

UNIVERSIDAD NACIONAL DE CAJAMARCA FACULTAD DE INGENIERÍA
ESCUELA ACADÉMICO PROFESIONAL DE INGENIERÍA CIVIL



TESIS:

**“RESISTENCIA MECÁNICA DEL CONCRETO CON ADICIÓN DE FIBRAS DE
AGAVE AMERICANA L”**

AUTOR:

Bach. KELITA STEFANY MANTILLA CARRANZA

ASESOR:

Dr. Ing. MIGUEL ANGEL MOSQUEIRA MORENO

CAJAMARCA, PERÚ 2025

CONSTANCIA DE INFORME DE ORIGINALIDAD

- FACULTAD DE INGENIERÍA -

1. **Investigador:** KELITA STEFANY MANTILLA CARRANZA

DNI: 72228562

Escuela Profesional: INGENIERÍA CIVIL

2. **Asesor:** Dr. Ing. MIGUEL ANGEL MOSQUEIRA MORENO

Facultad: DE 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:**

RESISTENCIA MECÁNICA DEL CONCRETO CON ADICIÓN DE FIBRAS DE AGAVE AMERICANA L

6. **Fecha de evaluación:** 23/09/2025

7. **Software antiplagio:**

☒ TURNITIN

☐ URKUND (OURIGINAL) (*)

8. **Porcentaje de Informe de Similitud:** 25%

9. **Código Documento: Oid:** 3117: 3117:502708506

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

☒ APROBADO ☐ PARA LEVANTAMIENTO DE OBSERVACIONES O DESAPROBADO

Fecha Emisión: 24/09/2025



FIRMA DEL ASESOR

Dr. Ing. MIGUEL ANGEL MOSQUEIRA MORENO

DNI: 26733060



Firmado digitalmente por:
BAZAN DIAZ Laura Sofia
FAU 20148258801 soft
Motivo: En señal de
conformidad
Fecha: 24/09/2025 08:27:08-0500

UNIDAD DE INVESTIGACIÓN FI



Universidad Nacional de Cajamarca

"Norte de la Universidad Peruana"

Fundada por Ley 14015 del 13 de Febrero de 1962

FACULTAD DE INGENIERÍA

Teléf. N° 365976 Anexo N° 1129-1130



ACTA DE SUSTENTACIÓN PÚBLICA DE TESIS.

TITULO : RESISTENCIA MECÁNICA DEL CONCRETO CON ADICIÓN DE FIBRAS DE AGAVE AMERICANA L.

ASESOR : Dr. Ing. Miguel Angel Mosqueira Moreno.

En la ciudad de Cajamarca, dando cumplimiento a lo dispuesto por el Oficio Múltiple N° 0650-2025-PUB-SA-FI-UNC, de fecha 02 de octubre de 2025, de la Secretaría Académica de la Facultad de Ingeniería, a los **seis días del mes de octubre de 2025**, siendo las diez horas con treinta minutos (10:30 a.m.) en la Sala de Audiovisuales (Edificio 1A – Segundo Piso), de la Facultad de Ingeniería se reunieron los Señores Miembros del Jurado Evaluador:

Presidente : Dr. Ing. Mauro Augusto Centurión Vargas.
Vocal : Ing. Marco Wilder Hoyos Saucedo.
Secretario : M.Cs. Ing. Manuel Lincoln Minchán Pajares.

Para proceder a escuchar y evaluar la sustentación pública de la tesis titulada **RESISTENCIA MECÁNICA DEL CONCRETO CON ADICIÓN DE FIBRAS DE AGAVE AMERICANA L**, presentado por la Bachiller en Ingeniería Civil **KELITA STEFANY MANTILLA CARRANZA**, asesorada por el Dr. Ing. Miguel Angel Mosqueira Moreno, para la obtención del Título Profesional

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

EVALUACIÓN PRIVADA : 6 PTS.
EVALUACIÓN PÚBLICA : 10 PTS.
EVALUACIÓN FINAL : 16 PTS DIECISEIS (En letras)

En consecuencia, se la declara APROBADA con el calificativo de 16 (DIECISEIS) acto seguido, el presidente del jurado hizo saber el resultado de la sustentación, levantándose la presente a las 11:30 horas del mismo día, con lo cual se dio por terminado el acto, para constancia se firmó por quintuplicado.

Dr. Ing. Mauro Augusto Centurión Vargas.
Presidente

Ing. Marco Wilder Hoyos Saucedo.
Vocal

M.Cs. Ing. Manuel Lincoln Minchán Pajares.
Secretario

Dr. Ing. Miguel Angel Mosqueira Moreno
Asesor



Universidad Nacional de Cajamarca

"Norte de la Universidad Peruana"

Fundada por Ley 14015 del 13 de Febrero de 1962

FACULTAD DE INGENIERÍA

Teléf. N° 365976 Anexo N° 1129-1130



EVALUACIÓN DE LA SUSTENTACIÓN PÚBLICA DE TESIS.

Bachiller en Ingeniería Civil: KELITA STEFANY MANTILLA CARRANZA.

RUBRO	PUNTAJE
	Máximo/Calificación
2. DE LA SUSTENTACIÓN PÚBLICA	
2.1. Capacidad de síntesis	2
2.2. Dominio del tema	3
2.3. Consistencia de las alternativas presentadas	2
2.4. Precisión y seguridad en las respuestas	3
PUNTAJE TOTAL (MÁXIMO 12 PUNTOS)	10

Cajamarca, 06 de octubre de 2025

Dr. Ing. Mauro Augusto Centurión Vargas.
Presidente

Ing. Marco Wilder Hoyos Saucedo.
Vocal

M.Cs. Ing. Manuel Lincoln Minchán Pajares.
Secretario

Dr. Ing. Miguel Angel Mosqueira Moreno
Asesor



Universidad Nacional de Cajamarca

"Norte de la Universidad Peruana"

Fundada por Ley 14015 del 13 de Febrero de 1962

FACULTAD DE INGENIERÍA

Teléf. N° 365976 Anexo N° 1129-1130



EVALUACIÓN FINAL DE LA SUSTENTACIÓN DE TESIS.

Bachiller en Ingeniería Civil: KELITA STEFANY MANTILLA CARRANZA.

RUBRO	PUNTAJE
A.- EVALUACIÓN DE LA SUSTENTACIÓN PRIVADA	6
B.- EVALUACIÓN DE LA SUSTENTACIÓN PÚBLICA	10
EVALUACIÓN FINAL	
EN NÚMEROS (A + B)	16
EN LETRAS (A + B)	Dieciséis
- Excelente 20 - 19	BUENO
- Muy Bueno 18 - 17	
- Bueno 16 - 14	
- Regular 13 a 11	
- Desaprobado 10 a menos	

Cajamarca, 06 de octubre de 2025

Dr. Ing. Mauro Augusto Centurión Vargas.
Presidente

Ing. Marco Wilder Hoyos Saucedo.
Vocal

M.Cs. Ing. Manuel Lincoln Minchán Pajares.
Secretario

Dr. Ing. Miguel Angel Mosqueira Moreno
Asesor

DEDICATORIA

A mis padres, por enseñarme que sin importar lo difícil que sea, nunca rendirse.

A mi hermano por ser el mejor compañero de vida.

AGRADECIMIENTOS

A mi asesor el Dr. Ing. Miguel Ángel Mosqueira Moreno, por brindar su apoyo en la realización de esta investigación.

A mis padres y hermano por darme su apoyo incondicional, y ayudarme a salir adelante cada día.

Al laboratorio GUERSAN INGENIEROS S.R.L., en especial al Ing. Leiner Guerrero, por su ayuda para poder llevar a cabo esta investigación.

A mis amigos, en especial a Marlyn, Nixon y Aler, por todas las anécdotas compartidas y por ser a quienes recurro siempre en busca de apoyo y consejo.

CONTENIDO

DEDICATORIA	ii
AGRADECIMIENTOS	iii
RESUMEN	ix
ABSTRACT	x
CAPÍTULO I: INTRODUCCIÓN	1
1.1. Planteamiento del problema de investigación.	1
1.2. Formulación del problema.	2
1.3. Hipótesis.	2
1.4. Justificación de la investigación.	2
1.5. Alcances y delimitaciones.	2
1.6. Limitaciones.....	3
1.7. Objetivos.....	3
1.8. Descripción de contenidos de los capítulos.	4
CAPITULO II: MARCO TEÓRICO	5
2.1. Antecedentes teóricos de la investigación.	5
2.2. Bases teóricas.....	7
2.3. Definiciones y términos básicos.	19
2.4. Abreviaturas.....	20
CAPITULO III: MATERIALES Y METODOS.....	21
3.1. Ubicación geográfica.	21
3.2. Metodología.	21
3.3. Cantera en estudio.....	23
3.4. Características físicas y mecánicas de los agregados.	24
3.5. El cemento.	31
3.6. El agua.	32
3.7. Características de la fibra.	32
3.8. Diseño de mezcla y elaboración de especímenes.	32
3.9. Variables de evaluación del estudio.	35

3.10.	Técnicas, instrumentos de recopilación y procesamiento de información.	36
CAPITULO IV: ANÁLISIS Y DISCUSIÓN DE RESULTADOS.		42
4.1.	Análisis y discusión de resultados de los agregados.	42
4.2.	Concreto fresco.	43
4.3.	Concreto endurecido.	44
CAPITULO V: CONCLUSIONES Y RECOMENDACIONES.		46
5.1.	Conclusiones.	46
5.2.	Recomendaciones.	47
REFERENCIAS BIBLIOGRAFICAS.		48
ANEXOS.		51

ÍNDICE DE FIGURAS

Figura 1 Tipos de falla.	16
Figura 2 Diagrama de un dispositivo adecuado para ensayar a flexión vigas con cargas a los tercios.	18
Figura 3 Ubicación de la cantera “Hermanos Alaya”.	24
Figura 4 Resistencia a la compresión vs Edad del concreto.	41
Figura 5 Resistencia a la flexión vs Edad del concreto.	41
Figura 6 Curva de distribución granulométrica del agregado fino.	52
Figura 7 Curva de distribución granulométrica del agregado grueso.	57
Figura 8 Resistencia a la compresión a los 7 días.	87
Figura 9 Resistencia a la compresión a los 14 días.	98
Figura 10 Resistencia a la compresión a los 28 días.	109
Figura 11 Resistencia a la flexión a los 14 días.	117
Figura 12 Resistencia a la flexión a los 28 días.	125
Figura 13 Extracción de agregados de la cantera “Hermanos Alaya”	126
Figura 14 Ensayo de revenimiento del concreto.	126
Figura 15 Supervisión del asesor durante la elaboración de probetas de concreto.	127
Figura 16: Probetas de concreto listas para el curado.	127
Figura 17: Supervisión del asesor durante ensayo de resistencia a la compresión.	128
Figura 18: Ensayo de resistencia a la flexión	128

ÍNDICE DE TABLAS

Tabla 1 Características botánicas del Agave Americana L.....	19
Tabla 2 Ubicación geográfica del laboratorio de ensayo de materiales “GUERSAN INGENIEROS S.R.L”.	21
Tabla 3 Distribución de probetas.	22
Tabla 4 Ubicación geográfica de la cantera “Hermanos Alaya”.	23
Tabla 5 Porción de la muestra de campo requerida para los ensayos de laboratorio.....	25
Tabla 6 Requisitos granulométricos del agregado grueso.	26
Tabla 7 Requisitos granulométricos del agregado fino.....	27
Tabla 8 Dosificación del concreto	34
Tabla 9 Propiedades del agregado fino.	37
Tabla 10 Propiedades del agregado grueso.....	38
Tabla 11 Propiedades de la fibra.....	38
Tabla 12 Propiedades del concreto fresco.....	39
Tabla 13 Peso unitario del concreto endurecido.	39
Tabla 14 Resistencia a la compresión promedio.....	40
Tabla 15 Resistencia a la flexión promedio.	40
Tabla 16 Ensayo de análisis granulométrico del agregado fino.....	51
Tabla 17 Ensayo de peso específico y absorción para el agregado fino.	52
Tabla 18 Peso específico del agua.	53
Tabla 19 Factor “F” del recipiente para agregado fino.....	53
Tabla 20 Ensayo de peso unitario seco suelto del agregado fino.....	53
Tabla 21 Ensayo de peso unitario seco compactado del agregado fino.....	54
Tabla 22 Ensayo de contenido de humedad (%) del agregado fino.....	54
Tabla 23 Ensayo de partículas < Tamiz N° 200 del agregado fino.	55
Tabla 24 Ensayo de análisis granulométrico del agregado grueso.	56
Tabla 25 Ensayo de peso específico y absorción para el agregado grueso.....	57
Tabla 26 Peso específico del agua.	58
Tabla 27 Factor “F” del recipiente para agregado grueso.....	58
Tabla 28 Ensayo de peso unitario seco suelto del agregado grueso.	59
Tabla 29 Ensayo de peso unitario seco compactado del agregado grueso.....	59
Tabla 30 Ensayo de contenido de humedad (%) del agregado grueso.....	60
Tabla 31 Ensayo de partículas < Tamiz N° 200 del agregado grueso.	60

Tabla 32 Ensayo de abrasión del agregado grueso.	61
Tabla 33 Peso específico y absorción de la fibra de Agave Americana L.....	62
Tabla 34 Peso unitario del concreto en estado fresco.	75
Tabla 35 Peso unitario del concreto en estado endurecido.	76

RESUMEN

Debido a la necesidad de concretos con mayor resistencia a la flexión demandados en proyectos de infraestructura; considerando los altos costos de las fibras existentes en el mercado y la abundante disponibilidad de Agave Americana L en Cajamarca. En esta tesis se investigó como influye la adición de fibra de Agave Americana L en la resistencia mecánica de un concreto de $f'c = 210kg/cm^2$. En el estudio se evaluaron probetas de concreto con diferentes porcentajes de fibra de Agave Americana L (0%, 0.5%, 0.75% y 1%), se realizaron pruebas de resistencia a compresión y flexión a los 7, 14 y 28 días. Los resultados mostraron un aumento de la resistencia mecánica del concreto con adición de fibra de Agave Americana L, respecto de la muestra patrón para las proporciones de 0.5% y 0.75% de fibra de Agave Americana L, concluyendo que la resistencia mecánica del concreto con adición de fibra de Agave Americana L, fue de hasta $266.62 kg/cm^2$ (mayor en 9.02% respecto al patrón) en compresión y hasta $53.96 kg/cm^2$ en flexión (mayor en 4.98% respecto al patrón).

Palabras clave: Resistencia mecánica, concreto, fibra de Agave Americana L, resistencia a la compresión, resistencia a la flexión.

ABSTRACT

Due to the need for concrete with higher flexural strength required in infrastructure projects, and considering the high cost of existing fibers on the market and the abundant availability of Agave Americana L in our region, this thesis investigated the influence of adding Agave Americana L fiber on the mechanical strength of concrete with a design strength of $f'c = 210\text{kg/cm}^2$. The study evaluated concrete specimens with different percentages of Agave Americana L fiber (0%, 0.5%, 0.75%, and 1%), and tests for compressive and flexural strength were carried out at 7, 14, and 28 days, following ASTM C39 and ASTM C78 standards. The results showed an increase in the mechanical strength of concrete with added Agave Americana L fiber compared to the control sample for the 0.5% and 0.75% fiber dosages, concluding that the mechanical strength of the concrete with Agave Americana L fiber reached up to 266.62 kg/cm^2 (9.02% higher than the standard) in compression and up to 53.96 kg/cm^2 (4.98% higher than the standard) in flexion.

Keywords: Mechanical strength, concrete, Agave Americana L fiber, compressive strength, flexural strength.

CAPÍTULO I: INTRODUCCIÓN

1.1. Planteamiento del problema.

El concreto convencional (cemento, agregados y agua) es el material de construcción de obras civiles más utilizado en el mundo; sin embargo, tiene varias limitaciones las cuales afectan la vida útil de las estructuras. Por lo tanto, para garantizar un mejor aprovechamiento del material en las obras es preferible trabajar con el concreto, incorporando fibras. Pues este tiene una mayor facilidad constructiva, reduce la fragilidad del material, mejora la durabilidad y la seguridad de las construcciones ante eventos sísmicos. El concreto con fibras se aplica desde hace décadas, pero en ese momento era usado de forma empírica; en cambio, en la actualidad ocupa un papel importante en las obras porque garantiza la calidad final de las estructuras. (Dominguez, 2019)

En la actualidad, el cemento con adición de fibras son usados en proyectos de infraestructura donde se requieren concretos de mayor resistencia, durabilidad y resistencia a la fisuración; para obras subterráneas como túneles el cemento reforzado con fibras de acero es requerido debido a su alta resistencia a la compresión y su capacidad para resistir cargas pesadas, en obras viales son requeridas las fibras de polipropileno, pues éstas ayudan a controlar la fisuración en las carreteras y pavimentos, aumentando así su vida útil, sin embargo a pesar de las mejoras significativas de las propiedades del concreto con adición de fibras, se hace uso de este principalmente en obras especializadas debido a los altos costos de las fibras que hoy existen en el mercado que no permiten que su uso sea extendido. (Sika, 2021)

Debido a las diversas aplicaciones que se están dando al concreto reforzado con fibras en todo el mundo, el estudio de diferentes materiales fibroesforzados supone un amplio e interesante campo para la investigación, el estudio de fibras vegetales como refuerzo para el concreto, resulta atractivo, debido a la alta disponibilidad de estas en todo el país.

Por lo descrito anteriormente, se busca conocer si las fibras de Agave Americana L (fibra de origen vegetal), también llamado maguey o penca azul aumenta la resistencia mecánica para un concreto $f'c = 210kg/cm^2$, el cual se estudiará en la presente tesis. Se formula entonces el siguiente problema:

1.2. Formulación del problema.

¿En cuánto aumenta la resistencia mecánica del concreto con $f'c = 210 Kg/cm^2$ al adicionar fibras de Agave Americana L?

1.3. Hipótesis.

La resistencia mecánica del concreto al adicionar fibras de Agave Americana L aumenta 15% tanto a compresión como a flexión para un concreto $f'c = 210 Kg/cm^2$.

1.4. Justificación de la investigación.

En esta investigación, se determinó que al incluir de fibras de Agave Americana L en la mezcla de concreto aumenta la resistencia a la compresión y flexión, fuerzas a las que comúnmente son sometidos los elementos de concreto, se estudió las proporciones de fibra de 0.5%, 0.75% y 1.0% y se comparó los resultados con un concreto estándar de $f'c = 210kg/cm^2$.

Dada la accesibilidad al recurso (fibras de Agave Americana L) en nuestra región, la Facultad de Ingeniería de la Universidad Nacional de Cajamarca, contribuye con este estudio conocimientos útiles y aplicables en la sociedad, como lo es el mejoramiento de las propiedades mecánicas del concreto gracias a la adición de las fibras antes mencionadas.

1.5. Alcances y delimitaciones.

La norma E.060 (2019) nos dice que, para elementos resistentes a fuerzas inducidas por sismo la resistencia especificada a la compresión del concreto, $f'c$, no debe ser menor que 21 MPa, y dado que según la norma E.030 (2019), Cajamarca se encuentra entre la zonificación 2 y 3 de peligro sísmico, esta investigación estudió el comportamiento la resistencia a

compresión de un concreto con $f'c = 210 \text{ kg/cm}^2$, y adición de fibra vegetal de **Agave Americana L** en proporciones de **0.50% 0.75% y 1.00%**. Se valuó para ello testigos de concreto a diferentes edades, las cuales fueron **7, 14 y 28 días**.

Esta investigación se realizó utilizando fibra vegetal de Agave Americana L (penca azul) extraída en Baños del Inca - Cajamarca, cemento Pacasmayo tipo I y agregados de la cantera “Hermanos Alaya”, ubicada en el distrito de Llacanora – Cajamarca. Se realizó ensayos de propiedades de los agregados extraídos de la cantera antes mencionada, así como también ensayos para la obtención de las propiedades de la fibra de Agave Americana L.

Se realizó los ensayos de esta tesis en el año 2023, utilizando la normativa vigente, estas son las normas: NTP, normas ASTM y/o recomendaciones ACI.

1.6. Limitaciones.

El presente trabajo de investigación, únicamente se enfocó en el estudio de la resistencia mecánica del concreto con adición de fibra de Agave Americana L, mas no se evaluó la durabilidad de la fibra en el concreto luego de los 28 días de curado.

1.7. Objetivos.

1.7.1. Objetivo general.

- Determinar la resistencia mecánica del concreto con adición de fibras de Agave Americana L.

1.7.2. Objetivos específicos.

- Determinar la resistencia a la compresión del concreto con 0.50% de fibra de Agave Americana L.
- Determinar la resistencia a la compresión del concreto con 0.75% de fibra de Agave Americana L.
- Determinar la resistencia a la compresión del concreto con 1.00% de fibra de Agave Americana L.

- Determinar la resistencia a la flexión del concreto con 0.50% de fibra de Agave Americana L.
- Determinar la resistencia a la flexión del concreto con 0.75% de fibra de Agave Americana L.
- Determinar la resistencia a la flexión del concreto con 1.00% de fibra de Agave Americana L.

1.8. Descripción de contenidos de los capítulos.

CAPÍTULO I: INTRODUCCIÓN, comprende; planteamiento del problema, formulación de la hipótesis, justificación, alcances de la investigación, limitaciones, objetivos y descripción de contenidos.

CAPÍTULO II: MARCO TEÓRICO, comprende; antecedentes teóricos; donde se describe investigaciones similares a nivel internacional, nacional y local, bases teóricas; que sirven como base para el desarrollo de la investigación y definición de términos básicos y abreviaturas

CAPÍTULO III: MATERIALES Y MÉTODOS, se presenta la ubicación geográfica y temporal de la investigación, explicando la metodología empleada, el procedimiento, un análisis de datos y presentación de resultados.

CAPÍTULO IV: ANÁLISIS Y DISCUSIÓN DE RESULTADOS, se presenta la explicación y discusión de los resultados de la investigación, luego de aplicar la metodología propuesta.

CAPÍTULO V: CONCLUSIONES Y RECOMENDACIONES, se presentan las conclusiones obtenidas luego de analizar los resultados de la investigación en base a los objetivos planteados, se incluye también recomendaciones para próximas investigaciones.

BIBLIOGRAFIA.

ANEXOS.

CAPITULO II: MARCO TEÓRICO

2.1. Antecedentes teóricos de la investigación.

2.1.1. Antecedentes internacionales.

Shah, Li, Zhang, & Yang, (2021), en su estudio llamado “Experimental investigation on the mechanical properties of natural fiber reinforced concrete”, realizado en la escuela de arquitectura e ingeniería civil de la Universidad Agrícola de Yunnan, Kunming, China. indican que el concreto reforzado con fibra híbrida de sisal y coco ha aumentado la resistencia a la compresión hasta un 35,98% para una concentración de fibra del 0,5%, mientras que el concreto reforzado con fibra de coco y el concreto reforzado con fibra de sisal en una concentración del 1% han aumentado la resistencia a la compresión un 33,94% y un 24,86%, respectivamente. por otro lado, la resistencia a la tracción por flexión se incrementó en el concreto reforzado con fibra híbrida de sisal y coco un 25,48%, mientras que el concreto reforzado con fibra de coco incremento en un 24,56%, y el concreto reforzado con fibra de sisal, en un 11,80%.

Hafsa, y otros, (2022), en su artículo “Natural cellulosic fiber reinforced concrete: influence of fiber type and loading percentage on mechanical and water absorption performance”, realizado en el departamento de ciencia de los materiales y tecnología de fabricación de la facultad de ingeniería de la Universidad Checa de Ciencias de la Vida de Praga, concluyen que, al utilizar refuerzo de fibras de yute y sisal, se observó una mejora de aproximadamente el 11,6% al 20,2% en la resistencia a la tracción y a la compresión, respectivamente, en comparación con el concreto sin refuerzo, simplemente agregando un 2% de fibras a la mezcla de concreto. la resistencia a la flexión aumentó para el concreto a base de fibras naturales hasta una carga de fibras del 1,5%. sin embargo, se observó una disminución en la resistencia a la flexión más allá de una carga del 1,5% debido a grietas en la interfaz entre la fibra y el concreto.

2.1.2. Antecedentes nacionales.

Mallauppoma, (2017), señala en la tesis de grado: “Comportamiento del concreto con adición de fibras de agave americana L para la mejora de sus propiedades en estado fresco, San Carlos - Huancayo 2017” determinó que La fibra de Agave Americana L reduce proporcionalmente el peso unitario del concreto debido a que desplaza insumos del concreto con mayor peso específico, además de reducir el asentamiento de la mezcla ya que la fibra absorbe humedad.

Rodriguez, (2017) en la tesis de grado “Diseño de concreto $f'c = 250 \text{ kg/cm}^2$ reforzado con cascarilla de café en la ciudad de Jaén” concluye que la resistencia a la compresión, en el caso de la adición con cascarilla hace que la resistencia disminuya conforme aumenta el porcentaje de adición llegando hasta -7.90% con la mayor dosis, sin embargo la adición de ceniza hace que la resistencia aumente conforme aumenta la adición llegando hasta 8.65% a los 28 días en la más alta dosis, además se observa que el porcentaje de aumento a los 28 días es mayor que a los 7 días en todas las dosis.

2.1.3. Antecedentes locales.

Beraún, (2017), en la tesis de grado “Resistencia a la compresión de un concreto de $f'c = 280 \text{ kg/cm}^2$ con adición de fibra vegetal (cocos conífera) con una proporción de 0.5%, 1.0% y 1.5%.”, realizada en la ciudad de Cajamarca, se concluye que una de las soluciones más eficientes para la disminución de la contaminación del medio ambiente es el reciclaje, y comprobó que uno de estos es la utilización de la corteza de fibra de coco, esta fibra se la recicla y se le da uso en construcción mejorando las propiedades del concreto.

Pajares, (2015) en su tesis de grado “Análisis del incremento de la resistencia mecánica del concreto con la adición de fibra vegetal” indica que al adicionar fibra vegetal (cabuya) a un concreto $f'c = 280 \text{ kg/cm}^2$, este concreto incrementa su resistencia a los diferentes esfuerzos, sin embargo el mayor incremento de resistencia en compresión fue de 7.04% y se

obtuvo con una adición de 1.00% de fibra, en tracción se obtuvo un incremento de la resistencia del 16.01% correspondiente a una adición de 1.00% de fibra mientras que en flexión la resistencia se incrementó en 40.66% correspondiendo este incremento a una adición de 1.00% de fibra.

2.2. Bases teóricas.

2.2.1. Concreto.

El concreto es un producto artificial formado por cemento Portland u otro tipo de cemento hidráulico, agregado fino, agregado grueso y agua, a la que puede incorporarse aditivos según sea necesario. (E.060, 2019)

El concreto es el material de construcción más empleado a nivel mundial, debido a múltiples ventajas. Entre ellas, destaca su elevada resistencia frente a la acción del agua, sin presentar un deterioro significativo. Asimismo, su notable trabajabilidad permite moldearlo en una amplia gama de formas y dimensiones. Estas características, junto con su disponibilidad inmediata en proyectos de construcción y su bajo costo relativo, lo convierten en una opción preferente para los ingenieros civiles. (Ramos, 2019)

Las propiedades del concreto dependen, en esencia, de las características físicas y químicas de los materiales que lo constituyen. Una comprensión más profunda de estas propiedades se logra mediante el análisis de la estructura y composición del propio concreto. Los agregados representan la fase discontinua del concreto, ya que sus partículas no se encuentran cohesionadas entre sí, sino que están separadas por capas de pasta endurecida de espesor variable. Mientras que la pasta, por su parte, se genera a partir de la reacción química entre el material cementante y el agua, y constituye la fase continua del concreto, debido a que se encuentra interconectada en todo el volumen del material, proporcionando cohesión e integridad al sistema. (Rivva, 2015)

Requisitos de mezcla y composición. Las mezclas de concreto deberán cumplir con los siguientes requisitos básicos:

- La mezcla de concreto en estado fresco debe presentar niveles apropiados de trabajabilidad, consistencia y cohesión que aseguren su correcta colocación dentro de los moldes o encofrados. Asimismo, debe mantenerse homogénea, sin evidencias de segregación, y con un grado mínimo de exudación.
- El concreto en estado endurecido debe cumplir con las propiedades mecánicas y de durabilidad especificadas, en concordancia con las exigencias funcionales de la estructura para la cual ha sido diseñado.
- Además, el costo por unidad de volumen del concreto endurecido debe ser el más bajo posible, siempre que sea compatible con los requisitos de calidad establecidos. (Pajares, 2015)

La pasta. Es la parte del concreto endurecido conocida como pasta está compuesto por el gel que es nombre con el que se denomina al producto resultante de la reacción química e hidratación del cemento, los poros incluidos en ella, el cemento no hidratado, en caso exista y los cristales de hidróxido de calcio, o cal libre, que puedan haberse formado durante la hidratación del cemento. Estos cuatro elementos tienen un papel fundamental en el comportamiento del concreto. (Rivva, 2015)

Función de la pasta. La pasta tiene cuatro grandes funciones en el concreto:

- Contribuir a dar las propiedades requeridas al producto endurecido.
- Separar las partículas de agregado.
- Llenar los vacíos entre las partículas de agregado y adherirse fuertemente a ellas.
- Proporcionar lubricación a la masa cuando ésta aún no ha endurecido. (Maza, 2016)

Propiedades de la pasta. Las propiedades de la pasta dependen de:

- Las propiedades físicas y químicas del cemento.

- Las proporciones relativas de cemento y agua en la mezcla.
- El grado de hidratación del cemento, dado por la efectividad de la combinación química entre éste y el agua. (Rivva, 2015)

Influencia de la pasta en el concreto. Si bien los agregados desempeñan un rol esencial en las propiedades finales del concreto, su comportamiento como material de construcción está fuertemente determinado por las características de la pasta cementante. Para un tipo de cemento específico, la porosidad y calidad de la pasta dependen principalmente de la relación agua-material cementante y del grado de hidratación alcanzado. Una menor relación agua-material cementante en mezclas con adecuada trabajabilidad, junto con un mayor grado de hidratación, conduce a una pasta de menor porosidad y, por ende, a un concreto con mejores propiedades mecánicas y de durabilidad. Dado que el grado de hidratación está vinculado a la reacción entre el cemento y el agua, todas las condiciones que favorezcan este proceso adquieren relevancia en la influencia que ejerce la pasta sobre el desempeño del concreto. (Maza, 2016)

El gel. El gel presenta una estructura porosa formada por una red interconectada de partículas sólidamente enlazadas, predominantemente con morfologías escamosas o fibrosas, que incluye también material con características amorfas. En cuanto a su composición, el gel está constituido por la masa cohesiva del cemento hidratado en su estado más compacto, cristales de hidróxido de calcio y poros a escala gel.

