



**UNIVERSIDAD CÉSAR VALLEJO**

**FACULTAD DE INGENIERÍA Y ARQUITECTURA**

**ESCUELA PROFESIONAL DE INGENIERÍA CIVIL**

“Incorporación de fibras de polipropileno para mejorar propiedades mecánicas del concreto F’c 210 kg/cm<sup>2</sup> en pavimentos rígidos, Lima – 2022”

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

**Autores:**

Curo Cornetero, Jorge Onell ( [orcid.org/0000-0001-5590-5155](https://orcid.org/0000-0001-5590-5155) )

Huaytalla Huaman, Robert Max( [orcid.org/0000-0001-5880-8780](https://orcid.org/0000-0001-5880-8780) )

**Asesor:**

Mg. Casso Valdivia, Hugo ( [orcid.org/0000-0002-7891-0819](https://orcid.org/0000-0002-7891-0819) )

**LÍNEA DE INVESTIGACIÓN:**

Diseño de infraestructura vial

**LÍNEA DE RESPONSABILIDAD UNIVERSITARIA:**

Desarrollo sostenible y adaptación al cambio climático

LIMA – PERÚ

2022

## **Dedicatoria**

A mis padres Margarita y Melquiades y a mi esposa Rosmery por ser mi apoyo incondicional en todo momento.

Huaytalla Huaman Robert Max

A mis padres María y Jorge por ser mi apoyo incondicional en todo momento.

Curo Cornetero Jorge Onell

## **Agradecimiento**

A Dios, por cuidar cada uno de nuestros pasos, brindarnos salud y buena ventura.

A cada uno de nuestros docentes que formaron parte de nuestro desarrollo universitario.

A nuestro asesor el Mg. Casso Valdivia Hugo.

## Índice de contenidos

Dedicatoria.....	ii
Agradecimiento .....	iii
Índice de contenido .....	iv
Índice de tablas .....	v
Índice de figuras.....	vii
Resumen.....	viii
Abstract.....	ix
I. INTRODUCCIÓN .....	1
II. MARCO TEÓRICO .....	4
III. METODOLOGÍA .....	11
3.1. Tipo y diseño de investigación .....	11
3.2. Variables y operacionalización .....	12
3.3. Población, muestra y muestreo .....	14
3.4. Técnicas e instrumentos de recolección de datos .....	16
3.5. Procedimientos .....	18
3.6. Método de análisis de datos.....	21
3.7. Aspectos éticos .....	22
IV. RESULTADOS .....	23
V. DISCUSIÓN.....	50
VI. CONCLUSIONES .....	54
VII. RECOMENDACIONES .....	55
REFERENCIAS .....	56
ANEXOS	

## Índice de tablas

<b>Tabla 1.</b> Evaluación de cantidad de muestras en función a las proporciones de fibra.....	16
<b>Tabla 2.</b> Ficha técnica de la fibra de polipropileno .....	24
<b>Tabla 3.</b> Granulometría agregado grueso .....	25
<b>Tabla 4.</b> Gravedad específica y absorción del agregado .....	26
<b>Tabla 5.</b> Ensayo de peso unitario .....	26
<b>Tabla 6.</b> Granulometría del agregado fino.....	27
<b>Tabla 7.</b> Ensayo de peso unitario del agregado fino .....	28
<b>Tabla 8.</b> Gravedad específica y absorción del agregado fino.....	28
<b>Tabla 9.</b> Contenido de humedad.....	29
<b>Tabla 10.</b> Diseño de mezcla patrón y con fibra de polipropileno .....	30
<b>Tabla 11.</b> Resistencia a compresión de las probetas a los 7 días.....	31
<b>Tabla 12.</b> Resistencia a compresión de las probetas a los 28 días.....	31
<b>Tabla 13.</b> Resistencia a la compresión del concreto patrón .....	32
<b>Tabla 14.</b> Resistencia a la compresión del concreto incorporando 0.5% FPP.....	32
<b>Tabla 15.</b> Resistencia a la compresión del concreto incorporando 1.0% FPP.....	33
<b>Tabla 16.</b> Resistencia a la compresión del concreto incorporando 1.5% FPP.....	33
<b>Tabla 17.</b> Resistencia a tracción por compresión diametral de las probetas a los 7 días.....	35
<b>Tabla 18.</b> Resistencia a tracción por compresión diametral de las probetas a los 28 días.....	35
<b>Tabla 19.</b> Resistencia a tracción del concreto patrón.....	36
<b>Tabla 20.</b> Resistencia a tracción del concreto incorporando 0.5% FPP .....	36
<b>Tabla 21.</b> Resistencia a tracción del concreto incorporando 1.0% FPP .....	37
<b>Tabla 22.</b> Resistencia a tracción del concreto incorporando 1.5% FPP .....	37
<b>Tabla 23.</b> Resistencia a la flexión de las probetas a los 7 días .....	39

<b>Tabla 24.</b> Resistencia a la flexión de las probetas a los 28 días .....	39
<b>Tabla 25.</b> Resistencia a la flexión del concreto patrón .....	40
<b>Tabla 26.</b> Resistencia a la flexión del concreto incorporando 0.5% FPP.....	40
<b>Tabla 27.</b> Resistencia a la flexión del concreto incorporando 1.0% FPP.....	41
<b>Tabla 28.</b> Resistencia a la flexión del concreto incorporando 1.5% FPP.....	41
<b>Tabla 29.</b> Prueba de normalidad para la resistencia a la compresión de 28 días.	43
<b>Tabla 30.</b> Prueba de Kruskal Wallis de las resistencias a la Compresión 28 días	44
<b>Tabla 31.</b> Prueba Post-Hoc de las resistencias a la Compresión 28 días .....	44
<b>Tabla 32.</b> Pruebas de normalidad de las resistencias a la Tracción 28 días .....	45
<b>Tabla 33.</b> Prueba ANOVA de las resistencias a la Tracción 28 días .....	46
<b>Tabla 34.</b> Medias de las resistencias a la Tracción 28 días según HSD Tukey....	46
<b>Tabla 35.</b> Prueba de normalidad de las resistencias a la flexión 28 días .....	48
<b>Tabla 36.</b> Prueba de Kruskal Wallis de las resistencias a la Flexión 28 días .....	49
<b>Tabla 37.</b> Prueba Post – Hoc para la resistencia a la flexión 28 días.....	49

## Índice de figuras

<i>Figura 1.</i> Ensayo de resistencia a la compresión de probetas. ....	20
<i>Figura 2.</i> Ensayo de resistencia a la tracción por compresión diametral .....	20
<i>Figura 3.</i> Ensayo de resistencia a la flexión a las vigas. ....	21
<i>Figura 4.</i> Fibra de polipropileno utilizada en nuestro concreto.. ....	24
<i>Figura 5.</i> Curva granulométrica del agregado grueso. ....	25
<i>Figura 6.</i> Curva granulométrica del agregado fino. ....	27
<i>Figura 7.</i> Asentamiento para diferentes tipos de consistencias.....	29
<i>Figura 8.</i> Tendencia de resultados de ensayos de resistencia a la compresión. .	34
<i>Figura 9.</i> Tendencia de resultados de ensayos de resistencia a tracción. ....	38
<i>Figura 10.</i> Tendencia de resultados de ensayos de resistencia a la Flexión.....	42
<i>Figura 11.</i> Comparación de incremento de resistencia a la compresión incorporando fibra de polipropileno, de la primera discusión. ....	51
<i>Figura 12.</i> Comparación de incremento de resistencia a la tracción incorporando fibra de polipropileno, de la segunda discusión .....	52
<i>Figura 13.</i> Comparación de incremento de resistencia a la flexión incorporando fibra de polipropileno, de la tercera discusión.....	53

## Resumen

La presente investigación tuvo como objetivo general “Determinar de qué forma afecta la incorporación de fibra de polipropileno en el mejoramiento de las propiedades mecánicas del concreto”. El tipo de investigación es aplicada teniendo un enfoque cuantitativo, el diseño de investigación es Cuasi-experimental, debido a que manipulo solo una variable que fue la independiente, siendo así porque se utilizaron proporciones de 0.5, 1.0 y 1.5% con respecto al concreto patrón de diseño  $F'c$  210 kg/cm<sup>2</sup>, la población fue el diseño con incorporación y sin incorporación de fibra de polipropileno al concreto. Para este trabajo de investigación la muestra utilizada fue la evaluación de las propiedades mecánicas del concreto  $F'c$  210 kg/cm<sup>2</sup>, donde fueron ensayadas 72 probetas, utilizando 3 muestras para cada diseño, para el ensayo de resistencia a la compresión se utilizó 24 probetas (12 para 7 y 12 para 28 días) con la dosificación para el concreto patrón, 0.5%, 1% y 1.5% respectivamente, de igual manera para los ensayos a tracción y flexión. Tomando en cuenta los datos obtenidos, hemos determinado que existió un aumento de resistencia a la compresión, tracción y flexión con respecto al concreto patrón, siendo la dosificación más favorable la de 1.5% a 28 días.

**Palabras clave:** Fibra de Polipropileno, Propiedades mecánicas, Compresión, Tracción y Flexión.

## **Abstract**

The general objective of this research was "To determine how the incorporation of polypropylene fiber affects the improvement of the mechanical properties of concrete". The type of research is applied with a quantitative approach, the research design is Quasi-experimental, because I manipulated only one variable that was independent, this being the case because proportions of 0.5, 1.0 and 1.5% were used with respect to the specific pattern. of design F'c 210 kg/cm<sup>2</sup>, the population was the design with incorporation and without incorporation of polypropylene fiber to the concrete. For this research work, the sample used was the evaluation of the mechanical properties of concrete F'c 210 kg/cm<sup>2</sup>, where 72 specimens were tested, using 3 samples for each design, for the compressive strength test, 24 specimens were used. (12 for 7 and 12 for 28 days) with the dosage for the standard concrete, 0.5%, 1% and 1.5% respectively, in the same way for the tensile and bending tests. Taking into account the data obtained, we have determined that there was an increase in resistance to compression, traction and bending with respect to the standard concrete, the most favorable dosage being 1.5% at 28 days.

**Keywords:** Polypropylene Fiber, Mechanical properties, Compression, Traction and Flexion.

## I. INTRODUCCIÓN

Como realidad problemática en Lima- Perú, podemos ver que el crecimiento de la fabricación en el sector automotriz, hace que se genere investigaciones sobre otros elementos como soporte, para así evitar que el pavimento se deteriore de manera rápida por la excesiva carga vehicular y el aumento de la demanda de los vehículos, estos elementos que son adicionados necesariamente hacen que se evite el excesivo costo en los mantenimientos y a su vez evita que el tránsito se vea afectado por las fallas que se presenten en las pistas, hablamos del incremento de vehículos que en el Perú ha crecido de una manera considerable y lógicamente esto hace que se requiera de pistas que tengan una mejora en su estructura, para así evitar desgastes y fracturas, para que de esa forma poder darle una vida útil mayor. Nos hemos visto en la **necesidad de investigar** para saber de qué forma ayudaremos para que estos concretos tengan una duración más prolongada y que se eviten costos innecesarios a la hora de obtener un pavimento rígido. Presentamos a continuación la fibra de polipropileno para incorporarla a nuestro concreto como opción de solución ante la necesidad creciente en nuestra **sociedad** por tener pistas duraderas y que soporten la demanda vehicular que viene creciendo en el Perú, tenemos conocimiento que en el país las vías de tránsito se encuentran descuidadas en su gran mayoría por nuestras autoridades, esto hace que muchas poblaciones aun continúen transitando por trochas carrozables o pistas mal diseñadas para el flujo vehicular que existen en diversas partes del país. Isidro (2017) Nos presenta diversos estudios teóricos y experimentales, con el objetivo principal de obtener medidas eficaces en la forma como crea el diseño de su concreto y esto lo hizo con la incorporación de fibras de polipropileno, donde uso materiales de la ciudad misma donde se desarrolló la tesis, la metodología de esta investigación tuvo como objetivo buscar características estándar en su diseño para la mezcla que iba a realizar, que era para concreto  $F'c$  210 kg/cm<sup>2</sup>. También Master (2017) estudio la influencia en el uso del polipropileno en el comportamiento del concreto proyectado fresco y endurecido, realizando diversos ensayos, uno de ellos fue el ensayo de tracción que buscaron determinar y analizar la resistencia a tracción que muestra el concreto con el uso de la fibra de polipropileno, de acuerdo

a los datos extraídos en esa investigación se llegó a la conclusión, que los resultados lograron un incremento porcentual en su resistencia final.

Después de describir en nuestra realidad problemática el estado presente que muestra la conducta mecánica del concreto, describiendo sus dificultades y deficiencias que tiene dicho material en nuestra actualidad; así también como el reto que planteara estas restricciones a futuro, procederemos a formular el problema que pretendemos darle solución, así como a sus respectivos problemas específicos que tiene el problema general que vamos a investigar. Como **problema general** planteamos la siguiente pregunta ¿De qué manera la incorporación de fibra de polipropileno mejora las propiedades mecánicas del concreto  $F'_c$  210 kg/cm<sup>2</sup>?, Así mismo los **problemas específicos**: ¿Cómo influye la incorporación de fibra de polipropileno en la mezcla del concreto en su resistencia a la compresión?, ¿Cómo influye la incorporación de fibra de polipropileno en la mezcla del concreto en su resistencia a la tracción por compresión diametral? y ¿Cómo influye la incorporación de fibra de polipropileno en la mezcla de concreto en su resistencia a la flexión?

Este trabajo de investigación se **justifica teóricamente**, sirve para diseñar un concreto con características mecánicas que ayuden a aumentar la resistencia del mismo, el tema de nuestra investigación es mejorar la conducta mecánica del concreto al incorporarle fibra de polipropileno en su producción. **Justificación práctica**, elegimos esto a debido a que en nuestra actualidad el concreto es uno de los componentes con más demanda en la construcción de las edificaciones en diversas áreas, pero las características que tiene el concreto a lo largo de los años no han variado en la forma de utilizarlo, como principal característica del concreto tenemos su comportamiento mecánico, este mismo se especifica por tener un grado alto en cuanto resiste el concreto a la compresión, pero también tiene un nivel de resistencia baja a lo que es tracción, esto genera muchos desafíos en el ámbito actual de la construcción a base de concreto; por ese motivo elegimos como nuestra materia de investigación el mejorar la conducta mecánica de concreto con el fin de exponer la forma como añadir estas dichas fibras de polipropileno en su preparación en hormigón con el propósito de tratar de incrementar las propiedades que tienen el concreto, esencialmente como resiste a tracción y flexión que son las cargas que menos resiste, en su uso en los pavimentos rígidos. **Justificación**

**metodológica**, de esta manera en el transcurso de nuestra investigación iremos probando a base de estudios experimentales que realizaremos en el laboratorio. Con esta investigación que estamos proyectando, pretendemos aportar nuevos datos con respecto a la mejora de la función mecánica del concreto al usar la técnica de incorporación que se hace con las fibras de material polipropileno en lo que es su diseño, determinando de esta manera el acrecentamiento, a resistir a la tracción se trata, y de igual manera para su flexión que adquirirá el concreto. **Se justifica socialmente**, porque se busca dar garantía de procesos constructivos nuevos que impliquen el uso del polipropileno que es obtenido del plástico, que es una de los contaminantes más grandes que existe en nuestro planeta y que con su uso ayudemos a obtener un concreto con mejores características que nos ayudara a tener mejores estructuras, con una mejor proyección a futuro y por ende más seguras. Con respecto a la investigación que nos hemos proyectado y luego de establecer la formulación del problema de nuestra investigación a quienes pretendemos darles respuestas, procederemos a dar nuestros objetivos, estos se entienden como nuestras metas y objetivos, que pretendemos lograr con esta investigación a desarrollar. Como **objetivo general** que tenemos: Determinar de qué forma afecta la incorporación de fibra de polipropileno en el mejoramiento de las propiedades mecánicas del concreto. Tenemos como **objetivos específicos**: Averiguar de qué forma influye la incorporación de fibras de polipropileno en su nivel de resistencia a la compresión, Estimar la influencia de la incorporación de fibras de polipropileno en la resistencia a la tracción por compresión diametral y Evaluar de qué forma influye la incorporación de fibras de polipropileno en su nivel de resistencia a la flexión. Con respecto a lo planteado ,Como **hipótesis general** tenemos: Incorporando fibras de polipropileno en nuestra mezcla se mejora las propiedades mecánicas del concreto  $F'_c$  210 kg/cm<sup>2</sup>, luego tenemos como **Hipótesis específicas**: La incorporación de fibras de polipropileno contribuirá con mejorar la resistencia a la compresión del concreto  $F'_c$  210 kg/cm<sup>2</sup>, La incorporación de fibras de polipropileno influirá en el incremento de la resistencia a la tracción por compresión diametral del concreto  $F'_c$  210 kg/cm<sup>2</sup> y La incorporación de fibras de polipropileno influirá en la mejora de la resistencia a la flexión del concreto  $F'_c$  210 kg/cm<sup>2</sup>.

## II. MARCO TEÓRICO

Para Machuca (2021) nos muestra que se planteó el objetivo de ver que efecto tenía incorporar fibra de polipropileno en sus propiedades, tanto físico como mecánicas de un hormigón de diseño de  $210\text{kg/cm}^2$ , en esta investigación se tuvo como resultante en el soporte a compresión de su concreto patrón que a los siete días realizado consiguió una resistencia con promedio  $161.06\text{kg/cm}^2$ , y para los 28 días un promedio de  $251.05\text{kg/cm}^2$ . Luego para el diseño con 0.1% de fibra a los siete días el promedio fue de  $147.04\text{kg/cm}^2$  y a los 28 días obtuvo  $203.95\text{kg/cm}^2$  de resistencia; incorporando 0.25% a los siete y veintiocho días se logró obtener el promedio  $135.21\text{kg/cm}^2$  y  $190.49\text{kg/cm}^2$  respectivamente; Con fibra al 0.5% de incorporación se pudo obtener una resistencia promedio los 7 días de  $69.87\text{kg/cm}^2$  y a los veintiocho días  $94.96\text{kg/cm}^2$ . Seguidamente al 0.7% obtuvo un promedio de  $58.18\text{kg/cm}^2$  a los siete días, mientras que a los veintiocho resulto un promedio de  $82.7\text{kg/cm}^2$  y en la última mezcla con incorporación de 1% de polipropileno se obtuvo un promedio de  $48.68\text{kg/cm}^2$  a los siete días y  $68.30\text{kg/cm}^2$  a los veintiocho días.

Para Mohod (2015) estudio la incorporación de fibra de polipropileno en resistencia de su concreto. Donde sus agregados fueron, arena proveniente de un río que se utilizó como su agregado fino y luego para el grueso uso piedra de forma angular que tenía el tamaño de 2 cm, estos quedaron libres de suciedad para poder ser utilizado en el hormigón. Se uso el cemento Portland puzolana. La fibra usada fue monofilamento de polipropileno con un tamaño de la fibra de unos 6.20mm. Como su principal propósito de esta investigación busco encontrar resultados de mezclar fibras de polipropileno de diferentes de dosificaciones en 0%, 0.5%, 1%, 1.5% y 2%. La mitad de sus probetas de concreto las dejo expuestas a un entorno irregular con esto nos referimos al estado sin curar y con la otra parte si hicieron el curado dentro de un tanque. Concluyo, que, realizados los ensayos en el concreto para distintas situaciones de condición en la curación, en tanque con agua y en condiciones irregulares, al inicio para el irregular se obtuvo más en su fuerza de compresión que la que obtuvo en el tanque con agua, sin embargo, con el paso del tiempo que transcurría perdía su fuerza y por eso llegaba a una resistencia gustosa como la que sí tuvo de curado. es por ello, que, para obtener una mejora en la

resistencia, el curado es una medida fundamental. El polipropileno en fibras ayuda a reducir la contracción a una edad temprana y el desgaste de agua de la mezcla de concreto, inclusive cuando utilizo porciones de bajo volumen. El porcentaje que fue óptimo en fibra en su investigación fue de 0.5%, que en esa dosis aumento de manera significativa en la resistencia a la tracción y también a flexión.

Ambika, Sabitha & Pravinraj (2020) en su tesis su objetivo era presentar información sobre las aplicaciones de ingeniería civil de la industria productos como el polipropileno, que es técnicamente sólido y seguro, por lo que en base sobre esto pueden aumentar la resistencia del pavimento rígido y reducir el cemento consumo en el pavimento, la metodología de esta tesis es experimental, nos muestra el proceso de mezcla de hormigón. Curado y almacenamiento del concreto generan un aumento de resistencia a la compresión, añadiendo fibra de polipropileno, el incremento llego a ser de 5,56% cuando se utiliza 1,5% de fibra, en cuanto a la resistencia a la tracción, el aumento con la incorporación de polipropileno en fibra, el incremento llego a 5.89% incorpora polipropileno al 1,5%, la resistencia que se consiguió a la flexión crece con la adición de polipropileno en fibra, tuvo un incremento de 21,15% cuando se usa 1,5% de polipropileno, al sustituir cemento por fibra de polipropileno, conllevando a que fue posible hacer subir la resistencia a una dosis óptima de 1,5%, con ello el consumo de cemento reduce hasta determinado punto.

Saenz (2019) en su trabajo de investigación obtuvo resultados para la resistencia a la compresión a los 28 días, 118.7%, 123.3% y 118.8% % para concretos con fibra ultrafina de 200 g/m<sup>3</sup>, 300 g/m<sup>3</sup> y 400 g/m<sup>3</sup>. Donde afirmo que la resistencia a la compresión si aumenta con el uso de la fibra de polipropileno. También obtuvo los siguientes resultados para la resistencia a la tracción a los 28 días, 117%, 90.1% y 106% para concretos con la fibra de polipropileno de 200g/m<sup>3</sup>, 300 g/m<sup>3</sup> y 400 g/m<sup>3</sup>. Entonces obtuvo un aumento mínimo de capacidad de resistencia a la tracción. Por otro lado, para Chapoñan y Quispe (2017) Estudio el comportamiento del hormigón en el pavimento hidráulico agregando fibras de polipropileno. se constató que la fuerza de compresión, recibidos después de veintiocho días tiene un aumento de 6.9% con respecto a su concreto patrón. Para lo cual se tiene en cuenta un muy buen límite de inspección de los testigos y al mismo tiempo datos

fiables. Por otro lado, para Armas (2016) en su tesis tuvo como objetivo, realizar diseños de mezclas usuales de  $F'c$  175, 210 y 280 ( $kg/cm^2$ ). Donde para un  $F'c$  de 210 $kg/cm^2$  se realizó treinta y seis probetas, adicionando fibra de polipropileno en dosis de 200 $gr/m^3$ , 300 $gr/m^3$  y 400 $gr/m^3$  de concreto, se obtuvo un aumento de resistencia a la compresión a los 28 días un 0.9, 2.8 y 3% de la resistencia que obtuvo el patrón.

Para Inca y Mendoza (2019) en su investigación decidieron utilizar porcentajes de 5, 10 y 15% de fibras de material polipropileno esto con la intención de mejorar su resistencia en la compresión en su concreto  $F'c$  210 $kg/cm^2$ , logrando así obtener resultados a los siete días con el 5% un promedio de 295 $kg/cm^2$ , al 10% promedio 325 $kg/cm^2$  y en 15% ellos consiguieron un promedio de 190 $kg/cm^2$  se puede apreciar que a los siete días con 5% y 10% la resistencia estuvo sobre la resistencia proyectada y que en 15% se fue disminuyendo la resistencia obteniendo una carga por debajo del diseño. Seguidamente a los catorce días al 5, 10 y 15% obtuvieron ellos en su resistencia un promedio de 300, 276 y 220  $kg/cm^2$  respectivamente y por último a los veintiocho días se obtuvo la resistencia final del hormigón teniendo los resultados del patrón 317.3 $kg/cm^2$  luego al 5% de 322.3 $kg/cm^2$ , al 10% 302 $kg/cm^2$  y el 15% un promedio de 300 $kg/cm^2$ . Dándose a ver que solo el agregado al 5% supero al patrón y que a medida que se aumentaba el% de polipropileno disminuía la resistencia.

Para Baldeon (2017) en su trabajo de investigación incorporo fibras de polipropileno para así darle mejorara en propiedades del concreto hidráulico, obteniendo como resultados a los siete días incorporando 50% de fibra de polipropileno un promedio de 243.66 $kg/cm^2$  entre las tres probetas. Para el ensayo de la resistencia a la compresión se realizó también pruebas que a los siete días incorporando el 100% de fibra de polipropileno dándole al tesista como resultado un promedio de 255 $kg/cm^2$ , para el ensayo a los 28 días incorporando el 50% de fibra de polipropileno dio como resultado un promedio de 302.57 $kg/cm^2$  y para el ensayo de la resistencia a la compresión se llegó a tener a los veintiocho días con el 100% de fibra un resultado promedio de 326.20 $kg/cm^2$ . Para los ensayos a flexión para los siete días sin incorporar la fibra, obtuvo el tesista un resultado en módulo de rotura una resistencia de 39.2 $kg/cm^2$ , e incorporando la fibra de polipropileno se

logró obtener una resistencia de 40.6kg/cm<sup>2</sup>, para los ensayos a flexión para los 28 días sin incorporar la fibra de polipropileno obtuvo un resultado en módulo de rotura una resistencia de 36.7kg/cm<sup>2</sup>, e incorporando la fibra de polipropileno obtuvo una resistencia que fue de 43.5kg/cm<sup>2</sup>. Notándose que adicionando la fibra la resistencia fue más que sin adicionarla. Para Torres-Ortega et al. (2021) en su investigación obtuvo resultados positivos con la incorporación de fibra de polipropileno, para su resistencia a la flexión aumento porcentual en 22% incorporando 0.79% de fibra esto con respecto a su concreto patrón, teniendo así un incremento positivo en su resistencia. También para Guerra (2022) en su proyecto de investigación, tuvo resultados que son óptimos y que tuvieron mejoras considerables en sus propiedades mecánicas del concreto dándoles los resultados para el concreto para pavimento rígido, con respecto a la flexión su módulo de rotura fue de 36.48kg/cm<sup>2</sup>, que en porcentaje fue de 10.22 % eso con respecto a su concreto natural. Luego para la resistencia a la compresión obtuvo el resultado de 247kg/cm<sup>2</sup> superando en 17.62% a su concreto patrón.

Para Chávez (2019) en su trabajo se investigó la adición de 0.11, 0.22 y 0.33% de fibras de polipropileno, esto con respecto al volumen del concreto. Dándole como resultado en su resistencia a la compresión para los veintiocho días en las muestras con el 0.11% de polipropileno 228.13kg/cm<sup>2</sup>. Seguidamente los resultados en su resistencia a la compresión a los veintiocho días en las muestras con el 0.22% de polipropileno halló una resistencia de 233.08kg/cm<sup>2</sup> y los resultados en su resistencia a los 28 días en las muestras con el 0.33% de polipropileno una resistencia de 233.08kg/cm<sup>2</sup>.

