreto patron a los 14 dias	71
Tabla 51. Ensayo a la flexion concreto patron a los 28 dias	71
Tabla 52. Ensayo a la flexion concreto 0.8% de fibra de luffa a los 7 dias	72
Tabla 53. Ensayo a la flexion concreto 0.8% de fibra de luffa a los 14 dias	72
Tabla 54. Ensayo a la flexion concreto 0.8% de fibra de luffa a los 28 dias	73
Tabla 55. Ensayo a la flexion concreto 1.2% de fibra de luffa a los 7 dias	73
Tabla 56. Ensayo a la flexion concreto 1.2% de fibra de luffa a los 14 dias	74
Tabla 57. Ensayo a la flexion concreto 1.2% de fibra de luffa a los 28 dias	74
Tabla 58. Ensayo a la flexion concreto 1.5% de fibra de luffa a los 7 dias	75
Tabla 59. Ensayo a la flexion concreto 1.5% de fibra de luffa a los 14 dias	75
Tabla 60. Ensayo a la flexion concreto 1.5% de fibra de luffa a los 28 dias	76
Tabla 61. Porcentaje de mejora en la resistencia a la compresión con fibra de luffa	76
Tabla 62. Porcentaje de mejora en la resistencia a la flexión adicionando fibra de luffa	76

Índice de figuras

Figura 1. Ubicación geográfica de la Cantera Arenera Jaen	31
Figura 2. Ubicación geográfica del laboratorio.....	32
Figura 3. Evolución de la resistencia a la compresión del concreto sin adición.	42
Figura 4. Evolución de la resistencia a la flexión del concreto sin adición.	42
Figura 5. Evolución de la resistencia a la compresión con adición.....	43
Figura 6. Evolución de la resistencia a la flexión con adición a los 28 días de curado.	44
Figura 7. Curva granulometrica del agregado fino – NTP 400.037.....	55
Figura 8. Curva granulometrica del agregado grueso – NTP 400.037.....	56
Figura 9. Fibra de luffa Cylindrica (LCF) secas y tratadas	77
Figura 10. Luffa y su estructura interna	77
Figura 11. Obtencion de agregados.....	78
Figura 12. Procedimiento de limpieza de la fibra de luffa.	78
Figura 13. Contenido de humedad del agregado grueso..	79
Figura 14. Contenido de humedad del agregado fino	79
Figura 15. Pesado del agregado grueso.	80
Figura 16. Pesado de fibra de luffa.	80
Figura 17. Elaboración de testigos de concreto patrón..	81
Figura 18. Ensayo de slump del concreto patrón.	81
Figura 19. Ensayo de resistencia a compresión al 0.8% de adición a los 28 días.	82
Figura 20. Ensayo de resistencia a compresión al 1.5% de adición a los 28 días.	82
Figura 21. Ensayo de resistencia a la flexión del concreto patrón a los 14 días..	83
Figura 22. Ensayo de resistencia a la flexión al 1.2% de adición de luffa a los 28 días.	83

Resumen

En la búsqueda de mejorar las propiedades mecánicas del concreto tanto en compresión como en flexión, se han realizado diferentes estudios entre los cuales se tiene la adición de fibra vegetal para la mejora de estas propiedades, en este contexto esta investigación tuvo como objetivo principal evaluar la influencia de la fibra de Luffa en la resistencia a la compresión y flexión para concreto $f'_c=210 \text{ kg/cm}^2$, dicha influencia se corroboró adicionando la fibra de Luffa al concreto en diferentes porcentajes (0.8%, 1.2%, 1.5%). La metodología usada en la investigación es de tipo aplicada, experimental, en la cual se inició con la determinación de las propiedades físicas de los agregados obtenidos de la cantera Arenera Jaén los cuales fueron: peso específico, peso unitario suelto, peso unitario compactado, humedad, absorción, módulo de finura, máximo nominal y material fino que pasa por el tamiz N° 200, además se hizo uso del cemento portland compuesto tipo ICo, con los resultados de las propiedades físicas de los agregados obtenidos se realizó el cálculo del diseño de mezclas para la muestra patrón empleando el método ACI 211, para los ensayos se elaboraron 120 especímenes, tanto para compresión como para flexión respectivamente, las cuales se analizaron a edades de 7, 14 y 28 días de curado. Con respecto a los resultados obtenidos y a la hipótesis planteada sobre la resistencia a compresión y flexión con adición del 0.8 %, 1.2% y 1.5% de fibra de Luffa, se llegó a obtener que en compresión el porcentaje de adición más óptimo es de 0.8% que alcanzó una resistencia de $f'_c = 295.41 \text{ kg/cm}^2$ el cual supera en 26.16% con respecto a la muestra patrón y en flexión se constató que el concreto con los diferentes tipos de adición no presenta mejoras significativas, manteniéndose por debajo de la resistencia obtenida en la muestra patrón ($f'_c = 47.84 \text{ kg/cm}^2$). Con lo que se puede concluir que la fibra de Luffa puede utilizarse como un aditivo ecológico para mejorar el desempeño compresivo del concreto.

Palabras clave: Fibra, flexión, compresión, concreto.

Abstract

In the quest to improve the mechanical properties of concrete in both compression and tension, various studies have been conducted, including the addition of plant fiber to improve these properties. In this context, this research had the main objective of evaluating the influence of fibra de Luffa on the compressive and flexural strength of concrete ($f_c=210$ kg/cm²). This influence was corroborated by adding loofah fiber to concrete in different percentages (0.8%, 1.2%, 1.5%). The methodology used in the research is of an applied, experimental type, which began with the determination of the physical properties of the aggregates obtained from the Arenera Jaén quarry, which were: specific weight, loose unit weight, compacted unit weight, humidity, absorption, fineness modulus, nominal maximum and fine material that passes through sieve No. 200, in addition, the use of Portland cement compound type ICo was made, with the results of the physical properties of the aggregates obtained, the calculation of the mixture design for the standard sample was carried out using the ACI 211 method, for the tests, 120 specimens, were prepared for both compression and bending respectively, which were analyzed at ages of 7, 14 and 28 days of curing. With respect to the results obtained and the hypothesis raised on the resistance to compression and flexure with the addition of 0.8%, 1.2% and 1.5% of fibra de Luffa, it was obtained that in compression the most optimal addition percentage is 0.8% which reached a resistance of $f'_c = 295.41$ kg / cm² which exceeds by 26.16% with respect to the standard sample and in bending it was found that the concrete with the different types of addition does not present significant improvements, remaining below the resistance obtained in the standard sample ($f'_c = 47.84$ kg / cm²). From which it can be concluded that Luffa fiber can be used as an ecological additive to improve the compressive performance of concrete.

Keywords: fiber, concrete, compressive, flexural.

CAPÍTULO I: INTRODUCCIÓN

1.1. Planteamiento del problema

En nuestro país, según el Informe Técnico del Avance Coyuntural de la Actividad Económica, del Instituto Nacional de Estadística e Informática afirma que el consumo interno de cemento aumentó 8.25%, este incremento se vio impulsado por el avance físico de obras públicas en los ámbitos nacional, regional y local (17.58%); el concreto, siempre estará presente en el crecimiento y desarrollo de nuestro país, región y ciudad; y se utiliza desde la construcción de viviendas familiares hasta una obra civil. (INEI, 2022)

El concreto en estado fresco, es blando y fluido, pero cuando se endurece, es fuerte y duradero, debido a sus características versátiles y ventajosas, como buena resistencia a la compresión, alta moldeabilidad, plasticidad y fluidez en estado fresco; y durabilidad, impermeabilidad y resistencia al fuego una vez endurecido; seguirá siendo el material de construcción líder en todo el mundo. Sin embargo, tiene algunas propiedades indeseables, como su debilidad en tensión, fragilidad, menor resistencia al agrietamiento, baja resistencia al impacto y gran peso; por lo tanto, es necesario mejorar sus propiedades (Parashar y Gupta, 2021).

En los últimos años, las fibras vegetales han adquirido interés por su bajo costo, disponibilidad y menor impacto ambiental en comparación con las fibras sintéticas. Una de estas fibras es la Luffa cilíndrica, conocida comúnmente como esponja vegetal o estropajo, la cual presenta una estructura fibrosa, ligera y con buena adherencia al cemento. Estudios previos han demostrado que la incorporación de fibra de luffa en el concreto puede mejorar su comportamiento a compresión y flexión, dependiendo del porcentaje de adición y del tipo de tratamiento aplicado a la fibra. (Evangelista, 2020)

No obstante, en el contexto peruano, el uso de fibras vegetales en el concreto es limitado y más aún la fibra de Luffa, por ello se buscó explorar esta alternativa ecológica como aditivo para la mejora del desempeño mecánico del concreto (resistencia a la compresión y flexión) adicionando la fibra en diferentes porcentajes (0.8%, 1.2% y 1.5%) para un concreto de $f'_c=210\text{kg/cm}^2$, con ello se espera mejorar la resistencia y aportar información cuantificable del concreto haciendo uso de materiales convencionales (agregados, agua y cemento) obtenidos de la cantera Arenera Jaén.

1.2. Formulación del problema

¿En cuánto influye la fibra de luffa en la resistencia a la compresión y flexión para concreto $f'_c=210\text{ kg/cm}^2$, Jaén 2024?

1.3. Hipótesis

1.3.1. Hipótesis general

La incorporación de fibra de Luffa en proporciones de 0,8 %, 1,2 % y 1,5 % incrementa la resistencia a la compresión y la resistencia a la flexión del concreto $f'_c = 210 \text{ kg/cm}^2$, en comparación con el concreto patrón sin adición de fibra.

1.4. Justificación de la investigación

La presente investigación justifica su aporte principalmente desde una perspectiva técnica y científica, al generar conocimiento sobre el comportamiento del concreto reforzado con fibras naturales como material de refuerzo. El estudio permitió identificar rangos de dosificación adecuados, entre los cuales la adición de 0,8 % de fibra de Luffa presentó el comportamiento más favorable en términos de desempeño mecánico.

Este aporte resulta significativo, considerando la limitada existencia de investigaciones locales que analicen el comportamiento del concreto modificado con fibra de Luffa bajo condiciones específicas de dosificación y resistencia. Asimismo, los resultados obtenidos permitieron evaluar la viabilidad técnica de estas fibras y aportaron información relevante para el desarrollo de soluciones constructivas sostenibles, sirviendo como referencia para futuras investigaciones.

1.5. Alcances o delimitación de la investigación

- En la investigación se utilizó fibra de Luffa, con una longitud aproximada de 1 a 2 cm, las cuales fueron cortadas manualmente con la ayuda de tijeras manteniendo la dirección longitudinal de la fibra. Fue adicionada en proporciones de 0.8%, 1.2% y 1.5% con respecto al peso del cemento en el diseño.
- Los agregados gruesos y finos utilizados en la elaboración del concreto fueron obtenidos de la cantera Arenera Jaén, ubicada en la provincia de Jaén, región Cajamarca. utilizando Cemento Portland Compuesto Tipo ICo de la marca Pacasmayo.
- El diseño de mezcla se realizó mediante el método del ACI para una resistencia de $f'_c = 210 \text{ kg/cm}^2$, realizándose ensayos a edades de 7, 14 y 28 días de curado.

1.6. Limitaciones y restricciones de la investigación

- En la investigación no se realizó el estudio de las propiedades químicas de los agregados de la cantera, así como de la fibra de luffa, para determinar si influye químicamente en la resistencia del concreto
- Otra limitación fue no realizar el ensayo de durabilidad de la fibra de luffa en el concreto, para determinar el tiempo que demora en descomponerse la fibra vegetal dentro del concreto, ya que los alcances de la investigación se orientaron a la evaluación del desempeño mecánico del concreto.

1.7. Objetivos de la investigación

1.7.1. Objetivo general

Evaluar la influencia de la fibra de luffa en la resistencia a la compresión y flexión para concreto $f'_c=210 \text{ kg/cm}^2$, Jaén 2024.

1.7.2. Objetivos específicos

- Determinar las propiedades físicas y mecánicas de los agregados.
- Determinar la resistencia a compresión y flexión del concreto sin adición a los 7, 14 y 28 días del concreto.
- Determinar la resistencia a compresión y flexión del concreto con adición del 0.8 %, 1.2% y 1.5% de fibra de Luffa, a los 7, 14 y 28 días del concreto.
- Comparar los resultados de la resistencia a compresión y flexión sin y con adición del 0.8 %, 1.2% y 1.5% de fibra de Luffa, a los 7, 14 y 28 días del concreto.

1.8. Descripción del contenido de los capítulos

La investigación está estructurada en los siguientes capítulos:

Capítulo I Introducción: Se describe la realidad problemática, formulación del problema, hipótesis, justificación de la investigación, alcances o delimitación de la investigación, limitaciones y objetivos.

Capítulo II Marco teórico: Se presentan los antecedentes internacionales, nacionales y locales que sirven para orientar el tema en estudio, en las bases teóricas se definen los conceptos que orientan el desarrollo de la presente investigación.

Capítulo III Materiales y métodos: Se explica el lugar donde se llevó a cabo la presente investigación, el procedimiento y descripción de la metodología que se tuvo en

consideración para la recolección de datos, se indican también las diferentes herramientas que se han utilizado para el procesamiento de la información recolectada en campo.

Capítulo IV Análisis y discusión de resultados: Se presenta el análisis de los resultados obtenidos de cada uno de los objetivos planteados y en la discusión se comparan estos resultados con los obtenidos en los principales antecedentes citados.

Capítulo V Conclusiones y recomendaciones: Se expone las conclusiones y recomendaciones para cada uno de los objetivos específicos desarrollados.

CAPÍTULO II: MARCO TEÓRICO

2.1. Antecedentes teóricos

2.1.1. Internacionales

Abd-Al et al (2022) en su artículo científico titulado “Evaluación de las propiedades estructurales y mecánicas de vigas de hormigón armado preparadas con fibra cilíndrica de luffa” desarrollado en El Cairo, Egipto, tuvieron como finalidad utilizar fibras naturales para aumentar la resistencia del hormigón, se estudió el comportamiento estructural de vigas de hormigón armado cargadas a flexión incorporadas con diferentes calidades de hormigón y un porcentaje constante de fibra cilíndrica de luffa (0,75% del volumen). Como resultados obtuvieron que el hormigón ordinario, al añadir fibras, la resistencia a la compresión aumentó un 18,04% en comparación con la muestra de control de hormigón ordinario (CNSB300), al agregar fibras a HSC, la resistencia a la compresión aumentó un 20,27 % en comparación con el control (CHSB450), al agregar fibras al UHSC aumentó un 19,90% respecto a la muestra control (CUHSB750). Concluyendo que estas fibras mejoran la resistencia del hormigón.

Ajibola y Oyelola (2020) en su artículo científico titulado “Evaluación de la fibra de calabaza esponja (*Luffa aegyptical*) como refuerzo polimérico en hormigón”, desarrollado en Nigeria, evaluó el rendimiento de *Luffa aegyptiaca* (calabaza esponja), una fibra natural, como refuerzo polimérico en el hormigón. Se observó que la resistencia a la compresión promedio es aproximadamente un 50% mayor que la patrón, que presenta el valor más bajo, se tuvo resistencias a la compresión y a la flexión de 25,8 MPa y 10,2 MPa, respectivamente. Concluyeron que la fibra puede ser eficaz para mejorar el el hormigón, tambien la fibra puede retener parcialmente los agregados, esto puede ser útil para aumentar el rendimiento del hormigón fragmentado.

Avudaiappan, S. et al (2025) en su artículo científico titulado “Estudio comparativo sobre el efecto de las fibras naturales y sintéticas en la producción de hormigón sostenible (incluyendo esponja de luffa)” desarrollado en Chile, compararon la adición de fibras naturales (cáñamo y esponja de luffa) y sintéticas al hormigón y sus propiedades mecánicas a nivel micro. Se prepararon muestras de hormigón con fracciones de volumen de fibra de 0,4%, 0,8% y 1,2%, y posteriormente se determinaron sus resistencias a la compresión y a la flexión. Se emplearon la microscopía electrónica de barrido (SEM) y la espectroscopia de energía dispersiva para evaluar el patrón de fibra y las características de la interfaz matriz cementicia-fibra. Se encontró que todas las fibras mejoraron las resistencias a la compresión y a la flexión del hormigón en cada mezcla en relación con la mezcla de referencia. Lo más importante es que se observó que la resistencia a la compresión más alta de 28,15 MPa se obtuvo con fibras de esponja de luffa

al 1,2% de fracción de volumen acompañada de una mejora de la resistencia a la flexión. Esto fue respaldado por el análisis SEM, que mostró evidencia de una mejor distribución de las fibras naturales en la matriz de hormigón que las sintéticas, mejorando así la estructura.

2.1.2. Nacionales

Evangelista (2020), en su investigación titulada “Análisis de las propiedades mecánicas del concreto al incorporarle fibras luffa en el pavimento rígido del Jr. Sinchi Roca, Tambopata, 2020”, se propuso evaluar la influencia en las propiedades mecánicas del concreto al Incorporarle fibras Luffa, la investigación fue aplicada se usó el método cuasi experimental, las adiciones se realizaron al 0.6%, 0.8% y 1.5%. Se observó a la edad 28 días alcanzó una resistencia máxima de hasta 382.73 Kg/cm² con el 0.60%, que aumentó en un 10.49% más que el diseño patrón que fue de 346.40 kg/cm², en la flexión a la misma edad se obtuvo resistencia de 48.78 Kg/cm² con el 0.60%, el cual aumentó en un 1.20% más que el diseño patrón que fue de 48.20 kg/cm². Se concluyó que la fibra de luffa influye de manera positiva en las propiedades de concreto.

2.2. Bases teóricas

2.2.1. Concreto

Es una mezcla heterogénea compuesta por agregados inertes finos y gruesos, agua, material aglomerante (cemento) y en algunos casos se usan distintos aditivos para modificar sus propiedades; esto en conjunto con el acero forman un material compuesto (Isola y Ludueña, 2025).

El concreto es el segundo material de construcción más popular después del agua debido a su disponibilidad global de materias primas, facilidad de procesamiento y manipulación, y su capacidad inherente de cambiar de un estado fluido, lo que le permite llenar un molde a un estado sólido y capacidad de resistir la carga estructural impuesta (Paudel et al., 2023).

El curado del concreto es un proceso esencial para garantizar que el concreto desarrolle adecuadamente sus propiedades mecánicas y de durabilidad, consiste en mantener el hormigón fresco bajo condiciones óptimas de humedad y temperatura durante un período determinado para evitar la desecación prematura y asegurar un endurecimiento adecuado (Isola y Ludueña, 2025).

2.2.2. Componentes del concreto

2.2.2.1. Cemento

De acuerdo con la norma ASTM C150/C150M-22, especifica los requisitos estándar para el cemento portland, incluyendo sus tipos, propiedades físicas, composición química y criterios de desempeño. Esta norma es fundamental para asegurar la calidad y consistencia del cemento utilizado en aplicaciones estructurales y de ingeniería civil. (ASTM International, 2022)

El cemento portland compuesto tipo ICo es un tipo de cemento hidráulico adicionado, regulado por la NTP 334.090 emitida por el Instituto Nacional de Calidad (INACAL). Esta norma establece los requisitos químicos, físicos y de composición que deben cumplir los cementos adicionados utilizados en aplicaciones generales de construcción.

De acuerdo con (INACAL, 2020), el cemento tipo ICo se elabora mediante la molienda conjunta de clínker portland, yeso y una o más adiciones minerales, tales como filler calcáreo, escoria granulada de alto horno o puzolana natural, en proporciones controladas. Estas adiciones no solo permiten un uso más eficiente de los recursos naturales, sino que también mejoran ciertas propiedades del cemento, como la durabilidad frente a ambientes agresivos, la disminución del calor de hidratación, y contribuyen a una reducción en las emisiones de CO₂ durante su fabricación.

