



**FACULTAD DE INGENIERÍA Y ARQUITECTURA**

**ESCUELA PROFESIONAL DE INGENIERÍA CIVIL**

**“Análisis de la resistencia a la compresión del concreto  $f'_c=175$   
kg/cm<sup>2</sup> con la incorporación de fibra de agave lechuguilla,  
Moyobamba 2021”**

**TESIS PARA OBTENER EL TÍTULO PROFESIONAL DE:**

**INGENIERIA CIVIL**

**AUTORES:**

Armas Solano, Rocio (ORCID: 0000-0001-7387-4292)

Rimaicuna Cano, Thalia (ORCID: 0000-0002-4833-6772)

**ASESOR:**

Mg. Cornejo Saavedra, Gustavo Ivanovich (ORCID: 0000-0002-7673-5148)

**LÍNEA DE INVESTIGACIÓN:**

Diseño sísmico y estructural

**MOYOBAMBA – PERU**

**2021**

## **Dedicatoria**

Primeramente, a Dios pues reconozco que la sabiduría viene de él, y que todo esfuerzo será bien recompensado, por darme la vida y todo lo necesario para seguir adelante día a día. A Mis padres, Ángel Rimaicuna y Reynalda Cano por haberme dado su apoyo incondicional en todo el proceso de mi carrera profesional, por sus consejos y sus valores; Y a mi hermana Sally Rimaicuna pues ella es mi inspiración, estableció en mí deseos de superación y responsabilidad.

**Thalia Rimaicuna Cano.**

El presente trabajo de investigación se lo dedico primeramente a Dios por darme la fuerza para continuar en todo este proceso de estudio, a mi familia y amigos por su apoyo incondicional a cada momento, para así hacer realidad este sueño.

**Roció Armas Solano.**

## **Agradecimiento**

Agradecer a Dios por darme vida y salud, por direccionar mis decisiones y propósitos a lograr. A Mis padres por ser el motor y motivo para seguir adelante, por estar siempre conmigo y darme la fortaleza para persistir mis metas propuestas. A nuestro Asesor el Mg. Gustavo Ivanovich Cornejo Saavedra, por ser una excelente guía, y apoyarnos en la culminación del proyecto de tesis. Y a la Universidad Cesar Vallejo por brindarme lo necesario durante todo mi proceso académico y ser guía para mi formación profesional.

**Thalia Rimaicuna Cano.**

Agradezco a Dios por darme salud y fortaleza para superar cada obstáculo, a mi familia y amigos por darme aliento para seguir adelante.

Agradezco también a la Universidad Cesar Vallejo por abrirme las puertas para realizar mi formación profesional y a todas las personas que me apoyaron a cumplir esta meta.

**Roció Armas Solano**

## Índice de contenidos

Carátula.....	i
Dedicatoria.....	ii
Agradecimiento.....	iii
Índice de contenido.....	iv
Índice de tablas.....	v
Índice de gráficos y figuras.....	vi
Resumen.....	vii
Abstract.....	viii
I. INTRODUCCIÓN.....	1
II. MARCO TEÓRICO.....	2
III. METODOLOGÍA.....	4
3.1. Tipo y diseño de investigación.....	11
3.2. Variables y operacionalización de variable.....	13
3.3. Población, muestra y muestreo.....	14
3.4. Técnicas e instrumentos de recolección de datos.....	15
3.5. Procedimientos.....	17
3.6. Método de análisis de datos.....	18
3.7. Aspectos éticos.....	18
IV. RESULTADOS.....	19
V. DISCUSIÓN.....	32
VI. CONCLUSIONES.....	36
VII. RECOMENDACIONES.....	38
REFERENCIAS.....	39
ANEXOS.....	45

## Índice de tablas

<b>Tabla 1.</b> Componentes de la fibra de agave lechuguilla .....	5
<b>Tabla 2.</b> Características mecánicas de la fibra.....	6
<b>Tabla 3.</b> Consistencia-trabajabilidad del concreto .....	10
<b>Tabla 4.</b> Representación gráfica del diseño de investigación .....	12
<b>Tabla 5.</b> Población y muestra .....	15
<b>Tabla 6.</b> Formatos estandarizados .....	16
<b>Tabla 7.</b> Propiedades de la fibra de agave lechuguilla .....	19
<b>Tabla 8.</b> Resultados granulométricos de los agregados.....	20
<b>Tabla 9.</b> Dosificación para 1m <sup>3</sup> de concreto f'c=175kg/cm <sup>2</sup> .....	21
<b>Tabla 10.</b> Dosificación del concreto f'c=175kg/cm <sup>2</sup> en proporciones para convencionales y con incorporación de fibra de agave lechuguilla al 1%, 3% y 5%...22	
<b>Tabla 11.</b> Resultados de la resistencia a compresión de probetas cilíndricas convencionales y con incorporación de fibra de agave lechuguilla al 1%, 3% y 5% a los 7 días. ....	23
<b>Tabla 12.</b> Resultados de la resistencia a compresión de probetas cilíndricas convencionales y con incorporación de fibra de agave lechuguilla al 1%, 3% y 5% a los 14 días.....	24
<b>Tabla 13.</b> Resultados de la resistencia a compresión de probetas cilíndricas convencionales y con incorporación de fibra de agave lechuguilla al 1%, 3% y 5% a los 28 días.....	25
<b>Tabla 14.</b> Costo Unitario del concreto convencional para 1m <sup>3</sup> .....	29
<b>Tabla 15.</b> Costo unitario del concreto 175g/cm <sup>2</sup> con incorporación 3% de fibra de agave lechuguilla. ....	29
<b>Tabla 16.</b> Resumen y Comparación de costos. ....	30
<b>Tabla 17.</b> Asentamiento del concreto 175kg/cm <sup>2</sup> y con incorporación de fibra de agave lechuguilla al 1%, 3% y 5%. ....	31

## Índice de gráficos y figuras

<b>Gráfico 1.</b> Comparación de resultados obtenidos de la resistencia a compresión tanto convencional como incorporación de fibra de agave lechuguilla en kg/cm <sup>2</sup> y % a los 7, 14 y 28 días. ....	27
<b>Gráfico 2.</b> Representación gráfica del asentamiento del concreto convencional y con incorporación de fibra de agave lechuguilla. ....	31
<b>Figura 1.</b> Agave Lechuguilla .....	6
<b>Figura 2.</b> Extracción manual de la fibra de agave lechuguilla. ....	7
<b>Figura 3.</b> Probeta de concreto .....	14

## Resumen

En el presente proyecto de tesis titulado “Análisis de la resistencia a la compresión del concreto  $f'c=175$  kg/cm<sup>2</sup> con la incorporación de fibra de agave lechuguilla, Moyobamba 2021”, tiene como objetivo principal realizar un análisis del comportamiento que va tener el concreto al incorporar 1%, 3% y 5% fibra de agave lechuguilla sustituyendo de forma parcial al agregado fino. La metodología utilizada en la investigación es de tipo aplicada y de diseño experimental-descriptivo. Para el desarrollo de los ensayos de laboratorio se utilizaron materiales como: cemento Pacasmayo Tipo I, agregado grueso, agregado fino procedente de la cantera de Río Naranjillo-San Martín y la fibra de agave lechuguilla obtenida de la parte céntrica de la planta también proveniente de la región San Martín. La población y muestra para los ensayos de resistencia a compresión son de 36 probetas cilíndricas de 6”x12”, esta conformada por 9 probetas de concreto convencional y 27 de probetas con incorporación de fibra, están fueron curadas a los 7, 14 y 28 días para llegar obtener resultados conforme lo especificado en la normativa. Como resultados obtenidos a los 28 días se tuvo para el concreto patrón 187.90kg/cm<sup>2</sup> y para el 1%, 3% y 5% de fibra de agave lechuguilla una resistencia de 198.90kg/cm<sup>2</sup>, 187.53kg/cm<sup>2</sup> y 158.72kg/cm<sup>2</sup> respectivamente. De acuerdo a estos resultados se concluye que a mayor incorporación de proporción de fibra de agave lechuguilla disminuye su resistencia a compresión del concreto en estado endurecido, asimismo su asentamiento disminuye haciendo que el concreto pierda su trabajabilidad. Finalmente, los ensayos de la resistencia a compresión indican que el 3% de fibra de agave lechuguilla es el óptimo trabajable para mejorar el concreto, ya que esta cumplió con lo propuesto.

**Palabras claves:** concreto, fibra de agave lechuguilla, resistencia a compresión, Incorporación.

## **Abstract**

In this thesis project entitled "Analysis of the compressive strength of concrete  $f'c = 175$  kg / cm<sup>2</sup> with the incorporation of agave lechuguilla fiber, Moyobamba 2021", the main objective is to perform an analysis of the behavior that will have concrete by incorporating 1%, 3% and 5% lechuguilla agave fiber, partially replacing the fine aggregate. The methodology used in the research is of an applied type and of an experimental-descriptive design. Materials such as Pacasmayo Type I cement, coarse aggregate, fine aggregate from the Río Naranjillo-San Martín quarry and lechuguilla agave fiber obtained from the central part of the plant also from the San Martín region. The population and sample for the compression resistance tests are 36 6 "x12" cylindrical specimens, it is made up of 9 conventional concrete specimens and 27 specimens with fiber incorporation, they were cured after 7, 14 and 28 days to get results as specified in the regulations. The results obtained at 28 days were 187.90kg / cm<sup>2</sup> for the standard concrete and for the 1%, 3% and 5% agave lechuguilla fiber a resistance of 198.90kg / cm<sup>2</sup>, 187.53kg / cm<sup>2</sup> and 158.72kg / cm<sup>2</sup> respectively. According to these results, it is concluded that the greater the incorporation of the proportion of lechuguilla agave fiber, the compressive strength of the concrete decreases in the hardened state, and its settlement also decreases, causing the concrete to lose its workability. Finally, compression resistance tests indicate that 3% lechuguilla agave fiber is the optimal workable to improve concrete, since it complied with what was proposed.

**Keywords:** concrete, lechuguilla agave fiber, compressive strength, Incorporation.

## I. INTRODUCCIÓN

En la presente investigación se manifiesta la **realidad problemática**, el cual hace referencia al material indispensable en el sector construcción que es el concreto, que está expuesto a diferentes factores que afectan su resistencia, disminuyendo su ciclo de vida y generando mayores costos en su mantenimiento. A partir de esto se inicia la idea de usar material que mejore la calidad del concreto y a su vez sean económicos, para ello se propone reforzar el compuesto a base de fibra de agave lechuguilla, ya que poseen la cualidad de mantener las propiedades mecánicas de los elementos que componen al concreto contribuyendo así en la disminución de la acumulación de residuos, y uso razonable de materia renovable abundante en diferentes partes del país. De tal manera en el **ámbito internacional**, mencionan que, anteriormente las culturas prehistóricas, usaron fibras para aumentar la resistencia de cada material, como; la paja se utilizó para aumentar el refuerzo de ladrillos a base de arcilla para tener un control durante el secado y disminuir el agrietamiento, en la actualidad los materiales compuestos con cemento agregado fibras naturales que sirve de mejora para las características físico y mecánicas, así como tracción, compresión, resistencia al agrietamiento, al impacto, al desgaste y tenacidad. (Juárez, 2007), asimismo, agregar fibras a otros elementos tiene ventaja, ya que tiene un menor efecto en el ambiente y en los costos de manufactura, por lo tanto, el inicio de la investigación es entender el efecto que produce los componentes que están constituidas en la mezcla dentro de sus propiedades y su ubicación, etc., en la que es necesario especificar los elementos a analizar para determinar sus características y atribuirle una aplicativo idóneo. (Zambrano, 2016), seguidamente en el **ámbito nacional**, mencionan que la fibra puede ejercer excelentes características en el hormigón como: incrementar su resistencia a tracción-compresión, fisuración, al impacto, y durabilidad, etc. Asimismo, es una opción muy útil para aumentar la resistencia del concreto, con materiales de bajos costos y que a la vez son obtenidas por habitantes de la zona donde crece este recurso. (Lara,2020), llegando a confirmar que el diagnóstico de

la obtención de resultados de los ensayos de rotura del concreto incrementa su nivel de refuerzo de la resistencia a tracción al añadir fibra de cabuya, del mismo modo un indicador significativo en disminuir el impacto medio-ambiental que trae consigo como causa principal de la elaboración del concreto en las industrias. (Hermosa, 2018), de tal manera es importante indicar la utilidad de la fibra Agavaceae debido a que incrementa la resistencia del concreto simple al ser sometidos a ensayos de compresión incorporando los porcentajes un 5% y 10%. (Alegre, 2018), en mérito a los antecedentes mencionados se está elaborando la presente investigación, a su vez, la tesis determina y expone al **problema general** ¿Es posible mejorar la resistencia a la compresión del concreto  $f'c=175$  kg/cm<sup>2</sup>, incorporando fibra de agave lechuguilla, Moyobamba 2021?, Simultáneamente, se formulan los **problemas específicos** ¿Cuáles son las propiedades físicas de la fibra de agave lechuguilla para la elaboración del concreto  $f'c =175$  kg/cm<sup>2</sup>, Moyobamba 2021?, ¿Cuál es el diseño de mezcla para el concreto  $f'c =175$  kg/cm<sup>2</sup>, incorporando fibra de agave lechuguilla al 0%,1%,3% y 5%, Moyobamba 2021?, ¿Cuáles serán los resultados de la resistencia a compresión con la incorporación de la fibra de agave lechuguilla en un concreto  $f'c=175$  kg/cm<sup>2</sup> para periodos de tiempo de 7, 14 y 28 días, Moyobamba 2021? y ¿Cuál será el costo unitario para la elaboración de un m<sup>3</sup> de concreto convencional  $f'c =175$  kg/cm<sup>2</sup> y con incorporación de fibra de agave lechuguilla, Moyobamba 2021?.Posteriormente, **la justificación teórica** del estudio va enfocado a considerar una nueva elección e innovación en la industria para dar a conocer nuevos materiales, que admita implementar materiales tales como fibras de agave lechuguilla, el cual disminuir el material común sin cambiar los elementos y por el contrario optimizar costos en la elaboración de los mismos. Además, en la **justificación metodológica**, la investigación se realizará mediante el uso de instrumentos como la técnica de la observación y los ensayos de laboratorio (formatos estandarizados) para la fiabilidad de los materiales utilizados, el cual sirva como base científica para futuras investigaciones, como también la **justificación social** Tiene mucha relevancia en el aspecto social ya que por medio de la utilización de fibra de agave lechuguilla se puede optimizar recursos

(agregados), ya que esto beneficiaría directamente a la población y el medio ambiente, porque se optaría por nuevos agregados que mejoren la resistencia del concreto. Así como también la **justificación práctica**, Permite conocer los resultados óptimos de la resistencia a compresión del concreto al incorporar fibra de agave lechuguilla, ya que mediante ella se podría dar origen a una nueva forma de uso a la fibra de agave lechuguilla en la construcción. A continuación, se plantearon los objetivos de la investigación, teniendo como **objetivo general**: Analizar la resistencia a compresión del concreto  $f'c = 175 \text{ kg/cm}^2$ , incorporando fibra de agave lechuguilla, Moyobamba 2021, con el propósito de cumplir lo especificado se elaboran los siguientes **objetivos específicos**: Determinar las propiedades físicas de la fibra de agave lechuguilla para la elaboración del concreto  $f'c = 175 \text{ kg/cm}^2$ , Moyobamba 2021, Determinar el diseño de mezcla para un concreto  $f'c = 175 \text{ kg/cm}^2$ , incorporando fibra de agave de lechuguilla al 0%,1%,3% y 5%, Moyobamba 2021, Conocer los resultados de la resistencia a la compresión incorporando fibra de agave lechuguilla en un concreto  $f'c = 175 \text{ kg/cm}^2$  para periodos de tiempo de 7,14 y 28 días, Moyobamba 2021, Determinar el costo unitario de un  $\text{m}^3$  de concreto convencional  $f'c = 175 \text{ kg/cm}^2$ , y con la incorporación de fibra de agave lechuguilla, Moyobamba 2021, finalmente se establece la **hipótesis general**: La incorporación de fibra de agave lechuguilla, mejorará la resistencia a compresión del concreto  $f'c = 175 \text{ kg/cm}^2$ , Moyobamba 2021, juntamente se presentan las **hipótesis específicas**: Las propiedades físicas de la fibra de agave lechuguilla serán determinantes para la elaboración del concreto  $f'c = 175 \text{ kg/cm}^2$ , Moyobamba 2021, El diseño de mezcla para un concreto  $f'c = 175 \text{ kg/cm}^2$  con la incorporación de fibra de agave lechuguilla al 0%,1%,3% y 5% no varía del diseño de mezcla convencional, Moyobamba 2021, Los resultados de la resistencia a la compresión del concreto  $f'c = 175 \text{ kg/cm}^2$  serán óptimos en los periodos de tiempo de 7,14 y 28 días, Moyobamba 2021, El costo unitario para la elaboración de un  $\text{m}^3$  de concreto  $f'c = 175 \text{ kg/cm}^2$  incorporando fibra de agave lechuguilla es accesible con respecto al concreto convencional, Moyobamba 2021.

## II. MARCO TEÓRICO

Para la realización de los antecedentes, se emplearon como artículos científicos a **nivel internacional**, se tiene a Juárez, C.A, et al. *“Estudio comparativo entre las fibras naturales y PVA para reducir el agrietamiento por contracción plástica en composite a base de cemento” materiales de construcción y edificación*, vol. 91, 30 Agos. 2015 México p. 164. Concluye que las fibras naturales de Agavaceae y lino presentan un comportamiento suficiente para reducir el agrietamiento causado por la contracción plástica. Por lo tanto, es posible considerarlos como un sustituto de las fibras sintéticas de PVA, como también un sustituto eficaz y alternativo de bajos costos de mantenimiento. La utilización de fibras naturales tal como agave lechuguilla sirven para refuerzo en los materiales de construcción ya que reduce un 93% grietas en el concreto y alargar el ciclo de vida de una estructura.

Anandh, K.S, et al. *“Estudio experimental de las propiedades físicas y mecánicas de la fibra de agave lechuguilla utilizada en el concreto” Avances en ciencias naturales y aplicadas*, vol. 10, no. 4, 2016, EE. UU p. 442. Concluyó a través de su investigación que la aplicación de fibras de agave lechuguilla son complementos para que el concreto incremente su dureza ante cualquier tipo de carga a diferencia de un concreto convencional. A ello se realizó las pruebas de compresión como resultado se obtuvo del diseño de mezcla para un concreto 175 kg/cm<sup>2</sup> al 1% de fibra una resistencia de rotura de 198.50 kg/cm<sup>2</sup> a los 28 días aumentando su fuerza inicial. Además, se recomienda utilizar la fibra por la factibilidad que se obtiene en el sector construcción en los aspectos económicos y ambientales.

Del mismo modo se tiene a **nivel nacional** a Chinchayhuara, V.C *“adición de fibras de agave para mejorar las propiedades físicas y mecánicas del concreto 210 kg/cm<sup>2</sup>”* Lima, 2020. p. 67. Concluye que los ensayos a compresión a los 28 días con la incorporación de fibra de agave al concreto con porcentajes de 1.00%, 4.00% y 7.00% teniendo una resistencia promedio a compresión de 253.8, 232.8 y 200.60 kg/cm<sup>2</sup>, a comparación del concreto convencional que obtuvo una resistencia de 241.8 kg/cm<sup>2</sup>, indicando así que el 1% y 4% superaron la resistencia

del concreto patrón, a diferencia de la adición del 7% que no cumplió con la resistencia requerida.

Huánuco, K.Y “*Evaluación de la trabajabilidad y la resistencia a la compresión del concreto de 210° reforzado con fibra de lechuguilla*” Huánuco, 2017 p. 206. Concluyo que a la incorporación de fibra de agave lechuguilla en las mezclas del concreto utilizando 0.369kg incremento sus resistencias mecánicas del concreto convencional en un 30% a los 28 días.

Las teorías relacionadas a la variable independiente (**incorporación de fibra de agave lechuguilla**) son fibras con dimensiones largas y sus mínimas cantidades aportan incrementos en sus resistencias de compresión, tensión y flexión del concreto, se califica por tener una calidad excelente, por su dureza, alta resistencia y durabilidad, incluso por su alta absorción de agua (65%) (Castillo, David, 2015)

**Tabla 1.** Componentes de la fibra de agave lechuguilla

COMPONENTES	CONTENIDO (%)
Cenizas	70%
Resina, cera y grasa	0.190%
Pentosa	0.105% - 0.177%
E460	0.627% – 0.738%
Lignum	0.113% - 0.155%

Fuente: (Castillo, D. 2015)

Asimismo, se tiene las **características** de la fibra de agave lechuguilla; **características físicas**, esta crece 60-70cm de los cuales 50 cm crece en forma de roseta, es perdurable en el lapso de 6 y 8 años hasta el tiempo de floración (luego de ello muere), condescendiente al calor y a la escasez de agua, posee una resistencia alta a la tensión, alta absorción (capilaridad), como también se tiene a las **características químicas**, las fibras de agave varían según el factor climático, los tipos de base y los tipos de tratamiento de la fibra. Además, la hemicelulosa, celulosa y lignina también son los elementos primordiales. La E460 y la lignum de los fragmentos son los encargados de cuidar la fibra celulosa de los daños y simultáneamente transferir la tensión al que está sometido todo el material. (Munguía. 2016), por otro lado, se tiene a las **características mecánicas** de la

fibra de agave lechuguilla: esta puede variar según casuales que interfieran con el tipo de resistencia, pero cabe destacar que la cuantía de E-460 establece la característica mecánica de la fibra y se deriva el valor de fortaleza relativo a la fibra de agave lechuguilla, valor aproximado de la composición química correspondiente. (Carmona, J. 2017).

**Tabla 2.** Características mecánicas de la fibra

TIPO DE RESISTENCIA	CUANTIFICACIÓN
<b>Esfuerzo interno</b>	30.5 MPa (3111.00 kg/cm <sup>2</sup> )
<b>Falla cortante</b>	11.2 MPa (1142.00 kg/cm <sup>2</sup> )
<b>Módulo de Young</b>	0.75MPa (76.50 kg/cm <sup>2</sup> )
<b>Cantidad de masa</b>	13.0 g/cm <sup>3</sup>

**Fuente:** (Hidalgo 2015)

El agave lechuguilla con alrededor de **211 variedades de especies**, el 75 % se encuentra en México y el 15% en los andes del Perú, dentro de las más utilizadas dentro del sector construcción de acuerdo a la zona geográfica son: maguey, agave americana, agave lechuguilla, chuchau y penca.

La fibra de agave lechuguilla, se **obtiene** de la parte del cogollo de la planta, donde está integrado las hojas más tiernas, ubicadas en el centro de la planta. El cogollo es una de las partes con mejor calidad que ayuda en el proceso de incorporación junto con el concreto.



**Figura 1.** Agave Lechuguilla

**Fuente:** Elaboración propia de los tesisistas

**Proceso para extraer la fibra de agave lechuguilla:** se realiza de manera manual.

**Tallado manual:** una vez obtenida la fibra de la parte del cogollo de planta, se selecciona las hojas de mayor dimensión y el resto se desecha. Normalmente, de la parte del cogollo se obtiene entre 8 a 10 hojas tallables de buena calidad (en longitud y dureza). El proceso del tallado es separar la fibra de la cascara utilizando una regla metálica para luego ser remojada por un periodo de 7 días, después de ello se extiende la fibra por capas delgadas y se deja secar por 3 horas.