Como bases teóricas mencionamos. Las fibras son hilos intermitentes, fabricados de muchas dimensiones y formas, mayormente son consignadas para ser usadas en hormigón. Su principal función es disminuir aparición de fisuras, también una próxima difusión de fallas enormes en las piezas de la estructura del hormigón (Maccaferri, 2018, p.3). Las fibras de polipropileno tienen un atributo que traspasa el comportamiento mecánico de este elemento y es la que resiste al fuego. Se ha demostrado que esta fibra en dosificaciones de hormigón de 1 kg / m<sup>3</sup> reduce y elimina la descamación de la carpeta de hormigón, ya que el material se funde a 160 ° C y permite que escape el vapor en su interior, eliminando las presiones

normalmente generadas (Sikafiber, 2019, p.6). El Sikafiber PE es una fibra vista como refuerzo de alta tenacidad, tiene una constitución combinada de monofilamentos enrollados, reticulados, que son distribuidos uniforme al interior del hormigón. Sus particularidades y primacías son que resiste al impacto, reducción a la debilidad, en mayor suma se consigue mejorar en la resistencia de compresión, tracción y no afecta la hidratación de nuestra mezcla (Sikafiber, 2019, p.5). El SikaFiber tiene absorción de energía, la resistencia a la tenacidad, resistencia al impacto, ductilidad del concreto y la resistencia residual, que se incrementan de manera considerable, estas se adicionan y así mejoran e incrementan la firmeza del producto, quiere decir que las estructuras inclusive luego del agrietamiento sigan siendo usadas normalmente. El hormigón fibroreforzado nos permite que la estructura absorba cargas luego de su fisuración sin terminar colapsando, esto nos dice que la estructura talvez seguirá funcionando sin algún problema. El polipropileno, es un material sintético que tienen un balance bueno de rigidez/impacto, es un producto con gran versatilidad con semejanza a casi todas las operaciones de construcción y procesos existentes, se utiliza en distintas formas de uso cuando sean requeridos. Las propiedades químicas del polipropileno, nos muestra una eficiencia más alta a la resistencia química de los solventes comunes, tiene un menor peso específico que se refiere que utilizando menos cantidad conseguiremos un producto ya culminado, aguanta temperaturas superiores y tiene una barrera para el vapor de agua, esto nos dice que evita el traspaso de humedad de cierta forma. Su aplicación es de uso mecánico. La eficacia que tiene la fibra hace que no se necesite alterar el diseño de la mezcla del hormigón, debido a que no se ve afectada la fluidez de este. esta fibra se puede adicionar antes, durante o después de haber hecho la mezcla. Se requiere un mínimo de tiempo en el mezclado por m<sup>3</sup> de 3 a 5 minutos. Se tiene conocimiento que esta fibra tiene como uno de sus usos para la fabricación de pavimentos rígidos. El concreto es la mezcla de insumos aglomerantes y agregados gruesos y finos. Es normal que se emplee para esto agua y cemento como aglomerante, si lo permite la situación puede usarse aditivos de una forma que se incremente las características del concreto (MTC, 2013, p.15). El hormigón es el compuesto mayor empleado en las edificaciones, se genera mezclando el cemento, agregado grueso y fino, pero también se puede agregar aditivos que ocupen 1 a 7 por ciento de su masa (Ortega,

2015, p. 72). El concreto cuando es reforzado a base de fibras se genera con cemento hidráulico, estos se conforman de agregados gruesos y finos, estas fibras moderan variables, y tienen el propósito esencial darle excelentes características a la mezcla o propiedades explícitas al concreto (Blazy y Blazy, 2021). Los agregados, son también conocidos como áridos vienen a ser material de forma granular, son provenientes de la molienda y el tamizado de las rocas, que al relacionarse con el cemento portland más agua crean una masa conocida como concreto u hormigón (Aladín et al., 2019). La NTP 400.012 menciona que los agregados conocidos también como áridos, conforman el 70 y 75 por ciento del tamaño de la mezcla de un concreto. Puede definirse que es un grupo de granos con procedencia de la naturaleza o de origen artificial, que se pueden procesar, y que sus dimensiones tienen que estar adentro de los márgenes establecidos por la ASTM C33. Los agregados van a representar gran importancia en la elaboración del concreto, no tan solo por el volumen que represente en la mezcla, que vienen a ser 3/4 de la totalidad de ella, sino que a su vez la calidad y las propiedades físicas del agregado que se utiliza es determinante sobre las características del concreto resultante de manera directa. Estos agregados son los que ayudan al nivel de resistencia que obtiene el concreto y la durabilidad que logre presentar. Podemos reafirmar que son importantes los agregados en nuestras mezclas de concreto, cuales son separados en agregados finos y gruesos, las muestras que pasen el tamiz de 3/8" y queden retenidos en el tamiz #200 son llamados agregados finos según la ASTM C33 o también la N T P 400. 037 que nos dice que el agregado fino es aquellos que pasan el tamiz 3 / 8" y pasando el 95% como mínimo ese tamiz, logrando que así quede retenido en el tamiz #200. Meléndez (2016) manifiesta que el agregado grueso que queda retenido en el tamiz #4 procede de la descomposición de rocas, y estas también pueden ser clasificadas como grava y piedra chancada. La NTP 400.012 estipula que el material proveniente del desintegramiento natural o artificial que va ser retenido en la malla #4 viene a ser el agregado grueso. La granulometría es la medida de la distribución del tamaño en una colección de granos. También se llama prueba de distribución de tamaño de partículas, a menudo se establece por la proporción de partículas en ciertos diámetros (Meyer, 2017, p. 296). Para Ince y Cetin (2019) los estudios experimentales han revelado que los parámetros de fractura del concreto están

influenciados principalmente por cuatro parámetros del material, resistencia a la compresión, tamaño máximo del agregado, la relación  $a/c$  y tipo de agregado. Se ha observado que los parámetros de fractura del concreto también pueden verse afectados por otros parámetros del material, como el tipo de cemento, la relación, agregado/arena, la porosidad y las condiciones de curado. Los agregados pueden ser clasificados de manera densa o en forma continua en la tecnología del concreto. Sin embargo, el efecto de la gradación de los agregados (continuos o separados) sobre los parámetros de fractura del concreto no ha sido examinado hasta ahora.

Hernández, Gómez, Contreras y padilla (2018) nos dice que la resistencia a la compresión del concreto, es la facultad del hormigón para aguantar un fenómeno de aplastamiento que comúnmente vemos en la totalidad de los materiales que son utilizados en creación de todo tipo de estructuras. La prueba de compresión de probetas cilíndricas nos brinda datos acerca de las propiedades mecánicas de nuestro material y del comportamiento de manera detallada ante cargas que son estáticas o cargas que van elevándose circunstancialmente en el paso del tiempo. Por otro lado, la NTP 339.084 y la ASTM C496 nos menciona que el ensayo de tracción por compresión diametral o método brasileño es aplicar carga lineal distribuida a lo largo de 2 generatrices opuestas de una probeta cilíndrica del material a ensayar. La resistencia que tiene el concreto a la flexión es una medida de la resistencia última de una losa o viga de hormigón, determina la calidad del pavimento de hormigón, debido a la circulación de vehículos y la diferencia de temperatura de un lado a otro de la losa. Para diseñar pavimentos de hormigón, la resistencia a la flexión se expresa como el módulo de rotura en Mpa y se determina a base de métodos de ensayos según la NTP 339.078 que se carga en los puntos tercios o según la NTP 339.079 que es cargada en el punto mediano. El MR fluctúa entre un 20 y 10% de la resistencia a la compresión, dependiendo del espécimen, volumen y dimensiones que tiene el agregado grueso usado.

### **III. METODOLOGÍA**

#### **3.1. Tipo y diseño de investigación**

##### **3.1.1. Tipo de investigación: Aplicada**

Llamamos así a la forma de uso del saber y resultados que se obtienen de una determinada exploración que nos da una solución de manera severa y organizada de comprender la verdad de lo acontecido (Vargas, 2009, p.159). De acuerdo a lo antes dicho, este proyecto de investigación es tipo aplicada, se realizará recopilación de una variedad de información y se analizará los resultados que se obtengan para que con base a ello podamos conseguir el mejoramiento que el concreto pueda obtener para nuestro pavimento hidráulico con el uso de la fibra de polipropileno.

##### **3.1.2. Diseño de Investigación**

Es un estudio en el cual se manipula solamente una variable que es la independiente, con el propósito de visualizar su efecto relacionado con una variable dependiente o más (Hernández, et al., 2014, p.46).

Nuestra investigación es del tipo Cuasi-experimental esto es porque solo se va a manipular una variable, donde solo se manipulará nuestra variable independiente que es la incorporación de las fibras de polipropileno con el fin de ver cuál será su efecto en nuestra variable dependiente que es mejorar las propiedades mecánicas del concreto F'c 210kg/cm<sup>2</sup>.

##### **De acuerdo a su nivel**

El propósito de un alcance explicativo está alineado para cumplir con los principios de un fenómeno o evento social o físico, y su valor está mucho más estructurado que otras circunstancias; esto no nos permite comprender los hechos estudiados (Hernández, et al., 2010, p.78). Nuestro proyecto de investigación será de alcance explicativo,

debido a que buscamos responder como se mejoraran sus propiedades mecánicas de nuestro concreto de  $F'c$  210 kg/cm<sup>2</sup> esto al incorporar las fibras de polipropileno. Según lo que dicho afirmamos que nuestra investigación haremos una relación de nuestras variables y así se pueda demostrar si existe relación entre ellas y con eso conseguir los resultados que deseamos.

### **De acuerdo a su enfoque**

El método cuantitativo parte de teorías ya determinadas, a partir de ello dispone de relación entre variables del problema verificado, por medio de este estudio se busca conseguir la relación entre las variables a estudiar (Ñaupás, et al., 2018, p.140).

Para (Sánchez, Reyes y Mejía, 2018). El enfoque es cuantitativo cuando los estudios se basan en los antecedentes para darle respuesta a las interrogantes de una investigación y reconocer la hipótesis, se apoyan en la estadística y la medición numérica para encontrar la precisión en el comportamiento.

El enfoque es cuantitativo para esta investigación se incorporará Fibras de polipropileno, para después analizar su influencia y como afecta en las propiedades mecánicas de nuestro hormigón de  $F'c$  210kg/cm<sup>2</sup>, una vez se obtengan los datos numéricos de los ensayos de laboratorio, se efectuará el análisis estadístico y se interpretará los valores que se obtengan para comprobar nuestras hipótesis planteadas.

### **3.2. Variables y operacionalización**

Nos dicen que las variables, van a permitirnos conocer un componente que no está determinado en un grupo establecido, entonces se refiere a que cada parte va establecer un valor en la variable (Arias y Covinos, 2021).

#### **Variables**

**Variable independiente:** Incorporación de fibra de polipropileno

**Variable dependiente:** mejorar las propiedades mecánicas del concreto

- **Definición conceptual**

**VI:** Son hilos discontinuos, existe variedades en dimensiones y apariencia en el mercado y son utilizados en muchas industrias tales como la textil, medica, automotriz su uso en la actualidad están en los envases de alimentos y en el sector de la construcción están incorporados en las tuberías ya que contienen muchas variedades de propiedades (Maccaferri, 2018, p.3).

**VD:** Es el comportamiento de las propiedades del material cuando se somete a esfuerzos mecánicos y externos lo que tiende a modificar su capacidad de proporción; Estas características tienen varias medidas complementarias: conductividad, resistencia, elasticidad, densidad, ductilidad, dureza y diversas medidas de resistencia. Básicamente se mencionan tres tipos de propiedades / cualidades: térmicas, volumétricas y físicas. Es de recalcar que la conducta mecánica de los insumos y su desarrollo inmediato radica en la estructura de las características del material (Carrillo et al., 2013, p. 287).

- **Definición operacional**

**VI:** Para nuestros ensayos iremos incorporando en porcentajes fibras de polipropileno en nuestra mezcla de concreto. Para ello Utilizaremos la Norma Técnica Peruana Agregados 400.012

**VD:** el ensayo para la resistencia a la compresión nos basaremos en la A S T M C39-07 y la N T P 339.034-11.

Para el ensayo que usaremos para poder determinar la resistencia a tracción por compresión diametral usaremos la Norma A S T M C496 y la N T P 339.084.

Para poder determinar la resistencia a la flexión usaremos la A S T M C78 y la N T P 339.079.

- **Dimensiones**

- **VI:** Proporciones de fibra

- **VD:** Propiedades del concreto endurecido

- **Indicadores**
- **VI:** incorporación al 0.5%
- **VI:** incorporación al 1%
- **VI:** incorporación al 1.5%
- **VD:** Ensayo de resistencia a la compresión
- **VD:** Ensayo de resistencia a la tracción
- **VD:** Ensayo de resistencia a la flexión

- **Escala de medición**

Hernández Sampieri et al., (2006) se le llama como escala de la razón, porque tienen las características de escalas ordinales, intervalo y nominal, y a su vez llega a tener unos cero absolutos con sentido experimental. Por ese motivo en este proyecto usaremos la razón como nuestra escala para medir.

### 3.3. Población, muestra y muestreo

#### 3.3.1. Población

Borja (2016) estadísticamente, calificamos a la población como un grupo de individuos a las cuales se va estudiar por diversos motivos. También Borja (2016) nos menciona que la población tiene que conformarse por un grupo de componentes generados de forma detallada para un estudio de suma importancia, que, en nuestra investigación, la población se constituirá por el análisis de incorporación de la fibra depolipropileno en diferentes dosificaciones de 0.5%, 1% y 1.5 % al concreto de F'c 210kg/cm<sup>2</sup>.

- **Criterios de inclusión:** Los ensayos realizados con fibra de polipropileno
- **Criterios de exclusión:** Los ensayos que se realizaron con fibra que no es polipropileno y otros aditivos que no son considerados en nuestra población.

### 3.3.2. Muestra

Están ligados a un conjunto que va ser determinado en base a las formas que se van a analizar. Esto nos quiere decir que los objetos específicos en su totalidad para el tema que estamos estudiando presentan una naturaleza fundamental en el proceso de investigación para dicha materia que constituye nuestra unidad a analizar en sentido concerniente al proceso de investigación que nos ayuda a optimizar la teoría de dicha investigación (Hernández et al.,2014, p. 39)

El volumen de muestra a utilizar será mediante la formula siguiente:

$$n = \frac{Z^2 \times p \times q}{d^2}$$

Donde:

n= Número de la muestra

Z= Nivel de la confianza

p= Probabilidad del éxito

q= Probabilidad del fracaso

d= Precisión del error muestral admisible

$$n = \frac{1.96^2 \times 0.90 \times 0.10}{0.05^2} = 138.3$$

Entonces nuestra cantidad de muestra es de 139 unidades, sin embargo, viendo el aspecto económico y según las normas a utilizar donde nos dice que por lo menos debemos realizar 3 probetas por cada prueba, siguiendo el procedimiento de las normas la cantidad de nuestra muestra será de 64 probetas.

**Tabla 1.** *Evaluación de cantidad de muestras en función a las proporciones de fibra.*

Ensayo	polipropileno	Forma	Dosificación	Cantidad	Edades
Compresión	Fibra	Cilíndrica	Patrón	3	7 días
	Fibra	Cilíndrica	0.5%	3	
	Fibra	Cilíndrica	1.0%	3	
	Fibra	Cilíndrica	1.5%	3	
	Fibra	Cilíndrica	Patrón	3	28 días
	Fibra	Cilíndrica	0.5%	3	
	Fibra	Cilíndrica	1.0%	3	
	Fibra	Cilíndrica	1.5%	3	
Tracción	Fibra	Cilíndrica	Patrón	3	7 días
	Fibra	Cilíndrica	0.5%	3	
	Fibra	Cilíndrica	1.0%	3	
	Fibra	Cilíndrica	1.5%	3	
	Fibra	Cilíndrica	Patrón	3	28 días
	Fibra	Cilíndrica	0.5%	3	
	Fibra	Cilíndrica	1.0%	3	
	Fibra	Cilíndrica	1.5%	3	
Flexión	Fibra	Prismática	Patrón	3	7 días
	Fibra	Prismática	0.5%	3	
	Fibra	Prismática	1.0%	3	
	Fibra	Prismática	1.5%	3	
	Fibra	Prismática	Patrón	3	28 días
	Fibra	Prismática	0.5%	3	
	Fibra	Prismática	1.0%	3	
	Fibra	Prismática	1.5%	3	
<b>TOTAL, DE MUESTRAS</b>				<b>72</b>	<b>7 y 28 días</b>

Fuente: Elaboración propia

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

#### 3.4.1. Técnica

La observación visual de validez es un proceso necesario para alcanzar a obtener desenlaces validos que se vayan acercando a nuestra hipótesis (Ñaupas, et al., 2014). En el proceso para evaluar nuestras variables aplicaremos el proceso metodológico de observación, esto nos permitirá ir controlando nuestras muestras a investigar durante el proceso según lo determinado en las variables, la fibra de polipropileno será nuestra variable, la cual se va a incorporar proporciones continuas que representaran cada

muestra, mediante la incorporación de esta fibra la cual nos brindara la información acerca de los datos de resistencia a la tracción, resistencia a la compresión y resistencia a la flexión, estos resultados son logrados a base de ensayos que se realizaran en maquinarias especiales usadas para esta investigación. Debido a esto, planteamos la observación como nuestra mejor alternativa para la recolección de datos acerca de los procesos a realizar en esta investigación con los distintos ensayos que se llevaran a cabo en el laboratorio.

### **3.4.2. Instrumentos**

Los instrumentos sirven como apoyo para las técnicas que se utilizaran en las investigaciones y así puedan cumplir el propósito establecido, es la manera en la que el investigador recogerá los datos necesarios para hallar los objetivos planteados (Baena, 2017).

Para nuestra investigación utilizamos los siguientes instrumentos:

Formatos estándar del laboratorio:

- Ensayos de granulometría de agregados
- Ensayo Slump
- Contenido de humedad
- Peso unitario
- Gravedad específica y absorción del agregado fino
- Gravedad específica y absorción del agregado grueso
- Diseño de mezclas
- Ensayo de compresión a las probetas
- Ensayo de tracción por compresión diametral a las probetas
- Ensayo de flexión a las vigas

### **3.4.3. Validez**

Este trabajo de investigación es respaldado por las normas técnicas utilizadas e investigaciones realizadas a los documentos utilizados para

finalidad de esta investigación con base a esto podremos validar nuestros resultados que se consiguieron, estos resultados que serán respaldados mediante el ingeniero del laboratorio en el cual se realizaron los ensayos.

#### **3.4.4. Confiabilidad**

Llamamos confiabilidad de las mediciones, a la necesidad de realizar una medición de tenga un grado de aplicación en el objeto o individuo de nos genere un resultado correcto (Villasís-Keever et al., 2018).

La confiabilidad de este trabajo estará garantizada por el uso de laboratorio certificado "Laboratorio de suelos JCH S.A.C" y sus instrumentos y maquinarias calibradas y certificadas, cuyos ensayos realizados a nuestras muestras por los expertos del laboratorio fueron en base a las normas técnicas nacionales e internacionales que fueron NTP, ASTM entre otras.

### **3.5. Procedimientos**

**Fase 1:** En esta fase se obtendrán los materiales para realizar las muestras, se adquirió la fibra de polipropileno de la marca Sika, se obtuvo los agregados fino y también grueso que fueron obtenidos en la cantera Jicamarca, y se consiguió los demás materiales requeridos para este proyecto de investigación.

**Fase 2:** Se realizó los ensayos a los materiales, se hizo el ensayo de granulometría a los agregados grueso y fino, se realizó el ensayo de gravedad específica y de absorción de los agregados, se realizó el ensayo de peso unitario a los agregados, se hizo el ensayo de contenido de humedad a los agregados, se hizo nuestro diseño de mezcla por el método A.C.I 211 y se procedió a realizar el ensayo de Slump.

**Fase 3:** Luego de tener nuestra mezcla lista se hizo el vaciado de mezcla en las probetas de forma cilíndricas y vigas de forma prismáticas, se hizo el vaciado en 24 probetas de formas cilíndricas para ensayos a la compresión (3 para el concreto patrón, 3 para nuestro concreto con la incorporación de fibra al 0.5%, 3 para el concreto con la incorporación de fibra al 1% y 3 para el concreto con la incorporación de fibra al 1.5%), en 24 probetas cilíndricas para ensayos de resistencia a la tracción (3 para el concreto patrón, 3 para el

concreto con la incorporación de fibra al 0.5%, 3 para el concreto con la incorporación de fibra al 1% y 3 para el concreto con la incorporación de fibra al 1.5%) y en 24 probetas prismáticas para ensayos de resistencia a la flexión (3 para el concreto patrón, 3 para el concreto con la incorporación de fibra al 0.5%, 3 para el concreto con la incorporación de fibra al 1% y 3 para el concreto con la incorporación de fibra al 1.5%). Luego de cada vaciado se tabuló cada espécimen para identificar cada muestra según corresponda su uso y el porcentaje de fibra que se utilizó en cada muestra.

**Fase 4:** Luego del vaciado se realizó el curado de las probetas en tanques de agua, las muestras tuvieron un total de 7 días y 28 días de curación previos a la realización de los ensayos para la resistencia del concreto.

**Fase 5:** En esta fase se realizaron los ensayos para compresión, tracción y flexión según las normas establecidas para cada ensayo, se realizaron los ensayos de compresión, tracción y flexión para las 3 muestras de concreto patrón, las 3 muestras de concreto con 0.5% de fibra, para las 3 muestras de concreto con 1% de fibra y las 3 muestras de concreto con 1.5% de fibra de polipropileno, siendo un total de 36 muestras ensayadas a los 7 días después del vaciado, luego una vez pasado 28 días del vaciado de probetas se realizaron los mismos ensayos a las otras 36 muestras que faltaban.

Las pruebas de resistencia para la compresión es según la norma ASTM C39-07, se determina el esfuerzo a la compresión de los especímenes obtenidos, para conseguir el esfuerzo se divide el valor de la carga máxima para soportar entre el área de cilindro. El margen de error de la calibración de la máquina no debe sobrepasar (+/- 1%) de la carga indicada según norma ASTM E4. Se hicieron probetas cilíndricas de concreto con  $d = 15\text{cm}$  y  $h = 30\text{cm}$ , este ensayo empieza cuando se retira de la cámara de curado para luego ser colocado en una prensa con dos discos lisos en ambos extremos y observar que el valor este en cero. Luego se aplica carga con una disposición de velocidad de  $0.25 (+/- 0.05 \text{ MPa/s})$  se va aplicar este incluso si falla la muestra y se detenga para apuntar datos sobre el tipo de ruptura.



*Figura 1.* Ensayo de resistencia a la compresión de probetas. Tomada de «Construcción y tecnología en concreto», por E. Vidaud.

Para los ensayos de resistencia a la tracción por compresión diametral según la NTP 339.084 y la ASTM C496, Esta prueba reside en emplear una fuerza de mucha compresión a lo vasto de un tubo cilíndrico de hormigón hasta que se genere la rotura a lo largo de su diámetro. Esta carga provoca un esfuerzo de tracción en el plano en el que se ubica y un esfuerzo de compresión en la zona sometida a la carga. Por lo tanto, la falla por tracción acontece antes que la falla por compresión porque las áreas de aplicación de la carga están en compresión triaxial sobre toda la muestra de concreto, lo que permite que la muestra de concreto resista esfuerzos de compresión mucho mayores que con un esfuerzo de compresión uniaxial la tensión da paso a la rotura cuando se estira a lo largo de la muestra de hormigón.



*Figura 2.* Ensayo de resistencia a la tracción por compresión diametral. Tomado de «researchgate.net», por Hugo E. Eguez.

Para el ensayo de resistencia a flexión de nuestras muestras prismáticas se hallará con la NTP 339.079 y la Norma ASTM C78.



*Figura 3.* Ensayo de resistencia a la flexión a las vigas. Tomado de «researchgate.net», por Nelson Afanador.

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

En este punto, se ha aplicado el desarrollo de pruebas de laboratorio, que se toma a modo de pieza de prueba. Se ha realizado los ensayos de compresión, tracción y flexión. Se inició realizando las mezclas de concreto con  $F'c$  210kg/cm<sup>2</sup> y luego se empezó a diseñar el concreto con la incorporación de la fibra en dosificaciones de 0.5, 1 y 1.5%.

El número de probetas que utilizamos para cada ensayo fue de 3 unidades, de acuerdo a la NTP 339.033 y ASTM C31. Se debe mencionar también que las investigaciones hechas por el ACI (Instituto Americano del Concreto) el concreto tienen probabilidades normales. Por ello que para poder determinar su resistencia a la compresión fue necesario tener mínimo 3 probetas para obtener los datos, así conseguir un promedio y desviación estándar.

Se analizó los ensayos en cuanto a las hipótesis planteadas y con los resultados numéricos que salieron, a base de la compresión, tracción y flexión en conjunto de los ensayos a los agregados, se recogieron los datos obtenidos en fichas de recolección a las pruebas realizadas ya mencionadas, finalmente, dichos datos fueron interpretados de manera gráfica y analítica, utilizando las diversas bases teóricas y antecedentes obtenidos durante la investigación.

En base a los resultados que obtuvimos en esta investigación se realizó la prueba de hipótesis mediante el análisis estadístico, con pruebas de

normalidad de los resultados y las pruebas ANOVA y Kruskal Wallis, también se realizaron pruebas Post Hoc en cada hipótesis con el programa SPSS, estos análisis estadísticos de hipótesis se midieron mediante nuestros objetivos que planteamos en este proyecto de investigación. Para Herreras (2005) menciona que el SPSS, es uno de los programas más usados en investigación aplicada.

### **3.7. Aspectos éticos**

Nuestro proceso de investigación se desarrolla aplicando y respetando todos los lineamientos que esta investigación requiere y que son establecidos por la Universidad Cesar Vallejo. En el proceso de implementación, respetaremos e implementaremos la veracidad que será a base de la información conseguida de las pruebas o ensayos hechos en el laboratorio, es auténtica y tiene únicamente un propósito de investigación para fines del estudiante. Se usaron y respetaron las NTP o ASTM, según lo requirió cada ensayo. Los ensayos mencionados fueron realizados en toda su ejecución en el “Laboratorio de suelos JCH S.A.C.”, la recolección de los datos recolectados fue procesada en fichas de recolección de datos estándares de laboratorio, mismos datos que fueron revisados y supervisados por el asesor de desarrollo de proyecto de investigación en todas las sesiones que se realizaron en clases, cada dato y resultado recogido del laboratorio son validados y firmados por el ingeniero encargado de laboratorio de nombre Javier Francisco Ulloa Clavijo con CIP N° 193667, para todo el documento en cuestión estamos realizando como alumnos de la Universidad Cesar Vallejo de sede Ate, que será validado por los jurados de nuestra investigación. Tenemos en cuenta para nuestra investigación el priorizar los valores y principios éticos que van a garantizar toda nuestra investigación, citando a los autores de investigaciones previas, de información de revistas científicas y de cada información obtenida y que tiene su propio autor, y para ello nos guiamos de las normas ISO de la Universidad y el programa Turnitin que hará verídica la información de nuestra tesis y garantizará la autenticidad de la misma.

## **IV. RESULTADOS**

### **4.1. Recopilación de información**

#### **4.1.1. Ensayos de laboratorio**

Para este trabajo de investigación usamos el “Laboratorio de suelos JCH S.A.C”, ubicado en Av. Proceres de la independencia Nro. 2236 APV. San Hilarión - San Juan de Lurigancho. Y el experto que valida nuestros ensayos es el ingeniero Javier Francisco Ulloa Clavijo con CIP N° 193667, los ensayos fueron:

- Ensayos a los agregados
- Ensayos de resistencia a la compresión
- Ensayos de resistencia a la tracción por compresión diametral
- Ensayos de resistencia a la flexión

#### **4.1.2. Procesamiento de la información recogida**

En este trabajo de investigación se hicieron ensayos en 48 probetas cilíndricas y ensayos en 24 probetas prismáticas, las cuales luego se utilizaron para comprobar su resistencia en los ensayos de compresión a los 7 y 28 días, tracción a los 7 y 28 días y de flexión a los 7 y 28 días.

### **4.2. Descripción de los materiales utilizados y ensayos a los agregados**

Para nuestros ensayos en el laboratorio se utilizaron materia prima como son el cemento, agua, agregado fino y el grueso que fueron traídos de la cantera por el laboratorio y la fibra de polipropileno que utilizamos fue de la marca Sika Perú.

#### **4.2.1. Cemento Portland tipo I**

En nuestra investigación usamos el cemento portland de tipo I marca Sol, por el motivo de ser uno de los más utilizados en nuestro país, la empresa que fabrica este cemento y se encarga de su distribución es la empresa UNACEM, la cual presenta al cemento sol como un cemento tipo portland tipo I, que se obtiene de molienda de Clinker y yeso, esta cumple con la N T P 334.009 y A S T M C- 150.

#### 4.2.2. Agua

El laboratorio proporciono el agua que usamos en nuestras mezclas

#### 4.2.3. Fibra de polipropileno SikaFiber® Force - 60

El polipropileno en fibra SikaFiber® Force - 60, es una fibra sintética que tiene fin el uso estructural en hormigón proyectado y concreto.

**Tabla 2.** *Ficha técnica de la fibra de polipropileno*

INFORMACION TECNICA	
Base química	Polipropileno
Resistencia a la tensión	430 M P a (~48 cN/tex) (EN 10002-1, tasa de tensión: 7 %/min)
Módulo de elasticidad	~6 G P a (EN 10002-1, tasa de tensión: 7 %/min)

Fuente: Elaboración propia



*Figura 4.* Fibra de polipropileno utilizada en nuestro concreto. Fuente propia.