2.2.2.2. Agua

Es un elemento tan esencial como el cemento. Desde esta perspectiva, puede actuar como un aliado o como un adversario. La calidad del agua depende de su origen, siempre que esté sujeta a pruebas por ensayos. El agua de lluvia, el agua superficial natural, el agua potable, el agua recuperada de procesos industriales de hormigón y las aguas residuales son ejemplos de aguas adecuadas (Isola y Ludueña, 2025).

2.2.2.3. Agregados

Son componentes necesarios del concreto; la calidad de estos materiales depende en gran medida de su procedencia (pueden ser artificiales o naturales), son materiales inertes constituidos por minerales cuya granulometría indica que sus dimensiones entran dentro de los parámetros (NTP 400.011, 2020).

Tabla 1*Tamices a utilizar para el análisis granulométrico*

Agregado	Tamices Normalizados
Fino	150 μm (N° 100)
	300 μm (N° 50)
	600 μm (N° 30)
	1,18 mm (N° 16)
	2,36 mm (N° 8)
	4,75 mm (N° 4)
Grueso	9,50 mm (3/8)
	12.5 mm (1/2)
	19,0 mm (3/4)
	25,0 mm (1)
	37,5 mm (1 1/2)
	50,0 mm (2)
	63,0 mm (2 1/2)
	75,0 mm (3)
	90,0 mm (3 1/2)
	100,0 mm (4)

Nota. Obtenido de NTP 400.011 (2020)**Agregados finos**

Arena natural o artificial, o una combinación de ambas, sus partículas serán limpias, de perfiles preferentemente angulares, duros, compactos y resistentes, deberá estar libre de partículas escamosas, materia orgánica u otras sustancias dañinas (NTP 400.011, 2020).

Agregados gruesos

Agregado retenido en el tamiz 4.75 mm (N°4), proveniente de la desintegración natural o mecánica de las rocas. Además, debe cumplir con los requisitos de la norma (NTP 400.011, 2020).

2.2.3. Diseño de mezclas con el método del ACI 211

El diseño de mezclas de concreto constituye una etapa fundamental en la tecnología del concreto, pues permite establecer las proporciones adecuadas de cada uno de sus componentes con el fin de alcanzar las propiedades deseadas en estado fresco y endurecido. En este contexto,

el método ACI 211, desarrollado por el American Concrete Institute, se ha consolidado como una de las prácticas más reconocidas a nivel internacional para la selección de proporciones de concreto normal, pesado y masivo (ACI 211, 2002).

Este procedimiento se basa en principios empíricos y experimentales que relacionan la resistencia a la compresión, la relación agua/cemento, la trabajabilidad y la durabilidad, considerando además aspectos económicos que buscan optimizar el consumo de cemento. A través de tablas y recomendaciones, el ACI 211 orienta al proyectista en la determinación de la cantidad de agua, cemento, agregado fino y agregado grueso, brindando así una mezcla inicial que posteriormente debe verificarse y ajustarse mediante ensayos de laboratorio (Mehta & Monteiro, 2014).

En el ámbito académico y profesional, el uso del método ACI 211 es de gran relevancia, ya que ofrece un procedimiento estandarizado que garantiza la confiabilidad del diseño de mezcla. En investigaciones experimentales, como aquellas orientadas a la incorporación de aditivos o fibras en el concreto, este método constituye la base de referencia, dado que permite comparar el desempeño del material modificado respecto a un concreto convencional diseñado bajo parámetros reconocidos internacionalmente (Neville & Brooks, 2010).

Procedimientos para el diseño de mezclas

Paso 1. Determinación de la resistencia promedio

Tabla 2

Resistencia promedio a la compresión requerida cuando no hay datos disponibles para establecer una desviación estándar de la muestra.

Resistencia a compresión específica f'_c kg/cm²	Resistencia a compresión media requerida f'_c kg/cm²
Menos de 210	$f'_c + 70$
210 a 350	$f'_c + 84$
más de 350	$1.10 f'_c + 50$

Fuente: RNE (2021) – Norma E 060

Paso 2. Determinación de asentamiento

Tabla 3

Asentamientos recomendados para varios tipos de construcción

Tipos de construcción	Asentamiento (mm)	
	Máximo	Mínimo
Zapatas y muros de cimentación reforzados	75	25
Zapatas, cajones y muros de subestructura sin refuerzo	75	25
Muros y vigas reforzados	100	25
Columnas	100	25
Pavimentos y losas	75	25
Concreto en masa	50	25

Fuente: ACI 211 (2002)

Tabla 4

Determinación de asentamiento

CONSISTENCIA	ASENTAMIENTO
seca	0" a 2"
plástica	3" a 4"
fluida	> 5 "

Fuente: ACI 211 (2002)

Paso 3. Selección de la relación a/c

La selección de la relación a/c no solo está determinada por requisitos de resistencia, sino también de durabilidad. La tabla siguiente muestra las relaciones típicas de acuerdo a los requisitos de resistencia (estimada a edad de 28 días) usando cemento Portland Tipo I, y su comparación con la propuesta por Asocreto (2011).

Tabla 5*Relación entre a/c y resistencia a la compresión a los 28 días de edad de curado*

Relación Agua - Cemento de diseño en Peso		
F'cr 28 días	Concreto sin Aire Incorporado	Concreto con Aire Incorporado
150	0.80	0.71
200	0.70	0.61
250	0.62	0.53
300	0.55	0.46
350	0.48	0.40
400	0.43	
450	0.38	

Fuente: ACI 211 (2002)**Paso 4. Estimación de contenido de agua y aire en la mezcla**

La cantidad de agua por unidad de volumen requerida, para un asentamiento dado, depende del tamaño nominal máximo, forma y gradación de los agregados principalmente. La tabla siguiente muestra la cantidad de agua estimada para mezclas de varios tamaños máximos de agregados sin aire contenido en la mezcla. (ACI 211, 2002).

Tabla 6*Cantidad de agua aproximada y presencia de aire para diferentes asentamientos dados*

VOLUMEN UNITARIO DE AGUA								
Agua, en lts/m ³ para los tamaños máximos nominales de agregados								
ASENTAMIENTO	gruesos y consistencias indicados							
	3/8"	1/2"	3/4"	1"	1 1/2"	2"	3"	6"
CONCRETO SIN AIRE INCORPORADO								
1" a 2"	207	199	190	179	166	154	130	113
3" a 4"	228	216	205	193	181	169	145	124
6" a 7"	243	228	216	202	190	178	160	
CONCRETO CON AIRE INCORPORADO								
1" a 2"	181	175	168	160	150	142	122	107
3" a 4"	202	193	184	175	165	157	133	119
6" a 7"	216	205	197	184	174	166	154	

Fuente: ACI 211 (2002)

Paso 5. Determinación del peso del cemento

$$Cemento = \frac{\text{peso del agua}}{\text{relacion a/c}}$$

Paso 6. Cálculo del aire atrapado**Tabla 7***Cálculo del aire atrapado*

Tamaño	Aire
Máximo Nominal	Atrapado
3/8"	3.00%
1/2"	2.50%
3/4"	2.00%
1"	1.50%
1 1/2"	1.00%
2"	0.50%
3"	0.30%
6"	0.20%

Fuente: ACI 211 (2002)

Paso 7. Determinación de agregado grueso

Agregados de similar tamaño nominal máximo y graduación producen concretos de manejabilidad satisfactoria, que también depende del tamaño nominal máximo y el módulo de finura; en la tabla siguiente se indica el volumen de agregado grueso por unidad de volumen para concreto.

Tabla 8

Volumen de agregado grueso compactado por unidad de volumen de concreto

Tamaño nominal Máximo del agregado (mm)	Volumen de agregado grueso compactado por unidad de volumen para concreto para diferentes módulos de finura de agregado fino			
	2.40	2.60	2.80	3.00
9.5	0.50	0.48	0.46	0.44
12.5	0.59	0.57	0.55	0.53
19	0.66	0.64	0.62	0.59
25	0.71	0.69	0.67	0.65
37.5	0.75	0.73	0.71	0.69
50	0.78	0.76	0.74	0.72
75	0.82	0.80	0.78	0.76
100	0.87	0.85	0.83	0.81

Fuente: ACI 211 (2002)

Paso 8. Cálculo de volúmenes absolutos para hallar el agregado fino

El método de volúmenes absolutos establecido por el ACI 211 se fundamenta en que un metro cúbico de concreto está conformado por la suma de los volúmenes absolutos de todos sus componentes: cemento, agua, agregados fino y grueso, así como el aire atrapado. Para ello, se parte de los requisitos básicos de diseño, como la resistencia característica a la compresión, el revenimiento deseado, el tamaño máximo nominal del agregado y las condiciones de exposición del concreto.

$$Volumen\ absoluto = \frac{peso\ seco}{P.E * 1000}$$

Con estos valores obtenidos en los pasos anteriores, cada uno de los materiales se convierte a volumen absoluto mediante la relación entre el peso del material y el producto de su peso específico por mil. Una vez obtenidos los volúmenes del agua, del cemento, del aire y

del agregado grueso, se calcula el volumen de arena como la diferencia hasta completar un metro cúbico de concreto. Finalmente, se convierten nuevamente los volúmenes a pesos utilizando la densidad relativa de cada material y se realizan los ajustes por humedad y absorción de los agregados, obteniéndose de esta manera la dosificación final por metro cúbico de concreto.

$$\text{Volumen absoluto del agregado fino} = 1 - \sum \text{volumenes absolutos}$$

Con los volúmenes absolutos obtenidos de cada material que conforma un m³ de concreto se obtienen los pesos en seco de los materiales

Paso 9. Corrección de agregados

- **Corrección por humedad**

$$\text{peso} \left(\frac{\% \text{ humedad}}{100} + 1 \right)$$

- **Corrección por absorción**

$$\text{peso seco} \left(\frac{\% \text{ absorcion} - \% \text{ humedad}}{100} \right)$$

Lo que se busca con la corrección de adsorción de ambos agregados (fino y grueso) es determinar el agua libre con el cual se le suma o resta al agua de diseño

Paso 10. Agua efectiva

$$\text{agua efectiva} = \text{agua de diseño} + \text{agua libre}$$

Paso 11. Proporción en peso

$$\text{cemento} = \frac{\text{peso del cemento}}{\text{peso del cemento}}$$

$$\text{Ag fino} = \frac{\text{peso corregido del ag. fino}}{\text{peso del cemento}}$$

$$\text{Ag grueso} = \frac{\text{peso corregido del ag. grueso}}{\text{peso del cemento}}$$

$$\text{Agua} = \frac{\text{agua efectiva}}{\text{peso del cemento (bolsa)}}$$

2.2.4. Propiedades físicas y mecánicas del concreto

2.2.4.1. Propiedades en estado fresco

Asentamiento (Slump)

NTP 339.035

Aparatos: Molde troncocónico, varilla, wincha y cucharón.

Procedimiento

- Humedecer el molde y colocarlo sobre una superficie plana, nivelada y suficientemente grande para contener todo el concreto asentado. Durante el procedimiento, el operador parado sobre las dos piezas de apoyo de los pies del molde debe mantener este firmemente en su lugar. Seguidamente, llenar el molde en tres capas, cada una de las cuales ocupará aproximadamente un tercio del volumen total del molde.
- Varillar cada capa 25 veces, para la primera capa será necesario inclinar ligeramente la varilla y hacer aproximadamente la mitad de los golpes cerca al 25 perímetro y continuar con golpes verticales de manera espiral hacia el centro. Asimismo, para la capa inferior varillar atravesando toda su profundidad y para las siguientes dejar que atraviese aproximadamente 1”.
- Para la última capa colocar material en exceso antes del varillado, así también agregarlo si la compactación produce un hundimiento del concreto. A continuación, enrasar la superficie de concreto mediante un movimiento de regleado con la varilla.
- Retirar el concreto que rodee la base del molde sin dejar de mantener firme el molde.
- Levantar el molde verticalmente y con cuidado. Inmediatamente, medir el asentamiento, este será la diferencia de altura entre el borde superior del molde y la masa de concreto después de retirar el molde.
- Registrar datos.

2.2.4.2. Propiedades en estado endurecido

Resistencia a la compresión

Para el concreto estructural, f'_c , no debe ser inferior a 17 MPa, salvo para concreto liviano estructural simple, un ensayo de resistencia debe ser el promedio de las resistencias de dos probetas cilíndricas confeccionadas de la misma muestra de concreto y ensayadas a los 28 días o a la edad de ensayo establecida para la determinación de f'_c (NTE-E.060, 2009).

NTP 339.034

Aparatos: Máquina de prueba, placas de apoyo de neopreno y probetas cilíndricas.

Procedimiento

- Preparación de la muestra.
- Preparar la máquina de prueba.
- Colocar la muestra.
- Aplicar la carga.
- Registrar datos.

Cálculo:

$$f'_c = \frac{P}{A} \left(\frac{\text{kg}}{\text{cm}^2} \right) ; A = \frac{\pi \emptyset^2}{4} \dots \dots \dots (4)$$

Donde:

f'_c : Es la resistencia de rotura a la compresión del concreto (kg cm^2)

P : Carga de rotura (kg)

$\emptyset$: Diámetro de la probeta cilíndrica (cm)

A : Área promedio de la probeta (cm^2)

Resistencia a flexión

Denominado como el mayor esfuerzo que puede soportar un cuerpo cuando se le aplica una carga a lo largo de su eje longitudinal, también se conoce como módulo de rotura o resistencia a la flexión.

Cuando la carga se aplica en la mitad del vano, el método de ensayo recomendado es la NTP 339.079 (ASTM C293), mientras que para determinar el módulo de rotura se utilizan los procedimientos de ensayo descritos en el NTP 339.078 (ASTM C78). Megapascuales (MPa), kilogramos por centímetro cuadrado o libras por pulgada cuadrada son medidas utilizadas para indicar el módulo de rotura, que suele variar entre el 10% y el 20% de la resistencia a la compresión del hormigón.

NTP 339.078

Aparatos: Máquina de ensayo y probetas prismáticas.

Procedimiento

- Preparación de la muestra.
- Preparar la máquina de ensayo.
- Colocar la muestra.
- Aplicar la carga.
- Registrar datos.

Cálculo

Si la falla ocurre dentro del tercio medio de la luz libre, el módulo de rotura de las probetas ensayadas a flexión se calcula mediante la siguiente fórmula:

$$M_r = \frac{P * L}{b * d^2} \dots \dots \dots (5)$$

Donde:

M_r : Módulo de rotura, en (kg/cm²)

P : Carga máxima aplicada (kg)

L : Longitud entre apoyos, en cm

B : Ancho promedio de la muestra en cm

d : Altura promedio de la muestra en cm

2.2.5. Elaboración y curado de probetas de concreto

NTP 339.183.

Equipos: Moldes para los especímenes de concreto cilíndricos de 150 mm de diámetro por 300 de altura, moldes para los especímenes de concretos prismáticos con una 23 sección transversal de 150 mm por 150 mm y una longitud de por lo menos 500 mm y varilla compactadora.

Procedimiento:

- Se unto el interior ligeramente los moldes con un material no reactivo antes de su uso.
- Se hizo el mezclado de concreto.
- Se elaboraron las probetas cilíndricas a ser ensayada a compresión llenando el molde con la mezcla hasta un tercio de su altura compactándolo con la varilla mediante 25

golpes verticales repartidos desde el borde hasta el centro espiraladamente. Se repitió el procedimiento en las siguientes dos capas penetrando con la varilla a la capa anterior no más de 1" y en la última capa se colocó material en exceso para enrasarlo con el borde superior del molde. Finalmente, para eliminar los vacíos que pudieran haber quedado se golpeó ligeramente las paredes del molde con un martillo de goma. Un proceso similar se siguió para las probetas prismáticas a ser ensayadas a flexión, pero en este caso se llenó y varilló solamente en dos capas iguales, aplicando con el mazo de 10 a 15 golpes por capa distribuidos.

- Se cubrieron inmediatamente los especímenes después del acabado con una lámina de plástico para evitar la evaporación del agua.
- Luego del fraguado del concreto, después de 24 horas aproximadamente, se desencofró y codificaron las probetas. Finalmente, se realizó el curado en un pozo con agua e hidróxido de calcio.

-

2.2.6. Fibras de Luffa

La luffa es una planta subtropical, necesita temperaturas moderadas en verano y una larga temporada de crecimiento libre de heladas en climas templados. En teoría, emplear fibras naturales como Luffa en compuestos tiene varios beneficios, incluyendo baja densidad, alta resistencia a la flexión, flexibilidad y alto módulo elástico (Saadeh et al., 2025).

La composición química de las fibras de Luffa Cylindrica (LCF) determina su eficacia al incorporarlas a otro material. Al igual que con otras biomásas, la celulosa, la hemicelulosa y la lignina constituyen la mayor parte de las fibras de Luffa Cylindrica (Saadeh et al., 2025).

Luffa es un material de fibra natural derivado del fruto de la planta de luffa. Es ampliamente disponible, rentable y fácil de obtener, como material de biomasa renovable, la esponja de luffa se puede utilizar para mejorar el rendimiento de los compuestos a base de cemento, las fibras de luffa se derivan de plantas y son más sostenibles y respetuosas con el medio ambiente que los materiales sintéticos, y son altamente hidrófilas (Han et al., 2024).

Tabla 9*Propiedades de las fibras de Luffa*

Propiedades	Valores
Densidad (g/cm ³)	0.35
Densidad de pared celular (g/cm ³)	0.82
Área superficial (m ² /g)	123.0
Capacidad de absorción de agua (g/g)	13.6
Resistencia a la tensión (MPa)	21.3 ± 6.6
Resistencia a la flexión (MPa)	80 - 90
Módulo de elasticidad (GPa)	0.86 ± 0.34
Porcentaje de elongación (%)	4.55 ± 0.47

Nota. Obtenido de Camacho et al., (2022).

La luffa pertenece a la familia de las cucurbitáceas (pepino). Sus frutos maduros se utilizan como esponjas de limpieza naturales, mientras que los inmaduros se consumen como verdura. Se extiende desde el sur de Asia hasta el este y centro de Asia. Las luffas son comunes en Vietnam y China. La Figura 10 muestra el fruto maduro de luffa y la estructura de su fibra. Las fibras de luffa poseen una tenacidad, resistencia y rigidez considerables, similares a las observadas en diversos metales con el mismo rango de densidad (Mohamad et al., 2020).

Procedimiento de limpieza y tratamiento de la fibra

La absorción de agua y la retención de humedad perjudican la adhesión fibra-matriz en los materiales compuestos. Además, las fibras de luffa poseen altas propiedades de absorción de humedad, ya que son naturalmente hidrófilas. Estas propiedades reducen la resistencia de la unión, lo que provoca el desprendimiento de la matriz y las fibras. Por lo tanto, estos materiales compuestos presentan características mecánicas insignificantes en ambientes húmedos. Por lo tanto, el tratamiento de una fibra de luffa con una solución química adecuada puede influir en su composición química, eliminar impurezas superficiales y reducir su capacidad de absorción de agua (Mohamad et al., 2020).

El tratamiento de fibra es una de las medidas más importantes para lograr la resistencia necesaria. Por lo tanto, se tomaron los siguientes pasos para procesar y producir fibra para su uso en preparación de concreto reforzado:

- Se realiza la limpieza de la fibra debido a que esta contiene semilla y cascara.

- La fibra cilíndrica de Luffa se sumerge en agua con cal durante 24 horas para prevenir impurezas o sustancias dulces.
- Las fibras se secan a temperatura ambiente después de que se extraen del agua.
- Luego las fibras se cortan al tamaño requerido (1 a 2 cm)
- Después de cortar la fibra, se sumerge nuevamente durante 24 horas para prevenir impurezas o sustancias dulces.
- Finalmente, las muestras se secan y luego las fibras se usan en concreto.