**Figura 2.** Extracción manual de la fibra de agave lechuguilla.

**Fuente:** Elaboración propia de los tesistas.

Los **usos** más frecuentes de la agave lechuguilla son: textilería, bebidas, medicina, alimento para el hombre, alimento para del ganado, combustible y material de construcción.

**Material de construcción:** las hojas de la agave lechuguilla es un recurso natural importante con alta resistencia a compresión y flexión, a partir de ellas se extrae las fibras ya sean secas o frescas. Estas se usan para la construcción de puentes colgantes, construcción de sogas, mallas de embalaje y como refuerzo para materiales de construcción (agregado fino, agregado grueso), del mismo modo se utiliza en adobes de arcilla y curado interno del concreto en vigas. (Juarez, 2015)

Así mismo tenemos la teoría relacionada a la variable dependiente (**Análisis de la resistencia a la compresión del concreto  $f'c=175\text{kg/cm}^2$** ), es la capacidad para resistir cargas por unidades de área, a la vez esto se expresa en relación a los esfuerzos, generalmente en  $\text{kg/cm}^2$ , el (*ACI 214, Recommended Practice for Evaluation of Strength Tests*), correspondiente a la norma ASTM C31 menciona que evaluar in situ la resistencia del concreto, se realiza procedimientos de pruebas de curado en el sitio. Cada probeta cilíndrica se prueba conforme con la ASTM C39, también podemos definir la resistencia a compresión como la máxima capacidad de carga. Normalmente se expresa en ( $\text{kg/cm}^2$ ) durante 28 días y se expresa con el símbolo  $f'c$ . La resistencia a la compresión del hormigón se convierte en una propiedad física básica y se utiliza en el cálculo del diseño estructural (Cemex, 2019), ¿por qué será importante precisar la resistencia a compresión?, uno de los puntos principales es que los resultados de las pruebas del cilindro fundido se puede usar con fines de verificación de calidad, para obtener la aprobación del concreto o para evaluar el soporte del hormigón en el desarrollo de las pruebas del concreto, además nos ayuda para programar trabajos de construcción, como la eliminar cimbras o para identificar la idoneidad del curado y proteger estructuras. Asimismo, el proceso consiste en colocar una probeta cilíndrica del material del que se requiere ensayar en especiales prensas. Una vez ahí el cilindro va recibiendo más presión hasta llegar al punto de romperse, quedando así los datos necesarios registrados en los indicadores de la prensa, del mismo modo tenemos **características principales** como: el límite de rotura, de influencia y el punto de rotura, a partir de los cuales podemos calcular el límite de resistencia por compresión a través de la fórmula,  $6c-pc/So$  ( $\text{kg/cm}^2$ ),  $6c$ : límite de resistencia única y  $pc$  el punto de rotura en  $\text{kg}$ . (Servosis, 2020).

Se define como concreto a la mezcla de, piedra, arena, agua y cemento, que después del curado se convierte en uno de los materiales de construcción más resistentes. (Yirda, A. 2021).

Por otro lado, se tiene **componentes** del concreto: **el cemento**, es un material conglomerante que esta integrado por sustancias de polvo, que a partir de la adición de agua en cantidades requeridas se forma pasta, que tiene la propiedad de poder endurecerse tanto bajo el agua y al aire. (NTP 334.009. 2013). **Los agregados**, son grupos de partículas que se origina dependiendo de la zona de trabajo en la ejecución de proyectos, característicamente son naturales o artificiales, en ocasiones son sometidas a tratamientos o a ser elaboradas. (Pasquel, 2000); agregado fino se derivan de rocas artificiales o separadas naturalmente, que pueden pasar a través de un tamiz estándar 9,5 mm es decir (3/8 pulg) y se ciñe con los parámetros determinados en la norma técnica peruana 400.037” (2008), agregado grueso, es el agregado que es detenido, es decir no pasa el tamiz normalizado 4,75mm es decir (N.º 4) que desempeña el término establecido en la NTP 400,037, derivado de la desintegración artificial o natural de rocas. **el agua** es aquel elemento que es indispensable para que pueda hidratar el cemento y el progreso de sus propiedades y tiene tres cargos primordiales; tener reacción con el cemento para que pueda ser hidratada, proceder como un tipo de ayuda para elaborar a la trabajabilidad del contiguo. (Méndez, 2012), **aditivos**, los aditivos se refieren a productos que se mezclan durante o inmediatamente después de la mezcla del hormigón y su contenido no superan al 5% con respecto al contenido de cemento, el objetivo es cambiar el rendimiento y las características o el endurecimiento de la mezcla en estado fresco.

Por último, se tiene a las **propiedades** del concreto. En estado fresco, la **trabajabilidad**, es una de las características del hormigón en estado crudo, lo que determina su capacidad para trasladar, consolidar, colocar correctamente con el mínimo y máximo de trabajo de homogeneidad; de tal manera realizar su acabado sin que se pueda presentar algún tipo de segregación. (RIVVA, 2007). **la consistencia**, esta propiedad determina la humedad del mezclado por el nivel de

fluidez; significa que cuanto más agua en la mezcla, más fácil fluirá el concreto durante el proceso de vertido. (ALEGRE, C. 2018 pág. 14). se determina el tipo de mezcla de acuerdo a su asentamiento.

**Tabla 3.** Consistencia-trabajabilidad del concreto

<b>CONSISTENCIA</b>	<b>Cono Abrams</b>	<b>TRABAJABILIDAD</b>
<b>Seca</b>	0" a 2"	Poco probable
<b>Plástica</b>	3" a 4"	Trabajable
<b>Fluida</b>	>5"	Muy trabajable

Fuente: (Alegre, C. 2018)

**La segregación**, es una de las características del hormigón, implica la descomposición o la misma de sus componentes, es decir, separar los áridos gruesos del mortero; es nocivo para el hormigón y produce arena, empastes, sacos de piedra y cangrejos en las partes. (MALLAUPOMA, G. 2019. Pág. 39). **La exudación**, su definición es que cierta cantidad de agua en la mezcla subir a la superficie para producir una precipitación sólida, que se produce al momento de colocar el hormigón en el encofrado. (Castillo, A. 1997 pág. 54),

### III. METODOLOGÍA

#### 3.1. Tipo y diseño de investigación

**Tipo de investigación:** Es aplicada ya que va encaminada a resolver problemas concretos y prácticos con el fin de mejorar el argumento científico. (Enrique R. 2020)

**Diseño de investigación:** Es experimental de alcance descriptivo debido a que se puede manipular las variables, asumiendo como variable independiente (incorporación de fibra de agave lechuguilla) que sería la causa, que se encargara de estudiar los efectos producidos por la manipulación de la variable dependiente (Análisis de la resistencia a la compresión del concreto  $f'c=175\text{kg/cm}^2$ ), haciendo constar si esta varia o no. Dentro del diseño se determina una investigación cuasi experimental porque e efectuara probetas estimado su antes y después del comportamiento. (Roberto H. 2014).

Se representa la investigación de la siguiente manera:

$$D = O_1 - X - O_2 - O_3$$

**Dónde:**

O<sub>1</sub>: Medición a los 7 días

X: Fibra natural-agave lechuguilla

O<sub>2</sub>: Medición a los 14 días

O<sub>3</sub>: medición a los 28 días

## Diseño de investigación cuantitativo

El diseño experimental para la fabricación de las probetas se grafica de la siguiente manera:

**Tabla 4.** Representación gráfica del diseño de investigación

<b>GE (1)</b>	X1 (concreto con incorporación del 1% de fibra)	con del	O1 (7d)	X1 (concreto con incorporación del 1% de fibra)	con del	O2 (14)	X1 (concreto con incorporación del 1% de fibra)	O3(28d)
<b>GE (2)</b>	X2 (concreto con incorporación del 3% de fibra)	con del	O1 (7d)	X2 (concreto con incorporación del 3% de fibra)	con del	O2 (14)	X2 (concreto con incorporación del 3% de fibra)	O3(28d)
<b>GE (3)</b>	X3 (concreto con incorporación del 5% de fibra)	con del	O1 (7d)	X3 (concreto con incorporación del 5% de fibra)	con del	O2 (14)	X3 (concreto con incorporación del 5% de fibra)	O3(28d)
<b>GC (4)</b>	X0 (concreto sin fibra de agave lechuguilla)	sin	O1 (7d)	X0 (concreto sin fibra de agave lechuguilla)	sin	O2 (14)	X0 (concreto sin fibra de agave lechuguilla)	O3(28d)

**Fuente:** elaboración propia de los tesis

En dónde:

GE: Grupo experimental

GC: Grupo control (concreto  $f'c = 175\text{kg/cm}^2$  sin fibra de agave lechuguilla).

X1: Concreto  $f'c = 175\text{kg/cm}^2$  con la incorporación del 1% de fibra de agave lechuguilla.

X2: Concreto  $f'c = 175\text{kg/cm}^2$  con la incorporación del 3% de fibra de agave lechuguilla.

X3: Concreto  $f'c = 175\text{kg/cm}^2$  con la incorporación del 5% de fibra de agave lechuguilla.

O1, O2, O3: Medición a los 7, 14 y 28 días.

### 3.2. Variables y operacionalización

**Variable independiente:** Incorporación de fibra de agave lechuguilla

**Definición conceptual:** es una técnica en la cual se pretende incluir nuevos elementos naturales y disminuyendo los agregados comunes para la elaboración de nuevos concretos que cumplan las especificaciones según el reglamento y a la vez sean económicos. (Lara, 2020)

**Definición operacional:** el agregado incorporado a la mezcla del concreto aporta mejores propiedades físicas, para así soportar cargas.

#### **Dimensiones**

Propiedades físicas de los agregados

Diseño de la mezcla de concreto incorporando fibras de agave lechuguilla

#### **Indicadores**

Ensayo de contenido de Humedad

Ensayo de granulométrico por tamizado

Peso específico y absorción de los agregados

Peso unitario de los agregados, Slump

**Escala de medición:** Intervalo

**Variable dependiente:** Análisis de la resistencia a la compresión del concreto  $f'c=175 \text{ kg/cm}^2$

**Definición conceptual:** Se define como la capacidad máxima del concreto para resistir esfuerzos en una unidad de área. (Miguel. C 2014)

**Definición operacional:** Proceso en que se analiza la calidad de la mezcla de concreto y su capacidad para soportar cargas.

#### **Dimensiones**

Resistencia a la compresión del concreto

Factibilidad económica

#### **Indicadores**

Resistencia a la compresión a los 7, 14 y 28 días

Cantidad de probetas

Costo unitario de los materiales

**Escala de medición:** Intervalo

### 3.3. Población, muestra y muestreo

#### **Población**

Es un conjunto de individuos, seres, objetos, casos elementos o eventos que muestran determinadas características. Además, también se refiere al conjunto, la totalidad de elementos que se indagan o se realizan investigaciones. (Lugo, Sara. 2018)

En la realización de los resultados, se considerará una población muestral constituido por 36 probetas cilíndricas de concreto.



**Figura 3.** Probeta de concreto

**Fuente:** Elaboración propia de los tesistas.

#### **Muestra**

Es un fragmento de elementos que se eligen anticipadamente de una población para realizar un estudio que nos permitirá efectuar inferencias, generalizar conclusiones a la población. (Otzen & Manterola, 2017).

#### **Muestra no probabilística**

Es no probabilística porque no depende de la probabilidad de selección del elemento, sino de razones en relación a las características del investigador. (Roberto H. 2010)

#### **Determinación de la muestra**

La muestra del proyecto de investigación será de 36 cilindros 15cmx30cm realizados de concreto simple  $f'c = 210 \text{kg/cm}^2$  de los cuales 9 serán hechos con 0% de fibras de agave lechuguilla, y para los 27 cilindros sobrantes adicionamos fibras de agave lechuguilla en un 1%, 3% y 5%, cuyos elementos consecutivamente serán sometidos a ensayos de compresión y también serán analizados a los 7, 14 y 28 días de su elaboración, evaluando así la

investigación en relación a la NTP 339.034.

**Tabla 5.** Población y muestra

Ensayos de resistencia a compresión					
Concreto 175 kg/cm <sup>2</sup>					
Edades	Patrón	1%	3%	5%	Subtotal
7 días	3 probetas	3 probetas	3 probetas	3 probetas	12 unidades
14 días	3 probetas	3 probetas	3 probetas	3 probetas	12 unidades
28 días	3 probetas	3 probetas	3 probetas	3 probetas	12 unidades
<b>TOTAL</b>					36 unidades

**Fuente:** Elaboración propia de los tesisistas.

### 3.4. Técnicas e instrumentos de recolección de datos

#### Técnicas

Son el conjunto de herramientas, procedimientos e instrumentos utilizados para obtener información y conocimiento. Se utilizan de acuerdo a los protocolos establecidos en cada metodología utilizada. (Raffino, 2020)

Se utilizó como técnica la observación directa, la verificación y el análisis de información, ensayos de resistencia a compresión incorporadas con y sin fibras de agave lechuguilla durante los 7, 14 y 28 días, con el fin de obtener resultados esperados.

Las técnicas empleadas en la obtención de datos en la siguiente:

- La observación directa ya que se detalla de forma descriptiva todo el proceso de estudio a realizar.
- Recopilación de información, se une toda la información requerida en relación al proyecto de investigación, para darle validez a los recursos empleados en el proyecto ante otras investigaciones
- Ensayo de probetas de concreto con y sin incorporación de fibras de agave lechuguilla.

## Instrumentos

Al principio, cada investigador puede utilizar cualquier recurso para lidiar con la información extradada del fenómeno. De esta forma, la propia herramienta puede sintetizar todo trabajo previo de la encuesta, resumiendo el aporte del marco teórico a la hora de seleccionar datos correspondientes a los indicadores asimismo a las variables o conceptos utilizados. (Sabino, 2010)

Para la investigación, se usará como instrumentos los ensayos que se realizarán en el laboratorio el cual se emplearán fichas de registro.

**Tabla 6.** Formatos estandarizados

Técnicas	Instrumentos	Fuentes
Ensayo del contenido de humedad.	Ficha de registro de datos del porcentaje de contenido de humedad.	Norma N.T.P 339.127 (ASTM 2216)
Ensayo de Análisis granulométrico por tamizado.	Ficha de registro de datos del análisis granulométrico por tamizado.	Norma N.T.P 339.128 (ASTM D6913)
Ensayo del peso específico y absorción del agregado grueso.	Ficha de registro del peso específico y absorción del agregado grueso.	ASTM C-128
Ensayo del peso específico y absorción del agregado fino.	Ficha de registro del peso específico y absorción del agregado fino.	ASTM C-128
Ensayo de peso unitario de los agregados (determinación del peso unitario suelto P.U.S- Determinación del peso compactado P.U.C)	Ficha de registro del peso unitario de los agregados (determinación del peso unitario suelto P.U.S- Determinación del peso compactado P.U.C)	ASTM C-29
Diseño de mezcla ACI		ACI 211
SLUMP	Ficha de registro de la prueba SLUMP	Norma N.T.P 339.035 (ASTM C 143)
Ensayo de la resistencia a la compresión de las probetas de concreto.	Ficha de registro de datos de la resistencia a la compresión del concreto	Norma N.T.P 339.034 (ASTM C-39)

**Fuente:** elaboración propia de los tesistas

- En la obtención de datos se utilizó, artículos científicos, trabajo de investigación y ensayos de laboratorio.

### 3.5. Procedimientos

Para desarrollar la investigación se utilizó procedimientos estandarizados Técnicos en las instalaciones del laboratorio de mecánica de suelos LM CECONSE E.I.R.L, con el propósito de poder responder ante las necesidades planteadas en los objetivos, primeramente, se procedió a obtener los agregados de la cantera Río Naranjillo ubicado en la ciudad de rioja para la elaboración del concreto, del mismo se obtuvo las hojas del agave lechuguilla de las cuales se extrajo su fibra. Seguidamente se realizó ensayos de laboratorio como: determinación del porcentaje del contenido de humedad del agregado grueso y fino, análisis granulométrico de los agregados gruesos y finos, del mismo modo se determinó el peso específico y absorción del agregado grueso y fino, como también la determinación del peso unitario de los agregados gruesos y finos (suelos y compactados).

Una vez desarrollado estos ensayos se analizará los resultados de los agregados y de la fibra de agrave lechuguilla. Para después proceder a determinar un diseño de mezcla de concreto patrón  $f'c=175 \text{ kg/cm}^2$ , del mismo modo se realizó un diseño de mezcla con la incorporación de fibra de agave lechuguilla, para ello se procede a evaluar que la cantidad de los materiales a utilizar cumplan la dosificación normalizada, seguidamente se marcara las probetas de concreto que ayuden a facilitar el tipo de concreto con y sin incorporación de fibra de agave lechuguilla de acuerdo a los porcentajes a emplear del 1%, 3% y 5% durante los 7, 14 y 28 días de curado para obtener una resistencia esperada. Se realizará un total de 36 muestras, 9 de ellas serán de concreto patrón  $f'c=175\text{kg/cm}^2$  que estará sometido a ensayos de compresión en una prensa hidráulica donde obtendremos resistencias promedio. Así mismo se procederá a realizar el ensayo a compresión con las 27 probetas restantes que estarán incorporadas con el 1%, 3% y 5% de fibra de agave lechuguilla para determinar su resistencia promedio de las cuales se pueda comparar mediante los datos obtenidos entre el concreto convencional de  $175\text{kg/cm}^2$  y el concreto  $f'c=175$  incorporada de fibra de agave lechuguilla. Para finalizar se realizará una comparación de costos unitarios para poder

verificar y determinar el costo del concreto por metro cúbico de concreto al utilizar fibra de agave lechuguilla.

### **3.6. Método de análisis de datos**

En el presente proyecto de tesis, se obtuvo la información mediante los respectivos ensayos de laboratorio analizando, observando y ordenando los datos obtenidos. A ello se recurrió a la base de datos por medio de:

- El llenado de los formatos de laboratorio mediante las fichas de los datos obtenidos durante cada ensayo.

- Fichas de observación que brindan la confiabilidad de los efectos producidos al incorporar fibra de agave lechuguilla en el concreto  $f'c=175\text{kgcm}^2$ , mediante ello ver la factibilidad de las fibras naturales al ser utilizadas como refuerzo del concreto.

- El desarrollo de software (Excel), el cual se presentará de forma ordenada (cuadros y gráficos) que brindará mayor facilidad de entendimiento al lector.

### **3.7. Aspectos éticos**

Las informaciones utilizadas dentro de la investigación son veraces, cada teoría mencionada se respetó de acuerdo a cada autor por medio de citado establecido en la norma ISO 690. Los autores del proyecto tienen un compromiso en respetar la autenticidad de los resultados y la confiabilidad de los datos obtenidos en el laboratorio considerando los parámetros establecidos en la norma.

#### IV. Resultados

Se plasman los siguientes resultados obtenidos planteados en los objetivos específicos y se detallan a continuación:

##### 4.1. Propiedades físicas de la fibra de agave lechuguilla

La fibra de agave lechuguilla es una de las alternativas viables naturales que se utiliza como refuerzo suplementario en el concreto, que al incorporarse en la mezcla del concreto reducen las grietas por la pérdida de humedad en estado endurecido. El material se puede utilizar en estructuras: cimientos y sobre cimientos.

**Tabla 7.** Propiedades de la fibra de agave lechuguilla

PROPIEDADES FISICAS DEL AGAVE LECHUGUILLA	
<b>Material</b>	FIBRA NATURAL 100%
<b>Tipo de fibra</b>	Lechuguilla
<b>Color</b>	Verde
<b>Propiedad térmica</b>	220°C
<b>Longitud</b>	10 mm
<b>Resistente a solventes químicos</b>	Excelente
<b>Resistencia a productos abrasivos</b>	Excelente
<b>Resistencia de fusión</b>	150°C
<b>Diámetro equivalente mm</b>	0,160-0,420
<b>Densidad específica (gr/cm<sup>3</sup>)</b>	1,740
<b>Absorción de agua (%)</b>	60
<b>Resistencia máxima a la Tensión (Mpa)</b>	43-571
<b>Elongación ultima (%)</b>	9,800
<b>Módulo de elasticidad</b>	8,200-9,100

*Fuente:* Fernández M. (2014)

##### Interpretación

En la tabla 7, muestra las propiedades físicas del agave lechuguilla y la resistencia que aporta al ser incorporado en el concreto siendo lo siguiente: resistencia a tensión con 43-571Mpa, elongación ultima de ruptura de 9,800%, resistencia a solventes químicos y producto abrasivos es excelente.

#### 4.2. Determinar el diseño de mezcla para un concreto $f'c= 175\text{kg/cm}^2$ incorporando fibra de agave lechuguilla al 0%, 1%, 3% y 5%

Para determinar la mezcla de diseño se realizó ensayos de las características físicas y mecánicas de los agregados, los materiales a utilizar se obtuvieron de la cantera “**Río Naranjillo**” ubicado en la ciudad de Rioja, los ensayos realizados se dieron en el laboratorio de suelos LM CECONSE, obteniendo los siguientes datos:

**Tabla 8.** Resultados granulométricos de los agregados

<b>Características físicas y mecánicas</b>	<b>Unidad</b>	<b>Agregado Fino</b>	<b>Agregado Grueso</b>
<b>Peso específico</b>	gr/cm <sup>3</sup>	2.55	2.34
<b>Absorción</b>	%	2.43	1.37
<b>Peso unitario suelto</b>	kg/m <sup>3</sup>	1528.00	1365.00
<b>Peso unitario compactado</b>	kg/m <sup>3</sup>	1701.00	1569.00
<b>Tamaño máximo nominal</b>	pulg	-	1”
<b>Módulo de fineza</b>		2.40	-
<b>contenido de humedad</b>	%	4.42	0.33

**Fuente:** Elaboración propia de los tesisistas

#### **Interpretación:**

En la tabla 8, se observa los resultados obtenidos de cada ensayo realizado en el laboratorio, donde se consiguió datos relevantes de las características físico-mecánicas de los agregados requeridos para elaborar el diseño de mezcla del concreto  $175\text{kg/cm}^2$  y con incorporación de fibra de agave lechuguilla, donde se adquirió como resultado en el agregado fino un modulo de finura de 2.40 y se clasifico como arena-limosa de acuerdo al SUCS-ASSHTO, por otro lado, se obtuvo el tamaño máximo nominal de 1” en el agregado grueso

Para el diseño de mezcla del concreto 175kg/cm<sup>2</sup> se empleó el método ACI 211, respetando los rangos establecidos en el conjunto de tablas del método ACI. Por lo que se consideró los siguientes datos.