#### 4.2.4. Agregado grueso

Nuestro agregado grueso fue procedente desde la cantera Jicamarca.

#### 4.2.4.1. Granulometría del agregado grueso

Como se observa en la tabla 3. Se realizó la granulometría del agregado grueso para determinar el tamaño nominal y el módulo de fineza de nuestro material, realizando este ensayo también se logró obtener la curva granulométrica para analizarla y según las normas técnicas determinar si nuestro agregado cumple con las características adecuadas para utilizarlas según el método propuesto para nuestro diseño de mezclas.

**Tabla 3.** Granulometría agregado grueso

TAMIZ		PESO (Gr)	% RET.		% PASA	
(Pulg)	(mm)		RET.	ACUM.	PASA	HUSO NTP 1" - N° 4
2 1/2"	63					
2"	50					
1 1/2"	37,5		0	0	100	100 - 100
1"	25	109,2	3,8	3,8	96,2	95 - 100
3/4"	19	812	28,2	32	68	65 - 80
1/2"	12,5	1172	40,7	72,8	27,2	25 - 60
3/8"	9,5	464,5	16,1	88,9	11,1	5-30
N°4	4,75	314,2	10,9	99,8	0,2	0 - 10
N°8	2,38	4,4	0,2	100	0	0 - 5
N°16	1,19					-
FONDO						
TOTAL		2876,3				

Fuente: Elaboración Propia

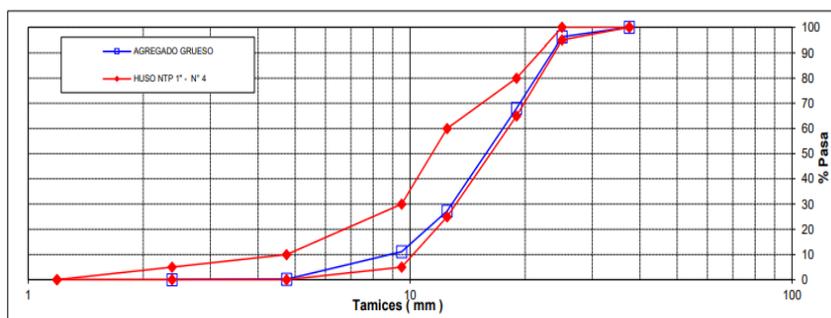


Figura 5. Curva granulométrica del agregado grueso. Fuente Propia

En la figura 5 podemos observar que nuestra curva granulométrica generada por la granulometría del agregado grueso nos da como resultado basado en la ASTM C 136 que nuestra curva está dentro del límite máximo y mínimo permisible.

#### 4.2.4.2. Gravedad específica y absorción del agregado grueso

Se utilizó la norma ASTM C-127 y los datos obtenidos se aprecian en la siguiente tabla.

**Tabla 4.** *Gravedad específica y absorción del agregado*

Material	Gravedad específica	Absorción
Piedra	2.82gr/cm <sup>3</sup>	0.73%

Fuente: Elaboración Propia

#### 4.2.4.3. Peso unitario del agregado grueso

Para obtener el peso unitario utilizamos la norma ASTM C-29 para este tipo de agregado. Se puede apreciar en la tabla 5 los datos hallados.

**Tabla 5.** *Ensayo de peso unitario*

Agregado	P.U.C.	P.U.S.
Grueso	1650	1517

Fuente: Elaboración Propia

#### 4.2.5. Agregado fino

Nuestro agregado fino fue procedente de la cantera de Jicamarca

##### 4.2.5.1. Granulometría del agregado fino

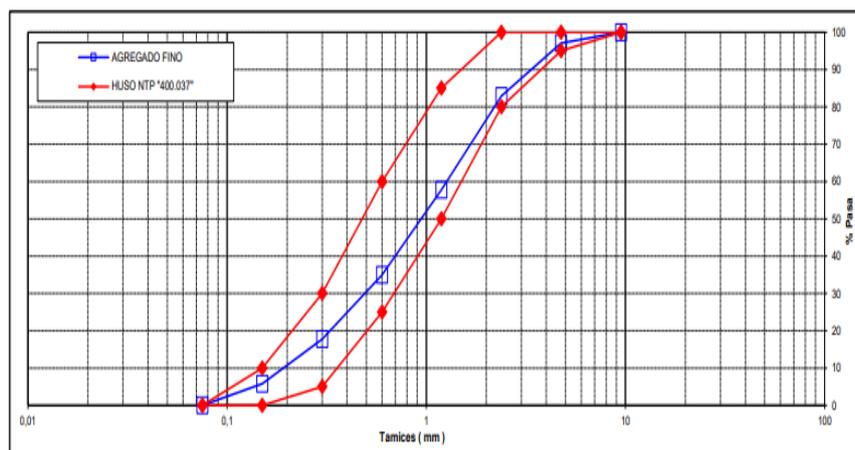
Como se aprecia en la tabla 6. Se realizó la granulometría del agregado fino para determinar el módulo de fineza de nuestro material, realizando este ensayo también se logró obtener la curva granulométrica para

analizarla y según las normas técnicas determinar si nuestro agregado cumple con las características adecuadas para utilizarlas según el método propuesto para nuestro diseño de mezclas

**Tabla 6.** Granulometría del agregado fino

TAMIZ		PESO (Gr)	% RET.		% PASA	
(Pulg)	(mm)		RET.	ACUM.	PASA	HUSO NTP "400.037"
1"	25					
¾"	19					
½"	12,5					
3/8"	9,5		0	0	100	100 - 100
N°4	4,75	12,9	2,9	2,9	97,1	95 - 100
N°8	2,38	62	14,1	17,1	82,9	80 - 100
N°16	1,19	110,2	25,1	42,2	57,8	50 - 85
N°30	0,6	100	22,8	65,0	35	25 - 60
N°50	0,3	75,5	17,2	82,3	17,7	May-30
N°100	0,15	52,2	11,9	94,2	5,8	0 - 10
FONDO		25,5	5,8	100	0	0-0
TOTAL		438,3				

Fuente: Elaboración Propia



*Figura 6.* Curva granulométrica del agregado fino. Fuente propia

En la figura 6 podemos observar que la curva granulométrica generada por la granulometría del agregado fino, nos da como resultado en base a la N T P 400.037, que nuestra curva está dentro del límite máximo y mínimo permisible.

#### 4.2.5.2. Módulo de fineza del agregado fino

Se halló, realizando la suma de los tamices N°100, N°50, N° 30, N° 16, N° 8 y N° 4. A los datos de estos tamices previamente sumados lo dividiremos entre 100.

$$Mf = \frac{N^{\circ} 4 + N^{\circ} 8 + N^{\circ} 16 + N^{\circ} 30 + N^{\circ} 50 + N^{\circ} 100}{100}$$

$$Mf = \frac{2,9 + 17,1 + 42,2 + 65 + 82,3 + 94,2}{100}$$

$$Mf = 3,04$$

#### 4.2.5.3. Peso unitario agregado fino

Obtenemos el peso unitario de nuestro agregado fino a condiciones de compactación y humedad, en este caso fue utilizado la norma ASTM C29. Se obtuvieron los datos que se muestran en la tabla 7.

**Tabla 7.** *Ensayo de peso unitario del agregado fino*

Agregado	P.U.C.	P.U.S.
Fino	1829	1604

Fuente: Elaboración propia

#### 4.2.5.4. Gravedad específica y absorción del agregado fino

Utilizamos la norma A S T M C-128. A continuación, mostraremos los datos recolectados en la tabla 8.

**Tabla 8.** *Gravedad específica y absorción del agregado fino*

Material	Gravedad específica	Absorción
Arena	2.71gr/cm <sup>3</sup>	1.36%

Fuente: Elaboración Propia

#### 4.2.6. Ensayo de contenido de humedad

En nuestros resultados de contenido de humedad para nuestro agregado fino nos dio como resultado 1,73% y para nuestro agregado grueso 0,59% como se muestra en la tabla siguiente.

**Tabla 9.** *Contenido de humedad*

<b>Agregado</b>	<b>Contenido de humedad</b>
<b>Grueso</b>	0.59%
<b>Fino</b>	1.73%

Fuente: Elaboración propia

#### 4.3. Diseño de mezclas

Para elaborar el diseño de nuestra mezcla hemos empleado el método ACI 211, este diseño se caracteriza debido a que el concreto resultante con este método es más cómodo para trabajarlo, esto es importante debido a que al incorporar nuestra fibra de polipropileno al concreto la trabajabilidad del mismo cambiará con la incorporación de esta fibra.

##### 4.3.1. Asentamiento del concreto

<b>CONSISTENCIA</b>	<b>ASENTAMIENTO</b>
Seco	0" – 2"
Plástico	3" – 4"
Fluido	≥ 5

*Figura 7.* Asentamiento para diferentes tipos de consistencias. Fuente Propia

Para nuestro diseño utilizamos el asentamiento de 3" a 4", porque es una mezcla más plástica que nos ayudará con nuestro diseño según se puede apreciar en la figura 7.

##### 4.3.2. Diseño de mezclas ( $F'c=210\text{kg/cm}^2$ )

Una vez obtenidos todos los ensayos realizados a nuestros materiales, podemos realizar nuestra tabla de diseño de mezclas según lo indica ACI 211, y así poder determinar las proporciones a utilizar, la cantidad de material

que se va necesitar, en la tabla 10 se puede apreciar que para nuestro diseño de mezcla de concreto  $F'c$  210kg/cm<sup>2</sup>, tenemos el asentamiento del concreto en estado fresco, la relación agua/cemento, las proporciones de diseño y el peso de cada material a utilizar.

**Tabla 10.** *Diseño de mezcla patrón y con fibra de polipropileno*

<b>DISEÑO DE MEZCLA 210 Kg/cm<sup>2</sup></b>				
	<b>PATRÓN</b>	<b>0.50%</b>	<b>1.00%</b>	<b>1.50%</b>
<b>ASENTAMIENTO</b>	3"-4"			
<b>A/C</b>	0.67	0.67	0.67	0.67
<b>PORPORCIÓN DE DISEÑO</b>	1: 2.72: 3.26	1: 2.75: 3.30	1: 2.83: 3.34	1: 2.85: 3.37
<b>CEMENTO</b>	306 kg/m <sup>3</sup>	304kg/m <sup>3</sup>	301kg/m <sup>3</sup>	300kg/m <sup>3</sup>
<b>ARENA</b>	847 kg/m <sup>3</sup>	848 kg/m <sup>3</sup>	852kg/m <sup>3</sup>	854kg/m <sup>3</sup>
<b>PIEDRA</b>	1002 kg/m <sup>3</sup>	1004kg/m <sup>3</sup>	1008kg/m <sup>3</sup>	1011kg/m <sup>3</sup>
<b>AGUA</b>	203 lt/m <sup>3</sup>	202lt	200lt	199lt
<b>FIBRA</b>	0	1.52 kg/m <sup>3</sup>	3.01 kg/m <sup>3</sup>	4.5 kg/m <sup>3</sup>
<b>COSTO DE ELABORACIÓN</b>	S/ 260.00	S/ 301.85	S/ 342.88	S/ 383.91

Fuente: Elaboración propia

#### **4.4. Resultados del ensayo de resistencia a la compresión del concreto a 7 y 28 días**

Luego de haber realizado los ensayos de resistencia a la compresión, según la NTP 339.034-11/ ASTM C39-07 al concreto para nuestras muestras cilíndricas de 7 y 28 días, los datos obtenidos se colocaron en las tablas 11 y 12 respectivamente para analizar el resultado por cada muestra ensayada para poder obtener respuestas a nuestro objetivo de investigación, realizamos este ensayo para darle respuesta a nuestro objetivo específico 1.

**Tabla 11.** Resistencia a compresión de las probetas a los 7 días

IDENTIFICACIÓN DE ESPECIMEN	FECHA DE VACIADO	EDAD (días)	DIÁMETRO (mm)	MÁXIMA KN	ÁREA (cm <sup>2</sup> )	ESFUERZO (kg/cm <sup>2</sup> )	TIPO FALLA
A/C 0.67 Nat	29/04/2022	7	102,2	157,29	81,95	196	2
A/C 0.67 Nat	29/04/2022	7	102,3	151,08	82,19	187	2
A/C 0.67 Nat	29/04/2022	7	101,6	146,03	80,99	184	2
A/C 0.67 + 0,5% FP	29/04/2022	7	101,5	153,30	80,91	193	2
A/C 0.67 + 0,5% FP	29/04/2022	7	101,9	155,50	81,47	195	2
A/C 0.67 + 0,5% FP	29/04/2022	7	101,6	155,50	81,07	196	2
A/C 0.67 + 1% FP	29/04/2022	7	101,6	160,20	81,07	201	2
A/C 0.67 + 1% FP	29/04/2022	7	101,7	156,20	81,15	196	2
A/C 0.67 + 1% FP	29/04/2022	7	101,7	162,50	81,15	204	2
A/C 0.67 + 1,5% FP	29/04/2022	7	101,6	165,20	81,07	208	2
A/C 0.67 + 1,5% FP	29/04/2022	7	102,2	166,80	82,03	207	2
A/C 0.67 + 1,5% FP	29/04/2022	7	101,7	162,90	81,23	204	3

Fuente: Elaboración Propia

**Tabla 12.** Resistencia a compresión de las probetas a los 28 días

IDENTIFICACIÓN DE ESPECIMEN	FECHA DE VACIADO	EDAD (días)	DIÁMETRO (mm)	MÁXIMA KN	ÁREA (cm <sup>2</sup> )	ESFUERZO (kg/cm <sup>2</sup> )	TIPO FALLA
A/C 0.67 Nat	29/04/2022	28	101,9	177,95	81,47	223	2
A/C 0.67 Nat	29/04/2022	28	101,9	174,06	81,55	218	1
A/C 0.67 Nat	29/04/2022	28	102,0	173,22	81,63	216	2
A/C 0.67 + 0,5% FP	29/04/2022	28	101,8	183,20	81,39	229	3
A/C 0.67 + 0,5% FP	29/04/2022	28	101,5	186,80	80,91	235	2
A/C 0.67 + 0,5% FP	29/04/2022	28	101,9	187,41	81,55	234	2
A/C 0.67 + 1% FP	29/04/2022	28	102,2	183,70	81,95	228	3
A/C 0.67 + 1% FP	29/04/2022	28	102,1	195,14	81,79	243	3
A/C 0.67 + 1% FP	29/04/2022	28	102,5	196,40	82,52	243	2
A/C 0.67 + 1,5% FP	29/04/2022	28	101,4	194,50	80,75	246	3
A/C 0.67 + 1,5% FP	29/04/2022	28	101,5	196,00	80,83	247	2
A/C 0.67 + 1,5% FP	29/04/2022	28	101,7	190,50	81,15	239	3

Fuente: Elaboración propia

Una vez obtenidas nuestras tablas con los resultados de los ensayos, pasamos a desglosar cada resultado individualmente según su dosificación de fibra en el

concreto, con la finalidad de obtener los datos respectivos de cada muestra ensayada con su respectiva dosificación. Hallando la media de nuestros ensayos de compresión del concreto y demás datos que servirán como datos de referencia.

**Tabla 13.** Resistencia a la compresión del concreto patrón

Resistencia a la compresión		
Concreto Patrón	Edad de Rotura (Días)	
	7	28
Pa1, Pa4	196	223
Pa2, Pa5	187	218
Pa3, Pa6	184	216
Promedio	189.00	219.00
Rango	12	7
Desviación estándar	6.24	3.61
Coeficiente de Variación	3.31%	1.65%

Fuente: Elaboración Propia

#### Interpretación:

Según vemos en la tabla 13, nos presenta en caso a la resistencia a la compresión, que corresponden a nuestro concreto patrón, a veintiocho días, su rango es de 7kg/cm<sup>2</sup>, la desviación estándar es de 3.61, se obtuvo un Coeficiente de Variación de 1.65% y el promedio de resistencia fue de 219.00kg/cm<sup>2</sup>. Donde se muestra que se llegó a la resistencia planteada para nuestro diseño de concreto 210 kg/cm<sup>2</sup>.

**Tabla 14.** Resistencia a la compresión del concreto incorporando 0.5% FPP

Resistencia a la compresión		
Concreto con 0.5% de FPP	Edad de Rotura (Días)	
	7	28
Pa7, Pa10	193	229
Pa8, Pa11	195	235
Pa9, Pa12	196	234
Promedio	194.67	232.67
Rango	3	6
Desviación estándar	1.53	3.21
Coeficiente de Variación	0.78%	1.38%

Fuente: Elaboración Propia

#### Interpretación:

Según vemos en la tabla 14, nos presenta la resistencia a la compresión, que conciernen al concreto incorporando fibra de polipropileno en 0.5%, en nuestra mezcla de concreto, a edad de veintiocho días, un rango de 6kg/cm<sup>2</sup>, la Desviación

estándar de 3.21, se obtuvo el Coeficiente de Variación de 1.38% y un promedio de resistencia de 232.67kg/cm<sup>2</sup>. Viendo así que hubo un incremento de resistencia respecto del concreto patrón que vemos en la tabla 13.

**Tabla 15.** Resistencia a la compresión del concreto incorporando 1.0% FPP

Resistencia a la compresión		
Concreto con 1.0% de FPP	Edad de Rotura (Días)	
	7	28
Pa13, Pa16	201	228
Pa14, Pa17	196	243
Pa15, Pa18	204	243
Promedio	200.33	238.00
Rango	8	15
Desviación estándar	4.04	8.66
Coeficiente de Variación	2.02%	3.64%

Fuente: Elaboración propia

**Interpretación:**

Según vemos en la tabla 15, nos presenta la resistencia a la compresión, que conciernen al concreto incorporando 1.0% de fibra en la mezcla de concreto, a edad de veintiocho días, un rango de 15kg/cm<sup>2</sup>, la Desviación estándar de 3.21, se obtuvo el Coeficiente de Variación de 3.64% y obtuvo un promedio de resistencia de 238.00kg/cm<sup>2</sup>. Donde muestra un incremento de resistencia en comparación al concreto patrón que fue de 219kg/cm<sup>2</sup>

**Tabla 16.** Resistencia a la compresión del concreto incorporando 1.5% FPP

Resistencia a la compresión		
Concreto con 1.5% de FPP	Edad de Rotura (Días)	
	7	28
Pa19, Pa22	208	246
Pa20, Pa23	207	247
Pa21, Pa24	204	239
Promedio	206.33	244.00
Rango	4	8
Desviación estándar	2.08	4.36
Coeficiente de Variación	1.01%	1.79%

Fuente: Elaboración propia

**Interpretación:**

Según vemos en la tabla 16, nos presenta la resistencia a la compresión, que corresponden al concreto incorporando 1.5% de fibra en nuestra mezcla de concreto a edad de veintiocho días, un rango de 8kg/cm<sup>2</sup>, la Desviación estándar

de 4.36, se obtuvo el Coeficiente de Variación de 1.79% y un promedio de resistencia de 244kg/cm<sup>2</sup>. Entonces observamos un incremento mayor de resistencia a la compresión de 11.41%.

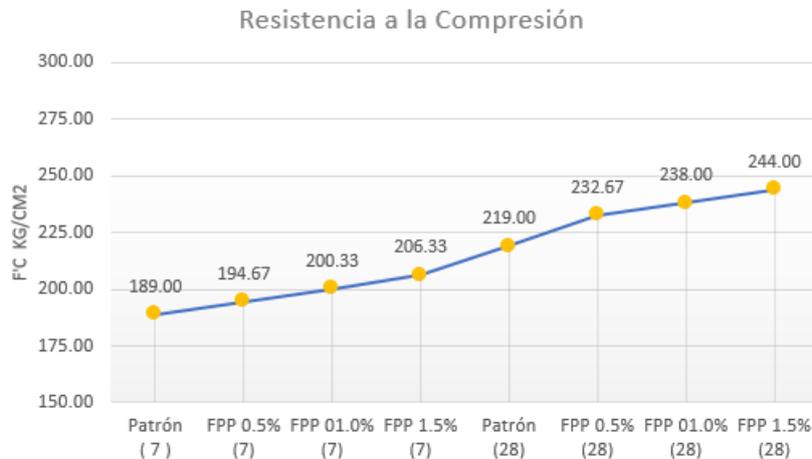


Figura 8. Tendencia de resultados de ensayos de resistencia a la compresión.  
Fuente propia

Luego de haber hallado los promedios de resistencia en los ensayos, como se puede apreciar en la figura 8. Para los 7 y 28 días los promedios de los ensayos de compresión, notamos que al evaluar el concreto patrón con las adiciones de 0.5%, 1% y 1.5%, existe una mejora en cuanto al concreto patrón con la incorporación del concreto en el porcentaje de 1.5 a los veintiocho días, dándonos un aumento de 11.4% de resistencia con respecto al concreto patrón.

#### 4.5. Resultados del ensayo a tracción por compresión diametral del concreto

Luego de haber realizado los ensayos de resistencia a la tracción según la NTP 339.084 y la ASTM C496 al concreto para nuestras muestras cilíndricas de 7 y 28 días, los datos obtenidos se colocaron en tablas para analizar el resultado por cada muestra ensayada para obtener respuestas a nuestro objetivo específico 2 de la investigación.

**Tabla 17.** Resistencia a tracción por compresión diametral de las probetas a los 7 días

IDENTIFICACIÓN	FECHA DE VACIADO	EDAD (días)	LONGITUD	DIÁMETRO	FUERZA MÁXIMA (Kg)	FUERZA MÁXIMA (KN)	MR
A/C 0.67 Nat	29/04/2022	7	20,5	10,31	6593	64,68	19,9 kg/cm <sup>2</sup>
A/C 0.67 Nat	29/04/2022	7	20,4	10,12	6860	67,30	21,2 kg/cm <sup>2</sup>
A/C 0.67 Nat	29/04/2022	7	20,5	10,19	6331	62,11	19,3 kg/cm <sup>2</sup>
A/C 0.67 + 0,5% FP	29/04/2022	7	20,4	10,16	6360	62,40	19,5 kg/cm <sup>2</sup>
A/C 0.67 + 0,5% FP	29/04/2022	7	20,4	10,2	7023	68,90	21,5 kg/cm <sup>2</sup>
A/C 0.67 + 0,5% FP	29/04/2022	7	20,4	10,15	6931	68,00	21,3 kg/cm <sup>2</sup>
A/C 0.67 + 1% FP	29/04/2022	7	20,1	10,12	7084	69,50	22,2 kg/cm <sup>2</sup>
A/C 0.67 + 1% FP	29/04/2022	7	20,5	10,13	6982	68,50	21,4 kg/cm <sup>2</sup>
A/C 0.67 + 1% FP	29/04/2022	7	20,5	10,13	6819	66,90	20,9 kg/cm <sup>2</sup>
A/C 0.67 + 1.5% FP	29/04/2022	7	20,5	10,19	6860	67,30	20,9 kg/cm <sup>2</sup>
A/C 0.67 + 1.5% FP	29/04/2022	7	20,4	10,18	7574	74,31	23,2 kg/cm <sup>2</sup>
A/C 0.67 + 1.5% FP	29/04/2022	7	20,5	10,11	7911	77,61	24,3 kg/cm <sup>2</sup>

Fuente: Elaboración propia

**Tabla 18.** Resistencia a tracción por compresión diametral de las probetas a los 28 días

IDENTIFICACIÓN	FECHA DE VACIADO	EDAD (días)	LONGITUD	DIÁMETRO	FUERZA MÁXIMA (Kg)	FUERZA MÁXIMA (KN)	MR
A/C 0.67 Nat	29/04/2022	28	20,5	10,22	7351	72,12	22,3 kg/cm <sup>2</sup>
A/C 0.67 Nat	29/04/2022	28	20,6	10,29	7538	73,95	22,6 kg/cm <sup>2</sup>
A/C 0.67 Nat	29/04/2022	28	20,5	10,21	8661	84,97	26,3 kg/cm <sup>2</sup>
A/C 0.67 + 0,5% FP	29/04/2022	28	20,48	10,25	7920	77,70	24,0 kg/cm <sup>2</sup>
A/C 0.67 + 0,5% FP	29/04/2022	28	19,98	10,21	7818	76,70	24,4 kg/cm <sup>2</sup>
A/C 0.67 + 0,5% FP	29/04/2022	28	20,56	10,19	7849	77,00	23,8 kg/cm <sup>2</sup>
A/C 0.67 + 1% FP	29/04/2022	28	20,62	10,17	9000	88,30	27,3 kg/cm <sup>2</sup>
A/C 0.67 + 1% FP	29/04/2022	28	20,53	10,21	8169	80,14	24,8 kg/cm <sup>2</sup>
A/C 0.67 + 1% FP	29/04/2022	28	20,5	10,21	8689	85,24	26,4 kg/cm <sup>2</sup>
A/C 0.67 + 1.5% FP	29/04/2022	28	20,59	10,2	9676	94,93	29,3 kg/cm <sup>2</sup>
A/C 0.67 + 1.5% FP	29/04/2022	28	20,43	10,16	9238	90,63	28,3 kg/cm <sup>2</sup>
A/C 0.67 + 1.5% FP	29/04/2022	28	20,51	10,19	9765	95,80	29,7 kg/cm <sup>2</sup>

Fuente: Elaboración propia

Una vez obtenidas nuestras tablas 17 y 18 con los resultados de los ensayos, pasamos a desglosar cada resultado individualmente según su dosificación de fibra en el concreto, con la finalidad de obtener los datos de cada muestra ensayada con

su respectiva dosificación. Hallando la media de nuestros ensayos de tracción del concreto y demás datos que servirán como referencia.

**Tabla 19.** Resistencia a tracción del concreto patrón

Resistencia a la tracción		
Concreto Patrón	Edad de Rotura (Días)	
	7	28
Pb1, Pb4	19.9	22.3
Pb2, Pb5	21.2	22.6
Pb3, Pb6	19.3	26.3
Promedio	20.13	23.73
Rango	1.9	4
Desviación estándar	0.97	2.23
Coeficiente de Variación	4.82%	9.39%

Fuente: Elaboración propia

**Interpretación:**

Según vemos en la tabla 19, nos presenta la resistencia a tracción por compresión diametral, que corresponden al concreto patrón a 28 días. Dándonos un promedio de resistencia de 23.73kg/cm<sup>2</sup>.

**Tabla 20.** Resistencia a tracción del concreto incorporando 0.5% FPP

Resistencia a la tracción		
Concreto con 0.5% de FPP	Edad de Rotura (Días)	
	7	28
Pb7, Pb10	19.5	24
Pb8, Pb11	21.5	24.4
Pb9, Pb12	21.3	23.8
Promedio	20.77	24.07
Rango	2	0.6
Desviación estándar	1.10	0.31
Coeficiente de Variación	5.30%	1.27%

Fuente: Elaboración propia

**Interpretación:**

Según vemos en la tabla 20, nos presenta la resistencia a tracción, que corresponden al concreto incorporando 0.5% de fibra de polipropileno en nuestra mezcla de concreto que, a la edad de veintiocho días, nos dio un promedio de resistencia de 24.07kg/cm<sup>2</sup> donde muestra incremento con respecto al patrón.

**Tabla 21.** Resistencia a tracción del concreto incorporando 1.0% FPP

Resistencia a la tracción		
Concreto con 1.0% de FPP	Edad de Rotura (Días)	
	7	28
Pb13, Pb16	22.2	27.3
Pb14, Pb17	21.4	24.8
Pb15, Pb18	20.9	26.4
Promedio	21.50	26.17
Rango	1.3	2.5
Desviación estándar	0.66	1.27
Coeficiente de Variación	3.05%	4.84%

Fuente: Elaboración propia

**Interpretación:**

Según vemos en la tabla 21, nos presenta la resistencia a tracción, que corresponden al concreto incorporando 1.0% de fibra de polipropileno en la mezcla de concreto que edad de veintiocho días, nos dio un promedio de resistencia de 26.17kg/cm<sup>2</sup>, se aprecia que va incrementando la resistencia a la tracción con respecto a nuestro concreto patrón que fue de 23.73kg/cm<sup>2</sup>.