El gel es el componente principal que determina la resistencia y el comportamiento elástico del concreto, aunque los mecanismos exactos que explican su resistencia aún no se comprenden plenamente. Se reconocen dos tipos fundamentales de cohesión en el gel: la atracción física, basada en fuerzas de Van der Waals que actúan entre partículas separadas únicamente por poros gel microscópicos, y la adherencia química, originada por enlaces iónicos y covalentes en las zonas de contacto entre partículas. Si bien las fuerzas químicas son

predominantes, su efecto se limita a las áreas de contacto, mientras que la atracción física influye sobre una superficie mucho más extensa, dada la alta área superficial específica del gel, cercana a dos millones de centímetros cuadrados por gramo. Esta combinación de interacciones confiere a la pasta cementante una cohesión suficiente para resistir deformaciones tixotrópicas significativas, a pesar de su naturaleza de gel con expansión limitada. Aunque aún se investiga la influencia relativa de las adherencias física y química en el gel, no cabe duda de que ambas contribuyen significativamente a las propiedades finales de la pasta cementante endurecida, reafirmando su papel crucial en el desempeño estructural del concreto. (Maza, 2016)

Porosidad de la pasta. La pasta cementante contiene diversos espacios vacíos denominados poros, que generalmente no contienen materia sólida, aunque en ciertas condiciones pueden estar parcialmente llenos de agua. Estos poros se clasifican en cuatro categorías según su origen, tamaño y ubicación, sin una delimitación estricta entre ellas; están los poros por aire atrapado, que corresponden a pequeñas cantidades de aire incorporadas involuntariamente durante el mezclado y que varían en tamaño desde microscópicos hasta mayores de un centímetro; estos poros, aunque inevitables, reducen la resistencia y durabilidad del concreto, además de aumentar su permeabilidad, y pueden incluir fisuras o cavidades bajo el agregado grueso causadas por agua secada; los poros por aire incorporado, generados intencionalmente mediante aditivos que crean burbujas esféricas muy pequeñas (diámetro promedio de 0.08 a 0.10 mm), las cuales representan hasta un 5 % del volumen total y aumentan significativamente la durabilidad al proteger contra daños por congelación mediante la formación de cámaras de expansión para el agua helada; además, mejoran la trabajabilidad, reducen la segregación y exudación, y permiten disminuir la relación agua-cemento sin pérdida de consistencia, aunque incrementan la porosidad y reducen la resistencia mecánica en un 5 % por cada 1 % de aire incorporado, con un efecto más marcado en mezclas ricas; los poros capilares, que corresponden a los espacios originalmente ocupados por el agua en el concreto

fresco y no rellenados por el gel durante la hidratación; estos poros son microscópicos, en muchos casos interconectados, y su presencia aumenta la porosidad, permeabilidad y vulnerabilidad al ataque por bajas temperaturas, dado que contienen agua que puede congelarse y expandirse, causando esfuerzos internos que deterioran el concreto; los poros gel, que son vacíos extremadamente pequeños (aproximadamente 0.0000010 mm) atrapados dentro de la estructura del gel, no interconectados y que no permiten la congelación del agua debido a su reducido tamaño, representando cerca del 28 % del volumen de la pasta y siendo independientes de la relación agua-cemento o grado de hidratación. (Rivva, 2015)

2.2.2. *Cemento portland.*

Composición. El cemento Portland, un producto comercial ampliamente disponible, reacciona lentamente con el agua, ya sea en forma pura o en combinación con arena, grava u otros agregados, para formar una masa endurecida. Este material se obtiene principalmente a partir del clinker, un producto finamente molido que resulta de la calcinación a altas temperaturas de mezclas controladas de piedra caliza y arcilla, las cuales contienen cal, alúmina, hierro y sílice en proporciones específicas. (Abanto, 2018)

Tipos. Para la elaboración de concreto se debe emplear cementos que cumplan con los requisitos de siguientes normas:

- Cementos portland normal tipo I, II, o V se rigen por las normas NTP (Norma Técnica Peruana) 334.009; 334.038; o 334.040; respectivamente; o la norma ASTM C 150.
- Cementos portland puzolánicos tipo IP y IPM se rigen por las normas NTP (Norma Técnica Peruana) 334.044; o la norma ASTM C 595.

Según la NTP 334.009 (2016), de acuerdo a sus propiedades especifican los cementos portland se clasifican en los siguientes tipos.

- TIPO I: para uso general que no requiera propiedades especiales de cualquier tipo;

- TIPO II: para uso general, y específicamente cuando se desea moderada resistencia a los sulfatos o moderado calor de hidratación;
- TIPO III: para ser utilizado cuando se requiere altas resistencias iniciales;
- TIPO IV: para emplearse cuando se desea bajo calor de hidratación;
- TIPO V: para emplearse cuando se desea alta resistencia a los sulfatos.

2.2.3. Agregados.

Los agregados, elementos inertes esenciales del concreto, son partículas minerales como arenisca, granito, basalto y cuarzo, que son aglomeradas por la pasta de cemento para conformar la estructura resistente del material. Estos ocupan aproximadamente tres cuartas partes del volumen total del concreto, y su calidad es fundamental para las propiedades finales del producto. La distribución volumétrica de sus partículas resulta clave para lograr una estructura compacta y eficiente, así como una adecuada trabajabilidad. Para ello, es necesario un ensamble casi completo, donde las partículas más pequeñas llenen los vacíos entre las mayores, garantizando una matriz continua unida por la pasta cementante. (Pasquel, 2016)

Funciones. El agregado cumple tres funciones principales en el concreto: primero, actúa como relleno de la pasta, disminuyendo su volumen y, por ende, el costo por unidad cúbica del material; segundo, forma una masa resistente que soporta las cargas mecánicas, el desgaste y las acciones climáticas a las que se expone el concreto; y tercero, contribuye a minimizar las variaciones volumétricas causadas por procesos de fraguado y endurecimiento, así como por cambios de humedad y temperatura en la pasta cementante. (Rivva, 2015)

Agregado fino. El agregado fino se define como el material resultante de la desintegración natural o artificial de rocas, cuyas partículas atraviesan el tamiz NTP de 9.4 mm (3/8”) y cumplen con los criterios establecidos por las normas NTP 400.037 o ASTM C 33. Este tipo de agregado puede estar compuesto por arena natural, arena manufacturada, o una mezcla de ambas. Las partículas deben ser limpias, de forma preferentemente angular, duras,

densas y resistentes. Además, deben estar libres de impurezas como polvo, terrones, partículas deleznales, esquistos, pizarras, álcalis, materia orgánica, sales u otras sustancias que puedan comprometer la calidad y durabilidad del concreto. (Rivva, 2015)

Agregado grueso. El agregado grueso se define como aquel material que queda retenido en el tamiz NTP de 4.75 mm (Nº 4) y que cumple con los requisitos establecidos en las normas ITINTEC 400.037 o ASTM C 33. Este tipo de agregado puede estar compuesto por piedra chancada, grava natural o triturada, agregados metálicos de origen natural o artificial, concreto reciclado triturado, o combinaciones de estos materiales. Las partículas deben ser preferentemente angulares o semiangulares, con una superficie rugosa, limpias, duras, densas y resistentes. Además, deben estar exentas de partículas escamosas o blandas. Químicamente, deben ser estables y libres de impurezas como polvo, tierra, limo, sales, humus, materia orgánica, incrustaciones superficiales u otras sustancias que puedan afectar negativamente el desempeño del concreto. (Rivva, 2015)

2.2.4. *Fraguado, hidratación, y curado del concreto.*

El tiempo de fraguado se refiere al intervalo necesario para que una mezcla de cemento y agua alcance una dureza determinada. Este proceso no debe ser ni demasiado rápido ni demasiado lento, ya que un fraguado acelerado impide colocar el concreto a tiempo, mientras que uno muy lento retrasa la ejecución y uso de la estructura. Cuatro factores influyen principalmente en este tiempo: el contenido de trióxido de azufre (SO_3), la cantidad de aluminato tricálcico (C_3A), la finura del cemento y la temperatura alcanzada durante la molienda. El fraguado del cemento inicia con un rápido incremento de la viscosidad y una elevación de temperatura en la pasta, fenómeno conocido como fraguado inicial. Con el paso de algunas horas, la mezcla se vuelve rígida e indeformable, marcando el fraguado final, el cual no responde a un evento físico específico, sino que se define de forma convencional. A partir de ese punto, la resistencia del material se incrementa de manera progresiva con el tiempo. Su

duración depende de varios factores: el tipo de cemento (más C_3A o mayor finura aceleran el fraguado), la cantidad y calidad del agua (menos agua o agua con impurezas orgánicas lo retardan), el contenido de sustancias químicas en los agregados, las condiciones climáticas (el calor lo acelera y el frío lo retrasa), y ciertos compuestos químicos solubles, que pueden actuar como retardantes o acelerantes según su naturaleza. (Maza, 2016)

Se define como hidratación al proceso de reacción química del cemento en presencia del agua. La hidratación requiere de presencia de humedad, condiciones de curado favorables, y tiempo. (Maza, 2016)

Se define como tiempo de curado al período durante el cual el concreto es mantenido en condiciones de humedad y temperatura tales como para lograr la hidratación del cemento en la magnitud que se desea para alcanzar la resistencia seleccionada. (Maza, 2016)

El agua. El agua de mezcla en el concreto cumple tres funciones clave: hidratar el cemento mediante reacciones químicas, actuar como lubricante para mejorar la trabajabilidad de la mezcla, y generar una estructura de vacíos que permita el desarrollo de los productos de hidratación. Por lo general, se utiliza más agua de la estrictamente necesaria para la hidratación, a fin de facilitar el manejo del concreto. Sin embargo, el principal problema radica en la presencia y cantidad de impurezas en el agua, ya que estas pueden generar reacciones químicas indeseadas que alteran el comportamiento normal de la pasta de cemento. (Rivva, 2015)

El agua empleada en la elaboración del concreto debe ser limpia y estar exenta de concentraciones perjudiciales de sustancias como ácidos, álcalis, aceites, sales, materia orgánica y otros compuestos que puedan comprometer la durabilidad del concreto o provocar la corrosión del refuerzo de acero. (Abanto, 2018)

2.2.5. Resistencia del concreto.

La resistencia del concreto es su capacidad para soportar esfuerzos sin fracturarse, siendo la resistencia a la compresión el principal indicador de su calidad debido a su comportamiento estructural. Esta propiedad es fundamental para aceptar o rechazar el concreto en obra, aunque otras características como durabilidad, permeabilidad o resistencia al desgaste también son relevantes según el tipo de proyecto. La resistencia influye directamente en la mayoría de las demás propiedades del concreto, pero en el diseño de mezclas es necesario considerar otros factores que también afectan el desempeño del material. Entre los aspectos más determinantes para la resistencia se encuentran la relación agua-cemento, la proporción entre cemento y agregado, las características físicas del agregado (como granulometría, forma, textura, resistencia y dureza) y el tamaño máximo del agregado. (Pasquel, 2016)

Compresión. Se refiere al esfuerzo que experimenta un material cuando está sometido a fuerzas que actúan en la misma dirección y sentido, provocando su acortamiento. Este fenómeno es opuesto a la tracción, ya que induce el acercamiento entre las partículas del material, generando reducciones de longitud o aplastamientos. En términos generales, la compresión es el resultado de tensiones o presiones internas dentro de un sólido deformable o medio continuo, caracterizándose por producir una disminución en el volumen o un acortamiento en una dirección específica. (Cervera, 2015)

La fórmula para calcular la tensión de trabajo es:

$$\sigma_c = \frac{F}{A}$$

Donde:

σ_c = Esfuerzo de trabajo. Expresado en kilogramo/centímetro cuadrado (kg/cm²)

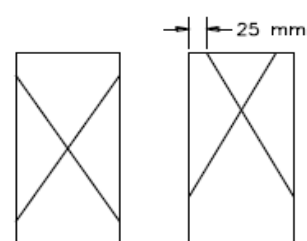
F = Fuerza de compresión. Expresado en kilogramo fuerza (kgf)

A = Sección transversal. Expresado en centímetro cuadrado (cm²)

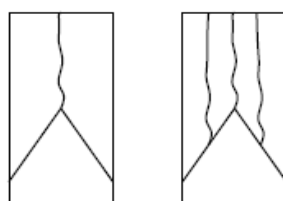
Al momento de realizar el ensayo a compresión se debe tener en cuenta que al aplicar la carga de compresión mientras el indicador muestra que la carga disminuye constantemente y el espécimen muestra un patrón de fractura bien definido (Tipos del 1 al 4 en la Figura 1) el cierre de la máquina de ensayo está prohibido hasta que la carga haya caído a un valor menor del 95 % de la carga máxima. Cuando se ensayan con almohadillas, una fractura en la esquina similar a los patrones tipos 5 o 6 mostrados en la Figura 1, puede ocurrir antes que la capacidad última del espécimen haya sido alcanzada. Registrar la carga máxima alcanzada por el espécimen durante el ensayo, y anotar el tipo de patrón de fractura de conformidad con la Figura 1. Si la resistencia medida es menor a lo esperado, examinar la fractura del concreto y notar la evidencia de segregación, y la presencia de grandes vacíos de aire; si las fracturas pasan predominantemente alrededor o a través de las partículas del agregado grueso, y verificar si el refrentado se realizó de conformidad con las NTP 339.037 o NTP 339.216. (NTP 339.034, 2021)

Figura 1

Tipos de falla.



Tipo 1
Conos razonablemente bien formados en, ambas bases, menos de 25 mm de grietas entre capas.



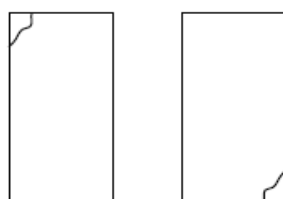
Tipo 2
Cono bien formado sobre una base, desplazamiento de grietas verticales a través de las capas, cono no bien definido en la otra base.



Tipo 3
Grietas verticales columnares en ambas caras, conos no bien formados.



Tipo 4
Fractura diagonal sin grietas en las bases, golpear con martillo para diferenciar del tipo 1.



Tipo 5
Fracturas de lado en las bases (superior o inferior) ocurren comúnmente con las capas de embonado.



Tipo 6
Similar al tipo 5 pero el terminal del cilindro es asentado.

Fuente: NTP. 339.034.

Flexión. La flexión es un tipo de esfuerzo compuesto por la acción simultánea de compresión y tracción. En un elemento sometido a flexión, las fibras ubicadas en la parte superior de la sección transversal se alargan debido a la tracción, mientras que las fibras inferiores se acortan debido a la compresión, o viceversa. Esto genera una curvatura en la estructura. Un concepto clave en el análisis de flexión es la existencia de la fibra neutra, una superficie dentro del material cuya longitud no se altera antes ni después de la deformación. la resistencia a la tracción del concreto cuando está sometido a flexión, conocida como módulo de ruptura, presenta una mayor variabilidad en comparación con la resistencia a la compresión. generalmente, su valor equivale aproximadamente al 10-15% de la resistencia a compresión del material. (Cervera, 2015)

La norma (NTP 339.078, 2017) indica que: “Este método de ensayo consiste en aplicar una carga en los tercios de la luz de la viga hasta que ocurra la falla. El módulo de rotura se calculará, según la ubicación de la falla: dentro del tercio medio o a una distancia de este no mayor del 5 % de la luz libre”.

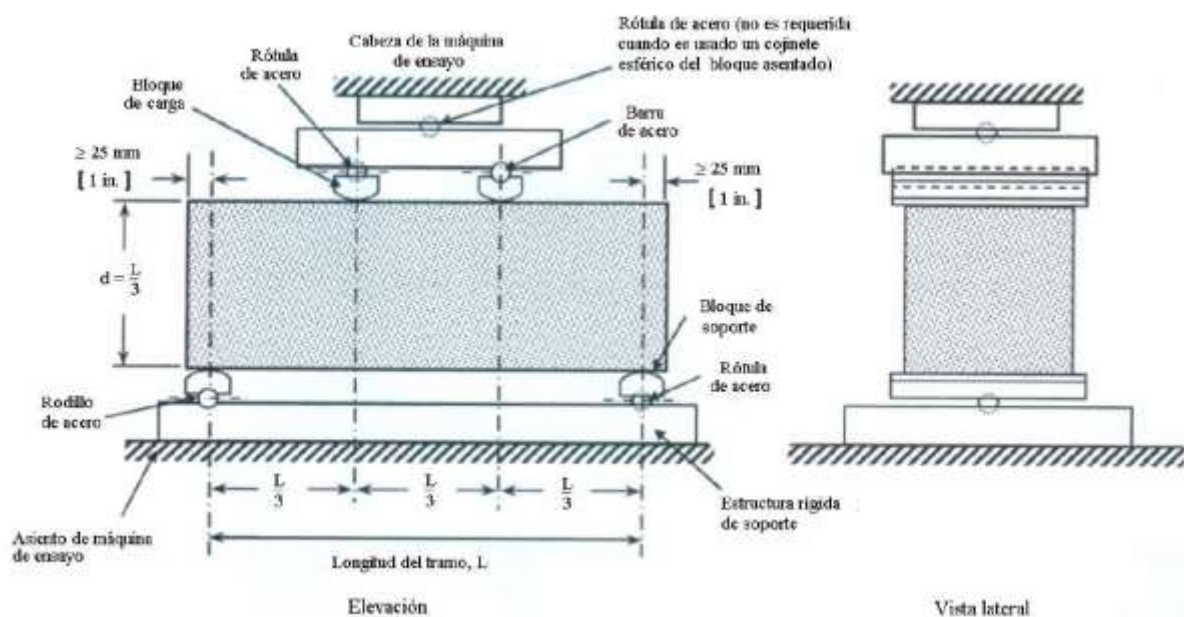
El ensayo para la resistencia a la flexión se realiza de acuerdo a las normas NTP 339.078, NTC 2871 o ASTM C31 y ASTM C78. (Rivva, 2015)

La máquina de ensayo debe cumplir los requisitos descritos en la norma ASTM E 4. No se permite el uso de máquinas de ensayo. (NTP 339.078, 2017)

A continuación se muestra la idealización del dispositivo adecuado para ensayar vigas a flexión.

Figura 2

Diagrama de un dispositivo adecuado para ensayar a flexión vigas con cargas a los tercios.



Fuente: (NTP 339.078, 2017)

Concreto reforzado con fibras vegetales. El concreto reforzado con fibras naturales es un material compuesto que incorpora fibras orgánicas (como cáñamo, yute, o bambú) a la mezcla de cemento, agua y agregados para mejorar su resistencia, tenacidad y control del agrietamiento. (Queralt, 2023)

Agave americana L. Es una planta perenne, robusta y rizomatosa, con un tronco muy corto o inexistente. Sus hojas, pueden llegar a medir 2 metros de largo y 25 cm de ancho; estas nacen desde la base formando grandes rosetas, son carnosas, lanceoladas, de color verde o gris azulado, con espinas finas de unos 2 cm en los bordes y una espina terminal de 5 cm. Sus flores aparecen a partir de los 10 años de vida, están situada en el extremo de un tallo de 5 a 8 metros de altura. Son de color amarillo pálido con tonos verdosos. Tras la floración, la planta muere, dejando brotes que nacen en su base. Su fruto es una cápsula alargada y de tres compartimentos, que cambia de verde a marrón oscuro o negruzco, y contiene muchas semillas negras, aplanadas y brillantes. (Sanz & Sánchez, 2018)

Localmente se utiliza como planta ornamental y para demarcación de lindes.

Tabla 1

Características botánicas del Agave Americana L.

Hábitat	Hierba Terrestre
Taxonomía	Phylum: Magnoliophyta. Clase: Liliopsida. Orden: Liliales. Familia: Agavaceae
Nombres Comunes	Mishki, Pita, Cabuya, Penca Azul.

Fuente: Sanz & Sánchez (2018)

2.3. Definiciones y términos básicos.

- a) **Absorción:** Es el aumento de la masa del agregado debido al agua que penetra en los poros de las partículas, durante un periodo de tiempo prescrito, pero sin incluir el agua que se adhiere a la superficie exterior de las partículas de le expresa como porcentaje de la masa seca. (NTP 400.021, 2018)
- b) **Agregado:** Conjunto de partículas de origen natural o artificial, que pueden ser tratados o elaborados, y cuyas dimensiones están comprendidas entre los límites fijados por la NTP 400.011. Se les llama también áridos. (NTP 400.011, 2020)
- c) **Cemento portland:** Un cemento hidráulico producido mediante la pulverización del Clinker de portland compuesto esencialmente de silicatos de calcio hidráulicos y que contiene generalmente una o más de las formas de sulfato de calcio como una adición durante la molienda. (NTP 400.017, 2020)
- d) **Curado:** Proceso que consiste en controlar las condiciones ambientales (especialmente temperatura y humedad) durante el fraguado y/o endurecimiento del cemento, mortero u hormigón (concreto). (NTP 339.047, 2019)
- e) **Densidad:** Es la masa por unidad de volumen de un material, expresado como kilogramos por metro cúbico (libras por pie cúbico). (NTP 400.021., 2018)
- f) **Fibras:** Fibras delgadas que pueden originarse de procesos industriales como las de acero, vidrio, carbono o polímeros o ser de origen natural, como el asbesto o la celulosa,

se añaden a la pasta, el mortero o el concreto con el fin de reforzar la matriz cementicia, disminuir la aparición de grietas y mejorar la resistencia a la tracción.. (NTP 339.047-2006)

2.4. Abreviaturas.

Ft: Pies.

Ft²: Pies cuadrados.

In:Pulgadas.

In²: Pulgadas cuadradas.

TM: Tamaño máximo del agregado grueso.

TMN: Tamaño máximo nominal del agregado grueso.

CAPITULO III: MATERIALES Y METODOS

3.1. Ubicación geográfica.

Nombre del laboratorio: “GUERSAN INGENIEROS S.R.L.”

Dirección: Pj. Diego ferre N°. 295 - Cajamarca

Tabla 2

Ubicación geográfica del laboratorio de ensayo de materiales “GUERSAN INGENIEROS S.R.L.”.

COORDENADAS UTM	
ESTE	775842.57
NORTE	9206961.22
ALTITUD	2703 M.S.N.M.

3.2. Metodología.

3.2.1. Tipo de investigación.

Aplicada.

3.2.2. Nivel y diseño de la investigación.

La investigación corresponde a un nivel correlacional y un diseño experimental y unifactorial, con un único factor modificable que fue la fibra vegetal incorporada.

3.2.3. Método de investigación.

Experimental.

3.2.4. Población de estudio.

Se considerará como población de estudio a las probetas elaboradas de concreto $f'c$ 210 kg/cm^2 , reforzado con fibras de Agave Americana L.

3.2.5. Muestra.

Para encontrar el tamaño de muestra mediante un muestreo aleatorio simple, se empleó la ecuación para población infinita: $n = \frac{Z_{\alpha}^2 * p * q}{e^2}$, considerando un nivel de confianza $\alpha =$

96% $\rightarrow Z_{\alpha} = 2.05374981$, de probabilidad a favor de que las curvas de correlación sean graficas de funciones polinómicas de $p = 95\%$, probabilidad en contra $q = 5\%$, y un error para el presente trabajo de investigación estimado de $e = 5\%$; se obtiene 80 probetas de concreto, distribuidas de la siguiente forma:

Tabla 3

Distribución de probetas.

Tipo de ensayo	% de fibra	Edad del concreto (días)			N° de especímenes
		7	14	28	
Compresión	0	4	4	4	12
	0.5	4	4	4	12
	0.75	4	4	4	12
	1.0	4	4	4	12
Flexión	0	-	4	4	8
	0.5	-	4	4	8
	0.75	-	4	4	8
	1.0	-	4	4	8
Total					80

3.2.6. Unidad de análisis.

Especímenes cilíndricos de 6'' de diámetro por 12'' fabricados siguiendo la norma ASTM C31 para los ensayos de compresión.

Especímenes prismáticos de 6''x6''x20'' siguiendo la norma ASTM C 78 para los ensayos de flexión.

3.2.7. Técnicas e instrumentos de recolección de datos.

Técnicas. Los datos de este trabajo de investigación se obtuvieron, mediante la experimentación, que consistió en:

- Ensayo de las propiedades de los agregados.
- Ensayo de las propiedades mecánicas de los especímenes de concreto según la norma ASTM C 31.

Instrumentos de recolección de datos

- Se hará uso de fichas de recolección de datos.
- Hoja de cálculo Excel.

3.3. Cantera en estudio.

3.3.1. Ubicación geográfica de la cantera “Hermanos Ayala”.

- Departamento: Cajamarca.
- Provincia: Cajamarca.
- Distrito: Llacanora.

Tabla 4

Ubicación geográfica de la cantera “Hermanos Alaya”.

COORDENADAS UTM	
ESTE	779836
NORTE	9205011
ALTITUD	2638 M.S.N.M.

Figura 3

Ubicación de la cantera “Hermanos Alaya”.



Fuente: Google Earth.

3.4. Características físicas y mecánicas de los agregados.

Para conocer las características de los agregados siguiendo los procedimientos planteados en normas tales como las NTPs o sus equivalentes internacionales las ASTMs, donde se detallan los procedimientos que realizamos en el laboratorio, así como los parámetros establecidos que garantizan la calidad de los agregados. En primer lugar, seleccionaremos la muestra a con la que trabajaremos posteriormente en el laboratorio, la cantidad de muestra que utilizaremos será de acuerdo a lo indicado en la siguiente tabla:

Tabla 5

Porción de la muestra de campo requerida para los ensayos de laboratorio.

Tamaño del agregado	Masa de la muestra de campo, min. Kg (lb)	Muestra de campo volumen min. L (gal)
Agregado fino		
2.36 mm (n°8)	10 (22)	8 (2)
4.75 mm (n°4)	10 (22)	8 (2)
Agregado grueso		
09.5 mm (3/8 in.)	10 (22)	8 (2)
15.5 mm (1/8 in.)	15 (35)	12 (3)
19.0 mm (3/4 in.)	25 (55)	20 (5)
25.0 mm (3/8 in.)	50 (110)	40 (10)
37.5 mm (1 ½ in.)	75 (165)	60 (15)
50.0 mm (2 in.)	110 (220)	80 (21)
63.0 mm (2 ½ in.)	125 (275)	100 (26)
75.0 mm (3 in.)	150 (330)	120 (32)
90.0 mm (3 ½ in.)	175 (385)	140 (37)

Fuente: NTP 400.010.

3.4.1. Granulometría.

Granulometría del agregado grueso.

Resultados: (Se muestran los resultados en el ANEXO N°1).

Se obtuvo la granulometría del agregado grueso siguiendo lo indicado en la norma NTP 400.037 en concordancia con la ASTM C 33, para comprobar que el agregado cumpla con los requisitos establecidos por dichas normas. Se comparó la curva granulométrica obtenida luego de realizar los ensayos de laboratorio con las curvas control del huso 67 de la siguiente tabla.

Tabla 6

Requisitos granulométricos del agregado grueso.

Huso	Tamaño máximo nominal	Porcentaje que pasa los tamices normalizados													
		100 mm (4 in.)	90 mm (3 ½ in)	75 mm (3 in)	63 mm (2 ½ in)	50 mm (2 in)	37.5 mm (1 ½ in)	25 mm (1 in)	19 mm (¾ in)	12.5 mm (½ in)	9.5 mm (3/8 in)	4.75 mm (n°4)	2.36 mm (n°8)	1.18 mm (n°16)	300 µm (n°50)
1	90 mm a 37.5 mm (3 ½ in a 1 ½ in)	100	90 a 100	---	25 a 60	---	0 a 15	---	0 a 15	---	---	---	---	---	---
2	63 mm a 37.5 mm (2 ½ in a 1 ½ in)	---	---	100	90 a 100	35 a 70	0 a 15	---	0 a 5	---	---	---	---	---	---
3	50 mm a 25 mm (2 in a 1 in)	---	---	---	100	90 a 100	35 a 70	0 a 15	---	0 a 5	---	---	---	---	---
357	50 mm a 4.75 mm (1 ½ in a ¾ in)	---	---	---	100	90 a 100	---	35 a 70	---	10 a 30	---	0 a 5	---	---	---
4	37.5 mm a 4.75 mm (1 ½ in a ¾ in)	---	---	---	---	100	90 a 100	20 a 55	0 a 5	---	0 a 5	---	---	---	---
467	37.5 mm a 4.75 mm (1 ½ in a n°4)	---	---	---	---	100	95 a 100	---	35 a 70	---	10 a 30	0 a 5	---	---	---
5	25 mm a 12.5 mm (1 in a ½ in)	---	---	---	---	---	100	90 a 100	20 a 55	0 a 30	0 a 5	---	---	---	---
56	25 mm a 9.5 mm (1 in a 1 ½ in)	---	---	---	---	---	100	90 a 100	40 a 85	10 a 40	0 a 15	0 a 5	---	---	---
57	25 mm a 4.75 mm (1 in a n°4)	---	---	---	---	---	100	90 a 100	---	25 a 60	---	0 a 10	0 a 5	---	---
6	19 mm a 9.5 mm (¾ in a 3/8 in)	---	---	---	---	---	---	100	90 a 100	20 a 55	0 a 5	0 a 5	---	---	---
67	19 mm a 4.75 mm (¾ in a n°4)	---	---	---	---	---	---	100	90 a 100	45 a 70	20 a 55	0 a 10	0 a 5	---	---
7	12.5 mm a 4.75 mm (½ in a n°4)	---	---	---	---	---	---	---	100	90 a 100	40 a 70	0 a 15	0 a 5	---	---
8	9.5 mm a 2.36 mm (3/8 in a n°8)	---	---	---	---	---	---	---	---	100	85 a 100	10 a 30	0 a 10	0 a 5	---
89	9.5 mm a 1.18 mm (3/8 in a n°16)	---	---	---	---	---	---	---	---	100	90 a 100	20 a 55	5 a 30	0 a 10	0 a 5
9	4.75 mm a 1.18 mm (n°4 a n°16)	---	---	---	---	---	---	---	---	---	100	85 a 100	10 a 40	0 a 10	0 a 5

Fuente: NTP 400.037.

Granulometría del agregado fino.

Resultados: (Se muestran los resultados en el ANEXO N°1).

Se obtuvo la granulometría del agregado grueso siguiendo lo indicado en la norma NTP 400.037 en concordancia con la ASTM C 33, para comprobar que el agregado cumpla con los requisitos establecidos por dichas normas se comparó la curva granulométrica obtenida con los límites propuestos en la siguiente tabla.

Tabla 7

Requisitos granulométricos del agregado fino.

TAMIZ	PORCENTAJE QUE PASA
9.5 mm (3/8 in)	100
4.75 mm (n°4)	95 a 100
2.36 mm (n°8)	80 a 100
1.18 mm (n°16)	50 a 85
600 µm (n°30)	25 a 60
300 µm (n°50)	05 a 30
150 µm (n°100)	0 a 10

Fuente: NTP 400.037

Módulo de fineza.

Resultados. (Se muestran los resultados en el ANEXO N°1)

Para calcular el módulo de fineza del agregado fino, utilizaremos la siguiente formula:

$$M_f = \frac{\sum \% \text{retenido Acumulado}(3'' + 1\ 1/2'' + 3/4'' + 3/8'' + N^{\circ}4 + N^{\circ}8 + N^{\circ}16 + N^{\circ}30 + N^{\circ}50 + N^{\circ}100)}{100}$$

3.4.2. Tamaño máximo (TM) y tamaño máximo nominal del agregado grueso (TMN) del agregado grueso.

Resultados. (Se muestran los resultados en el ANEXO N°1)

Según la NTP 400.037, el tamaño máximo del agregado grueso se define como el menor tamiz a través del cual pasa la totalidad de la muestra.

Según la NTP 400.037, el tamaño máximo nominal del agregado corresponde al tamiz en el que se produce el primer retenido.

3.4.3. Material más fino que pasa el tamiz N°200.

Resultados. (Se muestran los resultados en el ANEXO N°1)

Se obtuvieron los resultados siguiendo lo establecido en las normas NTP 400.037 o la ASTM e33, y NTP 400.018 y la siguiente formula:

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

Donde:

A = Porcentaje del material más fino que pasa por el tamiz normalizado de μm (N°200) por vía húmeda.