2.3. Definición de términos básicos

Concreto: Mezcla de cemento Portland, agregado fino, agregado grueso, aire y agua en proporciones adecuadas para obtener ciertas propiedades prefijadas, especialmente la resistencia (Abanto, (s.f) p. 11).

Resistencia a la compresión: Es la capacidad del concreto endurecido para soportar cargas que tienden a reducir su volumen sin experimentar fallas estructurales. (PCA, 2021).

Resistencia a la flexión: También denominada módulo de ruptura, mide la capacidad del concreto para resistir esfuerzos de tracción que se desarrollan en su cara inferior cuando se somete a flexión. (PCA, 2021).

Fibras de Luffa: Son fibras naturales de origen vegetal obtenidas del fruto maduro de la planta Luffa compuesta principalmente por celulosa (55%), hemicelulosa (30%) y lignina (15 %) (Siqueira et al., 2010)

CAPÍTULO III: MATERIALES Y MÉTODOS

3.1. Ubicación del área de estudio

3.1.1. Ubicación Geográfica de la Cantera Arenera Jaén

La zona de extracción de agregados se localiza en el cauce del río Amojú, que forma parte de la provincia de Jaén, esta área se caracteriza por la presencia de depósitos de materiales aluviales, conformados por grava, arena y limos. Los cuales se han clasificado como agregados gruesos y finos.

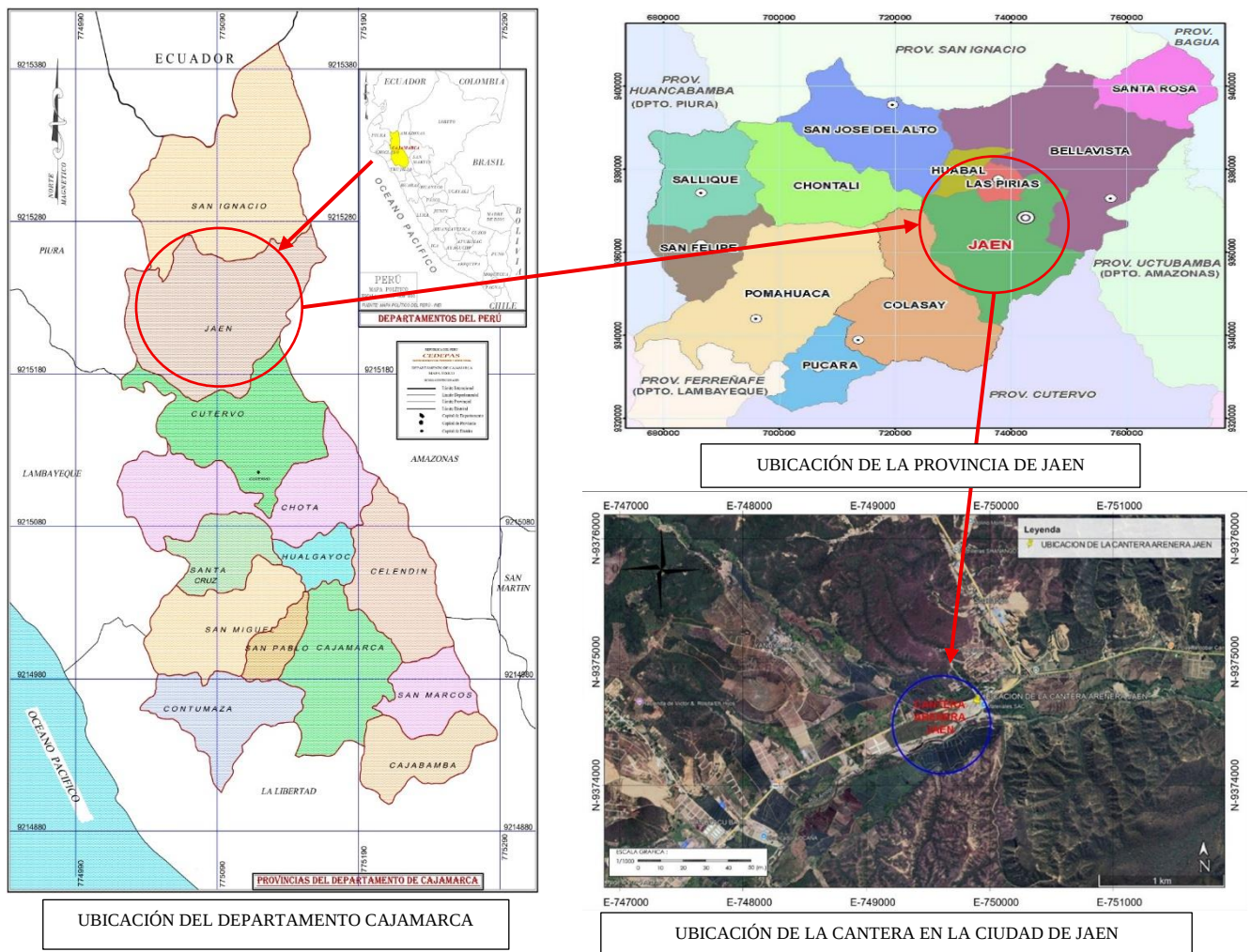
Tabla 10

Coordenadas UTM de la Cantera Arenera Jaén

COORDENADAS UTM - DATUM WGS 84 – 17M	
ESTE	NORTE
749553.4987	9374599.3854

Figura 1

Ubicación geográfica de la Cantera Arenera Jaén



3.1.2. Ubicación Geográfica del Laboratorio

La investigación se realizó en la ciudad de Jaén, distrito y provincia de Jaén, del departamento de Cajamarca, en el laboratorio privado Universal Engineering S.R.L.

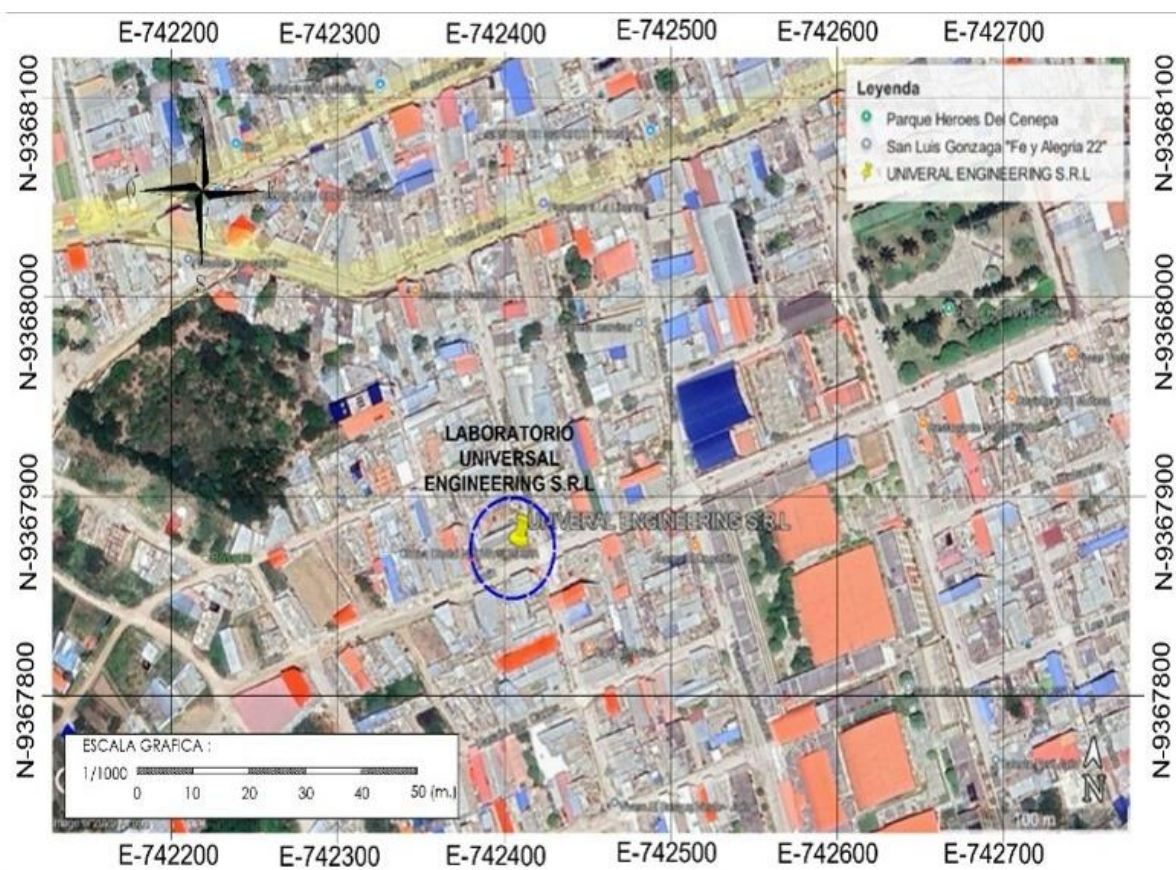
Tabla 11

Coordenadas UTM del laboratorio

COORDENADAS UTM - DATUM WGS 84 – 17M	
ESTE	NORTE
742423.7421	9367893.9789

Figura 2

Ubicación geográfica del laboratorio



FUENTE: EXTRAIDO DE GOOGLE EARTH PRO (2024)

3.2. Metodología de la investigación.

3.2.1. Tipo de investigación

La presente investigación es de tipo aplicada, ya que parte de la base de antecedentes teóricos existentes los cuales se tomaron como sustento para la solución del problema de cuánto influye la fibra de Luffa en la resistencia a la compresión y flexión.

3.2.2. Diseño de investigación

Experimental, porque se realizó la manipulación de la variable independiente de estudio (fibra de luffa), agregando porcentajes al 0.8%, 1.2% y 1.5% en relación al peso del cemento, con la finalidad de determinar los efectos que se generan sobre la variable dependiente (Resistencia a la compresión y flexión).

3.2.3. Nivel de investigación

Correlacional, ya que busca analizar la relacionar dos o más variables, en la investigación se busca establecer la relación que puede llegar a existir con los diferentes porcentajes de fibra de Luffa incorporado al concreto y como este influye en sus propiedades mecánicas, específicamente en la resistencia a la compresión y flexión del concreto.

3.2.4. Enfoque de investigación

El enfoque de la investigación es cuantitativo ya que los resultados que se obtuvieron de los ensayos a la compresión y flexión del concreto patrón y con fibra de Luffa serán datos números finitos los cuales permitieron determinar la variación de la resistencia en cada ensayo.

3.3. Variables

- Variable dependiente

Resistencia a la compresión y resistencia a la flexión del concreto

- Variable independiente

Fibra de Luffa.

3.4. Población y muestra

3.4.1. Población

Está constituida por las probetas cilíndricas y prismáticas de concreto con y sin adicción de fibra de luffa, realizadas con agregados de la cantera Arenera Jaén.

3.4.2. Muestra

Se empleó un muestreo no probabilístico de tipo intencional, debido a que la selección de la muestra se realizó en función de las edades de ensayo previamente definidas y del número mínimo de especímenes requeridos por cada condición de estudio.

Tabla 12*Cantidad de ensayos a realizar*

Ensayo	N° de ensayos												Cantidad de ensayos
	Porcentaje de adición												
	0%			0.80%			1.20%			1.50%			
	Edad (días)			Edad (días)			Edad (días)			Edad (días)			
	7	14	28	7	14	28	7	14	28	7	14	28	
Compresión	5	5	5	5	5	5	5	5	5	5	5	5	60
Flexión	5	5	5	5	5	5	5	5	5	5	5	5	60

3.5. Unidad de análisis

La influencia de la fibra de Luffa en la resistencia a la compresión y flexión del concreto $f^c=210 \text{ kg/cm}^2$, - Jaén 2024

3.6. Unidad de observación

Está conformada por las probetas cilíndricas y prismáticas del concreto tanto de la muestra patrón, así como las probetas con diferentes porcentajes de fibra de luffa (0.8%, 1.2% y 1.5%)

3.7. Método de investigación

Método hipotético – deductivo, debido a que se formularon hipótesis sobre la influencia de la fibra de Luffa en las propiedades mecánicas del concreto, las cuales fueron contrastadas mediante los ensayos a diferentes porcentajes 0.8%, 1.2% y 1.5% de fibra de luffa. Para la obtención de los datos se empleó el método Experimental, a través de la elaboración de probetas con adicción de 0.8%, 1.2% y 1.5% de fibra de luffa y la ejecución de ensayos normalizados de resistencia a la compresión y a la flexión, permitiendo la verificación objetiva de las hipótesis planteadas.

3.8. Técnicas e instrumentos de recolección de datos

3.8.1. Técnicas

La técnica utilizada es el estudio experimental de laboratorio, el cual se basó en la elaboración y evaluación del comportamiento mecánico del concreto convencional elaborado con agregados provenientes de la cantera arenera Jaén y del concreto con incorporación de fibra de Luffa en diferentes porcentajes (0,8 %, 1,2 % y 1,5 %). Las probetas elaboradas fueron sometidas a ensayos normalizados de resistencia a la compresión y a la flexión, con la finalidad de determinar la influencia de la adición de la fibra natural sobre dichas propiedades mecánicas.

3.8.2. Instrumentos

se emplearon fichas de registro que facilitaron el control y seguimiento de los ensayos realizados en laboratorio, las cuales permitieron constatar y registrar los resultados obtenidos en los ensayos de resistencia a la compresión y resistencia a la flexión aplicados a las probetas de concreto $f'_c = 210 \text{ kg/cm}^2$ con y sin incorporación de fibra de Luffa.

Revisión y uso de la norma técnica peruana (NTP) relacionadas con ensayos de propiedades agregados y concreto, así como del método de diseño de mezclas ACI 211.

Información proveniente de investigaciones previas, tales como tesis, artículos científicos, revistas especializadas y libros, los cuales fueron debidamente referenciados a lo largo del desarrollo del estudio.

3.8.2.1 procesamiento de datos

Se realizó el análisis de datos aplicando las pruebas estadísticas Anova y Tukey para determinar diferencias significativas entre los resultados con los diferentes porcentajes de adición de fibra de luffa al concreto, también se elaboraron tablas y gráficos utilizando hojas de cálculo en Microsoft Excel que permitió presentar de manera ordenada y resumida los resultados para su respectiva interpretación

3.8.3. Procedimientos

Fase 1: Obtención de los agregados de la Cantera Arenera Jaén.

El agregado fino y el agregado grueso fue obtenido del depósito de la cantera Arenera Jaén, en la zona de extracción del río Amojú. Se trasladaron 0.5 m³ de cada agregado al laboratorio Universal Engineering S.R.L.

Fase 2: Identificación de las características físicas de los agregados en la cantera “Arenera Jaén” sin adición

Análisis granulométrico de acuerdo a la norma NTP 400.012

- Se secó la muestra de agregado a una temperatura de $110 \pm 5 \text{ }^\circ\text{C}$
- Posteriormente, se pesó la muestra total seca. (W)
- Se colocó los tamices ordenados de mayor a menor abertura
- Se vertió la muestra en el conjunto de tamices. El cual se agita de forma mecánica o manualmente durante un tiempo de 10 -15 min
- Se cepilló los tamices para asegurar que las partículas pasen completamente
- Se pesó el material retenido en cada tamiz (W_x)
- Luego de realizar el tamizado, se hace los cálculos:

Porcentaje retenido

$$\% \text{ retenido} = \frac{W_x}{W} \times 100$$

Porcentaje acumulado retenido

$$\% \text{Acum. retenido} = \sum \% \text{Retenido}_x$$

Porcentaje que pasa

$$\% \text{Que Pasa} = 100 - \% \text{Acum. Retenido}$$

Contenido de humedad de acuerdo a la norma NTP 339.185

- Se registró el peso inicial de la muestra en su estado natural.
- La muestra se secó en horno a una temperatura de 110 ± 5 °C durante 24 horas.
- Luego del secado, se retira la muestra del horno y se registró su peso seco.

Cálculo:

El contenido de humedad se obtiene mediante la siguiente fórmula:

$$P = \frac{W - D}{D} \times 100$$

Donde:

- **P** = Contenido de humedad de la muestra (%)
- **W** = Peso de la muestra húmeda (g)
- **D** = Peso de la muestra seca (g)

Peso unitario suelto con la norma NTP 400.017

- Se colocó el recipiente sobre una superficie firme.
- Se llenó el recipiente con el agregado sin compactar, usando la pala o cucharón, dejando caer el agregado desde una altura no mayor a 50 mm (5 cm) por encima del borde del recipiente, para evitar segregación.
- Una vez lleno, se niveló la superficie del agregado al ras del borde del recipiente usando una regla o la parte plana de la pala, eliminando el material sobrante.
- Se pesó el conjunto: peso del recipiente + agregado. Luego restar el peso del recipiente vacío para conocer el peso neto del agregado.
- Se Calculó el peso unitario suelto (*M*) mediante:

$$M = (G - T) \times F$$

Donde

- G = peso del recipiente + agregado (kg)
- T = peso del recipiente (kg)
- F = factor de calibración (m^3)

Peso unitario compactado con la norma NTP 400.017

- Se utilizó el mismo recipiente de medida.
- El recipiente se llenó en **capas**, compactando cada capa con la varilla de acero: por ejemplo, se aplicaron 25 golpes distribuidos uniformemente por capa.
 - Primero se llenó hasta 1/3 del recipiente, y se compactó.
 - Luego, se llenó hasta 2/3 del recipiente y se volvió a compactar.
 - Finalmente se llenó el recipiente hasta rebosar, se compacto y nivelo al ras del borde.
- Posteriormente, se eliminó el agregado sobrante por encima del borde utilizando una varilla o regla.
- Se pesó el recipiente con el agregado compactado y se restó el peso del recipiente vacío.
- Finalmente, se calculó el peso unitario compactado utilizando la misma fórmula:

$$M = (G - T) \times F$$

Peso específico del agregado fino con la norma NTP 400.022

Etapas A – Peso específico seco (OD):

- Inicialmente se tomó una muestra de agregado fino, la cual fue secada en horno, después del secado, se puso a enfriar la muestra a temperatura ambiente y pesar en balanza para obtener masa W_{OD} (kg o g).
- Se Registró la masa del dispositivo de inmersión o recipiente vacío.
- Posteriormente con estos datos iniciales y haciendo uso de método de inmersión mediante frasco volumétrico se continuo con la siguiente etapa.

Etapas B – Peso específico saturado con superficie seca (SSD):

- Se sumergió la muestra en agua durante **24 horas** para saturar los poros.
- Transcurrido el tiempo de inmersión, se procedió a retirar la muestra del agua, se dejó escurrir el exceso superficial, y luego secarla hasta alcanzar la

condición de saturado con superficie seca (“superficie seca” significa sin agua libre visible pero los poros internos están saturados).

- En esta condición se procedió a pesar la muestra y registrar la masa SSD, W_{SSD} .
- Se determinó la masa de la muestra mientras está sumergida en agua para obtener masa $W_{submerged}$.

Peso específico del agregado grueso con la norma NTP 400.021

A. Estado seco al horno (OD)

- Inicialmente se secó la muestra en el horno hasta alcanzar un peso constante.
- Se procedió a retirar la muestra para dejar enfriar para luego tomar dato del peso de la masa A (masa del agregado seco al horno).
- Se determinó la masa de la muestra utilizando el método equivalente de desplazamiento sumergiéndola en agua para obtener masa C (masa sumergida).
- Finalmente se calculó la densidad seca (OD) con la fórmula que la norma específica:

$$\text{Densidad (OD)} = \frac{A}{A - C} \times \rho_{agua}$$

(donde ρ_{agua} es la densidad del agua en kg/m³, y los términos se adaptan según unidades).