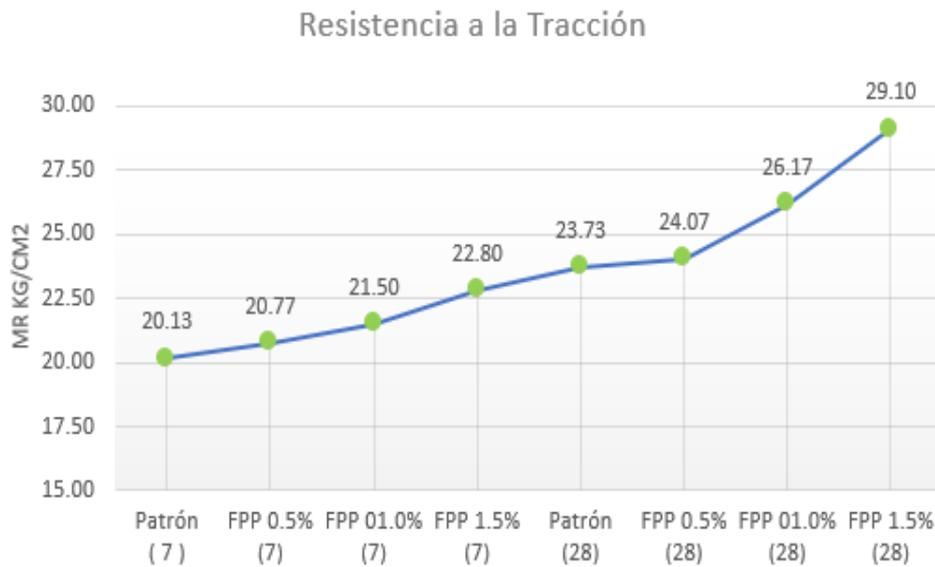
**Tabla 22.** Resistencia a tracción del concreto incorporando 1.5% FPP

Resistencia a la tracción		
Concreto con 1.5% de FPP	Edad de Rotura (Días)	
	7	28
Pb19, Pb22	20.9	29.3
Pb20, Pb23	23.2	28.3
Pb21, Pb24	24.3	29.7
Promedio	22.8	29.10
Rango	3.4	1.4
Desviación estándar	1.73	0.72
Coeficiente de Variación	7.61%	2.48%

Elaboración propia

**Interpretación:**

Según vemos en la tabla 22, nos presenta la resistencia a tracción, que corresponden al concreto incorporando 1.0% de fibra de polipropileno en la mezcla de concreto a la edad de veintiocho días, un promedio de resistencia de 29.10kg/cm<sup>2</sup>. Teniendo una resistencia patrón de 23.73kg/cm<sup>2</sup>, podemos apreciar que hay un incremento de 22,62% en la resistencia.



*Figura 9.* Tendencia de resultados de ensayos de resistencia a tracción. Fuente propia

Como se aprecia en la figura 10 para los 7 y 28 días para los promedios de los ensayos a tracción, notamos que al evaluar el concreto patrón con las adiciones de 0.5%, 1% y 1.5%, existe una mejora en cuanto al patrón, con la incorporación de concreto en el porcentaje de 1.5 a los veintiocho días.

#### **4.6. Resultados del ensayo a la flexión de las probetas**

Luego de haber realizado los ensayos de resistencia según la norma técnica ASTM C78 al concreto para nuestras muestras de 7 y 28 días, los datos obtenidos se colocaron en tablas 23 y 24 para analizar el resultado por cada muestra ensayada para poder obtener respuestas a nuestro objetivo específico 3 de la investigación.

**Tabla 23.** Resistencia a la flexión de las probetas a los 7 días

IDENTIFICACIÓN ESPECIMÉN	FECHA DE MOLDEO	EDAD	b (cm)	h (cm)	L (cm)	Lo (cm)	UBICACIÓN DE FALLA	MR
A/C 0.67 Nat	29/04/2022	7 días	15,1	15,0	51,0	45,0	TERCIO CENTRAL	23
A/C 0.67 Nat	29/04/2022	7 días	15,1	15,1	51,0	45,0	TERCIO CENTRAL	22
A/C 0.67 Nat	29/04/2022	7 días	15,1	15,0	51,0	45,0	TERCIO CENTRAL	22
A/C 0.67 + 0,5% FP	29/04/2022	7 días	15,0	15,1	50,8	45,0	TERCIO CENTRAL	23.4
A/C 0.67 + 0,5% FP	29/04/2022	7 días	15,0	15,1	50,8	45,0	TERCIO CENTRAL	22
A/C 0.67 + 0,5% FP	29/04/2022	7 días	15,0	15,1	51,0	45,0	TERCIO CENTRAL	23
A/C 0.67 + 1% FP	29/04/2022	7 días	15,0	15,0	51,2	45,0	TERCIO CENTRAL	23.9
A/C 0.67 + 1% FP	29/04/2022	7 días	15,1	15,1	50,5	45,0	TERCIO CENTRAL	24.3
A/C 0.67 + 1% FP	29/04/2022	7 días	15,1	15,1	50,9	45,0	TERCIO CENTRAL	23.8
A/C 0.67 + 1,5% FP	29/04/2022	7 días	15,0	15,1	50,5	45,0	TERCIO CENTRAL	25.7
A/C 0.67 + 1,5% FP	29/04/2022	7 días	15,0	15,1	51,0	45,0	TERCIO CENTRAL	24.6
A/C 0.67 + 1,5% FP	29/04/2022	7 días	15,0	15,1	50,8	45,0	TERCIO CENTRAL	26.2

Fuente: Elaboración propia

**Tabla 24.** Resistencia a la flexión de las probetas a los 28 días

IDENTIFICACIÓN ESPECIMÉN	FECHA DE MOLDEO	EDAD	b (cm)	h (cm)	L (cm)	Lo (cm)	UBICACIÓN DE FALLA	MR
A/C 0.67 Nat	29/04/2022	28 días	15,0	15,0	50,9	45,0	TERCIO CENTRAL	25
A/C 0.67 Nat	29/04/2022	28 días	15,0	15,1	50,8	45,0	TERCIO CENTRAL	24
A/C 0.67 Nat	29/04/2022	28 días	15,0	15,1	51,0	45,0	TERCIO CENTRAL	26
A/C 0.67 + 0,5% FP	29/04/2022	28 días	15,1	15,1	51,0	45,0	TERCIO CENTRAL	25
A/C 0.67 + 0,5% FP	29/04/2022	28 días	15,0	15,1	50,7	45,0	TERCIO CENTRAL	26
A/C 0.67 + 0,5% FP	29/04/2022	28 días	15,0	15,1	51,0	45,0	TERCIO CENTRAL	26
A/C 0.67 + 1% FP	29/04/2022	28 días	15,1	15,0	50,9	45,0	TERCIO CENTRAL	27
A/C 0.67 + 1% FP	29/04/2022	28 días	15,0	15,1	51,0	45,0	TERCIO CENTRAL	28
A/C 0.67 + 1% FP	29/04/2022	28 días	15,0	15,0	50,6	45,0	TERCIO CENTRAL	28
A/C 0.67 + 1,5% FP	29/04/2022	28 días	15,0	15,1	51,0	45,0	TERCIO CENTRAL	30
A/C 0.67 + 1,5% FP	29/04/2022	28 días	15,0	15,1	51,0	45,0	TERCIO CENTRAL	30
A/C 0.67 + 1,5% FP	29/04/2022	28 días	15,0	15,1	50,8	45,0	TERCIO CENTRAL	29

Fuente: Elaboración propia

Una vez obtenidas nuestras tablas con los resultados de los ensayos, pasamos a desglosar cada resultado individualmente según su dosificación de fibra en el concreto, con la finalidad de obtener los datos respectivos de cada muestra ensayada con su respectiva dosificación. Hallando la media de nuestros ensayos de flexión del concreto y demás datos que servirán como referencia.

**Tabla 25.** Resistencia a la flexión del concreto patrón

Resistencia a la flexión		
Concreto Patrón	Edad de Rotura (Días)	
	7	28
Pc1, Pc4	23	25
Pc2, Pc5	22	24
Pc3, Pc6	22	25.6
Promedio	22.33	24.87
Rango	1	1.6
Desviación estándar	0.58	0.81
Coefficiente de Variación	2.59%	3.25%

Fuente: Elaboración propia

**Interpretación:**

Según vemos en la tabla 25, nos presenta la resistencia a la Flexión, que corresponden al concreto patrón a la edad de veintiocho días, un promedio de resistencia de 24.87kg/cm<sup>2</sup>. Podemos apreciar que a los 28 días el concreto patrón tiene el 11.35 % de la resistencia a la compresión y según lo indicado por las bases teóricas la resistencia a la flexión tiene que estar entre el 10 y 20% de la resistencia a la compresión.

**Tabla 26.** Resistencia a la flexión del concreto incorporando 0.5% FPP

Resistencia a la flexión		
Concreto con 0.5% de FPP	Edad de Rotura (Días)	
	7	28
Pc7, Pc10	23.4	25
Pc8, Pc11	22	26
Pc9, Pc12	23	26
Promedio	22.80	25.67
Rango	1.4	1
Desviación estándar	0.72	0.58
Coefficiente de Variación	3.16%	2.25%

Fuente: Elaboración propia

**Interpretación:**

Según vemos en la tabla 26, nos presenta la resistencia a la flexión, que corresponden al concreto incorporando 0.5% de fibra de polipropileno en la mezcla de concreto a la edad de 28 días. Dándonos un promedio de resistencia 22.80kg/cm<sup>2</sup>, donde podemos apreciar que el concreto con incorporación de fibra de polipropileno tiene un incremento mínimo con respecto al concreto patrón.

**Tabla 27.** Resistencia a la flexión del concreto incorporando 1.0% FPP

Resistencia a la flexión		
Concreto con 1.0% de FPP	Edad de Rotura (Días)	
	7	28
Pc13, Pc16	23.9	27
Pc14, Pc17	24.3	28
Pc15, Pc18	23.8	28
Promedio	24.00	27.67
Rango	0.5	1
Desviación estándar	0.26	0.58
Coefficiente de Variación	1.10%	2.09%

Fuente: Elaboración propia

**Interpretación:**

Según vemos en la tabla 27, nos presenta la resistencia a la flexión, que corresponden al concreto incorporando 1.0% de fibra de polipropileno en la mezcla de concreto a la edad de veintiocho días, un promedio de resistencia de 27.67kg/cm<sup>2</sup>. Donde se puede apreciar que existe una tendencia creciente al incremento de resistencia a la flexión con base a la resistencia del concreto patrón.

**Tabla 28.** Resistencia a la flexión del concreto incorporando 1.5% FPP

Resistencia a la flexión		
Concreto con 1.5% de FPP	Edad de Rotura (Días)	
	7	28
Pc19, Pc22	25.7	30
Pc20, Pc23	24.6	30
Pc21, Pc24	26.2	29
Promedio	25.50	30
Rango	1.6	1
Desviación estándar	0.82	0.58
Coefficiente de Variación	3.21%	1.95%

Fuente: Elaboración propia

**Interpretación:**

Según vemos en la tabla 28, nos presenta la resistencia a la flexión, que corresponden al concreto incorporando 1.5% fibra de polipropileno en la mezcla de concreto a la edad de veintiocho días, un promedio de resistencia de 30kg/cm<sup>2</sup>. Se puede apreciar que con el porcentaje de 1.5 tuvo un incremento mayor con respecto al concreto patrón, teniendo un incremento de 19.3% de resistencia a la flexión.



*Figura 10.* Tendencia de resultados de ensayos de resistencia a la Flexión. Fuente Propia

Como se aprecia en la figura 10 para los 7 y 28 días para los promedios de los ensayos a Flexión, notamos que al evaluar el concreto patrón con las adiciones de 0.5%, 1% y 1.5%, existe una mejora en cuanto al patrón en la incorporación al concreto en el porcentaje de 1.5 a los veintiocho días.

#### **4.7. Validación de Hipótesis de resistencia a la compresión 28 días**

**Objetivo específico 1:** Averiguar de qué forma influye la incorporación de fibras de polipropileno en su nivel de resistencia a la compresión

**Hipótesis específica 1:** La incorporación de fibras de polipropileno contribuirá con mejorar la resistencia a la compresión del concreto F'c 210 kg/cm<sup>2</sup>.

##### **4.7.1. Prueba de normalidad**

**Ho:** Existe normalidad en los datos de resistencia a la compresión del concreto

**Ha:** No existe normalidad en los datos de resistencia a la compresión del concreto

Para estas pruebas estamos aplicando un nivel de Significancia de 0,05

Entonces decimos:

Si Sig. > 0,05 se acepta la Hipótesis nula

Si Sig. < 0,05 se rechaza la Hipótesis nula y se acepta la alterna

**Tabla 29.** Prueba de normalidad para la resistencia a la compresión de 28 días

	Shapiro-Wilk		
	Estadístico	gl	Sig.
Concreto Patrón	0,942	3	0,537
Concreto con FPP 0.5%	0,871	3	0,298
Concreto con FPP 1.0%	0,750	3	0,000
Concreto con FPP 1.5%	0,842	3	0,220

Fuente: Programa estadístico SPSS

Según vemos en la tabla 29 las significancias en casi todos los diseños supera el 0,05, excepto en la del concreto con 1% de Fibra de polipropileno. Entonces aceptamos la hipótesis alterna debido a que no todas las significancias son mayores a 0,05 y afirmamos que No existe normalidad en los datos de resistencia a la compresión del concreto. Entonces debemos utilizar una prueba no paramétrica.

#### 4.7.2. Prueba de Kruskal Wallis

**Ho:** La incorporación de fibras de polipropileno no contribuirá con mejorar la resistencia a la compresión del concreto F'c 210 kg/cm<sup>2</sup>.

**Ha:** La incorporación de fibras de polipropileno contribuirá con mejorar la resistencia a la compresión del concreto F'c 210 kg/cm<sup>2</sup>.

Para estas pruebas estamos aplicando un nivel de Significancia de 0,05

Entonces decimos:

Si Sig. > 0,05 se acepta la Hipótesis nula

Si Sig. < 0,05 se rechaza la hipótesis nula y se acepta la alterna

**Tabla 30.** Prueba de Kruskal Wallis de las resistencias a la Compresión 28 días

Hipótesis nula	Prueba	Sig.	Decisión
La distribución de Resistencias es la misma entre las categorías de Proporciones	Prueba de Kruskal Wallis	0,037	Rechazar la hipótesis nula.

Fuente: Programa estadístico SPSS

Se observa en la tabla 30 que la significancia fue de 0,03, esto viene a ser menos a 0,05. Entonces aceptamos la hipótesis alterna y afirmamos que la incorporación de fibras de polipropileno si contribuye con mejorar la resistencia a la compresión del concreto F'c 210kg/cm<sup>2</sup>.

#### 4.7.3. Prueba Post-Hoc

**Tabla 31.** Prueba Post-Hoc de las resistencias a la Compresión 28 días

Proporciones	Estadístico de contraste	Error Error	Desv. Estadístico de contraste	Sig.	Sig. Ajust.
Patrón – Fibra 0.5%	-4,000	2,939	-1,361	0,173	1,000
Patrón - Fibra 1%	-5,667	2,939	-0,054	0,054	0,323
Patrón - Fibra 1.5%	-8,333	2,939	-0,005	0,05	0,027
Fibra 0.5% - Fibra 1%	-1,667	2,939	-0,571	0,571	1,000
Fibra 0.5% - Fibra 1.5%	-4,333	2,939	-0,140	0,140	0,842
Fibra 1% – Fibra 1.5%	-2,667	2,939	-0,907	0,364	1,000

Fuente: Programa estadístico SPSS

En base a la prueba de Post-Hoc, se puede afirmar que con un nivel de significancia de 0,027 rechazamos la hipótesis nula y aceptamos la alterna, donde la resistencia promedio a la compresión del concreto patrón es menor que la resistencia del concreto con incorporación 1.5% de FPP, donde se logra observar en esta investigación que, si existe una mejora en la resistencia a la compresión concreto

F'c 210 kg/cm<sup>2</sup>, siendo este porcentaje el más favorable. Entonces observamos que el concreto con 1.5% de FPP mejora más en comparación de las demás.

#### 4.8. Validación de Hipótesis de resistencia a la tracción 28 días

**Objetivo específico 2:** Estimar la influencia de la incorporación de fibras de polipropileno en la resistencia a la tracción.

**Hipótesis específica 2:** La incorporación de fibras de polipropileno influirá en el incremento de la resistencia a la tracción del concreto F'c 210 kg/cm<sup>2</sup>.

##### 4.8.1. Prueba de normalidad

**Ho:** Existe normalidad en los datos de resistencia a la tracción del concreto

**Ha:** No existe normalidad en los datos de resistencia a la tracción del concreto

Para estas pruebas estamos aplicando un nivel de Significancia de 0,05

Entonces decimos:

Si Sig. > 0,05 se acepta la Hipótesis nula

Si Sig. < 0,05 se rechaza la hipótesis nula y se acepta la alterna

**Tabla 32.** Pruebas de normalidad de las resistencias a la Tracción 28 días

	Shapiro-Wilk		
	Estadístico	gl	Sig.
Concreto Patrón	0,806	3	0,129
Concreto con FPP 0.5%	0,964	3	0,637
Concreto con FPP 1.0%	0,975	3	0,694
Concreto con FPP 1.5%	0,942	3	0,537

Fuente: Programa estadístico SPSS

Según la tabla 32, se observa que todas las significancias son mayores a 0,05, tanto del concreto patrón, como las adiciones. Entonces aceptamos la hipótesis nula y afirmamos que existe normalidad en los datos de resistencia a la tracción del concreto. Entonces podemos utilizar la prueba ANOVA.

#### 4.8.2. Prueba ANOVA

**Ho:** La incorporación de fibras de polipropileno no influirá en el incremento de la resistencia a la tracción del concreto  $F'c$  210 kg/cm<sup>2</sup>

**Ha:** La incorporación de fibras de polipropileno influirá en el incremento de la resistencia a la tracción del concreto  $F'c$  210 kg/cm<sup>2</sup>

Para estas pruebas estamos aplicando un nivel de Significancia de 0,05

Entonces decimos:

Si Sig. > 0,05 se acepta la Hipótesis nula

Si Sig. < 0,05 se rechaza la hipótesis nula y se acepta la alterna

**Tabla 33.** Prueba ANOVA de las resistencias a la Tracción 28 días

	Suma de cuadrados	gl	Media cuadrática	F	Sig.
Entre grupos	54,887	3	18,296	10,193	,004
Dentro de grupos	14,360	8	1,795		
Total	69,247	11			

Fuente: Programa estadístico SPSS

Se observa en la tabla 33 que la significancia fue de 0,04, esto viene a ser menor que 0,05. Entonces aceptamos la hipótesis alterna y afirmamos que, la incorporación de fibras de polipropileno influirá en el incremento de la resistencia a la tracción del concreto  $F'c$  210 kg/cm<sup>2</sup>.

#### 4.8.3. Prueba Post-Hoc HSD Tukey

**Tabla 34.** Medias de las resistencias a la Tracción 28 días según HSD Tukey

		1	2
Concreto patrón	3	23,7333	
Concreto con 0.5% FPP	3	24,0667	
Concreto con 1.0% FPP	3	26,1667	26,1667
Concreto con 1.5% FPP	3		29,1000

Fuente: Programa estadístico SPSS

En base a la prueba de Tukey se puede afirmar que con un nivel de significancia de 0.05 que la resistencia promedio a la tracción del concreto patrón es menor que del concreto incorporando 1.5% de FPP que, si aumenta la resistencia a la tracción más favorablemente, con excepción del concreto con incorporación de 1% y 0.5% de FPP que su resistencia no tuvo un incremento significativo con respecto al concreto patrón. Donde observamos que el concreto con 1.5% de FPP mejora más en comparación de las demás y así podemos afirmar que si existen mejoras con respecto al concreto patrón.

#### **4.9. Validación de Hipótesis de resistencia a la Flexión 28 días**

**Objetivo específico 3:** Evaluar de qué forma influye la incorporación de fibras de polipropileno en su nivel de resistencia a la flexión

**Hipótesis específica 3:** La incorporación de fibras de polipropileno influirá en la mejora de la resistencia a la flexión del concreto  $F'c$  210 kg/cm<sup>2</sup>.

##### **4.9.1. Prueba de Normalidad**

**Ho:** Existe normalidad en los datos de resistencia a la flexión del concreto

**Ha:** No existe normalidad en los datos de resistencia a la flexión del concreto

Para estas pruebas estamos aplicando un nivel de Significancia de 0,05

Entonces decimos:

Si Sig. > 0,05 se acepta la Hipótesis nula

Si Sig. < 0,05 se rechaza la hipótesis nula y se acepta la alterna

**Tabla 35.** Prueba de normalidad de las resistencias a la flexión 28 días

	Shapiro-Wilk		
	Estadístico	gl	Sig.
Concreto Patrón	0,980	3	0,726
Concreto con FPP 0.5%	0,750	3	0,000
Concreto con FPP 1.0%	0,750	3	0,000
Concreto con FPP 1.5%	0,750	3	0,000

Fuente: Programa estadístico SPSS

Según se aprecia en la tabla 35, solo la significancia del concreto patrón es superior al 0,05. Por ello debemos rechazar la hipótesis nula y aceptar la alterna en donde nos indica que no existe normalidad en los datos de resistencia a la flexión del concreto. Es por ello, que se debe utilizar una prueba no paramétrica.

#### 4.9.2. Prueba H de Kruskal - Wallis

**Ho:** La incorporación de fibras de polipropileno no influirá en la mejora de la resistencia a la flexión del concreto F'c 210 kg/cm<sup>2</sup>.

**Ha:** La incorporación de fibras de polipropileno influirá en la mejora de la resistencia a la flexión del concreto F'c 210 kg/cm<sup>2</sup>.

Para estas pruebas estamos aplicando un nivel de Significancia de 0,05

Entonces decimos:

Si Sig. > 0,05 se acepta la Hipótesis nula

Si Sig. < 0,05 se rechaza la Hipótesis nula y se acepta la alterna

**Tabla 36.** Prueba de Kruskal Wallis de las resistencias a la Flexión 28 días

Hipótesis nula	Prueba	Sig.	Decisión
La distribución de Resistencias es la misma entre las categorías de Proporciones	Prueba de Kruskal Wallis	0,019	Rechazar la hipótesis nula.

Fuente: Programa estadístico SPSS

Según lo visto en la tabla 36, la significancia fue de 0,019, esto viene a ser menos a 0,05. Entonces aceptamos la hipótesis alterna y afirmamos que, la incorporación de fibras de polipropileno influirá en la mejora de la resistencia a la flexión del concreto F'c 210 kg/cm<sup>2</sup>.

#### 4.9.3. Prueba Post-Hoc

**Tabla 37.** Prueba Post – Hoc para la resistencia a la flexión 28 días

Proporciones	Estadístico de contraste	Error Error	Desv. Estadístico de contraste	Sig.	Sig. Ajust.
Patrón – Fibra 1.5%	-8,500	2,923	-2,908	0,004	0,022
Fibra 0.5% - Fibra 1.5%	-6,500	2,923	-2,224	0,026	0,157
Patrón - Fibra 1%	-5,500	2,923	-1,881	0,60	0,359
Fibra 0.5% - Fibra 1%	-3,500	2,923	-1,197	0,231	1,000
Fibra 1% - Fibra 1.5%	-3,000	2,923	-1,026	0,305	1,000
Patrón – Fibra 0.5%	-2,000	2,923	-0,684	0,494	1,000

Fuente: Programa estadístico SPSS

En base a la prueba de Post – Hoc, se puede afirmar que con un nivel de significancia de 0,022 rechazamos la hipótesis nula y aceptamos la alterna, donde la resistencia promedio a la flexión del concreto patrón es menor que del concreto con incorporación 1% y 1.5% de FPP que, podemos afirmar en esta investigación que existe una mejora en la resistencia a la flexión favorablemente, con excepción del concreto con incorporación de 0.5% de FPP que es muy similar al del concreto patrón. Donde observamos que el concreto con 1.5% de FPP mejora más en comparación de las demás en su resistencia a la flexión.

## V. DISCUSIÓN

- Para nuestra investigación se tuvo el objetivo general Determinar de qué forma afecta la incorporación de fibra de polipropileno en el mejoramiento de las propiedades mecánicas del concreto. Para llegar a determinar nuestro objetivo general, nos planteamos 3 objetivos específicos, el primer objetivo específico fue Averiguar de qué forma influye la incorporación de fibras de polipropileno en su nivel de resistencia a la compresión, como objetivo específico 2 fue Estimar la influencia de la incorporación de fibras de polipropileno en la resistencia a la tracción y como objetivo específico 3 fue Evaluar de qué forma influye la incorporación de fibras de polipropileno en su nivel de resistencia a la flexión.
- En relación con nuestro objetivo específico 1, Inca y Mendoza (2019) encontró óptimos resultados en cuanto a la resistencia a la compresión, teniendo una mejora a, con la adición de 5% de 322.3kg/cm<sup>2</sup> que lo hizo obtener una mejora de 1.6% con respecto a su concreto patrón, teniendo en cuenta que a medida que iba aumentando las dosificaciones el concreto iba disminuyendo su resistencia. En nuestro proyecto de investigación se obtuvo mejoras a la resistencia a la compresión al agregar 0.5%, 1% y 1.5% siendo el porcentaje de 1.5 el que mejor resultados tuvo con respecto al patrón. Como **fortaleza** vemos que agregando fibra de polipropileno en nuestro concreto con diseño de 210kg/cm<sup>2</sup> llegamos a obtener mejoras, teniendo como evidencia que al incorporar 1.5% de fibra de polipropileno mejoramos con respecto al concreto patrón un 11.41% y la **debilidad** es, si se utiliza un porcentaje que no sea óptimo la resistencia podría disminuir aún más de la ya existente del concreto patrón. Por otra parte, para Machuca (2021) que se planteó el objetivo de ver que efecto tenía la incorporación de esta fibra de polipropileno en las propiedades tanto físico como mecánicas de un concreto de diseño de 210kg/cm<sup>2</sup>, a medida que iba incrementando sus porcentajes su resistencia iba disminuyendo siendo en su adición de 0.1% donde mejor resultado tuvo a comparación de sus demás ensayos, sin embargo no llegó a ser óptimo debido a que obtuvo una disminución de hasta

-17.8% a su concreto convencional. Hernández, et al, (2018) menciona que la resistencia a la compresión del concreto es la facultad que tienen el concreto para aguantar el aplastamiento que hay en todos los materiales. Es por ello que Ince y Cetin (2019) describió que estos estudios experimentales que se realizan para la compresión son importantes tener en cuenta la relación agua y cemento, los agregados y sus tamaños, para obtener una mezcla óptima, y confirmamos también que al realizar la granulometría y definir los demás parámetros para nuestro diseño de mezcla logramos obtener una mezcla óptima en nuestros ensayos que fue fundamental para obtener los resultados en los ensayos de rotura.

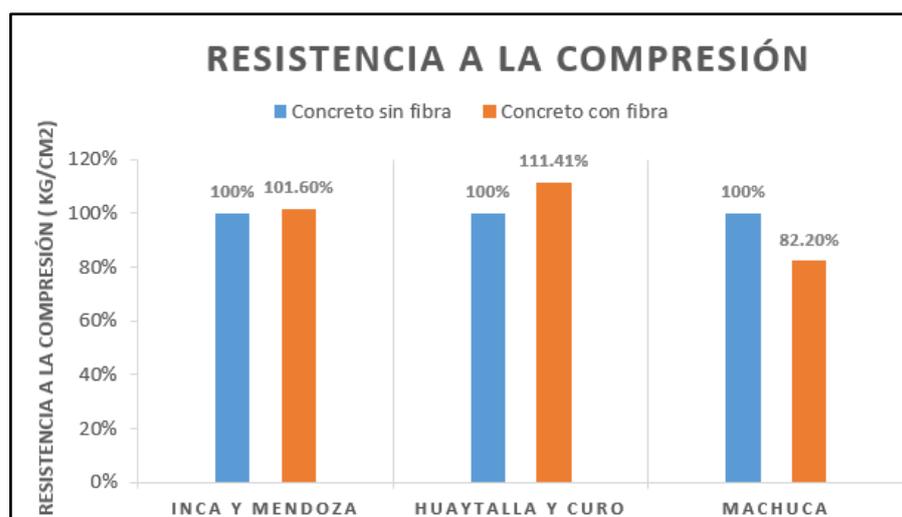


Figura 11. Comparación de incremento de resistencia a la compresión incorporando fibra de polipropileno, de la primera discusión. Fuente Propia.