<b>SLUMP Requerido</b>	<b>3" a 4"</b>
<b>Tamaño máximo de agregado</b>	<b>1"</b>
<b>Volumen unitario de agua</b>	<b>193 Lt.</b>
<b>Relación a/c</b>	<b>0.628</b>
<b>Contenido de cemento</b>	<b>307.32 kg</b>
<b>Aire atrapado</b>	<b>1.50%</b>

**Fuente:** elaboración propia de los tesisistas.

El resultado del diseño de mezcla para un concreto  $f'c=175\text{kg/cm}^2$  tiene las siguientes proporciones:

**Tabla 9.** Dosificación para 1m<sup>3</sup> de concreto  $f'c=175\text{kg/cm}^2$

<b>Dosificación de mezcla en kg/cm<sup>3</sup></b>			
<b>cemento Pacasmayo</b>	<b>A. Fino</b>	<b>A. Grueso1"</b>	<b>Agua</b>
<b>307.32kg</b>	637.39kg	1173.54kg	202.76Lt
<b>Proporción en metros cúbicos (m<sup>3</sup>)</b>			
<b>Cemento Pacasmayo</b>	<b>A. Fino</b>	<b>A. Grueso1"</b>	<b>Agua</b>
<b>7.59 bolsas</b>	0.417m <sup>3</sup>	0.860m <sup>3</sup>	202.76Lt
<b>Proporción en pies (pie<sup>3</sup>)</b>			
<b>Cemento Pacasmayo</b>	<b>A. Fino</b>	<b>A. Grueso1"</b>	<b>Agua</b>
<b>1 bolsa</b>	2.03pie <sup>3</sup>	4.20pie <sup>3</sup>	28.04lt

**Tabla 10.** Dosificación del concreto  $f'c=175\text{kg/cm}^2$  en proporciones para convencionales y con incorporación de fibra de agave lechuguilla al 1%, 3% y 5%

Material	Convencional $f'c=175\text{kg/cm}^2$	Incorporación al 1%	Incorporación al 3%	Incorporación al 5%
<b>Cemento (kg)</b>	15.25	15.25	15.25	15.25
<b>Arena (kg)</b>	31.64	31.3236	30.6908	30.058
<b>Piedra (kg)</b>	58.25	58.25	58.25	58.25
<b>Agua (L)</b>	10.10	10.10	10.10	10.10
<b>Fibra de Agave lechuguilla (kg)</b>	0	0.3164	0.9492	1.582

**Fuente:** Elaboración propia de los tesisistas

### **Interpretación:**

En la tabla 10, se aprecia las proporciones que requiere un concreto convencional teniendo un volumen de  $0.049635\text{ m}^3$  por el cual se considera las siguientes cantidades: cemento 15.25 kg, 31.64 kg de arena, 58.25 kg de piedra y 10.10lt de agua, donde al incorpora el 1% de fibra, la cantidad del agregado fino se reduce teniendo un valor de 31.3236kg, del mismo modo al 3% disminuye teniendo un valor de 30.6908kg, y con el 5% reduce a un 30.058kg; esto se dio por la parcialidad que se le sustituyo al agregado fino respecto a su peso atribuyéndole un peso con los porcentajes de 1%, 3% y 5% a ello se le incorporo fibra de agave lechuguilla al 1% un 0.3164kg , al 3% un 0.9492kg y al 5% un 1.582kg.

#### 4.3. Conocer los resultados de la resistencia a la compresión durante los 7, 14 y 28 días con y sin fibra de agave lechuguilla

**Tabla 11.** Resultados de la resistencia a compresión de probetas cilíndricas convencionales y con incorporación de fibra de agave lechuguilla al 1%, 3% y 5% a los 7 días.

Nº de Espécimen	Descripción	Edad (días)	f'c Diseño (kg/cm <sup>2</sup> )	Diámetro probeta (cm)	Carga Kg-f	Área de probeta	Resistencia Máxima(kg/cm <sup>2</sup> )	(%) Obtenido	Resistencia Promedio a compresión (kg/cm <sup>2</sup> )	(%) promedio
1			175	15.00	25,317.02	176.71	143.27	81.87		
2	0%		175	15.10	25,418.96	179.08	141.94	81.11	<b>141.34</b>	<b>80.77</b>
3			175	15.30	25,520.90	183.85	138.81	79.32		
4			175	15.00	26,873.60	176.71	152.07	86.90		
5	1%	7 días	175	15.00	27,045.87	176.71	153.05	87.46	<b>152.94</b>	<b>87.40</b>
6			175	15.00	27,163.10	176.71	153.71	87.84		
7	3%		175	15.00	26,058.10	176.71	147.46	84.26	<b>146.87</b>	<b>83.93</b>
8			175	15.00	25,924.57	176.71	146.70	83.83		
9			175	15.00	25,880.73	176.71	146.45	83.69		
10	5%		175	15.00	22,483.18	176.71	127.23	72.70	<b>128.42</b>	<b>73.38</b>
11			175	15.00	22,696.23	176.71	128.43	73.39		
12			175	15.00	22,900.10	176.71	129.59	74.05		

**Fuente:** Resultados obtenidos en el laboratorio de LM CECOSE E.I.R.L, 2021

#### Interpretación

Los resultados obtenidos de la tabla 11, se observa datos de la resistencia del concreto a sus 7 días de curado, donde el concreto patrón adquiere una resistencia de 141.34kg/cm<sup>2</sup> (80.77%), al incorporar el 1% de fibra de agave lechuguilla se alcanzó una resistencia de 152.34kg/cm<sup>2</sup> (87.40%), al 3% una resistencia de 146.87kg/cm<sup>2</sup> y con la incorporación de 5% se adquirió 128.42kg/cm<sup>2</sup> (78.38%).

**Tabla 12.** Resultados de la resistencia a compresión de probetas cilíndricas convencionales y con incorporación de fibra de agave lechuguilla al 1%, 3% y 5% a los 14 días.

Nº de Espécimen	Descripción	Edad (días)	f'c Diseño (kg/cm <sup>2</sup> )	Diámetro probeta (cm)	Carga Kg-f	Área de probeta	Resistencia Máxima(kg/cm <sup>2</sup> )	(%) Obtenido	Resistencia Promedio (kg/cm <sup>2</sup> )	(%) promedio
1			175	15.00	28,608.56	176.71	161.89	92.51		
2	0%		175	15.00	28,914.37	176.71	163.62	93.5	<b>161.04</b>	<b>92.02</b>
3			175	15.30	28,975.54	176.71	157.60	90.06		
4			175	15.00	30,135.58	176.71	170.53	97.45		
5	1%	14 días	175	15.00	30,005.10	176.71	169.79	97.03	<b>170.46</b>	<b>97.41</b>
6			175	15.00	30,231.40	176.71	171.07	97.76		
7			175	15.00	29,116.21	176.71	164.76	94.15		
8	3%		175	15.00	28,914.37	176.71	163.62	93.50	<b>164.51</b>	<b>94.01</b>
9			175	15.00	29,186.54	176.71	165.16	94.38		
10	5%		175	15.00	25,276.25	176.71	143.03	81.73	<b>144.85</b>	<b>82.77</b>
11			175	15.00	25,472.99	176.71	144.15	82.37		
12			175	15.00	26,044.85	176.71	147.38	84.22		

**Fuente:** Resultados obtenidos en el laboratorio de LM CECOSE E.I.R.L, 2021.

### Interpretación

En la tabla 12, se observa las resistencias del concreto a los 14 días, alcanzando el concreto patrón una resistencia de 161.04kg/cm<sup>2</sup> (92.02%), al incorporar 1% de fibra de agave lechuguilla se adquirió 170.46kg/cm<sup>2</sup> (97.41%), al 3% se obtuvo una resistencia de 164.51kg/cm<sup>2</sup> (94.01) y al 5% de incorporación se alcanzó una resistencia de 144.85kg/cm<sup>2</sup> (82.77%).

**Tabla 13.** Resultados de la resistencia a compresión de probetas cilíndricas convencionales y con incorporación de fibra de agave lechuguilla al 1%, 3% y 5% a los 28 días.

Nº de Espécimen	Descripción	Edad (días)	f'c Diseño (kg/cm2)	Diámetro probeta (cm)	Carga Kg-f	Área de probeta	Resistencia Máxima(kg/cm2)	(%) Obtenido	Resistencia Promedio (kg/cm2)	(%) Obtenido promedio
1			175	15.20	32,198.78	181.46	177.44	101.40		
2	0%		175	15.10	34,910.30	179.08	194.94	111.40	187.90	107.38
3			175	15.20	34,716.62	181.46	191.32	109.33		
4			175	15.10	35,655.45	179.08	199.11	113.77		
5	1%		175	15.20	35,753.31	181.46	197.03	112.59	198.80	113.60
6		28 días	175	15.20	36,337.41	181.46	200.25	114.43		
7			175	15.00	32,888.89	176.71	186.11	106.35		
8	3%		175	15.00	33,195.72	176.71	187.85	107.34	187.53	107.16
9			175	15.00	33,333.33	176.71	188.63	107.79		
10			175	15.00	29,143.73	176.71	164.92	94.24		
11	5%		175	15.00	27,410.81	176.71	155.11	88.64	158.72	90.70
12		28 días	175	15.00	27,592.25	176.71	156.14	89.22		

**Fuente:** Resultados obtenidos en el laboratorio de LM CECOSE E.I.R.L, 2021

### Interpretación

Se observa en la tabla 13. Los resultados de la resistencia del concreto obtenido a los 28 días, donde el concreto patrón alcanzo una resistencia de 187.90kg/cm2 (107.38%), al incorporar 1% de fibra de agave lechuguilla se obtuvo 198.80kg/cm2 (113.60%), al 3% se adquirió una resistencia de 187.53kg/cm2 (107.16%), y al 5% de incorporación se alcanzó una resistencia de 158.72kg/cm2 (90.70%).

Resumen de resultados obtenidos de la resistencia a compresión de probetas cilíndricas convencionales y con incorporación de fibra de agave lechuguilla al 1%, 3% y 5% a los 7, 14 y 28 días

Descripción	Fecha de Muestreo	Fecha de Ensayo	Edad (días)	Diámetro probeta (cm)	Carga Kg-f	Área de probeta (cm <sup>2</sup> )	Resistencia (kg/cm <sup>2</sup> )	F´C Diseño (kg/cm <sup>2</sup> )	% Obtenido
Convencional	24/05/2021	31/05/2021	7	15.10	25,418.96	179.88	141.34	175	80.77
	24/05/2021	07/05/2021	14	15.10	28,832.82	179.09	161.04	175	90.02
	24/05/2021	21/05/2021	28	15.20	33,941.90	180.67	187.90	175	107.37
1% De fibra de agave lechuguilla	24/05/2021	31/05/2021	7	15.00	27,027.52	176.71	152.94	175	87.40
	24/05/2021	07/05/2021	14	15.00	30,124.03	176.71	170.46	175	97.41
	24/05/2021	21/05/2021	28	15.20	35,915.39	180.67	198.80	175	113.60
3% De fibra de agave lechuguilla	24/05/2021	31/05/2021	7	15.00	25,954.47	176.71	146.87	175	83.93
	24/05/2021	07/05/2021	14	15.00	29,072.37	176.71	164.61	175	94.01
	24/05/2021	21/05/2021	28	15:00	33,139.31	176.71	187.53	175	107.16
5% De fibra de agave lechuguilla	24/05/2021	31/05/2021	7	15.00	22,693.17	176.71	128.42	175	73.38
	24/05/2021	07/05/2021	14	15.00	25,598.03	176.71	144.85	175	82.77
	24/05/2021	21/05/2021	28	15:00	28,048.93	176.71	158.72	175	90.70

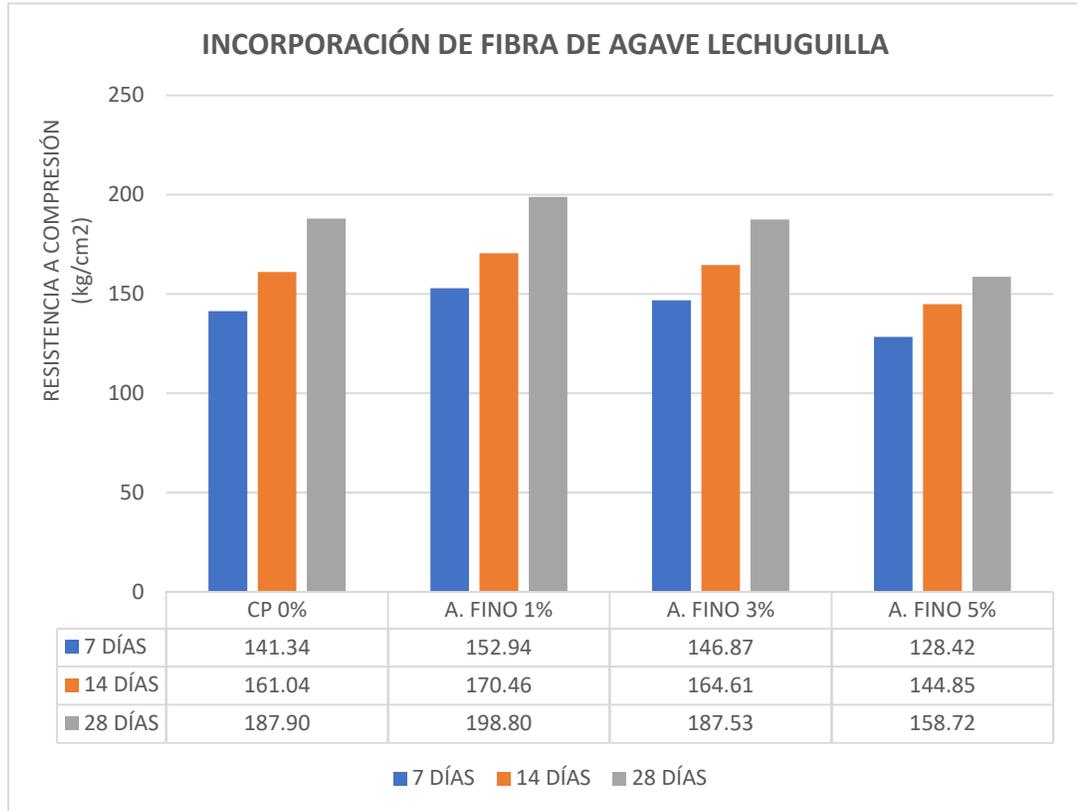
**Fuente:** Elaboración propia de los tesisistas

### Interpretación

Correspondiente a los ensayos realizados en el laboratorio de la resistencia a compresión del concreto de las 36 muestras cilíndricas de concreto se obtuvo para el concreto patrón a sus 28 días tiene una resistencia de 187.90kg/cm<sup>2</sup> (107.37%), del mismo modo para el concreto con incorporación de fibra de agave lechuguilla al 1% alcanzó una resistencia de 198.80kg/cm<sup>2</sup> (113.60%), al 3% 187.53kg/cm<sup>2</sup> (107.16%) y para el 5% 158.72kg/cm<sup>2</sup> (90.70%). De esta manera se aprecia que a mayor incorporación de fibra de agave lechuguilla el concreto desciende lo que genera la reducción de su resistencia, y para este caso el porcentaje optimo trabajable para el concreto 175kg/cm<sup>2</sup> es del 3%.

**Gráfico 1.** Comparación de resultados obtenidos de la resistencia a compresión tanto convencional como incorporación de fibra de agave lechuguilla en kg/cm<sup>2</sup> y % a los 7, 14 y 28 días.

**Ensayo de concreto en estado endurecido: resistencia a compresión kg/cm<sup>2</sup>**

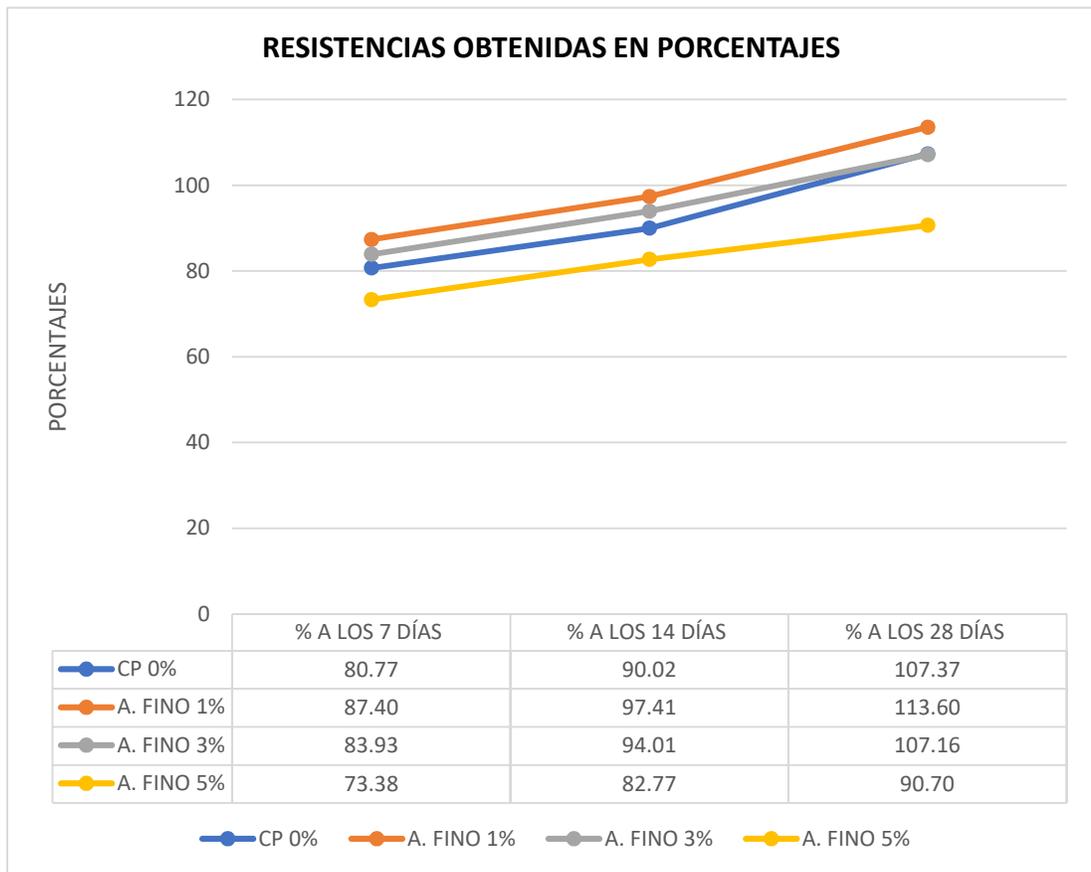


**Fuente:** elaboración propia de los tesisistas.

**Interpretación**

En el grafico se visualiza al concreto convencional que superó su resistencia estimada, a diferencia del concreto con incorporación de fibra de agave lechuguilla que presenta una caída en función a su resistencia de la compresión, mediante ello se definió que al 3% de incorporación de fibra de agave lechuguilla a los 28 días con una resistencia de 187.53kg/cm<sup>2</sup> es el óptimo y aceptable para un concreto 175kg/cm<sup>2</sup>.

## Resistencia obtenida en **porcentajes** a los 7, 14 y 28 días



**Fuente:** Elaboración propia de los tesisistas.

### Interpretación

Se puede observar que los porcentajes obtenidos para el concreto patrón son de 107.37%, al incorporar 1% de fibra de agave lechuguilla como sustituto del agregado fino se obtiene 113.60%, al 3% se obtuvo 107.16% y para el 5% de fibra de agave lechuguilla se obtiene un 90.70% a los 28 días, cabe mencionar que el 5% tiene un descenso de 16.46% con ello se puede decir que no cumple con el porcentaje permisible del concreto obtenido a los 28 días de curado.

**4.4. Determinar el costo unitario para 1 m3 de concreto  $f'c=175\text{kg/cm}^2$  con y sin fibra de agave lechuguilla.**

**Tabla 14.** Costo Unitario del concreto convencional para 1m3

Análisis de precios Unitarios								
Presupuesto	1101003	*ANÁLISIS DE LA RESISTENCIA A LA COMPRESIÓN DEL CONCRETO $f'c=175\text{kg/cm}^2$ CON LA INCORPORACIÓN DE FIBRA DE AGAVE LECHUGUILLA, MOYOBAMBA 2021*					Fecha presupuesto	05/07/2021
Subpresupuesto	001	CONCRETO CONVENCIONAL $f'c=175\text{kg/cm}^2$						
Partida	01.01	CONCRETO CONVENCIONAL $f'c=175\text{kg/cm}^2$						
Rendimiento	m3/DIA	MO.	20.0000	EQ.	20.0000	Costo unitario directo por : m3		410.34
Código	Descripción Recurso		Unidad	Cuadrilla	Cantidad	Precio \$/	Parcial \$/	
<b>Mano de Obra</b>								
101010003	OPERARIO		hh	2.0000	0.8000	19.23	15.38	
101010004	OFICIAL		hh	2.0000	0.8000	15.94	12.75	
101010005	PEON		hh	6.0000	3.2000	14.33	45.66	
<b>73.89</b>								
<b>Materiales</b>								
207010001	ARENA GRUESA		m3		0.4170	70.00	29.19	
207020001	PIEDRA CHANCADA 3/4"-1"		m3		0.8600	90.00	77.40	
213010001	CEMENTO TIPO I (42.5 kg)		bis		7.5900	28.00	212.52	
290130002	AGUA		m3		0.2027	5.00	1.01	
<b>320.12</b>								
<b>Equipos</b>								
301010006	HERRAMIENTAS MANUALES		%MO		3.0000	73.99	2.22	
301250001	MEZCLADORA DE CONCRETO DE 9-11p3		hm	1.0000	0.4000	20.00	8.00	
301250003	VIBRADOR DE CONCRETO 4 HP 1"		hm	1.0000	0.4000	15.00	6.00	
<b>16.22</b>								

**Fuente:** elaboración propia de los tesisas. (s10 2021)

**Tabla 15.** Costo unitario del concreto 175g/cm2 con incorporación 3% de fibra de agave lechuguilla.

Análisis de precios Unitarios								
Presupuesto	1101004	*ANÁLISIS DE LA RESISTENCIA A LA COMPRESIÓN DEL CONCRETO $f'c=175\text{kg/cm}^2$ CON LA INCORPORACIÓN DE FIBRA DE AGAVE LECHUGUILLA, MOYOBAMBA 2021*					Fecha presupuesto	05/07/2021
Subpresupuesto	002	CONCRETO CONVENCIONAL $f'c=175\text{kg/cm}^2$ + 3% DE INCORPORACIÓN DE FIBRA DE AGAVE LECHUGUILLA						
Partida	01.02	CONCRETO CONVENCIONAL $f'c=175\text{kg/cm}^2$ + 3% DE INCORPORACIÓN DE FIBRA DE AGAVE LECHUGUILLA						
Rendimiento	m3/DIA	MO.	20.0000	EQ.	20.0000	Costo unitario directo por : m3		447.43
Código	Descripción Recurso		Unidad	Cuadrilla	Cantidad	Precio \$/	Parcial \$/	
<b>Mano de Obra</b>								
101010003	OPERARIO		hh	2.0000	0.8000	19.23	15.38	
101010004	OFICIAL		hh	2.0000	0.8000	15.94	12.75	
101010005	PEON		hh	6.0000	3.2000	14.33	45.66	
<b>73.89</b>								
<b>Materiales</b>								
207010001	ARENA GRUESA		m3		0.4045	70.00	28.32	
207020001	PIEDRA CHANCADA 3/4"-1"		m3		0.8600	90.00	77.40	
207050003	FIBRA DE AGAVE LECHUGUILLA		Kg		0.9400	40.00	37.60	
213010001	CEMENTO TIPO I (42.5 kg)		bis		7.5900	28.00	212.52	
290130002	AGUA		m3		0.2027	5.00	1.01	
<b>357.22</b>								
<b>Equipos</b>								
301010006	HERRAMIENTAS MANUALES		%MO		3.0000	73.99	2.22	
301250001	MEZCLADORA DE CONCRETO DE 9-11p3		hm	1.0000	0.4000	20.00	8.00	
301250003	VIBRADOR DE CONCRETO 4 HP 1"		hm	1.0000	0.4000	15.00	6.00	
<b>16.22</b>								

**Fuente:** elaboración propia de los tesisas (s10 2021)

**Tabla 16.** Resumen y Comparación de costos.

Resumen de costos

Partidas	Concreto convencional 175kg/cm <sup>2</sup>	Incorporación al 3% de fibra de agave lechuguilla
Mano de obra	73.99	73.99
Materiales	320.12	357.22
Equipos	16.22	16.22
<b>Total</b>	<b>410.34</b>	<b>447.43</b>

**Comparación de costo por metro cubico del concreto patrón y con adición de fibra de agave lechuguilla**

**Título de Proyecto** "Análisis de la resistencia a la compresión del concreto f'c=175 kg/cm<sup>2</sup> con la incorporación de fibra de agave lechuguilla, Moyobamba 2021"

**Lugar de estudios** UNIVERSIDAD CÉSAR VALLEJO  
FILIAL MOYOBAMBA-SAN MARTÍN

Ítem	Descripción	Unidad	Cantidad	Precio Unitario	Total/m <sup>3</sup>
1	Concreto convencional f'c=175kg/cm <sup>2</sup>	m <sup>3</sup>	1	410.34	410.34
1	Concreto f'c=175kg/cm+3% Fibra de agave lechuguilla	m <sup>3</sup>	1	447.43	447.43

**Fuente:** elaboración propia de los tesisistas.

**Interpretación**

El presupuesto realizado presenta el costo para 1m<sup>3</sup> de concreto convencional f'c=175kg/cm<sup>2</sup> de S/.410.34 y para un concreto con incorporación de 3% de fibra de agave lechuguilla tiene un costo de S/.447.43, por lo tanto, se puede decir que tiene un 9% más elevado que el concreto convencional, llegando a definir que no existe mucha diferencia entre estos costos generando un impacto positivo.