B. Saturado superficialmente seco (SSD) y absorción

- Se sumergió la muestra en agua durante 24 horas para saturar los poros.
- Se retiró la muestra para proceder a escurrir el exceso superficial de agua, secar externamente hasta estado de “superficie seca” (sin brillo de agua, pero poros internos saturados).
- Se pesó la muestra para obtener masa B (masa en estado SSD).
- Luego se pesó la muestra sumergida para obtener la masa sumergida C
- Calcular densidad SSD:

$$\text{Densidad (SSD)} = \frac{B}{B - C} \times \rho_{agua}$$

- Calcular absorción (%):

$$\text{Absorción} = \frac{B - A}{A} \times 100\%$$

donde A es masa OD, B es masa SSD.

Material fino que pasa por el tamiz N° 200 con la norma con la norma NTP 400.018.

- Se colocó la muestra en el recipiente con agua suficiente para cubrirla.
- Se Agitó vigorosamente para asegurar que el material fino se desprenda del agregado y pase el tamiz de 75 µm.
- Se filtró el agua/muestra a través del tamiz N° 200 para recolectar el material más fino que pasa a través de este, el procedimiento de lavado y filtrado se repitió varias veces hasta que el agua de lavado se observara clara.
- A continuación, se recuperó el material retenido en el tamiz el cual fue secado en estufa hasta obtener un peso constante P_2 (peso seco de la muestra lavada).
- Finalmente se calculó el porcentaje fino que paso por el tamiz N°200 usando la siguiente fórmula:

$$A = \frac{(P_1 - P_2)}{P_1} \times 100$$

Donde:

- A= Porcentaje de material que pasa el tamiz N° 200 por vía húmeda.
- P_1 = Peso seco de la muestra original (g)
- P_2 = Peso seco de la muestra después del lavado (g)

Fase 3: Diseño de mezcla para un concreto $f'_c = 210 \text{ kg/cm}^2$

El diseño de mezcla base para el concreto $f'_c = 210 \text{ kg/cm}^2$, se realizó siguiendo los lineamientos establecidos en el método del ACI 211, a través del cual se obtuvieron las proporciones adecuadas tanto de cemento, agregado y agua. Una vez definido el diseño de mezcla del concreto patrón se realizaron los cálculos del peso a incorporar de fibra de Luffa con respecto a los porcentajes definidos en la investigación (0.8%, 1.2% y 1.5%) los cuales

fueron calculados con respecto al peso del cemento, manteniendo constante la relación agua-cemento y las proporciones de los demás materiales.

Fase 4: Ensayo de asentamiento (Slump)

Para dar inicio a los trabajos con el concreto se realizó el ensayo de asentamiento (slump) para así evaluar la trabajabilidad del concreto realizada tanto de la muestra patrona como de la muestra con adición de la fibra vegetal. Este ensayo se realizó utilizando el cono de Abrams, de los cuales el cono y la varilla se humedecieron para evitar absorción de agua del concreto.

Se colocó el cono en una superficie plana, rígida y no absorbente, luego se procedió a realizar el llenado en tres capas de aproximadamente el mismo volumen, estas capas fueron compactadas mediante 25 golpes uniformes, una vez completado el llenado del molde se retiró el exceso de la parte superior y se retiró el cono de manera vertical y continua, una vez retirado el cono se procedió a medir la diferencia entre alturas del cono original y la altura final del concreto asentado, con este ensayo se corrobora la trabajabilidad de cada muestra de concreto fresco a ser usado en la elaboración de los especímenes.

Fase 5: Curado de las probetas cilíndricas y prismáticas

Después del moldeo, se mantuvieron en posición estable durante 24 ± 8 horas, protegidas de la vibración, la pérdida de humedad y la exposición directa al sol, a una temperatura controlada de $23\text{ }^{\circ}\text{C} \pm 2\text{ }^{\circ}\text{C}$.

Transcurrido este período, las probetas fueron desmoldadas cuidadosamente y trasladadas al tanque de curado, donde permanecieron sumergidas en agua a una temperatura constante de $23\text{ }^{\circ}\text{C} \pm 2\text{ }^{\circ}\text{C}$, hasta la edad de ensayo correspondiente (7, 14 o 28 días).

Durante todo el proceso se garantizó que las probetas conservaran la humedad necesaria para el adecuado desarrollo de la resistencia del concreto

Fase 6: ensayo de la resistencia a compresión y flexión con y sin adición a los 7, 14 y 28 días del concreto elaborado con material de la cantera Arenera Jaén.

Fueron evaluados a la edad de 7, 14 y 28 días de curado y posteriormente se compararon los resultados mediante el análisis estadístico, de esta forma se estableció la influencia del uso de la fibra de luffa, con respecto a la resistencia a la compresión y flexión del concreto

3.9. Presentación de resultados

3.9.3. Propiedades físicas y mecánicas de los agregados y diseño de mezcla

Tabla 13

Propiedades físicas y mecánicas de los agregados

Característica	Unidad	Agregado fino	Agregado grueso
Perfil	-	-	Angular y sub angular
Tamaño Máximo Nominal	-	-	1/2"
Peso específico seco	g/cm ³	2.59	2.61
Peso unitario suelto	Kg/m ³	1580	1383
Peso unitario compactado	Kg/m ³	1636	1480
Porcentaje de Humedad	%	12.00	0.76
Porcentaje de Absorción	%	1.09	1.47
Módulo de finura	%	2.50	---
Tamaño máximo nominal.	mm	----	12.50
Material fino Tamiz N° 200	%	3.83	0.002

Tabla 14

Peso de materiales por m³ para $f'c = 210 \text{Kg/cm}^2$

Material	Porcentaje de adición			
	0%	0.8% de fibra de Luffa	1.2% de fibra de Luffa	1.5% de fibra de Luffa
Cemento (kg)	386.8	386.8	386.8	386.8
Agregado fino (kg)	870.1	870.1	870.1	870.1
Agregado grueso (Kg)	864.9	864.9	864.9	864.9
Agua (litros)	137.3	137.3	137.3	137.3
Fibra de Luffa (Kg)	-	3.094	4.642	5.802

3.9.4. Resistencia a compresión y flexión del concreto patrón

Tabla 15

Resistencia a compresión del concreto sin adición

Edad (días)	7	14	28
Promedio	175.84	185.68	234.15

Figura 3

Evolución de la resistencia a la compresión del concreto sin adición.

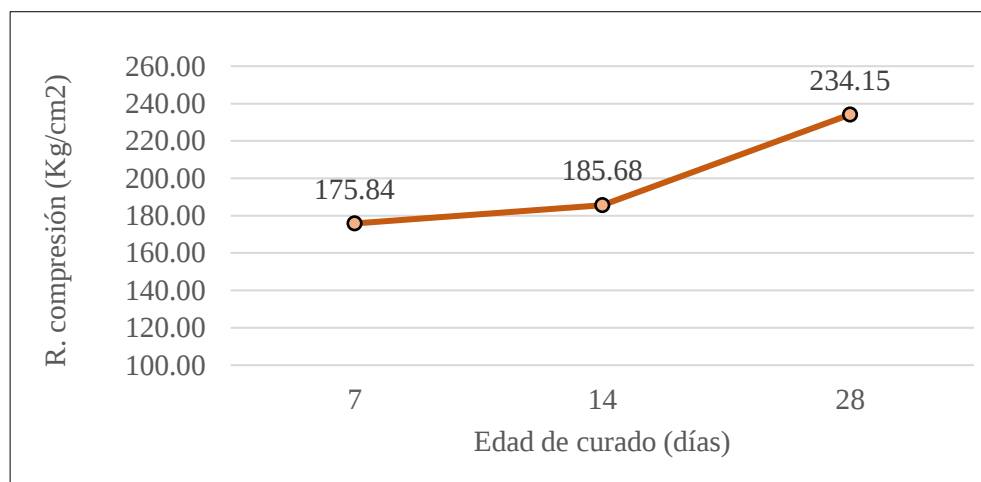


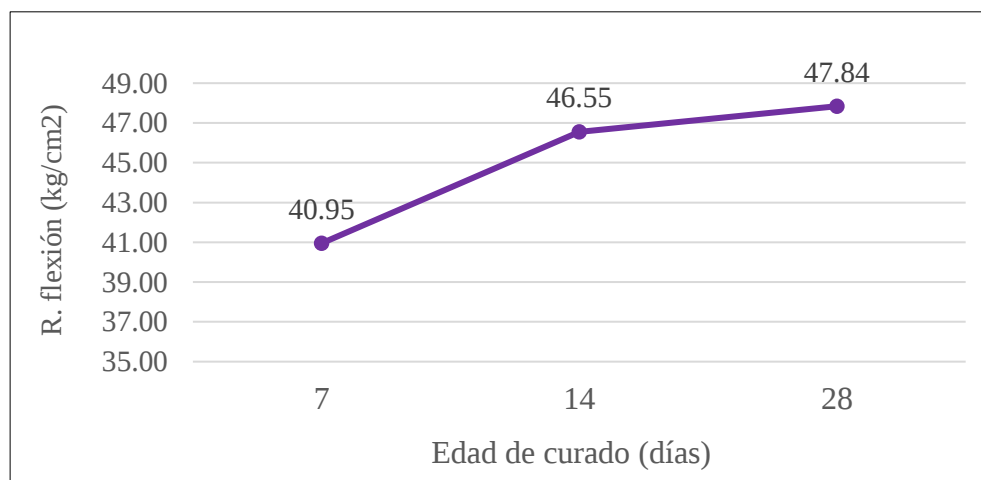
Tabla 16

Resistencia a flexión del concreto sin adición

Edad (días)	7	14	28
Promedio	40.95	46.55	47.84

Figura 4

Evolución de la resistencia a la flexión del concreto sin adición.



3.9.5. Resistencia a compresión y flexión del concreto con adición de fibra de Luffa

3.9.5.1.Slump

Tabla 17

Slump del concreto con y sin adición de fibra de Luffa

Tipo de Mezcla	Asentamiento Promedio (Pulg.)	Asentamiento Promedio (cm)	Asentamiento Máximo (cm)	Asentamiento Mínimo (cm)
Concreto Patrón	3.6	9.2	9.7	8.6
0.8% Fibra de Luffa	3.2	8.0	9.1	7.1
1.2% Fibra de Luffa	2.6	6.6	6.9	6.1
1.5% Fibra de Luffa	2.4	6.0	6.4	5.6

3.9.5.2.Resistencia a la compresión

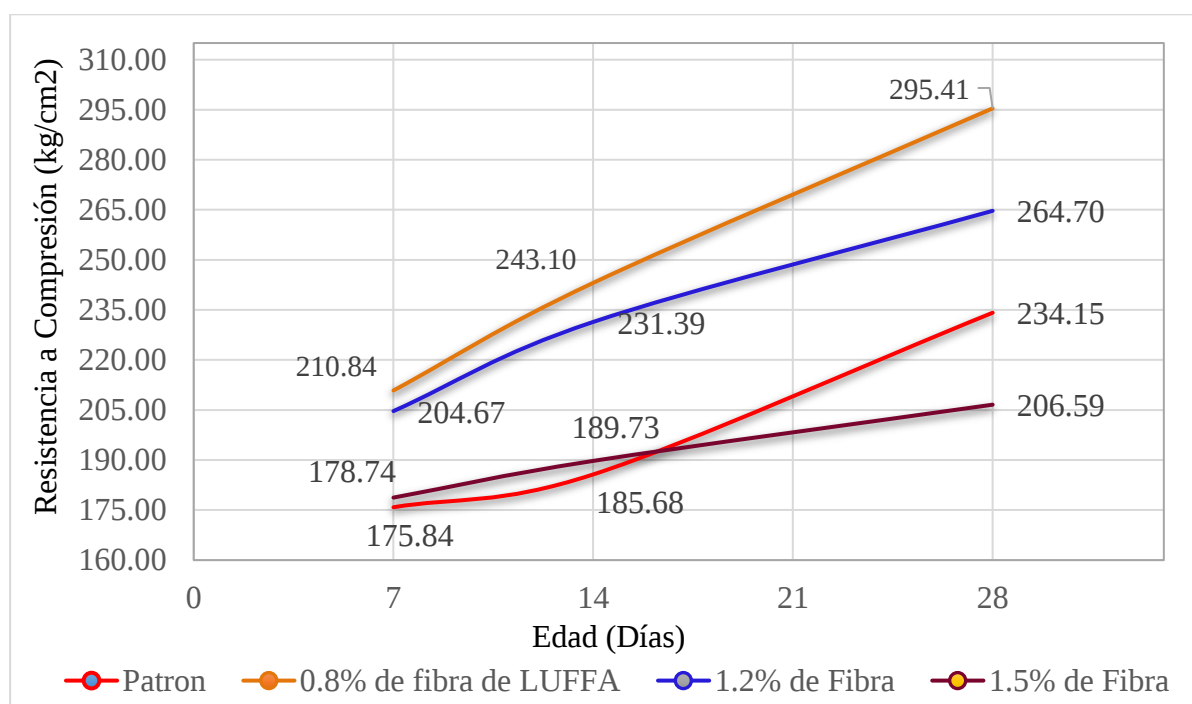
Tabla 18

Evolución de la resistencia a la compresión con adición

Edad (días)	f'c requerido	Tratamiento o adición			
		0%	0.8%	1.2%	1.5%
7	126	175.84	210.84	204.67	178.74
14	168	185.68	243.10	231.39	189.73
28	210	234.15	295.41	264.70	206.59

Figura 5

Evolución de la resistencia a la compresión con adición a todas las edades de curado.



3.9.5.3.Resistencia a la flexión

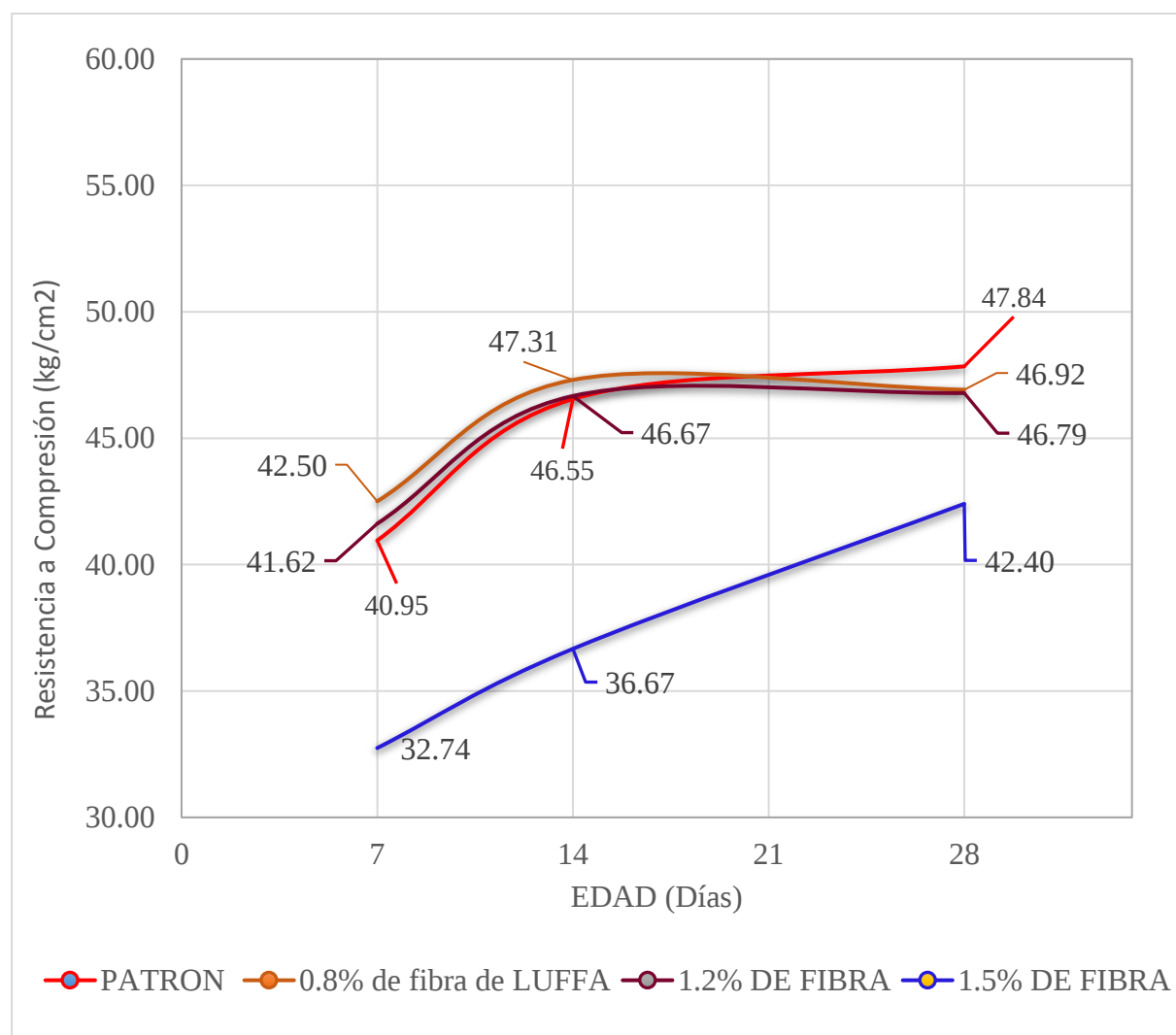
Tabla 19

Resistencia a la flexión con adición a todas las edades de curado

Edad (días)	Tratamiento o adición			
	0%	0.8%	1.2%	1.5%
7	40.95	42.50	41.62	32.74
14	46.55	47.31	46.67	36.67
28	47.84	46.92	46.79	42.40

Figura 6

Evolución de la resistencia a la flexión con adición a los 28 días de curado.