- En relación con nuestro objetivo específico 2, Ambika, Sabitha y Pravinraj (2020) obtuvo resultados óptimos al incorporar 1.5% dándonos a entender que incorporando esta proporción de fibra se consigue mejoras con respecto a las propiedades mecánicas del concreto esta de fibra polipropileno en su resistencia a la compresión que obtuvo hasta 5,56% de mejora, también se pudo ver que sus resistencia a la tracción mejoro muy similar a la de la compresión y su resultado fue que incrementó un 5.89% en comparación de su concreto patrón. En cuanto a Sáenz (2019) obtuvo los siguientes resultados para la resistencia a la tracción por compresión diametral a los 28 días, 117%, 90.1% y 106% para concretos con fibra de polipropileno de 200

g/m<sup>3</sup>, 300 g/m<sup>3</sup> y 400 g/m<sup>3</sup>. Entonces obtuvo un aumento mínimo en su capacidad de resistencia a la tracción por compresión diametral. En nuestra investigación logramos hallar también resultados positivos en la resistencia a la tracción con la adición de 0.5, 1 y 1.5% siendo siempre el último el que mejor ayudo a incrementar la resistencia, para nosotros el resultado adicionando 1.5% de fibra fue de 21% con respecto al concreto patrón a base de los ensayos de rotura. Según la Norma Técnica Peruana 339.084 y la ASTM C496 en estos ensayos a tracción cumplimos con los parámetros exigidos para tener una medida óptima. Teniendo así una tendencia de mejora de la resistencia a la tracción adicionando fibra de polipropileno. Teniendo como **fortaleza** que con adiciones de fibra que sean óptimas pueden lograrse mejoras en la propiedad mecánica de tracción en el concreto y así poder usarse en construcciones de pavimentos rígidos y la **debilidad** es, si se utiliza un porcentaje que no sea óptimo la resistencia podría disminuir aun más de la ya existente del concreto patrón.



Figura 12. Comparación de incremento de resistencia a la tracción incorporando fibra de polipropileno, de la segunda discusión. Fuente Propia.

- En relación a nuestro objetivo específico 3, Baldeon Alayo (2017) obtuvo resultados favorables en lo que respecta a resistencia a la flexión, teniendo como resultado la investigación la mejora de la resistencia a la flexión con respecto a su concreto patrón, obtuvo un módulo de rotura de 36.7kg/cm<sup>2</sup> y para el concreto incorporando fibra obtuvo 43kg/cm<sup>2</sup>. Viéndose resultados óptimos en esta investigación, comparando con nuestros resultados con la adición de fibra al 1.5% donde se obtuvo solo un máximo de módulo de rotura

de 30kg/cm<sup>2</sup>. Teniendo como **fortaleza** que con adiciones de fibra que sean optimas pueden lograrse mejora en la propiedad mecánica de flexión en el concreto y así poder usarse en construcciones de pavimentos rígidos. En cuanto a Ambika, Sabitha y Pravinraj (2020) que estudio la resistencia ala flexión con la adición de fibra de polipropileno a un porcentaje de 1.5 obtuvo un incremento de 21.15% con respecto a su patrón. Luego para Torres-Ortega et al. (2021) para su resistencia a la flexión tuvo un aumento porcentual de 22% incorporando 0.79% de fibra esto con respecto a su concreto patrón, teniendo así un incremento positivo en su resistencia. También para Guerra (2022) su mejora fue considerable, los resultados para el concreto para pavimento rígido, con respecto a la flexión su módulo de rotura fue de 36.48kg/cm<sup>2</sup>, que en porcentaje fue de 10.22 % con respecto al concreto patrón. para nuestra investigación se obtuvo un 19,3% de mejora. Esto demuestra que la incorporación de fibra de polipropileno mejora las propiedades mecánicas del concreto por que se ve una tendencia en todos los tesistas mencionados. El ensayo a flexión que se expresó en nuestros resultados como módulo de rotura y nos indicó que el MR fluctúa entre el 20 y 10% de la resistencia a compresión, en nuestros resultados nuestra resistencia a la flexión logro obtener 10,20% de la resistencia a la compresión demostrando que se cumplió con el porcentaje según lo mencionado.

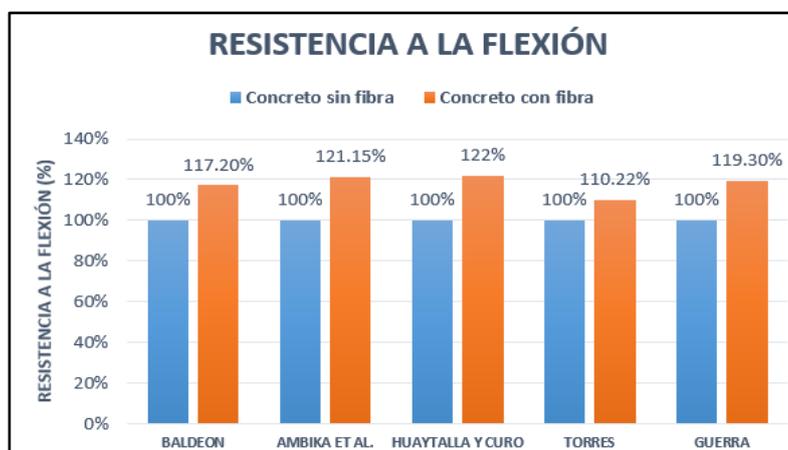


Figura 13. Comparación de incremento de resistencia a la flexión incorporando fibra de polipropileno, de la tercera discusión. Fuente Propia.

## VI. CONCLUSIONES

1. Respecto a nuestro objetivo general, hemos concluido que, aplicando fibra de polipropileno, comprobamos que nuestra hipótesis general es correcta y si se tiene mejoras en sus propiedades mecánicas del concreto utilizando la fibra SikaFiber y esto es debido a que si aumenta la resistencia del concreto obteniendo mejoras en cada una de sus propiedades con respecto al diseño inicial de concreto patrón de  $F'c$  210 kg/cm<sup>2</sup>.
2. Respecto al objetivo específico 1, hemos determinado que, al incorporar fibra de polipropileno a nuestro diseño de concreto  $F'c$  210 kg/cm<sup>2</sup>, la resistencia a la compresión mejora en los porcentajes incorporados al concreto, en donde a la edad de 28 días el concreto obtuvo un aumento de 11,41% incorporando 1.5% de fibra que fue el que mejor resultados obtuvo con respecto al concreto patrón, pudiendo concluir que la incorporación de fibra de polipropileno si mejora de una manera positiva al concreto su resistencia a la compresión cuando se incorpora esta fibra.
3. Respecto a nuestro objetivo específico 2, llegamos a determinar que el concreto con la incorporación de fibra de polipropileno mejora la propiedad mecánica de resistencia a la tracción en comparación con el concreto patrón  $F'c$  210 kg/cm<sup>2</sup>, siendo la proporción de 1.5% la que mejor incremento tuvo, concluyendo que la incorporación de fibra de polipropileno si mejora de una manera positiva al concreto su resistencia a la tracción cuando se incorpora esta fibra.
4. Respecto a nuestro objetivo específico 3, llegamos a determinar que el concreto con la incorporación de fibra de polipropileno mejora la propiedad mecánica de resistencia a la flexión en comparación con el concreto patrón  $F'c$  210 kg/cm<sup>2</sup>, siendo la proporción de 1.5% la que mejor incremento tuvo, concluyendo que la incorporación de fibra de polipropileno si mejora de una manera positiva al concreto su resistencia a la flexión cuando se incorpora esta fibra.

## VII. RECOMENDACIONES

- Se recomienda para el sector de la construcción el uso de esta fibra en porcentaje de 1.5% en la dosificación utilizada para esta investigación para implementarla como refuerzo al concreto patrón, debido a que va resultar optimo al momento de pretender mejorar las propiedades mecánicas del concreto, es recomendable utilizarlo con los diseños adecuados para cada tipo de infraestructura, debido a que nosotros usamos una resistencia de 210 kg/cm<sup>2</sup> solo como base a esta investigación y darle mejoras.
- Se recomienda para regiones que no son la de Lima, utilizar estas dosificaciones y porcentajes de fibras con el material respectivo a su localidad o región donde van a desarrollar su investigación, para dar a conocer si se encuentran otros resultados con materiales específicos de su localidad con referencia a la mejora de la resistencia de las propiedades mecánicas del concreto.
- Se recomienda para futuras investigaciones utilizar nuestros datos obtenidos e implementarlo en concretos con diseño patrón de mayor resistencia y así poder elaborar concretos con un nivel de resistencia más elevados que garanticen una mejora significativa en el diseño del concreto.
- Se recomienda que, para investigaciones próximas, utilizar este trabajo en otras líneas de investigación, así con los resultados obtenidos y los datos mostrados en este trabajo, puedan diseñar elementos estructurales tales como columnas, vigas, entre otros que aporten más información al campo de la ingeniería.

## REFERENCIAS

- ALADÍN, M.F.G., SILVA, L.M.O., MUÑOZ, J.L.L. y PENNA, E.G.T., 2019. Identificación de fuentes de agregados para pavimentos. S.I.: Sello Editorial Javeriano-Pontificia Universidad Javeriana, Cali. ISBN 978-958-51-1904-8.
- AMBIKA, D., SABITHA, M. y PRAVINRAJ, S., 2020. Experimental Study on Mechanical Properties of Concrete Using Plastics as Fiber (PP) and Partial Replacement of Fine Aggregate (PET). IOP Conference Series: Materials Science and Engineering, vol. 955, no. 1, pp. 012046. Disponible en: <https://acortar.link/QVNmKv>  
ISSN 1757-8981, 1757-899X.
- ARIAS GONZÁLES, J.L. y COVINOS GALLARDO, M., 2021. Diseño y metodología de la investigación [en línea]. Arequipa: Enfoques Consulting EIRL. [Consulta: 15 junio 2022]. ISBN 978-612-48444-2-3. Disponible en: <http://repositorio.concytec.gob.pe/handle/20.500.12390/2260>.
- ARMAS, Cesar. Efectos de la adición de fibra de polipropileno en las propiedades plásticas y mecánicas del concreto hidráulico. Tesis (Título de Ingeniero Civil). Chiclayo: Universidad señor de Sipán, 2016. Disponible en: <http://repositorio.uss.edu.pe//handle/20.500.12802/2712>
- ASTM C 33 American Society for Testing and Materials. Norma Internacional.
- ASTM C-128. Standard Test Method for Relative Density (Specific Gravity) And Absorption of Fine Aggregate. Norma Internacional.
- ASTM C-150. Portland Cement Specifications. American Society for Testing and Materials. Norma Internacional.
- BAENA PAZ, Guillermina. *Metodología de la investigación*. Grupo editorial patria, 2017.
- BALDEON, Jerry. Mejoramiento funcional en las propiedades del concreto hidráulico incorporando fibras de polipropileno al pavimento rígido, Comas- El correo, 2017. Tesis (Título de Ingeniero Civil). Lima: Universidad César Vallejo, 2017. Disponible en: <https://acortar.link/VuYDpT>
- BLAZY, J. y BLAZY, R., 2021. Polypropylene fiber reinforced concrete and its application in creating architectural forms of public spaces. Case Studies in Construction Materials, vol. 14, pp. e00549. ISSN 2214-5095.

- BORJA, M. Metodología de la investigación científica para ingenieros. [en línea]. Chiclayo, 2016. Disponible en: <https://acortar.link/LE6rFc>
- CARRILLO, J., ALCOCER, S.M. y APERADOR, W., 2013. Mechanical Properties of Concrete for Low-Cost Housing. Ingeniería, investigación y tecnología, vol. 14, no. 2, pp. 285-298. ISSN 1405-7743.
- CHAPOÑAN, José y QUISPE, Joel. Análisis del comportamiento en las propiedades del concreto hidráulico para el diseño de pavimentos rígidos adicionando fibras de polipropileno en el A.A.H.H Villa María - Nuevo Chimbote. Tesis (Título de Ingeniero civil). Chimbote: Universidad Nacional del Santa, 2017. Disponible en: <http://repositorio.uns.edu.pe/handle/UNS/2724>
- CHAVEZ, Valerio. Influencia del poliestireno expandido reciclado y la fibra de polipropileno en la resistencia a la compresión del concreto  $F'_c=210\text{kg/cm}^2$ . Tesis (Título de Ingeniero Civil). Chimbote: Universidad Cesar Vallejo, 2019. Disponible en: <https://repositorio.ucv.edu.pe/handle/20.500.12692/40814>
- GUERRA, Joel. Utilización de Fibras de Polipropileno en Pavimentos Rígidos de Vías Urbanas. Tesis (Título de Ingeniero Civil). Huancayo: Universidad Peruano Los andes, 2022. Disponible en: <https://acortar.link/PbfCxZ>
- HERNÁNDEZ, L., GÓMEZ, C., CONTRERAS, B., y PADILLA, R. Resistencia a la compresión del concreto. Colombia: Universidad Tecnológica de Bolívar, 2018, vol. 18, p. 0-6.
- HERNÁNDEZ, R., FERNÁNDEZ, C. y BAPTISTA, M. Metodología de la investigación [en línea] 4ª ed. México: McGraw-Hill / Interamericana Editores, S.A., 2006 [Consulta: 26 de septiembre de 2021]. Disponible en: <https://acortar.link/yfrQ2>
- HERNÁNDEZ, R., FERNÁNDEZ, C., y BAPTISTA, M. Metodología de la investigación [en línea] 5ª ed. México: McGraw-Hill / Interamericana Editores, S.A., 2010 [Consulta: 23 de septiembre de 2021]. Disponible en: <http://148.202.167.116:8080/xmlui/handle/123456789/2707>
- HERNÁNDEZ, R., FERNÁNDEZ, C., y BAPTISTA, M. Metodología de la investigación. 6ª ed. McGraw-Hill. McGraw-Hill / Interamericana Editores, S.A., 2014 [Consulta: 23 de septiembre de 2021]. Disponible en: <https://www.uca.ac.cr/wp-content/uploads/2017/10/Investigacion.pdf>

- HERRERAS, Esperanza. SPSS: Un instrumento de análisis de datos cuantitativos. *Revista de informática educativa y medios audiovisuales*, 2005, vol. 2, no 4, p. 62-69.
- INCA, Mariluz y MENDOZA, Mariluz. Adición del polipropileno para incrementar la resistencia a compresión del concreto  $F'c = 210 \text{ Kg/cm}^2$ , Lima 2019. Tesis (Título de Ingeniero civil). Lima: Universidad Cesar Vallejo, 2019. Disponible en: <https://repositorio.ucv.edu.pe/handle/20.500.12692/44949>
- INCE, Ragip; ÇETIN, Senem. Effect of grading type of aggregate on fracture parameters of concrete. *Magazine of Concrete Research*, 2019, vol. 71, no 16, p. 860-868. Disponible en: <https://doi.org/10.1680/jmacr.18.00095>
- ISIDRO, Guillermo. Influencia de las fibras de polipropileno en las propiedades del concreto  $F'c 210 \text{ kg/cm}^2$ . Tesis (Título de Ingeniero Civil). Puno: Universidad Nacional del Altiplano, 2017. Disponible en: <http://repositorio.unap.edu.pe/handle/UNAP/3842>
- LÓPEZ, Jorge. Análisis de las propiedades del concreto reforzado con fibras cortas de acero y macrofibras de polipropileno: Influencia del tipo y consumo de fibra adicionado. Tesis (Título de Ingeniero Civil). México: Universidad Nacional Autónoma de México, 2015. Disponible en: <http://www.ptolomeo.unam.mx:8080/xmlui/handle/132.248.52.100/7708>
- MASTER, Abhishek. Polypropylene fiber reinforced concrete in railway Crossties. Tesis (Magister en Ingeniería Civil). Illinois: Universidad of Illinois at Urbana-Champaign, 2017. Disponible en: <https://www.ideals.illinois.edu/items/105372>
- MACCAFERRI. América Latina. Fibras como elemento estructural para el Refuerzo del Hormigón. Manual técnico. [en línea] 2018 Disponible en <https://acortar.link/zNisKs>
- MACHUCA, Yeferson. Efecto de la Incorporación de Fibra de Polipropileno en las Propiedades Físico – Mecánicas de un Concreto  $210 \text{ Kg/Cm}^2$ . Tesis (Título de Ingeniero Civil). Huancayo: Universidad Peruana Los Andes, 2021. Disponible en: <http://repositorio.upla.edu.pe/handle/20.500.12848/3015>
- MELÉNDEZ, Aníbal. Utilización del concreto reciclado como agregado (grueso y fino) para un diseño de mezcla  $F'c = 210 \text{ kg/cm}^2$  en la ciudad de Huaraz—2016. Tesis (Título de Ingeniero Civil). Huaraz: Universidad San Pedro, 2016. Disponible en: <https://acortar.link/zyXzw4>

- MEYER, S. The EU and Nanotechnologies. A Critical Analysis Tanja Ehnert Oxford and Portland, Oregon: Hart Publishing, 2017, 296 pp. European Journal of Risk Regulation, vol. 8, no. 4, pp. 804–810.
- MOHOD, Milind, et al. Performance of polypropylene fibre reinforced concrete. IOSR Journal of Mechanical and Civil Engineering, 2015, vol. 12, no 1, p. 28-36. Disponible en: <https://acortar.link/P73xOS>
- MTC, D. g. (2013). Manual de carreteras, suelos, geología, geotecnia y pavimentos. Lima.
- NTP 334.009. Cemento Portland Requisitos. Norma Técnica Peruana, Lima – Perú: Norma Técnica Peruana.
- NTP. 339.034 (2015). Método de ensayo normalizado para la determinación de la resistencia a la compresión del concreto en muestras cilíndricas. Lima, Perú: Norma Técnica Peruana.
- NTP. 339.079 (2017). Método de ensayo para determinar la resistencia a la flexión del concreto en vigas simplemente apoyadas con cargas a los tercios del tramo. Lima, Perú: Norma Técnica Peruana.
- NTP. 339.084 (2017). Método de ensayo normalizado para la determinación de la resistencia a tracción simple del concreto, por compresión diametral de una probeta cilíndrica. Lima, Perú: Norma Técnica Peruana.
- NTP. 400.012.(2013) AGREGADOS. Análisis granulométrico del agregado fino, grueso y Global. Lima, Perú: Norma Técnica Peruana.
- NTP 400.037(2018) Agregados para concreto. Lima: Norma Técnica Peruana.
- ÑAUPAS, Humberto, MEJÍA, Elías, NOVOA, Eliana, y VILLAGÓMEZ, Alberto. Metodología de la investigación cuantitativa-cualitativa y redacción de la tesis. [en línea] 4ª. Ed. Bogotá: Ediciones de la U, 2014 [Consulta: 18 octubre 2021]. Disponible en: <https://acortar.link/DXz5D1>
- ÑAUPAS, Humberto, VALDIVIA, Marcelino, PALACIOS, Jesús y ROMERO, Hugo. Metodología de la investigación cuantitativa-cualitativa y redacción de la tesis [en línea] 5ª. Ed. Bogotá: Ediciones de la U, 2018 [Consulta: 18 octubre 2021]. Disponible en: <https://acortar.link/BVIBXU>
- ORTEGA, Juan. Diseño de estructuras de concreto armado. Perú: Editorial Macro, 2015 [Consulta: 10 junio 2022]. disponible en: <https://acortar.link/eEhstC> ISBN 978-612-304-217-2., 2014

- SAENZ, Robel. Estudio del concreto con fibras de polipropileno y cemento portland tipo I para A/C:0.60. Tesis (Título de Ingeniero Civil). Lima: Universidad Nacional de Ingeniería, 2019. Disponible en: <http://cybertesis.uni.edu.pe/handle/uni/20562>.
- SÁNCHEZ, H., REYES, C. y MEJÍA, K., 2018. Manual de términos en investigación científica, tecnológica y humanística. En: Universidad Ricardo Palma [en línea], [Consulta: 15 junio 2022]. Disponible en: <http://repositorio.urp.edu.pe/handle/URP/1480>.
- SÁNCHEZ, D. Tecnología del concreto y del mortero. Pontificia Universidad Javeriana. [en línea]. 5ª ed. Colombia: Bhandar Editores, 2001 [Consulta: 14 de junio de 2022]. Disponible en: <https://acortar.link/1Wu6QM> ISBN: 9589247040
- SIKAFIBER. Concreto Reforzado con Fibras. [en línea] 2019 Disponible: <https://acortar.link/KwBrR>
- TORRES-ORTEGA, R., QUIÑONEZ-BOLAÑOS, E., TEJADA-TOVAR, C., GARCÍA-DÍAZ, Y. y CABARCAS-TORRES, I., 2021. High-strength Concrete with Natural Aggregates, Silica Fume, and Polypropylene Macrofibers\*. Ciencia e Ingeniería Neogranadina, vol. 31, no. 2, pp. 27-40.
- VARGAS, Z. R. La Investigación aplicada: Una forma de conocer las realidades con evidencia científica. Revista Educación [en línea]. Julio 2009, n. ° 1. [Consulta: 24 de septiembre de 2021]. Disponible en: <https://www.redalyc.org/pdf/440/44015082010.pdf> ISSN: 0379-7082
- VILLASÍS-KEEVER, M.Á., MÁRQUEZ-GONZÁLEZ, H., ZURITA-CRUZ, J.N., MIRANDA-NOVALES, M.G. y ESCAMILLA-NÚÑEZ, A., 2018. El protocolo de investigación VII. Validez y confiabilidad de las mediciones. Revista Alergia México, vol. 65, no. 4, pp. 414-421. ISSN 2448-9190, 0002-5151.

## **ANEXOS**

## Anexo 1. MATRIZ DE OPERACIONALIZACIÓN DE VARIABLES

### Incorporación de fibras de polipropileno para mejorar propiedades mecánicas del concreto F'c 210 kg/cm<sup>2</sup> en pavimentos rígidos, Lima - 2021

VARIABLES	DEFINICION CONCEPTUAL	DEFINICION OPERACIONAL	DIMENSIONES	INDICADORES
<b>VI:</b> Incorporación de fibra de polipropileno	Maccaferri (2018) son hilos discontinuos, estas son elaboradas de muchas formas y dimensiones, generalmente son destinadas para ser empleadas en concreto. Tienen como función principal reducir la aparición de fisuras, pero a la vez una futura proliferación de daños excesivos en los elementos estructurales del concreto	-Para nuestros ensayos iremos incorporando en porcentajes fibras de polipropileno en nuestra mezcla de concreto. Usaremos la Norma Técnica Peruana Agregados 400.012	-Proporciones de fibra	-Incorporación al 0.5% -Incorporación al 1 % -Incorporación al 1.5 %
<b>VD:</b> Propiedades mecánicas del concreto F'c 210 kg/cm <sup>2</sup>	Carrillo, Alcocer y Aperador (2013) Es la conducta que presentan las propiedades de los materiales al ser sometidas a fuerzas mecánicas externas que tienden a alterar su capacidad de equilibrio; estas propiedades contienen varios módulos complementarios: conductividad, densidad, resistencia, elasticidad, ductilidad, dureza y diferentes medidas de resistencia. Fundamentalmente se mencionan tres tipos de propiedades/cualidades: las volumétricas, las térmicas y las físicas. Es de destacar, que el comportamiento mecánico de los materiales y su inmediata evolución, se encuentra dentro de la estructura de las propiedades del material.	-Para el ensayo a la resistencia a la compresión nos basaremos en la Norma ASTM C39 (American Standard Test) y la NTP 339.034(Norma Técnica Peruana). -Para el ensayo para determinar la resistencia a la tracción usaremos la Norma ASTM 496(American Standard Test) y la NTP 339.084 (Norma Técnica Peruana). -Para el ensayo para determinar la resistencia a la flexión usaremos la Norma ASTM C79 (American Standard Test) y la NTP 339.079 (Norma Técnica Peruana).	-Propiedades del concreto endurecido	-Ensayo resistencia a la compresión. Kg/cm <sup>2</sup> -Ensayo de resistencia a la tracción kg/cm <sup>2</sup> -Ensayo de resistencia a la flexión kg/cm <sup>2</sup>

*Tabla de operacionalización para nuestras variables de investigación*

## Anexo 2. MATRIZ DE CONSISTENCIA

Incorporación de fibras de polipropileno para mejorar propiedades mecánicas del concreto F'c 210 kg/cm<sup>2</sup> en pavimentos rígidos, Lima - 20

PROBLEMA	OBJETIVO	HIPOTESIS	VARIABLES	DISEÑO METODOLOGICO
<p><b>Problema General:</b></p> <p>¿De qué manera la incorporación de fibra de polipropileno mejora las propiedades mecánicas del concreto F'c 210 kg/cm<sup>2</sup>?</p> <p><b>Problemas específicos:</b></p> <p>¿Cómo influye la incorporación de fibra de polipropileno en la mezcla del concreto en su resistencia a la compresión?</p> <p>¿Cómo influye la incorporación de fibra de polipropileno en la mezcla del concreto en su resistencia a la tracción?</p> <p>¿Cómo influye la incorporación de fibra de polipropileno en la mezcla de concreto en su resistencia a la flexión?</p>	<p><b>Objetivo general:</b></p> <p>-Determinar de qué forma afecta la incorporación de fibra de polipropileno en el mejoramiento de las propiedades mecánicas del concreto.</p> <p><b>Objetivos específicos:</b></p> <p>-Averiguar de qué forma influye la incorporación de fibras de polipropileno en su nivel de resistencia a la compresión.</p> <p>-Estimar la influencia de la incorporación de fibras de polipropileno en la resistencia a la tracción.</p> <p>-Evaluar de qué forma influye la incorporación de fibras de polipropileno en su nivel de resistencia a la flexión.</p>	<p><b>Hipótesis general:</b></p> <p>-Incorporando fibras de polipropileno en nuestra mezcla se mejora las propiedades mecánicas del concreto F'c 210 kg/cm<sup>2</sup>.</p> <p><b>Hipótesis específicas:</b></p> <p>- La incorporación de fibras de polipropileno contribuirá con mejorar la resistencia a la compresión del concreto F'c 210 kg/cm<sup>2</sup>.</p> <p>- La incorporación de fibras de polipropileno influirá en el incremento de la resistencia a la tracción del concreto F'c 210 kg/cm<sup>2</sup>.</p> <p>- La incorporación de fibras de polipropileno influirá en la mejora de la resistencia a la flexión del concreto F'c 210 kg/cm<sup>2</sup>.</p>	<p><b>Variable independiente:</b></p> <p>-Incorporación de fibra de polipropileno.</p> <p><b>Variable dependiente:</b></p> <p>- Propiedades mecánicas del concreto F'c 210 kg/cm<sup>2</sup></p>	<p><b>Tipo de investigación:</b></p> <p>Aplicada</p> <p><b>Diseño de investigación</b></p> <p>Cuasi experimental</p> <p><b>Nivel de investigación:</b></p> <p>Explicativo</p> <p><b>Método de investigación:</b></p> <p>Cuantitativa</p> <p><b>Población:</b></p> <p>La población se constituirá por el análisis de incorporación de la fibra de polipropileno en diferentes dosificaciones al concreto.</p> <p><b>Muestra:</b></p> <p>72 probetas</p>

Tabla de matriz de consistencia del proyecto de investigación

## Anexo N°3. Validación del ingeniero



Razón Social: Laboratorio de suelos JCH S.A.C.  
RUC: 20602256872

### DECLARACION JURADA

Yo, **JAVIER FRANCISCO ULLOA CLAVIJO**, identificado con DNI. N°**09577001**, de profesión **INGENIERO CIVIL**, con registro CIP N°**193667** con domicilio en Calle Verastegui 416, San Juan de Miraflores, declaro estar **HABILITADO EN EJERCIO PROFESIONAL**, como responsable de la elaboración del estudio de mecánica de suelos en **Laboratorio de Suelos JCH SAC**.

Asimismo, declaro que todos los datos consignados anteriormente son verdaderos, de acuerdo a lo considerado en la ley vigente.