P_1 = Masa seca de la muestra original, g.

P_2 = Masa seca de la muestra luego del lavado, g.

3.4.4. Peso específico y absorción

Peso específico y absorción del agregado grueso.

Resultados: (Se muestran los resultados en el ANEXO N°1).

Se realizaron los procedimientos descritos en la norma NTP 400.021, en concordancia con la ASTM c127, y las siguientes fórmulas para el cálculo de resultados:

Peso Específico De Masa (P.E.).

$$P.e. = \frac{A}{B - C}$$

Peso específico de masa saturada superficialmente seca (P.e.S.S.S.).

$$P.e.S.S.S. = \frac{B}{(B - C)}$$

Peso específico nominal o aparente (P.e.a.).

$$P.e.a. = \frac{A}{(A - C)}$$

Porcentaje de absorción (abs%).

$$\text{abs\%} = \left[\frac{(B - A)}{A} \right] 100$$

En dónde:

A= Masa de la muestra secada al horno en el aire, g

B= Masa de la muestra de ensayo de superficie saturada seca al aire, g, y

C= Masa aparente de la muestra de ensayo saturada en agua, g

Peso específico y absorción del agregado fino.

Resultados: (Se muestran los resultados en el ANEXO N°1).

Se realizaron los procedimientos descritos en las normas NTP 400.022 y MTC E 205 en concordancia con la ASTM c128, y las siguientes fórmulas para el cálculo de resultados:

Cálculos:

Peso específico de masa (P.e.).

$$P.e. = \frac{W}{V - V_a}$$

Peso específico de masa saturada superficialmente seca (P.e.s.s.s.)

$$P. e. s. s. s. = \frac{500}{V - V_a}$$

Peso específico nominal o aparente (P.e.a.).

$$P. e. a. = \frac{W}{(V - V_a) - (500 - W)}$$

Porcentaje de absorción (abs%).

$$\text{abs\%} = \left(\frac{500 - W}{W} \right) 100$$

En dónde:

W : Peso en el aire de la muestra secada al horno, (g).

V : Volumen de la fiola, (cm^3).

V_a : Volumen del agua añadida a la fiola, (cm^3).

3.4.5. Contenido de humedad.

Resultados: Se muestran los resultados en el ANEXO N°1.

Se realizaron los procedimientos descritos en las normas NTP 339.127 y MTC E 108 en concordancia con la ASTM d2216, y la siguiente fórmula para el cálculo de resultados:

$$\%W = \frac{H}{MS} 100$$

Donde:

H peso del agua evaporada.

MS : peso de muestra seca.

$\%W$: porcentaje de humedad

3.4.6. *Peso unitario.*

Resultados: (Se muestran los resultados en el ANEXO N°1).

Se realizaron los procedimientos descritos en las normas NTP 400.017 y MTC E 203 en concordancia con la ASTM c29, y la siguiente fórmula para el cálculo de resultados:

$$PU = f(W_s)$$

Donde:

PU = Peso unitario del agregado, kg/m

W_s = Peso neto del agregado, kg

f = factor que se obtiene al dividir el peso unitario del agua (1000 kg/m³) entre el peso neto del agua obtenido en laboratorio.

3.4.7. *Desgaste o abrasión del agregado grueso.*

Resultados: (Se muestran los resultados en el ANEXO N°1).

Se empleará el método descrito en la NTP 400.019 en concordancia con la ASTM c131, y la siguiente fórmula para el cálculo de resultados:

$$\% \text{ Abrasión} = \frac{(P_1 - P_2)}{P_1} 100$$

Donde:

P_1 = Masa de la muestra antes del ensayo, kg

P_2 = Masa de la muestra después del ensayo, kg

3.5. **El cemento.**

Se eligió utilizar cemento portland tipo I de cementos Pacasmayo S.A.A. destinado para emplearse en obras que no requieran propiedades especiales. Este cemento cumple con los parámetros establecidos en la norma NTP 334.009 en concordancia con la ASTM c150.

Se tomará como referencia un peso específico de 3,10 g/cm³, valor que, según diversas investigaciones, resulta adecuado para el diseño de mezclas en nuestra ciudad.

3.6. El agua.

El agua fue obtenida del suministro de agua potable de la ciudad de cajamarca, y cumple con los límites permisibles según el reglamento de la calidad del agua para consumo humano; garantizándose así los requisitos de calidad para la preparación y curado del concreto.

3.7. Características de la fibra.

3.7.1. Determinación de la densidad relativa y absorción.

Resultados. (Se muestran los resultados en el ANEXO N°1).

No existen normativas para el uso de fibras vegetales en conjunto con el concreto, sin embargo, se adaptaron los procedimientos descritos por la NTP 400.021 y NTP 400.022 para el cálculo de la densidad relativa y la absorción de la fibra.

3.8. Diseño de mezcla y elaboración de especímenes.

3.8.1. Características del concreto considerados para el diseño de mezclas.

Las características del concreto deben estar determinadas por el propósito específico para el cual se va a utilizar. por lo tanto, la selección de las proporciones en la unidad cúbica de concreto debe garantizar que se logre un material con las propiedades necesarias, tales como facilidad de colocación, densidad, resistencia, durabilidad, entre otras que sean requeridas para el proyecto en cuestión. (Rivva, 2014)

En el diseño de mezclas para los especímenes cilíndricos de concreto, se deben considerar los siguientes requisitos tanto en el estado endurecido como no endurecido:

Apariencia. Para asegurarse de la mezcla de concreto no sea ni excesivamente gravoso ni arenoso y además tenga una apariencia fresca, en el concreto para la preparación de los especímenes se corroboró que tengan un correcto ajuste de sus proporciones en estado fresco.

Consistencia. Al momento de realizar el ajuste de mezclas se tuvo en consideración la consistencia plástica requerida en el concreto fresco permita una adecuada trabajabilidad, es decir que su revenimiento se encuentre entre tres y cuatro pulgadas.

Resistencia requerida. Se realizó el diseño de mezclas considerando una resistencia de 210 kg/cm², ya que esta resistencia ayudó a verificar las diferencias entre los especímenes sin adición de fibra (especímenes base) y concretos adicionados.

3.8.2. Diseño de mezcla según método de módulo de fineza de la combinación de los agregados.

Para diseñar la mezcla con este método, es necesario considerar la información brindada por las tablas del comité 211 del ACI, para calcular las proporciones de los agregados se empleará el módulo de combinación de los agregados el cual es un índice de la superficie específica del agregado, este método considera que a mayor superficie específica existe una mayor demanda de pasta, de tal manera que si aumentamos la finura del agregado manteniendo el volumen de pasta constante, el concreto disminuirá su resistencia.

Módulo de finura. El módulo de finura de la combinación de agregados se determinará a partir de tablas, es necesario para ello conocer el contenido total de cemento por metro cúbico de concreto y el tamaño máximo nominal del agregado grueso. Una vez obtenido dicho módulo de finura, es posible estimar el porcentaje de agregado fino mediante la aplicación de la siguiente.

$$rf = \frac{m_g - m}{m_g - m_f}$$

Donde:

r_f : Porcentaje de agregado fino.

m_g : Módulo de finura del agregado grueso.

m : Módulo de finesa de la combinación de agregados.

m_f : Módulo de finura del agregado fino.

El tamaño máximo nominal (TMN) del agregado utilizado es:

$$TMN = \frac{1}{2}''$$

Resultados. Se muestra a continuación la dosificación de materiales para el concreto patrón y para los concretos con diferentes porcentajes de fibra. Revisar el ANEXO N°2.

Tabla 8

Dosificación del concreto

Diseño (para 1 m3)	Concreto patrón	Concreto con 0.5% de fibra	Concreto con 0.75% de fibra	Concreto con 1.0% de fibra
Cemento (kg)	375.00	375.00	375.00	375.00
Agua (lt.)	192.47	192.96	193.44	193.69
A. Fino (kg)	1051.00	1051.00	1051.00	1051.00
A. Grueso (kg)	668.00	668.00	668.00	668.00
Fibra A. A. L. (kg)	0.00	1.50	3.00	3.76

3.8.3. Elaboración de los especímenes de concreto.

Se tendrá en consideración lo descrito por las normas ASTM c192 y NTP 339.183, haciendo uso de moldes cilindros metálicos de 6'' de diámetro y 12'' de altura y prismáticos de 4'' x 4'' x 10''.

3.8.4. Curado de especímenes de concreto.

Se tendrá en consideración lo descrito por las normas ASTM c192 y NTP 339.183, y se tendrá especial cuidado en desmoldar las probetas a las 24 horas de su elaboración para luego mantenerlas sumergidas en agua por 7 días.

3.9. Variables de evaluación del estudio.

3.9.1. Asentamiento en el concreto en estado fresco (slump).

Normas. Se tendrá en consideración lo descrito por las normas ASTM c143 y NTP 339.035.

3.9.2. Peso unitario del concreto en estado fresco.

Normas. Se tendrá en consideración lo descrito por las normas NTP 339.046.

Calculo.

$$\text{Peso unitario del concreto fresco} = \frac{\text{Peso del total} - \text{Peso del molde}}{\text{Volumen del molde}}$$

3.9.3. Peso unitario del concreto en estado endurecido.

$$\text{Peso unitario del concreto endurecido} = \frac{\text{Peso del especimen}}{\text{Volumen del molde}}$$

3.9.4. Resistencia a compresión en especímenes cilíndricos de concreto.

Normas. Se tendrá en consideración lo descrito por las normas NTP 339.034 y MTC E 704, en concordancia con la ASTM c39.

Calculo.

$$f'c = \frac{p}{A};$$

Siendo:

$$A = \frac{\pi \phi^2}{4}$$

Donde:

$f'c$: Resistencia de rotura a la compresión del concreto (kg/cm^2)

P : Carga de rotura (kg.)

ϕ : Diámetro de la probeta cilíndrica (cm.)

3.9.5. Resistencia a la flexión en especímenes prismáticos de concreto.

Normas. Se tendrá en consideración lo descrito por las normas NTP 339.078.

Calculo. La norma NTP 339.078 nos indica que, si la falla ocurre dentro del tercio de la luz de la viga, se puede determinar el módulo de rotura del espécimen a flexión con la siguiente formula:

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

Donde:

P : Carga máxima (kg.)

L : Luz libre entre apoyos (cm.)

b : Distancia entre la línea de falla y el apoyo más cercano en (cm.)

h : Altura promedio del espécimen en el lugar de la fractura en (cm.)

Mr : módulo de rotura (kg/cm^2).

3.10. Técnicas, instrumentos de recopilación y procesamiento de información.

3.10.1. Técnicas de procesamiento y análisis de la información.

La presente investigación utilizo los métodos cualitativos y cuantitativo. Se utilizó el método cualitativo, mediante observación directa para describir propiedades como la trabajabilidad del concreto, su apariencia, tipo de fractura y modo de falla. Se empleó el método

cuantitativo para medir las propiedades mecánicas del concreto, con ayuda de balanzas, y máquina de compresión y siguiendo las normas NTP, ASTM o MTC.

Una vez realizados los ensayos en el laboratorio, los resultados obtenidos se procesaron en Microsoft Excel, utilizando para organizar mejor la información, tablas y gráficos. De esta manera logramos comparar el concreto patrón con una resistencia de $f'c = 210 \text{ kg/cm}^2$ frente al concreto con adición de fibras de Agave Americana L.

3.10.2. Resultados.

Propiedades de los agregados. Se muestra a continuación las propiedades del agregado fino y el agregado grueso, los cuales fueron extraídos de la cantera “Hermanos Alaya”.

Tabla 9

Propiedades del agregado fino.

AGREGADO FINO		
Peso específico de masa	2.630	g/cm ³
Peso específico saturado superficialmente seco	2.660	g/cm ³
Peso específico aparente	2.720	g/cm ³
Peso unitario suelto	1768.733	Kg/m ³
Peso unitario compactado	1877.625	Kg/m ³
Contenido de humedad (%)	4.261	
Absorción (%)	1.300	
Módulo de finura	3.092	
% QUE PASA MALLA N.º 200	2.200	

Tabla 10*Propiedades del agregado grueso.*

AGREGADO GRUESO		
Tamaño máximo nominal	½"	
Peso específico de masa	2.610	g/cm ³
Peso específico saturado superficialmente seco	2.650	g/cm ³
Peso específico aparente	2.700	g/cm ³
Peso unitario suelto	1420.765	Kg/m ³
Peso unitario compactado	1538.267	Kg/m ³
Contenido de humedad (%)	0.252	
Absorción (%)	1.200	
Módulo de finura	6.750	
Abrasión (%)	25	
% que pasa malla N° 200	0.800	

Propiedades de la fibra. Se muestran a continuación:**Tabla 11***Propiedades de la fibra.*

FIBRA		
Peso específico de masa	0.751	g/cm ³
Peso específico saturado superficialmente seco	1.312	g/cm ³
Peso específico aparente	0.991	g/cm ³
Absorción (%)	32.408	

Propiedades del concreto fresco. A continuación, se muestra el peso unitario promedio del concreto fresco y el Slump.

Tabla 12

Propiedades del concreto fresco.

% DE FIBRA	PESO UNITARIO PROMEDIO (kg/m3)	SLUMP PROMEDIO (in)
0%	2380.91	3.75
0.50%	2369.45	3.25
0.75%	2354.09	3.25
1.00%	2347.45	3.38

Propiedades del concreto endurecido. A continuación, se muestra el peso unitario promedio del concreto endurecido y su resistencia promedio a la flexión y compresión a los 28 días.

Tabla 13

Peso unitario del concreto endurecido.

% DE FIBRA	PESO UNITARIO PROMEDIO (kg/m3)
0.00%	2350.557
0.05%	2345.441
0.75%	2329.983
1.00%	2313.890

Tabla 14*Resistencia a la compresión promedio.*

% DE FIBRA	RESISTENCIA A LA COMPRESIÓN A LOS 7 DÍAS (kg/cm2)	RESISTENCIA A LA COMPRESIÓN A LOS 14 DÍAS (kg/cm2)	RESISTENCIA A LA COMPRESIÓN A LOS 28 DÍAS (kg/cm2)
0.00%	143.98	179.25	244.57
0.50%	146.47	181.28	248.46
0.75%	156.73	194.76	266.62
1.00%	123.68	153.18	209.60

Tabla 15*Resistencia a la flexión promedio.*

% DE FIBRA	RESISTENCIA A LA FLEXIÓN A LOS 14 DÍAS (kg/cm2)	RESISTENCIA A LA FLEXIÓN A LOS 28 DÍAS (kg/cm2)
0.00%	34.63	51.41
0.50%	40.73	53.96
0.75%	39.90	52.70
1.00%	32.82	45.99

Figura 4

Resistencia a la compresión vs Edad del concreto.

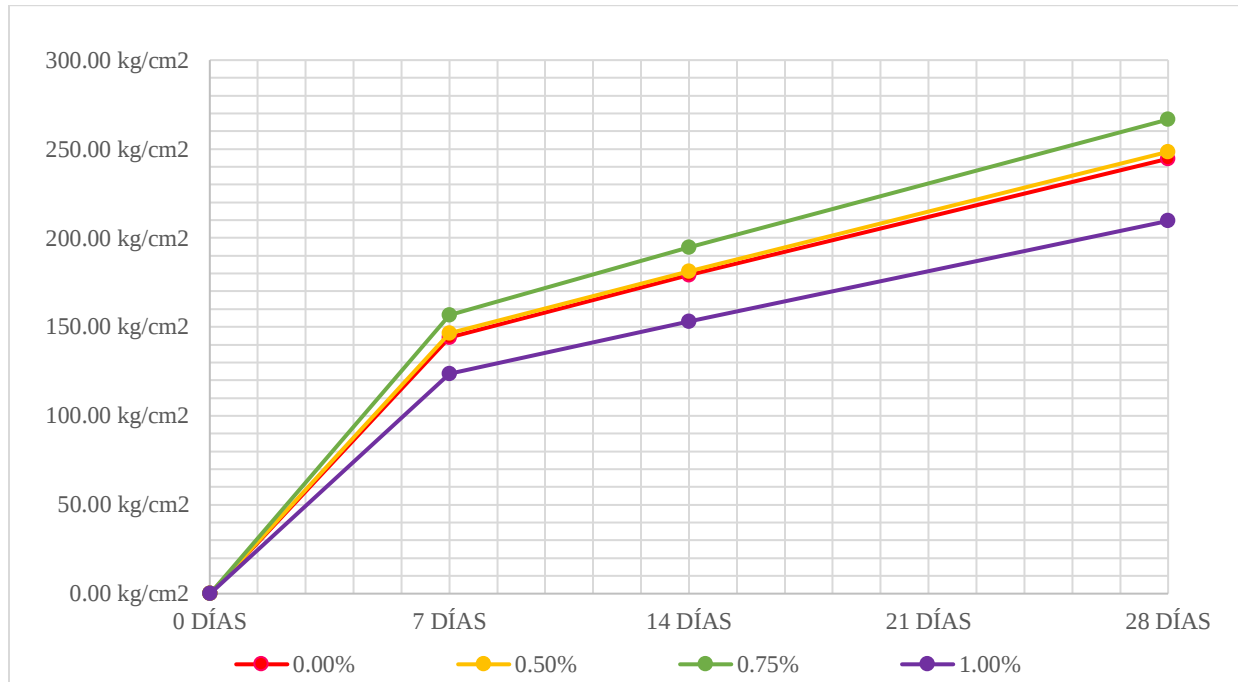
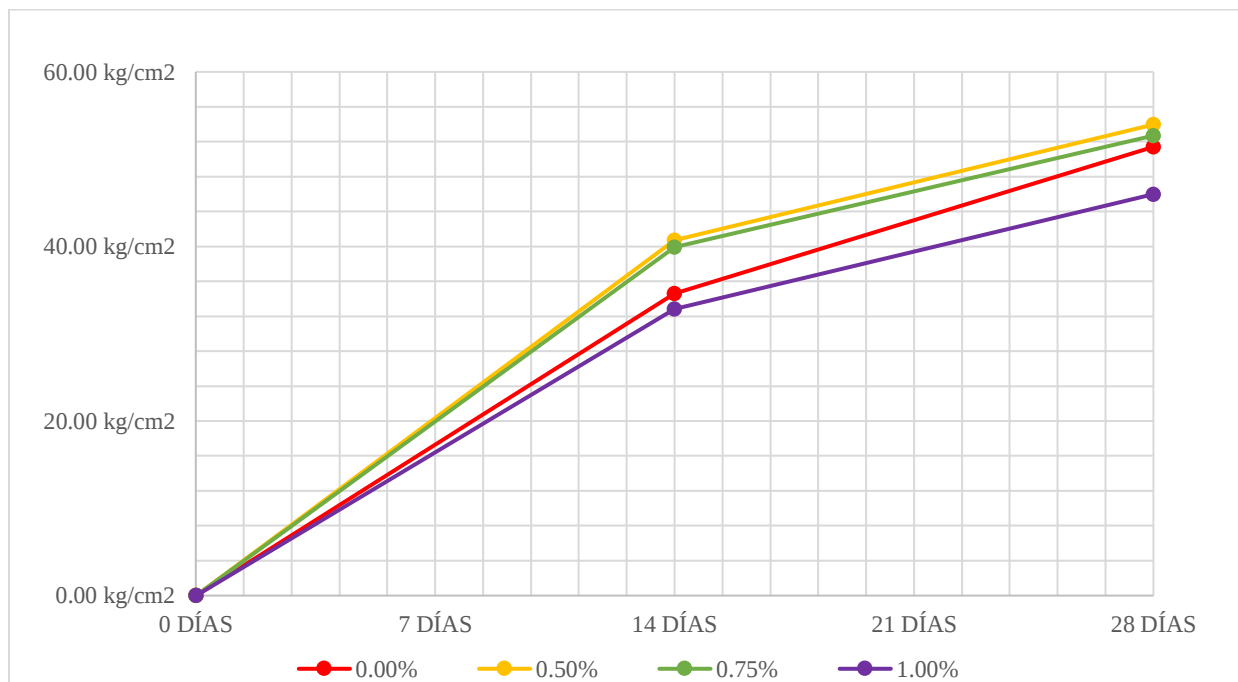


Figura 5

Resistencia a la flexión vs Edad del concreto.



CAPITULO IV: ANÁLISIS Y DISCUSIÓN DE RESULTADOS.

4.1. Análisis y discusión de resultados de los agregados.

4.1.1. Granulometría.

La granulometría de los agregados, tanto agregado fino como agregado grueso, nos presentan curvas granulométricas que cumplen con los valores límites permisibles por las normas ASTM c33 Y NTP 400.037. Entonces podemos afirmar que los agregados utilizados, son agregados bien gradados.

De acuerdo con la bibliografía revisada (NTP 400.012) el valor del módulo de finura se encuentra en el rango de 2.3 – 3.1, el valor de módulo de finura obtenido luego de los ensayos es de 3.092. Tomando en cuenta que este valor está muy cerca del límite superior del rango establecido en la norma NTP 400.012, este agregado se clasificará como arena gruesa.

4.1.2. Peso específico

Los resultados obtenidos cumplen con lo indicado por la norma ASTM c128 donde queda indicado que, para agregados naturales, el peso específico de los agregados se encuentra en el rango de 2.4 y 2.9 g/cm³.

4.1.3. Peso unitario.

De acuerdo a los pesos unitarios obtenidos podemos afirmar que los pesos unitarios del agregado fino son mayores que los pesos unitarios del agregado grueso, esto tanto para el peso unitario suelto, como el peso unitario compactado, esto debido a que el agregado fino al tener partículas de menor diámetro, tienen una mayor tendencia a acomodarse.

4.1.4. Contenido de humedad.

En los resultados del contenido de humedad, notamos que el contenido de humedad del agregado fino es mayor que el contenido de humedad del agregado grueso. Se asume entonces que el agregado fino tiene mayor capacidad de absorción que el agregado grueso.

4.1.5. Materiales finos que pasan el tamiz N°200 (75μm).

Para el agregado fino, la cantidad de materiales finos que pasan por el tamiz 75μm (N° 200) es de 2.2%, siendo menor al máximo admisible establecido por la norma en 5%.

Para el agregado grueso, la cantidad de materiales finos que pasan por el tamiz 75μm (N° 200) es de 0.80% estos valores se encuentran dentro de los límites establecidos por la norma que establece que no debe exceder el 1%.

4.1.6. Abrasión del agregado grueso.

Se determinó que la abrasión del agregado grueso es de 25%, dado que la NTP 400.037 donde indica que el valor máximo para el desgaste para el agregado grueso mediante el método de los Ángeles debe ser 50%.

4.2. Concreto fresco.

4.2.1. Asentamiento del concreto en estado fresco.

El slump promedio para los diferentes diseños de mezcla, fueron de 3.75'' para la muestra patrón, 3.25'' para las dosificaciones de 0.50% y 0.75% de fibra, y 3.38'' para la dosificación de 1.00% de fibra. Notamos que el mayor asentamiento se presentó en la muestra patrón.

4.2.2. Peso unitario del concreto fresco.

El peso unitario del concreto en estado fresco, fue de 2380.91 kg/m³ para la muestra patrón, 2369.45 kg/m³ para la dosificación de 0.50% de fibra, 2354.09 kg/m³ para la dosificación de 0.75% de fibra y 2347.45 kg/m³ para la dosificación de 1.00% de fibra.

Notamos que a mayor contenido de fibra menor es el peso unitario del concreto fresco, además clasificaremos al concreto como “concreto convencional o normal”, dado que se encuentran dentro del límite de 2200 kg/m^3 y 2400 kg/m^3 .

4.3. Concreto endurecido.

4.3.1. *Peso unitario del concreto en estado endurecido.*

Los resultados obtenidos del peso unitario del concreto endurecido, fueron de 2350.56 kg/m^3 para la muestra patrón, 2345.44 kg/m^3 para la dosificación de 0.50% de fibra, 2329.98 kg/m^3 para la dosificación de 0.75% de fibra y 2313.89 kg/m^3 para la dosificación de 1.00% de fibra.

Notamos que a mayor contenido de fibra menor es el peso unitario del concreto endurecido.

4.3.2. *Resistencia a compresión del concreto.*

La resistencia a la compresión promedio a los 7 días es mayor en un 1.73% y 8.86% para las dosificaciones de 0.50% y 0.75% de fibra respectivamente, con respecto a la muestra patrón; mientras que para la dosificación de 1.00% de fibra la resistencia a la compresión es menor en un 14.10% respecto de la muestra patrón.

Esta tendencia se repite, aumentando un 1.13% y 1.59%, para la dosificación de 0.50% de fibra a los 14 y 28 días respectivamente, aumentando un 8.65% y 9.02% para la dosificación de 0.75% de fibra a los 14 y 28 días respectivamente y disminuyendo un 14.54% y 14.30% para la dosificación de 1.00% de fibra a los 14 y 28 días respectivamente.

Entonces vemos que la resistencia a la compresión mejora para dosificaciones de 0.5% y 0.75% de fibra, pero al aumentar la dosificación de fibra a 1.00% la resistencia a la compresión disminuye.

4.3.3. Resistencia a la flexión del concreto.

A los 14 días la resistencia a la flexión promedio es mayor en un 17.62% y 15.21% para las dosificaciones de 0.50% y 0.75% de fibra respectivamente, con respecto a la muestra patrón; mientras que para la dosificación de 1.00% de fibra la resistencia a la flexión es menor en un 5.23% respecto de la muestra patrón; a los 28 días la resistencia a la flexión es mayor en un 4.98% y 2.51% para las dosificaciones de 0.50% y 0.75% de fibra respectivamente, con respecto a la muestra patrón; mientras que para la dosificación de 1.00% de fibra la resistencia a la flexión es menor en un 10.54% respecto de la muestra patrón.

Entonces vemos que la resistencia a la flexión mejora para dosificaciones de 0.5% y 0.75% de fibra, pero al aumentar la dosificación de fibra a 1.00% la resistencia a la flexión disminuye.

4.3.4. Contrastación de la hipótesis

La adición de fibra de Agave Americana L aumenta en menos del 15% la resistencia mecánica del concreto $f'c = 210 \text{ kg/cm}^2$, para dosificaciones de 0.5% y 0.75% de fibra de Agave Americana L, sin embargo, al aumentar la dosificación hasta el 1.00% de fibra de Agave Americana L, disminuye la resistencia mecánica del concreto $f'c = 210 \text{ kg/cm}^2$, en la ciudad de Cajamarca.

Por lo que se niega la hipótesis pues la resistencia mecánica del concreto al adicionar fibras de Agave Americana L no aumenta en 15% tanto a compresión como a flexión para un concreto $f'c = 210 \text{ Kg/cm}^2$.

CAPITULO V: CONCLUSIONES Y RECOMENDACIONES.

5.1. Conclusiones.

Se determinó que la resistencia mecánica del concreto con adición de fibra de Agave Americana L, fue de hasta 266.62 kg/cm^2 (mayor en 9.02% respecto al patrón) en compresión y hasta 53.96 kg/cm^2 (mayor en 4.98% respecto al patrón) en flexión.

Se determinó que la resistencia a la compresión del concreto con 0.50% de fibra de Agave Americana L fue de 146.47 kg/cm^2 a los 7 días, y es mayor en 1.73% respecto de la mezcla patrón, a los 14 días alcanzo una resistencia promedio de 181.28 kg/cm^2 , siendo mayor en 1.13% respecto de la mezcla patrón, y a los 28 días alcanzo una resistencia promedio de 248.46 kg/cm^2 , siendo mayor en 1.59% respecto de la mezcla patrón.

Se determinó que la resistencia a la compresión del concreto con 0.75% de fibra de Agave Americana L fue de 156.73 kg/cm^2 a los 7 días, y es mayor en 8.86% respecto de la mezcla patrón, a los 14 días alcanzo una resistencia promedio de 194.76 kg/cm^2 , siendo mayor en 8.65% respecto de la mezcla patrón, y a los 28 días alcanzo una resistencia promedio de 266.62 kg/cm^2 , siendo mayor en 9.02% respecto de la mezcla patrón.

Se determinó que la resistencia a la compresión del concreto con 1.00% de fibra de Agave Americana L fue de 123.68 kg/cm^2 a los 7 días, y es menor en 14.10% respecto de la mezcla patrón, a los 14 días alcanzo una resistencia promedio de 153.18 kg/cm^2 , siendo menor en 14.54% respecto de la mezcla patrón, y a los 28 días alcanzo una resistencia promedio de 209.60 kg/cm^2 , siendo menor en 14.30% respecto de la mezcla patrón.

Se determinó que la resistencia a la flexión del concreto con 0.50% de fibra de Agave Americana L a los 14 días alcanzo una resistencia promedio de 40.73 kg/cm^2 , siendo mayor en

17.62% respecto de la mezcla patrón, y a los 28 días alcanzo una resistencia promedio de 53.96 kg/cm², siendo mayor en 4.98% respecto de la mezcla patrón.

Se determinó que la resistencia a la flexión del concreto con 0.75% de fibra de Agave Americana L a los 14 días alcanzo una resistencia promedio de 39.90 kg/cm², siendo mayor en 15.21% respecto de la mezcla patrón, y a los 28 días alcanzo una resistencia promedio de 52.70 kg/cm², siendo mayor en 2.51% respecto de la mezcla patrón.

Se determinó que la resistencia a la flexión del concreto con 1.00% de fibra de Agave Americana L a los 14 días alcanzo una resistencia promedio de 32.82 kg/cm², siendo menor en 5.23% respecto de la mezcla patrón, y a los 28 días alcanzo una resistencia promedio de 32.82 kg/cm², siendo mayor en 5.23% respecto de la mezcla patrón.

5.2. Recomendaciones.

Se recomienda realizar los estudios para la resistencia mecánica del concreto con adición de fibra de Agave Americana L con dosificaciones mayores al 1% de fibra.

REFERENCIAS BIBLIOGRAFICAS.

- Abanto, F. (2018). *Tecnología del concreto*. Lima: San Marcos.
- Beraún, E. (2017). *Resistencia a la compresión de un concreto de $f'_c=280$ kg/cm² con adición de fibra vegetal (cocos conífera) con una proporción de 0.5%, 1.0% y 1.5%*. Cajamarca, Perú: Universidad Nacional de Cajamarca.
- Cervera, M. (2015). *Resistencia de materiales*. Barcelona, España: Federación de Enseñanza de CC.OO. de Andalucía.
- Chiguay, M. (2007). *Propiedades mecánicas de losetas de hormigón con refuerzo de Colihue*. Valdivia, Chile: Universidad Austral de Chile.
- Dominguez, F. (2019). *El concreto con fibras da más seguridad y durabilidad a las obras de construcción*. Piura: Universidad de Piura.
- E.030, N. T. (2019). Diseño Sismoresistente. *Reglamento Nacional de Edificaciones*.
- E.060, N. T. (2019). Concreto Armado. *Reglamento Nacional de Edificaciones*.
- Edgar, M. (2012). *Análisis comparativo de la resistencia a la compresión de bloques de concreto tipo I con y sin la adición de fibra sintética*. Maracaibo, Venezuela: Universidad Católica San Andrés Bello.
- Hafsa, J., Rajesh, K., Ali, R., Uzair, H., Lutfor, R., Shabnam, N., . . . Rostislav, C. (2022). *Natural cellulosic fiber reinforced concrete: influence of fiber type and loading percentage on mechanical and water absorption performance*. Dhaka, Bangladesh.
- INACAL. (2016). AGREGADOS. Extracción y preparación de las muestras (NTP 400.010.).
- INACAL. (2018). AGREGADOS. Agregados para el Concreto. Requisitos (NTP 400.037.).
- INACAL. (2018). AGREGADOS. Método de ensayo normalizado para la densidad, la densidad relativa (peso específico) y absorción del agregado grueso (NTP 400.021.).
- INACAL. (2019). CONCRETO. Agua de Mezcla utilizada en la producción de concreto de cemento pórtland. requisitos (NTP 339.088.).
- INACAL. (2019). CONCRETO. Definiciones y Terminología relativas al concreto y agregados (NTP 339.047.).
- INACAL. (2021). CONCRETO. Método de ensayo normalizado para la determinación de la resistencia a la compresión del concreto en muestras cilíndricas (NTP 339.034).
- INDECOPI. (2017). CONCRETO. Metodo de ensayo para determinar la resistencia a flexión del concreto en vigas simplemente apoyadas con cargas en el centro del tramo (NTP 339.079.) .