3.9.6. Comparación de la resistencia a compresión y flexión del concreto

Tabla 20

Prueba Anova para resistencia a compresión a los 28 días

DESCRIPTION					Alpha	0.05		
Group	Count	Sum	Mean	Variance	SS	Std Err	Lower	Upper
0.0%	5	1170.73	234.15	4.54	18.17	2.29	229.30	239.00
0.8%	5	1477.04	295.41	43.90	175.60	2.29	290.56	300.26
1.2%	5	1323.49	264.70	32.79	131.16	2.29	259.85	269.55
1.5%	5	1032.96	206.59	23.44	93.74	2.29	201.74	211.44

ANOVA								
Sources	SS	df	MS	F	P value	Eta-sq	RMSSE	Omega Sq
Between Groups	22066.85	3	7355.62	281.11	4.78247E-14	0.98	7.50	0.98
Within Groups	418.67	16	26.17					
Total	22485.52	19	1183.45					

Sí existen diferencias significativas

Tabla 21

Prueba Tukey para resistencia a compresión a los 28 días

TUKEY HSD/KRAMER				alpha	0.05
group	mean	n	ss	df	q-crit
0.0%	234.15	5	18.17		
0.8%	295.41	5	175.60		
1.2%	264.70	5	131.16		
1.5%	206.59	5	93.74		
		20	418.67	16	4.05

Q TEST									
group 1	group 2	mean	std err	q-stat	lower	upper	p-value	mean-crit	Cohen d
0.0%	0.8%	61.26	2.29	26.78	52.01	70.52	1.2432E-11	9.26	11.98
0.0%	1.2%	30.55	2.29	13.35	21.30	39.81	3.3578E-07	9.26	5.97
0.0%	1.5%	27.55	2.29	12.04	18.30	36.81	1.344E-06	9.26	5.39
0.8%	1.2%	30.71	2.29	13.42	21.46	39.97	3.1256E-07	9.26	6.00
0.8%	1.5%	88.82	2.29	38.82	79.56	98.07	5.2625E-14	9.26	17.36
1.2%	1.5%	58.11	2.29	25.40	48.85	67.36	2.8323E-11	9.26	11.36

Si Alpha > p value: Sí existen diferencias significativas

Si Alpha < p value: No existen diferencias significativas

Tabla 22*Prueba Anova para resistencia a flexión a los 28 días*

DESCRIPTION					Alpha	0.05		
Group	Count	Sum	Mean	Variance	SS	Std Err	Lower	Upper
0.0%	5	239.20	47.84	0.96	3.83	0.43	46.92	48.76
0.8%	5	234.59	46.92	1.46	5.83	0.43	46.00	47.84
1.2%	5	233.94	46.79	0.24	0.95	0.43	45.87	47.71
1.5%	5	212.02	42.40	1.11	4.42	0.43	41.48	43.32

ANOVA								
Sources	SS	df	MS	F	P value	Eta-sq	RMSSE	Omega Sq
Between Groups	88.91	3	29.64	31.54	5.9738E-07	0.86	2.51	0.82
Within Groups	15.04	16	0.94					
Total	103.95	19	5.47					

Sí existen diferencias significativas**Tabla 23***Prueba Tukey para resistencia a flexión a los 28 días*

TUKEY HSD/KRAMER					alpha	0.05	
group	mean	n	ss	df	q-crit		
0.0%	47.84	5	3.83				
0.8%	46.92	5	5.83				
1.2%	46.79	5	0.95				
1.5%	42.40	5	4.42				
		20	15.04	16	4.05		

Q TEST									
group 1	group 2	mean	std err	q-stat	lower	upper	p-value	mean-crit	Cohen d
0.0%	0.8%	0.92	0.43	2.13	-0.83	2.68	0.4576245	1.75	0.95
0.0%	1.2%	1.05	0.43	2.43	-0.70	2.81	0.3474813	1.75	1.09
0.0%	1.5%	5.44	0.43	12.54	3.68	7.19	0.0000008	1.75	5.61
0.8%	1.2%	0.13	0.43	0.30	-1.62	1.88	0.9964802	1.75	0.13
0.8%	1.5%	4.51	0.43	10.41	2.76	6.27	0.0000087	1.75	4.66
1.2%	1.5%	4.38	0.43	10.11	2.63	6.14	0.0000126	1.75	4.52

Si Alpha > p value: Sí existen diferencias significativas

Si Alpha < p value: No existen diferencias significativas

CAPÍTULO IV: ANÁLISIS Y DISCUSIÓN DE RESULTADOS

4.1. Análisis de resultados

4.1.1. Propiedades físicas y mecánicas de los agregados y diseño de mezcla

Según la Tabla 13. Se muestran las propiedades físicas y mecánicas obtenida a partir de los ensayos realizados a los materiales provenientes de la cantera Arenera Jaén. El análisis granulométrico de los agregados evidencia el cumplimiento de los husos granulométricos establecidos en la normativa NTP 400.037, obteniendo módulos de finura de 2.50 para el agregado fino, valor que se ubica dentro del intervalo permitido de 2.3 a 3.1 y el tamaño máximo nominal de 12.50 mm para el agregado grueso. Los pesos específicos obtenidos son de 2.59 gr/cm³ para el agregado fino y 2.61 gr/cm³ para el agregado grueso cumpliendo con el rango establecido entre 2.4 y 2.9 gr/cm³ por la NTP 400.017. La absorción del agregado fino es de 1.09%, la absorción del agregado grueso es de 1.47%. El peso unitario suelto del agregado fino es de 1580 kg/m³ y 1383 kg/m³ para el agregado grueso. El peso unitario compactado del agregado fino es de 1753.87 kg/m³ y 1633.04 kg/m³ del agregado grueso, cumpliendo con los rangos permisibles de 1636 kg/m³ para el agregado fino y de 1480 kg/m³ para el agregado grueso. El contenido de humedad para el agregado grueso es de 0.76% y para el agregado fino 12.00%.

Según la Tabla 14. Se presentan los resultados correspondientes al diseño de la mezcla patrón. La dosificación obtenida para un metro cubico de concreto fue de 386.8 kg de cemento; agregado fino de 870.10 kg; agregado grueso de 864.9 kg; y 137.3 litros de agua, adicionalmente, se detalla el peso de la fibra de Luffa, expresado en kilogramos, correspondiente a cada porcentaje de adicción considerado en la investigación.

4.1.2. Análisis de la trabajabilidad de la mezcla del concreto

Según la Tabla 17. Los resultados evidencian que existe un comportamiento inversamente proporcional, es decir, a medida que aumenta la adicción, el slump se reduce, siendo el más alto de 3.6 pulgadas para el concreto sin adicción y el más bajo de 2.4 pulgadas para el concreto con la adicción de 1.5%.

4.1.3. Resistencia a compresión del concreto

Resistencia a la compresión sin adicción

Según la Tabla 15 y figura 3. Se presentan los resultados de la resistencia a la compresión del concreto patrón, la edad a la que fueron ensayadas, el cual alcanzó una

resistencia máxima promedio de 234.15kg/cm² a la edad de 28 días de curado, superando la resistencia de diseño.

Resistencia a la compresión con adición de fibra de luffa

Según la Tabla 18 y figura 5. Se presenta los promedios y la gráfica de cada tratamiento. Se destaca que la mayor resistencia se obtuvo en el tratamiento con adición de 0.8 %, con 295.41 kg/cm² a la edad de 28 días. Y el más bajo con adición del 1.2%, con 206.59 kg/cm². Se identifico, según los resultados con las diferentes adiciones que a medida que aumenta la adición de fibra la resistencia disminuye, lo cual nos permite afirmar que la adición de la fibra influye en las propiedades mecánicas del concreto.

4.1.4. Resistencia a la flexión del concreto

Resistencia a la flexión sin adición

Según la Tabla 16 y figura 4. Se presentan los resultados de la resistencia a flexión promedio del concreto, la edad a la que fueron evaluadas, el cual alcanzó una resistencia máxima promedio de 47.84 kg/cm² a la edad de 28 días de curado, superando la resistencia de diseño.

Resistencia a la flexión con adición

Según la Tabla 19 y figura 6. Se presenta los promedios y la gráfica de cada tratamiento. Se destaca que la mayor resistencia se obtuvo en el tratamiento con adición de 0.8 %, con 46.92 kg/cm² a la edad de 28 días. Y el más bajo con adición del 1.5%, con 42.40 kg/cm². Se identifico, según los resultados con las diferentes adiciones que a medida que aumenta la adición de fibra la flexión disminuye con respecto a la muestra patrón.

4.1.5. Comparación estadística de la resistencia a compresión y flexión del concreto

- Resistencia a la compresión

Según los resultados obtenidos en la **Tabla 20 y Tabla 21** muestran valores de $p < 0.05$ en todas las comparaciones entre los grupos analizados, lo que indica que existen diferencias estadísticamente significativas entre todas las dosificaciones. Asimismo, se observa que la mezcla con adición al 0.8% de fibra de luffa presenta la mayor resistencia promedio (295.41 kg/cm²), superando significativamente a los demás grupos. Sin embargo, al incrementar el porcentaje a 1.2% y 1.5% de adición de fibra de luffa, la resistencia disminuye, lo que sugiere la existencia de un punto óptimo de dosificación alrededor del 0.8%

- Resistencia a la flexión

Según los resultados obtenidos en las **Tabla 22 y Tabla 23** mediante la prueba de comparaciones múltiples de Tukey ($\alpha = 0.05$), no se observaron diferencias estadísticamente significativas en la resistencia a flexión a los 28 días entre los grupos con 0.0%, 0.8% y 1.2% de adición de fibra de luffa ($p > 0.05$). Esto indica que, dentro de dicho rango, la variación del porcentaje evaluado no genera un efecto relevante sobre la resistencia mecánica del concreto. Por otro lado, el grupo correspondiente al 1.5% de adición de fibra de luffa presentó diferencias estadísticamente significativas respecto a todos los demás ($p < 0.05$), evidenciando una disminución sustancial en la resistencia a flexión. Este comportamiento sugiere que un incremento hasta el 1.5% de fibra de luffa tiene un efecto adverso sobre la capacidad resistente del concreto

4.2. Contrastación de hipótesis

Teniendo como hipótesis que la incorporación de fibra de Luffa en proporciones de 0,8 %, 1,2 % y 1,5 % incrementa la resistencia a la compresión y a la flexión del concreto $f'_c = 210$ kg/cm², en comparación con el concreto patrón sin adición de fibra, se procedió al análisis de los resultados obtenidos a los 28 días de curado.

En relación con la resistencia a la compresión, los resultados presentados en la Tabla 61 evidencian que la incorporación de fibra de Luffa genera un incremento en el comportamiento mecánico del concreto para determinados porcentajes de adición. Con un contenido de 0,8 % se registró un incremento del 26,16 %, mientras que con una dosificación de 1,2 % se obtuvo un incremento del 13,05 %, lo cual demuestra una mejora de la resistencia a la compresión respecto al concreto patrón. No obstante, al incrementar el contenido de fibra a 1,5 %, se observó una disminución del 11,77 %, lo que indica que un exceso de fibra afecta negativamente esta propiedad mecánica.

Respecto a la resistencia a la flexión, de acuerdo con los resultados mostrados en la Tabla 62, se observa que la adición de fibra de Luffa produce una influencia de carácter negativo en todos los porcentajes evaluados, ya que no se registraron incrementos respecto al concreto patrón, evidenciándose disminuciones en la resistencia a flexión.

En consecuencia, al no cumplirse la condición de incrementar la resistencia tanto en compresión como flexión en todas las dosificaciones planteadas, se **rechaza la hipótesis** de investigación, concluyéndose que la incorporación de fibra de Luffa influye en el comportamiento mecánico del concreto $f'_c = 210$ kg/cm² de manera dependiente del porcentaje de adición, pudiendo generar efectos tanto favorables como desfavorables.

CAPÍTULO V: CONCLUSIONES Y RECOMENDACIONES

5.1. Conclusiones

Los agregados provenientes de la cantera Arenera Jaén cumplen con los requisitos establecidos en la NTP 400.037, presentando propiedades físicas y mecánicas dentro de los rangos permisibles, por lo que son aptos para la elaboración de concreto con $f'c = 210 \text{ kg/cm}^2$.

El concreto sin adición de fibra, alcanzó resistencias satisfactorias a la compresión y a la flexión a los 7, 14 y 28 días de curado, superando el valor de diseño establecido, lo que evidencia un adecuado comportamiento mecánico y una correcta calidad de los materiales empleados.

El concreto con adición de fibra de Luffa, con la dosificación del 0.8% presentó el mejor desempeño mecánico entre los porcentajes evaluados, alcanzando a los 28 días una resistencia promedio a la compresión de 295.41 kg/cm^2 ; sin embargo, este comportamiento no se mantuvo de manera uniforme para todas las propiedades mecánicas analizadas ya que en relación con la resistencia a la flexión, ninguna de las dosificaciones evaluadas evidenció incrementos respecto al concreto patrón, observándose un comportamiento desfavorable con la incorporación de fibra de Luffa.

ya que a flexión no se logro mejoras con respecto a la muestra patrón.

Las dosificaciones de 1.2% y 1.5% de fibra de Luffa generan una disminución progresiva de la resistencia a la compresión y a la flexión, atribuida principalmente a la pérdida de trabajabilidad, menor cohesión interna y dificultades en el proceso de compactación del concreto.

Se rechaza la hipótesis general, dado que la incorporación de fibra de Luffa en proporciones de 0,8 %, 1,2 % y 1,5 % no genero un incrementó de manera uniforme en la resistencia a la compresión y a la flexión del concreto $f'c = 210 \text{ kg/cm}^2$, concluyéndose que su efecto depende del porcentaje de adición y de la propiedad mecánica evaluada.

5.2. Recomendaciones

Realizar estudios comparativos de las propiedades físicas y mecánicas de los agregados provenientes de canteras locales, con la finalidad de seleccionar aquellos que presenten mejores características, especialmente en cuanto a su distribución granulométrica, para optimizar el diseño de mezclas de concreto.

Analizar el comportamiento mecánico del concreto con adición de fibra de Luffa u otras fibras vegetales similares en porcentajes menores al 0.8%. con la finalidad de evaluar su influencia en la resistencia a la compresión y a la flexión, así como identificar rangos óptimos de dosificación que permitan mejorar el desempeño del material.

Evaluar la influencia de la longitud y del tratamiento superficial de la fibra vegetal en el comportamiento mecánico del concreto, con la finalidad de analizar su efecto en la adherencia fibra-matriz y en la variabilidad de los resultados experimentales.

REFERENCIAS BIBLIOGRÁFICAS

- Abd-Al Ftah, R. O., Tayeh, B. A., Abdelsamie, K., & Abdel Hafez, R. D. (2022). Assessment on structural and mechanical properties of reinforcement concrete beams prepared with luffa cylindrical fibre. *Case Studies in Construction Materials*, 17, 2214-5095. <https://doi.org/https://doi.org/10.1016/j.cscm.2022.e01283>
- Ajibola Ibrahim, Q., & Oyelola, A. (2020). Assessment of Sponge Gourd (Luffa Aegyptical) Fiber as a Polymer Reinforcement in Concrete. *Journal of Civil Engineering and Materials Application*, 4(2), 125-132. <https://doi.org/10.22034/jcema.2020.232358.1026>
- Aroni Mendoza, C. G., & Bellido Flores, D. (2023). *Influencia de las fibras naturales de agave en la resistencia a compresión y flexión del concreto ligero* [Tesis de pregrado, Universidad Nacional de Huancavelica]. Repositorio institucional UNH. <https://hdl.handle.net/20.500.14597/6360>
- Camacho Gutiérrez , H. O., Martínez Barrera, G., Ávila Córdoba, L. I., & Montes de Oca Valdés, P. (2022). Fibras naturales y la radiación gamma en la elaboración de materiales compuestos. En E. M. Barrera, *Materiales Avanzados y Nanomateriales: aprovechamiento de fuentes naturales y sus beneficios al medio ambiente* (págs. 95-120). Barcelona, España.
- Campoverde-Ventura, E., & Torres-Parra, J. A. (2024). *Influencia en las propiedades mecánicas del concreto utilizando escoria de acero de altos hornos y fibras de bambú, en el distrito de Pucará-Provincia Jaén-Departamento Cajamarca* [Tesis de pregrado, Universidad Nacional Pedro Ruiz Gallo]. Archivo digital. <https://repositorio.unprg.edu.pe/handle/20.500.12893/13838>
- Evangelista Arambulo, T. Q. (2020). *Análisis de las propiedades mecánicas del concreto al incorporarle fibras luffa en el pavimento rígido del Jr. Sinchi Roca, Tambopata, 2020* [Tesis de pregrado, Universidad César Vallejo]. Repositorio institucional UCV. <https://repositorio.ucv.edu.pe/handle/20.500.12692/57217>
- Herencia Muñante, L. D. R. (2020). Efectos de la fibra Luffa y fibra de vidrio tipo E en las propiedades mecánicas del concreto $f'_c = 210 \text{ kg/cm}^2$, Departamento de Ica-Perú 2019 [Tesis de licenciatura, Universidad César Vallejo]. Repositorio UCV. <https://hdl.handle.net/20.500.12692/57324>
- Han, Y., Shi, M., Lee, S., Lin, R., Wang, K.-J., & Wang, X.-Y. (2024). Application of porous luffa fiber as a natural internal curing material in high-strength mortar. *Construction and Building Materials*, 455. <https://doi.org/10.1016/j.conbuildmat.2024.139169>

- Instituto Nacional de Estadística e Informática. (2022). *Informe Técnico del Avance Conyuntural de la Actividad Económica*.
<https://m.inei.gob.pe/prensa/noticias/consumo-interno-de-cemento-crecio-225-en-abril-de-2022-13716/>
- Reglamento Nacional de Edificaciones RNE. (2021). Norma E 0.60 *Concreto armado*.
http://transparencia.mtc.gob.pe/idm_docs/P_recientes/4515.pdf
- Isola, E., & Ludueña, F. (2025). *Madurez del hormigón, usos y aplicaciones* [Tesis de pregrado, Universidad Católica de Córdoba]. Repositorio institucional UCC.
<https://www.cip.org.pe/publicaciones/2021/enero/portal/e.060-concreto-armado-sencico.pdf>
- Jimenez Diaz, R. (2025). *Efecto de la ceniza de fibra de coco (cocos nucifera) en la resistencia a compresión de adoquines de $f'c=380$ kg/cm², Jaén – 2024* [Tesis de pregrado, Universidad Nacional de Jaén]. Repositorio institucional UNJ.
<https://hdl.handle.net/20.500.14689/927>
- Mohamad, A., Babak, S., Qasim, Z., Mohammed, A., Arameh, E., & Zhao Ye, Q. (2020). Recent Developments in Luffa Natural Fiber Composites: Review. *Sustainability*, 12(18). <https://doi.org/10.3390/su12187683>
- Pachamango Moreno, J. A. (2022). *Resistencia a la compresión del concreto al incorporar fibra de yute y aditivo Chema Plast para un diseño de $f'c= 210$ kg/cm² en Cajamarca-2022* [Tesis de pregrado, Universidad Privada del Norte]. Repositorio institucional UPN. <https://hdl.handle.net/11537/33456>
- Parashar, A. K., & Gupta, A. (2021). Investigation of the effect of bagasse ash, hooked steel fibers and glass fibers on the mechanical properties of concret. *Materials Today: Proceedings*, 44(1). <https://doi.org/10.1016/j.matpr.2020.10.711>.
- Paudel, S., Pudasaini, A., Shrestha, R. K., & Kharel, E. (2023). Compressive strength of concrete material using machine learning techniques. *Cleaner Engineering and Technology*, 15. <https://doi.org/10.1016/j.clet.2023.100661>
- Saadeh, R., Dawod, A. A., Mahariq, I., Qazza, A., Khentout, A., Kezzar, M., & Sari, M. R. (2025). A comparative analysis of the impact of different treatments on Luffa Cylindrica fiber tensile properties. *PLoS One*, 20(7). <https://doi.org/10.1371/journal.pone.0325237>
- Zhang, H., Liu, Y., Chen, Z., & Wang, L. (2025). Mechanical properties and microstructure of pre-treated luffa fiber reinforced cement mortar. *PLOS ONE*, 20(1). <https://doi.org/10.1371/journal.pone.0314213>

- Saadeh, R., Dawod, A. A., Mahariq, I., Qazza, A., Khentout, A., Kezzar, M., & Sari, M. R. (2025). A comparative analysis of the impact of different treatments on *Luffa Cylindrica* fiber tensile properties. *PLoS One*, 20(7). <https://doi.org/10.1371/journal.pone.0325237>
- Vegas Romero, N. Y., & Velasquez Rodriguez, N. S. (2024). *Influencia de la fibra de totora en la resistencia a la compresión, flexión y succión capilar de un concreto de 21 MPa*, Trujillo 2023 [Tesis de pregrado, Universidad Privada del Norte]. Repositorio institucional UPN. <https://hdl.handle.net/11537/41642>
- Yang, R., Guan, Z., Zhang, L., & Shu, Y. (2025). Mechanical properties and microstructure of pre-treated luffa fiber reinforced cement mortar. *PLOS ONE*, 20(2). <https://doi.org/https://doi.org/10.1371/journal.pone.0314213>
- Avudaiappan, S., Gómez, R. E., Daza, L., Chávez-Delgado, M., Betancourt, F., Saavedra Flores, E., Arunachalam, K. P., & Guindos, P. (2025). Comparative study on the effect of natural and synthetic fibers on the production of sustainable concrete. *Reviews on Advanced Materials Science*, 64(1). <https://doi.org/10.1515/rams-2025-0121>
- Martínez-Barrera, G., Martínez-López, M., & Martínez-Cruz, E. (2013). Concreto polimérico reforzado con fibras de luffa. *Información Tecnológica*, 24(4). <https://www.scielo.cl/pdf/infotec/v24n4/art08.pdf>
- ASTM International. (2022). ASTM C150/C150M-22: Standard specification for portland cement. https://www.astm.org/c0150_c0150m-22.html
- INACAL. (2020). NTP 334.090: Cementos hidráulicos adicionados — Requisitos. Instituto Nacional de Calidad.
- Portland Cement Association (PCA). (2021). Design and control of concrete mixtures (17th ed.). Portland Cement Association.