Lima, 08 de Junio, de 2022



*Javier Ulloa Clavijo*  
JAVIER FRANCISCO  
ULLOA CLAVIJO  
INGENIERO CIVIL  
Reg. CIP N° 193667

☎ Rpc: 976331849  
✉ lab.suelosjch@gmail.com  
📍 Av. Proceres de la Independencia #2236 - SJL

*Declaración de validación de los instrumentos usados en la investigación*

## Anexo 4. Pruebas del laboratorio validadas y certificadas.

 <b>LABORATORIO GEOTÉCNICO</b>	<b>FORMULARIO</b>	Código	---
	<b>INFORME DE RESULTADOS DE ENSAYOS</b>	Revisión	1
		Fecha	-
		Página	-

**INFORME** : JCH 22-067  
**SOLICITANTE** : HUAYTALLA HUAMAN ROBERT MAX & CURO CORNETERO JORGE ONELL  
**PROYECTO** : "INCORPORACION DE FIBRAS DE POLIPROPILENO PARA MEJORAR PROPIEDADES MECANICAS DEL CONCRETO F'c 210 KG/CM2 EN PAVIMENTOS RIGIDOS, LIMA - 2022"  
**UBICACIÓN** : LIMA  
**FECHA** : ABRIL DEL 2022  
**ASUNTO** : Diseño de mezcla f'c = 210 Kg/cm<sup>2</sup>

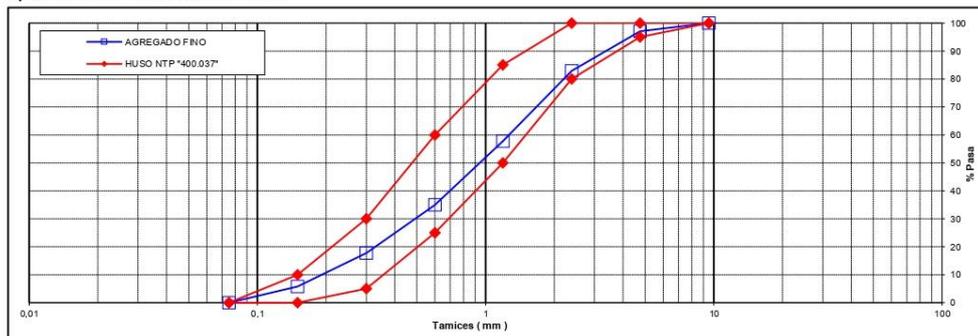
### CARACTERISTICAS DEL AGREGADO FINO :

ARENA GRUESA procedente de la cantera Jicamarca  
 Muestra proporcionada e identificada por el peticionario.

**A) ANALISIS GRANULOMETRICO** **Peso Total** 438,3 gr.

TAMIZ	GR.	%	% RET.	%	% PASA	
( Pulg )	( mm )	PESOS	RET.	ACUM.	PASA	HUSO NTP "400.037"
1"	25					
3/4"	19					
1/2"	12,5					
3/8"	9,5		0,0	0,0	100,0	100 - 100
N°4	4,75	12,9	2,9	2,9	97,1	95 - 100
N°8	2,38	62	14,1	17,1	82,9	80 - 100
N°16	1,19	110,2	25,1	42,2	57,8	50 - 85
N°30	0,6	100	22,8	65,0	35,0	25 - 60
N°50	0,3	75,5	17,2	82,3	17,7	5 - 30
N°100	0,15	52,2	11,9	94,2	5,8	0 - 10
FONDO		25,5	5,8	100,0	0,0	0 - 0

### B) CURVA DE GRANULOMETRIA



### C) PROPIEDAS FISICAS

Módulo de Fineza	3,04
Peso Unitario Suelto ( Kg/m <sup>3</sup> )	1.604
Peso Unitario Compactado ( Kg/m <sup>3</sup> )	1.829
Peso Específico	2,61
Contenido de Humedad ( % )	1,73
Porcentaje de Absorción ( % )	1,36



**Jean Chavez R.**  
 Tec. Suelos, Asfalto y Concreto



**Javier Francisco**  
 M. LOA CLAVIJO  
 INGENIERO CIVIL  
 Reg. CIP N° 193667

**LABORATORIO DE SUELOS JCH S.A.C.** RUC 20602256872 Av. Proceres de la Independencia 2236 - S.J.L. - Lima  
 - Perú

E-mail: lab.suelosjch@gmail.com Tel. 976331849 RPC

*Resultados de la granulometría del agregado fino*

	<b>FORMULARIO</b>	Código ---
	<b>INFORME DE RESULTADOS DE ENSAYOS</b>	Revisión 1
		Fecha -
		Página ---

**INFORME** : JCH 22-067  
**SOLICITANTE** : HUAYTALLA HUAMAN ROBERT MAX & CURO CORNETERO JORGE ONELL  
**PROYECTO** : "INCORPORACION DE FIBRAS DE POLIPROPILENO PARA MEJORAR PROPIEDADES MECANICAS DEL CONCRETO F'c = 210 KG/CM2 EN PAVIMENTOS RIGIDOS, LIMA - 2022"  
**UBICACIÓN** : LIMA  
**FECHA** : ABRIL DEL 2022  
**ASUNTO** : Diseño de mezcla f'c = 210 Kg/cm<sup>2</sup>

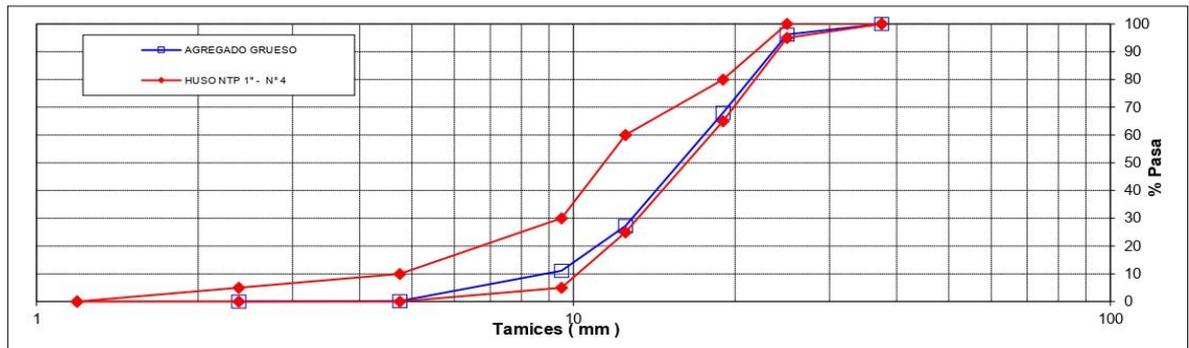
### CARACTERISTICAS DEL AGREGADO GRUESO :

PIEDRA CHANCADA procedente de la cantera Jicamarca  
 Muestra proporcionada e identificada por el peticionario.

#### A) ANALISIS GRANULOMETRICO Peso Total 2876,3 gr.

TAMIZ (Pulg)	(mm)	GR. PESOS	% RET.	% RET. ACUM.	% PASA	% PASA HUSO NTP 1" - N° 4
2 1/2"	63					
2"	50					
1 1/2"	37,5		0,0	0,0	100,0	100 - 100
1"	25	109,2	3,8	3,8	96,2	95 - 100
3/4"	19	812	28,2	32,0	68,0	65 - 80
1/2"	12,5	1172	40,7	72,8	27,2	25 - 60
3/8"	9,5	464,5	16,1	88,9	11,1	5 - 30
N°4	4,75	314,2	10,9	99,8	0,2	0 - 10
N°8	2,38	4,4	0,2	100,0	0,0	0 - 5
N°16	1,19					-
FONDO						

#### B) CURVA DE GRANULOMETRIA



#### C) PROPIEDAS FISICAS



Tamaño Nominal Máximo	1"
Módulo de Fineza	6,21
Peso Unitario Suelto ( Kg/m <sup>3</sup> )	1.517
Peso Unitario Compactado ( Kg/m <sup>3</sup> )	1.650
Peso Especifico	2,77
Contenido de Humedad ( % )	0,59
Porcentaje de Absorción ( % )	0,73



**Jean Chavez R**  
 Tec. Suelos, Asfalto y Concreto

**Javier Francisco de la Oja Clavijo**  
 INGENIERO CIVIL  
 Reg. CIP N° 193667

LABORATORIO DE SUELOS JCH S.A.C RUC 20602256872 Av. Proceres de la Independencia 2236 - S.J.L -

Lima - Perú

E-mail: lab.suelosjch@gmail.com Tel. 976331849 RPC

Resultados de la granulometría del agregado grueso

	<b>FORMULARIO</b>	Código : D-01
	<b>INFORME DE RESULTADOS DE ENSAYO</b>	Revisión : 1
		Fecha : -
		Página : -

**ENSAYO DE CONTENIDO DE HUMEDAD  
ASTM C566, NTP 339.185**

**INFORME N°** : JCH 22-067  
**SOLICITANTE** : HUAYTALLA HUAMAN ROBERT MAX & CURO CORNETERO JORGE ONELL  
**PROYECTO** : "INCORPORACION DE FIBRAS DE POLIPROPILENO PARA MEJORAR PROPIEDADES MECANICAS DEL CONCRETO F'c 210 KG/CM2 EN PAVIMENTOS RIGIDOS, LIMA - 2022"  
**UBICACIÓN** : LIMA  
**FECHA** : ABRIL DEL 2022

**DATOS DE LA MUESTRA**

**Cantera** : Jicamarca  
**Calicata** : -  
**Muestra** : -  
**Prof. (m)** : - **Fecha de Recepción** : 28/04/22  
**Progresiva** : - **Fecha de Ejecución** : 28/04/22  
**Coordenadas** : -

Recipiente N°		ARENA	PIEDRA
Peso de suelo humedo + tara	g	525,5	2601,5
Peso de suelo seco + tara	g	517,5	2587,3
Peso de tara	g	51,2	200,2
Peso de agua	g	8,0	14,2
Peso de suelo seco	g	466,3	2387,1
Contenido de agua	%	1,73	0,59
Contenido de Humedad (%)		1,73	0,59

**Observacion :** El uso de esta información es exclusiva del solicitante  
**Realizado por** Tec. J.Ch

**Equipos Usados**

Bal-TAJ4001-N°1  
Hor-01-jch

  
**Jean Chavez R**  
 Tec. Suelos, Asfalto y Concreto



  
**JAVIER FRANCISCO**  
 EN LOA CLAVIJO  
 INGENIERO CIVIL  
 Reg. CIP N° 193667

LABORATORIO DE SUELOS JCH S.A.C. RUC 20602256872 Av. Proceres de la Independencia #2236 S.J.L. Telf. 976331894 - 016935014

*Resultados de ensayo de contenido de humedad de los agregados*



	FORMULARIO	Código : <b>C-07</b>
	INFORME DE RESULTADOS DE ENSAYOS	Revisión : <b>1</b> Fecha : <b>-</b> Página : <b>1 de 1</b>

**GRAVEDAD ESPECIFICA Y ABSORCIÓN DEL AGREGADO GRUESO**  
NORMA ASTM C-127 - NTP 400.021 - MTC E-206

**N° INFORME** : JCH 22-067  
**SOLICITANTE** : HUAYTALLA HUAMAN ROBERT MAX & CURO CORNETERO JORGE ONELL  
**PROYECTO** : "INCORPORACION DE FIBRAS DE POLIPROPILENO PARA MEJORAR PROPIEDADES MECANICAS DEL CONCRETO F' C 210 KG/CM2 EN PAVIMENTOS RIGIDOS, LIMA - 2022"  
**UBICACIÓN** : LIMA  
**FECHA** : ABRIL DEL 2022

**Calicata** : - **Cantera** : JICAMARCA  
**Muestra** : PIEDRA CHANCADA **Progresiva** : -  
**Prof.(m)** : - **Coordenadas** : -

Temperatura de Ensayo	23 °C			PROMEDIO
	1	2	3	
Muestra N°				
Peso mat. Sat. Superf. seca en aire (gr)	3594,0			
Peso mat. Sat. Superf. seca en agua (gr)	2305,0			
Volumen de masa + volumen de vacios (gr)	3568,0			
Peso de material seco (105°C) (gr)	3568,0			
Volumen de masa (gr)	1263,0			
Peso Bulk (base seca)	2,768			<b>2,77</b>
Peso Bulk (base saturada)	2,788			<b>2,79</b>
Peso aparente (base seca)	2,825			<b>2,83</b>
Porcentaje de absorción (%)	0,73			<b>0,7</b>

**Observaciones** :  
**Realizado** : Téc. JCh

<b>Equipos Usados</b>
Can-LA-3925
Bal-R31P30-N°3

  
**Jean Chavez R**  
 Tec. Suelos, Asfalto y Concreto



  
**JAVIER FRANCISCO**  
 LOA CLAVIJO  
 INGENIERO CIVIL  
 Reg. CIP N° 193667

LABORATORIO DE SUELOS JCH S.A.C RUC 20602256872 Av. Proceres de la Independencia 2236 - S.J.L - Lima - Perú  
 E-mail: lab.suelosjch@gmail.com Tel. 976331849 RPC

*Resultados de ensayos de gravedad especifica y absorcion del agregado grueso*

	<b>FORMULARIO</b>	Código : C-10
	<b>INFORME DE RESULTADOS DE ENSAYOS</b>	Revisión : 2 Fecha : - Página : 1 de 1

**PESO UNITARIO DEL AGREGADO FINO**  
ASTM C-29 MTC E-203

**Informe** : JCH 22-067  
**Solicitante** : HUAYTALLA HUAMAN ROBERT MAX & CURO CORNETERO JORGE ONELL  
**Proyecto** : "INCORPORACION DE FIBRAS DE POLIPROPILENO PARA MEJORAR PROPIEDADES MECANICAS DEL CONCRETO F´C 210 KG/CM2 EN PAVIMENTOS RIGIDOS, LIMA - 2022"  
 Ubicación : LIMA  
 Fecha : ABRIL DEL 2022

**RESULTADOS DE ENSAYOS DE LABORATORIO**

Cantera : JICAMARCA  
 Calicata : -  
 Muestra : ARENA GRUESA  
 Prof. (m.) : -  
 Progresiva : -  
 Cordenadas : -

Peso Unitario Varillado (gr/cm<sup>3</sup>) : **1,829**  
 Peso Unitario Suelto (gr/cm<sup>3</sup>) : **1,604**  
 Peso del molde (gr) : 1070  
 Volumen molde (cm<sup>3</sup>) : 2875

	P.U.C. (gr)	Densidades (gr/cm <sup>3</sup> )
Peso de Molde+Agregado (gr)	6324	1,827
Peso de Molde+Agregado (gr)	6328	1,829
Peso de Molde+Agregado (gr)	6330	1,830
	P.U.S. (gr)	Densidades (gr/cm <sup>3</sup> )
Peso de Molde+Agregado (gr)	5685	1,605
Peso de Molde+Agregado (gr)	5678	1,603
Peso de Molde+Agregado (gr)	5684	1,605

Nota.- La muestra fue remitida e identificada por el Solicitante.  
 Ejecución : Tec. G.NR

**Equipos Usados**  
 Bal-R31P30-Nº6

  
**Jean Chavez R**  
 Tec. Suelos, Asfalto y Concreto



  
**JAVIER FRANCISCO DE LA OJA CLAVIJO**  
 INGENIERO CIVIL  
 Reg. CIP N° 193867

LABORATORIO DE SUELOS JCH S.A.C RUC 20602256872 Av. Proceres de la Independencia 2236 - S.J.L - Lima  
 - Perú  
 E-mail: lab.suelosjch@gmail.com Tel. 976331849 RPC

*Resultados de ensayos de peso unitario del agregado fino*



FORMULARIO  
INFORME DE RESULTADOS DE ENSAYOS

Código : C-09  
Revisión : 1  
Fecha : -  
Página : 1 de 1

**PESO UNITARIO AGREGADO GRUESO**  
**ASTM C-29 - NTP 400.017 - MTC E-203**

**Informe** : JCH 22-067  
**Solicitante** : HUAYTALLA HUAMAN ROBERT MAX & CURO CORNETERO JORGE ONELL  
**Proyecto** : "INCORPORACION DE FIBRAS DE POLIPROPILENO PARA MEJORAR PROPIEDADES MECANICAS DEL CONCRETO F' C 210 KG/CM2 EN PAVIMENTOS RIGIDOS, LIMA - 2022"

**Ubicación** : LIMA

**Fecha** : ABRIL DEL 2022

Cantera : JICAMARCA Progresiva : -  
Calicata : - Coordenadas : -  
Muestra : PIEDRA CHANCADA  
Prof. (m.) : -

**Peso Unitario Varillado (gr/cm<sup>3</sup>)** : 1,650  
**Peso Unitario Suelto (gr/cm<sup>3</sup>)** : 1,517  
**Peso del molde (gr)** : 2251  
**Volumen molde (cm<sup>3</sup>)** : 9113,1

	P.U.C. (gr)	Densidades (gr/cm <sup>3</sup> )
Peso de Molde+Agregado (gr)	17280	1,649
Peso de Molde+Agregado (gr)	17302	1,652
Peso de Molde+Agregado (gr)	17274	1,649
	P.U.S. (gr)	Densidades (gr/cm <sup>3</sup> )
Peso de Molde+Agregado (gr)	16083	1,518
Peso de Molde+Agregado (gr)	16080	1,517
Peso de Molde+Agregado (gr)	16072	1,517

**Nota.-** La muestra fue remitida e identificada por el Solicitante.  
**Ejecución :** Tec. G.NR

**Equipos Usados**  
Bal-R31P30-Nº6

**Jean Chavez R**  
Tec. Suelos, Asfalto y Concreto



**JAVIER FRANCISCO LOZA CLAVIJO**  
INGENIERO CIVIL  
Reg. CIP N° 193867

LABORATORIO DE SUELOS JCH S.A.C RUC 20602256872 Av. Proceres de la Independencia 2236 - S.J.L - Lima  
- Perú  
E-mail: lab.suelosjch@gmail.com Tel. 976331849 RPC

*Resultados de ensayos de peso unitario del agregado grueso*

 <b>LABORATORIO GEOTÉCNICO</b>	<b>FORMULARIO</b>	Código : CFE-12
	<b>INFORME DE RESULTADOS DE ENSAYOS</b>	Revisió : 1
		Fecha : -
		Página : ---

**INFORME** : JCH 22-067  
**SOLICITANTE** : HUAYTALLA HUAMAN ROBERT MAX & CURO CORNETERO JORGE ONELL  
**PROYECTO** : "INCORPORACION DE FIBRAS DE POLIPROPILENO PARA MEJORAR PROPIEDADES MECANICAS DEL CONCRETO F'c 210 KG/CM2 EN PAVIMENTOS RIGIDOS, LIMA - 2022"  
**UBICACIÓN** : LIMA  
**FECHA** : ABRIL DEL 2022  
**ASUNTO** : Diseño de mezcla TEORICO f'c = 210 Kg/cm<sup>2</sup>

1,0	<b>DISEÑO DE MEZCLAS TEORICO ( f'c = 210 Kg/cm<sup>2</sup> ) CEMENTO SOL tipo I</b>																		
	Natural																		
1,1	<b>CARACTERISTICAS GENERALES</b>																		
	<table border="0"> <tr> <td>Denominación</td> <td>.....</td> <td>f'c = 210 Kg/cm<sup>2</sup></td> </tr> <tr> <td>Asentamiento</td> <td>.....</td> <td>3" - 4"</td> </tr> <tr> <td>Relación a / c de diseño</td> <td>.....</td> <td>0,67</td> </tr> <tr> <td>Relación a / c de obra</td> <td>.....</td> <td>0,66</td> </tr> <tr> <td>Proporciones de diseño</td> <td>.....</td> <td>1,0 : 2,72 : 3,26</td> </tr> <tr> <td>Proporciones de obra</td> <td>.....</td> <td>1,0 : 2,77 : 3,27</td> </tr> </table>	Denominación	.....	f'c = 210 Kg/cm <sup>2</sup>	Asentamiento	.....	3" - 4"	Relación a / c de diseño	.....	0,67	Relación a / c de obra	.....	0,66	Proporciones de diseño	.....	1,0 : 2,72 : 3,26	Proporciones de obra	.....	1,0 : 2,77 : 3,27
Denominación	.....	f'c = 210 Kg/cm <sup>2</sup>																	
Asentamiento	.....	3" - 4"																	
Relación a / c de diseño	.....	0,67																	
Relación a / c de obra	.....	0,66																	
Proporciones de diseño	.....	1,0 : 2,72 : 3,26																	
Proporciones de obra	.....	1,0 : 2,77 : 3,27																	
1,2	<b>CANTIDAD DE MATERIAL POR m<sup>3</sup> DE CONCRETO EN OBRA</b>																		
	<table border="0"> <tr> <td>Cemento</td> <td>.....</td> <td>306 Kg.</td> </tr> <tr> <td>Arena</td> <td>.....</td> <td>847 Kg.</td> </tr> <tr> <td>Piedra</td> <td>.....</td> <td>1002 Kg.</td> </tr> <tr> <td>Agua</td> <td>.....</td> <td>203 lt.</td> </tr> <tr> <td>Densidad</td> <td>.....</td> <td>2358 kg/m<sup>3</sup></td> </tr> </table>	Cemento	.....	306 Kg.	Arena	.....	847 Kg.	Piedra	.....	1002 Kg.	Agua	.....	203 lt.	Densidad	.....	2358 kg/m <sup>3</sup>			
Cemento	.....	306 Kg.																	
Arena	.....	847 Kg.																	
Piedra	.....	1002 Kg.																	
Agua	.....	203 lt.																	
Densidad	.....	2358 kg/m <sup>3</sup>																	
1,3	<b>CANTIDAD DE MATERIAL POR BOLSA DE CEMENTO EN OBRA</b>																		
	<table border="0"> <tr> <td>Cemento</td> <td>.....</td> <td>42,5 Kg.</td> </tr> <tr> <td>Arena</td> <td>.....</td> <td>117,6 Kg.</td> </tr> <tr> <td>Piedra</td> <td>.....</td> <td>139,2 Kg.</td> </tr> <tr> <td>Agua</td> <td>.....</td> <td>28,2 lt/bolsa</td> </tr> </table>	Cemento	.....	42,5 Kg.	Arena	.....	117,6 Kg.	Piedra	.....	139,2 Kg.	Agua	.....	28,2 lt/bolsa						
Cemento	.....	42,5 Kg.																	
Arena	.....	117,6 Kg.																	
Piedra	.....	139,2 Kg.																	
Agua	.....	28,2 lt/bolsa																	
1,4	<b>PROPORCIONES APROXIMADAS EN VOLUMEN</b>																		
	<table border="0"> <tr> <td>Proporciones</td> <td>.....</td> <td>1,0 : 2,57 : 3,21</td> </tr> <tr> <td>Agua</td> <td>.....</td> <td>28,2 lt/bolsa</td> </tr> </table>	Proporciones	.....	1,0 : 2,57 : 3,21	Agua	.....	28,2 lt/bolsa												
Proporciones	.....	1,0 : 2,57 : 3,21																	
Agua	.....	28,2 lt/bolsa																	

**NOTA** : Hacer tandas de prueba por condiciones técnicas del lugar de obra, controlar las características de los materiales, personal técnico y equipos utilizados en obra.

  
**Jean Chavez R**  
 Tec. Suelos, Asfalto y Concreto



  
**JAVIER FRANCISCO**  
 LOA CLAVIJO  
 INGENIERO CIVIL  
 Reg. CIP N° 193667

**LABORATORIO DE SUELOS JCH S.A.C** RUC 20602256872 Av. Proceres de la Independencia 2236 - S.J.L - Lima - Perú  
 E-mail: lab.suelosjch@gmail.com Tel. 976331849 RPC

**Diseño de mezclas para el concreto F'c 210 kg/cm<sup>2</sup>**

	<b>FORMULARIO</b>	Código : CFE-12
	<b>INFORME DE RESULTADOS DE ENSAYOS</b>	Revisión : 1 Fecha : - Página : ---

**INFORME** : JCH 22-067  
**SOLICITANTE** : HUAYTALLA HUAMAN ROBERT MAX & CURO CORNETERO JORGE ONELL  
**PROYECTO** : "INCORPORACION DE FIBRAS DE POLIPROPILENO PARA MEJORAR PROPIEDADES MECANICAS DEL CONCRETO F'c 210 KG/CM2 EN PAVIMENTOS RIGIDOS, LIMA - 2022"  
**UBICACIÓN** : LIMA  
**FECHA** : ABRIL DEL 2022  
**ASUNTO** : Diseño de mezcla TEORICO f'c = 210 Kg/cm<sup>2</sup>

2,0	<b>DISEÑO DE MEZCLAS TEORICO ( f'c = 210 Kg/cm<sup>2</sup> ) CEMENTO SOL tipo I</b>
	MUESTRA 0,5%
2,1	<b>CARACTERISTICAS GENERALES</b>
	Denominación ..... f'c = 210 Kg/cm <sup>2</sup> Asentamiento ..... 3" - 4" Relación a / c de diseño ..... 0,67 Relación a / c de obra ..... 0,66 Proporciones de diseño ..... 1.0 : 2,74 : 3,28 Proporciones de obra ..... 1.0 : 2,79 : 3,30 Aditivo Polipropileno ..... 212,50 gr por bolsa de cemento
2,2	<b>CANTIDAD DE MATERIAL POR m<sup>3</sup> DE CONCRETO EN OBRA</b>
	Cemento ..... 304 Kg. Arena ..... 848 Kg. Piedra ..... 1004 Kg. Agua ..... 202 lt. Aditivo Polipropileno ..... 1,52 Kg. Densidad ..... 2361 kg/m <sup>3</sup>
2,3	<b>CANTIDAD DE MATERIAL POR BOLSA DE CEMENTO EN OBRA</b>
	Cemento ..... 42,5 Kg. Arena ..... 118,4 Kg. Piedra ..... 140,2 Kg. Agua ..... 28,2 lt/bolsa Aditivo Polipropileno ..... 0,2125 Kg.
2,4	<b>PROPORCIONES APROXIMADAS EN VOLUMEN</b>
	Proporciones ..... 1.0 : 2,58 : 3,23 Agua ..... 28,2 lt/bolsa Aditivo Polipropileno ..... 212,50 gr por bolsa de cemento

**NOTA** : Hacer tandas de prueba por condiciones técnicas del lugar de obra, controlar las características de los materiales, personal técnico y equipos utilizados en obra.

  
**Jean Chavez R**  
Tec. Suelos, Asfalto y Concreto



  
**JAVIER FRANCISCO DE LA OJA CLAVIJO**  
INGENIERO CIVIL  
Reg. CIP N° 193867

LABORATORIO DE SUELOS JCH S.A.C RUC 20602256872 Av. Proceres de la Independencia 2236 - S.J.L - Lima - Perú  
E-mail: lab.suelosjch@gmail.com Tel. 976331849 RPC

*b. Diseño de mezclas para el concreto F'c 210 kg/cm<sup>2</sup> con 0.5% de fibra*

	<b>FORMULARIO</b>	Código : CFE-12
	<b>INFORME DE RESULTADOS DE ENSAYOS</b>	Revisión : 1 Fecha : - Página : ---

**INFORME** : JCH 22-067  
**SOLICITANTE** : HUAYTALLA HUAMAN ROBERT MAX & CURO CORNETERO JORGE ONELL  
**PROYECTO** : "INCORPORACION DE FIBRAS DE POLIPROPILENO PARA MEJORAR PROPIEDADES MECANICAS DEL CONCRETO F'c 210 KG/CM2 EN PAVIMENTOS RIGIDOS, LIMA - 2022"  
**UBICACIÓN** : LIMA  
**FECHA** : ABRIL DEL 2022  
**ASUNTO** : Diseño de mezcla TEORICO f'c = 210 Kg/cm<sup>2</sup>

3,0	<b>DISEÑO DE MEZCLAS TEORICO ( f'c = 210 Kg/cm<sup>2</sup> ) CEMENTO SOL tipo I</b>
	<b>MUESTRA 1%</b>
3,1	<b>CARACTERISTICAS GENERALES</b>
	Denominación ..... f'c = 210 Kg/cm <sup>2</sup> Asentamiento ..... 3" - 4" Relación a / c de diseño ..... 0,67 Relación a / c de obra ..... 0,66 Proporciones de diseño ..... 1.0 : 2,78 : 3,33 Proporciones de obra ..... 1.0 : 2,83 : 3,34 Aditivo Polipropileno ..... 425,00 gr por bolsa de cemento
3,2	<b>CANTIDAD DE MATERIAL POR m<sup>3</sup> DE CONCRETO EN OBRA</b>
	Cemento ..... 301 Kg. Arena ..... 852 Kg. Piedra ..... 1008 Kg. Agua ..... 200 lt. Aditivo Polipropileno ..... 3,01 Kg. Densidad ..... 2366 kg/m <sup>3</sup>
3,3	<b>CANTIDAD DE MATERIAL POR BOLSA DE CEMENTO EN OBRA</b>
	Cemento ..... 42,5 Kg. Arena ..... 120,1 Kg. Piedra ..... 142,2 Kg. Agua ..... 28,2 lt/bolsa Aditivo Polipropileno ..... 0,4250 Kg.
3,4	<b>PROPORCIONES APROXIMADAS EN VOLUMEN</b>
	Proporciones ..... 1.0 : 2,62 : 3,28 Agua ..... 28,2 lt/bolsa Aditivo Polipropileno ..... 425,00 gr por bolsa de cemento

**NOTA** : Hacer tandas de prueba por condiciones técnicas del lugar de obra, controlar las características de los materiales, personal técnico y equipos utilizados en obra.