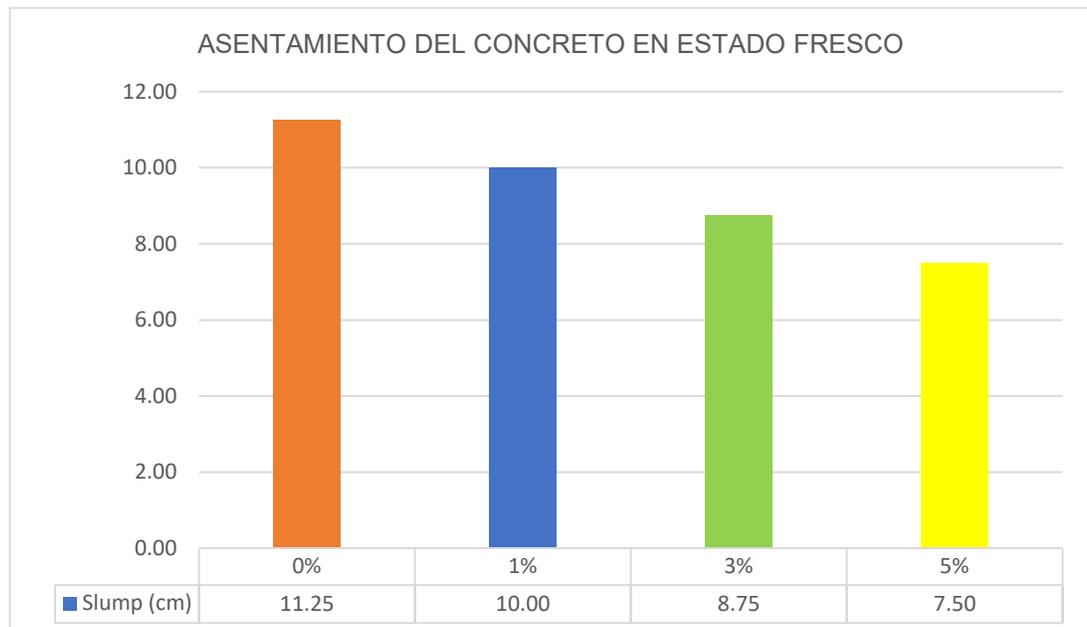
#### 4.5. Asentamiento del concreto $f'c=175\text{kg/cm}^2$

**Tabla 17.** Asentamiento del concreto  $175\text{kg/cm}^2$  y con incorporación de fibra de agave lechuguilla al 1%, 3% y 5%.

Asentamiento del concreto $f'c=175\text{kg/cm}^2$ sin y con fibra de agave lechuguilla			
Muestra	% Fibra	Slump (cm)	Slump (pulg)
M0	0%	11.25	4 1/2"
M1	1%	10.00	4"
M2	3%	8.75	3 1/2"
M3	5%	7.50	3"

**Fuente:** elaboración propia de los tesistas.

**Gráfico 2.** Representación gráfica del asentamiento del concreto convencional y con incorporación de fibra de agave lechuguilla.



**Fuente:** elaboración propia de los tesistas.

#### Interpretación

Respecto a los resultados que muestra la tabla 17 y el gráfico 2, se observa que cuando se le incorpora mayor fibra de agave lechuguilla, el asentamiento del concreto será menor, indicando que se vuelve menos trabajable.

## V. Discusión

Al analizar los datos obtenidos mediante los ensayos de laboratorio de la resistencia a compresión se puede afirmar que la incorporación de fibra de agave lechuguilla al sustituir el agregado fino con los porcentajes de 1% y 3% si es factible a diferencia del 5% que no cumple con la resistencia de diseño a los 28 días. A continuación, se realizará la comparación correspondiente a las hipótesis presentadas en la investigación con estudios ya realizados.

Siendo la hipótesis general: **“La incorporación de fibra de agave lechuguilla, mejorará la resistencia a compresión del concreto  $f'c = 175 \text{ kg/cm}^2$ , Moyobamba 2021”** de acuerdo a LEÓN, Anabé (2018) en su artículo científico titulada *“Comparación Técnica entre el concreto reforzado con fibras naturales y el concreto convencional en el distrito de Marca”* el autor realizó una investigación en determinar y analizar de qué manera contribuye al incorporar fibras naturales de agave lechuguilla en el concreto, por lo que llego a concluir que al adicionar la correcta proporción de fibra y con una longitud adecuada influye considerablemente en la resistencia del concreto. En la investigación se obtuvo como resultados en los ensayos de la resistencia a compresión para un concreto  $175 \text{ kg/cm}^2$  convencional y con incorporación de fibra de agave lechuguilla al 1%, 3% y 5% a los 28 días, siendo el concreto patrón  $187.90 \text{ kg/cm}^2$ , al 1%  $198.80 \text{ kg/cm}^2$ , al 3%  $187.53$  y al 5%  $158.72 \text{ kg/cm}^2$  con ello podemos afirmar que el concreto es trabajable y aceptable al utilizar los porcentajes del 1% y 3% de incorporación de fibra de agave lechuguilla, ya que están dentro de los límites permisibles para ser utilizados como sustitutos del agregado fino. Por ende, se puede decir que la hipótesis planteada es aceptada.

En la HE 1. **“Las propiedades físicas de la fibra de agave lechuguilla serán determinantes para la elaboración del concreto  $f'c = 175 \text{ kg/cm}^2$ , Moyobamba 2021”** de acuerdo con Castillo, Sáenz & Vázquez (2018), en su artículo científico *“Propiedades físico-mecánicas de la fibra de Agave Lechuguilla Torr. de cinco procedencias bajo plantaciones”* determinó que la calidad de las fibras depende de varias condiciones agrícolas, del mismo modo su resistencia está sujeta a las variables que se deben controlar como su diámetro y su longitud entre cada fibra para obtener buenos resultados al ser incorporado en la mezcla de concreto, en este caso se afirma que la hipótesis planteada dependerá de las propiedades físicas que presente las fibras para ser considerada como posible refuerzo tales como: su longitud, resistencia a productos abrasivos, densidad específica, resistencia máxima a la tensión, elongación última, módulo de elasticidad para poder cumplir con lo especificado.

En la HE2. **“El diseño de mezcla para un concreto  $f'c = 175 \text{ kg/cm}^2$  con la incorporación de fibra de agave lechuguilla al 0%,1%,3% y 5% no varía del diseño de mezcla convencional, Moyobamba 2021”** según Ávila, Pinzón & Serna en su artículo científico titulado *“Análisis del diseño de mezclas de concreto con material triturado de Río Magdalena en el sector de Girardot, Cundinamarca”* en su artículo científico determinó que la adición de fibra mejora sus características del concreto al aumentar su resistencia a la compresión y tracción, pero se debe considerar realizar un buen diseño de mezcla para obtener excelentes resultados, del mismo modo en la presente investigación se realizó el diseño de mezcla por el método ACI 211 y se obtuvo como resultados para un para un concreto convencional: cemento P. (7.59 bls), A, fino (0.417 m<sup>3</sup>), A. grueso (0.860m<sup>3</sup>), Agua (202.76 lt), y con incorporación de fibra: cemento P. (7.59 bls), A, fino (0.417 m<sup>3</sup>), A. grueso (0.860m<sup>3</sup>), Agua (202.76 lt), Fibra de agave lechuguilla (2.8476kg)

En la H.E3. **“Los resultados de la resistencia a la compresión del concreto  $f'c = 175 \text{ kg/cm}^2$  serán óptimos en los periodos de tiempo de 7,14 y 28 días, Moyobamba 2021”** de acuerdo a CHINCHAYHUARA, Cleison (2020), en su artículo científico “Estudio experimental de la adición de fibras de agave para mejorar las propiedades físicas y mecánicas del concreto” de acuerdo a sus ensayos de laboratorio del concreto en estado fresco y endurecido en cuanto a los porcentajes de 1%, 4% y 7% afirma que al incorporar fibra de agave influye de forma positiva como negativa en las propiedades físicas y mecánicas del concreto, respecto a la incorporación de 1% y 4% ( $253.8 \text{ kg/cm}^2$  y  $232.8 \text{ kg/cm}^2$ ) a los 28 días contribuye de forma positiva y para el 7% ( $200.60 \text{ kg/cm}^2$ ) influye negativamente en su la resistencia a la compresión ya que no cumple con la resistencia de diseño provocando menor resistencia en cuanto a los esfuerzos. Para contrastar la hipótesis se desarrolló los ensayos de resistencia a compresión del concreto a base probetas cilíndricas, realizadas en el laboratorio de suelos LM CECONSE E.I.R.L fueron hechos convencionales y con incorporación de fibra natural (agave lechuguilla) en la investigación los resultados que pudimos obtener a los 7, 14 y 28 días con la incorporación de fibra respecto al 1%, 3%, alcanzaron y superaron la resistencia de diseño, siendo el 3% optimo trabajable en el concreto con una resistencia de  $187.53 \text{ kg/cm}^2$ , a partir del 5% a los 28 días fueron disminuyendo y hubo un descenso de 16.46% respecto a ello se puede corroborar lo mencionado por el autor ya que a mayor incorporación de fibra y dimensión disminuye su resistencia, por lo que genera que el concreto pierda su trabajabilidad.

H.E4. **“El costo unitario para la elaboración de un m<sup>3</sup> de concreto f’c =175 kg/cm<sup>2</sup> incorporando fibra de agave lechuguilla es accesible con respecto al concreto convencional, Moyobamba 2021”** de acuerdo a PAJARES, Edinson (2015) en su artículo científico titulada “Análisis del incremento de la resistencia mecánica del concreto con la adición de fibra vegetal” concluye que el costo del concreto en función de la resistencia a compresión a los 28 días para el concreto patrón un costo de S/.442.88 y para el 1% de fibra de agave un costo de S/ 492.32 llegando a confirmar que al utilizar fibras en el concreto incrementa un costo de 49.44 soles, el autor afirma que se debe usar con más frecuencia esta fibra vegetal en el concreto ya que genera impactos positivos y fiables. Para discutir la hipótesis se elaboró una comparación de costos para un 1m<sup>3</sup> de concreto convencional f’c=175kg/cm<sup>2</sup> y con incorporación de 1%, 3% y 5% de fibra de agave lechuguilla como resultados obtenidos se confirma que al 0% se tuvo S/.410.34, y al 3% óptimo trabajable un costo de S/.447.43 teniendo un incremento de S/.37.09 afirmando que el costo entre el concreto sin y con fibra es accesible, por lo que podemos decir que la hipótesis es aceptada, ya que el incremento no es significativo.

## VI. Conclusiones

En el análisis expuesto nos indica que mediante la aplicación de fibra de agave lechuguilla en el concreto se pudo analizar el comportamiento que esta tiene, como conclusión se tuvo que influye considerablemente en el concreto ya que se pudo determinar su resistencia mediante los ensayos de compresión realizados en el laboratorio, sujeto a ello los resultados fueron aceptables parcialmente ya que se obtuvo un porcentaje optimo trabajable de 3% con una resistencia de 187.53 kg/cm<sup>2</sup> (107.16%) a los 28 días.

Sin duda, las propiedades de la fibra de agave lechuguilla de acuerdo a la investigación realizada influyen mucho al momento de ser utilizadas como refuerzo en los materiales de construcción ya que de ello dependerá que se cumpla en el RNE. (G.010)

Mediante ensayos del laboratorio se determinó las propiedades físico-mecánicas de los agregados bajo las normas vigentes del ASTM-NTP, los materiales empleados ha sido provenientes de la cantera Rio Naranjillo ya que poseen calidad del producto y son aptos para el diseño de mezcla, el procedimiento se realizó de acuerdo al método ACI 211, cumpliendo los lineamientos establecidos y mediante ella se pudo determinar la dosificación del concreto convencional 175kg/cm<sup>2</sup>, obteniendo los resultados de: cemento P. (7.59 bls), A, fino (0.417 m<sup>3</sup>), A. grueso (0.860m<sup>3</sup>), Agua (202.76 lt), y con incorporación de fibra: cemento P. (7.59 bls), A, fino (0.417 m<sup>3</sup>), A. grueso (0.860m<sup>3</sup>), Agua (202.76 lt), Fibra de agave lechuguilla (2.8476kg).

De acuerdo a lo señalado y los resultados obtenidos anteriormente podemos concluir que al incorporar fibra de agave lechuguilla mejora las propiedades del concreto, pero se debe considerar la cantidad optima requerida para cumplir con los estándares y límites permisibles del concreto, el resultado fue satisfactorio y los porcentajes que genero mayor resistencia es el 1% y 3% a los 7,14 y 28 días ya que cumplieron y superaron a la resistencia de diseño, todo lo contrario, con el 5% que no alcanzo con la resistencia patrón.

Finalmente se concluye en la comparación de costos para 1m<sup>3</sup>, en función al concreto convencional se obtuvo S/.410.34, por otro lado, al incorporar el 3% de fibra optima de agave lechuguilla al concreto como sustituto del agregado fino se obtuvo un costo de S/.447.43 por ende se puede decir que el incremento que genera respecto al concreto patrón es accesible para ser utilizado en el concreto como refuerzo para mejorar sus propiedades y alargar su vida útil.

## **VII. Recomendaciones**

Se debe tener en cuenta el diámetro, la longitud y el secado de la fibra ya que esos indicadores influyen mucho en el concreto.

Los porcentajes de fibra de agave lechuguilla a utilizarse deben ser menores a 3%, debido a que mayor proporción de fibra presenta menor resistencia.

Se recomienda realizar un adecuado diseño de mezcla para obtener resultados exactos y confiables.

Se recomienda realizar más indagaciones en relación a las diversas variedades de agave que podrían ser utilizadas como refuerzo para el concreto.

Se recomienda ampliar los estudios en base a la resistencia de la compresión y tensión del concreto con la utilización de nuevos agregados de otras canteras, cumpliendo con los parámetros establecidos en la ASTM.

## REFERENCIAS

- ALEGRE, C. “Resistencia a la flexión en vigas de concreto  $f'c=210$  kg/cm<sup>2</sup>, al adicionar en un 5% y 10% de fibra de agave lechuguilla. [en línea] Huaraz-Perú. 2018, p.1 Disponible en: <http://repositorio.usanpedro.edu.pe/handle/USANPEDRO/5483>
- ANANDH, K.S, et al. “Un estudio experimental sobre las propiedades físicas y mecánicas de la fibra de agave lechuguilla en el concreto” *avances en ciencias naturales y aplicadas*, vol. 10, no. 4, [artículo científico] 2016 EE. UU p. 442 Disponible en: <https://link.gale.com/apps/doc/A466052661/AONE?u=univcv&sid=AONE&xid=d3dbdedf>
- ACI, Commite 214. Proposed Reviión of ACI 214-65: Recommended Practice for Evaluation of strength Test Results of Concrete. [artículo científico] Disponible en: <https://www.concrete.org/publications/internationalconcreteabstractsportal/m/details/id/11072>
- ÁVILA, PINZÓN & SERNA, “Análisis de curvas para el diseño de mezclas de concreto con material triturado del río Magdalena en el sector de Girardot, Cundinamarca”. [artículo científico]. Disponible en: <https://revistas.uladech.edu.pe/index.php/increscendo/article/view/1080>
- CALDERA, Consuelo. “Caracterización de materiales compuestos de matriz polimérica con fibra de Ixtle” [artículo científico] México. 2012. Disponible en: [http://somim.org.mx/memorias/memorias2012/articulos/pdfs/A3/A3\\_272.pdf](http://somim.org.mx/memorias/memorias2012/articulos/pdfs/A3/A3_272.pdf)
- CASTILLO, David. SAENZ, Trinidad y VASQUEZ, José. “Propiedades físico-mecánicas de la fibra de agave lechuguilla Torr. De cinco procedencias bajo plantaciones” [artículo científico] México. 2015. Disponible en: [http://www.scielo.org.mx/scielo.php?script=sci\\_arttext&pid=S2007-11322013000500007](http://www.scielo.org.mx/scielo.php?script=sci_arttext&pid=S2007-11322013000500007)

CASTILLO, David. SAENZ, Trinidad y VASQUEZ, José. “*Propiedades físico-mecánicas de la fibra de agave lechuguilla Torr. De cinco procedencias bajo plantaciones*” [artículo científico] México. 2018. Disponible en: <http://cienciasforestales.inifap.gob.mx/editorial/index.php/forestales/article/view/380>

CARMONA, Juan. “*Propiedades químicas estructurales y funcionales de la lechuguilla (agave lechuguilla Torr)*” [artículo científico] México. 2017. Disponible en: [http://www.scielo.org.mx/scielo.php?script=sci\\_abstract&pid=S2007-11322017000400100&lng=es&nrm=iso](http://www.scielo.org.mx/scielo.php?script=sci_abstract&pid=S2007-11322017000400100&lng=es&nrm=iso)

CEMEX. Porque se determina la resistencia a la compresión en el concreto [artículo científico]. Perú. 2019. Disponible en: <https://www.cemex.com.pe/-/porque-se-determina-la-resistencia-a-la-compresion-en-el-concreto->

CHINCHAYHURA, V.C “*Adición de fibras de agave para mejorar las propiedades físicas y mecánicas del concreto de 210 kg/cm<sup>2</sup>*” [en línea] lima-2020. p. 67. Disponible en: <https://repositorio.ucv.edu.pe/handle/20.500.12692/56890>

CHINCHAYHURA, V.C “*Adición de fibras de agave para mejorar las propiedades físicas y mecánicas del concreto de 210 kg/cm<sup>2</sup>*” [en línea] lima-2020. p. 68. Disponible en: <https://repositorio.ucv.edu.pe/handle/20.500.12692/56890>

HERNANDEZ, Roberto. *Metodología de la investigación*. [en línea] 6<sup>a</sup> ed. México. 2014. Disponible en: <http://observatorio.epacartagena.gov.co/wp-content/uploads/2017/08/metodologia-de-la-investigacion-sexta-edicion.compressed.pdf>

HERNANDEZ, Roberto. *Metodología de la investigación*. [en línea] 5<sup>a</sup> ed. México. 2010. Disponible en: [https://www.esup.edu.pe/descargas/dep\\_investigacion/Metodologia%20de%20la%20investigaci%C3%B3n%205ta%20Edici%C3%B3n.pdf](https://www.esup.edu.pe/descargas/dep_investigacion/Metodologia%20de%20la%20investigaci%C3%B3n%205ta%20Edici%C3%B3n.pdf)

- HERMOSA, J. “*Análisis del comportamiento mecánico de concreto reforzados con fibra de cabuya en la región Ancash*”. [en línea]. Lima-Perú, 2018. p.1. Disponible en: <http://repositorio.ucv.edu.pe/handle/20.500.12692/41168>
- HUÁNUCO, K.Y. “*Evaluación de la trabajabilidad y la resistencia a la compresión del concreto de 210° reforzado con fibra de lechuguilla*” [artículo científico] 2017 Huánuco-Perú. p. 206. Disponible en: <http://repositorio.udh.edu.pe/123456789/672>
- JUAREZ, C.A. “*Estudio comparativo entre las fibras naturales y PVA para reducir el agrietamiento por contracción plástica en composite a base de cemento*” materiales de construcción y edificación, vol. 91, 30 Agos. [artículo científico] 2015. México. p. 124 Disponible en: <https://link.gale.com/apps/doc/A420197286/AONE?u=univcv&sid=AONE&xid=eecdd2c7>
- JUAREZ, Cesar. *Concretos base cemento portland reforzados con fibras naturales (agave lechuguilla), como materiales para construcción en México. [en línea] México. 2007. Disponible en: <http://eprints.uanl.mx/5833/>*
- LARA, L. “*Concreto con adición de fibras de agave americana L. y su influencia en la resistencia a esfuerzos axiales en San Carlos-Huancayo*” [en línea]. Lima-Perú, 2020. p.15. Disponible en: <https://repositorio.continental.edu.pe/handle/20.500.12394/7479>
- LEÓN, Anabé “*Comparación Técnica entre el Concreto Reforzado Con Fibras Naturales y el Concreto Convencional en el Distrito de Marca-Recuay-Ancash, 2017*” [en línea] Lima-Perú, 2018. p. 86. Disponible en: <https://repositorio.ucv.edu.pe/handle/20.500.12692/26899>
- LUGO, Sara. *Población y muestra*. [artículo científico]. Venezuela. 2018. Disponible en: <https://www.diferenciador.com/poblacion-y-muestra/>

MALLAUPOMA, Gavi. *“Comportamiento del concreto con adición de fibras de agave americana L para la mejora de sus propiedades en estado fresco, San Carlos [en línea] Huancayo 2019. p. 27. Disponible en: [https://repositorio.continental.edu.pe/bitstream/20.500.12394/7108/1/IV\\_FIN\\_105\\_TE\\_Maullapoma\\_Franco\\_2019.pdf](https://repositorio.continental.edu.pe/bitstream/20.500.12394/7108/1/IV_FIN_105_TE_Maullapoma_Franco_2019.pdf)*

MALLAUPOMA, Gavi. *“Comportamiento del concreto con adición de fibras de agave americana L para la mejora de sus propiedades en estado fresco, San Carlos [en línea] Huancayo 2019. p. 39. Disponible en: [https://repositorio.continental.edu.pe/bitstream/20.500.12394/7108/1/IV\\_FIN\\_105\\_TE\\_Maullapoma\\_Franco\\_2019.pdf](https://repositorio.continental.edu.pe/bitstream/20.500.12394/7108/1/IV_FIN_105_TE_Maullapoma_Franco_2019.pdf)*

MUNGUÍA, Dendera. *“Deslignificación de la penca de Agave Tequila F.A.C weber empleando peróxido de hidrogeno alcalino como pretratamiento para la producción de biohidrógeno” [en línea]. San Luis Potosí. 2016. Disponible en: <https://repositorio.ipicyt.edu.mx/handle/11627/3006>*

NTP 400.037, *Agregados. Especificaciones normalizadas para agregados en concreto, Lima-Perú 2014. Disponible en: <https://es.slideshare.net/hersacs/ntp-400-037-2014especificacionesagregados>*