ANEXOS

Anexo 1. Ensayos realizados a los agregados de la cantera Arenera Jaén

1.1. Análisis Granulométrico del agregado fino y del agregado grueso.

Tabla 24

Análisis granulométrico por tamizado de Agregado Fino NTP 400.012

PESO INICIAL		1384.44 gr				
Abertura Malla						
Pulg	mm	Peso retenido	Peso Acumulado	% Retenido Parcial	% Retenido Acumulado	% que pasa
3/8"	9.50	0	0	0.00%	0.00%	100.00%
1/4"	6.30	0	0	0.00%	0.00%	100.00%
Nº4	4.75	4.69	4.69	0.34%	0.34%	99.66%
Nº8	2.36	89.31	94.00	6.45%	6.79%	93.21%
Nº16	1.18	194.14	288.14	14.02%	20.81%	79.19%
Nº30	0.60	434.19	722.33	31.36%	52.17%	47.83%
Nº50	0.30	346.01	1068.34	24.99%	77.17%	22.83%
Nº100	0.15	210.80	1279.14	15.23%	92.39%	7.61%
Nº200	0.075	52.60	1331.74	3.80%	96.19%	3.81%
BANDEJA		52.70	1384.44	3.81%	100.00%	0.00%
TOTAL		1384.44		100.00%	100.00%	
MF		2.50				

Figura 7

Curva granulométrica del agregado fino – NTP 400.037

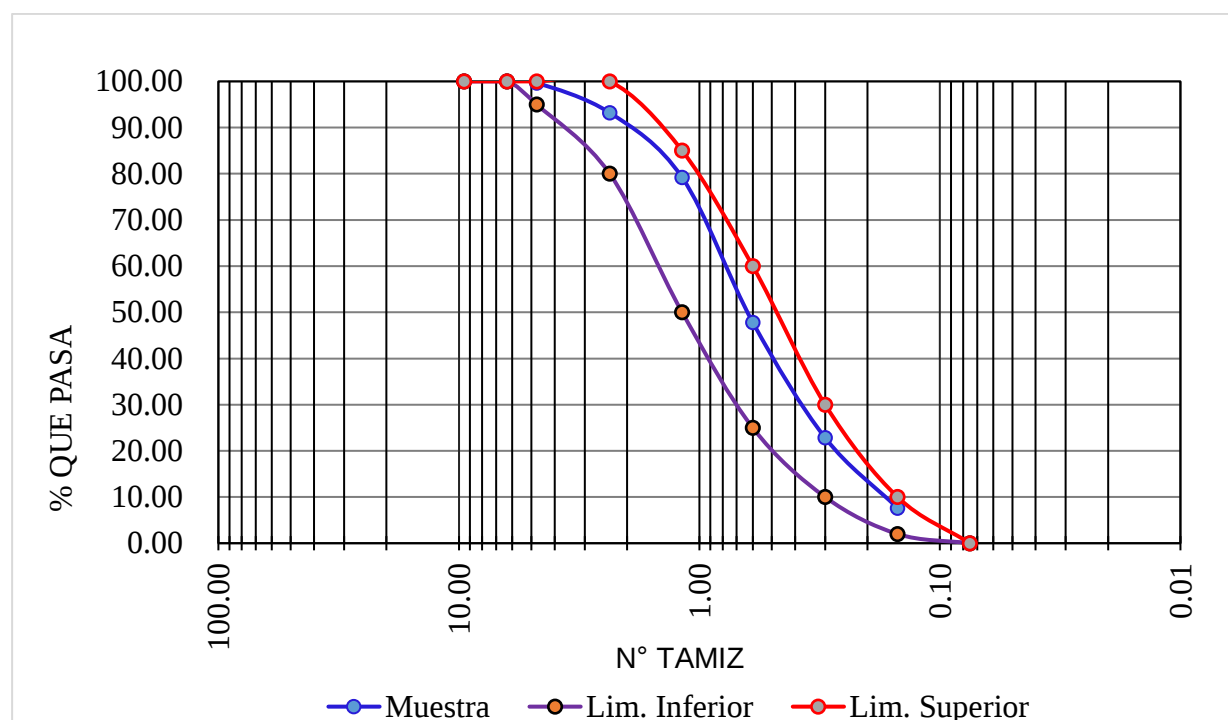


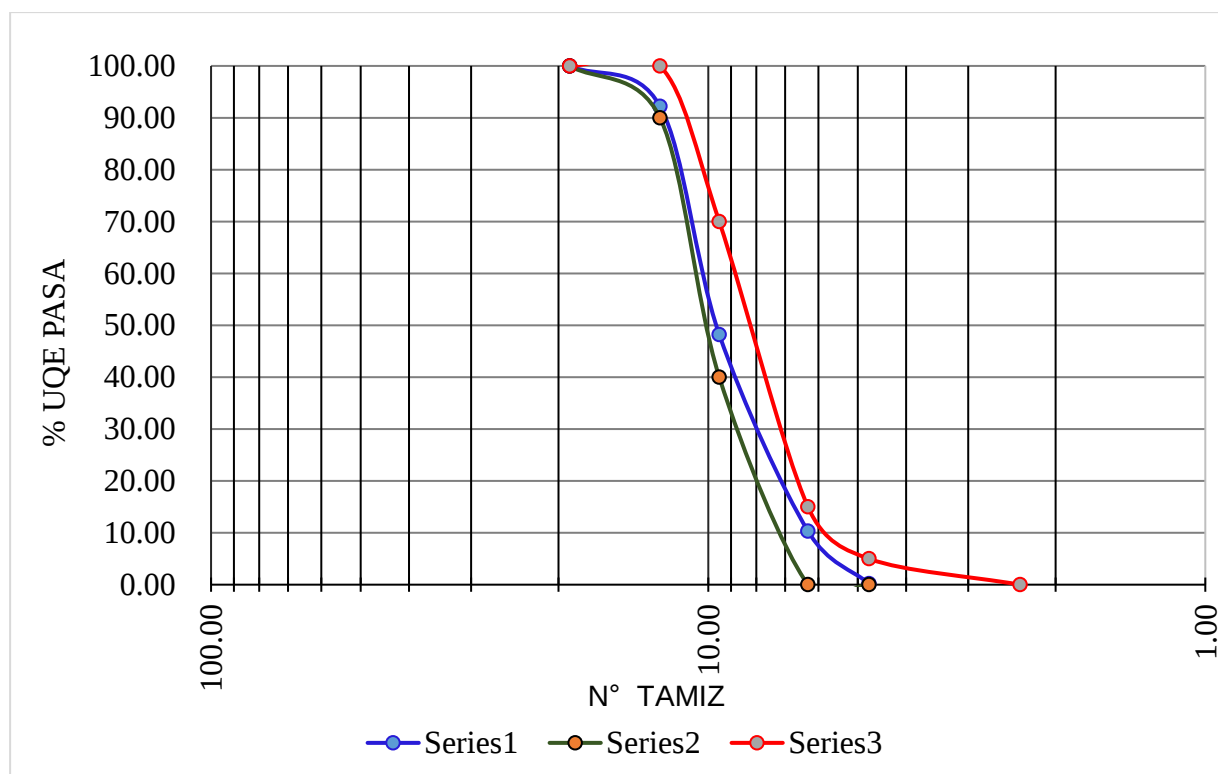
Tabla 25

Análisis granulométrico por tamizado de agregado Grueso - NTP 400.012

PESO INICIAL		2183.75 gr				
Abertura Malla		Peso retenido	Peso Acumulado	% Retenido Parcial	% Retenido Acumulado	% que pasa
Pulg	mm					
3/4"	19.00	0.00	0.00	0.00%	0.00%	100.00%
1/2"	12.50	170.00	170.00	7.78%	7.78%	92.22%
3/8"	9.50	961.00	1131.00	44.01%	51.79%	48.21%
1/4"	6.30	827.00	1958.00	37.87%	89.66%	10.34%
N°4	4.75	221.00	2179.00	10.12%	99.78%	0.22%
N°8	2.36	0.00	2179.00	0.00%	99.78%	0.22%
N°16	1.18	0.00	2179.00	0.00%	99.78%	0.22%
N°30	0.60	0.00	2179.00	0.00%	99.78%	0.22%
N°50	0.30	0.00	2179.00	0.00%	99.78%	0.22%
N°100	0.15	0.00	2179.00	0.00%	99.78%	0.22%
N°200	0.08	0.00	2179.00	0.00%	99.78%	0.22%
BANDEJA		4.75	2183.75	0.22%	100.00%	0.00%
TOTAL		2183.75		100.00%	100.00%	
TMN		1/2"				

Figura 8

Curva granulométrica del agregado grueso – NTP 400.037



1.2.Contenido de Humedad ´

Tabla 26

Contenido de humedad de agregado fino – NTP 339.185

NÚMERO DE ENSAYO		1	2	3
CONTENEDOR N°		24	3	2
PARÁMETROS				
Ítem	Descripción	M 1	M 2	M 3
1	Peso del contenedor más suelo húmedo (gr)	640.65	620.95	632.50
2	Peso del contenedor más suelo seco (gr)	576.40	558.80	568.85
3	Peso del recipiente (gr)	41	40.00	39.00
CÁLCULOS				
Ítem	Descripción	M 1	M 2	M 3
1	Peso del agua (gr)	64.25	62.15	63.65
2	peso de partículas sólidas (gr)	535.40	518.80	529.58
Contenido de humedad (%)		12.00%	11.98%	12.01%
Contenido de humedad (%) promedio			12.00%	

Tabla 27

Contenido de humedad de agregado grueso – NTP 339.185

NÚMERO DE ENSAYO		1	2	3
CONTENEDOR N°		8	11	23
PARÁMETROS				
Ítem	Descripción	M 1	M 2	M 3
1	Peso del contenedor más suelo húmedo (gr)	1184.00	1510.00	1550.00
2	Peso del contenedor más suelo seco (gr)	1174.50	1506.00	1543.00
3	Peso del recipiente (gr)	185.00	648.00	721.00
CÁLCULOS				
Ítem	Descripción	M 1	M 2	M 3
1	Peso del agua (gr)	9.50	4.00	7.00
2	Peso de partículas solidas	989.50	858.00	822.00
contenido de humedad (%)		0.96%	0.47%	0.85%
contenido de humedad promedio (%)			0.76%	

1.3. Peso unitario suelto y compactado

Tabla 28

Peso unitario suelto agregado fino – NTP 400.017

DESCRIPCIÓN	M1	M2	M3
W%	12.00	12.00	12.00
Número de molde	6.00	6.00	6.00
Altura de molde (gr)	16.80	16.80	16.80
Diámetro del molde (gr)	14.90	14.90	14.90
Volumen de molde (cm3)	2929.36	2929.36	2929.36
Peso de molde (gr)	7597.00	7597.00	7597.00
N° de prueba	1.00	2.00	3.00
Peso de molde + material (gr)	12800.00	12765.00	12776.00
Peso de materia (gr)	5203.00	5168.00	5179.00
Peso unitario húmedo (gr/cm3)	1.776	1.764	1.768
Peso unitario seco (gr/cm3)	1.59	1.58	1.58
PROMEDIO	1.58 gr/cm3		

Tabla 29

Peso unitario compactado agregado fino – NTP 400.017

DESCRIPCIÓN	M1	M2	M3
W%	12.00	12.00	12.00
Número de molde	6.00	6.00	6.00
Altura de molde (gr)	16.80	16.80	16.80
Diámetro del molde (gr)	14.90	14.90	14.90
Volumen de molde (cm3)	2929.36	2929.36	2929.36
Peso de molde (gr)	7597.00	7597.00	7597.00
N° de prueba	1.00	2.00	3.00
Peso de molde + material (gr)	13033.00	12975.00	12990.00
Peso de materia (gr)	5436.00	5378.00	5393.00
Peso unitario húmedo (gr/cm3)	1.856	1.836	1.841
Peso unitario seco (gr/cm3)	1.66	1.64	1.64
PROMEDIO	1.65 gr/cm3		

Tabla 30*Peso unitario suelto agregado grueso – NTP 400.017*

DESCRIPCIÓN	M1	M2	M3
W%	0.76	0.76	0.76
Número de molde	11.00	11.00	11.00
Altura de molde (gr)	22.90	22.90	22.90
Diámetro del molde (gr)	14.90	14.90	14.90
Volumen de molde (cm3)	3993.00	3993.00	3993.00
Peso de molde (gr)	9236.00	9236.00	9236.00
N° de prueba	1.00	2.00	3.00
Peso de molde + material (gr)	14777.00	14802.00	15004.00
Peso de materia (gr)	5541.00	5566.00	5768.00
Peso unitario húmedo (gr/cm3)	1.388	1.394	1.445
Peso unitario seco (gr/cm3)	1.38	1.38	1.43
PROMEDIO	1.398 gr/cm3		

Tabla 31*Peso unitario compactado agregado grueso – NTP 400.017*

DESCRIPCIÓN	M1	M2	M3
W%	0.76	0.76	0.76
Número de molde	11.00	11.00	11.00
Altura de molde (gr)	22.90	22.90	22.90
Diámetro del molde (gr)	14.90	14.90	14.90
Volumen de molde (cm3)	3993.00	3993.00	3993.00
Peso de molde (gr)	9236.00	9236.00	9236.00
N° de prueba	1.00	2.00	3.00
Peso de molde + material (gr)	15179.00	15202.00	15190.00
Peso de materia (gr)	5943.00	5966.00	5954.00
Peso unitario húmedo (gr/cm3)	1.488	1.494	1.491
Peso unitario seco (gr/cm3)	1.48	1.48	1.48
PROMEDIO	1.480 gr/cm3		

1.4. Material que pasa por el tamiz N.º 200

Tabla 32

Cantidad de material fino que pasa el tamiz N.º 200 (agregado fino) – NTP 400.018

ÍTEM	DESCRIPCIÓN	M 1
A	Peso Inicial Del Material Seco Sin Lavar	1045.70
B	Peso Del Material Lavado Y Secado	1005.70
C	Peso Del Material Que Pasa Por La Malla 200 (A-B)	40.00
D	Porcentaje Del Material Que Pasa La Malla 200 (C X 100/A)	3.83%
E	Especificación	5.00%
F	CUMPLE CON LA ESPECIFICACIÓN	SI CUMPLE

Tabla 33

Cantidad de material fino que pasa el tamiz N.º 200 (agregado grueso) – NTP 400.018

ÍTEM	DESCRIPCIÓN	M 1
A	Peso Inicial Del Material Seco Sin Lavar	2183.75
B	Peso Del Material Lavado Y Secado	2179.00
C	Peso Del Material Que Pasa Por La Malla 200 (A-B)	4.75
D	Porcentaje Del Material Que Pasa La Malla 200 (C X 100/A)	0.22%
E	Especificación	1.00%
F	CUMPLE CON LA ESPECIFICACIÓN	SI CUMPLE

1.5. Peso específico y adsorción

Tabla 34

Peso específico y adsorción de agregado fino – NTP 400.022

DATOS		
A=	Masa de la muestra secada al horno (gr)	494.61
B=	Masa del picnómetro llenado de agua hasta la marca de calibración (gr)	912.00
C=	Masa del picnómetro lleno de la muestra y el agua hasta la marca de calibración (gr)	1215.70
S=	Masa de la muestra de saturado superficialmente seca (gr)	500.00
CÁLCULOS		
Gravedad específica seca al horno seco (OD)	$A/(B+S-C)$	2.520
Gravedad específica saturado superficialmente seca (SSD)	$S/(B+S-C)$	2.547
Gravedad específica aparente	$A/(B+A-C)$	2.591
Gravedad seca al horno seco (OD) kg/m ³	$997.5 \cdot A/(B+S-C)$	2513.365
Gravedad (saturado superficialmente seca) SSD kg/m ³	$997.5 \cdot S/(B+S-C)$	2540.754
Gravedad aparente (ssd) kg/m ³	$997.5 \cdot A/(B+A-C)$	2584.325
Absorción % = Ab	$100 (S-A)/A$	1.090

Tabla 35*Peso específico y adsorción de agregado grueso – NTP 400.021*

DATOS		
A=	Masa de la muestra secada al horno (gr)	4991.60
B=	Masa de La muestra de ensayo de superficie saturada seca en aire (gr)	5065.00
C=	Masa aparente de la muestra de ensayo saturada en agua (gr)	3076.00
CÁLCULOS		
Gravedad específica seca al horno seco (OD)	$A/(B-C)$	2.51
Gravedad específica saturado superficialmente seca (SSD)	$B/(B-C)$	2.547
Gravedad específica aparente	$A/(A-C)$	2.606
Gravedad secada al horno seco (OD) kg/m ³	$997.5 \cdot A/(B-C)$	2503.329
Gravedad (saturado superficialmente seca) SSD kg/m ³	$997.5 \cdot B/(B-C)$	2540.140
Gravedad aparente (ssd) kg/m ³	$997.5 \cdot A/(A-C)$	2599.249
Absorción % = Ab	$100 (B-A)/A$	1.470

1.6. Diseño de mezcla

DISEÑO DE MEZCLA DEL CONCRETO MEDIANTE EL MÉTODO ACI-211		
CANTERA: Arenera Jaen	FECHA:	ene-25
AGREGADO FINO		
Módulo de Finura	2.50	
Contenido de humedad del agregado fino	12.00%	
Material más fino que pasa por tamiz N°200	3.83%	
Peso específico de agregado fino	2.59	g/cm ³
% de absorción	1.09	%
Peso unitario suelto	1580	Kg/m ³
Peso unitario compactado	1646	Kg/m ³
AGREGADO GRUESO		
Tamaño máximo nominal	1/2"	
Contenido de humedad del agregado grueso	0.76	%
Material más fino que pasa por tamiz N°200	0.218%	
Densidad Relativa (Gravedad Especifica)	2.61	g/cm ³
% de absorción	1.47	%

Peso unitario suelto	1398	Kg/m3
Peso unitario compactado	1480	Kg/m3
CEMENTO		
Peso específico	2.97	g/cm3
AGUA		
Agua potable de la red pública de la ciudad		
RESISTENCIA A COMPRESIÓN		
Resistencia a compresión de diseño	$f'_c =$	210 kg/cm2
Resistencia promedio (E.060)	$f'_{cr} =$	294.0 kg/cm2
Asentamiento (Plásticas-Trabajable)		4"
Volumen unitario de agua		216 L/m3
Aire atrapado		2.50%
Agua/cemento por resistencia		0.56
Factor cemento		386.82 kg/m3
		9.1 bol/m3
SELECCIÓN DEL PESO DEL AGREGADO GRUESO		
Módulo de fineza de combinación de agregados (m)	2.50	
Tamaño Máximo Nominal (TMN)	1/2"	
Peso unitario compactado seco	1480.00	kg/m3
Volumen de agregado grueso por unidad de volumen de concreto	0.58	
Peso total del agregado grueso	858.40	kg
VOLUMEN ABSOLUTO DE LOS MATERIALES PARA EL CONCRETO		
Cemento	0.130	m3
Agua	0.216	m3
Aire	0.025	m3
Agregado grueso	0.329	m3
	Σ	0.701 m3
VOLUMEN ABSOLUTO DEL AGREGADO FINO		
Agregado fino	0.299	m3
CÁLCULO DEL PESO EN ESTADO SECO DEL AGREGADO FINO		
Agregado fino	776.875	kg
PRESENTACIÓN DEL DISEÑO EN ESTADO SECO		
*Cemento	386.819	kg