- INDECOPI. (2017). CONCRETO. Metodo de ensayo para determinar la resistencia a la flexión del concreto en vigas simplemente apoyadas con cargas a los tercios del tramo (NTP 339.078.).
- INDECOPI. (2018). AGREGADOS. Método de ensayo normalizado para contenido de humedad total evaporable de agregados por secado (NTP 339.185).
- INDECOPI. (2018). CONCRETO. Método de ensayo para determinar el peso unitario, rendimiento y contenido de aire (método gravimétrico) del hormigón (NTP 339.046.).
- INDECOPI. (2019). AGREGADOS. Método de ensayo normalizado para la densidad, la densidad relativa (peso específico) y absorción del agregado fino (NTP 400.022.).
- INDECOPI. (2019). Análisis Granulométrico del Agregado Fino, Agregado Grueso y Global (NTP 400.012.).
- INDECOPI. (2019). CEMENTOS. Definiciones y nomenclatura (NTP 334.001).
- INDECOPI. (2020). AGREGADOS. Definición y clasificación de agregados para uso en morteros y hormigones (concretos) (NTP 400.011.).
- INDECOPI. (2020). AGREGADOS. Método de ensayo normalizado para determinar la masa por unidad de volumen o densidad (“Peso Unitario”) y los vacíos en los agregados (NTP 400.017.).
- Juarez, C. (2002). *Concretos base cemento portland reforzados con fibras naturales (agave lechuguilla), como materiales para construcción en México*. Mexico: Universidad Autonoma de Nuevo Leon.
- Juaréz, C. (2002). *Concretos base cemento portland reforzados con fibras naturales como materiales para construcción en México*. Nuevo León, México: Universidad Autonoma de Nuevo León.
- Mallaupoma, G. J. (2017). *Comportamiento del concreto con adición de fibras de agave americana L para la mejora de sus propiedades en estado fresco, San Carlos - Huancayo*. Huancayo.
- Mallaupoma, G. (2017). *Comportamiento del concreto con adición de fibras de Agave Americana L. para la mejora de sus propiedades en estado fresco*. Huancayo, Perú.: Universidad Continental.
- Mather, B. (2000). *Terminología del cemento y el hormigón*. ACI 116. American Concrete Institute.
- Maza, B. (2016). *Análisis de la resistencia de mezclas de concreto fresco y endurecido unidos con SIKADUR 32 Y CHEMA EPOX ADHESIVO 32*. Cajamarca: Universidad Nacional de Cajamarca.

- Osorio, J., Varón, F., & Herrera, J. (2007). *Comportamiento mecánico del concreto reforzado con fibras de bagazo de caña de azúcar*. Medellín, Colombia: Universidad Nacional de Colombia.
- Pajares, E. (2015). *Análisis del incremento de la resistencia mecánica del concreto con la adición de fibra vegetal*. Cajamarca: Universidad Nacional de Cajamarca.
- Pasquel, E. (2016). *Control de calidad del concreto*. Lima - Perú : Capitulo peruano ACI .
- Queralt, J. (2023). *Estudio de materiales compuestos de fibras vegetales para el refuerzo de estructuras de bajo coste en Brasil*. Catalunya: Universidad Politecnica de Catalunya.
- Ramos, N. (2019). *Análisis Comparativo del Comportamiento Mecánico del concreto reforzado con fibra de polipropileno y acero*. Cajamarca: Universidad Nacional de Cajamarca.
- Rivera, M., & Saldaña, R. (2019). *Concreto con refuerzo de fibra de betarraga para mejorar la resistencia del concreto*. Lima, Perú.
- Rivva, E. (2014). *Diseño de mezclas* (2da ed.). Lima, Perú: Instituto de la Construcción y Gerencia.
- Rivva, E. (2015). *Materiales para el concreto* (3ra ed.). Instituto de la Construcción y Gerencia.
- Rodríguez, A. (2000). *Las fibras clasificación y definición*. México.: Seminario de Investigación. Universidad Autónoma Metropolitana.
- Rodriguez, N. (2017). *Diseño de concreto $F'_{C} = 250 \text{ kg/cm}^2$ reforzado con cascarilla de café en la ciudad de Jaén*. Jaén, Cajamarca, Perú.
- Sanz, E., & Sánchez, D. (2018). *Atlas de las plantas alóctonas invasoras de España*. Madrid: Dirección General para la Biodiversidad.
- Shah, I., Li, J., Zhang, Y., & Yang, S. (2021). *Experimental investigation on the mechanical properties of natural fiber reinforced concrete*. Kunming, China.
- SIKA. (s.f.). *SIKA Perú*. Obtenido de <https://per.sika.com/es/construccion/aditivos-concreto/aditivos-concreto-premezclado/fibras-concreto/sikafiber-force-48.html>
- Sika, P. S. (2021). *Concreto reforzado con fibras*. *Sika Informaciones Técnicas*. Obtenido de <https://per.sika.com/es/construccion/aditivos-concreto/aditivos-concreto-premezclado/fibras-concreto/sikafiber-cho-6535nb.html>
- Vidal, G. (2016). *Las fibras vegetales y sus aplicaciones*. Chile: Universidad de Concepción.

ANEXOS.

Anexo N°1: Propiedades físicas de los agregados extraídos de la cantera “Hermanos Alaya”

1. Agregado fino.

1.1. Análisis granulométrico.

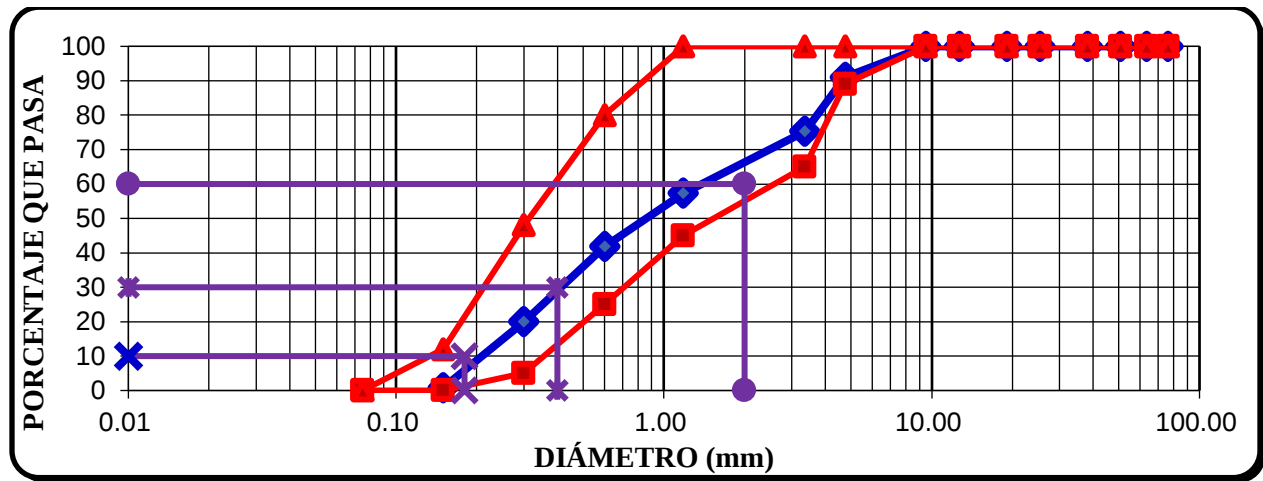
Tabla 16

Ensayo de análisis granulométrico del agregado fino.

Peso Seco Inicial =		1100.00 g.			
PESO SECO MENOR QUE 0.075 mm. (MALLA N° 200) =		11.30 g.			
Tamiz		Peso Retenido Parcial	Porcentaje Retenido Parcial	Porcentaje Retenido Acumulado	Porcentaje Que Pasa
N°	Abertura (mm)				
3/8"	9.525	0.00	0.00	0.00	100.00
N°4	4.75	98.24	8.93	8.93	91.07
N°8	3.36	173.19	15.74	24.68	75.32
N 16	1.18	197.49	17.95	42.63	57.37
N 30	0.6	171.24	15.57	58.20	41.80
N 50	0.3	240.12	21.83	80.03	19.97
N 100	0.15	200.40	14.76	94.79	5.21
N 200	0.075	17.32	4.37	99.15	0.85
Cazoleta	--	9.30	0.85	100.00	0.00
TOTAL		1100			
MÓDULO DE FINURA =				3.092	

Figura 6

Curva de distribución granulométrica del agregado fino.



1.2. Peso específico y absorción.

Tabla 17

Ensayo de peso específico y absorción para el agregado fino

Descripción	Und.	M-1	M-2	M-3	Promedio
Peso de fiola	g	191.98	191.98	191.98	
Peso de la fiola +agua hasta menisco	g	689.50	689.50	689.50	
peso de la fiola +agua + muestra	g	1004.20	1003.90	1003.70	
Peso de la muestra superficialmente Seca	g	500.00	500.00	500.00	
Peso de la muestra secada al horno	g	493.71	493.55	493.68	
volumen de agua añadida al frasco (g)	g	312.22	311.92	311.72	
Peso Específico de Masa	g/m3	2.629	2.624	2.622	2.630
Peso Específico de Masa Saturado Superficialmente Seco	g/m3	2.663	2.658	2.656	2.660
Peso Específico de Aparente	g/m3	2.720	2.717	2.713	2.720
Absorción (%)	%	1.274	1.307	1.280	1.300

1.3. *Peso unitario.*

1.3.1. *Peso específico del agua.*

Tabla 18

Peso específico del agua.

Peso de la fiola en (g) =	191.98
Peso de la fiola en (g) =	689.50
Volumen de la fiola (cm3) =	500.00
Peso específico (g/cm3) =	0.995
P.e en (Kg/m3) =	995.04

1.3.2. *Factor “F” del recipiente.*

Tabla 19

Factor “F” del recipiente para agregado fino

Peso del Molde (g) =	1995.45
Peso del Molde +Agua (g) =	4816.00
Peso Agua (Kg) =	2.82
f (1/m3) =	352.78

1.3.3. *Peso unitario seco suelto.*

Tabla 20

Ensayo de peso unitario seco suelto del agregado fino.

Descripción	Und.	M-1	M-2	M-3	Promedio
Peso del recipiente	g	1997.00	1997.00	1997.00	
Peso de muestra suelta + recipiente	g	7001.00	7011.00	7020.00	
Peso de la muestra suelta	g	5004.00	5014.00	5023.00	
Factor (f)		352.78	352.78	352.78	
Peso Unitario Suelto	g/cm3	1.77	1.77	1.77	1.77
Peso Unitario Suelto	Kg/m3	1765.32	1768.85	1772.03	1768.73

1.3.4. *Peso unitario seco compactado.*

Tabla 21

Ensayo de peso unitario seco compactado del agregado fino.

Descripción	Und.	M-1	M-2	M-3	Promedio
Peso del recipiente	g	1997.00	1997.00	1997.00	
Peso de muestra compactada + recipiente	g	7332.00	7314.00	7312.00	
Peso de la muestra suelta	g	5335.00	5317.00	5315.00	
Factor (f)	1/m3	352.78	352.78	352.78	
Peso Unitario Compactado	g/cm3	1.88	1.88	1.88	1.88
Peso Unitario Compactado	Kg/m3	1882.09	1875.74	1875.04	1877.62

1.4. *Contenido de humedad (%).*

Tabla 22

Ensayo de contenido de humedad (%) del agregado fino.

Descripción	Und.	M-1	M-2	M-3	Promedio
Peso del Recipiente	g	362.00	359.00	355.00	
Peso del Recipiente + muestra húmeda	g	6539.00	5753.00	5898.00	
Peso del Recipiente + muestra seca	g	6289.00	5528.00	5674.00	
Contenido de Humedad	W %	4.22	4.35	4.21	4.26

1.5. *Material más fino que pasa el tamiz N° 200.*

Tabla 23

Ensayo de partículas < Tamiz N° 200 del agregado fino.

Descripción	Und.	M-1	M-2	M-3	Promedio
Peso de Muestra Original	g	500	500	500	
Peso de la muestra Lavada	g	489.83	487.95	488.78	
Peso del Material < Tamiz N° 200	g	10.17	12.05	11.22	
Material que Pasa el Tamiz N° 200	%	2.034	2.41	2.244	2.20

2. Agregado grueso.

2.1. Análisis granulométrico.

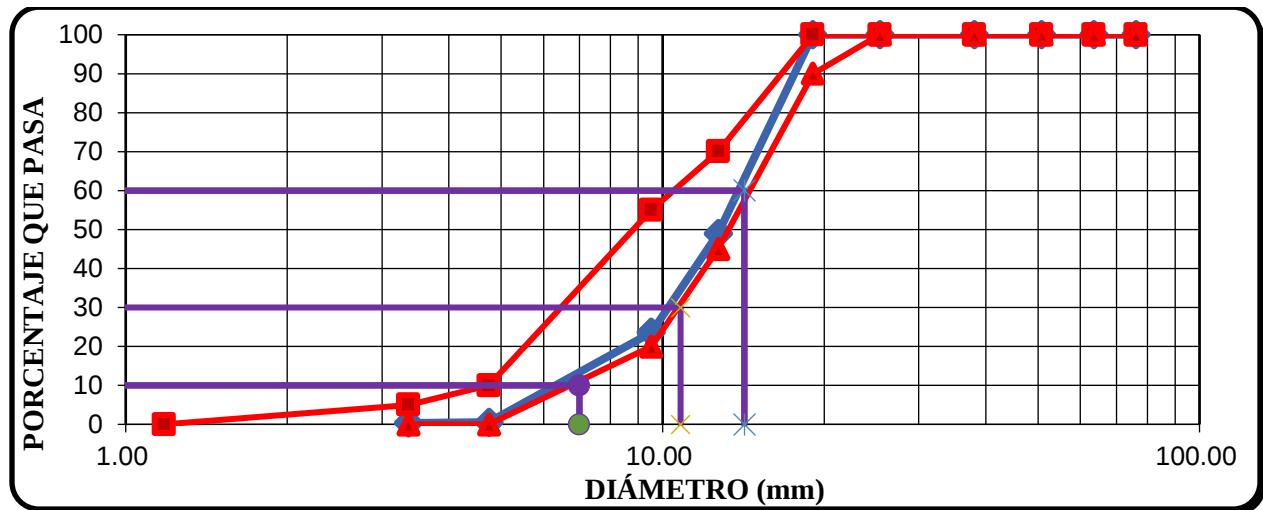
Tabla 24

Ensayo de análisis granulométrico del agregado grueso.

Peso Seco Inicial =		8189.00 g.			
PESO SECO MENOR QUE 0.075 mm. (MALLA N° 200) =		9.00 g.			
Tamiz					
N°	Abertura (mm)	Peso Retenido Parcial	Porcentaje Retenido Parcial	Porcentaje Retenido Acumulado	Porcentaje Que Pasa
¾"	19.05	0.00	0.00	0.00	100.00
½"	12.7	4176.00	51.00	51.00	49.00
3/8"	9.525	2078.00	25.38	76.37	23.63
N°4	4.75	1893.00	23.12	99.49	0.51
N°8	3.36	13.00	0.16	99.65	0.35
N 16	1.18	13.00	0.16	99.80	0.20
N 30	0.6	1.00	0.01	99.82	0.18
N 50	0.3	0.00	0.00	99.82	0.18
N 100	0.15	2.00	0.02	99.84	0.16
N 200	0.075	4.00	0.05	99.89	0.11
Cazoleta	--	9.00	0.11	100.00	0.00
TOTAL		8189.00			
MÓDULO DE FINURA =		6.748			

Figura 7

Curva de distribución granulométrica del agregado grueso.



2.2. Peso específico y absorción.

Tabla 25

Ensayo de peso específico y absorción para el agregado grueso.

Descripción	Und.	M-1	M-2	M-3	Promedio
Peso de muestra SSS + canastilla sumergida	g	2643.00	2644.00	2646.00	
Peso de canastilla sumergida	g	778.00	778.00	778.00	
Peso de la muestra superficialmente seca	g	3000.00	3000.00	3000.00	
Peso de la muestra secada al horno	g	2964.00	2962.00	2965.00	
Peso de la muestra sumergida en el agua	g	1865.00	1866.00	1868.00	
Peso Específico de Masa	g/cm ³	2.611	2.612	2.619	2.610
Peso Específico de Masa Saturado Superficialmente Seco	g/cm ³	2.643	2.646	2.650	2.65
Peso Específico de Aparente	g/m ³	2.697	2.703	2.703	2.700
Absorción (%)	%	1.215	1.283	1.180	1.200

2.3. *Peso unitario.*

2.3.1. *Peso específico del agua.*

Tabla 26

Peso específico del agua.

Peso de la fiola en (g) =	191.98
Peso de la fiola en (g) =	689.50
Volumen de la fiola (cm3) =	500.00
Peso específico (g/cm3) =	0.995
P.e en (Kg/m3) =	995.04

2.3.2. *Factor “F” del recipiente.*

Tabla 27

Factor “F” del recipiente para agregado grueso.

Peso del Molde (g) =	4226.00
Peso del Molde +Agua (g) =	13558.00
Peso Agua (Kg) =	9.33
f (1/m3) =	106.63

2.3.3. *Peso unitario seco suelto.*

Tabla 28

Ensayo de peso unitario seco suelto del agregado grueso.

Descripción	Und.	M-1	M-2	M-3	Promedio
Peso del recipiente	g	4228.00	4228.00	4228.00	
Peso de muestra suelta + recipiente	g	17562.00	17537.00	17559.00	
Peso de la muestra suelta	g	13334.00	13309.00	13331.00	
Factor (f)		106.63	106.63	106.63	
Peso Unitario Suelto	g/cm3	1.42	1.42	1.42	1.42
Peso Unitario Suelto	Kg/m3	1421.76	1419.09	1421.44	1420.76

2.3.4. *Peso unitario seco suelto compactado.*

Tabla 29

Ensayo de peso unitario seco compactado del agregado grueso.

Descripción	Und.	M-1	M-2	M-3	Promedio
Peso del recipiente	g	4228.00	4228.00	4228.00	
Peso de muestra compactada + recipiente	g	18542.00	18675.00	18747.00	
Peso de la muestra suelta	g	14314.00	14447.00	14519.00	
Factor (f)	1/m3	106.63	106.63	106.63	
Peso Unitario Compactado	g/cm3	1.53	1.54	1.55	1.54
Peso Unitario Compactado	Kg/m3	1526.25	1540.44	1548.11	1538.27

2.4. *Peso unitario.*

Tabla 30

Ensayo de contenido de humedad (%) del agregado grueso.

Descripción	Und.	M-1	M-2	M-3	Promedio
Peso del Recipiente	g	133.00	112.00	112.00	
Peso del Recipiente + muestra húmeda	g	3250.00	2757.00	3077.00	
Peso del Recipiente + muestra seca	g	3242.00	2751.00	3069.00	
Contenido de Humedad	W %	0.26	0.23	0.27	0.25

2.5. *Material más fino que pasa el tamiz N° 200.*

Tabla 31

Ensayo de partículas < Tamiz N° 200 del agregado grueso.

Descripción	Und.	M-1	M-2	M-3	Promedio
Peso de Muestra Original	g	3000.00	3000.00	3000.00	
Peso de la muestra Lavada	g	2971.00	2983.00	2973.00	
Peso del Material < Tamiz N° 200	g	29.00	17.00	27.00	
Material que Pasa el Tamiz N° 200	%	0.97	0.57	0.90	0.80

2.6. Abrasión.

Tabla 32

Ensayo de abrasión del agregado grueso.

Gradación	Equipo Mecánico	Nº de Esferas	Velocidad (rev./mim)	Nº de Revoluciones	Tamaño Máx. Nominal	Peso de la Muestra en (g.)
B	Máquina de los Ángeles	11	30 - 33	500.00	½"	5000.00
Nº DE ENSAYOS				1º	2º	3º
Peso Inicial de la muestra seca al horno (g.)				5000	5000	5000
Peso retenido en la malla Nº 12 Lavado y secado al horno (g)				3733	3744	3758
% Desg. =((Pi -Pf) / Pi) x 100				25.34	25.12	24.84
Abrasión % Desgaste Promedio					25.00	

3. Propiedades de la Fibra.

Tabla 33

Peso específico y absorción de la fibra de Agave Americana L.

Descripción	Und.	M-1	M-2	M-3	Promedio
Peso del picnómetro +agua hasta menisco	g	639.00	639.00	639.00	
peso del picnómetro +agua + muestra	g	638.94	638.60	638.58	
Peso de la muestra superficialmente Seca	g	29.51	39.58	49.51	
Peso de la muestra seca	g	22.10	31.40	35.97	
Peso Específico de Masa	g/m3	0.747	0.785	0.720	0.751
Peso Específico de Masa Saturado Superficialmente Seco	g/m3	1.332	1.245	1.361	1.312
Peso Específico de Aparente	g/m3	0.997	0.987	0.988	0.991
Absorción (%)	%	33.529	26.051	37.642	32.408

Anexo N°2: Diseño de mezcla.

1. Diseño de mezcla patrón.

DISEÑO DE MEZCLA

TESIS: “RESISTENCIA MECÁNICA DEL CONCRETO CON ADICIÓN DE FIBRAS DE AGAVE AMERICANA L”

TESISTA: Bach. Ing. Kelita Stefany Mantilla Carranza

ASESOR: Dr. en Ing. Miguel Angel Mosqueira Moreno

DISEÑO: 0.00% DE FIBRA DE AGAVE AMERICANA L.

1. MATERIAL CEMENTANTE

CEMENTO: PACASMAYO TIPO I - A.S.T.M.C -150

PESO ESPECÍFICO: 3.110 g/cm³

2. PROCEDENCIA DE LOS AGREGADOS

AGREGADO FINO: HERMANOS ALAYA

AGREGADO GRUESO: HERMANOS ALAYA

3. CARACTERÍSTICAS DE LOS AGREGADOS

	AGREGADO FINO		AGREGADO GRUESO		FIBRA	
TAMAÑO MAXIMO NOMINAL	...		½”		...	
PESO ESPECIFICO DE MASA	2.630	g/cm ³	2.610	g/cm ³	0.751	g/cm ³
PESO ESPECIFICO SATURADO SUPERFICIALMENTE SECO	2.660	g/cm ³	2.650	g/cm ³	1.312	g/cm ³
PESO ESPECIFICO APARENTE	2.720	g/cm ³	2.700	g/cm ³	0.991	g/cm ³
PESO UNITARIO SUELTO	1768.733	Kg/m ³	1420.765	Kg/m ³	...	
PESO UNITARIO COMPACTADO	1877.625	Kg/m ³	1538.267	Kg/m ³	...	
CONTENIDO DE HUMEDAD (%)	4.261		0.252		...	
ABSORCION (%)	1.300		1.200		32.408	
MODULO DE FINURA	3.092		6.750		...	
ABRASION (%)	...		25.000		...	
% QUE PASA MALLA N° 200	2.200		0.800		...	

4. ADICIÓN DE FIBRA

8. VOLUMENES ABSOLUTOS

NOMBRE DE LA FIBRA	%	P.E. g/cm3
AGAVE AMERICANA L.	0.00	0.751

5. RESISTENCIA

F'c =	210.00 Kg/cm2
F'cr =	281.40 Kg/cm2

6. RELACIÓN AGUA/CEMENTO

ASENTAMIENTO =	3" - 4"
AGUA DE MEZCLADO =	216.00 Lt/m3
AIRE TOTAL (%) =	2.50
RELACION A/Mc =	0.58
CEMENTO =	375.00 Kg/m3
	8.82 Bolsas/m3

7. MODULO DE COMBINACIÓN DE LOS AGREGADOS

VACIOS=	41.063 %
VACIOS POR CORREGIR=	6.063 %
FCORR. MC=	0.121
MC tabla=	4.676
MC corregido=	4.554

12. MATERIALES

MATERIALES DE DISEÑO

CEMENTO	375.00 Kg
AGUA DE DISEÑO	216.00 Lt
AGREGADO FINO SECO	1008 Kg
AGREGADO GRUESO SECO	666 Kg
AIRE TOTAL	2.50 %
A. AMERICANA L.=	0.00 Kg

CEMENTO =	0.1206 m3
AGUA DE MEZCLADO =	0.2160 m3
AIRE (%) =	0.0250 m3
SUMA =	0.3616 m3
VOLUMEN DE AGREGADOS =	0.6384 m3

9. PORCENTAJE DE AGREGADOS

% AGREGADO FINO =	60.02
% AGREGADO GRUESO =	39.98

10. VOLUMEN DE AGREGADOS

AGREGADO FINO SECO =	1008 Kg/m3
AGREGADO GRUESO SECO =	666 Kg/m3

11. APOORTE DE HUMEDAD DE LOS AGREGADOS

APOORTE AF =	29.844
APOORTE AG =	-6.315
APOORTE FIBRA	0.000
TOTAL =	23.529

MATERIALES CORREGIDOS POR HUMEDAD

CEMENTO	375.00 Kg
AGUA EFECTIVA	192.47 Lt
AGREGADO FINO HUMEDO	1051.00 Kg
AGREGADO GRUESO HUMEDO	668.00 Kg
AIRE TOTAL	2.50 %
A. AMERICANA L.=	0.00 Kg

13. PROPORCIONAMIENTO

PROPORCION EN PESO

CEMENTO =	1
A. FINO =	2.8
A. GRUESO =	1.78
AGUA =	21.8 (Lt / Bolsa)
A. AMERICANA L.=	0 %

PROPORCION EN VOLUMEN

CEMENTO =	1
A. FINO =	2.280
A. GRUESO =	1.880
AGUA =	21.8 (Lt / Bolsa)
A. AMERICANA L.=	0 %

14. TANDA PARA ENSAYOS

TANDA 210	0.04 m3
CEMENTO	15000 g
AGUA EFECTIVA	7699 g
AGREGADO FINO HUMEDO	42040 g
AGREGADO GRUESO	
HUMEDO	26720 g
ADITIVO	0 g

2. Diseño de mezcla con 0.50% de fibra de Agave Americana L.

DISEÑO DE MEZCLA

TESIS: “RESISTENCIA MECÁNICA DEL CONCRETO CON ADICIÓN DE FIBRAS DE AGAVE AMERICANA L”
TESISTA: Bach. Ing. Kelita Stefany Mantilla Carranza
ASESOR: Dr. en Ing. Miguel Angel Mosqueira Moreno
DISEÑO: 0.50% DE FIBRA DE AGAVE AMERICANA L.

1. MATERIAL CEMENTANTE

CEMENTO: PACASMAYO TIPO I - A.S.T.M.C -150
 PESO ESPECÍFICO: 3.110 g/cm³

2. PROCEDENCIA DE LOS AGREGADOS

AGREGADO FINO: HERMANOS ALAYA
 AGREGADO GRUESO: HERMANOS ALAYA

3. CARACTERISTICAS DE LOS AGREGADOS

	AGREGADO FINO		AGREGADO GRUESO		FIBRA	
TAMAÑO MAXIMO NOMINAL	...		½”		...	
PESO ESPECIFICO DE MASA	2.630	g/cm ³	2.610	g/cm ³	0.751	g/cm ³
PESO ESPECIFICO SATURADO SUPERFICIALMENTE SECO	2.660	g/cm ³	2.650	g/cm ³	1.312	g/cm ³
PESO ESPECIFICO APARENTE	2.720	g/cm ³	2.700	g/cm ³	0.991	g/cm ³
PESO UNITARIO SUELTO	1768.733	Kg/m ³	1420.765	Kg/m ³	...	
PESO UNITARIO COMPACTADO	1877.625	Kg/m ³	1538.267	Kg/m ³	...	
CONTENIDO DE HUMEDAD (%)	4.261		0.252		...	
ABSORCION (%)	1.300		1.200		32.408	
MODULO DE FINURA	3.092		6.750		...	
ABRASION (%)	...		25.000		...	
% QUE PASA MALLA N° 200	2.200		0.800		...	

4. ADICIÓN DE FIBRA

NOMBRE DE LA FIBRA	%	P.E. g/cm3
AGAVE AMERICANA L.	0.50	0.751

5. RESISTENCIA

F'c =	210.00 Kg/cm2
F'cr =	281.40 Kg/cm2

6. RELACIÓN AGUA/CEMENTO

ASENTAMIENTO =	3" - 4"
AGUA DE MEZCLADO =	216.00 Lt/m3
AIRE TOTAL (%) =	2.50
RELACION A/Mc =	0.58
CEMENTO =	375.00 Kg/m3
	8.82 Bolsas/m3

7. MODULO DE COMBINACIÓN DE LOS AGREGADOS

VACIOS=	41.063 %
VACIOS POR CORREGIR=	6.063 %
FCORR. MC=	0.121
MC tabla=	4.676
MC corregido=	4.554

8. VOLUMENES ABSOLUTOS

CEMENTO =	0.1206 m3
AGUA DE MEZCLADO =	0.2160 m3
AIRE (%) =	0.0250 m3
SUMA =	0.3616 m3
VOLUMEN DE AGREGADOS =	0.6384 m3

9. PORCENTAJE DE AGREGADOS

% AGREGADO FINO =	60.02
% AGREGADO GRUESO =	39.98

10. VOLUMEN DE AGREGADOS

AGREGADO FINO SECO =	1008 Kg/m3
AGREGADO GRUESO SECO =	666 Kg/m3

11. APOORTE DE HUMEDAD DE LOS AGREGADOS

APOORTE AF =	29.844
APOORTE AG =	-6.315
APOORTE FIBRA	-0.487
TOTAL =	23.042

12. MATERIALES

MATERIALES DE DISEÑO

CEMENTO	375.00 Kg
AGUA DE DISEÑO	216.00 Lt
AGREGADO FINO SECO	1008 Kg
AGREGADO GRUESO SECO	666 Kg
AIRE TOTAL	2.50 %
A. AMERICANA L.	1.50 Kg

MATERIALES CORREGIDOS POR HUMEDAD

CEMENTO	375.00 Kg
AGUA EFECTIVA	192.96 Lt
AGREGADO FINO HUMEDO	1051.00 Kg
AGREGADO GRUESO HUMEDO	668.00 Kg
AIRE TOTAL	2.50 %
A. AMERICANA L.	1.50 Kg

13. PROPORCIONAMIENTO

PROPORCION EN PESO

CEMENTO =	1
A. FINO =	2.8
A. GRUESO =	1.78
AGUA =	21.9 (Lt / Bolsa)
A. AMERICANA L.=	0.5 %

PROPORCION EN VOLUMEN

CEMENTO =	1
A. FINO =	2.280
A. GRUESO =	1.880
AGUA =	21.9 (Lt / Bolsa)
A. AMERICANA L.=	0.5 %

14. TANDA PARA ENSAYOS

TANDA 210	0.04 m3
CEMENTO	15000 g
AGUA EFECTIVA	7718 g
AGREGADO FINO HUMEDO	42040 g
AGREGADO GRUESO HUMEDO	26720 g
A. AMERICANA L.	60 g

3. *Diseño de mezcla con 0.75% de fibra de Agave Americana L.*

DISEÑO DE MEZCLA

TESIS: “RESISTENCIA MECÁNICA DEL CONCRETO CON ADICIÓN DE FIBRAS DE AGAVE AMERICANA L”

TESISTA: Bach. Ing. Kelita Stefany Mantilla Carranza

ASESOR: Dr. en Ing. Miguel Angel Mosqueira Moreno

DISEÑO: 0.75% DE FIBRA DE AGAVE AMERICANA L.