OTZEN & MANTEROLA, *Técnicas de muestreo sobre una población a estudio. [artículo científico]. Chile. 2017 p.227. Disponible en: <https://scielo.conicyt.cl/pdf/ijmorphol/v35n1/art37.pdf>*

PESQUEL, E. *Tópicos de tecnología del concreto, Lima-Perú 2020. Disponible en: <https://issuu.com/jj1989/docs/145311372-topicos-de-tecnologia-de->*

PARAJES, Edinson *“Análisis del incremento de la resistencia mecánica del concreto con la adición de fibra vegetal” [en línea] Cajamarca-Perú, 2015. p.139. Disponible en: <https://repositorio.unc.edu.pe/handle/UNC/637>*

AFFINO, M. *Técnicas de investigación*. Última edición. [artículo científico]. Argentina, 2020. Disponible en: <https://concepto.de/tecnicas-de-investigacion/#:~:text=Las%20t%C3%A9cnicas%20de%20investigaci%C3%B3n%20son,establecidos%20en%20cada%20metodolog%C3%ADa%20determinada.&text=Para%20esto%20%C3%BAltimo%20se%20necesita%20una%20metodolog%C3%ADa%20o%20un%20m%C3%A9todo.>

RNE. *Concreto armado E.060* [en línea] Perú. 2012, p.14. Disponible en: <https://www.construccion.org/normas/rne2012/rne2006.htm> [https://cdn-web.construccion.org/normas/rne2012/rne2006/files/titulo3/02\\_E/RNE2009\\_E\\_060.pdf](https://cdn-web.construccion.org/normas/rne2012/rne2006/files/titulo3/02_E/RNE2009_E_060.pdf)

Rus E. *“Investigación Aplicada”* [artículo] 10 dic. 2020. Perú. Disponible en: <https://economipedia.com/definiciones/investigacion-aplicada.html>

SABINO, Carlos. *El proceso de la investigación científica*. [en línea] Buenos Aires. 2010 p.216. Disponible en: <https://metodoinvestigacion.wordpress.com/2008/02/25/el-proceso-de-investigacion-carlos-sabino/>

SERVOSIS. *Como se realiza un ensayo de comprensión*. [en línea]. 2020. Disponible en: <https://www.servosis.com/noticias/como-se-realiza-un-ensayo-de-compresion-33>

TOIRAC, J. *Resistencia a compresión del hormigón, condición necesaria pero no suficiente para el logro de la durabilidad de las obras*. Santo Domingo-Republica Dominicana. 2009. Disponible en: <https://www.redalyc.org/pdf/870/87014516001.pdf>

URBINA, Alexis. *Técnicas e instrumentos de la investigación*. Guanare, 2015. Disponible en: <https://m.monografias.com/trabajos106/tecnicas-e-instrumentos-investigacion/tecnicas-e-instrumentos-investigacion.shtml>

YIRDA, A. *Definición de concreto*. [en línea] 1 febr. 2021. Disponible en:  
<https://conceptodefinicion.de/concreto/>

ZAMBRANO, A. *Estudio de las características físico-mecánicas de bloques de hormigón con fibra de cabuya*. [en línea] Quito-Ecuador, 2016. Disponible en: <http://www.dspace.uce.edu.ec/handle/25000/6935>

# **ANEXOS**

## ANEXO 1: OPERACIONALIZACIÓN DE LAS VARIABLES

Variable	Definición conceptual	Definición operacional	Dimensiones	Indicadores	Escala de medición
Incorporación de fibra de agave lechuguilla	Es una técnica en la cual se pretende incluir nuevos elementos naturales y disminuyendo los agregados comunes para la elaboración de nuevos concretos que cumplan las especificaciones según reglamento y a la vez sean económicos. (Lara, 2020)	El agregado incorporado a la mezcla del concreto aporta mejores propiedades físicas, para así soportar cargas.	Propiedades físicas de los agregados	Ensayo de granulometría	Intervalo
				Contenido de humedad	Intervalo
				Peso específico y absorción	Intervalo
				Peso unitario de los agregados	Intervalo
Análisis de la resistencia a la compresión del concreto $f'c=175$ kg/cm <sup>2</sup>	Se define como la capacidad máxima del concreto para resistir esfuerzos en una unidad de área. (Miguel. C. 2014)	Proceso en que se analiza la calidad de la mezcla de concreto y su capacidad para soportar cargas.	Resistencia a la compresión del concreto	Incorporación de fibra de agave lechuguilla al 1%, 3% y 5%	Intervalo
				Diseño de mezcla ACI	
				SLUMP	
			Resistencia a la compresión del concreto	Resistencia a la compresión a los 7, 14 y 28 días.	Intervalo
				Cantidad de probetas	Intervalo
			Factibilidad económica	Costo unitario de los materiales	Intervalo

---

## **ANEXO 2: INSTRUMENTOS DE RECOLECCIÓN DE DATOS**

# **ENSAYOS DE LABORATORIO DE MECÁNICA DE SUELOS**

- CONTENIDO DE HUMEDAD
- GRANULOMETRÍA DE AGREGADO FINO
- GRANULOMETRÍA DE AGREGADO GRUESO
- PESO UNITARIO
- PESO ESPECÍFICO Y ABSORCIÓN
- DISEÑO DE MEZCLA

## CONTENIDO DE HUMEDAD DE AGREGADO GRUESO Y AGREGADO FINO

 <p style="text-align: center;"> <i>Centro de Servicios,                      consultoría y ejecuciones de obras públicas y privadas                      Carretera Fernando Belaunde Terry Km. 493.50, Moyobamba -                      Perú</i> </p>																																								
<b>LAB. DE MECANICA DE SUELOS</b>																																								
PROYECTO :	"Análisis de la resistencia a la compresión del concreto F'c 175 Kg/cm <sup>2</sup> con la incorporación de fibra de agave lechuguilla, Moyobamba 2021"																																							
UBICACIÓN :	Moyobamba																																							
REALIZADO :	RIMAICUNA CANO THALIA - ARMAS SOLANO ROCIO																																							
CANTERAS :	Rio Naranjillo																																							
Ing RESPONSABLE :	Ing. Luis Lopez Mendoza    CIP:75233    LABORATORIO : LM CECONSE E.I.R.L.    FECHA: MAYO - 2021																																							
<p><b>AGREGADO GRUESO 1"</b> Rio Naranjillo</p>																																								
Determinación del % de Humedad Natural <span style="float: right;">ASTM 2216 - N.T.P. 339.127</span>																																								
LATA	<table border="1" style="width: 100%; border-collapse: collapse;"> <thead> <tr> <th style="width: 25%;">1</th> <th style="width: 25%;">2</th> <th style="width: 25%;">3</th> <th style="width: 25%;">4</th> </tr> </thead> <tbody> <tr> <td>PESO DE LATA grs</td> <td style="text-align: center;">25.39</td> <td style="text-align: center;">26.66</td> <td style="text-align: center;">27.04</td> <td style="text-align: center;">27.29</td> </tr> <tr> <td>PESO DEL SUELO HUMEDO + LATA grs</td> <td style="text-align: center;">224.90</td> <td style="text-align: center;">225.82</td> <td style="text-align: center;">225.93</td> <td style="text-align: center;">225.75</td> </tr> <tr> <td>PESO DEL SUELO SECO + LATA grs</td> <td style="text-align: center;">224.25</td> <td style="text-align: center;">225.21</td> <td style="text-align: center;">225.21</td> <td style="text-align: center;">225.12</td> </tr> <tr> <td>PESO DEL AGUA grs</td> <td style="text-align: center;">0.65</td> <td style="text-align: center;">0.61</td> <td style="text-align: center;">0.72</td> <td style="text-align: center;">0.63</td> </tr> <tr> <td>PESO DEL SUELO SECO grs</td> <td style="text-align: center;">198.86</td> <td style="text-align: center;">198.55</td> <td style="text-align: center;">198.17</td> <td style="text-align: center;">197.83</td> </tr> <tr> <td>% DE HUMEDAD</td> <td style="text-align: center;">0.33%</td> <td style="text-align: center;">0.31%</td> <td style="text-align: center;">0.36%</td> <td style="text-align: center;">0.32%</td> </tr> <tr> <td>PROMEDIO % DE HUMEDAD</td> <td colspan="4" style="text-align: center;">0.33%</td> </tr> </tbody> </table>	1	2	3	4	PESO DE LATA grs	25.39	26.66	27.04	27.29	PESO DEL SUELO HUMEDO + LATA grs	224.90	225.82	225.93	225.75	PESO DEL SUELO SECO + LATA grs	224.25	225.21	225.21	225.12	PESO DEL AGUA grs	0.65	0.61	0.72	0.63	PESO DEL SUELO SECO grs	198.86	198.55	198.17	197.83	% DE HUMEDAD	0.33%	0.31%	0.36%	0.32%	PROMEDIO % DE HUMEDAD	0.33%			
1	2	3	4																																					
PESO DE LATA grs	25.39	26.66	27.04	27.29																																				
PESO DEL SUELO HUMEDO + LATA grs	224.90	225.82	225.93	225.75																																				
PESO DEL SUELO SECO + LATA grs	224.25	225.21	225.21	225.12																																				
PESO DEL AGUA grs	0.65	0.61	0.72	0.63																																				
PESO DEL SUELO SECO grs	198.86	198.55	198.17	197.83																																				
% DE HUMEDAD	0.33%	0.31%	0.36%	0.32%																																				
PROMEDIO % DE HUMEDAD	0.33%																																							
OBSERVACIONES:	<p style="font-size: 1.2em; font-weight: bold;">N.D.</p>																																							



  
**Luis López Mendoza**  
 ING. CIVIL CIP N° 75233  
 ESPECIALISTA DE LABORATORIO



Centro de Servicios,  
consultoría y ejecuciones de obras públicas y privadas  
Carretera Fernando Belaunde Terry Km. 493.50, Moyobamba - Perú

Realizado : RIMAICUNA CANO THALIA - ARMAS SOLANO ROCIO

Proyecto: "Análisis de la resistencia a la compresión del concreto  $F'c$  175 Kg/cm<sup>2</sup> con la incorporación de fibra de agave lechuguilla, Moyobamba 2021"

Localización del Proyecto: Moyobamba

Descripción del material: ARENA LIMOSA

Fecha: MAYO-2021

Ing Responsable : ING. LUIS LÓPEZ MENDOZA - CIP. 75233

Determinación del % de Humedad Natural ASTM-D4959- N.T.P. 339,127

LATA	1	2	3
PESO DE LATA grs	27.52	26.04	26.06
PESO DEL SUELO HUMEDO + LATA grs	149.36	149.17	149.14
PESO DEL SUELO SECO + LATA grs	144.24	143.93	143.95
PESO DEL AGUA grs	5.12	5.24	5.19
PESO DEL SUELO SECO grs	116.72	117.89	117.88
% DE HUMEDAD	4.39	4.44	4.40
PROMEDIO % DE HUMEDAD	4.41		

OBSERVACIONES: \_\_\_\_\_

**N.D.**



*Luis López Mendoza*  
ING. CIVIL CIP N° 75233  
ESPECIALISTA DE LABORATORIO





---

# DISEÑO DE MEZCLA

## (MÉTODO ACI 211)



PROYECTO :	"Análisis de la resistencia a la compresión del concreto F'c 175 Kg/cm <sup>2</sup> con la incorporación de fibra de agave lechuguilla, Moyobamba 2021"			
UBICACIÓN :	Moyobamba			
REALIZADO :	RIMAICUNA CANO THAI IA - ARMAS SOLANO ROCIO			
CANTERAS :	Río Naranjillo			
Ing RESPONSABLE :	Ing. Luis López Mendosa	CIP-75233	LABORATORIO : LM CECONSE E.I.R.L.	FECHA: MAYO - 2021

AGREGADO FINO Río Naranjillo

Determinación del % de Humedad Natural ASTM 2216 - N.T.P. 339.127

LATA	1	2	3	4
PESO DE LATA grs	27.52	26.04	26.06	26.25
PESO DEL SUELO HUMEDO + LATA grs	149.36	149.17	149.14	149.15
PESO DEL SUELO SECO + LATA grs	144.24	143.93	143.95	143.92
PESO DEL AGUA grs	5.12	5.24	5.19	5.23
PESO DEL SUELO SECO grs	116.72	117.69	117.89	117.67
% DE HUMEDAD	4.39%	4.45%	4.40%	4.44%
PROMEDIO % DE HUMEDAD	4.42%			

OBSERVACIONES:

N.D.



*Luis López Mendosa*  
ING. CIVIL CIP N° 75233  
ESPECIALISTA DE LABORATORIO

**LAB. DE MECANICA DE SUELOS**

PROYECTO :	"Análisis de la resistencia a la compresión del concreto F'c 175 Kg/cm <sup>2</sup> con la incorporación de fibra de agave lechuguilla, Moyobamba 2021"		
UBICACIÓN :	Moyobamba		
REALIZADO :	RIMAICUNA CANO TIALIA - ARMAS SOLANO RODRIGUEZ		
CANTERAS :	Rio Naranjillo		
Ing RESPONSABLE :	Ing. Luis López Mendoza CIP:75293	LABORATORIO : LM CECONSE E.I.R.L.	FECHA: MAYO - 2021

AGREGADO GRUESO 1"  
Rio Naranjillo

Determinación del % de Humedad Natural

ASTM 2216 - N.T.P. 339.127

LATA	1	2	3	4
PESO DE LATA grs	25.39	26.66	27.04	27.29
PESO DEL SUELO HUMEDO LATA grs	224.90	225.82	225.93	225.75
PESO DEL SUELO SECO + LATA grs	224.26	225.21	225.21	225.12
PESO DEL AGUA grs	0.65	0.61	0.72	0.63
PESO DEL SUELO SECO grs	198.81	198.55	198.17	197.83
% DE HUMEDAD	0.33%	0.31%	0.36%	0.32%
PROMEDIO % DE HUMEDAD	0.33%			

OBSERVACIONES:

**N.D.**



*Luis López Mendoza*  
ING. CIVIL CIP N° 75293  
ESPECIALISTA DE LABORATORIO

PROYECTO :

"Análisis de la resistencia a la compresión del concreto F'c 175 Kg/cm<sup>2</sup> con la incorporación de fibra de agave lechuguilla, Moyobamba 2021"

UBICACIÓN :

Moyobamba

REALIZADO :

RIMAICUNA CANO THALIA - ARMAS SOLANO ROCIO

CANTERAS :

Río Naranjillo

Ing RESPONSABLE :

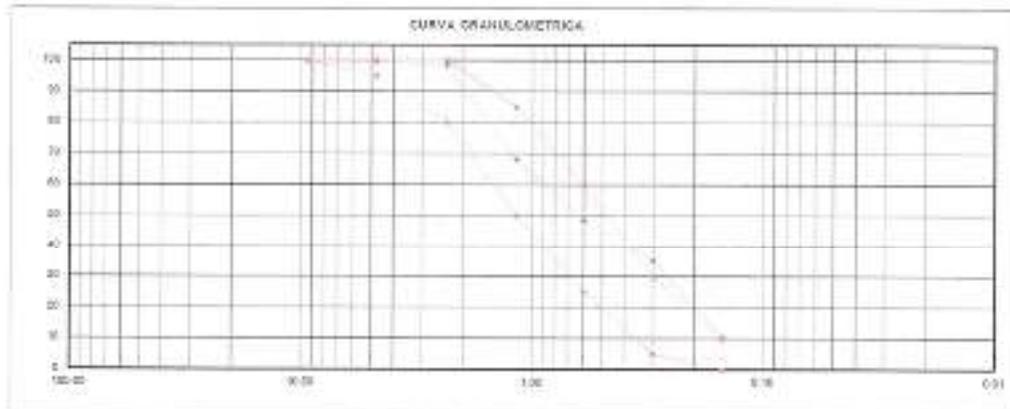
Ing. Luis López Mendoza CIP:75233

LABORATORIO LM CECONSE E.I.R.L.

FECHA: MAYO - 2021

**1. ANALISIS GRANULOMETRICO POR TAMIZADO (ASTM C 33-83I - Agregado Fino)**

Peso Inicial Seco, (gr)		1000.00							
Peso Lavado y Seco, (gr)		997.02							
Tamiz	Apertura (mm)	Peso retenido (gr)	Porcent.(%)	Porcent.Ret. Acumulado (%)	Porcent.Acum. Pasante (%)	Especificaciones Técnicas ASTM C-33		Características físicas	
3/8"	9.50	2.23	0.02	0.00	100.00	100	100	% Que pasa a malla 200	0.30%
Nº 4	4.75	4.10	0.42	0.00	99.50	95	100	Módulo de Ruptura	2.45
Nº 8	2.36	11.05	1.10	1.00	98.50	90	100	Peso específico seco (gr/cc)	2.55
Nº 16	1.18	307.53	30.70	31.50	66.20	50	100	Absorción (%)	2.43%
Nº 30	0.60	195.54	19.75	51.50	48.50	25	100	Humedad (%)	4.42%
Nº 50	0.30	133.07	13.40	64.50	35.10	5	100	Peso unitario suelto (Kg/m <sup>3</sup> )	1028.00
Nº 100	0.15	245.00	24.50	89.50	10.50	0	100	Peso unitario compactado (Kg/m <sup>3</sup> )	1701.00
<Nº 100	0.00	100.72	10.10	99.50	0.40	0	0		



**2. PESO ESPECIFICO Y ABSORCION DE AGREGADO FINO (NORMA ASTM C 128)**

DENSIDADES RELATIVAS			
Prueba Nº		1	2
1. Masa de la muestra ensayada secada al horno	(A) (gr)	488.12	488.12
2. Masa del fido + agua	(B) (gr)	666.02	666.96
3. Masa del fido + agua + agregado fino	(C) (gr)	974.38	976.43
4. Masa del material saturado superficialmente seco	(D) (gr)	600.00	600.88
5. Densidad relativa Seca	A/(B-A) (gr/cc)	2.54	2.56
6. Densidad relativa (SSS)	B/(B-A) (gr/cc)	2.60	2.62
7. Densidad relativa Aparente	A/(C-A) (gr/cc)	2.71	2.73
8. Volumen del balón	(cc)	600.00	600.00

ABSORCION			
Prueba Nº		1	2
10. Masa del material saturado superficialmente seco	(B) (gr/cc)	600.00	600.00
11. Masa de la muestra ensayada secada al horno	(A) (gr/cc)	488.12	488.12
12. Porcentaje de absorción	(B-A)/(A*100) (%)	2.43%	2.43%

**3. PESO UNITARIO (NORMA ASTM C 94)**

Procedimiento		P.U.S.		P.U.C.	
1. Peso del molde + material	(Kg)	6.233	6.203	6.735	6.744
2. Peso del molde	(Kg)	1.740	1.740	1.740	1.740
3. Peso del material	(Kg)	4.493	4.463	4.995	5.004
4. Volumen del molde	(m <sup>3</sup> )	0.003	0.003	0.003	0.003
5. Peso Unitario	(Kg/m <sup>3</sup> )	1528.0	1527.0	1699.0	1702.0
6. Peso Unitario Promedio	(Kg/m <sup>3</sup> )	1528.00		1701.00	



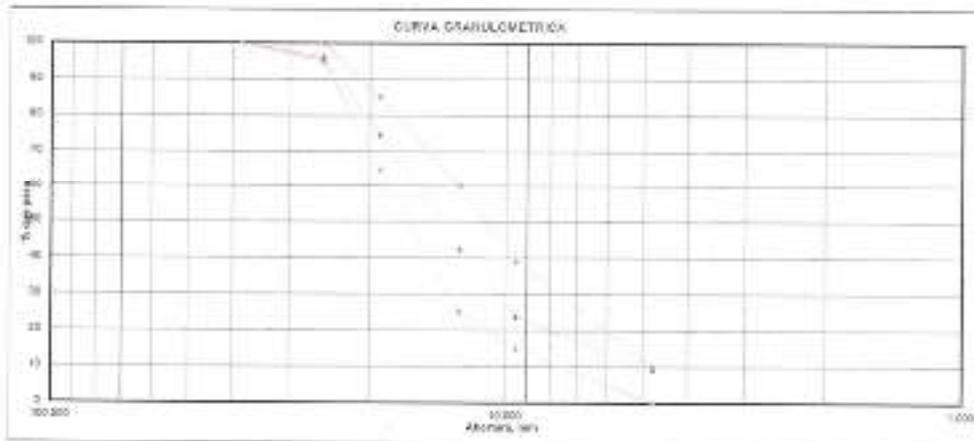
*Luis López Mendoza*  
ING. CIVIL CIP Nº 75233  
ESPECIALISTA DE LABORATORIO

PROYECTO :	"Análisis de la resistencia a la compresión del concreto F'c 175 Kg/cm <sup>2</sup> con la incorporación de fibra de agave lechuguilla, Moyobamba 2021"		
UBICACION :	Moyobamba		
REALIZADO :	RIMAICUNA CANO THALIA - ARMAS SOLANO ROCIO		
CANTONAS :	Rio Naranjillo		
INVESTIGABLE :	Ing. Luis López Mendoza	CIP 75233	LABORATORIO LM CECONSE E.I.R.L.
			FECHA: MAYO - 2021

**1. ANÁLISIS GRANULOMÉTRICO POR TAMIZADO (ASTM C 33-83) - Agregado Grueso 1"**

Peso Inicial Seco (gr)	3000.00
Peso Lavado y Seco (gr)	2643.39

Malla	Orificio (mm)	Peso retención (gr)	Porcentaje (%)	Porcentaje Acumulado (%)	Porcentaje Pasante (%)	Especificaciones Técnicas ASTM C-33, HUSO 4	Características Físicas	
2"	50.80						Diámetro nominal máximo	1
1 1/2"	38.10				100.0	100		
1"	25.40	118.51	3.95	4.0	96.1	95	Pasante malla N° 200	11.03%
3/4"	19.00	645.71	21.52	25.5	74.5			
1/2"	12.50	965.96	32.20	57.7	42.3	25	Peso específico seco (gr/cc)	2.34
3/8"	9.50	558.54	18.62	76.3	23.7			
N° 4	4.75	435.91	14.56	90.9	9.2	0	Absorción (%)	1.37%
< N° 4	0.00	36.26	1.21	92.1	7.9	10	Humedad (%)	0.33%
							Peso unitario suelto (Kg/m <sup>3</sup> )	1365.0
							Peso unitario compactado (Kg/m <sup>3</sup> )	1599.0



**2. PESO ESPECÍFICO Y ABSORCIÓN DE AGREGADO GRUESO (NORMA ASTM C 128)**

DENSIDADES RELATIVAS				
Prueba N°		1	2	Procedido
1. Masa de la muestra ensayada secada al horno	(A) (gr)	1973.00	1975.00	
2. Masa del material saturado superficialmente seco	(B) (gr)	2000.00	2002.00	
3. Masa aparente en agua de la muestra saturada	(C) (gr)	1157.00	1163.00	
5. Densidad relativa Seca	A/(B-C) (gr/cc)	2.34	2.35	2.347
6. Densidad relativa (SSS)	B/(B-C) (gr/cc)	2.37	2.39	2.38
7. Densidad relativa Aparente	A/(A-C) (gr/cc)	2.42	2.43	2.43

ABSORCIÓN				
10. Masa del material saturado superficialmente seco	(B) (gr)	2000.00	2002.00	
11. Masa de la muestra ensayada secada al horno	(A) (gr)	1973.00	1975.00	
12. Porcentaje de absorción	[(B-A)/A]100(%)	1.37%	1.37%	1.37%