*Ag . Fino	776.875	kg
*Ag . Grueso	858.400	kg
*Agua	216.000	lts
CORRECCIÓN DE AGREGADOS		
* Corrección por humedad		
Ag fino	870.10	kg
Ag Grueso	864.92	kg
* Humedad superficial		
Ag fino	10.91	%
Ag Grueso	-0.71	%
* Aporte de agua a la mezcla		
Ag fino	84.758	Lt/m3
Ag Grueso	-6.105	Lt/m3
Aporte de humedad de agregados	78.653	Lt/m3
AGUA EFECTIVA		
Agua efectiva	137.347	Lt
MATERIALES CORREGIDOS POR HUMEDAD POR M3		
Cemento	386.8	Kg
Agua	137.3	L
Aire	2.5%	
Agregado fino	870.1	Kg
Agregado grueso	864.9	Kg
PROPORCIONES		
PROPORCIÓN EN PESO		
	C	AF
	AG	A
	1.0	2.25
	2.24	15.1
	L/bolsa	

1.7.Asentamiento

Tabla 36

Asentamiento concreto patrón

Tandas	Fecha de vaciado	CONCRETO PATRON		0.8% FIBRA DE LUFFA		1.2% FIBRA DE LUFFA		1.5% FIBRA DE LUFFA	
		Asentamiento		Asentamiento		Asentamiento		Asentamiento	
		Pulg.	cm.	Pulg.	cm.	Pulg.	cm.	Pulg.	cm
N°01		3.8	9.7	3.6	9.1	2.7	6.9	2.4	6.1
N°02	26/01/2025	3.4	8.6	3.1	7.9	2.7	6.9	2.5	6.4
N°03		3.7	9.4	2.8	7.1	2.4	6.1	2.2	5.6
	Promedio	3.6	9.2	3.2	8.0	2.6	6.6	2.4	6.0
	Máximo	3.8	9.7	3.6	9.1	2.7	6.9	2.5	6.4
	Mínimo	3.4	8.6	2.8	7.1	2.4	6.1	2.2	5.6

1.8. Ensayo a la comprensión del concreto

Tabla 37

Ensayo a la compresión concreto patrón a los 7 días

Testigo N°	Fecha Fabrica	Fecha Rotura	Edad días	Diámetro Molde (cm)	Area Molde cm2	Carga de rotura (kg.f)	Resistencia (kg/cm2)	f'c requerido (kg/cm2)
N°01	26/01/2025	02/02/2025	7	15.00	176.71	30,710.00	173.78	
N°02	26/01/2025	02/02/2025	7	14.90	174.37	30,230.00	173.37	
N°03	26/01/2025	02/02/2025	7	15.00	176.71	30,504.00	172.62	126
N°04	26/01/2025	02/02/2025	7	14.80	172.03	31,160.00	181.13	
N°05	26/01/2025	02/02/2025	7	14.90	174.37	31,090.00	178.30	
Promedio							175.84	
S							3.699196972	
CV							2.10%	

Tabla 38*Ensayo a la compresión concreto patrón a los 14 días*

Testigo N°	Fecha Fabrica	Fecha Rotura	Edad días	Diámetro Molde (cm)	Area Molde cm2	Carga de rotura (kg.f)	Resistencia (kg/cm2)	f'c requerido (kg/cm2)
N°01	26/01/2025	09/02/2025	14	14.90	174.37	32,010.00	183.58	
N°02	26/01/2025	09/02/2025	14	14.70	169.72	31,250.00	184.13	
N°03	26/01/2025	09/02/2025	14	14.80	172.03	33,133.00	192.60	168
N°04	26/01/2025	09/02/2025	14	15.00	176.71	32,780.00	185.50	
N°05	26/01/2025	09/02/2025	14	14.90	174.37	31,840.00	182.60	
						Promedio	185.68	
						S	4.004423363	
						CV	2.16%	

Tabla 39*Ensayo a la compresión concreto patrón a los 28 días*

Testigo N°	Fecha Fabrica	Fecha Rotura	Edad días	Diámetro Molde (cm)	Area Molde cm2	Carga de rotura (kg.f)	Resistencia (kg/cm2)	f'c requerido (kg/cm2)
N°01	26/01/2025	23/02/2025	28	14.80	172.03	40,490.00	235.36	
N°02	26/01/2025	23/02/2025	28	14.80	172.03	40,400.00	234.84	
N°03	26/01/2025	23/02/2025	28	15.00	176.71	40,830.00	231.05	210
N°04	26/01/2025	23/02/2025	28	15.00	176.71	41,178.00	233.02	
N°05	26/01/2025	23/02/2025	28	14.90	174.37	41,231.00	236.46	
						Promedio	234.15	
						S	2.13126031	
						CV	0.91%	

Tabla 40*Ensayo a la compresión concreto 0.8% de fibra de luffa a los 7 días*

Testigo N°	Fecha Fabrica	Fecha Rotura	Edad días	Diámetro Molde (cm)	Area Molde cm2	Carga de rotura (kg.f)	Resistencia (kg/cm2)	f'c requerido (kg/cm2)
N°01	26/01/2025	02/02/2025	7	15.00	176.71	37,790.00	213.85	
N°02	26/01/2025	02/02/2025	7	14.90	174.37	35,910.00	205.95	
N°03	26/01/2025	02/02/2025	7	14.90	174.37	36,321.00	208.30	126
N°04	26/01/2025	02/02/2025	7	15.00	176.71	36,820.00	208.36	
N°05	26/01/2025	02/02/2025	7	15.00	176.71	38,479.00	217.75	
Promedio							210.84	
S							4.829446932	
CV							2.29%	

Tabla 41*Ensayo a la compresión concreto 0.8% de fibra de luffa a los 14 días*

Testigo N°	Fecha Fabrica	Fecha Rotura	Edad días	Diámetro Molde (cm)	Area Molde cm2	Carga de rotura (kg.f)	Resistencia (kg/cm2)	f'c requerido (kg/cm2)
N°01	26/01/2025	09/02/2025	14	15.00	176.71	41,640.00	235.63	
N°02	26/01/2025	09/02/2025	14	14.70	169.72	41,330.00	243.52	
N°03	26/01/2025	09/02/2025	14	15.00	176.71	42,395.00	239.91	168
N°04	26/01/2025	09/02/2025	14	14.70	169.72	42,550.00	250.71	
N°05	26/01/2025	09/02/2025	14	14.80	172.03	42,270.00	245.71	
Promedio							243.10	
S							5.719644347	
CV							2.35%	

Tabla 42*Ensayo a la compresión concreto 0.8% de fibra de luffa a los 28 días*

Testigo N°	Fecha Fabrica	Fecha Rotura	Edad días	Diámetro Molde (cm)	Area Molde cm2	Carga de rotura (kg.f)	Resistencia (kg/cm2)	f'c requerido (kg/cm2)
N°01	26/01/2025	23/02/2025	28	14.70	169.72	51,190.00	301.62	
N°02	26/01/2025	23/02/2025	28	15.00	176.71	52,220.00	295.50	
N°03	26/01/2025	23/02/2025	28	15.00	176.71	50,253.00	284.37	210
N°04	26/01/2025	23/02/2025	28	14.80	172.03	51,472.00	299.20	
N°05	26/01/2025	23/02/2025	28	14.70	169.72	50,295.00	296.35	
							Promedio	295.41
							S	6.625632053
							CV	2.24%

Tabla 43*Ensayo a la compresión concreto 1.2 % de fibra de luffa a los 7 días*

Testigo N°	Fecha Fabrica	Fecha Rotura	Edad días	Diámetro Molde (cm)	Area Molde cm2	Carga de rotura (kg.f)	Resistencia (kg/cm2)	f'c requerido (kg/cm2)
N°01	26/01/2025	02/02/2025	7	15.00	176.71	36,190.00	204.79	
N°02	26/01/2025	02/02/2025	7	15.00	176.71	35,120.00	198.74	
N°03	26/01/2025	02/02/2025	7	14.90	174.37	35,755.00	205.06	126
N°04	26/01/2025	02/02/2025	7	15.00	176.71	36,103.00	204.30	
N°05	26/01/2025	02/02/2025	7	14.80	172.03	36,210.00	210.48	
							Promedio	204.67
							S	4.161242798
							CV	2.03%

Tabla 44*Ensayo a la compresión concreto 1.2 % de fibra de luffa a los 14 días*

Testigo N°	Fecha Fabrica	Fecha Rotura	Edad días	Diámetro Molde (cm)	Area Molde cm2	Carga de rotura (kg.f)	Resistencia (kg/cm2)	f'c requerido (kg/cm2)
N°01	26/01/2025	09/02/2025	14	14.80	172.03	39,050.00	226.99	
N°02	26/01/2025	09/02/2025	14	15.00	176.71	40,500.00	229.18	
N°03	26/01/2025	09/02/2025	14	15.00	176.71	39,980.00	226.24	168
N°04	26/01/2025	09/02/2025	14	14.80	172.03	40,720.00	236.70	
N°05	26/01/2025	09/02/2025	14	14.90	174.37	41,467.00	237.82	
						Promedio	231.39	
						S	5.481884138	
						CV	2.37%	

Tabla 45*Ensayo a la compresión concreto 1.2 % de fibra de luffa a los 28 días*

Testigo N°	Fecha Fabrica	Fecha Rotura	Edad días	Diámetro Molde (cm)	Area Molde cm2	Carga de rotura (kg.f)	Resistencia (kg/cm2)	f'c requerido (kg/cm2)
N°01	26/01/2025	23/02/2025	28	15.00	176.71	45,930.00	259.91	
N°02	26/01/2025	23/02/2025	28	14.80	172.03	46,950.00	272.91	
N°03	26/01/2025	23/02/2025	28	15.00	176.71	45,700.00	258.61	210
N°04	26/01/2025	23/02/2025	28	14.90	174.37	46,336.00	265.74	
N°05	26/01/2025	23/02/2025	28	14.70	169.72	45,198.00	266.31	
						Promedio	264.70	
						S	5.726196964	
						CV	2.16%	

Tabla 46*Ensayo a la compresión concreto 1.5 % de fibra de luffa a los 7 días*

Testigo N°	Fecha Fabrica	Fecha Rotura	Edad días	Diámetro Molde (cm)	Area Molde cm2	Carga de rotura (kg.f)	Resistencia (kg/cm2)	f'c requerido (kg/cm2)
N°01	26/01/2025	02/02/2025	7	14.90	174.37	30,630.00	175.66	
N°02	26/01/2025	02/02/2025	7	14.80	172.03	31,770.00	184.67	
N°03	26/01/2025	02/02/2025	7	15.00	176.71	30,970.00	175.25	126
N°04	26/01/2025	02/02/2025	7	15.00	176.71	31,184.00	176.47	
N°05	26/01/2025	02/02/2025	7	14.80	172.03	31,246.00	181.63	
						Promedio	178.74	
						S	4.192866867	
						CV	2.35%	

Tabla 47*Ensayo a la compresión concreto 1.5 % de fibra de luffa a los 14 días*

Testigo N°	Fecha Fabrica	Fecha Rotura	Edad días	Diámetro Molde (cm)	Area Molde cm2	Carga de rotura (kg.f)	Resistencia (kg/cm2)	f'c requerido (kg/cm2)
N°01	26/01/2025	09/02/2025	14	15.00	176.71	32,890.00	186.12	
N°02	26/01/2025	09/02/2025	14	15.00	176.71	33,010.00	186.80	
N°03	26/01/2025	09/02/2025	14	14.70	169.72	33,480.00	197.27	168
N°04	26/01/2025	09/02/2025	14	14.90	174.37	32,800.00	188.11	
N°05	26/01/2025	09/02/2025	14	15.00	176.71	33,640.00	190.36	
						Promedio	189.73	
						S	4.514094406	
						CV	2.38%	

Tabla 48*Ensayo a la compresión concreto 1.5 % de fibra de luffa a los 28 días*

Testigo N°	Fecha Fabrica	Fecha Rotura	Edad días	Diámetro Molde (cm)	Area Molde cm2	Carga de rotura (kg.f)	Resistencia (kg/cm2)	f'c requerido (kg/cm2)
N°01	26/01/2025	23/02/2025	28	15.00	176.71	35,850.00	202.87	
N°02	26/01/2025	23/02/2025	28	14.90	174.37	36,370.00	208.58	
N°03	26/01/2025	23/02/2025	28	14.90	174.37	35,855.00	205.63	210
N°04	26/01/2025	23/02/2025	28	14.80	172.03	36,800.00	213.91	
N°05	26/01/2025	23/02/2025	28	15.00	176.71	35,690.00	201.96	
Promedio							206.59	
S							4.841097552	
CV							2.34%	

1.9. Ensayo a la flexión del concreto**Tabla 49***Ensayo a la flexión concreto patrón a los 7 días*

Testigo N°	Edad días	Longitud cm (L)	Ancho Prom. Sección de falla cm (B)	Carga Maxi kg (P)	Altura Prom- sección de falla cm (H)	Resistencia kg/cm2
N°01	7 días	50	14.90	2790.000	15.00	41.61
N°02	7 días	50	15.00	2620.000	15.00	38.81
N°03	7 días	50	15.00	2712.000	14.80	41.27
N°04	7 días	50	14.85	2681.000	14.90	40.66
N°05	7 días	50	14.90	2806.000	14.90	42.41
Prom						40.95

Tabla 50*Ensayo a la flexión concreto patrón a los 14 días*

Testigo N°	Edad días	Longitud cm (L)	Ancho Prom. Sección de falla cm (B)	Carga Maxi kg (P)	Altura Prom- sección de falla cm (H)	Resistencia kg/cm2
N°01	14 días	50	14.90	3061.000	15.00	45.65
N°02	14 días	50	15.00	3080.000	15.00	45.63
N°03	14 días	50	15.00	3127.000	14.80	47.59
N°04	14 días	50	14.85	3141.000	14.90	47.64
N°05	14 días	50	14.90	3059.000	14.90	46.24
Prom						46.55

Tabla 51*Ensayo a la flexión concreto patrón a los 28 días*

Testigo N°	Edad días	Longitud cm (L)	Ancho Prom. Sección de falla cm (B)	Carga Maxi kg (P)	Altura Prom- sección de falla cm (H)	Resistencia kg/cm2
N°01	28 días	50	15.00	3150.000	15.00	46.67
N°02	28 días	50	15.00	3179.000	15.00	47.10
N°03	28 días	50	14.90	3194.000	14.80	48.93
N°04	28 días	50	14.85	3210.000	14.90	48.68
N°05	28 días	50	14.90	3164.000	14.90	47.82
Prom						47.84

Tabla 52*Ensayo a la flexión concreto 0.8 % de fibra de luffa a los 7 días*

Testigo N°	Edad días	Longitud cm (L)	Ancho Prom. Sección de falla cm (B)	Carga Maxi kg (P)	Altura Prom- sección de falla cm (H)	Resistencia kg/cm2
N°01	7 días	50	15.00	2680.000	15.00	39.70
N°02	7 días	50	15.00	2920.000	14.90	43.84
N°03	7 días	50	15.00	2766.000	14.80	42.09
N°04	7 días	50	14.85	2889.000	14.90	43.81
N°05	7 días	50	15.00	2868.000	14.90	43.06
Prom						42.50

Tabla 53*Ensayo a la flexión concreto 0.8 % de fibra de luffa a los 14 días*

Testigo N°	Edad días	Longitud cm (L)	Ancho Prom. Sección de falla cm (B)	Carga Maxi kg (P)	Altura Prom- sección de falla cm (H)	Resistencia kg/cm2
N°01	14 días	50	15.00	3120.000	15.00	46.22
N°02	14 días	50	15.00	3170.000	14.85	47.92
N°03	14 días	50	14.90	3068.000	14.90	46.37
N°04	14 días	50	14.85	3175.000	15.00	47.51
N°05	14 días	50	14.90	3252.000	15.00	48.50
Prom						47.31

Tabla 54*Ensayo a la flexión concreto 0.8 % de fibra de luffa a los 28 días*

Testigo N°	Edad días	Longitud cm (L)	Ancho Prom. Sección de falla cm (B)	Carga Maxi kg (P)	Altura Prom- sección de falla cm (H)	Resistencia kg/cm2
N°01	28 días	50	15.00	3120.000	15.00	46.22
N°02	28 días	50	14.85	3211.000	15.00	48.05
N°03	28 días	50	14.90	3174.000	14.90	47.98
N°04	28 días	50	15.00	3181.000	15.00	47.13
N°05	28 días	50	15.00	3052.000	15.00	45.21
Prom						46.92

Tabla 55*Ensayo a la flexión concreto 1.2 % de fibra de luffa a los 7 días*

Testigo N°	Edad días	Longitud cm (L)	Ancho Prom. Sección de falla cm (B)	Carga Maxi kg (P)	Altura Prom- sección de falla cm (H)	Resistencia kg/cm2
N°01	7 días	50	15.00	2760.000	15.00	40.89
N°02	7 días	50	15.00	2600.000	14.85	39.30
N°03	7 días	50	14.90	2786.000	14.90	42.11
N°04	7 días	50	14.85	2852.000	15.00	42.68
N°05	7 días	50	14.90	2891.000	15.00	43.12
Prom						41.62

Tabla 56*Ensayo a la flexión concreto 1.2 % de fibra de luffa a los 14 días*

Testigo N°	Edad días	Longitud cm (L)	Ancho Prom. Sección de falla cm (B)	Carga Maxi kg (P)	Altura Prom- sección de falla cm (H)	Resistencia kg/cm2
N°01	14 días	50	15.00	3090.000	15.00	45.78
N°02	14 días	50	15.00	3070.000	14.90	46.09
N°03	14 días	50	15.00	3148.000	14.80	47.91
N°04	14 días	50	14.85	3060.000	14.90	46.41
N°05	14 días	50	15.00	3141.000	14.90	47.16
Prom						46.67

Tabla 57*Ensayo a la flexión concreto 1.2 % de fibra de luffa a los 28 días*

Testigo N°	Edad días	Longitud cm (L)	Ancho Prom. Sección de falla cm (B)	Carga Maxi kg (P)	Altura Prom- sección de falla cm (H)	Resistencia kg/cm2
N°01	28 días	50	15.00	3110.000	15.00	46.07
N°02	28 días	50	15.00	3121.000	14.90	46.86
N°03	28 días	50	14.80	3074.000	14.80	47.41
N°04	28 días	50	14.90	3106.000	14.90	46.95
N°05	28 días	50	14.90	3086.000	14.90	46.65
Prom						46.79

Tabla 58*Ensayo a la flexión concreto 1.5 % de fibra de luffa a los 7 días*

Testigo N°	Edad días	Longitud cm (L)	Ancho Prom. Sección de falla cm (B)	Carga Maxi kg (P)	Altura Prom- sección de falla cm (H)	Resistencia kg/cm2
N°01	7 días	50	15.00	2170.000	15.00	32.15
N°02	7 días	50	14.90	2170.000	15.00	32.36
N°03	7 días	50	14.80	2240.000	14.90	34.09
N°04	7 días	50	14.85	2209.000	15.00	33.06
N°05	7 días	50	15.00	2164.000	15.00	32.06
Prom						32.74

Tabla 59*Ensayo a la flexión concreto 1.5 % de fibra de luffa a los 14 días*

Testigo N°	Edad días	Longitud cm (L)	Ancho Prom. Sección de falla cm (B)	Carga Maxi kg (P)	Altura Prom- sección de falla cm (H)	Resistencia kg/cm2
N°01	14 días	50	15.00	2450.000	15.00	36.30
N°02	14 días	50	14.90	2390.000	15.00	35.65
N°03	14 días	50	14.80	2509.000	14.90	38.18
N°04	14 días	50	14.85	2481.000	15.00	37.13
N°05	14 días	50	15.00	2436.000	15.00	36.09
Prom						36.67

Tabla 60*Ensayo a la flexión concreto 1.5 % de fibra de luffa a los 28 días*

Testigo N°	Edad días	Longitud cm (L)	Ancho Prom. Sección de falla cm (B)	Carga Maxi kg (P)	Altura Prom- sección de falla cm (H)	Resistencia kg/cm2
N°01	28 días	50	15.00	2830.000	15.00	41.93
N°02	28 días	50	14.90	2802.000	14.85	42.64
N°03	28 días	50	14.80	2895.000	14.90	44.05
N°04	28 días	50	14.90	2827.000	15.00	42.16
N°05	28 días	50	14.90	2765.000	15.00	41.24
Prom						42.40

1.10. Porcentaje de mejora en la resistencia a la compresión y flexión**Tabla 61***Porcentaje de mejora en la resistencia a la compresión adicionando fibra de luffa a los 28 días*

% de adición de luffa	resistencia los 28 días	diferencia respecto al 0%	% de mejoramiento
0%	234.15	0	0%
0.80%	295.41	61.26	26.16%
1.20%	264.70	30.55	13.05%
1.50%	206.59	-27.55	-11.77%

Tabla 62*Porcentaje de mejora en la resistencia a la flexión adicionando fibra de luffa a los 28 días*

% de adición de luffa	resistencia los 28 días	diferencia respecto al 0%	% de mejoramiento
0%	47.84	0	0%
0.80%	46.79	-0.92	-1.93%
1.20%	46.92	-1.05	-2.20%
1.50%	42.40	-5.44	-11.36%

Anexo 2. Fibra de Luffa

Figura 9

Fibras de Luffa Cylindrica (LCF) secas y tratadas



Nota. Obtenido de Saadeh et al., (2025).