1. MATERIAL CEMENTANTE

CEMENTO: PACASMAYO TIPO I - A.S.T.M.C -150

PESO ESPECÍFICO: 3.110 g/cm³

2. PROCEDENCIA DE LOS AGREGADOS

AGREGADO FINO: HERMANOS ALAYA

AGREGADO GRUESO: HERMANOS ALAYA

3. CARACTERISTICAS DE LOS AGREGADOS

	AGREGADO FINO		AGREGADO GRUESO		FIBRA	
TAMAÑO MAXIMO NOMINAL	...		½”		...	
PESO ESPECIFICO DE MASA	2.630	g/cm ³	2.610	g/cm ³	0.751	g/cm ³
PESO ESPECIFICO SATURADO SUPERFICIALMENTE SECO	2.660	g/cm ³	2.650	g/cm ³	1.312	g/cm ³
PESO ESPECIFICO APARENTE	2.720	g/cm ³	2.700	g/cm ³	0.991	g/cm ³
PESO UNITARIO SUELTO	1768.733	Kg/m ³	1420.765	Kg/m ³	...	
PESO UNITARIO COMPACTADO	1877.625	Kg/m ³	1538.267	Kg/m ³	...	
CONTENIDO DE HUMEDAD (%)	4.261		0.252		...	
ABSORCION (%)	1.300		1.200		32.408	
MODULO DE FINURA	3.092		6.750		...	
ABRASION (%)	...		25.000		...	
% QUE PASA MALLA N° 200	2.200		0.800		...	

4. ADICIÓN DE FIBRA

NOMBRE DE LA FIBRA	%	P.E. g/cm ³
AGAVE AMERICANA L.	0.75	0.751

5. RESISTENCIA

F'c =	210.00 Kg/cm ²
F'cr =	281.40 Kg/cm ²

6. RELACIÓN AGUA/CEMENTO

ASENTAMIENTO =	3" - 4"
AGUA DE MEZCLADO =	216.00 Lt/m ³
AIRE TOTAL (%) =	2.50
RELACION A/Mc =	0.58
CEMENTO =	375.00 Kg/m ³
	8.82 Bolsas/m ³

7. MODULO DE COMBINACIÓN DE LOS AGREGADOS

VACIOS=	41.063 %
VACIOS POR CORREGIR=	6.063 %
FCORR. MC=	0.121
MC tabla=	4.676
MC corregido=	4.554

8. VOLUMENES ABSOLUTOS

CEMENTO =	0.1206 m ³
AGUA DE MEZCLADO =	0.2160 m ³
AIRE (%) =	0.0250 m ³
SUMA =	0.3616 m ³
VOLUMEN DE AGREGADOS =	0.6384 m ³

9. PORCENTAJE DE AGREGADOS

% AGREGADO FINO =	60.02
% AGREGADO GRUESO =	39.98

10. VOLUMEN DE AGREGADOS

AGREGADO FINO SECO =	1008 Kg/m ³
AGREGADO GRUESO SECO =	666 Kg/m ³

11. APOORTE DE HUMEDAD DE LOS AGREGADOS

APOORTE AF =	29.844
APOORTE AG =	-6.315
APOORTE FIBRA	-0.974
TOTAL =	22.555

12. MATERIALES

MATERIALES DE DISEÑO

CEMENTO	375.00 Kg
AGUA DE DISEÑO	216.00 Lt
AGREGADO FINO SECO	1008 Kg
AGREGADO GRUESO SECO	666 Kg
AIRE TOTAL	2.50 %
A. AMERICANA L.=	3.00 Kg

MATERIALES CORREGIDOS POR HUMEDAD

CEMENTO	375.00 Kg
AGUA EFECTIVA	193.44 Lt
AGREGADO FINO HUMEDO	1051.00 Kg
AGREGADO GRUESO HUMEDO	668.00 Kg
AIRE TOTAL	2.50 %
A. AMERICANA L.=	3.00 Kg

13. PROPORCIONAMIENTO

PROPORCION EN PESO

CEMENTO =	1
A. FINO =	2.8
A. GRUESO =	1.78
AGUA =	21.9 (Lt / Bolsa)
A. AMERICANA L.=	0.9 %

PROPORCION EN VOLUMEN

CEMENTO =	1
A. FINO =	2.280
A. GRUESO =	1.880
AGUA =	21.9 (Lt / Bolsa)
A. AMERICANA L.=	0.9 %

14. TANDA PARA ENSAYOS

TANDA 210	0.04 m3
CEMENTO	15000 g
AGUA EFECTIVA	7738 g
AGREGADO FINO HUMEDO	42040 g
AGREGADO GRUESO HUMEDO	26720 g
A. AMERICANA L.	120 g

4. *Diseño de mezcla con 1.00% de fibra de Agave Americana L.*

DISEÑO DE MEZCLA

TESIS: “RESISTENCIA MECÁNICA DEL CONCRETO CON ADICIÓN DE FIBRAS DE AGAVE AMERICANA L”

TESISTA: Bach. Ing. Kelita Stefany Mantilla Carranza

ASESOR: Dr. en Ing. Miguel Angel Mosqueira Moreno

DISEÑO: 1.00% DE FIBRA DE AGAVE AMERICANA L.

1. MATERIAL CEMENTANTE

CEMENTO: PACASMAYO TIPO I - A.S.T.M.C -150

PESO ESPECÍFICO: 3.110 g/cm³

2. PROCEDENCIA DE LOS AGREGADOS

AGREGADO FINO:

HERMANOS ALAYA

AGREGADO GRUESO:

HERMANOS ALAYA

3. CARACTERISTICAS DE LOS AGREGADOS

	AGREGADO FINO		AGREGADO GRUESO		FIBRA	
TAMAÑO MAXIMO NOMINAL	...		½”		...	
PESO ESPECIFICO DE MASA	2.630	g/cm ³	2.610	g/cm ³	0.751	g/cm ³
PESO ESPECIFICO SATURADO SUPERFICIALMENTE SECO	2.660	g/cm ³	2.650	g/cm ³	1.312	g/cm ³
PESO ESPECIFICO APARENTE	2.720	g/cm ³	2.700	g/cm ³	0.991	g/cm ³
PESO UNITARIO SUELTO	1768.733	Kg/m ³	1420.765	Kg/m ³	...	
PESO UNITARIO COMPACTADO	1877.625	Kg/m ³	1538.267	Kg/m ³	...	
CONTENIDO DE HUMEDAD (%)	4.261		0.252		...	
ABSORCION (%)	1.300		1.200		32.408	
MODULO DE FINURA	3.092		6.750		...	
ABRASION (%)	...		25.000		...	
% QUE PASA MALLA N° 200	2.200		0.800		...	

4. ADICIÓN DE FIBRA

NOMBRE DE LA FIBRA	%	P.E. g/cm ³
AGAVE AMERICANA L.	1.00	0.751

5. RESISTENCIA

F' _c =	210.00 Kg/cm ²
F' _{cr} =	281.40 Kg/cm ²

6. RELACIÓN AGUA/CEMENTO

ASENTAMIENTO =	3" - 4"
AGUA DE MEZCLADO =	216.00 Lt/m ³
AIRE TOTAL (%) =	2.50
RELACION A/Mc =	0.58
CEMENTO =	375.00 Kg/m ³
	8.82 Bolsas/m ³

7. MODULO DE COMBINACIÓN DE LOS AGREGADOS

VACIOS=	41.063 %
VACIOS POR CORREGIR=	6.063 %
FCORR. MC=	0.121
MC tabla=	4.676
MC corregido=	4.554

12. MATERIALES

MATERIALES DE DISEÑO	
CEMENTO	375.00 Kg
AGUA DE DISEÑO	216.00 Lt

8. VOLUMENES ABSOLUTOS

CEMENTO =	0.1206 m ³
AGUA DE MEZCLADO =	0.2160 m ³
AIRE (%) =	0.0250 m ³
SUMA =	0.3616 m ³
VOLUMEN DE AGREGADOS =	0.6384 m ³

9. PORCENTAJE DE AGREGADOS

% AGREGADO FINO =	60.02
% AGREGADO GRUESO =	39.98

10. VOLUMEN DE AGREGADOS

AGREGADO FINO SECO =	1008 Kg/m ³
AGREGADO GRUESO SECO =	666 Kg/m ³

11. APOORTE DE HUMEDAD DE LOS AGREGADOS

APOORTE AF =	29.844
APOORTE AG =	-6.315
APOORTE FIBRA	-1.217
TOTAL =	22.312

MATERIALES CORREGIDOS POR HUMEDAD

CEMENTO	375.00 Kg
AGUA EFECTIVA	193.69 Lt

AGREGADO FINO SECO	1008 Kg
AGREGADO GRUESO SECO	666 Kg
AIRE TOTAL	2.50 %
A. AMERICANA L.=	3.76 Kg

AGREGADO FINO HUMEDO	1051.00 Kg
AGREGADO GRUESO HUMEDO	668.00 Kg
AIRE TOTAL	2.50 %
A. AMERICANA L.=	3.76 Kg

13. PROPORCIONAMIENTO

PROPORCION EN PESO

CEMENTO =	1
A. FINO =	2.8
A. GRUESO =	1.78
AGUA =	22 (Lt / Bolsa)
A. AMERICANA L.=	1.1 %

PROPORCION EN VOLUMEN

CEMENTO =	1
A. FINO =	2.280
A. GRUESO =	1.880
AGUA =	22 (Lt / Bolsa)
A. AMERICANA L.=	1.1 %

14. TANDA PARA ENSAYOS

TANDA 210	0.04 m3
CEMENTO	15000 g
AGUA EFECTIVA	7748 g
AGREGADO FINO HUMEDO	42040 g
AGREGADO GRUESO HUMEDO	26720 g
A. AMERICANA L.	150 g

Anexo N°3: Resultados de ensayos de peso unitario.

Tabla 34

Peso unitario del concreto en estado fresco.

% DE FIBRA	MUESTRA	VOLUME N (m3)	PESO DEL MOLDE (kg)	PESO DEL MOLDE + CONCRET O (kg)	PESO DEL CONCRET O (kg)	PESO UNITARIO (kg/m3)	PESO UNITARIO PROMEDIO (kg/m3)	SLUMP (in)	SLUMP PROMEDIO (in)
0%	M1	0.0055	6.47	6.47	13.11	2383.82	2380.91	3.50	3.75
	M2	0.0055	6.47	6.47	13.08	2378.00		4.00	
0.50%	M3	0.0055	6.47	6.47	13.08	2378.55	2369.45	3.50	3.25
	M4	0.0055	6.47	6.47	12.98	2360.36		3.00	
0.75%	M5	0.0055	6.47	6.47	12.97	2357.64	2354.09	3.25	3.25
	M6	0.0055	6.47	6.47	12.93	2350.55		3.25	
1.00%	M7	0.0055	6.47	6.47	12.95	2354.18	2347.45	3.00	3.38
	M8	0.0055	6.47	6.47	12.87	2340.73		3.75	

Tabla 35

Peso unitario del concreto en estado endurecido.

% DE FIBRA	MUESTRA	Ø PROMEDIO (cm)	AREA (m2)	ALTURA (cm)	VOLUMEN (m3)	PESO DEL CONCRETO (kg)	PESO UNITARIO (kg/m3)	PESO UNITARIO PROMEDIO (kg/m3)
0%	M1	15.05	0.0178	30.05	0.0053	12.46	2331.20	2350.56
	M2	15.06	0.0178	30.05	0.0054	12.53	2340.81	
	M3	14.94	0.0175	29.97	0.0053	12.50	2379.79	
	M4	15.01	0.0177	30.05	0.0053	12.50	2350.42	
0.05%	M5	15.07	0.0178	30.20	0.0054	12.38	2298.44	2345.44
	M6	15.04	0.0178	30.05	0.0053	12.54	2349.48	
	M7	15.02	0.0177	30.00	0.0053	12.59	2367.75	
	M8	14.91	0.0175	29.80	0.0052	12.31	2366.09	
0.75%	M9	15.03	0.0177	30.03	0.0053	12.33	2313.82	2329.98
	M10	15.01	0.0177	30.00	0.0053	12.49	2352.26	
	M11	14.99	0.0176	30.01	0.0053	12.31	2323.58	
	M12	15.02	0.0177	30.02	0.0053	12.40	2330.27	
1.00%	M13	14.94	0.0175	30.03	0.0053	12.32	2339.88	2313.89
	M14	14.97	0.0176	30.03	0.0053	12.13	2295.70	
	M15	15.04	0.0178	30.03	0.0053	12.11	2270.26	
	M16	14.98	0.0176	30.02	0.0053	12.43	2349.72	

Anexo N°4: Resultados de ensayos de resistencia a la compresión.

1. Resultados de resistencia a la compresión a los 7 días.

RESULTADOS DE ENSAYOS A LA COMPRESIÓN UNIAxIAL DE ESPECÍMENES CILÍNDRICOS DE CONCRETO (NTP 339.034 2021)

Fecha: 8/09/2023 % de fibra: 0.00% Edad de especímenes: 7 días

TESIS: "RESISTENCIA MECÁNICA DEL CONCRETO CON ADICIÓN DE FIBRAS DE AGAVE AMERICANA L"

TESISTA: Bach. Ing. Kelita Stefany Mantilla Carranza

ASESOR: Dr. en Ing. Miguel Angel Mosqueira Moreno

DETERMINACIÓN DE LA RESISTENCIA A LA COMPRESIÓN DEL CONCRETO EN MUESTRAS CILÍNDRICAS

DATOS DE LA MUESTRA

N° DE MUESTRA	1	2	3	4
CÓDIGO	0% 7 Días MC 01	0% 7 Días MC 02	0% 7 Días MC 03	0% 7 Días MC 04
FECHA DE ELABORACIÓN	1/09/2023	1/09/2023	1/09/2023	1/09/2023
RESISTENCIA DE DISEÑO (kg/cm ²)	210	210	210	210

DATOS DEL ENSAYO

FECHA DE ENSAYO	8/09/2023	8/09/2023	8/09/2023	8/09/2023
PESO (g)	12518	12475	12485	12539
DIÁMETRO (cm)	15.05	15.01	15.00	15.03
ALTURA (cm)	30.13	30.17	30	30.07
TIPO DE FRACTURA	3	3	2	3

RESULTADOS

EDAD DEL TESTIGO (días)	7	7	7	7
SECCIÓN TRANSVERSAL (cm ²)	177.89	176.95	176.71	177.42
VOLUMEN (cm ³)	5359.97	5338.59	5301.44	5335.08
ESBELTEZ	2.002	2.010	2.000	2.001

PATRONES DE TIPOS DE FRACTURA

Tipo 1:



Conos razonables bien formados, en ambas bases, menos de 25 mm de grietas entre capas.

Tipo 2:



Cono bien formado, sobre una base, desplazamiento de grietas verticales a través de las capas, cono no bien definido en las otras partes.

Tipo 3:



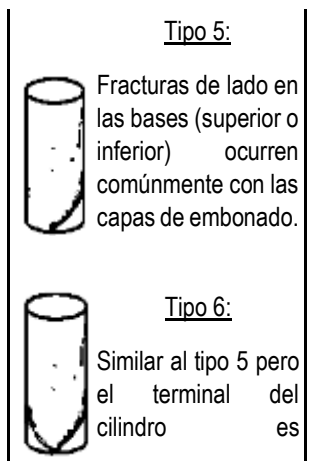
Grietas verticales columnares en ambas bases, conos no bien formados.

Tipo 4:



Fractura diagonal sin grietas en las bases, golpear con martillo para diferenciar del tipo 1.

FACTOR DE CORRECCIÓN	1	1	2	1
PESO ESPECÍFICO (g/cm ³)	2.34	2.34	2.36	2.35
CARGA MÁXIMA (kN)	235.82	249.36	254.22	261.6
CARGA MÁXIMA (kg)	24047.04	25427.74	25923.32	26675.88
RESISTENCIA OBTENIDA (kg/cm ²)	135.18	143.70	146.70	150.35
PORCENTAJE OBTENIDO (%)	64.37%	68.43%	69.86%	71.60%



Resistencia promedio del concreto en función del día (Valores referenciales)		
EDAD EN DÍAS	RESISTENCIA (%)	
	MINIMO	IDEAL
7.00	55.00	70.00
14.00	70.00	85.00
21.00	80.00	95.00
28.00	100.00	115.00

Valor Ideal con formula del ACI -209 (A-17)

$$f_{cmt} = \left[\frac{t}{a + bt} \right] * f_{cm28}$$

Donde:

a = 0.40

b = 0.85

t = Edad (días)

RESULTADOS DE ENSAYOS A LA COMPRESIÓN UNIAxIAL DE ESPECÍMENES CILÍNDRICOS DE CONCRETO (NTP 339.034 2021)

Fecha: 9/09/2023 % de fibra: 0.50% Edad de especímenes: 7 días

TESIS: “RESISTENCIA MECÁNICA DEL CONCRETO CON ADICIÓN DE FIBRAS DE AGAVE AMERICANA L”

TESISTA: Bach. Ing. Kelita Stefany Mantilla Carranza

ASESOR: Dr. en Ing. Miguel Angel Mosqueira Moreno

DETERMINACIÓN DE LA RESISTENCIA A LA COMPRESIÓN DEL CONCRETO EN MUESTRAS CILÍNDRICAS

DATOS DE LA MUESTRA

Nº DE MUESTRA	5	6	7	8
CÓDIGO	0.5% 7 Días MC 01	0.5% 7 Días MC 02	0.5% 7 Días MC 03	0.5% 7 Días MC 04
FECHA DE ELABORACIÓN	2/09/2023	2/09/2023	2/09/2023	2/09/2023
RESISTENCIA DE DISEÑO (kg/cm ²)	210	210	210	210

DATOS DEL ENSAYO

FECHA DE ENSAYO	9/09/2023	9/09/2023	9/09/2023	9/09/2023
PESO (g)	12456	12515	12435	12498
DIÁMETRO (cm)	15.05	14.98	15.08	15.07
ALTURA (cm)	30.09	30.05	30.1	30.09
TIPO DE FRACTURA	4	3	3	3

RESULTADOS

EDAD DEL TESTIGO (días)	7	7	7	7
SECCIÓN TRANSVERSAL (cm ²)	177.89	176.24	178.60	178.37
VOLUMEN (cm ³)	5352.85	5296.12	5376.00	5367.09
ESBELTEZ	1.999	2.006	1.996	1.997
FACTOR DE CORRECCIÓN	1	1	2	1
PESO ESPECÍFICO (g/cm ³)	2.33	2.36	2.31	2.33

PATRONES DE TIPOS DE FRACTURA

Tipo 1:



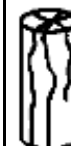
Conos razonables bien formados, en ambas bases, menos de 25 mm de grietas entre capas.

Tipo 2:



Cono bien formado, sobre una base, desplazamiento de grietas verticales a través de las capas, cono no bien definido en las otras partes.

Tipo 3:



Grietas verticales columnares en ambas bases, conos no bien formados.

Tipo 4:



Fractura diagonal sin grietas en las bases, golpear con martillo para diferenciar del tipo 1.

Tipo 5:



Fracturas de lado en las bases (superior o inferior) ocurren comúnmente con las capas de embonado.

CARGA MÁXIMA (kN)	253.74	254.12	252.8	260.78
CARGA MÁXIMA (kg)	25874.38	25913.12	25778.52	26592.26
RESISTENCIA OBTENIDA (kg/cm²)	145.45	147.03	144.33	149.09
PORCENTAJE OBTENIDO (%)	69.26%	70.01%	68.73%	70.99%



Tipo 6:

Similar al tipo 5 pero el terminal del cilindro es

Resistencia promedio del concreto en función del día (Valores referenciales)		
EDAD EN DÍAS	RESISTENCIA (%)	
	MINIMO	IDEAL
7.00	55.00	70.00
14.00	70.00	85.00
21.00	80.00	95.00
28.00	100.00	115.00

Valor Ideal con formula del ACI -209 (A-17)

$$f_{cmt} = \left[\frac{t}{a + bt} \right] * f_{cm28}$$

Donde:

a = 0.40

b = 0.85

t = Edad (días)

RESULTADOS DE ENSAYOS A LA COMPRESIÓN UNIAxIAL DE ESPECÍMENES CILÍNDRICOS DE CONCRETO (NTP 339.034 2021)

Fecha: 10/09/2023 % de fibra: 0.75% Edad de especímenes: 7 días

TESIS: “RESISTENCIA MECÁNICA DEL CONCRETO CON ADICIÓN DE FIBRAS DE AGAVE AMERICANA L”

TESISTA: Bach. Ing. Kelita Stefany Mantilla Carranza

ASESOR: Dr. en Ing. Miguel Angel Mosqueira Moreno

DETERMINACIÓN DE LA RESISTENCIA A LA COMPRESIÓN DEL CONCRETO EN MUESTRAS CILÍNDRICAS

DATOS DE LA MUESTRA

Nº DE MUESTRA	9	10	11	12
CÓDIGO	0.75% 7 Días MC 01	0.75% 7 Días MC 02	0.75% 7 Días MC 03	0.75% 7 Días MC 04
FECHA DE ELABORACIÓN	3/09/2023	3/09/2023	3/09/2023	3/09/2023
RESISTENCIA DE DISEÑO (kg/cm ²)	210	210	210	210

DATOS DEL ENSAYO

FECHA DE ENSAYO	10/09/2023	10/09/2023	10/09/2023	10/09/2023
PESO (g)	12409	12387	12438	12342
DIÁMETRO (cm)	15.06	15.00	15.05	15.01
ALTURA (cm)	30.15	30.02	30.12	30.11
TIPO DE FRACTURA	3	3	4	4

RESULTADOS

EDAD DEL TESTIGO (días)	7	7	7	7
SECCIÓN TRANSVERSAL (cm ²)	178.13	176.71	177.89	176.95
VOLUMEN (cm ³)	5370.65	5304.97	5358.19	5327.97
ESBELTEZ	2.00199203	2.00133333	2.00132890	2.005996
FACTOR DE CORRECCIÓN	1	1	2	1
PESO ESPECÍFICO (g/cm ³)	2.31	2.33	2.32	2.32

PATRONES DE TIPOS DE FRACTURA

Tipo 1:



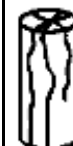
Conos razonables bien formados, en ambas bases, menos de 25 mm de grietas entre capas.

Tipo 2:



Cono bien formado, sobre una base, desplazamiento de grietas verticales a través de las capas, cono no bien definido en las otras partes.

Tipo 3:



Grietas verticales columnares en ambas bases, conos no bien formados.

Tipo 4:



Fractura diagonal sin grietas en las bases, golpear con martillo para diferenciar del tipo 1.

Tipo 5:



Fracturas de lado en las bases (superior o inferior) ocurren comúnmente con las capas de embonado.

CARGA MÁXIMA (kN)	256.91	273.02	283.26	277.54
CARGA MÁXIMA (kg)	26197.63	27840.40	28884.59	28301.31
RESISTENCIA OBTENIDA (kg/cm²)	147.07	157.54	162.37	159.94
PORCENTAJE OBTENIDO (%)	70.03%	75.02%	77.32%	76.16%



Tipo 6:

Similar al tipo 5 pero el terminal del cilindro es

Resistencia promedio del concreto en función del día (Valores referenciales)		
EDAD EN DÍAS	RESISTENCIA (%)	
	MINIMO	IDEAL
7.00	55.00	70.00
14.00	70.00	85.00
21.00	80.00	95.00
28.00	100.00	115.00

Valor Ideal con formula del ACI -209 (A-17)

$$f_{cmt} = \left[\frac{t}{a + bt} \right] * f_{cm28}$$

Donde:

a = 0.40

b = 0.85

t = Edad (días)

RESULTADOS DE ENSAYOS A LA COMPRESIÓN UNIAxIAL DE ESPECÍMENES CILÍNDRICOS DE CONCRETO (NTP 339.034 2021)

Fecha: 10/09/2023 % de fibra: 1.00% Edad de especímenes: 7 días

TESIS: “RESISTENCIA MECÁNICA DEL CONCRETO CON ADICIÓN DE FIBRAS DE AGAVE AMERICANA L”

TESISTA: Bach. Ing. Kelita Stefany Mantilla Carranza

ASESOR: Dr. en Ing. Miguel Angel Mosqueira Moreno

DETERMINACIÓN DE LA RESISTENCIA A LA COMPRESIÓN DEL CONCRETO EN MUESTRAS CILÍNDRICAS

DATOS DE LA MUESTRA

Nº DE MUESTRA	13	14	15	16
CÓDIGO	1% 7 Días MC 01	1% 7 Días MC 02	1% 7 Días MC 03	1% 7 Días MC 04
FECHA DE ELABORACIÓN	3/09/2023	3/09/2023	3/09/2023	3/09/2023
RESISTENCIA DE DISEÑO (kg/cm ²)	210	210	210	210

DATOS DEL ENSAYO

FECHA DE ENSAYO	10/09/2023	10/09/2023	10/09/2023	10/09/2023
PESO (g)	12396	12398	12416	12390
DIÁMETRO (cm)	15.02	14.92	15.03	15.01
ALTURA (cm)	30.02	30.15	30.01	30.01
TIPO DE FRACTURA	3	4	3	3

RESULTADOS

EDAD DEL TESTIGO (días)	7	7	7	7
SECCIÓN TRANSVERSAL (cm ²)	177.19	174.83	177.42	176.95
VOLUMEN (cm ³)	5319.13	5271.26	5324.44	5310.28
ESBELTEZ	1.9987	2.0208	1.9967	1.9993
FACTOR DE CORRECCIÓN	1	1	2	1
PESO ESPECÍFICO (g/cm ³)	2.33	2.35	2.33	2.33

PATRONES DE TIPOS DE FRACTURA

Tipo 1:



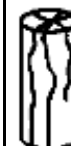
Conos razonables bien formados, en ambas bases, menos de 25 mm de grietas entre capas.

Tipo 2:



Cono bien formado, sobre una base, desplazamiento de grietas verticales a través de las capas, cono no bien definido en las otras partes.

Tipo 3:



Grietas verticales columnares en ambas bases, conos no bien formados.

Tipo 4:



Fractura diagonal sin grietas en las bases, golpear con martillo para diferenciar del tipo 1.

Tipo 5:



Fracturas de lado en las bases (superior o inferior) ocurren comúnmente con las capas de embonado.

CARGA MÁXIMA (kN)	209.25	214.02	212.93	220.57
CARGA MÁXIMA (kg)	21337.64	21824.05	21712.90	22491.96
RESISTENCIA OBTENIDA (kg/cm²)	120.43	124.83	122.38	127.11
PORCENTAJE OBTENIDO (%)	57.35%	59.44%	58.28%	60.53%



Tipo 6:

Similar al tipo 5 pero el terminal del cilindro es

Resistencia promedio del concreto en función del día (Valores referenciales)		
EDAD EN DÍAS	RESISTENCIA (%)	
	MINIMO	IDEAL
7.00	55.00	70.00
14.00	70.00	85.00
21.00	80.00	95.00
28.00	100.00	115.00

Valor Ideal con formula del ACI -209 (A-17)

$$f_{cmt} = \left[\frac{t}{a + bt} \right] * f_{cm28}$$

Donde:

a = 0.40

b = 0.85

t = Edad (días)

RESISTENCIA A COMPRESIÓN DEL CONCRETO ASTM C 39

TESIS: “RESISTENCIA MECÁNICA DEL CONCRETO CON ADICIÓN DE FIBRAS DE AGAVE AMERICANA L”

TESISTA: Bach. Ing. Kelita Stefany Mantilla Carranza

ASESOR Dr. en Ing. Miguel Angel Mosqueira Moreno

MUESTRA: Especímenes de Concreto Procesados por el Tesista a beneficio de la investigación

EDAD: 7 días

CONDICIONES DE DISEÑO CON 0.00% DE FIBRA F' C DISEÑO 210 KG/cm²

Nº DE MUESTRA	CÓDIGO	DIAMETRO	AREA	CARGA DE ROTURA	F' C OBTENIDO	% DEL F' C
1	0% 7 Días MC 01	15.05 cm	177.89 cm ²	24046.95 kg	135.18 kg/cm ²	64.37%
2	0% 7 Días MC 02	15.01 cm	176.95 cm ²	25427.64 kg	143.70 kg/cm ²	68.43%
3	0% 7 Días MC 03	15.00 cm	176.71 cm ²	25923.23 kg	146.70 kg/cm ²	69.85%
4	0% 7 Días MC 04	15.03 cm	177.42 cm ²	26675.78 kg	150.35 kg/cm ²	71.60%
F' C PROMEDIO		143.98 kg/cm²				
DESVIACION ESTANDAR		5.60				
COEFICIENTE DE VARIACION		3.89%				

CONDICIONES DE DISEÑO CON 0.50% DE FIBRA F' C DISEÑO 210 KG/cm²

Nº DE MUESTRA	CÓDIGO	DIAMETRO	AREA	CARGA DE ROTURA	F' C OBTENIDO	% DEL F' C
5	0.5% 7 Días MC 01	15.05 cm	177.89 cm ²	25874.28 kg	145.45 kg/cm ²	69.26%
6	0.5% 7 Días MC 02	14.98 cm	176.24 cm ²	25913.03 kg	147.03 kg/cm ²	70.01%
7	0.5% 7 Días MC 03	15.08 cm	178.60 cm ²	25778.43 kg	144.33 kg/cm ²	68.73%
8	0.5% 7 Días MC 04	15.07 cm	178.37 cm ²	26592.16 kg	149.09 kg/cm ²	70.99%
F' C PROMEDIO		146.47 kg/cm²				
DESVIACION ESTANDAR		1.79				
COEFICIENTE DE VARIACION		1.22%				

CONDICIONES DE DISEÑO CON 0.75% DE FIBRA F' C DISEÑO 210 KG/cm²

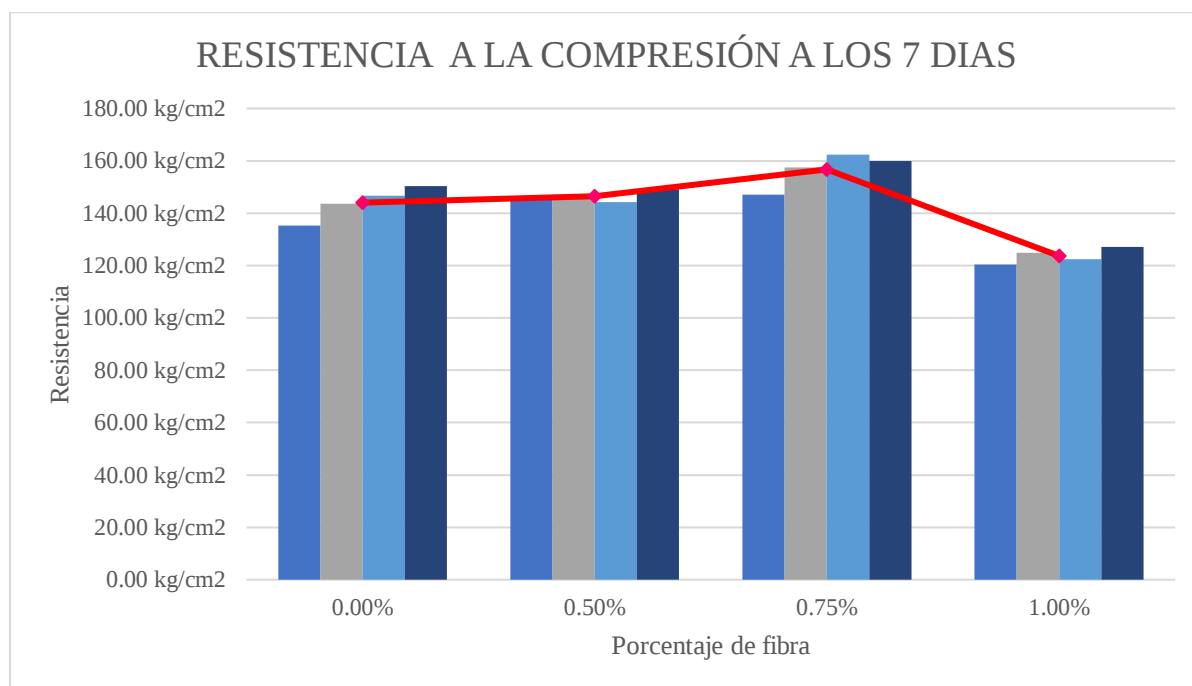
N° DE MUESTRA	CÓDIGO	DIAMETRO	AREA	CARGA DE ROTURA	F' C OBTENIDO	% DEL F' C
9	01	15.06 cm	178.13 cm ²	26197.53 kg	147.07 kg/cm ²	70.03%
10	02	15.00 cm	176.71 cm ²	27840.29 kg	157.54 kg/cm ²	75.02%
11	03	15.05 cm	177.89 cm ²	28884.48 kg	162.37 kg/cm ²	77.32%
12	04	15.01 cm	176.95 cm ²	28301.20 kg	159.94 kg/cm ²	76.16%
F' C PROMEDIO		156.73 kg/cm²				
DESVIACION ESTANDAR		5.83				
COEFICIENTE DE VARIACION		3.72%				

CONDICIONES DE DISEÑO CON 1.00% DE FIBRA F' C DISEÑO 210 KG/cm²

N° DE MUESTRA	CÓDIGO	DIAMETRO	AREA	CARGA DE ROTURA	F' C OBTENIDO	% DEL F' C
13	1% 7 Días MC 01	15.02 cm	177.19 cm ²	21337.56 kg	120.42 kg/cm ²	57.35%
14	1% 7 Días MC 02	14.92 cm	174.83 cm ²	21823.97 kg	124.83 kg/cm ²	59.44%
15	1% 7 Días MC 03	15.03 cm	177.42 cm ²	21712.82 kg	122.38 kg/cm ²	58.28%
16	1% 7 Días MC 04	15.01 cm	176.95 cm ²	22491.88 kg	127.11 kg/cm ²	60.53%
F' C PROMEDIO		123.68 kg/cm²				
DESVIACION ESTANDAR		2.52				
COEFICIENTE DE VARIACION		2.04%				

Figura 8

Resistencia a la compresión a los 7 días.