**3. PESO UNITARIO (NORMA ASTM C 29)**

Procedimiento		P.U.S.		P.U.C.	
		(Kg)	(Kg)	(Kg)	(Kg)
1. Peso molde + material	(Kg)	35.400	35.700	36.600	36.800
2. Peso molde	(Kg)	15.50	15.50	15.50	15.50
3. Peso del material	(Kg)	20.300	20.200	21.300	21.300
4. Volumen del molde	(m <sup>3</sup> )	0.0148	0.0148	0.0148	0.0148
5. Peso Unitario	(Kg/m <sup>3</sup> )	1366.00	1363.00	1467.00	1571.00
6. Peso Unitario Promedio	(Kg/m <sup>3</sup> )		1365.00		1599.00



*Luis López Mendoza*  
ING. CIVIL CIP N° 75233  
ESPECIALISTA DE LABORATORIO

PROYECTO :	"Análisis de la resistencia a la compresión del concreto $f'c$ 175 Kg/cm <sup>2</sup> con la incorporación de fibra de agave lechuguilla, Moyobamba 2021"	
UBICACIÓN :	Moyobamba	
REALIZADO :	RIMAICUNA CANO THALIA - ARMAS SOLANO ROCIO	
CANTERAS :	Rio Naranjillo	
Ing RESPONSABLE :	Ing. Luis Lopez Mendoza CIP:75233	FECHA: MAYO - 2021

**I Datos del Cemento**

Tipo de cemento: PACASMAYO PORTLAND TIPO I		
$f'c =$	<b>175</b>	kg/cm <sup>2</sup>
Slup Requerido	3" a 4"	Pulg
Densidad Cemento	3.12	gr/cm <sup>3</sup>
Densidad Agua	1000	kg/m <sup>3</sup>

**II Datos de los Agregados (Resultados del Laboratorio)**

Características Físicas de Agregados (Cantera Naranjillo)	Agregado Fino (Arena grueso)	Agregado Grueso (Piedra Chancada de 1")
Perfil		Angular
Peso Unitario Suelto en kg/m <sup>3</sup>	1528.00	1365.00
Peso Unitario Compactado kg/m <sup>3</sup>	1701.00	1569.00
Densidad en kg/m <sup>3</sup>	2551.04	2340.45
Porcentaje de Absorción	2.43%	1.37%
Porcentaje de Humedad	4.42%	0.33%
Modulo de Fineza	2.40	
Tamaño Máximo Nominal en pulg	1	

**III Cálculo de la Resistencia Promedio Requerida ( $f'cr$ )**

Cuando $f'c$	$f'cr$
Menos de 210	$f'c+70$
210 - 350	$f'c+84$
>350	$f'c+98$

Entonces  $f'cr = 245.00$  kg/cm

**III Cálculo del Contenido de Aire**

Tam Máx Nom Ag Grueso	Aire Atrapado
3/8	3.0%
1	1.5%
1 1/2	1.0%
2	0.5%
3	0.3%
4	0.2%

Entonces %A= 1.50%



**Luis López Mendoza**  
ING. CIVIL CIP N° 75233  
ESPECIALISTA DE LABORATORIO

IV Contenido de Agua

VOLUMEN UNITARIO DE AGUA								
Agua en Litros, Para el Tamaño Máximo Nominal del Agregado Grueso (sin aire incorporado)								
Asent	3/8	1/2	3/4	1	1 1/2	2	3	4
1" a 2"	207	199	190	179	166	154	130	113
3" a 4"	228	216	205	193	181	169	145	124
5" a 7"	243	228	216	202	190	180	160	

Asentamiento	Tamaño Agregado
3" a 4"	1

De Tabla Cant Agua = 193.00 lt

V Relación Agua Cemento

$f_{cr} = \frac{200}{245} = 0.70$   
 $X = \frac{0.628}{0.70} = a/c$   
 $0.628$

VI Contenido de Cemento

$a/c = 0.628$   
 $a = 193.00 \text{ lt}$

Entonces  $C = 307.32 \text{ kg}$

Peso Cemento = 42.50 kg

Factor  $C = 7.23 \text{ bolsas/m}^3$

VI Peso de Agregado Grueso

Peso a.g. =  $b/bc(\text{Peso u.s.c.})$

De Tabla b/bc = Cruce entre Tam Max Agregado y Modulo de finaza

	1	2.40
De Tabla b/bc =	0.710	
Peso u.s.c. =	1569.00	

Peso a.g. =  $b/bc(\text{Peso u.s.c.}) = 1113.99 \text{ kg}$

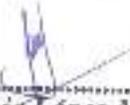
VII Volumen Absoluto

Datos calculados

Aire = 1.50% = 0.015 m<sup>3</sup>  
 Agua = 193.00 lt = 0.193 m<sup>3</sup>  
 Cemento = 307.32 kg = 0.089 m<sup>3</sup>  
 Peso a. grueso = 1113.99 kg = 0.476 m<sup>3</sup>

Volumen del fino = 0.782 m<sup>3</sup>  
 Peso a. fino = 554.92 kg  
 Volumen del fino = 0.218 m<sup>3</sup>



  
**Luis López Mendoza**  
 ING. CIVIL CIP N° 75239  
 ESPECIALISTA DE LABORATORIO

VII Presentación del Diseño en Estado Seco y Corrección Por Humedad de los Agregados

Corrección = Peso seco x (w%/100+1)

			Corrección	
Aire	= 1.50%	=	1.50%	0.015
Agua	= 193.00 lt	=	193.00 lt	0.193
Cemento	= 307.32 kg	=	307.32 kg	0.089 m3
Peso a. fino	= 554.02 kg	=	579.44 kg	0.227 m3
Peso a. grueso	= 1113.98 kg	=	1117.66 kg	0.478 m3
			2197.53 kg	1.011 m3

VIII Aporte de Agua a la Mezcla

(%w - %abs) x Agregado seco

Agregado fino	=	11.51 lt
Agregado grueso	=	-11.61 lt
		-----
		-0.11 lt

Aporte efectiva = Agua calculada - Agua de aporte = 193.11 lt

IX Proporciónamiento del Diseño en kg/m3

7.59 bolsas/m3

Cemento Pacasmayo	A. Fino	A. Grueso 1"	Agua
307.32 kg	637.39 kg	1173.54 KG	202.76 lt

X Dosificación en peso

Cemento Pacasmayo	A. Fino	A. Grueso 1"	Agua
1.00 kg	2.07 kg	3.82 kg	1.52 lt

XI Proporción en metros cubicos (m3)

Cemento Pacasmayo	A. Fino	A. Grueso 1"	Agua
7.59 bolsa	0.417 m3	0.860 m3	202.76 lt

XI Proporción en un pies cubicos (pie3)

Cemento Pacasmayo	A. Fino	A. Grueso 1"	Agua
1.00 bolsa	2.03 pie3	4.20 pie3	28.04 lt

XI Proporción en un balde de 18 litros

1.00 balde = 18.00 lt

Cemento Pacasmayo	A. Fino	A. Grueso 1"	Agua
1.00 bolsa	3.19 baldes	6.61 baldes	28.04 lt



---

**PRUEBAS DE RESISTENCIA A LA  
COMPRESIÓN DE TESTIGOS CILÍNDRICOS  
DE CONCRETO AL 0%, 1%, 3% Y 5% A LOS  
7 DÍAS**

---

**PRUEBAS DE RESISTENCIA A LA COMPRESION TESTIGOS CILINDRICOS DE CONCRETO**

Standard Test Method for Compressive Strength of Cylindrical concrete Specimens  
ASTM C39/C39M-20

OBRA : "Análisis de la resistencia a la compresión del concreto F'c 175 Kg/cm<sup>2</sup> con la incorporación de fibra de agave lechugilla, Moyobamba 2021"

REALIZADO : RIMAICUNA CANO THALIA - ARMAS SOLANO ROCIO

LUGAR : Moyobamba

ESTRUCTURA : Lo que se describe

RESISTENCIA : 175 kg/cm<sup>2</sup>

CERTIFICADO : N° 2916  
ING. LABORATORIO : Ing. F.O.M.G.  
SUPERVISADO POR : ING L.L.M  
LUGAR DE EJECUCION : LM CECONSE  
FECHA : 31/05/2021  
HORA : 12:10:00 p. m.

N°	DESCRIPCION	Fecha de muestra	Fecha de ensayo	Esfuerzo (MPa)	Diámetro probeta (cm)	Altura probeta (cm)	Densidad (kg/m <sup>3</sup> )	Carga (kg-f)	Área de probeta (cm <sup>2</sup> )	Resistencia (kg/cm <sup>2</sup> )	F'c DISCRO (kg/cm <sup>2</sup> )	(%) OBTENIDO	Tipo de Falla
1.00	PATRON	24/05/2021	31/05/2021	7.00	15.00	30.00	2.24	25,317.02	175.71	143.27	175	81.87	3
2.00	PATRON	24/05/2021	31/05/2021	7.00	15.10	30.00	2.19	25,418.96	179.08	141.94	175	81.11	2
3.00	PATRON	24/05/2021	31/05/2021	7.00	15.30	30.00	2.14	25,520.90	183.85	138.81	175	79.32	2

F' (Mpa) : Carga máxima aplicada expresada en MPa

F'c : Resistencia a la compresión expresada en kg/cm<sup>2</sup>

Para el referenciado se utilizan cilindros de resistencia de acuerdo al estándar de referencia

Testigos curados en condiciones de laboratorio hasta la fecha de ensayo

El ensayo se efectúa en una Prensa, con célula de carga calibrada.

El material para la ejecución de ensayos de asentamiento y resistencia se cila a la norma ASTM C 172.

Tipo de Falla:  
(ASTM C 39)

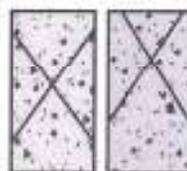
- 1: Como razonablemente bien formados, en ambas bases, menos de 25mm de grietas entre espas
- 2: Como bien formados sobre una base, desplazamiento de grietas verticales a través de las espas, como bien definidas en la otra base
- 3: Grietas verticales solamente en ambas bases, como no bien formados
- 4: Fractura diagonal en grietas en las bases; golpear con martillo para diferenciar del tipo 1
- 5: Fracturas de tipo en las bases (superior o inferior) ocurren comúnmente con las espas de empuje
- 6: Fractura en todo el perímetro de una base

INGENIERO RESPONSABLE

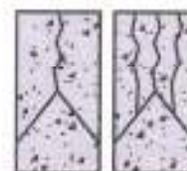


**Luis López Mendoza**  
ING. CIVIL CIP N° 75233  
ESPECIALISTA DE LABORATORIO

TIPO DE FRACTURA



TIPO - 1



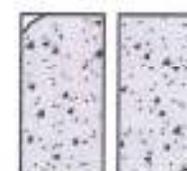
TIPO - 2



TIPO - 3



TIPO - 4



TIPO - 5



TIPO - 6

**PRUEBAS DE RESISTENCIA A LA COMPRESION TESTIGOS CILINDRICOS DE CONCRETO**

Standard Test Method for Compressive Strength of Cylindrical concrete Specimens  
ASTM C39/C39M-20

OBJETIVO : "Análisis de la resistencia a la compresión del concreto F'c 175 Kg/cm<sup>2</sup> con la incorporación de fibra de agave lechuguilla, Moyobamba 2021"

REALIZADO : RIBEAQUINA CANO THALLA - ARMAS SOLANO ROCIO

LUGAR : Moyobamba

ESTRUCTURA : Lo que se describe

RESISTENCIA : 175 kg/cm<sup>2</sup>

CERTIFICADO : N° 2911  
ING. LABORATORIO : Ing. P.O.M.G  
SUPERVISADO POR : ING. L.M.  
LUGAR DE EJECUCIÓN : LM CECONSE  
FECHA : 31/03/2021  
HORA : 12:10:36 p.m.

N°	DESCRIPCION	Fecha de muestreo	Fecha de ensayo	Ejed. (días)	Diámetro probeta (mm)	Altura probeta (mm)	Densidad (kg/m <sup>3</sup> )	Carga Kg-f	Área de probeta (cm <sup>2</sup> )	Resistencia (kg/cm <sup>2</sup> )	F'c DISEÑO (kg/cm <sup>2</sup> )	(%) OBTENIDO	Tipo de Falla
4.00	1% incorporación de fibra de agave lechuguilla	24/05/2021	31/05/2021	7.00	15.00	30.00	2.42	26.873.00	176.71	152.07	175	86.90	4
5.00	1% incorporación de fibra de agave lechuguilla	24/05/2021	31/05/2021	7.00	15.00	30.00	2.40	27.045.87	176.71	153.95	175	87.46	2
6.00	1% incorporación de fibra de agave lechuguilla	24/05/2021	31/05/2021	7.00	15.00	30.00	2.43	27.163.10	176.71	153.71	175	87.84	3

- P (días) : Carga máxima aplicada expresada en días  
- R' : Resistencia a la compresión expresada en kg/cm<sup>2</sup>  
- Para el referencial se utilizará el estándar de referencia de acuerdo al estándar de referencia.  
- Testigo curado en condiciones de laboratorio hasta la fecha de ensayo.  
- El ensayo se efectúa en una prensa, con célula de carga calibrada.  
- El resumo para la ejecución de ensayos de controlamiento y resistencia se da a la norma ASTM C 173

**Tipos de Falla:**  
(ASTM C 39)

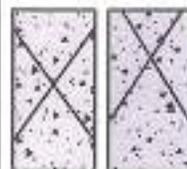
- 1: Carga excesivamente bien formada, en ambas bases, menos de 25mm de grietas entre capas
- 2: Carga bien formada sobre una base, desplazamiento de grietas verticales a través de las capas, como bien definido en la otra base
- 3: Grietas verticales colapsadas en ambas bases, carga no bien formada
- 4: Fractura diagonal al girar en las bases; palear con martillo para observar del tipo 1
- 5: Fracturas de lado en las bases (superior o inferior) ocurren consistentemente con las capas de endurecido
- 6: Fractura en todo el perímetro de una base

NÚMERO RESPONSABLE

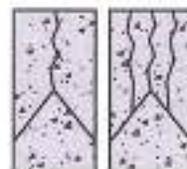


*Luis López Mendoza*  
ING. CIVIL CIP N° 75233  
ESPECIALISTA DE LABORATORIO

TIPO DE FRACTURA



TIPO - 1



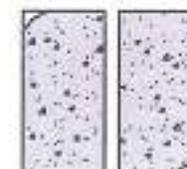
TIPO - 2



TIPO - 3



TIPO - 4



TIPO - 5



TIPO - 6

Muestra identificada y entregada por el solicitante, ensayo realizado según norma vigente.

**PRUEBAS DE RESISTENCIA A LA COMPRESION TESTIGOS CILINDRICOS DE CONCRETO**

Standard Test Method for Compressive Strength of Cylindrical concrete Specimens  
ASTM C39/C39M-20

OBRA : "Análisis de la resistencia a la compresión del concreto F'c 175 Kg/cm2 con la incorporación de fibra de agave lechuguilla, Moyobamba 2021"

REALIZADO : RIMACUNA CANO THALIA - ARMAS SOLANO ROCIO

LUGAR : Moyobamba

ESTRUCTURA : Lo que se describe

RESISTENCIA : 175 kg/cm<sup>2</sup>

CERTIFICADO : N° 2912

ING. LABORATORIO : Ing. P.O.M.G

SUPERVISADO POR : ING L.L.M

LUGAR DE EJECUCIÓN : LM CECONSE

FECHA : 31/05/2021

HORA : 12:10:00 p. m.

N°	DESCRIPCION	Fecha de muestra	Fecha de ensayo	Edad (días)	Dámetro probeta (mm)	Alto probeta (mm)	Densidad (kg/m <sup>3</sup> )	Carga Kg-f	Área de probeta (cm <sup>2</sup> )	Resistencia (kg/cm <sup>2</sup> )	F'c (kg/cm <sup>2</sup> )	(%) OBTENIDO	Tipo de Falla
7.00	3% incorporación de fibra de agave lechuguilla	24/05/2021	31/05/2021	7.00	15.00	30.00	2.41	26,008.10	176.71	147.46	175	84.26	1
8.00	3% incorporación de fibra de agave lechuguilla	24/05/2021	31/05/2021	7.00	15.00	30.00	2.40	25,904.97	176.71	146.70	175	83.83	3
9.00	3% incorporación de fibra de agave lechuguilla	24/05/2021	31/05/2021	7.00	15.00	30.00	2.40	25,890.73	176.71	146.45	175	83.69	3

- P (kg-f) : Carga relativa aplicada expresada en libras  
- F'c : Resistencia a la compresión expresada en kg/cm<sup>2</sup>  
- Para el referencial se utilizan alambres de acero de acuerdo al estándar de referencia.  
- Testigos curados en condiciones de laboratorio hasta la fecha de ensayo.  
- El ensayo se ejecuta en una prensa, con cables de carga calibrada.  
- El estándar para la ejecución de ensayos de encovimiento y resistencia se cita a la norma ASTM C 222.

**Tipos de Falla:**  
(ASTM C 39)

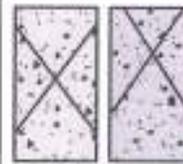
- 1: Ocaso razonablemente bien formados, en ambas bases, menos de 25mm de grietas entre capas.
- 2: Ocaso bien formado sobre una base, desplazamiento de grietas verticales a través de las capas, caso bien definido en la otra base.
- 3: Grietas verticales espesares en ambas bases, caso no bien formado.
- 4: Grietas diagonales/ sin grietas en las bases, golpear con martillo para diferenciar del tipo 1.
- 5: Fracturas de todo en las bases (superior e inferior) ocurren consistentemente con los casos de empuje.
- 6: Fractura en todo el perímetro de una base.

INGENIERO RESPONSABLE

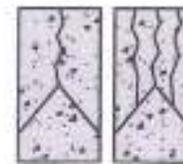
TIPO DE FRACTURA



**Luis Lopez Mendoga**  
ING. CIVIL CIP N° 75293  
ESPECIALISTA DE LABORATORIO



TIPO - 1



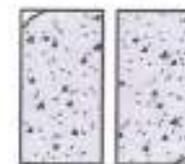
TIPO - 2



TIPO - 3



TIPO - 4



TIPO - 5



TIPO - 6

Muestra identificada y entregada por el solicitante, ensayo realizado según norma vigente.

**PRUEBAS DE RESISTENCIA A LA COMPRESION TESTIGOS CILINDRICOS DE CONCRETO**

Standard Test Method for Compressive Strength of Cylindrical concrete Specimens.  
ASTM C39/C39M-20

OBRA	"Análisis de la resistencia a la compresión del concreto F'c 175 Kg/cm <sup>2</sup> con la incorporación de fibra de agave lechuguilla, Moyobamba 2021"	CERTIFICADO	N° 2913
REALIZADO	RIMAICUNA CANO THALIA - ARMAS SOLANO ROCIO	ING. LABORATORIO	Ing. P.O.M.G
LUGAR	Moyobamba	SUPERVISADO POR	ING L.L.M
ESTRUCTURA	La que se describe	LUGAR DE EJECUCION	LM CECONSE
RESISTENCIA	175 kg/cm <sup>2</sup>	FECHA	31/05/2021
		HORA	12:10:00 p. m.

N°	DESCRIPCION	Fecha de aprobación	Fecha de ensayo	Edad (días)	Diámetro prueba (mm)	Altura prueba (mm)	Densidad (kg/m <sup>3</sup> )	Carga R <sub>u</sub> /f	Área de prueba (cm <sup>2</sup> )	Resistencia (kg/cm <sup>2</sup> )	F'c DISEÑO (kg/cm <sup>2</sup> )	(%) OBTENIDO	Tipo de Falla
10.00	5% Incorporación de fibra de agave lechuguilla	24/05/2021	31/05/2021	7.00	15.00	30.00	2.41	22,463.18	176.71	127.23	175	72.70	2
11.00	5% Incorporación de fibra de agave lechuguilla	24/05/2021	31/05/2021	7.00	15.00	30.00	2.40	22,856.23	176.71	138.43	175	73.39	4
12.00	5% Incorporación de fibra de agave lechuguilla	24/05/2021	31/05/2021	7.00	15.00	30.00	2.40	22,900.10	176.71	128.59	175	74.05	2

- P: Prueba / Carga máxima aplicada expresada en kg.  
- R': Resistencia a la compresión expresada en kg/cm<sup>2</sup>  
- Para el refrendado se utilizarán alfileres de aluminio de acuerdo al estándar de referencia.  
- Testigos curados en condiciones de laboratorio hasta la fecha de ensayo.  
- El ensayo se efectúa en una prensa, con cables de carga calibrados.  
- El ensayo para la ejecución de ensayos de resistencia y resistencia a la tracción se rige a la norma ASTM C 172.

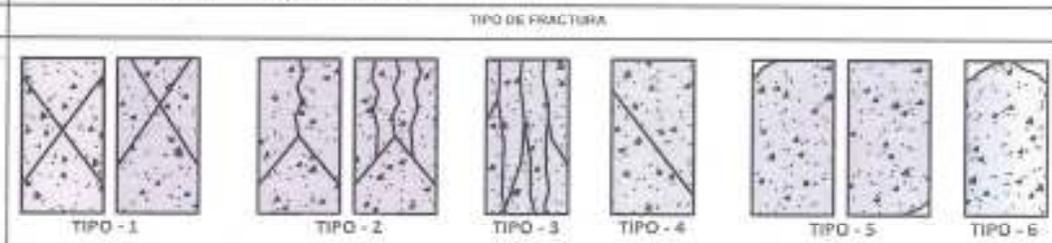
**Tipos de Falla (ASTM C 39)**

- 1: Conos casi totalmente bien formados, en ambos lados, menos de 25mm de grietas entre capas
- 2: Cono bien formado sobre una base, desplazamiento de grietas verticales a través de las capas, como bien definido en la otra base
- 3: Grietas verticales colaterales en ambas bases, conos se bien formados
- 4: Fractura abigarrada (sin grietas en las bases; gubesar con resilla para diferenciar del tipo 1)
- 5: Fractura de lado en las bases (superior e inferior) ocurren convenientemente con las capas de ardoado
- 6: Fractura en todo el perímetro de una base

INGENIERO RESPONSABLE



**Luis López Mendoza**  
ING. CIVIL CIP N° 75233  
ESPECIALISTA DE LABORATORIO

Mostrar identificación y entregada por el solicitante, ensayo realizado según normas vigentes.

---

**PRUEBAS DE RESISTENCIA A LA  
COMPRESIÓN DE TESTIGOS CILÍNDRICOS  
DE CONCRETO AL 0%, 1%, 3% Y 5% A LOS  
14 DÍAS**

---

**PRUEBAS DE RESISTENCIA A LA COMPRESION TESTIGOS CILINDRICOS DE CONCRETO**

Standard Test Method for Compressive Strength of Cylindrical concrete Specimens  
ASTM C39/C39M-20

OSER	"Análisis de la resistencia a la compresión del concreto F'c 175 Kg/cm2 con la incorporación de fibra de agave lechuguilla, Moyobamba 2021"	OTORGADO	N° 2914
REALIZADO POR	KIMACURA CARO THALIA - ARMAS SOLARIO BOCIO	LAB. LABORATORIO	Ing. P.O.N.O
LUGAR	Moyobamba	SUPERVISADO POR	ING. LL.M
ESTRUCTURA	Lo que se describe	LUGAR DE EJECUCIÓN	LM CECONSE
RESISTENCIA	175 kg/cm2	FECHA	07/06/2021
		HORA	07:00:00 p. m.