Figura 10

Luffa y su estructura interna



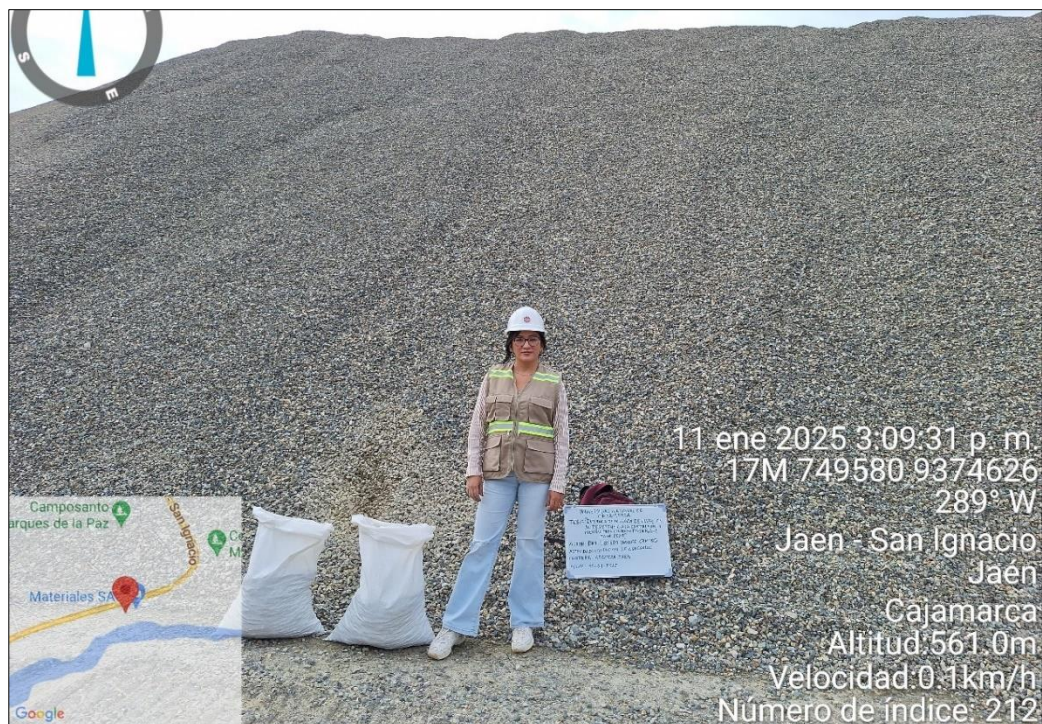
Nota. Obtenido de Mohamad et al., (2020).

Anexo 3. Panel fotográfico

2.1. Muestreo de agregados

Figura 11

Obtención de agregados.



2.2. Proceso de obtención de la fibra de Luffa

Figura 12

Procedimiento de limpieza de la fibra de luffa.



2.3. Estudio de agregados

Figura 13

Contenido de humedad del agregado grueso.



Figura 14

Contenido de humedad del agregado fino.



2.4. Elaboración de testigos de concreto

Figura 15

Pesado del agregado grueso.

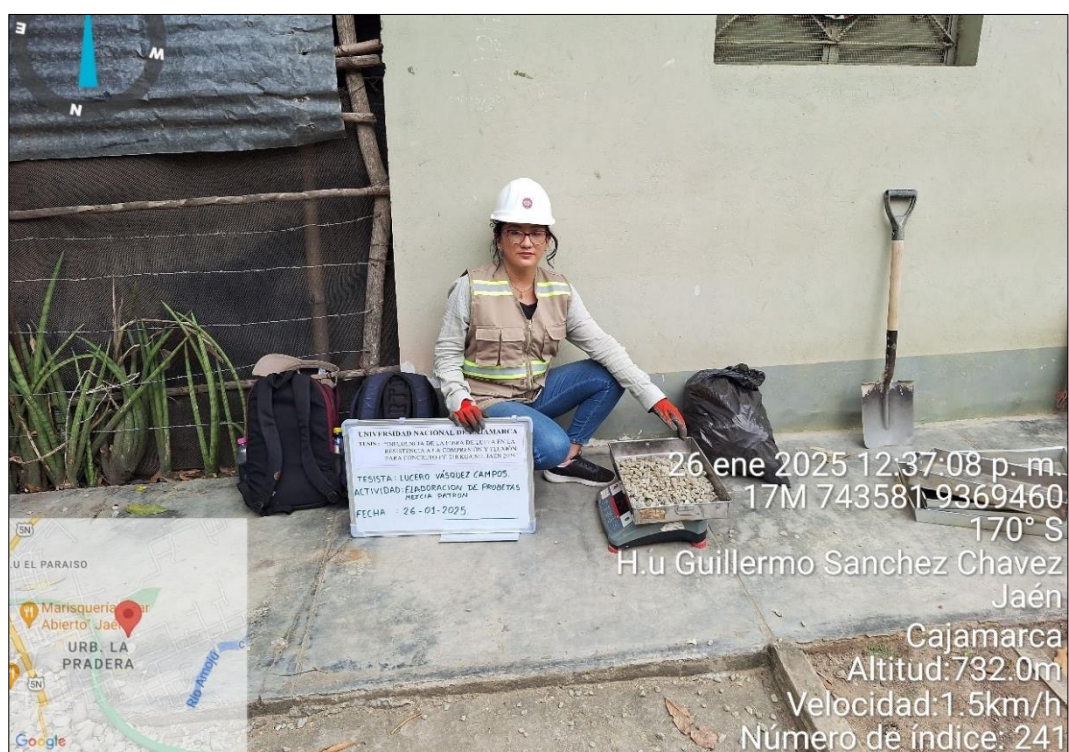


Figura 16

Pesado de fibra de luffa.

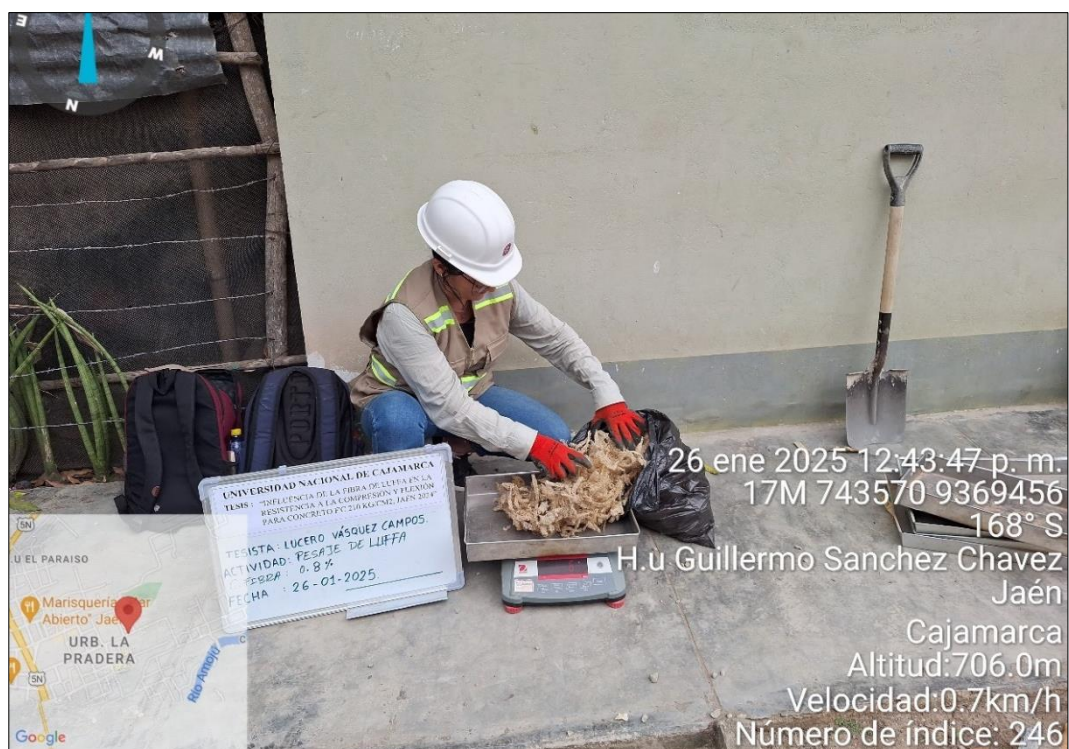


Figura 17

Elaboración de testigos de concreto patrón.



2.5. Ensayos de asentamiento

Figura 18

Ensayo de slump del concreto patrón



2.6. Rotura de testigos de concreto

Figura 19

Ensayo de resistencia a compresión al 0.8% de adición a los 28 días.



Figura 20

Ensayo de resistencia a compresión al 1.5% de adición a los 28 días.



2.7. Rotura de vigas de concreto

Figura 21

Ensayo de resistencia a la flexión del concreto patrón a los 14 días.



Figura 22

Ensayo de resistencia a la flexión al 1.2% de adición de luffa a los 28 días.



Anexo 3. Constancia de uso del laboratorio de ensayo de materiales Universal Engineering S.R.L

	UNEN UNIVERSAL ENGINEERING S.R.L. Estudios de Mecánica de Suelos, Geotécnicos, Geológicos, Hidrológicos, Hidráulicos, Topográficos y de Impacto ambiental - Ensayos y control de calidad en materiales de construcción (suelos, concretos, albañilería, pavimentos)
---	--

CONSTANCIA

EL QUE SUSCRIBE: LABORATORIO DE SUELOS, CONCRETO Y PAVIMENTOS
UNIVERSAL ENGINEERING S.R.L.

HACE CONSTAR:

Que la bachillera en ingeniería civil, Lucero Vásquez Campos, identificada con DNI N° 70504230, exalumna de la facultad de ingeniería de la Universidad Nacional de Cajamarca, con autorización de su facultad ha realizado y registrado ensayos para agregados grueso y fino, elaboración de especímenes cilíndricos y vigas de concreto también se realizó ensayos a la compresión y flexión de sus muestras elaboradas para el desarrollo de su tesis titulada "INFLUENCIA DE LA FIBRA DE LUFA EN LA RESISTENCIA A LA COMPRESIÓN Y FLEXIÓN PARA CONCRETO FC 210 KG/CM2, JAÉN 2024"

Se expide la presente constancia a petición de la interesado para los fines que estime pertinente

Atentamente

Jaén, marzo del 2025


UNIVERSAL ENGINEERING S.R.L.
María Aurora Neyra Villegas
DNI: 77154633
GERENTE GENERAL

María Aurora Neyra Villegas
Gerente General
UNIVERSAL ENGINEERING S.R.L.

Dirección: AV. BICENTENARIO N°785
EX AV. "A"
JAÉN - CAJAMARCA

Celular: - 964655132
- 964655127

Email:
universalengineering.srl@gmail.com
RUC: 20607543853

Anexo 4. Certificados de calibración de equipos utilizados



METROLOGÍA Y AUTOMATIZACIÓN S.R.L.

METAUT

CERTIFICADO DE CALIBRACION LF-PC-005-24

Pag. 1 de 4

CLIENTE : UNIVERSAL ENGINEERING S.R.L.

INFORMACION DEL INSTRUMENTO:

EQUIPO	PRENSA DE CONCRETO
FABRICANTE	TECNICAS CP
MODELO	TCP-051
N° SERIE	180
CAPACIDAD	100TN
INDICADOR	HIWEIGH
N° SERIE	MH2020073006
TRANSD. PRESION	----
RANGO	700 Bar
N° SERIE	----
SISTEMA DE ACC.	BOMBA ELECTRICA
FABRICANTE	----
MODELO	----
N° SERIE	----
UBICACIÓN	Laboratorio In Situ- Jaen

Los resultados de la medición reportados en este certificado fueron obtenidos siguiendo los procedimientos de calibración dados en el siguiente párrafo, donde los estándares de referencia son indicados en la siguiente pagina el cual garantiza la trazabilidad del instrumento Patrón y los certificados de calibración acreditado validan lo expuesto

El procedimiento toma como referencia a la norma ASTM E4-07 y la Norma NTP ISO/IEC 17025, Se aplicaron dos series de carga al Sistema Digital mediante la misma prensa. En cada serie se registraron las lecturas de las cargas.



DIA DE LA MEDICION 24/12/2024


STALIN OLAZABAL TREJO
JEFE LABORATORIO FUERZA
IE CIP N°182685



METROLOGÍA Y AUTOMATIZACIÓN S.R.L.

METAUT

CERTIFICADO DE CALIBRACION

LF-PC-005-24

Pag. 2 de 4

La Trazabilidad mediante la Medicón de referencia ISO 376:2011 Validado por el certificado de calibración N° OT N° 222-5367/Parcial 2 - INTI - Argentina

CONDICION AMBIENTAL DE CALIBRACION:

Temperatura de Ambiente (28.1+/- 1) °C
Humedad Relativa (61 +/- 5) ° %Hr

INFORMACION DEL INSTRUMENTO:

EQUIPO	PRENSA DE CONCRETO
FABRICANTE	TECNICAS CP
MODELO	TCP-051
N° SERIE	180
CAPACIDAD	100 TN
INDICADOR	HIWEIGH
N° SERIE	MH2020073006

INFORMACION DEL INSTRUMENTO PATRON:

EQUIPO	DINAMOMETRO (Load cell)
CONSTRUCTOR	AEP Transducers
MODELO	C8S
N° SERIE	723547
CAPACIDAD	1000 KN
PROC. CAL.	Compresión
INDICADOR:	AEP TRANSDUCER (Indicador Digital)
MODELO	MP10 Plus
N° SERIE	6593



JR. ANDRES RAZURI N°242 - PACASMAYO - PACASMAYO - LA LIBERTAD
CELULAR 999934038 - 970830283 | E-MAIL servicios@metaut.com - ventas@metaut.com
WWW.METAUT.COM



METROLOGÍA Y AUTOMATIZACIÓN S.R.L.

METAUT

Pag. 3 de 4

CERTIFICADO DE CALIBRACION

LF-PC-005-24

Marca TECNICAS CP, Indicador Digital HIWEIGH, Transductor de 700 bar

SISTEMA DIGITAL "A"	SERIES DE CALIBRACION (Kg)				PROMEDIO		ERROR Ep %	RPTBLD Rp %
	SERIE (1) Kg	SERIE (2) Kg	ERROR (1) %	ERROR (2) %	"B" Kg			
10,000	9,980	9,990	0.20	0.10	9,985		0.15	0.07
20,000	20,180	20,190	-0.90	0.95	20,185		-0.93	0.04
30,000	30,290	30,300	-0.97	-1.00	30,295		-0.98	0.02
40,000	40,790	40,800	-1.98	-2.00	40,795		-1.99	0.02
50,000	50,820	50,840	-1.64	-1.68	50,830		-1.66	0.03
60,000	61,150	61,160	-1.92	-1.93	61,155		-1.93	0.01
70,000	71,300	71,310	-1.86	-1.87	71,305		-1.86	0.01
80,000	81,300	81,320	-1.63	-1.65	81,310		-1.64	0.02

NOTAS SOBRE LA CALIBRACION

- 1.- La Calibración se hizo según el Método C de la norma ASTM E4-07
- 2.- Ep y Rp son el Error Porcentual y la Repetibilidad definidos en la citada Norma.
Ep = $(A-B) / A \times 100$ Rp = Desviación Estándar
- 3.- La norma exige que Ep y Rp no excedan el +/- 1.0 %

Coefficiente Correlación: $R^2 = 1$

Ecuación de ajuste: $Y = 1 + 10^{-7} X^2 + 1.0311 X - 375.89$
Donde:

X : Lectura de la pantalla
Y : fuerza promedio (Kg)

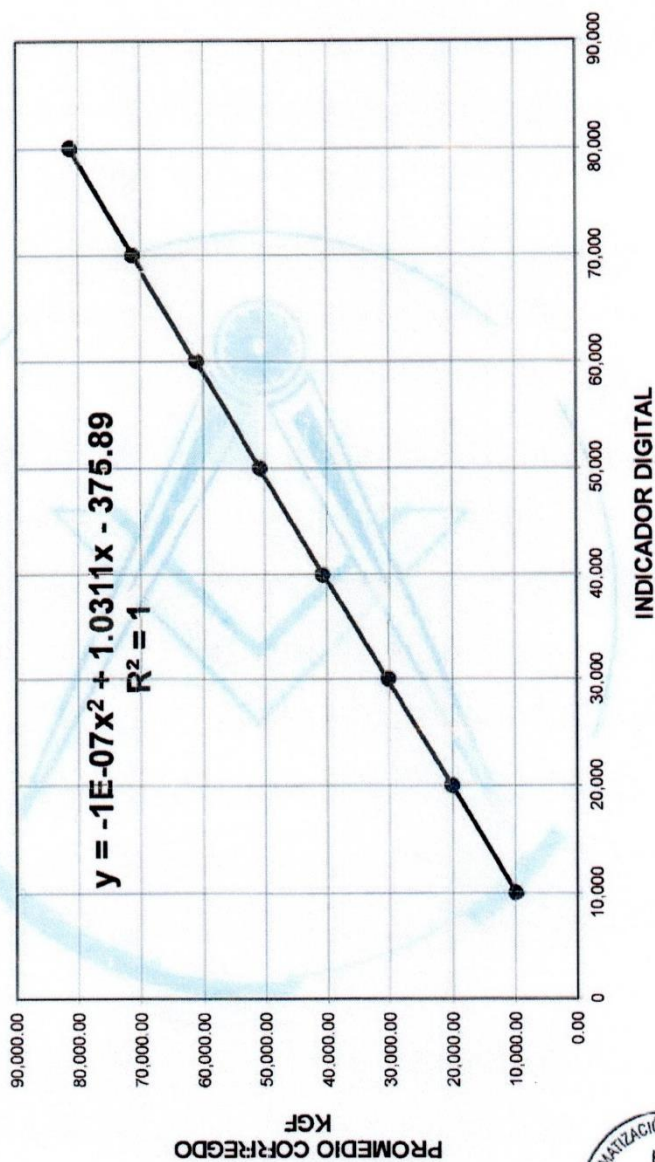




METROLOGÍA Y AUTOMATIZACIÓN S.R.L. METAUT

Pag 4 de 4

CERTIFICADO DE CALIBRACIÓN
LF-PC-005-24
Marca TECNICAS CP, Indicador HIWEIGH,
Transductor de 700 bar



JR. ANDRES RAZURI N°242 - PACASMAYO - PACASMAYO - LA LIBERTAD
CELULAR 999934038 - 970830283 | E-MAIL servicios@metaut.com - ventas@metaut.com
WWW.METAUT.COM