2. Resultados de resistencia a la a los 14 días.

RESULTADOS DE ENSAYOS A LA COMPRESIÓN UNIAxIAL DE ESPECÍMENES CILÍNDRICOS DE CONCRETO (NTP 339.034 2021)

Fecha: 15/09/2023 % de fibra: 0.00% Edad de especímenes: 14 días

TESIS: “RESISTENCIA MECÁNICA DEL CONCRETO CON ADICIÓN DE FIBRAS DE AGAVE AMERICANA L”

TESISTA: Bach. Ing. Kelita Stefany Mantilla Carranza

ASESOR: Dr. en Ing. Miguel Angel Mosqueira Moreno

DETERMINACIÓN DE LA RESISTENCIA A LA COMPRESIÓN DEL CONCRETO EN MUESTRAS CILÍNDRICAS

DATOS DE LA MUESTRA				
Nº DE MUESTRA	1	2	3	4
CÓDIGO	0% 14 Días MC 05	0% 14 Días MC 06	0% 14 Días MC 07	0% 14 Días MC 08
FECHA DE ELABORACIÓN	1/09/2023	1/09/2023	1/09/2023	1/09/2023
RESISTENCIA DE DISEÑO (kg/cm²)	210	210	210	210

DATOS DEL ENSAYO				
FECHA DE ENSAYO	15/09/2023	15/09/2023	15/09/2023	15/09/2023
PESO (g)	12496	12485	12487	12524
DIÁMETRO (cm)	15.02	15.04	15.06	15.07
ALTURA (cm)	30.13	30.17	30.05	30.07
TIPO DE FRACTURA	3	3	1	3

RESULTADOS				
EDAD DEL TESTIGO (días)	14	14	14	14
SECCIÓN TRANSVERSAL (cm²)	177.19	177.66	178.13	178.37
VOLUMEN (cm³)	5338.62	5359.95	5352.84	5363.52
ESBELTEZ	2.006	2.006	1.995	1.995
FACTOR DE CORRECCIÓN	1	1	2	1

PATRONES DE TIPOS DE FRACTURA

Tipo 1:



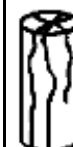
Conos razonables bien formados, en ambas bases, menos de 25 mm de grietas entre capas.

Tipo 2:



Cono bien formado, sobre una base, desplazamiento de grietas verticales a través de las capas, cono no bien definido en las otras partes.

Tipo 3:



Grietas verticales columnares en ambas bases, conos no bien formados.

Tipo 4:

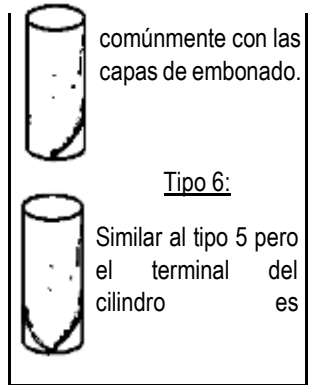


Fractura diagonal sin grietas en las bases, golpear con martillo para diferenciar del tipo 1.

Tipo 5:

Fracturas de lado en las bases (superior o inferior) ocurren

PESO ESPECÍFICO (g/cm ³)	2.34	2.33	2.33	2.34
CARGA MÁXIMA (kN)	319.1802	302.6961	313.3773	315.1713
CARGA MÁXIMA (kg)	32547.44	30866.53	31955.71	32138.65
RESISTENCIA OBTENIDA (kg/cm ²)	183.69	173.74	179.39	180.18
PORCENTAJE OBTENIDO (%)	87.47%	82.73%	85.43%	85.80%



Resistencia promedio del concreto en función del día (Valores referenciales)		
EDAD EN DÍAS	RESISTENCIA (%)	
	MINIMO	IDEAL
7.00	55.00	70.00
14.00	70.00	85.00
21.00	80.00	95.00
28.00	100.00	115.00

Valor Ideal con formula del ACI -209 (A-17)

$$f_{cmt} = \left[\frac{t}{a + bt} \right] * f_{cm28}$$

Donde:

a = 0.40

b = 0.85

t = Edad (días)

RESULTADOS DE ENSAYOS A LA COMPRESIÓN UNIAxIAL DE ESPECÍMENES CILÍNDRICOS DE CONCRETO (NTP 339.034 2021)

Fecha: 16/09/2023 % de fibra: 0.50% Edad de especímenes: 14 días

TESIS: “RESISTENCIA MECÁNICA DEL CONCRETO CON ADICIÓN DE FIBRAS DE AGAVE AMERICANA L”

TESISTA: Bach. Ing. Kelita Stefany Mantilla Carranza

ASESOR: Dr. en Ing. Miguel Angel Mosqueira Moreno

DETERMINACIÓN DE LA RESISTENCIA A LA COMPRESIÓN DEL CONCRETO EN MUESTRAS CILÍNDRICAS

DATOS DE LA MUESTRA

Nº DE MUESTRA	5	6	7	8
CÓDIGO	0.5% 14 Días MC 05	0.5% 14 Días MC 06	0.5% 14 Días MC 07	0.5% 14 Días MC 08
FECHA DE ELABORACIÓN	2/09/2023	2/09/2023	2/09/2023	2/09/2023
RESISTENCIA DE DISEÑO (kg/cm ²)	210	210	210	210

DATOS DEL ENSAYO

FECHA DE ENSAYO	16/09/2023	16/09/2023	16/09/2023	16/09/2023
PESO (g)	12398	12443	12546	12461
DIÁMETRO (cm)	15.12	15.13	15.01	15.15
ALTURA (cm)	30.1	30.12	30.1	30.15
TIPO DE FRACTURA	4	3	2	3

RESULTADOS

EDAD DEL TESTIGO (días)	14	14	14	14
SECCIÓN TRANSVERSAL (cm ²)	179.55	179.79	176.95	180.27
VOLUMEN (cm ³)	5404.56	5415.30	5326.20	5435.04
ESBELTEZ	1.991	1.991	2.005	1.990
FACTOR DE CORRECCIÓN	1	1	2	1
PESO ESPECÍFICO (g/cm ³)	2.29	2.30	2.36	2.29

PATRONES DE TIPOS DE FRACTURA

Tipo 1:



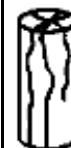
Conos razonables bien formados, en ambas bases, menos de 25 mm de grietas entre capas.

Tipo 2:



Cono bien formado, sobre una base, desplazamiento de grietas verticales a través de las capas, cono no bien definido en las otras partes.

Tipo 3:



Grietas verticales columnares en ambas bases, conos no bien formados.

Tipo 4:



Fractura diagonal sin grietas en las bases, golpear con martillo para diferenciar del tipo 1.

Tipo 5:



Fracturas de lado en las bases (superior o inferior) ocurren comúnmente con las capas de embonado.

CARGA MÁXIMA (kN)	308.2575	329.9442	318.6903	316.9377
CARGA MÁXIMA (kg)	31433.63	33645.07	32497.49	32318.77
RESISTENCIA OBTENIDA (kg/cm²)	175.07	187.13	183.65	179.28
PORCENTAJE OBTENIDO (%)	83.36%	89.11%	87.45%	85.37%



Tipo 6:

Similar al tipo 5 pero el terminal del cilindro es

Resistencia promedio del concreto en función del día (Valores referenciales)		
EDAD EN DÍAS	RESISTENCIA (%)	
	MINIMO	IDEAL
7.00	55.00	70.00
14.00	70.00	85.00
21.00	80.00	95.00
28.00	100.00	115.00

Valor Ideal con formula del ACI -209 (A-17)

$$f_{cmt} = \left[\frac{t}{a + bt} \right] * f_{cm28}$$

Donde:

a = 0.40

b = 0.85

t = Edad (días)

RESULTADOS DE ENSAYOS A LA COMPRESIÓN UNIAXIAL DE ESPECÍMENES CILÍNDRICOS DE CONCRETO (NTP 339.034 2021)

Fecha: 17/09/2023 % de fibra: 0.75% Edad de especímenes: 14 días

TESIS: “RESISTENCIA MECÁNICA DEL CONCRETO CON ADICIÓN DE FIBRAS DE AGAVE AMERICANA L”

TESISTA: Bach. Ing. Kelita Stefany Mantilla Carranza

ASESOR: Dr. en Ing. Miguel Angel Mosqueira Moreno

DETERMINACIÓN DE LA RESISTENCIA A LA COMPRESIÓN DEL CONCRETO EN MUESTRAS CILÍNDRICAS

DATOS DE LA MUESTRA

Nº DE MUESTRA	9	10	11	12
CÓDIGO	0.75% 14 Días MC 05	0.75% 14 Días MC 06	0.75% 14 Días MC 07	0.75% 14 Días MC 08
FECHA DE ELABORACIÓN	3/09/2023	3/09/2023	3/09/2023	3/09/2023
RESISTENCIA DE DISEÑO (kg/cm ²)	210	210	210	210

DATOS DEL ENSAYO

FECHA DE ENSAYO	17/09/2023	17/09/2023	17/09/2023	17/09/2023
PESO (g)	12329	12487	12306	12394
DIÁMETRO (cm)	15.07	15.05	15.07	15.09
ALTURA (cm)	30.14	30.1	30.05	30.1
TIPO DE FRACTURA	3	1	3	4

RESULTADOS

EDAD DEL TESTIGO (días)	14	14	14	14
SECCIÓN TRANSVERSAL (cm ²)	178.37	177.89	178.37	178.84
VOLUMEN (cm ³)	5376.00	5354.63	5359.95	5383.13
ESBELTEZ	2.000	2.000	1.994	1.995
FACTOR DE CORRECCIÓN	1	1	2	1
PESO ESPECÍFICO (g/cm ³)	2.29	2.33	2.30	2.30

PATRONES DE TIPOS DE FRACTURA

Tipo 1:



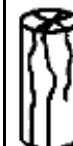
Conos razonables bien formados, en ambas bases, menos de 25 mm de grietas entre capas.

Tipo 2:



Cono bien formado, sobre una base, desplazamiento de grietas verticales a través de las capas, cono no bien definido en las otras partes.

Tipo 3:



Grietas verticales columnares en ambas bases, conos no bien formados.

Tipo 4:



Fractura diagonal sin grietas en las bases, golpear con martillo para diferenciar del tipo 1.

Tipo 5:



Fracturas de lado en las bases (superior o inferior) ocurren comúnmente con las capas de embonado.

CARGA MÁXIMA (kN)	346.932	338.5692	342.93	334.236
CARGA MÁXIMA (kg)	35377.35	34524.58	34969.26	34082.71
RESISTENCIA OBTENIDA (kg/cm²)	198.34	194.07	196.05	190.57
PORCENTAJE OBTENIDO (%)	94.45%	92.42%	93.36%	90.75%



Tipo 6:

Similar al tipo 5 pero el terminal del cilindro es

Resistencia promedio del concreto en función del día (Valores referenciales)		
EDAD EN DÍAS	RESISTENCIA (%)	
	MINIMO	IDEAL
7.00	55.00	70.00
14.00	70.00	85.00
21.00	80.00	95.00
28.00	100.00	115.00

Valor Ideal con formula del ACI -209 (A-17)

$$f_{cmt} = \left[\frac{t}{a + bt} \right] * f_{cm28}$$

Donde:

a = 0.40

b = 0.85

t = Edad (días)

RESULTADOS DE ENSAYOS A LA COMPRESIÓN UNIAxIAL DE ESPECÍMENES CILÍNDRICOS DE CONCRETO (NTP 339.034 2021)

Fecha: 17/09/2023 % de fibra: 1.00% Edad de especímenes: 14 días

TESIS: “RESISTENCIA MECÁNICA DEL CONCRETO CON ADICIÓN DE FIBRAS DE AGAVE AMERICANA L”

TESISTA: Bach. Ing. Kelita Stefany Mantilla Carranza

ASESOR: Dr. en Ing. Miguel Angel Mosqueira Moreno

DETERMINACIÓN DE LA RESISTENCIA A LA COMPRESIÓN DEL CONCRETO EN MUESTRAS CILÍNDRICAS

DATOS DE LA MUESTRA

Nº DE MUESTRA	13	14	15	16
CÓDIGO	1% 14 Días MC 05	1% 14 Días MC 06	1% 14 Días MC 07	1% 14 Días MC 08
FECHA DE ELABORACIÓN	3/09/2023	3/09/2023	3/09/2023	3/09/2023
RESISTENCIA DE DISEÑO (kg/cm ²)	210	210	210	210

DATOS DEL ENSAYO

FECHA DE ENSAYO	17/09/2023	17/09/2023	17/09/2023	17/09/2023
PESO (g)	12385	12415	12359	12413
DIÁMETRO (cm)	15.05	15.09	15.01	15.06
ALTURA (cm)	30.01	30.01	30.1	30.03
TIPO DE FRACTURA	3	3	2	3

RESULTADOS

EDAD DEL TESTIGO (días)	14	14	14	14
SECCIÓN TRANSVERSAL (cm ²)	177.89	178.84	176.95	178.13
VOLUMEN (cm ³)	5338.62	5367.03	5326.20	5349.28
ESBELTEZ	1.994	1.989	2.005	1.994
FACTOR DE CORRECCIÓN	1	1	2	1
PESO ESPECÍFICO (g/cm ³)	2.32	2.31	2.32	2.32

PATRONES DE TIPOS DE FRACTURA

Tipo 1:



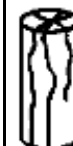
Conos razonables bien formados, en ambas bases, menos de 25 mm de grietas entre capas.

Tipo 2:



Cono bien formado, sobre una base, desplazamiento de grietas verticales a través de las capas, cono no bien definido en las otras partes.

Tipo 3:



Grietas verticales columnares en ambas bases, conos no bien formados.

Tipo 4:



Fractura diagonal sin grietas en las bases, golpear con martillo para diferenciar del tipo 1.

Tipo 5:



Fracturas de lado en las bases (superior o inferior) ocurren comúnmente con las capas de embonado.

CARGA MÁXIMA (kN)	258.1428	264.3183	277.5387	269.1759
CARGA MÁXIMA (kg)	26323.34	26953.07	28301.18	27448.40
RESISTENCIA OBTENIDA (kg/cm²)	147.97	150.71	159.94	154.09
PORCENTAJE OBTENIDO (%)	70.46%	71.77%	76.16%	73.38%



Tipo 6:

Similar al tipo 5 pero el terminal del cilindro es

Resistencia promedio del concreto en función del día (Valores referenciales)		
EDAD EN DÍAS	RESISTENCIA (%)	
	MINIMO	IDEAL
7.00	55.00	70.00
14.00	70.00	85.00
21.00	80.00	95.00
28.00	100.00	115.00

Valor Ideal con formula del ACI -209 (A-17)

$$f_{cmt} = \left[\frac{t}{a + bt} \right] * f_{cm28}$$

Donde:

a = 0.40

b = 0.85

t = Edad (días)

RESISTENCIA A COMPRESIÓN DEL CONCRETO ASTM C 39

TESIS: “RESISTENCIA MECÁNICA DEL CONCRETO CON ADICIÓN DE FIBRAS DE AGAVE AMERICANA L”

TESISTA: Bach. Ing. Kelita Stefany Mantilla Carranza

ASESOR Dr. en Ing. Miguel Angel Mosqueira Moreno

MUESTRA
: Especímenes de Concreto Procesados por el Tesista a beneficio de la investigación

EDAD: 14 días

CONDICIONES DE DISEÑO CON 0.00% DE FIBRA F' C DISEÑO 210 KG/cm²

Nº DE MUESTRA	CÓDIGO	DIAMETRO	AREA	CARGA DE ROTURA	F' C OBTENIDO	% DEL F' C
1	0% 14 Días MC 05	15.02 cm	177.19 cm ²	32547.32 kg	183.69 kg/cm ²	87.47%
2	0% 14 Días MC 06	15.04 cm	177.66 cm ²	30866.41 kg	173.74 kg/cm ²	82.73%
3	0% 14 Días MC 07	15.06 cm	178.13 cm ²	31955.59 kg	179.39 kg/cm ²	85.43%
4	0% 14 Días MC 08	15.07 cm	178.37 cm ²	32138.53 kg	180.18 kg/cm ²	85.80%
F' C PROMEDIO		179.25 kg/cm²				
DESVIACION ESTANDAR		3.57				
COEFICIENTE DE VARIACION		1.99%				

CONDICIONES DE DISEÑO CON 0.50% DE FIBRA F' C DISEÑO 210 KG/cm²

Nº DE MUESTRA	CÓDIGO	DIAMETRO	AREA	CARGA DE ROTURA	F' C OBTENIDO	% DEL F' C
5	0.5% 14 Días MC 05	15.12 cm	179.55 cm ²	31433.52 kg	175.07 kg/cm ²	83.36%
6	0.5% 14 Días MC 06	15.13 cm	179.79 cm ²	33644.94 kg	187.13 kg/cm ²	89.11%
7	0.5% 14 Días MC 07	15.01 cm	176.95 cm ²	32497.37 kg	183.65 kg/cm ²	87.45%
8	0.5% 14 Días MC 08	15.15 cm	180.27 cm ²	32318.65 kg	179.28 kg/cm ²	85.37%
F' C PROMEDIO		181.28 kg/cm²				
DESVIACION ESTANDAR		4.54				
COEFICIENTE DE VARIACION		2.51%				

CONDICIONES DE DISEÑO CON 0.75% DE FIBRA F' C DISEÑO 210 KG/cm2

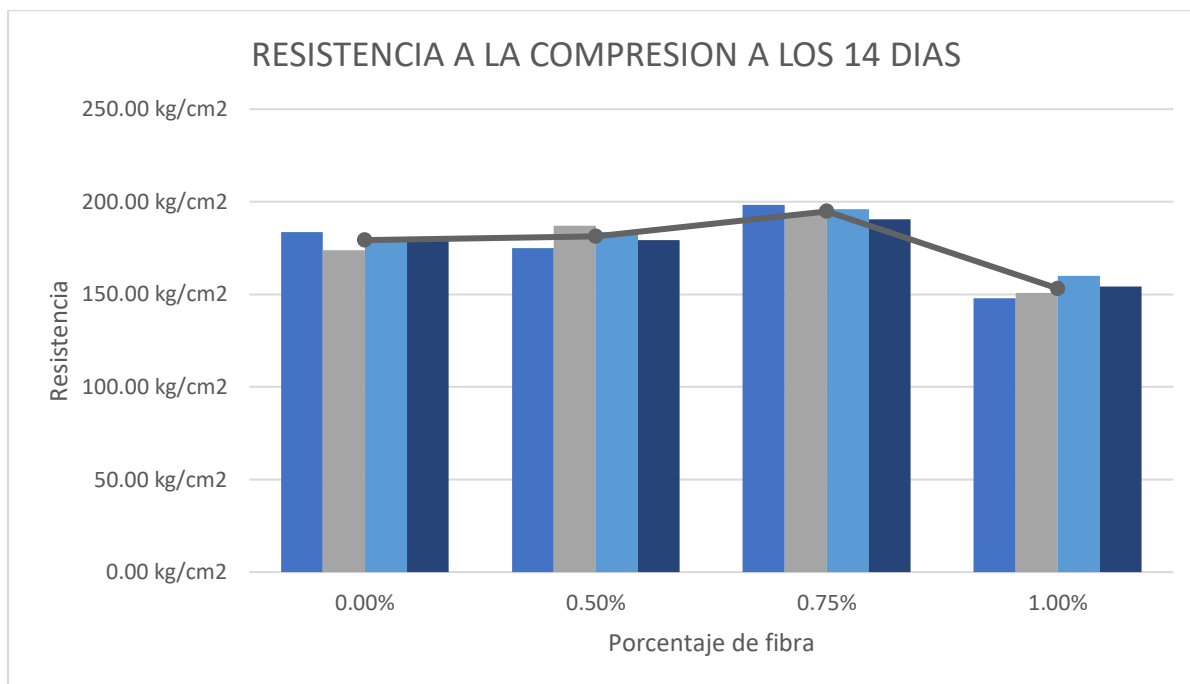
N° DE MUESTRA	CÓDIGO	DIAMETRO	AREA	CARGA DE ROTURA	F' C OBTENIDO	% DEL F' C
9	0.75% 14 Días MC 05	15.07 cm	178.37 cm2	35377.22 kg	198.34 kg/cm2	94.45%
10	0.75% 14 Días MC 06	15.05 cm	177.89 cm2	34524.45 kg	194.07 kg/cm2	92.42%
11	0.75% 14 Días MC 07	15.07 cm	178.37 cm2	34969.13 kg	196.05 kg/cm2	93.36%
12	0.75% 14 Días MC 08	15.09 cm	178.84 cm2	34082.59 kg	190.57 kg/cm2	90.75%
F' C PROMEDIO		194.76 kg/cm2				
DESVIACION ESTANDAR		2.85				
COEFICIENTE DE VARIACION		1.46%				

CONDICIONES DE DISEÑO CON 1.00% DE FIBRA F' C DISEÑO 210 KG/cm2

N° DE MUESTRA	CÓDIGO	DIAMETRO	AREA	CARGA DE ROTURA	F' C OBTENIDO	% DEL F' C
13	1% 14 Días MC 05	15.05 cm	177.89 cm2	26323.24 kg	147.97 kg/cm2	70.46%
14	1% 14 Días MC 06	15.09 cm	178.84 cm2	26952.97 kg	150.71 kg/cm2	71.77%
15	1% 14 Días MC 07	15.01 cm	176.95 cm2	28301.07 kg	159.94 kg/cm2	76.16%
16	1% 14 Días MC 08	15.06 cm	178.13 cm2	27448.30 kg	154.09 kg/cm2	73.38%
F' C PROMEDIO		153.18 kg/cm2				
DESVIACION ESTANDAR		4.46				
COEFICIENTE DE VARIACION		2.91%				

Figura 9

Resistencia a la compresión a los 14 días.



3. Resultados de resistencia a la compresión a los 28 días.

RESULTADOS DE ENSAYOS A LA COMPRESIÓN UNIAxIAL DE ESPECÍMENES CILÍNDRICOS DE CONCRETO (NTP 339.034 2021)

Fecha: 29/09/2023 % de fibra: 0.00% Edad de especímenes: 28 días

TESIS: “RESISTENCIA MECÁNICA DEL CONCRETO CON ADICIÓN DE FIBRAS DE AGAVE AMERICANA L”

TESISTA: Bach. Ing. Kelita Stefany Mantilla Carranza

ASESOR: Dr. en Ing. Miguel Angel Mosqueira Moreno

DETERMINACIÓN DE LA RESISTENCIA A LA COMPRESIÓN DEL CONCRETO EN MUESTRAS CILÍNDRICAS

DATOS DE LA MUESTRA				
Nº DE MUESTRA	1	2	3	4
CÓDIGO	0% 28 Días MC 09	0% 28 Días MC 10	0% 28 Días MC 11	0% 28 Días MC 12
FECHA DE ELABORACIÓN	1/09/2023	1/09/2023	1/09/2023	1/09/2023
RESISTENCIA DE DISEÑO (kg/cm ²)	210	210	210	210

DATOS DEL ENSAYO				
FECHA DE ENSAYO	29/09/2023	29/09/2023	29/09/2023	29/09/2023
PESO (g)	12462	12530	12501	12498
DIÁMETRO (cm)	15.05	15.06	14.94	15.01
ALTURA (cm)	30.05	30.05	29.965	30.05
TIPO DE FRACTURA	2	3	3	3

RESULTADOS				
EDAD DEL TESTIGO (días)	28	28	28	28
SECCIÓN TRANSVERSAL (cm ²)	177.89	178.13	175.30	176.95
VOLUMEN (cm ³)	5345.73	5352.84	5252.98	5317.36
ESBELTEZ	1.997	1.995	2.006	2.002
FACTOR DE CORECCIÓN	1	1	2	1

PATRONES DE TIPOS DE FRACTURA

Tipo 1:



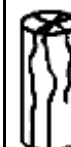
Conos razonables bien formados, en ambas bases, menos de 25 mm de grietas entre capas.

Tipo 2:



Cono bien formado, sobre una base, desplazamiento de grietas verticales a través de las capas, cono no bien definido en las otras partes.

Tipo 3:



Grietas verticales columnares en ambas bases, conos no bien formados.

Tipo 4:



Fractura diagonal sin grietas en las bases, golpear con martillo para diferenciar del tipo 1.

Tipo 5:

Fracturas de lado en las bases (superior o inferior) ocurren

PESO ESPECÍFICO (g/cm ³)	2.33	2.34	2.38	2.35
CARGA MÁXIMA (kN)	436.1037	429.3808	422.6974	410.5867
CARGA MÁXIMA (kg)	44470.37	43784.82	43103.30	41868.35
RESISTENCIA OBTENIDA (kg/cm ²)	249.98	245.80	245.88	236.61
PORCENTAJE OBTENIDO (%)	119.04%	117.05%	117.08%	112.67%



comúnmente con las
capas de embonado.



Tipo 6:

Similar al tipo 5 pero
el terminal del
cilindro es

Resistencia promedio del concreto en función del día (Valores referenciales)		
EDAD EN DÍAS	RESISTENCIA (%)	
	MINIMO	IDEAL
7.00	55.00	70.00
14.00	70.00	85.00
21.00	80.00	95.00
28.00	100.00	115.00

Valor Ideal con formula del ACI -209 (A-17)

$$f_{cmt} = \left[\frac{t}{a + bt} \right] * f_{cm28}$$

Donde:

a = 0.40

b = 0.85

**t = Edad
(días)**

RESULTADOS DE ENSAYOS A LA COMPRESIÓN UNIAxIAL DE ESPECÍMENES CILÍNDRICOS DE CONCRETO (NTP 339.034 2021)

Fecha: 30/09/2023 % de fibra: 0.50% Edad de especímenes: 28 días

TESIS: “RESISTENCIA MECÁNICA DEL CONCRETO CON ADICIÓN DE FIBRAS DE AGAVE AMERICANA L”

TESISTA: Bach. Ing. Kelita Stefany Mantilla Carranza

ASESOR: Dr. en Ing. Miguel Angel Mosqueira Moreno

DETERMINACIÓN DE LA RESISTENCIA A LA COMPRESIÓN DEL CONCRETO EN MUESTRAS CILÍNDRICAS

DATOS DE LA MUESTRA

Nº DE MUESTRA	5	6	7	8
CÓDIGO	0.5% 28 Días MC 09	0.5% 28 Días MC 10	0.5% 28 Días MC 11	0.5% 28 Días MC 12
FECHA DE ELABORACIÓN	2/09/2023	2/09/2023	2/09/2023	2/09/2023
RESISTENCIA DE DISEÑO (kg/cm ²)	210	210	210	210

DATOS DEL ENSAYO

FECHA DE ENSAYO	30/09/2023	30/09/2023	30/09/2023	30/09/2023
PESO (g)	12381	12543	12586	12311
DIÁMETRO (cm)	15.07	15.04	15.02	14.91
ALTURA (cm)	30.2	30.05	30	29.8
TIPO DE FRACTURA	2	3	3	2

RESULTADOS

EDAD DEL TESTIGO (días)	28	28	28	28
SECCIÓN TRANSVERSAL (cm ²)	178.37	177.66	177.19	174.60
VOLUMEN (cm ³)	5386.71	5338.63	5315.58	5203.09
ESBELTEZ	2.004	1.998	1.997	1.999
FACTOR DE CORECCIÓN	1	1	2	1
PESO ESPECÍFICO (g/cm ³)	2.30	2.35	2.37	2.37

PATRONES DE TIPOS DE FRACTURA

Tipo 1:



Conos razonables bien formados, en ambas bases, menos de 25 mm de grietas entre capas.

Tipo 2:



Cono bien formado, sobre una base, desplazamiento de grietas verticales a través de las capas, cono no bien definido en las otras partes.

Tipo 3:



Grietas verticales columnares en ambas bases, conos no bien formados.

Tipo 4:



Fractura diagonal sin grietas en las bases, golpear con martillo para diferenciar del tipo 1.

Tipo 5:



Fracturas de lado en las bases (superior o inferior) ocurren comúnmente con las capas de embonado.