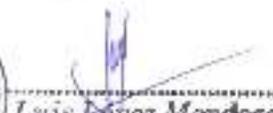
N°	DESCRIPCION	Fecha de muestreo	Fecha de ensayo	Diámetro (diámetro)	Alto (altura)	Área probeta (cm²)	Densidad (kg/cm³)	Carga (Kg)	Área de probeta (cm²)	Resistencia (kg/cm²)	F'c DISEÑO (kg/cm²)	RESISTENCIA	Tipo de falla
1.00	PATRON	24/05/2021	07/06/2021	14.00	14.00	96.00	2.25	25 805.58	116.71	161.26	170	92.91	1
2.00	PATRON	24/05/2021	07/06/2021	14.00	14.00	96.00	2.25	25 914.37	170.71	100.02	170	93.00	1
3.00	PATRON	24/05/2021	07/06/2021	14.00	14.00	96.00	2.15	25 875.51	152.05	167.00	170	90.00	1

- f (patrón) - Carga máxima aplicada expresada en Kg.
- F'c - Resistencia a la compresión expresada en kg/cm2
- F'c de diseño es el valor mínimo que se debe obtener al estar en el 95% de los ensayos.
- Testigos curados en condiciones de laboratorio hasta la fecha de ensayo.
- El ensayo se efectuó en una prensa, con carga de carga centrada.
- El ensayo se realizó de acuerdo al método de ensayo de compresión y resistencia a la flexión ASTM C 172.

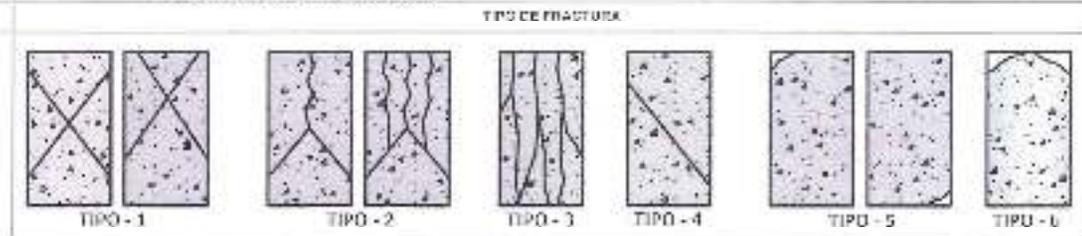
**Tipo de falla:**  
(ASTM C39)

1. Fractura por compresión del concreto, con fractura dúctil, en forma de punta de espátula, como se muestra.
2. Fractura por compresión del concreto, con fractura dúctil, en forma de punta de espátula, con fractura de tipo "X" como se muestra.
3. Fractura por compresión del concreto, con fractura dúctil, en forma de punta de espátula, con fractura de tipo "Y" como se muestra.
4. Fractura por compresión del concreto, con fractura dúctil, en forma de punta de espátula, con fractura de tipo "Z" como se muestra.
5. Fractura por compresión del concreto, con fractura dúctil, en forma de punta de espátula, con fractura de tipo "W" como se muestra.
6. Fractura por compresión del concreto, con fractura dúctil, en forma de punta de espátula, con fractura de tipo "V" como se muestra.

**INGENIERO RESPONSABLE**



**Luis López Mendoza**  
ING. CIVIL CIP N° 75233  
ESPECIALISTA DE LABORATORIO

**PRUEBAS DE RESISTENCIA A LA COMPRESION TESTIGOS CILINDRICOS DE CONCRETO**

Standard Test Method for Compressive Strength of Cylindrical concrete Specimens  
ASTM C39/C39M-20

OBRA	"Análisis de la resistencia a la compresión del concreto F'c 175 Kg/cm <sup>2</sup> con la incorporación de fibra de agave lechuguilla, Moyobamba 2021"	CERTIFICADO	Nº 2915
REALIZADO	RIMAICUNA CANO THALIA - ARMAS SOLANO ROCIO	IND. LABORATORIO	Ing. P.O.M.G
LUGAR	Moyobamba	SUPERVISADO POR	ING L.L.M
ESTRUCTURA	Lo que se describe	LUGAR DE EJECUCIÓN	LM CECONSE
RESISTENCIA	175 kg/cm <sup>2</sup>	FECHA	07/06/2021
		HORA	03:00:00 p.m.

Nº	DESCRIPCION	Fecha de ensayos	Fecha de ensayo	E'ho (kgf)	Diametro probeta (cm)	Alto probeta (cm)	Densidad (kg/m <sup>3</sup> )	Carga Rupt (kgf)	Area de probeta (cm <sup>2</sup> )	Resistencia (kgf/cm <sup>2</sup> )	F'c DISEÑO (kgf/cm <sup>2</sup> )	(%) OBTENIDO	Tipo de Falla
4.00	1% Incorporación de fibra de agave lechuguilla	24/05/2021	07/06/2021	14.00	15.00	30.00	2.43	30,135.58	176.71	170.53	175	97.45	2
5.00	1% Incorporación de fibra de agave lechuguilla	24/05/2021	07/06/2021	14.00	15.00	30.00	2.40	30,005.10	176.71	168.79	175	97.03	3
6.00	1% Incorporación de fibra de agave lechuguilla	24/05/2021	07/06/2021	14.00	15.00	30.00	2.40	30,231.40	176.71	171.07	175	97.76	1

F'ho (kgf): Carga máxima aplicada expresada en kgf  
 F'c: Resistencia a la compresión expresada en kgf/cm<sup>2</sup>  
 Para el referencial se utilizan circunferencias de referencia de acuerdo al estándar de referencia.  
 Testigos curados en condiciones de laboratorio hasta la fecha de ensayo.  
 El ensayo se efectúa en una prensa, con célula de carga calibrada.  
 El momento para la ejecución de ensayos de resistencia y estabilidad se refiere a la norma ASTM C 373.

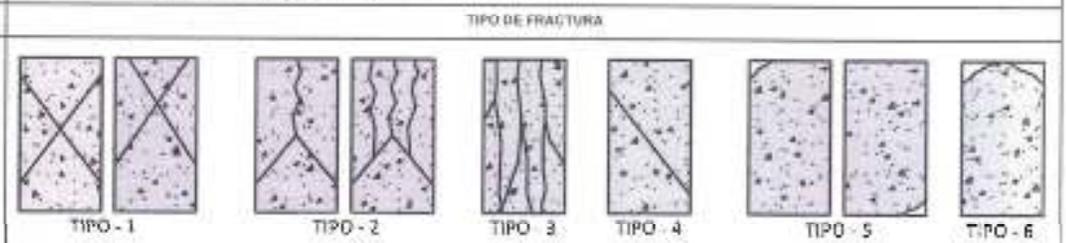
**Tipos de Falla (ASTM C 39)**

- 1: Carga necesariamente bien formada, en ambos bases, menos de 20mm de grietas entre capas.
- 2: Carga bien formada sobre una base, desplazamiento de grietas verticales a través de las capas, caso bien deficiente en la otra base.
- 3: Grietas verticales oblicuas en ambas bases, como en bien formado.
- 4: Fractura diagonal sin grietas en las bases; golpearse con martillo para diferenciar del tipo 1.
- 5: Fracturas de tipo en las bases (superior e inferior) ocurren simultáneamente con las capas de agregado.
- 6: Fractura en todo el perímetro de una base.

INGENIERO RESPONSABLE



**Luis Lopez Mendoza**  
ING. CIVIL CIP N° 75233  
ESPECIALISTA DE LABORATORIO



**PRUEBAS DE RESISTENCIA A LA COMPRESION TESTIGOS CILINDRICOS DE CONCRETO**

Standard Test Method for Compressive Strength of Cylindrical concrete Specimens  
ASTM C39/C39M 20

OBRA: "Análisis de la resistencia a la compresión del concreto F'c 175 Kg/cm<sup>2</sup> con la incorporación de fibra de agave lechuguilla, Moyobamba 2021"

REALIZADO: RIMAICUNA CANO THALIA - ARMAS SOLANO ROCIO

LUGAR: Moyobamba

ESTRUCTURA: Lo que se describe

RESISTENCIA: 175 kg/cm<sup>2</sup>

CERTIFICADO: N° 2916  
ING. LABORATORIO: Ing. P.O.M.G.  
SUPERVISADO POR: ING. L.L.M.  
LUGAR DE EJECUCIÓN: LM CECONSE  
FECHA: 07/06/2021  
HORA: 02:00:00 p. m.

N°	DESCRIPCION	Fecha de muestreo	Fecha de ensayo	Edad (días)	Diámetro probeta (mm)	Altura probeta (mm)	Distancia (kg/cm <sup>2</sup> )	Carga (kgf)	Área de probeta (cm <sup>2</sup> )	Resistencia (kg/cm <sup>2</sup> )	F'CDISEÑO (kg/cm <sup>2</sup> )	% OBTENIDO	Tipo de Falla
7.00	3% incorporación de fibra de agave lechuguilla	24/05/2021	07/06/2021	14.00	15.00	30.00	2.39	28,116.21	176.71	164.75	175	94.15	2
8.00	3% incorporación de fibra de agave lechuguilla	24/05/2021	07/06/2021	14.00	15.00	30.00	2.39	28,014.37	176.71	163.80	175	93.48	4
9.00	3% incorporación de fibra de agave lechuguilla	24/05/2021	07/06/2021	14.00	15.00	30.00	2.40	20,186.54	176.71	165.16	175	94.38	3

- F (kgf) : Carga máxima aplicada expresada en kgf

- F'c : Resistencia a la compresión expresada en kg/cm<sup>2</sup>

- Para el refrendado se utilizan almohadillas de neopreno de acuerdo al estándar de referencia,

- Señalar cualquier anomalía de laboratorio hacia la fecha de ensayo.

- El ensayo se efectúa en una prensa, con célula de carga calibrada.

- El sistema para la ejecución de ensayos de resistencia y resistencia se refiere a la norma ASTM C 39.

Ways de falla:  
(ASTM C 39)

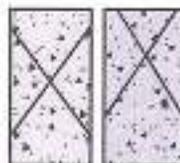
- 1: Carga razonablemente bien formada, en ambos bases, resaca de 25cm de gubeto entre capas
- 2: Carga bien formada sobre una base, desplazamiento de piezas verticales o trazo de las capas, con una deflexión en la otra base
- 3: Grietas verticales colapsadas en ambas bases, carga no bien formada
- 4: Fractura diagonal (diagonal en las bases, gubeto con martillo para diferenciar del tipo 1)
- 5: Fractura de todo en las bases (superior e inferior) examen cuidadosamente con los capos de ensayo
- 6: Fractura en todo el perímetro de una cara

INGENIERO RESPONSABLE

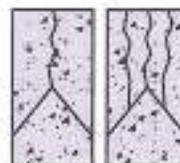


**Luis López Mendoza**  
ING. CIVIL CIP N° 75233  
ESPECIALISTA DE LABORATORIO

TIPO DE FRAC. / FRA.



TIPO - 1



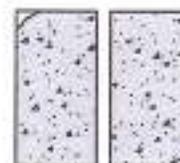
TIPO - 2



TIPO - 3



TIPO - 4



TIPO - 5



TIPO - 6

Muestra identificada y entregada por el solicitante, ensayo realizado según norma vigente.

**PRUEBAS DE RESISTENCIA A LA COMPRESION TESTIGOS CILINDRICOS DE CONCRETO**

Standard Test Method for Compressive Strength of Cylindrical concrete Specimens  
ASTM C39/C39M-20

OBRA : "Análisis de la resistencia a la compresión del concreto F'c 175 Kg/cm<sup>2</sup> con la incorporación de fibra de agave lechuguilla, Moyobamba 2021"

REALIZADO : RIMAICUNA CANO THALIA - ARMAS SOLANO RDCO

LUGAR : Moyobamba

ESTRUCTURA : Lo que se describe

RESISTENCIA : 175 kg/cm<sup>2</sup>

CERTIFICADO : N° 2917

ING. LABORATORIO : Ing. P.O.M.G

SUPERVISADO POR : ING L.L.M

LUGAR DE EJECUCION : LM CECONSE

FECHA : 07/06/2021

HORA : 03:00:00 p. m.

N°	DESCRIPCION	Fecha de sustrato	Fecha de ensayo	Edad (días)	Diámetro probeta (cm)	Alto probeta (cm)	Densidad (kg/cm <sup>3</sup> )	Carga Kg-f	Área de probeta (cm <sup>2</sup> )	Resistencia (kg/cm <sup>2</sup> )	F'c DISEÑO (kg/cm <sup>2</sup> )	(%) OBTENIDO	Tipo de Falla
10.00	5% Incorporación de fibra de agave lechuguilla	24/05/2021	07/06/2021	14.00	15.00	30.00	2.30	25,276.25	176.71	143.03	175	81.73	1
11.00	5% Incorporación de fibra de agave lechuguilla	24/05/2021	07/06/2021	14.00	15.00	30.00	2.40	25,472.90	176.71	144.15	175	82.37	1
12.00	5% Incorporación de fibra de agave lechuguilla	24/05/2021	07/06/2021	14.00	15.00	30.00	2.40	26,044.85	176.71	147.38	175	84.22	2

- F (mba) : Carga máxima aplicada expresada en kN

- F'c : Resistencia a la compresión expresada en kg/cm<sup>2</sup>

- Para el referencial se utilizará únicamente de ensayos de acuerdo al estándar de referencia.

- Testigos curados en condiciones de laboratorio hasta la fecha de ensayo.

- El ensayo se efectuó en una prensa, con carga controlada.

- El resultado para la ejecución de ensayos de endurecimiento y resistencia se rige a lo normado ASTM C 172.

**Tipo de Falla:**  
(ASTM C 39)

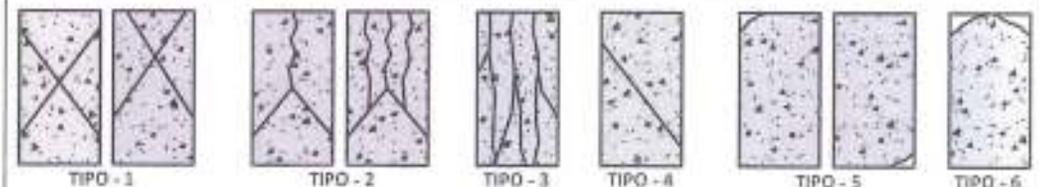
- 1: Carga razonablemente bien (uniforme), en ambas bases, menos de 25mm de grietas entre ejes
- 2: Carga bien firmada sobre una base, desplazamiento de grietas verticales a través de las capas, como bien definida en la otra base
- 3: Grietas verticales colapsando en ambas bases, como en bien firmada
- 4: Fractura diagonal en grietas en las bases; golpear con martillo para diferenciar del tipo 1
- 5: Fracturas de todo en las bases (superior o inferior) ocurren consistentemente con las capas de embotado
- 6: Fractura en toda el perímetro de una base

INGENIERO RESPONSABLE

TIPO DE FRACTURA



**Luis López Mendoza**  
ING. CIVIL CEP N° 75233  
ESPECIALISTA DE LABORATORIO



Revista identificada y entregada por el solicitante, ensayo realizado según norma vigente.

---

**RESULTADOS DE PRUEBAS DE  
RESISTENCIA A LA COMPRESIÓN DE  
TESTIGOS CILÍNDRICOS DE CONCRETO AL  
0%, 1%, 3% Y 5% A LOS 28 DÍAS**

---

**PRUEBAS DE RESISTENCIA A LA COMPRESION TESTIGOS CILINDRICOS DE CONCRETO**

Standard Test Method for Compressive Strength of Cylindrical concrete Specimens  
ASTM C39/C39M-20

OBRA : "Análisis de la resistencia a la compresión del concreto F'c 175 Kg/cm<sup>2</sup> con la incorporación de fibra de agave lechuguilla, Moyobamba 2021"

CERTIFICADO : N° 3011  
ING. LABORATORIO : Ing. P.O.M.G.  
SUPERVISADO POR : ING L.L.M  
LUGAR DE EJECUCION : LM CECONSE  
FECHA : 21/06/2021  
HORA : 03:30:00 p. m.

REALIZADO : RIMAICUNA CANO THALIA - ARMAS SOLANO ROCIO

LUGAR : Moyobamba

ESTRUCTURA : Lo que se describe

RESISTENCIA : 175 kg/cm<sup>2</sup>

N°	DESCRIPCION	Fecha de muestreo	Fecha de ensayo	Edad (días)	Diámetro probeta (cm)	Altura probeta (cm)	Demanda (kg/m <sup>3</sup> )	Carga Mg-f	Área de probeta (cm <sup>2</sup> )	Resistencia (kg/cm <sup>2</sup> )	F'c DISEÑO (kg/cm <sup>2</sup> )	(%) OBTENIDO	Tipo de Fractura
1.00	PATRON	24/05/2021	21/06/2021	28.00	15.20	30.00	2.16	32,198.76	181.46	177.44	175	101.40	3
2.00	PATRON	24/05/2021	21/06/2021	28.00	15.10	30.00	2.19	34,810.30	179.08	194.04	175	111.40	2
3.00	PATRON	24/05/2021	21/06/2021	28.00	15.20	30.00	2.16	34,716.62	181.46	191.32	175	109.33	3

- P (Mda) : Carga máxima aplicada expresada en libras  
- F'c : Resistencia a la compresión expresada en kg/cm<sup>2</sup>  
- Para el referencado se utilizan símbolos de resacas de acuerdo al estándar de referencia.  
- Testigos curados en condiciones de laboratorio hasta la fecha de ensayo.  
- El ensayo se efectúa en una Prensa, con caída de carga calibrada.  
- El ensayo para la ejecución de ensayo de asentamiento y resistencia se afila a la norma ASTM C172.

Tipos de Fractura (ASTM C 39)

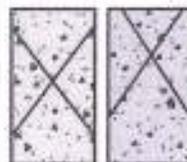
- 1: Capas razonablemente bien formadas, en ambas bases, menos de 25mm de grietas entre capas.
- 2: Codo bien formado sobre una base, desplazamiento de grietas verticales a través de las capas, codo bien definido en la otra base.
- 3: Grietas verticales columnares en ambas bases, codo no bien formado.
- 4: Fractura diagonal sin grietas en las bases; golpear con martillo para diferenciar del tipo 1.
- 5: Fracturas de leña en las bases (superior o inferior) ocurren conjuntamente con las capas de embudo.
- 6: Fractura en todo el perímetro de una base.

INGENIERO RESPONSABLE

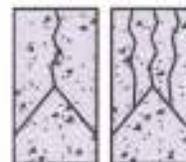


Luis Lopez Mendoza  
ING. CIVIL CIP N° 75233  
ESPECIALISTA DE LABORATORIO

TIPO DE FRACTURA



TIPO - 1



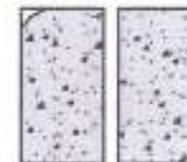
TIPO - 2



TIPO - 3



TIPO - 4



TIPO - 5



TIPO - 6

**PRUEBAS DE RESISTENCIA A LA COMPRESION TESTIGOS CILINDRICOS DE CONCRETO**

Standard Test Method for Compressive Strength of Cylindrical concrete Specimens  
ASTM C39/C39M-20

OBRA	"Análisis de la resistencia a la compresión del concreto F'c 175 Kg/cm <sup>2</sup> con la incorporación de fibra de agave lechuguilla, Moyobamba 2021"	CERTIFICADO	N° 3012
REALIZADO	RIMAJICUNA CANO THALIA - ARMAS SOLANO ROCIO	ING. LABORATORIO	ING. P.O.M.G
LUGAR	Moyobamba	SUPERVISADO POR	ING L.L.M
ESTRUCTURA	Lo que se describe	LUGAR DE EJECUCIÓN	LM CECONSE
RESISTENCIA	175 kg/cm <sup>2</sup>	FECHA	21/06/2021
		HORA	03:00:00 p.m.

N°	DESCRIPCION	Fecha de ensayo	Fecha de entrega	Edad (días)	Diámetro probeta (mm)	Altura probeta (mm)	Densidad (kg/m <sup>3</sup> )	Carga Kg/f	Área de probeta (cm <sup>2</sup> )	Resistencia (kg/cm <sup>2</sup> )	F' C OBTENIDO (kg/cm <sup>2</sup> )	(%) OBTENIDO	Tipo de Falla
4.00	1% incorporación de fibra de agave lechuguilla	24/05/2021	21/06/2021	28.00	15.10	30.00	2.32	36,655.45	179.08	198.11	175	113.77	2
5.00	1% incorporación de fibra de agave lechuguilla	24/05/2021	21/06/2021	28.00	15.20	30.10	2.30	35,753.31	181.46	197.03	175	112.59	2
6.00	1% incorporación de fibra de agave lechuguilla	24/05/2021	21/06/2021	28.00	15.20	30.00	2.27	36,337.41	181.46	200.25	175	114.43	2

- *P (límite)*: Carga máxima aplicada expresada en kN.  
 - *F'c*: Resistencia a la compresión expresada en kg/cm<sup>2</sup>.  
 - Para el referendado se utilizan símbolos de ensayo de acuerdo al atributo de referencia.  
 - Testigos curados en condiciones de laboratorio hasta la fecha de ensayo.  
 - El ensayo se efectúa en una prensa, con carga controlada.  
 - El método para la ejecución de ensayos de resistencia y asistencia se da a la norma ASTM C 372.

Tipo de Falla:  
ASTM C 309

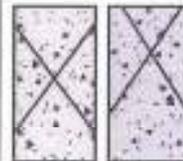
- 1) Cortes razonablemente bien formados, en ambos bases, entre de 25mm de grietas entre capas.
- 2) Corte bien formado sobre una base, desplazamiento de grietas verticales a través de las capas, con una base definida en la otra base.
- 3) Grietas verticales razonables en ambas bases, con una base formada.
- 4) Fractura desigual en grietas en las bases; golpear con martillo para diferenciar del tipo 1.
- 5) Fractura de todo en las bases (superior o inferior) ocurren consistentemente con las capas de empujadas.
- 6) Fractura en todo el perímetro de una base.

INGENIERO RESPONSABLE

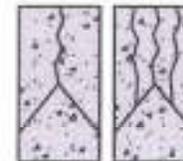


*Luis López Mendoza*  
ING. CIVIL CIP N° 75233  
ESPECIALISTA DE LABORATORIO

TIPO DE FRACTURA



TIPO - 1



TIPO - 2



TIPO - 3



TIPO - 4



TIPO - 5



TIPO - 6

Muestra identificada y entregada por el solicitante, ensayo realizado según norma vigente.

**PRUEBAS DE RESISTENCIA A LA COMPRESION TESTIGOS CILINDRICOS DE CONCRETO**

Standard Test Method for Compressive Strength of Cylindrical concrete Specimens  
ASTM C39/C39M-20

OBRA : "Análisis de la resistencia a la compresión del concreto F'c 175 Kg/cm<sup>2</sup> con la incorporación de fibra de agave lechuguilla, Moyobamba 2021"

REALIZADO : RIMAICUNA CANO THALIA - ARMAS SOLANO ROCIO

LUGAR : Moyobamba

ESTRUCTURA : La que se describe

RESISTENCIA : 175 kg/cm<sup>2</sup>

CERTIFICADO : N° 3014  
ING. LABORATORIO : Ing. P.O.M.G  
SUPERVISADO POR : ING L.L.M  
LUGAR DE EJECUCIÓN : LM CECONSE  
FECHA : 21/06/2021  
HORA : 03:30:00 p.m.