  
**Jean Chavez R**  
Téc. Suelos, Asfalto y Concreto



  
**JAVIER FRANCISCO LOA CLAVIJO**  
INGENIERO CIVIL  
Reg. CIP N° 193667

LABORATORIO DE SUELOS JCH S.A.C RUC 20602256872 Av. Proceres de la Independencia 2236 - S.J.L - Lima - Perú  
E-mail: lab.suelosjch@gmail.com Tel. 976331849 RPC

*Diseño de mezclas para el concreto F'c 210 kg/cm<sup>2</sup> con 1% de fibra*

	<b>FORMULARIO</b>	Código : CFE-12
	<b>INFORME DE RESULTADOS DE ENSAYOS</b>	Revisión : 1 Fecha : - Página : ---

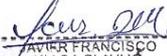
**INFORME** : JCH 22-067  
**SOLICITANTE** : HUAYTALLA HUAMAN ROBERT MAX & CURO CORNETERO JORGE ONELL  
**PROYECTO** : "INCORPORACION DE FIBRAS DE POLIPROPILENO PARA MEJORAR PROPIEDADES MECANICAS DEL CONCRETO F'c 210 KG/CM2 EN PAVIMENTOS RIGIDOS, LIMA - 2022"  
**UBICACIÓN** : LIMA  
**FECHA** : ABRIL DEL 2022  
**ASUNTO** : Diseño de mezcla TEORICO f'c = 210 Kg/cm<sup>2</sup>

4,0	<b>DISEÑO DE MEZCLAS TEORICO ( f'c = 210 Kg/cm<sup>2</sup> ) CEMENTO SOL tipo I</b>
	Muestra 1,5%
4,1	<b>CARACTERISTICAS GENERALES</b>
	Denominación ..... f'c = 210 Kg/cm <sup>2</sup> Asentamiento ..... 3" - 4" Relación a / c de diseño ..... 0,67 Relación a / c de obra ..... 0,66 Proporciones de diseño ..... 1.0 : 2,80 : 3,35 Proporciones de obra ..... 1.0 : 2,85 : 3,37 Aditivo Polipropileno ..... 637,50 gr por bolsa de cemento
4,2	<b>CANTIDAD DE MATERIAL POR m<sup>3</sup> DE CONCRETO EN OBRA</b>
	Cemento ..... 300 Kg. Arena ..... 854 Kg. Piedra ..... 1011 Kg. Agua ..... 199 lt. Aditivo Polipropileno ..... 4,50 Kg. Densidad ..... 2369 kg/m <sup>3</sup>
4,3	<b>CANTIDAD DE MATERIAL POR BOLSA DE CEMENTO EN OBRA</b>
	Cemento ..... 42,5 Kg. Arena ..... 121,0 Kg. Piedra ..... 143,2 Kg. Agua ..... 28,2 lt/bolsa Aditivo Polipropileno ..... 0,6375 Kg.
4,4	<b>PROPORCIONES APROXIMADAS EN VOLUMEN</b>
	Proporciones ..... 1.0 : 2,64 : 3,30 Agua ..... 28,2 lt/bolsa Aditivo Polipropileno ..... 637,50 gr por bolsa de cemento

**NOTA** : Hacer tandas de prueba por condiciones técnicas del lugar de obra, controlar las características de los materiales, personal técnico y equipos utilizados en obra.

  
**Jean Chavez R**  
Tec. Suelos, Asfalto y Concreto



  
**JAVIER FRANCISCO LOA CLAVIJO**  
INGENIERO CIVIL  
Reg. CIP N° 193667

LABORATORIO DE SUELOS JCH S.A.C RUC 20602256872 Av. Proceres de la Independencia 2236 - S.J.L - Lima - Perú  
E-mail: lab.suelosjch@gmail.com Tel. 976331849 RPC

*Diseño de mezclas para el concreto F'c 210 kg/cm<sup>2</sup> con 1.5% de fibra*

## Anexo 5. Certificado de ensayo de rotura a la compresión

	<b>REGISTRO</b>	Código : CFE-01 Revisión : 1
	<b>INFORME DE RESULTADOS DE ENSAYOS</b>	Página : 1 de 1

**MÉTODO NORMALIZADO PARA LA DETERMINACIÓN DEL ESFUERZO A LA COMPRESIÓN DE TESTIGOS CILÍNDRICOS DE CONCRETO ENDURECIDO  
NTP 339.034-11 / ASTM C39-07**

**INFORME** JCH 22-067  
**Solicitante** HUAYTALLA HUAMAN ROBERT MAX & CURO CORNETERO JORGE ONELL  
**Proyecto** "INCORPORACION DE FIBRAS DE POLIPROPILENO PARA MEJORAR PROPIEDADES MECANICAS DEL CONCRETO F' C 210 KG/CM2 EN PAVIMENTOS RIGIDOS, LIMA - 2022"  
**Ubicación** LIMA

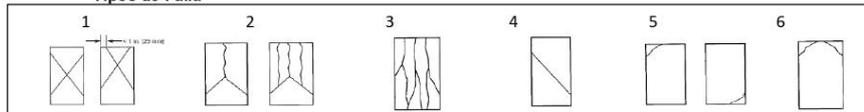
**Fecha Rotura (7D)** 06/05/2022  
**Fecha Rotura (28D)** 27/05/2022

IDENTIFICACIÓN DE ESPECIMEN	FECHA DE VACIADO	EDAD días	DIÁMETRO mm	FUERZA MÁXIMA KN	ÁREA cm <sup>2</sup>	ESFUERZO kg/cm <sup>2</sup>	TIPO FALLA
Nat 0%	29/04/2022	7	102,2	157,29	81,95	196	2
Nat 0%	29/04/2022	7	102,3	151,08	82,19	187	2
Nat 0%	29/04/2022	7	101,6	146,03	80,99	184	2
0,5% Polipropileno	29/04/2022	7	101,5	153,30	80,91	193	2
0,5% Polipropileno	29/04/2022	7	101,9	155,50	81,47	195	2
0,5% Polipropileno	29/04/2022	7	101,6	155,50	81,07	196	2
1,0% Polipropileno	29/04/2022	7	101,6	160,20	81,07	201	2
1,0% Polipropileno	29/04/2022	7	101,7	156,20	81,15	196	2
1,0% Polipropileno	29/04/2022	7	101,7	162,50	81,15	204	2
1,5% Polipropileno	29/04/2022	7	101,6	165,20	81,07	208	2
1,5% Polipropileno	29/04/2022	7	102,2	166,80	82,03	207	2
1,5% Polipropileno	29/04/2022	7	101,7	162,90	81,23	204	3
Nat 0%	29/04/2022	28	101,9	177,95	81,47	223	2
Nat 0%	29/04/2022	28	101,9	174,06	81,55	218	1
Nat 0%	29/04/2022	28	102,0	173,22	81,63	216	2
0,5% Polipropileno	29/04/2022	28	101,8	183,20	81,39	229	3
0,5% Polipropileno	29/04/2022	28	101,5	186,80	80,91	235	2
0,5% Polipropileno	29/04/2022	28	101,9	187,41	81,55	234	2
1,0% Polipropileno	29/04/2022	28	102,2	183,70	81,95	228	3
1,0% Polipropileno	29/04/2022	28	102,1	195,14	81,79	243	3
1,0% Polipropileno	29/04/2022	28	102,5	196,40	82,52	243	2
1,5% Polipropileno	29/04/2022	28	101,4	194,50	80,75	246	3
1,5% Polipropileno	29/04/2022	28	101,5	196,00	80,83	247	2
1,5% Polipropileno	29/04/2022	28	101,7	190,50	81,15	239	3

**Consideraciones :**

- No se observaron fallas atípicas en las roturas
- Las probetas fueron remoldeadas por el solicitante
- El ensayo fue realizado haciendo uso de almohadillas de Neopreno

**Tipos de Falla**



*Chavez*  
**Jean Chavez R**  
 Tec. Suelos, Asfalto y Concreto



*Loa Clavijo*  
**JAVIER FRANCISCO**  
 DE LOA CLAVIJO  
 INGENIERO CIVIL  
 Reg. CIP N° 193667

*Resultado de los ensayos a compresión a las probetas de 7 y 28 días*

## Anexo 6. Certificado de ensayo de rotura a la flexión

	<b>FORMATO</b>	Código	CFE-10
	<b>MÉTODO DE PRUEBA ESTÁNDAR PARA LA DETERMINACIÓN DEL MÓDULO DE ROTURA DEL HORMIGÓN - CONCRETO</b>	Versión	01
		Fecha	-
		Página	1 de 1
Informe	: JCH 22-067		
Solicitante	: HUAY TALLA HUAMAN ROBERT MAX & CURO CORNETERO JORGE ONELL		
Proyecto	: "INCORPORACIÓN DE FIBRAS DE POLIPROPILENO PARA MEJORAR PROPIEDADES MECANICAS DEL CONCRETO F'C 210 KG/CM2 EN PAVIMENTOS RIGIDOS, LIMA - 2022"		
Ubicación	: LIMA	Fecha de ensayo	7D 06/05/2022
Fecha	: MAYO DEL 2022	Fecha de ensayo	28D 27/05/2022
Tipo de muestra	: Concreto endurecido		
Presentación	: Prismas de concreto endurecido		
F'c de diseño	: 210 kg/cm2		

### RESISTENCIA A LA FLEXIÓN DEL CONCRETO ENDURECIDO ASTM C78

IDENTIFICACIÓN ESPECIMÉN	FECHA DE MOLDEO	FECHA DE ROTURA	EDAD	b (cm)	h (cm)	L (cm)	Lo (cm)	UBICACIÓN DE FALLA	MÓDULO DE ROTURA
DISEÑO NATURAL 0%	29/04/2022	06/05/2022	7 días	15,1	15,0	51,0	45,0	TERCIO CENTRAL	23 kg/cm2
DISEÑO NATURAL 0%	29/04/2022	06/05/2022	7 días	15,1	15,1	51,0	45,0	TERCIO CENTRAL	22 kg/cm2
DISEÑO NATURAL 0%	29/04/2022	06/05/2022	7 días	15,1	15,0	51,0	45,0	TERCIO CENTRAL	22 kg/cm2
0,5% (Fibra polipropileno)	29/04/2022	06/05/2022	7 días	15,0	15,1	50,8	45,0	TERCIO CENTRAL	23.4 kg/cm2
0,5% (Fibra polipropileno)	29/04/2022	06/05/2022	7 días	15,0	15,1	50,8	45,0	TERCIO CENTRAL	23 kg/cm2
0,5% (Fibra polipropileno)	29/04/2022	27/05/2022	7 días	15,0	15,1	51,0	45,0	TERCIO CENTRAL	23 kg/cm2
1,0% (Fibra polipropileno)	29/04/2022	27/05/2022	7 días	15,0	15,0	51,2	45,0	TERCIO CENTRAL	23.9 kg/cm2
1,0% (Fibra polipropileno)	29/04/2022	27/05/2022	7 días	15,1	15,1	50,5	45,0	TERCIO CENTRAL	24.3 kg/cm2
1,0% (Fibra polipropileno)	29/04/2022	27/05/2022	7 días	15,1	15,1	50,9	45,0	TERCIO CENTRAL	23.8 kg/cm2
1,5% (Fibra polipropileno)	29/04/2022	27/05/2022	7 días	15,0	15,1	50,5	45,0	TERCIO CENTRAL	25.7 kg/cm2
1,5% (Fibra polipropileno)	29/04/2022	27/05/2022	7 días	15,0	15,1	51,0	45,0	TERCIO CENTRAL	24.6 kg/cm2
1,5% (Fibra polipropileno)	29/04/2022	27/05/2022	7 días	15,0	15,1	50,8	45,0	TERCIO CENTRAL	26.2 kg/cm2

Equipos Usados:  
Máquina de Compresión  
Ejecutado por : L.N.R

#### OBSERVACIONES:

- \* Muestras elaboradas y curadas por el solicitante.
- \* Las muestras cumplen con las dimensiones dadas en la norma de ensayo

  
**Jean Chavez R**  
Tec. Suelos, Asfalto y Concreto



  
FRANCISCO  
LOA CLAVIJO  
INGENIERO CIVIL  
Reg. CIP N° 193667

Resultado de los ensayos a la flexión de las vigas de 7 días

	<b>FORMATO</b>	Código	CFE-10
	<b>MÉTODO DE PRUEBA ESTÁNDAR PARA LA DETERMINACIÓN DEL MÓDULO DE ROTURA DEL HORMIGÓN - CONCRETO</b>	Versión	01
		Fecha	-
		Página	1 de 1

Informe : JCH 22-067  
 Solicitante : HUAYTALLA HUAMAN ROBERT MAX & CURO CORNETERO JORGE ONELL  
 Proyecto : "INCORPORACION DE FIBRAS DE POLIPROPILENO PARA MEJORAR PROPIEDADES MECANICAS DEL CONCRETO F'c 210 KG/CM2 EN PAVIMENTOS RIGIDOS, LIMA -2022"

Ubicación : LIMA  
 Fecha : MAYO DEL 2022  
 Fecha de ensayo : 280 27/05/2022

Tipo de muestra : Concreto endurecido  
 Presentación : Prismas de concreto endurecido  
 F'c de diseño : 210 kg/cm2

**RESISTENCIA A LA FLEXIÓN DEL CONCRETO ENDURECIDO ASTM C78**

IDENTIFICACIÓN ESPECIMÉN	FECHA DE MOLDEO	FECHA DE ROTURA	EDAD	b (cm)	h (cm)	L (cm)	Lo (cm)	UBICACIÓN DE FALLA	MÓDULO DE ROTURA
DISEÑO NATURAL 0%	29/04/2022	27/05/2022	28 días	15,0	15,0	50,9	45,0	TERCIO CENTRAL	25 kg/cm2
DISEÑO NATURAL 0%	29/04/2022	27/05/2022	28 días	15,0	15,1	50,8	45,0	TERCIO CENTRAL	24 kg/cm2
DISEÑO NATURAL 0%	29/04/2022	27/05/2022	28 días	15,0	15,1	51,0	45,0	TERCIO CENTRAL	26 kg/cm2
0,5% (Fibra polipropileno)	29/04/2022	27/05/2022	28 días	15,1	15,1	51,0	45,0	TERCIO CENTRAL	25 kg/cm2
0,5% (Fibra polipropileno)	29/04/2022	27/05/2022	28 días	15,0	15,1	50,7	45,0	TERCIO CENTRAL	26 kg/cm2
0,5% (Fibra polipropileno)	29/04/2022	27/05/2022	28 días	15,0	15,1	51,0	45,0	TERCIO CENTRAL	26 kg/cm2
1,0% (Fibra polipropileno)	29/04/2022	27/05/2022	28 días	15,1	15,0	50,9	45,0	TERCIO CENTRAL	27 kg/cm2
1,0% (Fibra polipropileno)	29/04/2022	27/05/2022	28 días	15,0	15,1	51,0	45,0	TERCIO CENTRAL	28 kg/cm2
1,0% (Fibra polipropileno)	29/04/2022	27/05/2022	28 días	15,0	15,0	50,6	45,0	TERCIO CENTRAL	28 kg/cm2
1,5% (Fibra polipropileno)	29/04/2022	27/05/2022	28 días	15,0	15,1	51,0	45,0	TERCIO CENTRAL	30 kg/cm2
1,5% (Fibra polipropileno)	29/04/2022	27/05/2022	28 días	15,0	15,1	51,0	45,0	TERCIO CENTRAL	30 kg/cm2
1,5% (Fibra polipropileno)	29/04/2022	27/05/2022	28 días	15,0	15,1	50,8	45,0	TERCIO CENTRAL	29 kg/cm2

**Equipos Usados**  
 Máquina de Compresión  
 Ejecutado por : LNR

**OBSERVACIONES:**

- \* Muestras elaboradas y curadas por el solicitante.
- \* Las muestras cumplen con las dimensiones dadas en la norma de ensayo

  
**Jean Chavez R.**  
 Tec. Suelos, Asfalto y Concreto



  
**JAVIER FRANCISCO**  
**HILDA CLAVIJO**  
 INGENIERO CIVIL  
 Reg. CIP N° 193667

**Resultado de los ensayos a la flexión de las vigas de 28 días**

## Anexo 7. Certificado de ensayo de rotura a la tracción por compresión diametral

	<b>INFORME</b>	Código	CF-16
	<b>MÉTODO DE PRUEBA ESTÁNDAR PARA LA DETERMINACIÓN DEL ESFUERZO A LA TRACCIÓN POR COMPRESIÓN DIAMETRAL - MÉTODO BRASILEIRO</b>	Versión	01
		Fecha	
		Página	1 de 1
Informe	JCH 22-067		
Solicitante	HUAYTALLA HUAMAN ROBERT MAX & CURO CORNETERO JORGE ONELL		
Proyecto	"INCORPORACION DE FIBRAS DE POLIPROPILENO PARA MEJORAR PROPIEDADES MECANICAS DEL CONCRETO F'C 210 KG/CM2 EN PAVIMENTOS RIGIDOS, LIMA - 2022"		
Ubicación	LIMA		
Fecha	MAYO DEL 2022		
Tipo de muestra	: Concreto endurecido		
Presentación	: Especímenes cilíndricos 4" x 8"		
F'c de diseño	: 210 kg/cm <sup>2</sup>		

**Standard Test Method for Splitting Tensile Strength of Cylindrical Concrete Specimens  
ASTM C496/C496M-17**

IDENTIFICACIÓN	FECHA DE VACIADO	FECHA DE ROTURA	EDAD	LONGITUD (cm)	DIAMETRO (cm)	FUERZA MÁXIMA (kg)	FUERZA MÁXIMA (KN)	TRACCIÓN POR COMPRESIÓN DIAMETRAL
Natural 0%	29/04/2022	06/05/2022	7 días	20,5	10,31	6593	64,68	19,9 kg/cm <sup>2</sup>
Natural 0%	29/04/2022	06/05/2022	7 días	20,4	10,12	6860	67,30	21,2 kg/cm <sup>2</sup>
Natural 0%	29/04/2022	06/05/2022	7 días	20,5	10,19	6331	62,11	19,3 kg/cm <sup>2</sup>
0,5% (Fibra de polipropileno)	29/04/2022	06/05/2022	7 días	20,4	10,16	6360	62,40	19,5 kg/cm <sup>2</sup>
0,5% (Fibra de polipropileno)	29/04/2022	06/05/2022	7 días	20,4	10,2	7023	68,90	21,5 kg/cm <sup>2</sup>
0,5% (Fibra de polipropileno)	29/04/2022	06/05/2022	7 días	20,4	10,15	6931	68,00	21,3 kg/cm <sup>2</sup>
1,0% (Fibra de polipropileno)	29/04/2022	06/05/2022	7 días	20,1	10,12	7084	69,50	22,2 kg/cm <sup>2</sup>
1,0% (Fibra de polipropileno)	29/04/2022	06/05/2022	7 días	20,5	10,13	6982	68,50	21,4 kg/cm <sup>2</sup>
1,0% (Fibra de polipropileno)	29/04/2022	06/05/2022	7 días	20,5	10,13	6819	66,90	20,9 kg/cm <sup>2</sup>
1,5% (Fibra de polipropileno)	29/04/2022	06/05/2022	7 días	20,5	10,19	6860	67,30	20,9 kg/cm <sup>2</sup>
1,5% (Fibra de polipropileno)	29/04/2022	06/05/2022	7 días	20,4	10,18	7574	74,31	23,2 kg/cm <sup>2</sup>
1,5% (Fibra de polipropileno)	29/04/2022	06/05/2022	7 días	20,5	10,11	7911	77,61	24,3 kg/cm <sup>2</sup>

**OBSERVACIONES:**

- \* Muestras provistas e identificadas por el solicitante
- \* Las muestras cumplen con las dimensiones dadas en la norma de ensayo

Equipos Usados
Prensa Uniaxial
Pie de rey

  
**Jean Chavez R.**  
 Tec. Suelos, Asfalto y Concreto



  
**JAVIER FRANCISCO**  
 INGENIERO CIVIL  
 Reg. CIP N° 193667

*Resultado de los ensayos a tracción por compresión diametral a las probetas de 7 días*

	<b>INFORME</b>	Código	CF-16
	<b>MÉTODO DE PRUEBA ESTÁNDAR PARA LA DETERMINACIÓN DEL ESFUERZO A LA TRACCIÓN POR COMPRESIÓN DIAMETRAL - MÉTODO BRASILEIRO</b>	Versión	01
		Fecha	
		Página	1 de 1

Informe	JCH 22-067
Solicitante	HUAYTALLA HUAMAN ROBERT MAX & CURO CORNETERO JORGE ONELL
Proyecto	"INCORPORACION DE FIBRAS DE POLIPROPILENO PARA MEJORAR PROPIEDADES MECANICAS DEL CONCRETO F' C 210 KG/CM2 EN PAVIMENTOS RIGIDOS, LIMA - 2022"
Ubicación	LIMA
Fecha	MAYO DEL 2022
Tipo de muestra	: Concreto endurecido
Presentación	: Especímenes cilíndricos 4" x 8"
F'c de diseño	: 210 kg/cm2

**Standard Test Method for Splitting Tensile Strength of Cylindrical Concrete Specimens  
ASTM C496/C496M-17**

IDENTIFICACIÓN	FECHA DE VACIADO	FECHA DE ROTURA	EDAD	LONGITUD (cm)	DIAMETRO (cm)	FUERZA MÁXIMA (kg)	FUERZA MÁXIMA (KN)	TRACCIÓN POR COMPRESIÓN DIAMETRAL
Natural 0%	29/04/2022	27/05/2022	28 días	20,5	10,22	7351	72,12	22,3 kg/cm2
Natural 0%	29/04/2022	27/05/2022	28 días	20,6	10,29	7538	73,95	22,6 kg/cm2
Natural 0%	29/04/2022	27/05/2022	28 días	20,5	10,21	8661	84,97	26,3 kg/cm2
0,5% (Fibra de polipropileno)	29/04/2022	27/05/2022	28 días	20,48	10,25	7920	77,70	24,0 kg/cm2
0,5% (Fibra de polipropileno)	29/04/2022	27/05/2022	28 días	19,98	10,21	7818	76,70	24,4 kg/cm2
0,5% (Fibra de polipropileno)	29/04/2022	27/05/2022	28 días	20,56	10,19	7849	77,00	23,8 kg/cm2
1,0% (Fibra de polipropileno)	29/04/2022	27/05/2022	28 días	20,62	10,17	9000	88,30	27,3 kg/cm2
1,0% (Fibra de polipropileno)	29/04/2022	27/05/2022	28 días	20,53	10,21	8169	80,14	24,8 kg/cm2
1,0% (Fibra de polipropileno)	29/04/2022	27/05/2022	28 días	20,5	10,21	8689	85,24	26,4 kg/cm2
1,5% (Fibra de polipropileno)	29/04/2022	27/05/2022	28 días	20,59	10,2	9676	94,93	29,3 kg/cm2
1,5% (Fibra de polipropileno)	29/04/2022	27/05/2022	28 días	20,43	10,16	9238	90,63	28,3 kg/cm2
1,5% (Fibra de polipropileno)	29/04/2022	27/05/2022	28 días	20,51	10,19	9765	95,80	29,7 kg/cm2

**OBSERVACIONES:**

- \* Muestras provistas e identificadas por el solicitante
- \* Las muestras cumplen con las dimensiones dadas en la norma de ensayo

Equipos Usados
Prensa Uniaxial
Pie de rey

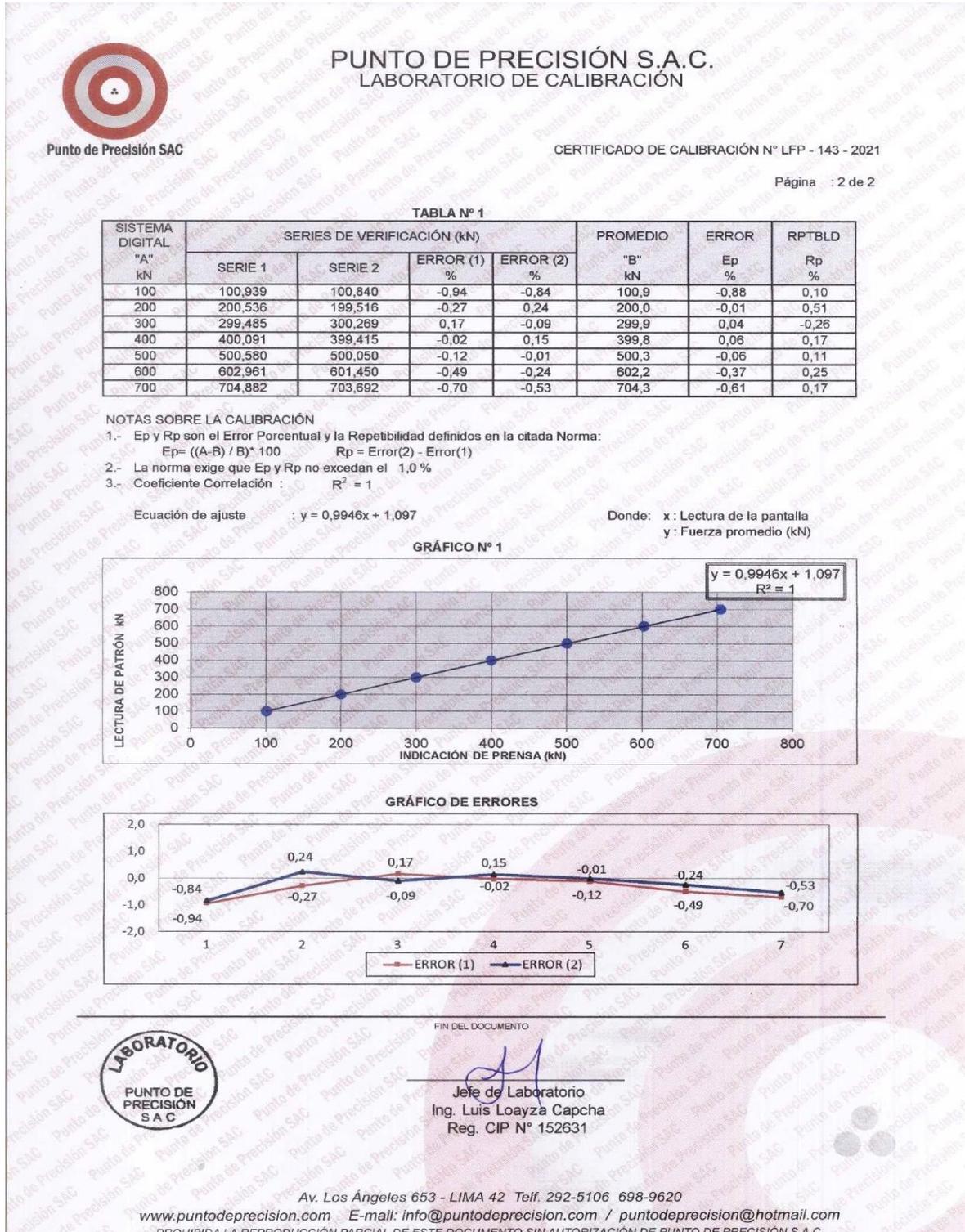
  
**Jean Chavez R**  
 Tec. Suelos, Asfalto y Concreto



  
**JAVIER FRANCISCO LOA CLAVIJO**  
 INGENIERO CIVIL  
 Reg. CIP N° 193867

*Resultado de los ensayos a tracción por compresión diametral a las probetas de 28 días*

## Anexo 8. Certificados del laboratorio



Certificado 1 de calibración de los instrumentos del laboratorio



Punto de Precisión SAC

# PUNTO DE PRECISIÓN S.A.C. LABORATORIO DE CALIBRACIÓN

## CERTIFICADO DE CALIBRACIÓN N° LFP - 143 - 2021

Página : 1 de 2

Expediente : T 100-2021  
Fecha de emisión : 2021-03-22

1. Solicitante : LABORATORIO DE SUELOS JCH S.A.C.

Dirección : AV. PROCERES DE LA INDEPENDENCIA NRO. 2236 APV. SAN HILARION - SAN JUAN DE LURIGANCHO - LIMA

2. Descripción del Equipo : MÁQUINA DE ENSAYO UNIAXIAL

Marca de Prensa : G&L LABORATORIO  
Modelo de Prensa : STYE-2000  
Serie de Prensa : 170251  
Capacidad de Prensa : 2000 kN  
Código de Identificación : SPE-007

Marca de indicador : MC  
Modelo de Indicador : LM-02  
Serie de Indicador : NO INDICA

Bomba Hidraulica : ELÉCTRICA

El Equipo de medición con el modelo y número de serie abajo. Indicados ha sido calibrado probado y verificado usando patrones certificados con trazabilidad a la Dirección de Metrología del INACAL y otros.