CARGA MÁXIMA (kN)	423.44	419.964	437.1307	443.7114
CARGA MÁXIMA (kg)	43179.02	42824.57	44575.09	45246.14
RESISTENCIA OBTENIDA (kg/cm²)	242.08	241.05	251.57	259.14
PORCENTAJE OBTENIDO (%)	115.28%	114.79%	119.80%	123.40%



Tipo 6:

Similar al tipo 5 pero el terminal del cilindro es

Resistencia promedio del concreto en función del día (Valores referenciales)		
EDAD EN DÍAS	RESISTENCIA (%)	
	MINIMO	IDEAL
7.00	55.00	70.00
14.00	70.00	85.00
21.00	80.00	95.00
28.00	100.00	115.00

Valor Ideal con formula del ACI -209 (A-17)

$$f_{cmt} = \left[\frac{t}{a + bt} \right] * f_{cm28}$$

Donde:

a = 0.40

b = 0.85

t = Edad (días)

RESULTADOS DE ENSAYOS A LA COMPRESIÓN UNIAxIAL DE ESPECÍMENES CILÍNDRICOS DE CONCRETO (NTP 339.034 2021)

Fecha: 01/10/2023 : % de fibra 0.75% Edad de especímenes: 28 días

TESIS: “RESISTENCIA MECÁNICA DEL CONCRETO CON ADICIÓN DE FIBRAS DE AGAVE AMERICANA L”

TESISTA: Bach. Ing. Kelita Stefany Mantilla Carranza

ASESOR: Dr. en Ing. Miguel Angel Mosqueira Moreno

DETERMINACIÓN DE LA RESISTENCIA A LA COMPRESIÓN DEL CONCRETO EN MUESTRAS CILÍNDRICAS

DATOS DE LA MUESTRA				
Nº DE MUESTRA	9	10	11	12
CÓDIGO	0.75% 28 Días MC 09	0.75% 28 Días MC 10	0.75% 28 Días MC 11	0.75% 28 Días MC 12
FECHA DE ELABORACIÓN	3/09/2023	3/09/2023	3/09/2023	3/09/2023
RESISTENCIA DE DISEÑO (kg/cm ²)	210	210	210	210
DATOS DEL ENSAYO				
FECHA DE ENSAYO	1/10/2023	1/10/2023	1/10/2023	1/10/2023
PESO (g)	12328	12487	12306	12395
DIÁMETRO (cm)	15.03	15.01	14.99	15.02
ALTURA (cm)	30.03	30	30.01	30.02
TIPO DE FRACTURA	3	3	1	3
RESULTADOS				
EDAD DEL TESTIGO (días)	28	28	28	28
SECCIÓN TRANSVERSAL (cm ²)	177.42	176.95	176.48	177.19
VOLUMEN (cm ³)	5327.99	5308.51	5296.14	5319.13
ESBELTEZ	1.998	1.999	2.002	1.999
FACTOR DE CORRECCIÓN	1	1	2	1
PESO ESPECÍFICO (g/cm ³)	2.31	2.35	2.32	2.33

PATRONES DE TIPOS DE FRACTURA

Tipo 1:



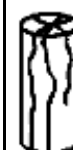
Conos razonables bien formados, en ambas bases, menos de 25 mm de grietas entre capas.

Tipo 2:



Cono bien formado, sobre una base, desplazamiento de grietas verticales a través de las capas, cono no bien definido en las otras partes.

Tipo 3:



Grietas verticales columnares en ambas bases, conos no bien formados.

Tipo 4:



Fractura diagonal sin grietas en las bases, golpear con martillo para diferenciar del tipo 1.

Tipo 5:



Fracturas de lado en las bases (superior o inferior) ocurren comúnmente con las capas de embonado.

CARGA MÁXIMA (kN)	453.5627	460.9887	481.189	455.4508
CARGA MÁXIMA (kg)	46250.70	47007.94	49067.80	46443.23
RESISTENCIA OBTENIDA (kg/cm²)	260.68	265.66	278.04	262.12
PORCENTAJE OBTENIDO (%)	124.13%	126.50%	132.40%	124.82%



Tipo 6:

Similar al tipo 5 pero el terminal del cilindro es

Resistencia promedio del concreto en función del día (Valores referenciales)		
EDAD EN DÍAS	RESISTENCIA (%)	
	MINIMO	IDEAL
7.00	55.00	70.00
14.00	70.00	85.00
21.00	80.00	95.00
28.00	100.00	115.00

Valor Ideal con formula del ACI -209 (A-17)

$$f_{cmt} = \left[\frac{t}{a + bt} \right] * f_{cm28}$$

Donde:

a = 0.40

b = 0.85

t = Edad (días)

RESULTADOS DE ENSAYOS A LA COMPRESIÓN UNIAXIAL DE ESPECÍMENES CILÍNDRICOS DE CONCRETO (NTP 339.034 2021)

Fecha: 1/10/2023 % de fibra: 1.00% Edad de especímenes: 28 días

TESIS: “RESISTENCIA MECÁNICA DEL CONCRETO CON ADICIÓN DE FIBRAS DE AGAVE AMERICANA L”

TESISTA: Bach. Ing. Kelita Stefany Mantilla Carranza

ASESOR: Dr. en Ing. Miguel Angel Mosqueira Moreno

DETERMINACIÓN DE LA RESISTENCIA A LA COMPRESIÓN DEL CONCRETO EN MUESTRAS CILÍNDRICAS

DATOS DE LA MUESTRA

Nº DE MUESTRA	13	14	15	16
CÓDIGO	1% 28 Días MC 09	1% 28 Días MC 10	1% 28 Días MC 11	1% 28 Días MC 12
FECHA DE ELABORACIÓN	3/09/2023	3/09/2023	3/09/2023	3/09/2023
RESISTENCIA DE DISEÑO (kg/cm ²)	210	210	210	210

DATOS DEL ENSAYO

FECHA DE ENSAYO	1/10/2023	1/10/2023	1/10/2023	1/10/2023
PESO (g)	12318	12134	12112	12432
DIÁMETRO (cm)	14.94	14.97	15.04	14.98
ALTURA (cm)	30.03	30.03	30.03	30.02
TIPO DE FRACTURA	3	3	3	3

RESULTADOS

EDAD DEL TESTIGO (días)	28	28	28	28
SECCIÓN TRANSVERSAL (cm ²)	175.30	176.01	177.66	176.24
VOLUMEN (cm ³)	5264.37	5285.53	5335.08	5290.83
ESBELTEZ	2.010	2.006	1.997	2.004
FACTOR DE CORRECCIÓN	1	1	2	1
PESO ESPECÍFICO (g/cm ³)	2.34	2.30	2.27	2.35

PATRONES DE TIPOS DE FRACTURA

Tipo 1:



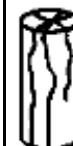
Conos razonables bien formados, en ambas bases, menos de 25 mm de grietas entre capas.

Tipo 2:



Cono bien formado, sobre una base, desplazamiento de grietas verticales a través de las capas, cono no bien definido en las otras partes.

Tipo 3:



Grietas verticales columnares en ambas bases, conos no bien formados.

Tipo 4:



Fractura diagonal sin grietas en las bases, golpear con martillo para diferenciar del tipo 1.

Tipo 5:



Fracturas de lado en las bases (superior o inferior) ocurren comúnmente con las capas de embonado.

CARGA MÁXIMA (kN)	356.6139	377.5568	349.3538	365.8806
CARGA MÁXIMA (kg)	36364.63	38500.22	35624.31	37309.58
RESISTENCIA OBTENIDA (kg/cm²)	207.44	218.74	200.52	211.69
PORCENTAJE OBTENIDO (%)	98.78%	104.16%	95.49%	100.81%



Tipo 6:

Similar al tipo 5 pero el terminal del cilindro es

Resistencia promedio del concreto en función del día (Valores referenciales)		
EDAD EN DÍAS	RESISTENCIA (%)	
	MINIMO	IDEAL
7.00	55.00	70.00
14.00	70.00	85.00
21.00	80.00	95.00
28.00	100.00	115.00

Valor Ideal con formula del ACI -209 (A-17)

$$f_{cmt} = \left[\frac{t}{a + bt} \right] * f_{cm28}$$

Donde:

a = 0.40

b = 0.85

t = Edad (días)

**RESISTENCIA A COMPRESIÓN DEL CONCRETO
ASTM C 39**

TESIS: “RESISTENCIA MECÁNICA DEL CONCRETO CON ADICIÓN DE FIBRAS DE AGAVE AMERICANA L”

TESISTA: Bach. Ing. Kelita Stefany Mantilla Carranza

ASESOR Dr. en Ing. Miguel Angel Mosqueira Moreno

MUESTRA: Especímenes de Concreto Procesados por el Tesista a beneficio de la investigación

EDAD: 28 días

CONDICIONES DE DISEÑO CON 0.00% DE FIBRA F' C DISEÑO 210 KG/cm²

Nº DE MUESTRA	CÓDIGO	DIAMETRO	AREA	CARGA DE ROTURA	F' C OBTENIDO	% DEL F' C
1	0% 28 Días MC 09	15.05 cm	177.89 cm ²	44470.20 kg	249.98 kg/cm ²	119.04%
2	0% 28 Días MC 10	15.06 cm	178.13 cm ²	43784.66 kg	245.80 kg/cm ²	117.05%
3	0% 28 Días MC 11	14.94 cm	175.30 cm ²	43103.14 kg	245.88 kg/cm ²	117.08%
4	0% 28 Días MC 12	15.01 cm	176.95 cm ²	41868.19 kg	236.61 kg/cm ²	112.67%
F' C PROMEDIO		244.57 kg/cm²				
DESVIACION ESTANDAR		4.90				
COEFICIENTE DE VARIACION		2.00%				

CONDICIONES DE DISEÑO CON 0.50% DE FIBRA F' C DISEÑO 210 KG/cm²

Nº DE MUESTRA	CÓDIGO	DIAMETRO	AREA	CARGA DE ROTURA	F' C OBTENIDO	% DEL F' C
5	0.5% 28 Días MC 09	15.07 cm	178.37 cm ²	43178.86 kg	242.08 kg/cm ²	115.28%
6	0.5% 28 Días MC 10	15.04 cm	177.66 cm ²	42824.41 kg	241.05 kg/cm ²	114.79%
7	0.5% 28 Días MC 11	15.02 cm	177.19 cm ²	44574.93 kg	251.57 kg/cm ²	119.80%
8	0.5% 28 Días MC 12	14.91 cm	174.60 cm ²	45245.97 kg	259.14 kg/cm ²	123.40%
F' C PROMEDIO		248.46 kg/cm²				
DESVIACION ESTANDAR		7.41				
COEFICIENTE DE VARIACION		2.98%				

CONDICIONES DE DISEÑO CON 0.75% DE FIBRA F' C DISEÑO 210 KG/cm²

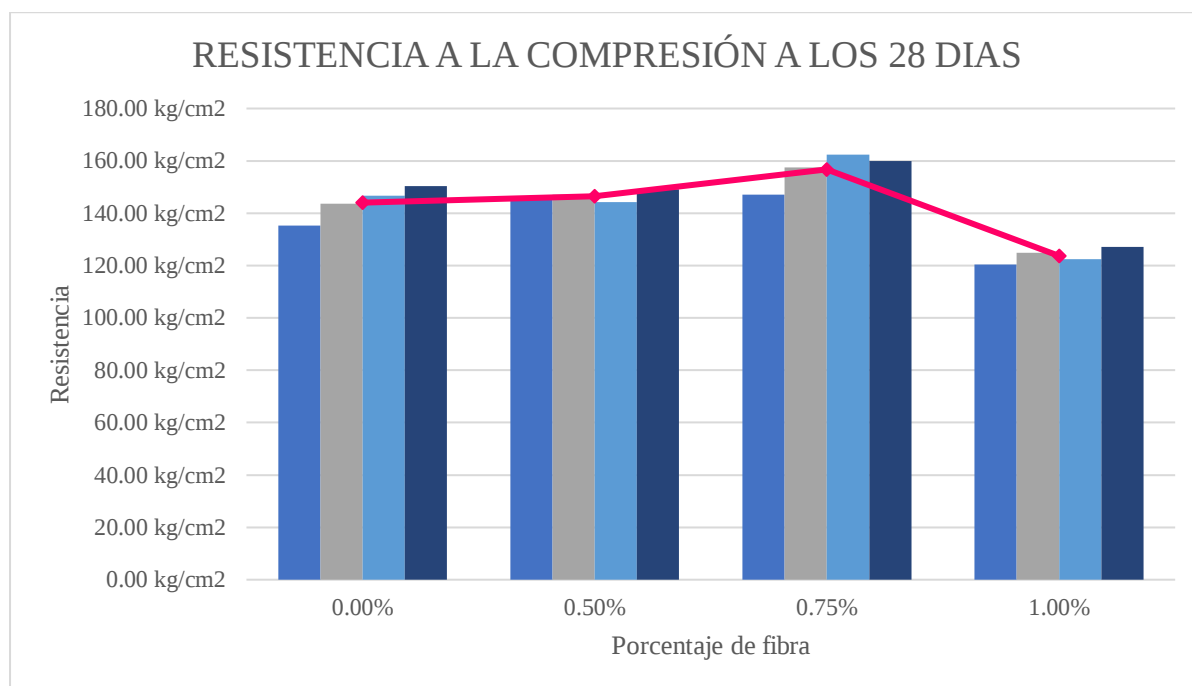
Nº DE MUESTRA	CÓDIGO	DIAMETRO	AREA	CARGA DE ROTURA	F' C OBTENIDO	% DEL F' C
9	0.75% 28 Días MC 09	15.03 cm	177.42 cm ²	46250.52 kg	260.68 kg/cm ²	124.13%
10	0.75% 28 Días MC 10	15.01 cm	176.95 cm ²	47007.76 kg	265.66 kg/cm ²	126.50%
11	0.75% 28 Días MC 11	14.99 cm	176.48 cm ²	49067.62 kg	278.04 kg/cm ²	132.40%
12	0.75% 28 Días MC 12	15.02 cm	177.19 cm ²	46443.06 kg	262.11 kg/cm ²	124.82%
F' C PROMEDIO		266.62 kg/cm²				
DESVIACION ESTANDAR		6.83				
COEFICIENTE DE VARIACION		2.56%				

CONDICIONES DE DISEÑO CON 1.00% DE FIBRA F' C DISEÑO 210 KG/cm²

Nº DE MUESTRA	CÓDIGO	DIAMETRO	AREA	CARGA DE ROTURA	F' C OBTENIDO	% DEL F' C
13	1% 28 Días MC 09	14.94 cm	175.30 cm ²	36364.50 kg	207.44 kg/cm ²	98.78%
14	1% 28 Días MC 10	14.97 cm	176.01 cm ²	38500.08 kg	218.74 kg/cm ²	104.16%
15	1% 28 Días MC 11	15.04 cm	177.66 cm ²	35624.17 kg	200.52 kg/cm ²	95.49%
16	1% 28 Días MC 12	14.98 cm	176.24 cm ²	37309.44 kg	211.69 kg/cm ²	100.81%
F' C PROMEDIO		209.60 kg/cm²				
DESVIACION ESTANDAR		6.61				
COEFICIENTE DE VARIACION		3.16%				

Figura 10

Resistencia a la compresión a los 28 días.



Anexo N°3: Resultados de ensayos de resistencia a la flexión.

1. Resultados de resistencia a la flexión a los 14 días.

ENSAYO PARA DETERMINAR LA RESISTENCIA A LA FLEXIÓN DEL CONCRETO EN VIGAS SIMPLEMENTE APOYADAS (NTP 339.078)

Fecha: 15/09/2023 % de fibra: 0.00% Edad de especímenes: 14 días

TESIS: “RESISTENCIA MECÁNICA DEL CONCRETO CON ADICIÓN DE FIBRAS DE AGAVE AMERICANA L”

TESISTA: Bach. Ing. Kelita Stefany Mantilla Carranza

ASESOR: Dr. en Ing. Miguel Angel Mosqueira Moreno

DETERMINACIÓN DE LA RESISTENCIA A LA FLEXIÓN DEL CONCRETO EN MUESTRAS PRISMATICAS

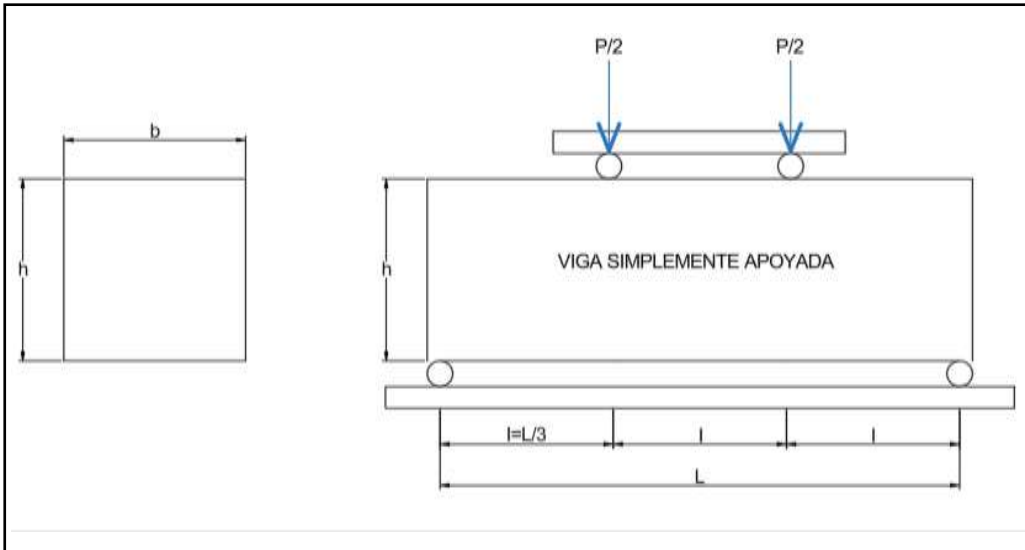
PROPIEDADES Y ESTADO DE TESTIGOS

N° DE TESTIGO	1	2	3	4
ESTADO DE HUMEDAD ANTES DEL ENSAYO	HUMEDO	HUMEDO	HUMEDO	HUMEDO
MODIFICACIONES EN EL TESTIGO	NINGUNA	NINGUNA	NINGUNA	NINGUNA
DEFECTOS VISIBLES EN EL TESTIGO	NINGUNO	NINGUNO	NINGUNO	NINGUNO

REGISTRO DE DATOS, PROCESAMIENTO Y RESULTADOS

N° DE TESTIGO	0% 14 Días MP 01	0% 14 Días MP 02	0% 14 Días MP 03	0% 14 Días MP 04
% DE FIBRA	0.00%	0.00%	0.00%	0.00%
FECHA DE VACIADO	1/09/2023	1/09/2023	1/09/2023	1/09/2023
FECHA DE ENSAYO	15/09/2023	15/09/2023	15/09/2023	15/09/2023
EDAD (DIAS)	14	14	14	14
ANCHO PROMEDIO (b) (mm)	151.2	150.4	149.8	150.7
PERALTE PROMEDIO (h) (mm)	151.3	151.7	150.5	150.7
LONGITUD DE VIGA (mm)	500	500	500	500
LUZ LIBRE ENTRE APOYOS (L) (mm)	450	450	450	450
CARGA MAXIMA (P) (kN)	28.45	25.68	23.4	26.18
CARGA MAXIMA (P) (kg)	2901.09	2618.63	2386.14	2669.62
TIPO DE FALLA	CENTRAL	CENTRAL	CENTRAL	CENTRAL
EXCENRICIDAD DE LINEA DE FALLA (a) (mm)	0	0	0	0
MODULO DE ROTURA (MR) (kg/cm2)	37.718	34.046	31.646	35.101
MODULO DE ROTURA (MR) (MPa)	3.699	3.339	3.103	3.442

IDEALIZACIÓN DEL ENSAYO Y FÓRMULAS EMPLEADAS



Módulo de rotura (Falla dentro del tercio medio de luz)

$$M_r = \left[\frac{PL}{bh^2} \right]$$

Módulo de rotura (Falla dentro del tercio medio de luz)

$$M_r = \left[\frac{3Pa}{bh^2} \right]$$

Donde:

Mr	Módulo de rotura	b	Ancho promedio de la sección de falla
P	Carga máxima de rotura	h	Peralte promedio de la sección de falla
L	Luz libre entre apoyos	a	Distancia entre la línea de falla y el apoyo

ENSAYO PARA DETERMINAR LA RESISTENCIA A LA FLEXIÓN DEL CONCRETO EN VIGAS SIMPLEMENTE APOYADAS (NTP 339.078)

Fecha: 16/09/2023 % de fibra: 0.50% Edad de especímenes: 14 días

TESIS: RESISTENCIA MECÁNICA DEL CONCRETO CON ADICIÓN DE FIBRAS DE AGAVE AMERICANA L

TESISTA: Bach. Ing. Kelita Stefany Mantilla Carranza

ASESOR: Dr. en Ing. Miguel Angel Mosqueira Moreno

DETERMINACIÓN DE LA RESISTENCIA A LA FLEXIÓN DEL CONCRETO EN MUESTRAS PRISMATICAS

PROPIEDADES Y ESTADO DE TESTIGOS

Nº DE TESTIGO	5	6	7	8
ESTADO DE HUMEDAD ANTES DEL ENSAYO	HUMEDO	HUMEDO	HUMEDO	HUMEDO
MODIFICACIONES EN EL TESTIGO	NINGUNA	NINGUNA	NINGUNA	NINGUNA
DEFECTOS VISIBLES EN EL TESTIGO	NINGUNO	NINGUNO	NINGUNO	NINGUNO

REGISTRO DE DATOS, PROCESAMIENTO Y RESULTADOS

Nº DE TESTIGO	0.5% 14 Días MP 01	0.5% 14 Días MP 02	0.5% 14 Días MP 03	0.5% 14 Días MP 04
% DE FIBRA	0.50%	0.50%	0.50%	0.50%
FECHA DE VACIADO	2/09/2023	2/09/2023	2/09/2023	2/09/2023
FECHA DE ENSAYO	16/09/2023	16/09/2023	16/09/2023	16/09/2023
EDAD (DÍAS)	14	14	14	14
ANCHO PROMEDIO (b) (mm)	151	147	151.5	150.8
PERALTE PROMEDIO (h) (mm)	151.9	151.2	152	151.8
LONGITUD DE VIGA (mm)	500	500	500	500
LUZ LIBRE ENTRE APOYOS (L) (mm)	450	450	450	450
CARGA MAXIMA (P) (kN)	29.25	31.21	29.42	32.33
CARGA MAXIMA (P) (kg)	2982.67	3182.53	3000.00	3296.74
TIPO DE FALLA	EXCÉNTRICA	CENTRAL	CENTRAL	CENTRAL
EXCENRICIDAD DE LINEA DE FALLA (a) (mm)	152	0	0	0
MODULO DE ROTURA (MR) (kg/cm ²)	39.037092	42.615207	38.568665	42.692597
MODULO DE ROTURA (MR) (MPa)	3.8282505	4.1791455	3.7823133	4.1867349

IDEALIZACIÓN DEL ENSAYO Y FÓRMULAS EMPLEADAS

	Módulo de rotura (Falla dentro del tercio medio de luz)
	$M_r = \left[\frac{PL}{bh^2} \right]$
	Módulo de rotura (Falla dentro del tercio medio de luz)
	$M_r = \left[\frac{3Pa}{bh^2} \right]$

Donde:

Mr	Módulo de rotura	b	Ancho promedio de la sección de falla
P	Carga máxima de rotura	h	Peralte promedio de la sección de falla
L	Luz libre entre apoyos	a	Distancia entre la línea de falla y el apoyo

ENSAYO PARA DETERMINAR LA RESISTENCIA A LA FLEXIÓN DEL CONCRETO EN VIGAS SIMPLEMENTE APOYADAS (NTP 339.078)

Fecha: 17/09/2023 % de fibra: 0.75% Edad de especímenes: 14 días

TESIS: RESISTENCIA MECÁNICA DEL CONCRETO CON ADICIÓN DE FIBRAS DE AGAVE AMERICANA L

TESISTA: Bach. Ing. Kelita Stefany Mantilla Carranza

ASESOR: Dr. en Ing. Miguel Angel Mosqueira Moreno

DETERMINACIÓN DE LA RESISTENCIA A LA FLEXIÓN DEL CONCRETO EN MUESTRAS PRISMATICAS

PROPIEDADES Y ESTADO DE TESTIGOS

Nº DE TESTIGO	9	10	11	12
ESTADO DE HUMEDAD ANTES DEL ENSAYO	HUMEDO	HUMEDO	HUMEDO	HUMEDO
MODIFICACIONES EN EL TESTIGO	NINGUNA	NINGUNA	NINGUNA	NINGUNA
DEFECTOS VISIBLES EN EL TESTIGO	NINGUNO	NINGUNO	NINGUNO	NINGUNO

REGISTRO DE DATOS, PROCESAMIENTO Y RESULTADOS

Nº DE TESTIGO	0.75% 14 Días MP 01	0.75% 14 Días MP 02	0.75% 14 Días MP 03	0.75% 14 Días MP 04
% DE FIBRA	0.75%	0.75%	0.75%	0.75%
FECHA DE VACIADO	3/09/2023	3/09/2023	3/09/2023	3/09/2023
FECHA DE ENSAYO	17/09/2023	17/09/2023	17/09/2023	17/09/2023
EDAD (DÍAS)	14	14	14	14
ANCHO PROMEDIO (b) (mm)	150	151	151.6	150.5
PERALTE PROMEDIO (h) (mm)	150	158.8	152.2	151.2
LONGITUD DE VIGA (mm)	500	500	500	500
LUZ LIBRE ENTRE APOYOS (L) (mm)	450	450	450	450
CARGA MAXIMA (P) (kN)	28.45	29.66	30.22	27.31
CARGA MAXIMA (P) (kg)	2901.09	3024.48	3081.58	2784.84
TIPO DE FALLA	EXCÉNTRICA	EXCÉNTRICA	CENTRAL	CENTRAL
EXCENTRICIDAD DE LINEA DE FALLA (a) (mm)	160	178	0	0
MODULO DE ROTURA (MR) (kg/cm ²)	41.2599756	42.41443597	39.48732402	36.42280322
MODULO DE ROTURA (MR) (MPa)	4.046242027	4.159456492	3.872403405	3.571875043

IDEALIZACIÓN DEL ENSAYO Y FÓRMULAS EMPLEADAS

	Módulo de rotura (Falla dentro del tercio medio de luz)
	$M_r = \left[\frac{PL}{bh^2} \right]$
	Módulo de rotura (Falla dentro del tercio medio de luz)
	$M_r = \left[\frac{3Pa}{bh^2} \right]$

Donde:

Mr	Módulo de rotura	b	Ancho promedio de la sección de falla
P	Carga máxima de rotura	h	Peralte promedio de la sección de falla
L	Luz libre entre apoyos	a	Distancia entre la línea de falla y el apoyo

ENSAYO PARA DETERMINAR LA RESISTENCIA A LA FLEXIÓN DEL CONCRETO EN VIGAS SIMPLEMENTE APOYADAS (NTP 339.078)

Fecha: 17/09/2023 % de fibra: 1.00% Edad de especímenes: 14 días

TESIS: RESISTENCIA MECÁNICA DEL CONCRETO CON ADICIÓN DE FIBRAS DE AGAVE AMERICANA L

TESISTA: Bach. Ing. Kelita Stefany Mantilla Carranza

ASESOR: Dr. en Ing. Miguel Angel Mosqueira Moreno

DETERMINACIÓN DE LA RESISTENCIA A LA FLEXIÓN DEL CONCRETO EN MUESTRAS PRISMATICAS

PROPIEDADES Y ESTADO DE TESTIGOS

Nº DE TESTIGO	13	14	15	16
ESTADO DE HUMEDAD ANTES DEL ENSAYO	HUMEDO	HUMEDO	HUMEDO	HUMEDO
MODIFICACIONES EN EL TESTIGO	NINGUNA	NINGUNA	NINGUNA	NINGUNA
DEFECTOS VISIBLES EN EL TESTIGO	NINGUNO	NINGUNO	NINGUNO	NINGUNO

REGISTRO DE DATOS, PROCESAMIENTO Y RESULTADOS

Nº DE TESTIGO	1% 14 Días MP 01	1% 14 Días MP 02	1% 14 Días MP 03	1% 14 Días MP 04
% DE FIBRA	1.00%	1.00%	1.00%	1.00%
FECHA DE VACIADO	3/09/2023	3/09/2023	3/09/2023	3/09/2023
FECHA DE ENSAYO	17/09/2023	17/09/2023	17/09/2023	17/09/2023
EDAD (DÍAS)	14	14	14	14
ANCHO PROMEDIO (b) (mm)	151.9	152.8	149	150.8
PERALTE PROMEDIO (h) (mm)	151.9	151.2	152	151.8
LONGITUD DE VIGA (mm)	500	500	500	500
LUZ LIBRE ENTRE APOYOS (L) (mm)	450	450	450	450
CARGA MAXIMA (P) (kN)	26.61	20.32	25.51	25.85
CARGA MAXIMA (P) (kg)	2713.46	2072.06	2601.30	2635.97
TIPO DE FALLA	CENTRAL	EXCÉNTRICA	CENTRAL	CENTRAL
EXCENRICIDAD DE LINEA DE FALLA (a) (mm)	0	159	0	0
MODULO DE ROTURA (MR) (kg/cm ²)	34.839	28.294	34.004	34.136
MODULO DE ROTURA (MR) (MPa)	3.417	2.775	3.335	3.348

IDEALIZACIÓN DEL ENSAYO Y FÓRMULAS EMPLEADAS

	Módulo de rotura (Falla dentro del tercio medio de luz)
	$M_r = \left[\frac{PL}{bh^2} \right]$
	Módulo de rotura (Falla dentro del tercio medio de luz)
	$M_r = \left[\frac{3Pa}{bh^2} \right]$

Donde:

Mr	Módulo de rotura	b	Ancho promedio de la sección de falla
P	Carga máxima de rotura	h	Peralte promedio de la sección de falla
L	Luz libre entre apoyos	a	Distancia entre la línea de falla y el apoyo

**RESISTENCIA A FLEXIÓN DEL CONCRETO
(NTP 339.078)**

TESIS: “RESISTENCIA MECÁNICA DEL CONCRETO CON ADICIÓN DE FIBRAS DE AGAVE AMERICANA L”
TESISTA: Bach. Ing. Kelita Stefany Mantilla Carranza
ASESOR Dr. en Ing. Miguel Angel Mosqueira Moreno
MUESTRA: Especímenes de Concreto Procesados por el Tesista a beneficio de la investigación
EDAD: 14 días

CONDICIONES DE DISEÑO CON 0.00% DE FIBRA F'c DISEÑO 210 KG/cm²

Nº DE MUESTRA	CÓDIGO	ANCHO	PERALTE	LUZ LIBRE ENTRE APOYOS	CARGA DE ROTURA	Mr OBTENIDO
1	0% 14 Días MP 01	15.12 cm	15.13 cm	45.00 cm	28.45 cm	37.72 kg/cm ²
2	0% 14 Días MP 02	15.04 cm	15.17 cm	45.00 cm	25.68 cm	34.05 kg/cm ²
3	0% 14 Días MP 03	14.98 cm	15.05 cm	45.00 cm	23.40 cm	31.65 kg/cm ²
4	0% 14 Días MP 04	15.07 cm	15.07 cm	45.00 cm	26.18 cm	35.10 kg/cm ²
F'c PROMEDIO		34.63 kg/cm²				
DESVIACION ESTANDAR		2.18				
COEFICIENTE DE VARIACION		6.29%				