N°	DESCRIPCION	Fecha de muestreo	Fecha de ensayo	Edad (días)	Diámetro probeta (cm)	Altura probeta (cm)	Densidad (kg/m <sup>3</sup> )	Carga (Kgf)	Área de probeta (cm <sup>2</sup> )	Resistencia (kg/cm <sup>2</sup> )	F'CDISEÑO (kg/cm <sup>2</sup> )	(% DDT2400)	Tipo de Falla
7.00	3% incorporación de fibra de agave lechuguilla	24/05/2021	21/06/2021	28.00	15.00	30.00	2.35	32,888.88	176.71	186.11	175	106.35	3
8.00	3% incorporación de fibra de agave lechuguilla	24/05/2021	21/06/2021	28.00	15.00	30.00	2.39	33,195.72	176.71	187.85	175	107.34	1
9.00	3% incorporación de fibra de agave lechuguilla	24/05/2021	21/06/2021	28.00	15.00	30.00	2.36	33,333.33	176.71	186.63	175	107.79	2

- F (mód): Carga máxima aplicada expresada en kN  
- R<sub>1</sub>: Resistencia a la compresión expresada en kg/cm<sup>2</sup>  
- Para el referencial se utilizan estándares de referencia de acuerdo al estándar de referencia.  
- Testigos curados en condiciones de laboratorio hasta la fecha de ensayo.  
- Entrenso en aplicación en una Prensa, con cables de carga calibrados.  
- El ensayo para la ejecución de ensayos de asentamiento y resistencia se hizo a la norma ASTM C 173.

Tipo de Falla:  
(ASTM C 39)

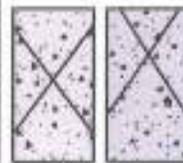
- 1: Corte razonablemente bien formado, en ambos bases, menos de 25mm de grietas entre capas
- 2: Corte bien formado sobre una base, desplazamiento de grietas verticales a través de las capas, como bien definido en la otra base
- 3: Grietas verticales columnares en ambas bases, como no bien formado
- 4: Fractura diagonal en grietas en las bases; golpear con martillo para diferenciar del tipo 1
- 5: Fractura de lado en las bases (superior o inferior) ocurren comúnmente con las capas de empujón
- 6: Fractura en todo el perímetro de una base

INGENIERO RESPONSABLE:

TIPO DE FRACTURA



**Luis Lopez Mendoza**  
ING. CIVIL CIP N° 75233  
ESPECIALISTA DE LABORATORIO



TIPO - 1



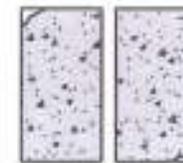
TIPO - 2



TIPO - 3



TIPO - 4



TIPO - 5



TIPO - 6

Muestra identificada y entregada por el solicitante, ensayo realizado según norma vigente.

**PRUEBAS DE RESISTENCIA A LA COMPRESION TESTIGOS CILINDRICOS DE CONCRETO**

Standard Test Method for Compressive Strength of Cylindrical concrete Specimens  
ASTM C39/C39M-20

OBRA : "Análisis de la resistencia a la compresión del concreto F'c 175 Kg/cm2 con la incorporación de fibra de agave lechuguilla, Moyobamba 2021"

REALIZADO : RIMAICUNA CANO THALIA - ARMAS SOLANO ROCIÓ

LUGAR : Moyobamba

ESTRUCTURA : Lo que se describe

RESISTENCIA : 175 kg/cm2

CERTIFICADO : N° 3015

ING. LABORATORIO : Ing. P.O.M.G.

SUPERVISADO POR : ING LLM

LUGAR DE EJECUCION : LM CECONSE

FECHA : 21/06/2021

HORA : 02:00:09 p. m.

N°	DESCRIPCION	Fecha de ensayos	Fecha de ensayo	Edad (Días)	Diámetro probeta (cm)	Altura probeta (cm)	Densidad (kg/m3)	Carga Kgf	Área de probeta (cm2)	Resistencia (kg/cm2)	F'c DISEÑO (kg/cm2)	(%) OBTENIDO	Tipo de Falla
10.00	5% incorporación de fibra de agave lechuguilla	24/05/2021	21/06/2021	28.00	15.00	30.00	2.39	28,143.73	176.71	164.92	175	94.24	1
11.00	5% incorporación de fibra de agave lechuguilla	24/05/2021	21/06/2021	28.00	15.00	30.00	2.40	27,410.81	176.71	155.11	175	88.64	2
12.00	5% incorporación de fibra de agave lechuguilla	24/05/2021	21/06/2021	28.00	15.00	30.00	2.45	27,592.20	176.71	156.14	175	89.22	3

- P (kpa) : Carga máxima aplicada expresada en kpa  
- R'c : Resistencia a la compresión expresada en kg/cm2  
Para el resultado se utilizan simboles de recuento de acuerdo al estándar de referencia.  
Testigos curados en condiciones de laboratorio hasta la fecha de ensayo.  
El ensayo se ejecutó en una Prensa, con cable de carga calibrado.  
El momento para la ejecución de ensayo de asentamiento y resistencia se cifo a la norma ASTM C 172.

**Tipos de Falla (ASTM C 39)**

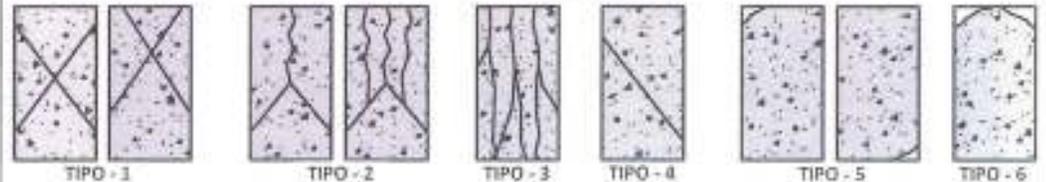
- 1: Como usualmente bien formados, en ambos bases, mayor de 25mm de grietas antes de romper
- 2: Como bien formados sobre una base, desplazamiento de grietas verticales a través de las capas, como bien definido en la otra base
- 3: Grietas verticales sobresalen en ambas bases, como bien formados
- 4: Fractura diagonal en grietas en las bases; golpear con martillo para diferenciar del tipo 1
- 5: Fracturas de todo en las bases (superior o inferior) ocurren consistentemente con las capas de empalme
- 6: Fractura en todo el perímetro de una base

INGENIERO RESPONSABLE

TIPO DE FRACTURA



**Luis López Mendoza**  
ING. CIVIL CIP N° 75233  
ESPECIALISTA DE LABORATORIO



Muestra identificada y entregada por el solicitante, ensayo realizado según norma vigente.

---

# **CERTIFICADO DE CALIBRACIÓN**

---

**CERTIFICADO DE CALIBRACIÓN****MT - LM - 238 - 2021***Área de Metrología  
Laboratorio de Masa*

Página 1 de 4

<b>1. Expediente</b>	<b>210118</b>
<b>2. Solicitante</b>	<b>LM CECOKSE E.I.R.L.</b>
<b>3. Dirección</b>	Carretera Fernando Belaunde Terry S/N, Moyobamba - Moyobamba - SAN MARTIN
<b>4. Equipo de medición</b>	<b>BALANZA ELECTRÓNICA</b>
Capacidad Máxima	30 000 g
División de escala (d)	1 g
Div. de verificación (e)	10 g
Clase de exactitud	III
Marca	<b>OHAUS</b>
Modelo	<b>R31P30</b>
Número de Serie	<b>8336130226</b>
Capacidad mínima	20 g
Procedencia	<b>U.S.A.</b>
Identificación	<b>NO INDICA</b>
Ubicación	<b>LABORATORIO DE MECANICA DE SUELOS</b>
<b>5. Fecha de Calibración</b>	<b>2021-05-22</b>

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

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

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

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

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

Fecha de Emisión

Jefe del Laboratorio de Metrología

Sello

2021-06-04



Firmado digitalmente por  
Eleazar Cesar Chavez Raraz  
Fecha: 2021.06.04 15:56:06  
-05'00'



Área de Metrología  
Laboratorio de Masa

## CERTIFICADO DE CALIBRACIÓN

### MT - LM - 238 - 2021

Página 2 de 4

#### 6. Método de Calibración

La calibración se realizó mediante el método de comparación directa, según el PC-001 1ra Edición, 2019: "Procedimiento para la calibración de balanzas de funcionamiento no automático clase III y clase IIII" del INACAL-DM.

#### 7. Lugar de calibración

##### LABORATORIO DE MECANICA DE SUELOS

Carretera Fernando Belaunde Terry S/N, Moyobamba - Moyobamba - SAN MARTIN

#### 8. Condiciones Ambientales

	Inicial	Final
Temperatura (°C)	27,8	28,0
Humedad Relativa (%)	62	63

#### 9. Patrones de referencia

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

Trazabilidad	Patrón utilizado	Certificado de calibración
PESAS (Clase de exactitud E1) DM - INACAL LM-075-2020	Pesa (exactitud E2)	LM-C-257-2020
PESAS (Clase de exactitud F1) DM - INACAL IP-214-2020	Pesas (exactitud M1)	SGM-A-2194-2020
PESA (Clase de exactitud F1) DM - INACAL LM-C-152-2020	Pesa (exactitud M1)	SGM-A-2145-2020
PESAS (Clase de exactitud M1) METROIL : M-1568-2019	Pesas (exactitud M2)	SGM-A-1533-2020
PESA (Clase de exactitud E1) HAFNER: 101876-D-K-15192-01-00	Pesa (exactitud F1)	M-0759-2020

#### 10. Observaciones

- Se colocó una etiqueta autoadhesiva con la indicación de **CALIBRADO**.

## CERTIFICADO DE CALIBRACIÓN MT - LM - 238 - 2021

Área de Metrología  
Laboratorio de Masa

Página 3 de 4

### 11. Resultados de Medición

#### INSPECCIÓN VISUAL

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

#### ENSAYO DE REPETIBILIDAD

	Inicial	Final
Temperatura	27,9 °C	27,8 °C

Medición Nº	Carga L1 = 15 000,0 g			Carga L2 = 30 000,0 g		
	I (g)	ΔL (g)	E (g)	I (g)	ΔL (g)	E (g)
1	15 000	0,5	0,0	29 999	0,6	-1,1
2	15 000	0,6	-0,1	30 000	0,6	-0,1
3	15 000	0,5	0,0	29 999	0,5	-1,0
4	15 000	0,6	-0,1	30 000	0,5	0,0
5	15 000	0,5	0,0	30 000	0,4	0,1
6	15 000	0,5	0,0	30 000	0,5	0,0
7	15 000	0,6	-0,1	30 000	0,5	0,0
8	15 000	0,5	0,0	29 999	0,6	-1,1
9	15 000	0,6	-0,1	30 000	0,6	-0,1
10	15 000	0,6	-0,1	30 000	0,5	0,0
	Diferencia Máxima		0,1	Diferencia Máxima		1,2
	Error Máximo Permissible		± 20,0	Error Máximo Permissible		± 30,0

#### ENSAYO DE EXCENTRICIDAD

2	5
1	
3	4

Posición de  
las cargas

	Inicial	Final
Temperatura	27,9 °C	28 °C

Posición de la Carga	Determinación del Error en Cero Eo				Determinación del Error Corregido Ec				
	Carga Mínima*	I (g)	ΔL (g)	Eo (g)	Carga (L)	I (g)	ΔL (g)	E (g)	Ec (g)
1	10,0 g	10	0,5	0,0	10 000,0 g	9 999	0,5	-1,0	-1,0
2		10	0,6	-0,1		9 999	0,5	-1,0	-0,9
3		10	0,6	-0,1		9 999	0,6	-1,1	-1,0
4		10	0,5	0,0		10 001	0,6	0,9	0,9
5		10	0,5	0,0		10 000	0,5	0,0	0,0
		Error máximo permisible							± 20,0

\* Valor entre 0 y 10e

Área de Metrología  
Laboratorio de Masa

**CERTIFICADO DE CALIBRACIÓN**  
**MT - LM - 238 - 2021**

Página 4 de 4

**ENSAYO DE PESAJE**

Temperatura	Inicial	Final
	28 °C	28 °C

Carga L (g)	CARGA CRECIENTE				CARGA DECRECIENTE				± e.m.p (g)**
	l (g)	ΔL (g)	E (g)	E <sub>c</sub> (g)	l (g)	ΔL (g)	E (g)	E <sub>c</sub> (g)	
10,0	10	0,5	0,0						
20,0	20	0,6	-0,1	-0,1	20	0,6	-0,1	-0,1	10,0
100,0	100	0,6	-0,1	-0,1	100	0,5	0,0	0,0	10,0
500,0	500	0,5	0,0	0,0	500	0,5	0,0	0,0	10,0
1 000,0	1 000	0,5	0,0	0,0	1 000	0,4	0,1	0,1	10,0
5 000,0	5 000	0,6	-0,1	-0,1	5 000	0,5	0,0	0,0	10,0
10 000,0	10 000	0,5	0,0	0,0	10 000	0,4	0,1	0,1	20,0
15 000,0	15 000	0,5	0,0	0,0	15 000	0,5	0,0	0,0	20,0
20 000,9	19 999	0,4	-1,8	-1,8	19 999	0,4	-1,8	-1,8	20,0
25 000,9	25 000	0,5	-0,9	-0,9	24 999	0,4	-1,8	-1,8	30,0
30 000,9	30 000	0,5	-0,9	-0,9	30 000	0,5	-0,9	-0,9	30,0

\*\* error máximo permisible

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

ΔL: Carga adicional.  
E: Error encontrado

E<sub>0</sub>: Error en cero.  
E<sub>c</sub>: Error corregido.

**LECTURA CORREGIDA**

$$R_{\text{CORREGIDA}} = R + 2,66 \times 10^{-8} \times R$$

**INCERTIDUMBRE**

$$U = 2 \times \sqrt{4,97 \times 10^{-1} \text{ g}^2 + 3,82 \times 10^{-3} \times R^2}$$

**12. Incertidumbre**

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

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

**CERTIFICADO DE CALIBRACIÓN**  
**MT - LF - 120 - 2021***Área de Metrología*  
*Laboratorio de Fuerza*

Página 1 de 3

<b>1. Expediente</b>	<b>210118</b>
<b>2. Solicitante</b>	<b>LM CECONSE E.I.R.L.</b>
<b>3. Dirección</b>	Carretera Fernando Belaunde Terry S/N, Moyobamba - Moyobamba - SAN MARTIN
<b>4. Equipo</b>	<b>PRENSA DE CONCRETO</b>
Capacidad	2000 kN
Marca	A&A INSTRUMENTS
Modelo	STYE-2000
Número de Serie	70824
Procedencia	CHINA
Identificación	NO INDICA
Indicación	DIGITAL
Marca	MC
Modelo	LM-02
Número de Serie	NO INDICA
Resolución	0,01 / 0,1 kN (*)
Ubicación	<b>LABORATORIO DE MECANICA DE SUELOS</b>
<b>5. Fecha de Calibración</b>	<b>2021-05-24</b>

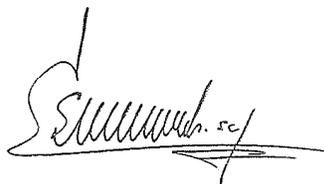
Este certificado de calibración documenta la trazabilidad a los patrones nacionales o internacionales, que realizan las unidades de la medición de acuerdo con el Sistema Internacional de Unidades (SI).

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

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

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

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

**Fecha de Emisión****2021-06-04****Jefe del Laboratorio de Metrología**Firmado digitalmente por  
Eleazar Cesar Chavez Raraz  
Fecha: 2021.06.04 16:00:12  
-05'00'**Sello**

**CERTIFICADO DE CALIBRACIÓN**  
**MT - LF - 120 - 2021**

Área de Metrología  
Laboratorio de Fuerza

Página 2 de 3

**6. Método de Calibración**

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

**7. Lugar de calibración****LABORATORIO DE MECANICA DE SUELOS**

Carretera Fernando Belaunde Terry S/N, Moyobamba - Moyobamba - SAN MARTIN

**8. Condiciones Ambientales**

	Inicial	Final
Temperatura	26,5 °C	26,7 °C
Humedad Relativa	65 % HR	64 % HR

**9. Patrones de referencia**

Trazabilidad	Patrón utilizado	Informe/Certificado de calibración
Celdas patrones calibradas en HOTTINGER BALDWIN MESSTECHNIK GmbH - Alemania 2020-187747 / 2020-195857	Celda de carga calibrado a 1500 kN con incertidumbre del orden de 0,6 %	LEDI-PUCP INF-LE-024-21A

**10. Observaciones**

- Se colocó una etiqueta autoadhesiva con la indicación CALIBRADO.
- Durante la realización de cada secuencia de calibración la temperatura del equipo de medida de fuerza permanece estable dentro de un intervalo de  $\pm 2,0$  °C.
- El equipo no indica clase sin embargo cumple con el criterio para máquinas de ensayo uniaxiales de clase de 1,0 según la norma UNE-EN ISO 7500-1.
- (\*) La resolución del indicador es 0,01 kN para lecturas menores a 1000 kN y 0,1 kN para lecturas fuera de este rango.

## CERTIFICADO DE CALIBRACIÓN MT - LF - 120 - 2021

Área de Metrología

Laboratorio de Fuerza

Página 3 de 3

### 11. Resultados de Medición

Indicación del Equipo		Indicación de Fuerza (Ascenso) Patrón de Referencia			
%	$F_i$ (kN)	$F_1$ (kN)	$F_2$ (kN)	$F_3$ (kN)	$F_{Promedio}$ (kN)
10	100,0	100,4	100,8	100,5	100,6
20	200,0	201,1	201,5	200,9	201,2
30	300,0	301,9	301,6	301,7	301,7
40	400,0	401,9	402,0	401,6	401,9
50	500,0	504,6	504,7	504,3	504,6
60	600,0	605,6	605,8	605,8	605,7
70	700,0	706,3	706,4	706,5	706,4
80	800,0	807,5	807,9	807,3	807,6
90	900,0	901,5	901,7	901,5	901,5
100	1000,0	996,6	996,9	996,8	996,8
Retorno a Cero		0,0	0,0	0,0	

Indicación del Equipo $F$ (kN)	Errores Encontrados en el Sistema de Medición				Incertidumbre $U$ (k=2) (%)
	Exactitud $q$ (%)	Repetibilidad $b$ (%)	Reversibilidad $v$ (%)	Resol. Relativa $a$ (%)	
100,0	-0,59	0,34	---	0,01	0,55
200,0	-0,59	0,27	---	0,01	0,55
300,0	-0,57	0,10	---	0,00	0,55
400,0	-0,46	0,12	---	0,00	0,55
500,0	-0,90	0,07	---	0,00	0,55
600,0	-0,94	0,04	---	0,00	0,55
700,0	-0,91	0,03	---	0,00	0,55
800,0	-0,94	0,08	---	0,00	0,55
900,0	-0,17	0,02	---	0,00	0,55
1000,0	0,32	0,03	---	0,00	0,55

MÁXIMO ERROR RELATIVO DE CERO ( $f_0$ )	0,00 %
---	--------

### 12. Incertidumbre

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

---

# **ANEXO: 3**

## **PANEL FOTOGRAFICO**

“Análisis de la resistencia a la compresión del concreto  $f'c=75\text{kg/cm}^2$  con la incorporación de fibra de agave lechuguilla, Moyobamba 2021”

### 3.1. Obtención de los materiales



**Fotografía 1.** Obtención del agregado grueso



**Fotografía 2.** Obtención del agregado fino



**Fotografía 3.** Obtención de la fibra de agave lechuguilla



**Fotografía 4.** Secado de la fibra de agave lechuguilla

### 3.2. Contenido de humedad

(Agregado grueso)



**Fotografía 5.** Cuarteo del material



**Fotografía 6.** Peso de la tara



**Fotografía 7.** Peso del agregado grueso + tara



**Fotografía 8.** Secado del material +/- 110°C



**Fotografía 9.** Peso del material secado

## Contenido de humedad

(Agregado fino)



**Fotografía 10.** Peso de la muestra+ la tara



**Fotografía 11.** Secado del material+/- 110°C



**Fotografía 12.** Peso del material secado

## 3.3. Análisis Granulométrico

(Agregado grueso)



**Fotografía 13.** Lavado del material



**Fotografía 14.** Muestra lavada previa a su colocación al horno



**Fotografía 15.** Secado del material +/- 110°C



**Fotografía 16.** Colocación de la muestra seca a los tamices



**Fotografía 17.** Peso del material seco retenido

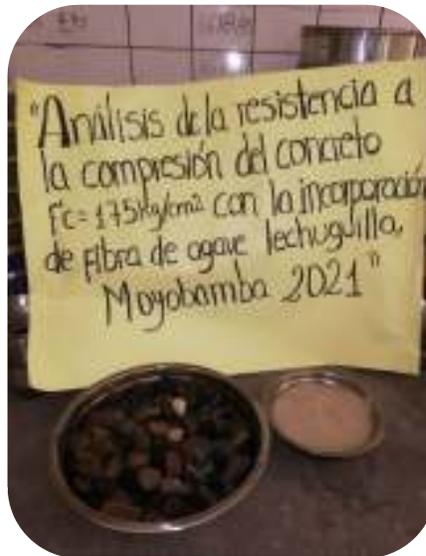


**Fotografía 18.** Peso del material seco

(Agregado Fino)



**Fotografía 19.** Lavado del material



**Fotografía 20.** Muestra lavada previa a su colocación al horno



**Fotografía 21.** Secado del material  $\pm 110^\circ\text{C}$



**Fotografía 22.** Colocación de la muestra seca a los tamices



**Fotografía 23.** Colocación de la muestra retenida a la tara



**Fotografía 24.** Peso del material seco retenido

### 3.4. Peso específico y absorción de los agregados

(Agregado grueso)



**Fotografía 25.** Equipos a utilizar



**Fotografía 26.** Peso del material



**Fotografía 27.** Peso del material húmedo



**Fotografía 28.** Secado del material



**Fotografía 29.** Peso del material seco

(Agregado fino)



**Fotografía 30.** Peso del material + tara



**Fotografía 31.** Peso de la fiola + agua



**Fotografía 32.** Peso de la fiola + agua + material

## Peso unitario de los agregados (P.US-PUC)

(Agregado grueso)



**Fotografía 33.** Vibración por capa con 25 golpes



**Fotografía 34.** Peso del material suelto

(Agregado fino)



**Fotografía 35.** Vibración por capa con 25 golpes



**Fotografía 36.** Peso del material compactado

### 3.5. Diseño de mezcla



**Fotografía 37.** Ensayo del concreto en estado endurecido (slump) con 1% de fibra de agave lechuguilla (4")



**Fotografía 38.** Colocación de la mezcla de concreto 175 kg/cm<sup>2</sup> a los moldes



**Fotografía 39.** Desencofrado de probetas y fecha de muestreo



**Fotografía 40.** Curado de probetas al 0%, 1%, 3% y 5%



**Fotografía 41.** Curado de probetas al 0%, 1%, 3% y 5%



**Fotografía 42.** Altura de probeta (30cm)



**Fotografía 43.** Diámetro de probeta (15cm)



**Fotografía 44.** Peso de probeta al 0%



**Fotografía 45.** Peso de probeta al 1%



**Fotografía 46.** Peso de probeta al 3%



**Fotografía 47.** Peso de probeta al 5%



**Fotografía 48.** Colocación de probeta



**Fotografía 49.** Rotura de probeta tipo 2



**Fotografía 50.** Rotura de probeta tipo 2



**Fotografía 51.** Lectura de probeta a los 7 días con 5% de fibra de agave lechuguilla



**Fotografía 52.** Lectura de probeta a los 14 días del concreto convencional



**Fotografía 53.** Lectura de probeta a los 28 días del concreto convencional



**Fotografía 54.** Lectura de probeta a los 28 días con 1% de fibra de agave lechuguilla