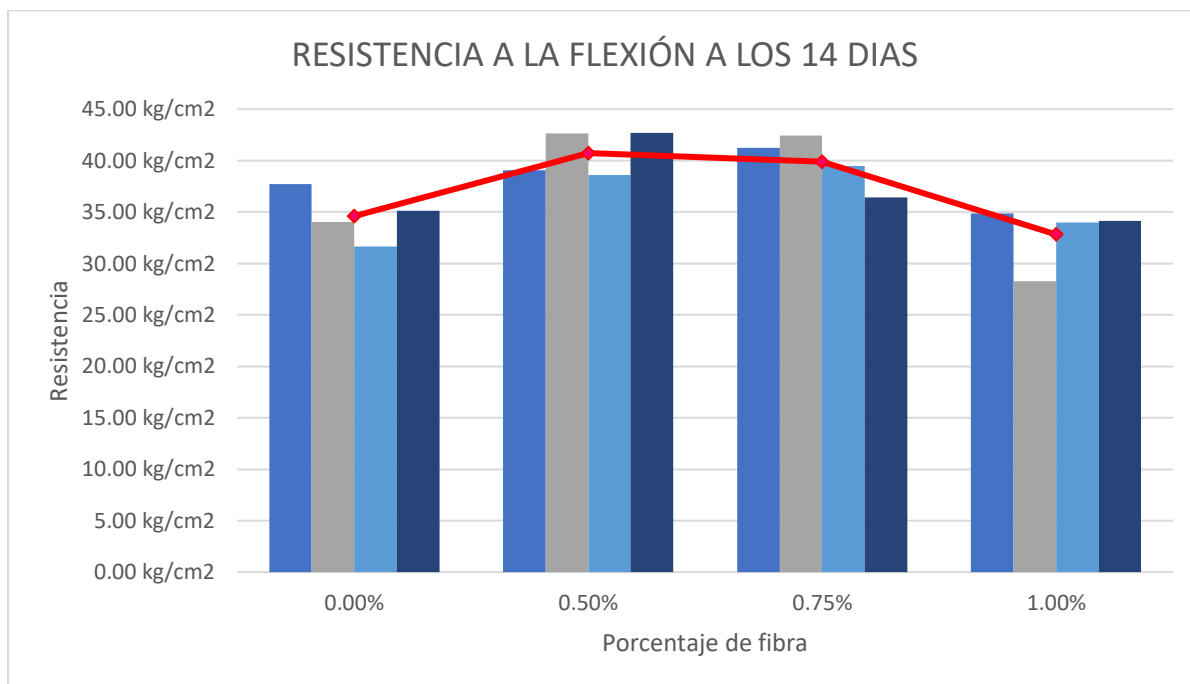
CONDICIONES DE DISEÑO CON 0.50% DE FIBRA F'c DISEÑO 210 KG/cm²

Nº DE MUESTRA	CÓDIGO	ANCHO	PERALTE	LUZ LIBRE ENTRE APOYOS	CARGA DE ROTURA	Mr OBTENIDO
5	0.5% 14 Días MP 01	15.10 cm	15.19 cm	45.00 cm	29.25 cm	39.04 kg/cm ²
6	0.5% 14 Días MP 02	14.70 cm	15.12 cm	45.00 cm	31.21 cm	42.62 kg/cm ²
7	0.5% 14 Días MP 03	15.15 cm	15.20 cm	45.00 cm	29.42 cm	38.57 kg/cm ²
8	0.5% 14 Días MP 04	15.08 cm	15.18 cm	45.00 cm	32.33 cm	42.69 kg/cm ²
F'c PROMEDIO		40.73 kg/cm²				
DESVIACION ESTANDAR		1.93				
COEFICIENTE DE VARIACION		4.75%				

CONDICIONES DE DISEÑO CON 0.75% DE FIBRA F' C DISEÑO 210 KG/cm2						
Nº DE MUESTRA	CÓDIGO	ANCHO	PERALTE	LUZ LIBRE ENTRE APOYOS	CARGA DE ROTURA	Mr OBTENIDO
9	0.75% 14 Días MP 01	15.00 cm	15.00 cm	45.00 cm	28.45 cm	41.26 kg/cm2
10	0.75% 14 Días MP 02	15.10 cm	15.88 cm	45.00 cm	29.66 cm	42.41 kg/cm2
11	0.75% 14 Días MP 03	15.16 cm	15.22 cm	45.00 cm	30.22 cm	39.49 kg/cm2
12	0.75% 14 Días MP 04	15.05 cm	15.12 cm	45.00 cm	27.31 cm	36.42 kg/cm2
F' C PROMEDIO		39.90 kg/cm2				
DESVIACION ESTANDAR		2.26				
COEFICIENTE DE VARIACION		5.67%				
CONDICIONES DE DISEÑO CON 1.00% DE FIBRA F' C DISEÑO 210 KG/cm2						
Nº DE MUESTRA	CÓDIGO	ANCHO	PERALTE	LUZ LIBRE ENTRE APOYOS	CARGA DE ROTURA	Mr OBTENIDO
13	1% 14 Días MP 01	15.19 cm	15.19 cm	45.00 cm	26.61 cm	34.84 kg/cm2
14	1% 14 Días MP 02	15.28 cm	15.12 cm	45.00 cm	20.32 cm	28.29 kg/cm2
15	1% 14 Días MP 03	14.90 cm	15.20 cm	45.00 cm	25.51 cm	34.00 kg/cm2
16	1% 14 Días MP 04	15.08 cm	15.18 cm	45.00 cm	25.85 cm	34.14 kg/cm2
F' C PROMEDIO		32.82 kg/cm2				
DESVIACION ESTANDAR		2.63				
COEFICIENTE DE VARIACION		8.02%				

Figura 11

Resistencia a la flexión a los 14 días.



2. Resultados de resistencia a la flexión a los 28 días.

ENSAYO PARA DETERMINAR LA RESISTENCIA A LA FLEXIÓN DEL CONCRETO EN VIGAS SIMPLEMENTE APOYADAS (NTP 339.078)

Fecha:	29/09/2023	% de fibra:	0.00%	Edad de especímenes:	28 días
TESIS:	“RESISTENCIA MECÁNICA DEL CONCRETO CON ADICIÓN DE FIBRAS DE AGAVE AMERICANA L”				
TESISTA:	Bach. Ing. Kelita Stefany Mantilla Carranza				
ASESOR:	Dr. en Ing. Miguel Angel Mosqueira Moreno				

DETERMINACIÓN DE LA RESISTENCIA A LA FLEXIÓN DEL CONCRETO EN MUESTRAS PRISMATICAS

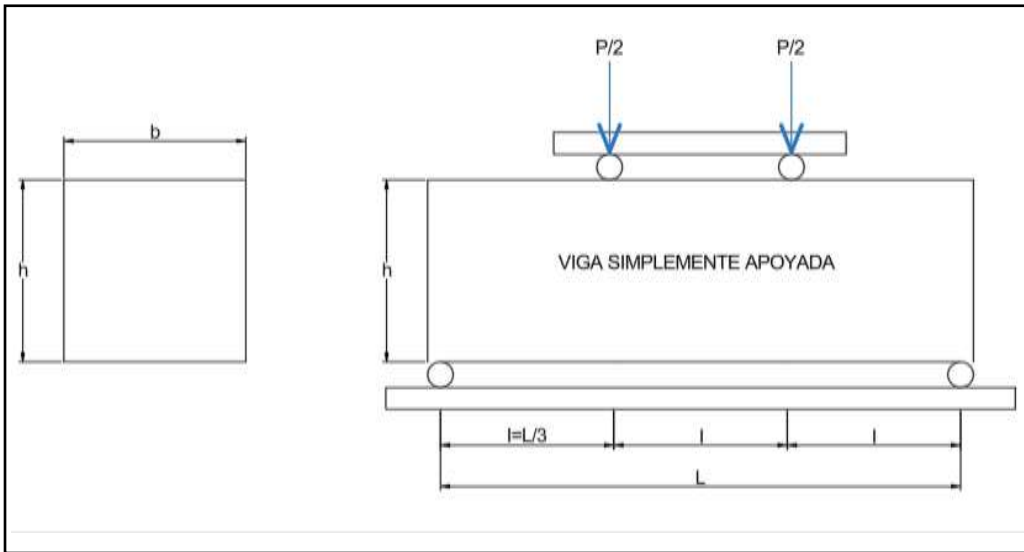
PROPIEDADES Y ESTADO DE TESTIGOS

Nº DE TESTIGO	1	2	3	4
ESTADO DE HUMEDAD ANTES DEL ENSAYO	HUMEDO	HUMEDO	HUMEDO	HUMEDO
MODIFICACIONES EN EL TESTIGO	NINGUNA	NINGUNA	NINGUNA	NINGUNA
DEFECTOS VISIBLES EN EL TESTIGO	NINGUNO	NINGUNO	NINGUNO	NINGUNO

REGISTRO DE DATOS, PROCESAMIENTO Y RESULTADOS

Nº DE TESTIGO	0% 28 Días MP 05	0% 28 Días MP 06	0% 28 Días MP 07	0% 28 Días MP 08
% DE FIBRA	0.00%	0.00%	0.00%	0.00%
FECHA DE VACIADO	1/09/2023	1/09/2023	1/09/2023	1/09/2023
FECHA DE ENSAYO	29/09/2023	29/09/2023	29/09/2023	29/09/2023
EDAD (DIAS)	28	28	28	28
ANCHO PROMEDIO (b) (mm)	151.1	152	152.9	153
PERALTE PROMEDIO (h) (mm)	153.4	151.6	150.2	152.2
LONGITUD DE VIGA (mm)	500	500	500	500
LUZ LIBRE ENTRE APOYOS (L) (mm)	450	450	450	450
CARGA MAXIMA (P) (kN)	37.91	39.1	41.43	38.79
CARGA MAXIMA (P) (kg)	3865.74	3987.09	4224.68	3955.48
TIPO DE FALLA	CENTRAL	CENTRAL	CENTRAL	CENTRAL
EXCENRICIDAD DE LINEA DE FALLA (a) (mm)	0	0	0	0
MODULO DE ROTURA (MR) (kg/cm ²)	48.925	51.360	55.114	50.222
MODULO DE ROTURA (MR) (MPa)	4.798	5.037	5.405	4.925

IDEALIZACIÓN DEL ENSAYO Y FÓRMULAS EMPLEADAS



Módulo de rotura (Falla dentro del tercio medio de luz)

$$M_r = \left[\frac{PL}{bh^2} \right]$$

Módulo de rotura (Falla dentro del tercio medio de luz)

$$M_r = \left[\frac{3Pa}{bh^2} \right]$$

Donde:

Mr	Módulo de rotura	b	Ancho promedio de la sección de falla
P	Carga máxima de rotura	h	Peralte promedio de la sección de falla
L	Luz libre entre apoyos	a	Distancia entre la línea de falla y el apoyo

ENSAYO PARA DETERMINAR LA RESISTENCIA A LA FLEXIÓN DEL CONCRETO EN VIGAS SIMPLEMENTE APOYADAS (NTP 339.078)

Fecha: 30/09/2023 % de fibra: 0.50% Edad de especímenes: 28 días

TESIS: RESISTENCIA MECÁNICA DEL CONCRETO CON ADICIÓN DE FIBRAS DE AGAVE AMERICANA L

TESISTA: Bach. Ing. Kelita Stefany Mantilla Carranza

ASESOR: Dr. en Ing. Miguel Angel Mosqueira Moreno

DETERMINACIÓN DE LA RESISTENCIA A LA FLEXIÓN DEL CONCRETO EN MUESTRAS PRISMATICAS

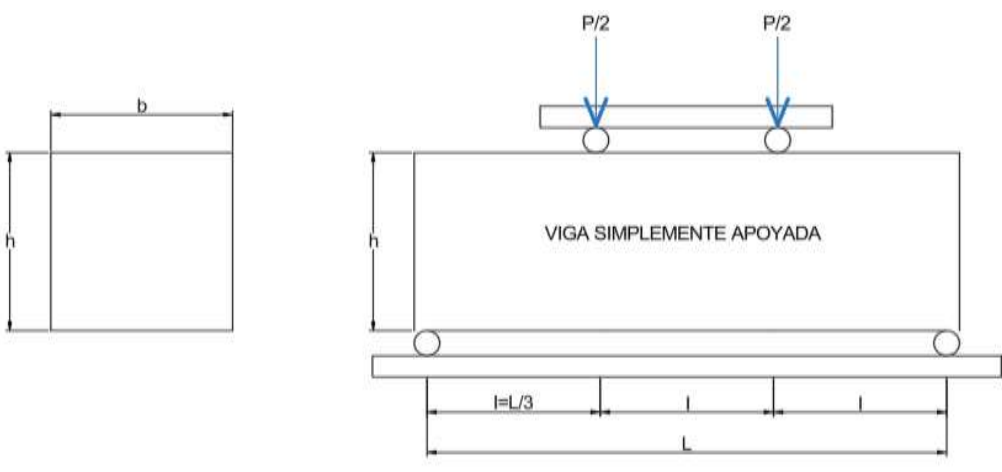
PROPIEDADES Y ESTADO DE TESTIGOS

Nº DE TESTIGO	5	6	7	8
ESTADO DE HUMEDAD ANTES DEL ENSAYO	HUMEDO	HUMEDO	HUMEDO	HUMEDO
MODIFICACIONES EN EL TESTIGO	NINGUNA	NINGUNA	NINGUNA	NINGUNA
DEFECTOS VISIBLES EN EL TESTIGO	NINGUNO	NINGUNO	NINGUNO	NINGUNO

REGISTRO DE DATOS, PROCESAMIENTO Y RESULTADOS

Nº DE TESTIGO	0.5% 28 Días MP 05	0.5% 28 Días MP 06	0.5% 28 Días MP 07	0.5% 28 Días MP 08
% DE FIBRA	0.50%	0.50%	0.50%	0.50%
FECHA DE VACIADO	2/09/2023	2/09/2023	2/09/2023	2/09/2023
FECHA DE ENSAYO	30/09/2023	30/09/2023	30/09/2023	30/09/2023
EDAD (DIAS)	28	28	28	28
ANCHO PROMEDIO (b) (mm)	150.8	151	152.5	151.9
PERALTE PROMEDIO (h) (mm)	150.4	153.2	152.5	150.2
LONGITUD DE VIGA (mm)	500	500	500	500
LUZ LIBRE ENTRE APOYOS (L) (mm)	450	450	450	450
CARGA MAXIMA (P) (kN)	41.77	41.22	40.88	39.35
CARGA MAXIMA (P) (kg)	4259.35	4203.27	4168.60	4012.58
TIPO DE FALLA	CENTRAL	EXCÉNTRICA	CENTRAL	CENTRAL
EXCENTRICIDAD DE LINEA DE FALLA (a) (mm)	0	152	0	0
MODULO DE ROTURA (MR) (kg/cm ²)	56.190	54.083	52.892	52.691
MODULO DE ROTURA (MR) (MPa)	5.510	5.304	5.187	5.167

IDEALIZACIÓN DEL ENSAYO Y FÓRMULAS EMPLEADAS

	Módulo de rotura (Falla dentro del tercio medio de luz)
	$M_r = \left[\frac{PL}{bh^2} \right]$
	Módulo de rotura (Falla dentro del tercio medio de luz)
	$M_r = \left[\frac{3Pa}{bh^2} \right]$

Donde:

Mr	Módulo de rotura	b	Ancho promedio de la sección de falla
P	Carga máxima de rotura	h	Peralte promedio de la sección de falla
L	Luz libre entre apoyos	a	Distancia entre la línea de falla y el apoyo

ENSAYO PARA DETERMINAR LA RESISTENCIA A LA FLEXIÓN DEL CONCRETO EN VIGAS SIMPLEMENTE APOYADAS (NTP 339.078)

Fecha: 1/10/2023 % de fibra: 0.75% Edad de especímenes: 28 días

TESIS: RESISTENCIA MECÁNICA DEL CONCRETO CON ADICIÓN DE FIBRAS DE AGAVE AMERICANA L

TESISTA: Bach. Ing. Kelita Stefany Mantilla Carranza

ASESOR: Dr. en Ing. Miguel Angel Mosqueira Moreno

DETERMINACIÓN DE LA RESISTENCIA A LA FLEXIÓN DEL CONCRETO EN MUESTRAS PRISMATICAS

PROPIEDADES Y ESTADO DE TESTIGOS

N° DE TESTIGO	9	10	11	12
ESTADO DE HUMEDAD ANTES DEL ENSAYO	HUMEDO	HUMEDO	HUMEDO	HUMEDO
MODIFICACIONES EN EL TESTIGO	NINGUNA	NINGUNA	NINGUNA	NINGUNA
DEFECTOS VISIBLES EN EL TESTIGO	NINGUNO	NINGUNO	NINGUNO	NINGUNO

REGISTRO DE DATOS, PROCESAMIENTO Y RESULTADOS

N° DE TESTIGO	0.75% 28 Días MP 05	0.75% 28 Días MP 06	0.75% 28 Días MP 07	0.75% 28 Días MP 08
% DE FIBRA	0.75%	0.75%	0.75%	0.75%
FECHA DE VACIADO	3/09/2023	3/09/2023	3/09/2023	3/09/2023
FECHA DE ENSAYO	1/10/2023	1/10/2023	1/10/2023	1/10/2023
EDAD (DIAS)	28	28	28	28
ANCHO PROMEDIO (b) (mm)	149.5	152.2	150.5	150.8
PERALTE PROMEDIO (h) (mm)	156.4	150	151.6	150.5
LONGITUD DE VIGA (mm)	500	500	500	500
LUZ LIBRE ENTRE APOYOS (L) (mm)	450	450	450	450
CARGA MAXIMA (P) (kN)	40.98	32.67	40.39	39.85
CARGA MAXIMA (P) (kg)	4178.80	3331.41	4118.63	4063.57
TIPO DE FALLA	CENTRAL	EXCÉNTRICA	CENTRAL	CENTRAL
EXCENTRICIDAD DE LINEA DE FALLA (a) (mm)	0	179	0	0
MODULO DE ROTURA (MR) (kg/cm ²)	51.422	52.240	53.583	53.536
MODULO DE ROTURA (MR) (MPa)	5.043	5.123	5.255	5.250

IDEALIZACIÓN DEL ENSAYO Y FÓRMULAS EMPLEADAS

	Módulo de rotura (Falla dentro del tercio medio de luz)
	$M_r = \left[\frac{PL}{bh^2} \right]$
	Módulo de rotura (Falla dentro del tercio medio de luz)
	$M_r = \left[\frac{3Pa}{bh^2} \right]$

Donde:

Mr	Módulo de rotura	b	Ancho promedio de la sección de falla
P	Carga máxima de rotura	h	Peralte promedio de la sección de falla
L	Luz libre entre apoyos	a	Distancia entre la línea de falla y el apoyo

ENSAYO PARA DETERMINAR LA RESISTENCIA A LA FLEXIÓN DEL CONCRETO EN VIGAS SIMPLEMENTE APOYADAS (NTP 339.078)

Fecha: 1/10/2023 % de fibra: 1.00% Edad de especímenes: 28 días

TESIS: RESISTENCIA MECÁNICA DEL CONCRETO CON ADICIÓN DE FIBRAS DE AGAVE AMERICANA L

TESISTA: Bach. Ing. Kelita Stefany Mantilla Carranza

ASESOR: Dr. en Ing. Miguel Angel Mosqueira Moreno

DETERMINACIÓN DE LA RESISTENCIA A LA FLEXIÓN DEL CONCRETO EN MUESTRAS PRISMATICAS

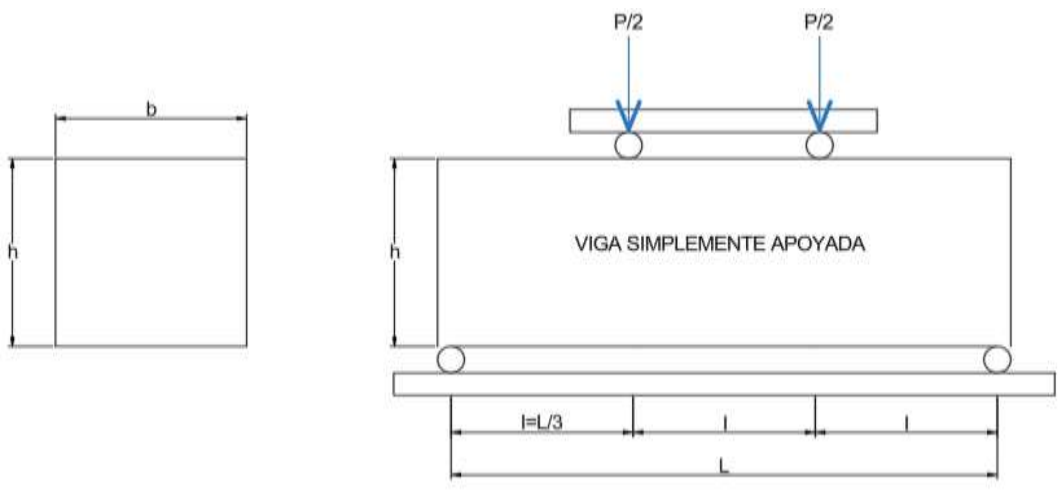
PROPIEDADES Y ESTADO DE TESTIGOS

N° DE TESTIGO	13	14	15	16
ESTADO DE HUMEDAD ANTES DEL ENSAYO	HUMEDO	HUMEDO	HUMEDO	HUMEDO
MODIFICACIONES EN EL TESTIGO	NINGUNA	NINGUNA	NINGUNA	NINGUNA
DEFECTOS VISIBLES EN EL TESTIGO	NINGUNO	NINGUNO	NINGUNO	NINGUNO

REGISTRO DE DATOS, PROCESAMIENTO Y RESULTADOS

N° DE TESTIGO	1% 28 Días MP05	1% 28 Días MP 06	1% 28 Días MP07	1% 28 Días MP08
% DE FIBRA	1.00%	1.00%	1.00%	1.00%
FECHA DE VACIADO	3/09/2023	3/09/2023	3/09/2023	3/09/2023
FECHA DE ENSAYO	1/10/2023	1/10/2023	1/10/2023	1/10/2023
EDAD (DIAS)	28	28	28	28
ANCHO PROMEDIO (b) (mm)	153.4	152.6	152.2	150.8
PERALTE PROMEDIO (h) (mm)	151.2	152	151.8	151
LONGITUD DE VIGA (mm)	500	500	500	500
LUZ LIBRE ENTRE APOYOS (L) (mm)	450	450	450	450
CARGA MAXIMA (P) (kN)	32.12	38.22	31.6	35.4
CARGA MAXIMA (P) (kg)	3275.33	3897.35	3222.30	3609.79
TIPO DE FALLA	CENTRAL	CENTRAL	EXCÉNTRICA	CENTRAL
EXCENTRICIDAD DE LINEA DE FALLA (a) (mm)	0	0	163	0
MODULO DE ROTURA (MR) (kg/cm2)	42.028	49.744	44.928	47.243
MODULO DE ROTURA (MR) (MPa)	4.122	4.878	4.406	4.633

IDEALIZACIÓN DEL ENSAYO Y FÓRMULAS EMPLEADAS

	Módulo de rotura (Falla dentro del tercio medio de luz)
	$M_r = \left[\frac{PL}{bh^2} \right]$
	Módulo de rotura (Falla dentro del tercio medio de luz)
	$M_r = \left[\frac{3Pa}{bh^2} \right]$

Donde:

Mr	Módulo de rotura	b	Ancho promedio de la sección de falla
P	Carga máxima de rotura	h	Peralte promedio de la sección de falla
L	Luz libre entre apoyos	a	Distancia entre la línea de falla y el apoyo

**RESISTENCIA A FLEXIÓN DEL CONCRETO
(NTP 339.078)**

TESIS: “RESISTENCIA MECÁNICA DEL CONCRETO CON ADICIÓN DE FIBRAS DE AGAVE AMERICANA L”
TESISTA: Bach. Ing. Kelita Stefany Mantilla Carranza
ASESOR Dr. en Ing. Miguel Angel Mosqueira Moreno
MUESTRA: Especímenes de Concreto Procesados por el Tesista a beneficio de la investigación
EDAD: 28 días

CONDICIONES DE DISEÑO CON 0.00% DE FIBRA F'c DISEÑO 210 KG/cm²

Nº DE MUESTRA	CÓDIGO	ANCHO	PERALTE	LUZ LIBRE ENTRE APOYOS	CARGA DE ROTURA	Mr OBTENIDO
1	0% 28 Días MP 05	15.11 cm	15.34 cm	45.00 cm	37.91 cm	48.92 kg/cm ²
2	0% 28 Días MP 06	15.20 cm	15.16 cm	45.00 cm	39.10 cm	51.36 kg/cm ²
3	0% 28 Días MP 07	15.29 cm	15.02 cm	45.00 cm	41.43 cm	55.11 kg/cm ²
4	0% 28 Días MP 08	15.30 cm	15.22 cm	45.00 cm	38.79 cm	50.22 kg/cm ²
F'c PROMEDIO		51.41 kg/cm²				
DESVIACION ESTANDAR		2.31				
COEFICIENTE DE VARIACION		4.49%				

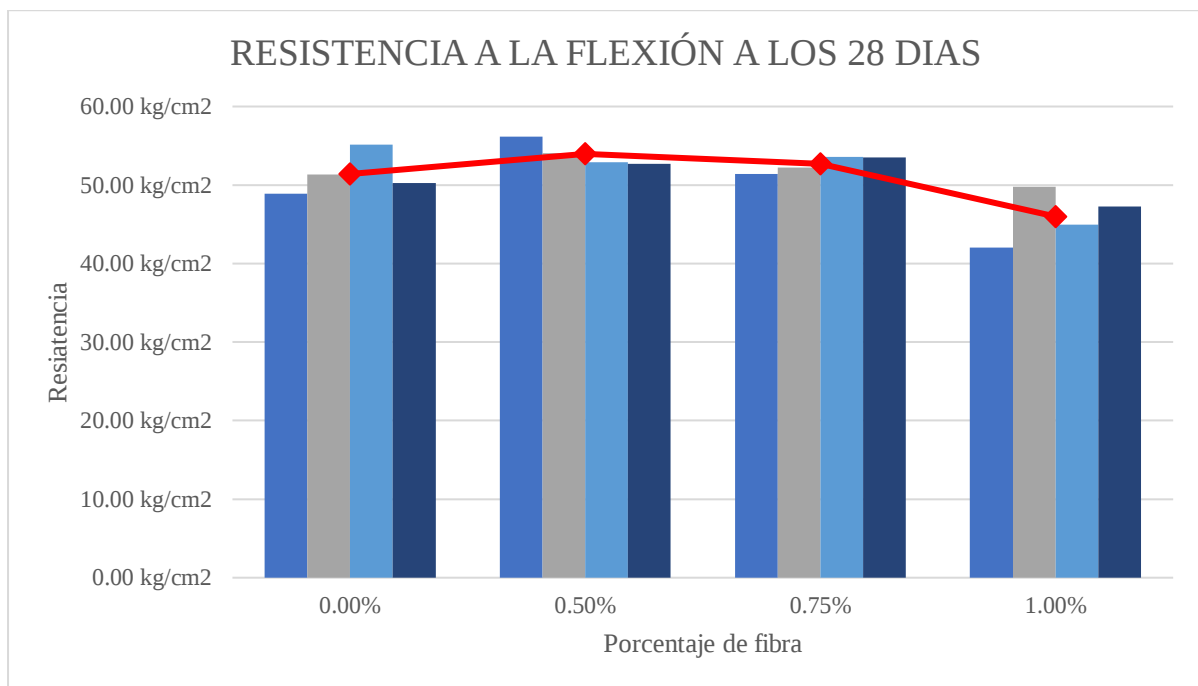
CONDICIONES DE DISEÑO CON 0.50% DE FIBRA F'c DISEÑO 210 KG/cm²

Nº DE MUESTRA	CÓDIGO	ANCHO	PERALTE	LUZ LIBRE ENTRE APOYOS	CARGA DE ROTURA	Mr OBTENIDO
5	0.5% 28 Días MP 05	15.08 cm	15.04 cm	45.00 cm	41.77 cm	56.19 kg/cm ²
6	0.5% 28 Días MP 06	15.10 cm	15.32 cm	45.00 cm	41.22 cm	54.08 kg/cm ²
7	0.5% 28 Días MP 07	15.25 cm	15.25 cm	45.00 cm	40.88 cm	52.89 kg/cm ²
8	0.5% 28 Días MP 08	15.19 cm	15.02 cm	45.00 cm	39.35 cm	52.69 kg/cm ²
F'c PROMEDIO		53.96 kg/cm²				
DESVIACION ESTANDAR		1.39				
COEFICIENTE DE VARIACION		2.58%				

CONDICIONES DE DISEÑO CON 0.75% DE FIBRA F´C DISEÑO 210 KG/cm2						
Nº DE MUESTRA	CÓDIGO	ANCHO	PERALTE	LUZ LIBRE ENTRE APOYOS	CARGA DE ROTURA	Mr OBTENIDO
9	0.75% 28 Días MP 05	14.95 cm	15.64 cm	45.00 cm	40.98 cm	51.42 kg/cm2
10	0.75% 28 Días MP 06	15.22 cm	15.00 cm	45.00 cm	32.67 cm	52.24 kg/cm2
11	0.75% 28 Días MP 07	15.05 cm	15.16 cm	45.00 cm	40.39 cm	53.58 kg/cm2
12	0.75% 28 Días MP 08	15.08 cm	15.05 cm	45.00 cm	39.85 cm	53.54 kg/cm2
F´C PROMEDIO		52.70 kg/cm2				
DESVIACION ESTANDAR		0.91				
COEFICIENTE DE VARIACION		1.73%				
CONDICIONES DE DISEÑO CON 1.00% DE FIBRA F´C DISEÑO 210 KG/cm2						
Nº DE MUESTRA	CÓDIGO	ANCHO	PERALTE	LUZ LIBRE ENTRE APOYOS	CARGA DE ROTURA	Mr OBTENIDO
13	1% 28 Días MP05	15.34 cm	15.12 cm	45.00 cm	32.12 cm	42.03 kg/cm2
14	1% 28 Días MP 06	15.26 cm	15.20 cm	45.00 cm	38.22 cm	49.74 kg/cm2
15	1% 28 Días MP07	15.22 cm	15.18 cm	45.00 cm	31.60 cm	44.93 kg/cm2
16	1% 28 Días MP08	15.08 cm	15.10 cm	45.00 cm	35.40 cm	47.24 kg/cm2
F´C PROMEDIO		45.99 kg/cm2				
DESVIACION ESTANDAR		2.85				
COEFICIENTE DE VARIACION		6.20%				

Figura 12

Resistencia a la flexión a los 28 días.



ANEXO N°5: PANEL FOTOGRAFICO.

Figura 13

Extracción de agregados de la cantera “Hermanos Alaya”



Figura 14

Ensayo de revenimiento del concreto.



Figura 15

Supervisión del asesor durante la elaboración de probetas de concreto



Figura 16:

Probetas de concreto listas para el curado.



Figura 17:

Supervisión del asesor durante ensayo de resistencia a la compresión.



Figura 18:

Ensayo de resistencia a la flexión