Los resultados son válidos en el momento y en las condiciones 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 reglamentaciones vigentes.

Punto de Precisión 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.

3. Lugar y fecha de Calibración

AV. PROCERES DE LA INDEPENDENCIA NRO. 2236 APV. SAN HILARION - SAN JUAN DE LURIGANCHO - LIMA  
19 - MARZO - 2021

4. Método de Calibración

La Calibración se realizó de acuerdo a la norma ASTM E4 .

5. Trazabilidad

INSTRUMENTO	MARCA	CERTIFICADO O INFORME	TRAZABILIDAD
CELDA DE CARGA	KELI	INF-LE 255-2019	UNIVERSIDAD CATÓLICA DEL PERÚ
INDICADOR	HIWEIGH		

6. Condiciones Ambientales

	INICIAL	FINAL
Temperatura °C	29,3	29,3
Humedad %	42	42

7. Resultados de la Medición

Los errores de la prensa se encuentran en la página siguiente.

8. Observaciones

Con fines de identificación se ha colocado una etiqueta autoadhesiva de color verde con el número de certificado y fecha de calibración de la empresa PUNTO DE PRECISIÓN S.A.C.



Jefe de Laboratorio  
Ing. Luis Loayza Capcha  
Reg. CIP N° 152631

Av. Los Ángeles 653 - LIMA 42 Telf. 292-5106 698-9620

www.puntodeprecision.com E-mail: info@puntodeprecision.com / puntodeprecision@hotmail.com

PROHIBIDA LA REPRODUCCIÓN PARCIAL DE ESTE DOCUMENTO SIN AUTORIZACIÓN DE PUNTO DE PRECISIÓN S.A.C.

Certificado 2 de calibración de los instrumentos del laboratorio

**CERTIFICADO DE CALIBRACIÓN No: CCP-0097-004-21**

		 				
<b>IDENTIFICACIÓN DEL CLIENTE</b>						
NOMBRE:	LABORATORIO DE SUELOS JCH S.A.C.					
DIRECCIÓN:	AV. PRÓCERES DE LA INDEPENDENCIA NRO. 2236 APV. SAN HILARION LIMA - LIMA - SAN JUAN DE LURIGANCHO					
TELÉFONO:	976 331 849 / 01 6935014					
PERSONA(S) DE CONTACTO:	JEAN CARLOS CHÁVEZ RODRÍGUEZ					
<b>IDENTIFICACIÓN DEL ÍTEM DE CALIBRACIÓN</b>						
ÍTEM:	PIE DE REY	MODO DE LECTURA:	ANALÓGICO			
MARCA:	IN SIZE	UNIDAD DE MEDIDA:	mm			
MODELO:	120S-300S	DIVISIÓN DE ESCALA:	0,05			
SERIE:	0106160508	INTERVALO DE MEDIDA:	(0 a 300) mm			
CÓDIGO:	EML-002	UBICACIÓN:	ÁREA STANDARD			
<b>EQUIPAMIENTO UTILIZADO</b>						
CÓDIGO	NOMBRE	MARCA	MODELO	SERIE	FECHA CAL.	VENCE CAL.
EL.PT.316	BLOQUE PATRÓN DE CERÁMICA 50MM	MITUTOYO	613675	130611	2020-07-30	2023-07-30
EL.PT.317	BLOQUE PATRÓN DE CERÁMICA 75MM	MITUTOYO	613801	130140	2020-07-30	2023-07-30
EL.PT.318	BLOQUE PATRÓN DE 100 MM	MITUTOYO	613681	130468	2020-07-30	2023-07-30
EL.PT.314	BLOQUE PATRÓN DE CERÁMICA	MITUTOYO	613802	130006	2020-08-01	2023-08-01
EL.PT.315	BLOQUE PATRÓN DE CERÁMICA 150MM	MITUTOYO	613803026	130004	2020-08-01	2023-08-01
ELP.PT.035	REGLA	MITUTOYO	182-125	ELP.PT.035	2020-09-23	2021-09-23
ELP.PT.015	TERMÓMETRO DIGITAL	CENTER	309	171000560	2020-08-25	2021-08-25
ELP.PT.059	BARÓMETRO	CONTROL COMPANY	6530	181821642	2020-11-05	2021-11-05
ELP.PT.038	TERMOHIGRÓMETRO	CENTER	342	140701832	2020-08-25	2021-08-25
<b>DECLARACIÓN DE TRAZABILIDAD METROLÓGICA</b>						
Los resultados de calibración contenidos en este certificado son trazables al Sistema Internacional de Unidades (SI) por medio de una cadena ininterrumpida de calibraciones a través del INACAL (Instituto Nacional de la Calidad - Perú) o de otros Institutos Nacionales de Metrología (INMs).						
<b>CALIBRACIÓN</b>						
MÉTODO:	COMPARACIÓN DIRECTA CON BLOQUES PATRÓN LONGITUDINALES (BPL)					
DOCUMENTO DE REFERENCIA:	CEM DI-008:2013 (EDICIÓN DIGITAL 1)	TEMPERATURA AMBIENTAL MEDIA:	20,0 °C ±0,1 °C			
PROCEDIMIENTO:	PEC.ELP.22	HUMEDAD RELATIVA MEDIA:	57,2 %HR ±0,3 %HR			
LUGAR DE CALIBRACIÓN:	LABORATORIO 2 - ELICROM	PRESIÓN ATMOSFÉRICA MEDIA:	1005 hPa ±0 hPa			
<b>RESULTADOS DE LA CALIBRACIÓN</b>						
Nominal mm	Lectura ítem mm	Lectura Patrón mm	Error de Medición mm	Incertidumbre mm	Factor de Cobertura (k)	
<b>BOCAS PARA MEDIDAS DE EXTERIORES</b>						
0	0,000	0,000	0,000	0,041	2,00	
50	50,000	50,000	0,000	0,041	2,00	
100	100,000	100,000	0,000	0,041	2,00	
150	150,000	150,000	0,000	0,041	2,00	
200	200,000	200,000	0,000	0,041	2,00	
250	250,000	250,000	0,000	0,041	2,00	
300	300,000	300,000	0,000	0,041	2,00	
<b>BOCAS PARA MEDIDAS DE INTERIORES</b>						
100	100,000	100,000	0,000	0,041	2,00	
250	250,000	250,000	0,000	0,041	2,00	
<b>SONDA DE PROFUNDIDAD</b>						
100	100,050	100,000	0,050	0,041	2,00	
250	250,100	250,000	0,100	0,041	2,00	
<b>OBSERVACIONES</b>						
La incertidumbre reportada en el presente certificado es la incertidumbre expandida de medición (intervalo de confianza), la cual se evaluó con base en el documento JCGM 100:2008 (GUM 1995 with minor corrections) "Evaluation of measurement data - Guide to the expression of uncertainty in measurement", multiplicando la incertidumbre típica combinada por el factor de cobertura k, que para una distribución t (de Student) corresponde a un nivel de confianza de aproximadamente el 95,45%. Este certificado no podrá reproducirse excepto en su totalidad sin la aprobación escrita del laboratorio Elicrom-Calibración. Los resultados contenidos en este certificado son válidos únicamente para el ítem aquí descrito, en el momento y bajo las condiciones en que se realizó la calibración.						
<b>NOTAS:</b>						
- En cada punto de calibración se ha realizado 2 medidas repetidas y se muestra el promedio de estas. Adicionalmente se ha elegido dos puntos al azar y se ha realizado en ellos 10 medidas repetidas para determinar la repetibilidad.						
- La lectura del patrón y el error de medición (mejor estimación del valor verdadero) se muestran con la misma cantidad de decimales que la incertidumbre reportada (véase 7.2.6 de la GUM).						
CALIBRACIÓN REALIZADA POR:	Fidel Pinaud					
FECHA DE RECEPCIÓN DEL ÍTEM:	2021-02-03	FECHA DE EMISIÓN:	2021-02-05			
FECHA DE CALIBRACIÓN:	2021-02-04					



Autentificación de certificado

Autorizado y firmado electronicamente por:

Gerente general - Autorización PE270319SP



Sustento legal de firma electrónica



**CORPORACIÓN  
2M & N S.A.C.**

*Especialistas en Metrología*

**LABORATORIO DE CALIBRACIÓN ACREDITADO POR EL  
ORGANISMO PERUANO DE ACREDITACIÓN INACAL - DA  
CON REGISTRO N° LC - 024**



**INACAL**

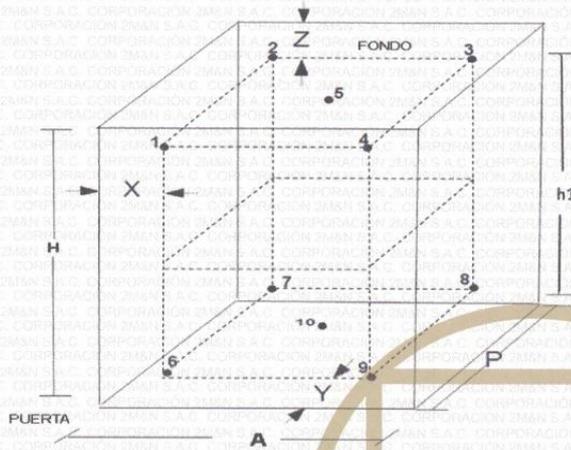
DA - Perú  
Laboratorio de Calibración  
Acreditado

Registro N° LC - 024

Certificado de calibración 041-CT-T-2021

Página 7 de 7

**Distribución de los sensores en el volumen interno del equipo**



**Dimensiones internas de la cámara**

A= 50,0 cm

P= 50,0 cm

H= 56,0 cm

**Ubicación de los sensores**

X= 5,0 cm

Y= 5,0 cm

Z= 7,0 cm

**Distancias entre planos**

h1= 39 cm

**Ubicación de parrillas durante la calibración:**

Distancia de parrilla superior desde la base interna: 42,0 cm por encima de la base.

Distancia de parrilla inferior desde la base interna: 11,5 cm por encima de la base.

**NOTA**

- Los sensores 5 y 10 están ubicados en el centro de sus respectivos niveles.
- Los sensores del 1 al 5 están ubicados a 7,0 cm por encima de la parrilla superior.
- Los sensores del 6 al 10 están ubicados a 1,5 cm por debajo de la parrilla inferior.

**Fotografía del Interior del Equipo**



**FIN DEL DOCUMENTO**

Cód. de Servicio: 00781-A

Cód. FT-T-03 Rev. 01

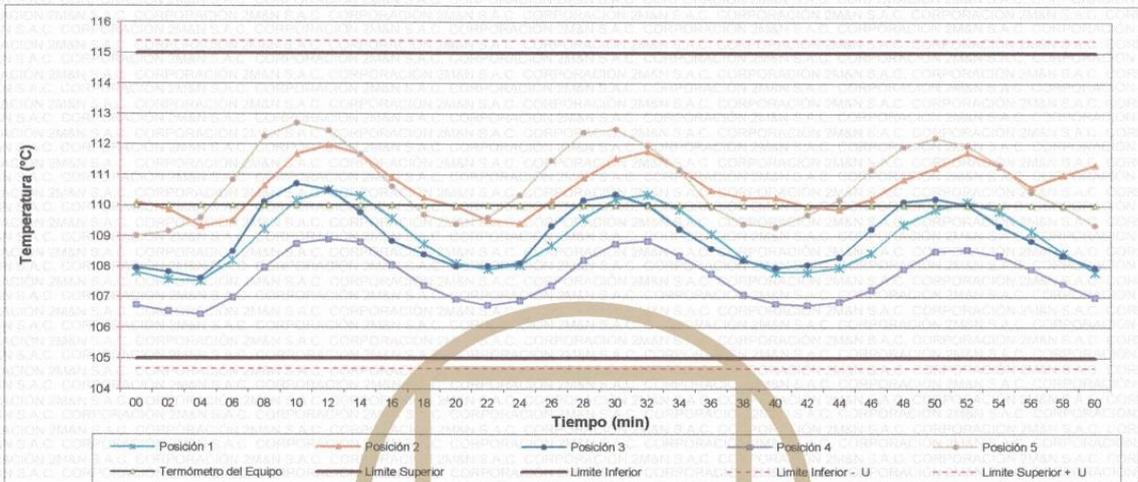
**PROHIBIDA LA REPRODUCCIÓN PARCIAL O TOTAL DE ESTE DOCUMENTO SIN AUTORIZACIÓN ESCRITA POR CORPORACIÓN 2M & N S.A.C.**

Jr. Chiclayo N° 489 Int. A Rimac - Lima - Perú | Telf.: (01) 381-6230 RPC: 989-645-623 / 961-505-209

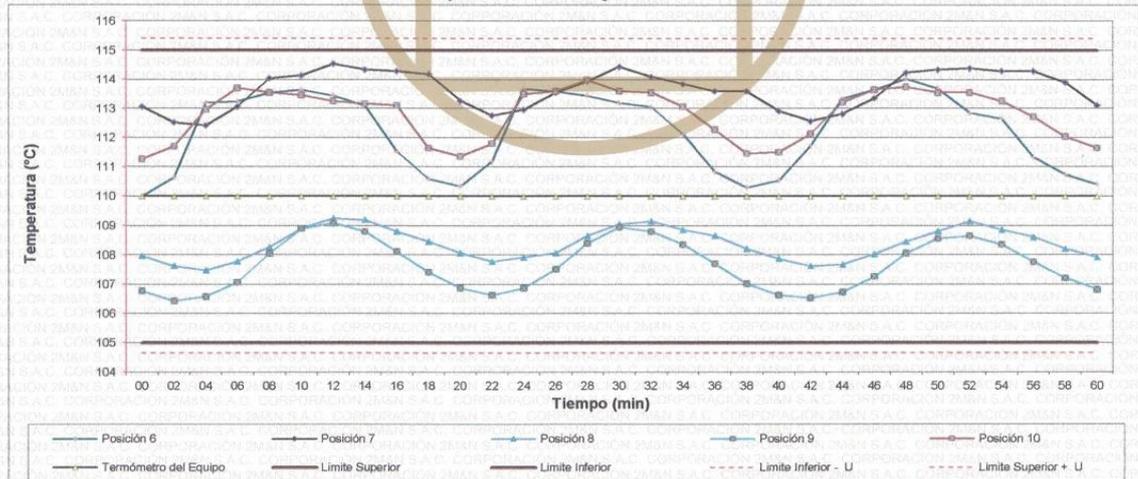
Página web: [www.2myn.com](http://www.2myn.com) | Correos: [ventas@2myn.com](mailto:ventas@2myn.com) | [metrologia@2myn.com](mailto:metrologia@2myn.com)

*Certificado 4 de calibración de los instrumentos del laboratorio*

**Distribución de la temperatura en volumen interno del equipo  
Temperatura de trabajo 110 °C ± 5 °C**



**Distribución de la temperatura en volumen interno del equipo  
Temperatura de trabajo 110 °C ± 5 °C**



Cód. de Servicio: 00781-A

Cód. FT-T-03 Rev. 01

**PROHIBIDA LA REPRODUCCIÓN PARCIAL O TOTAL DE ESTE DOCUMENTO SIN AUTORIZACIÓN ESCRITA POR CORPORACIÓN 2M & N S.A.C.**

Jr. Chiclayo N° 489 Int. A Rimac - Lima - Perú | Telf.: (01) 381-6230 RPC: 989-645-623 / 961-505-209

Página web: www.2myn.com | Correos: ventas@2myn.com | metrologia@2myn.com

**Resultados de medición:**

**Temperatura de Calibración: 110 °C ± 5 °C**

Tiempo (min)	Term. Del equipo (°C)	Indicaciones corregidas de los sensores expresados en (°C)										T. prom (°C)	Tmax-Tmin (°C)
		1	2	3	4	5	6	7	8	9	10		
00	110,0	107,82	110,11	107,97	106,73	109,01	110,00	113,07	107,97	106,78	111,26	109,07	6,33
02	110,0	107,57	109,86	107,82	106,54	109,16	110,64	112,53	107,63	106,43	111,70	108,99	6,09
04	110,0	107,53	109,33	107,62	106,44	109,60	113,20	112,43	107,48	106,58	112,97	109,32	6,76
06	110,0	108,21	109,52	108,51	106,98	110,83	113,24	113,07	107,77	107,07	113,70	109,89	6,72
08	110,0	109,24	110,65	110,12	107,97	112,25	113,54	114,05	108,26	108,06	113,55	110,77	6,08
10	110,0	110,16	111,67	110,71	108,75	112,69	113,64	114,15	108,90	108,89	113,45	111,30	5,39
12	110,0	110,51	111,97	110,51	108,90	112,44	113,44	114,54	109,24	109,09	113,26	111,39	5,64
14	110,0	110,31	111,67	109,78	108,80	111,66	113,10	114,34	109,19	108,79	113,16	111,08	5,55
16	110,0	109,58	110,89	108,85	108,06	110,63	111,52	114,29	108,80	108,11	113,11	110,39	6,23
18	110,0	108,75	110,26	108,41	107,38	109,70	110,59	114,20	108,46	107,42	111,65	109,68	6,82
20	110,0	108,11	109,96	108,02	106,93	109,40	110,34	113,26	108,07	106,88	111,35	109,23	6,39
22	110,0	107,92	109,52	108,02	106,73	109,60	111,18	112,77	107,77	106,63	111,79	109,19	6,14
24	110,0	108,06	109,42	108,11	106,88	110,33	113,69	112,97	107,92	106,88	113,50	109,78	6,81
26	110,0	108,70	110,16	109,34	107,38	111,46	113,59	113,56	108,07	107,52	113,60	110,34	6,23
28	110,0	109,58	110,89	110,17	108,21	112,40	113,44	113,95	108,66	108,40	113,99	110,97	5,78
30	110,0	110,21	111,53	110,37	108,75	112,49	113,20	114,44	109,05	108,94	113,60	111,26	5,69
32	110,0	110,36	111,77	110,02	108,85	111,95	113,05	114,10	109,15	108,79	113,55	111,16	5,30
34	110,0	109,87	111,18	109,24	108,36	111,17	112,11	113,85	108,85	108,35	113,06	110,61	5,50
36	110,0	109,09	110,50	108,60	107,77	109,94	110,84	113,61	108,66	107,71	112,28	109,90	5,89
38	110,0	108,26	110,26	108,21	107,08	109,40	110,29	113,61	108,21	107,02	111,45	109,38	6,58
40	110,0	107,82	110,26	107,97	106,78	109,30	110,54	112,92	107,87	106,63	111,50	109,16	6,29
42	110,0	107,82	109,96	108,07	106,73	109,70	111,72	112,57	107,63	106,53	112,14	109,29	6,04
44	110,0	107,97	109,86	108,31	106,83	110,19	113,34	112,82	107,68	106,73	113,21	109,69	6,62
46	110,0	108,45	110,21	109,24	107,23	111,17	113,64	113,36	108,02	107,27	113,65	110,22	6,42
48	110,0	109,38	110,84	110,12	107,92	111,90	114,03	114,25	108,46	108,06	113,75	110,87	6,33
50	110,0	109,87	111,23	110,22	108,51	112,20	113,69	114,34	108,80	108,55	113,55	111,10	5,84
52	110,0	110,11	111,72	110,02	108,56	111,95	112,85	114,39	109,15	108,65	113,55	111,10	5,83
54	110,0	109,82	111,28	109,34	108,36	111,32	112,65	114,29	108,85	108,35	113,26	110,75	5,94
56	110,0	109,19	110,60	108,85	107,92	110,43	111,33	114,29	108,61	107,76	112,72	110,17	6,53
58	110,0	108,45	110,99	108,36	107,42	109,94	110,74	113,90	108,21	107,22	112,04	109,73	6,68
60	110,0	107,82	111,33	107,97	106,98	109,35	110,39	113,11	107,92	106,83	111,65	109,34	6,29
<b>T. PROM</b>	110,0	108,92	110,63	109,00	107,64	110,76	112,24	113,65	108,36	107,64	112,81	110,16	
<b>T. MAX</b>	110,0	110,51	111,97	110,71	108,90	112,69	114,03	114,54	109,24	109,09	113,99		
<b>T. MIN</b>	110,0	107,53	109,33	107,62	106,44	109,01	110,00	112,43	107,48	106,43	111,26		
<b>DTT</b>	0,0	2,98	2,64	3,09	2,46	3,68	4,03	2,11	1,76	2,66	2,73		

Parámetro	Valor (°C)	Incertidumbre Expandida (°C)
Máxima Temperatura Medida	114,54	0,40
Mínima Temperatura Medida	106,43	0,34
Desviación de Temperatura en el Tiempo	4,03	0,04
Desviación de Temperatura en el Espacio	6,01	0,23
Estabilidad Medida (±)	2,015	0,02
Uniformidad Medida	6,82	0,25

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

Para cada posición de medición su "desviación de temperatura en el tiempo" DTT está dada por la diferencia entre la máxima y la mínima temperatura registradas en dicha posición.  
Entre dos posiciones de medición su "desviación de temperatura en el espacio" está dada por la diferencia entre los promedios de temperaturas registradas en ambas posiciones.

Incertidumbre de las indicaciones del termómetro propio del medio isoterma. 0,06 °C.

Cód. de Servicio: 00781-A

Cód. FT-T-03 Rev. 01

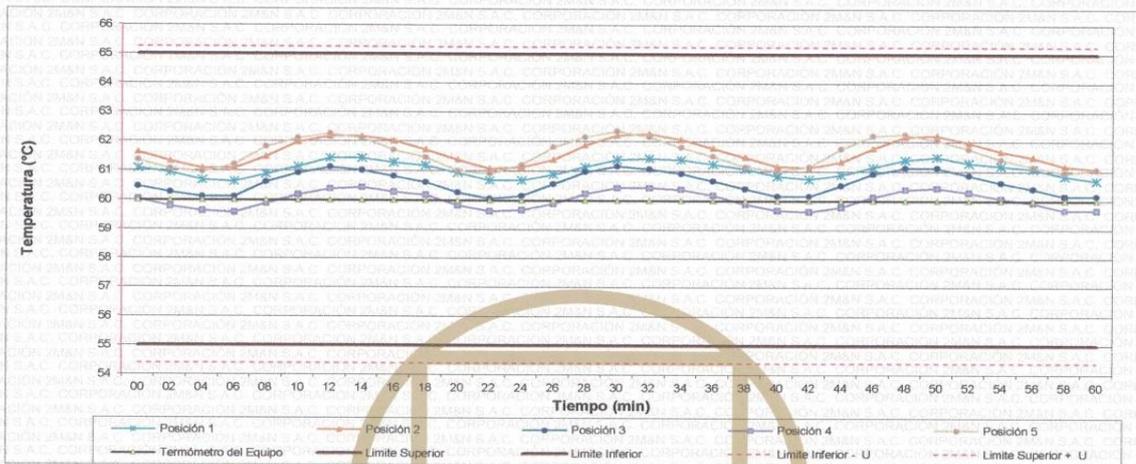
**PROHIBIDA LA REPRODUCCIÓN PARCIAL O TOTAL DE ESTE DOCUMENTO SIN AUTORIZACIÓN ESCRITA POR CORPORACIÓN 2M & N S.A.C.**

Jr. Chiclayo N° 489 Int. A Rimac - Lima - Perú | Telf.: (01) 381-6230 RPC: 989-645-623 / 961-505-209

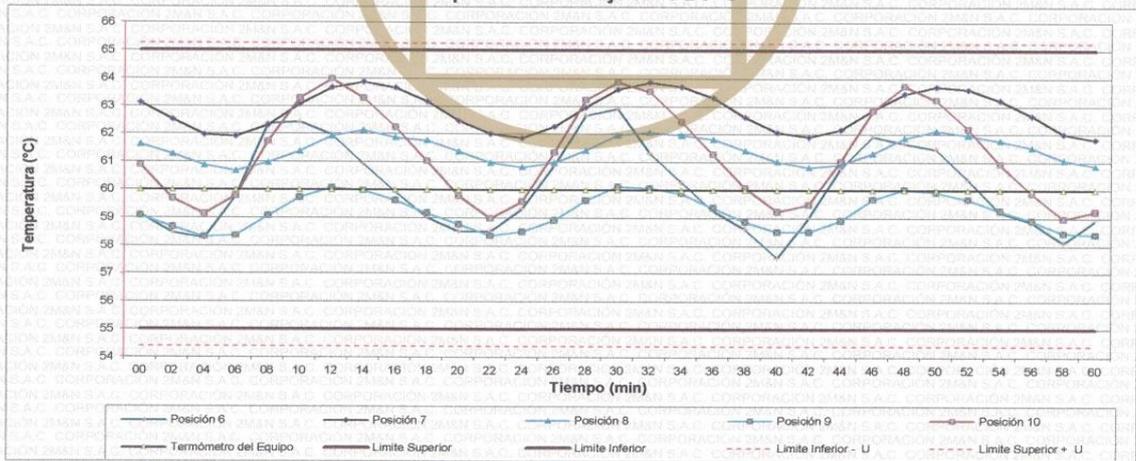
Página web: www.2myn.com | Correos: ventas@2myn.com | metrologia@2myn.com



**Distribución de la temperatura en volumen interno del equipo  
Temperatura de trabajo 60 °C ± 5 °C**



**Distribución de la temperatura en volumen interno del equipo  
Temperatura de trabajo 60 °C ± 5 °C**



Cód. de Servicio: 00781-A

Cód. FT-T-03 Rev. 01

**PROHIBIDA LA REPRODUCCIÓN PARCIAL O TOTAL DE ESTE DOCUMENTO SIN AUTORIZACIÓN ESCRITA POR CORPORACIÓN 2M & N S.A.C.**

Jr. Chiclayo N° 489 Int. A Rimac - Lima - Perú | Telf.: (01) 381-6230 RPC: 989-645-623 / 961-505-209

Página web: [www.2myn.com](http://www.2myn.com) | Correos: [ventas@2myn.com](mailto:ventas@2myn.com) | [metrologia@2myn.com](mailto:metrologia@2myn.com)

Certificado 7 de calibración de los instrumentos del laboratorio

**Resultados de medición:**

Temperatura de Calibración: 60 °C ± 5 °C

Tiempo (min)	Term. Del equipo (°C)	Indicaciones corregidas de los sensores expresados en (°C)										T. prom (°C)	Tmax-Tmin (°C)
		1	2	3	4	5	6	7	8	9	10		
00	60,0	61,09	61,63	60,47	60,03	61,36	59,12	63,12	61,62	59,07	60,88	60,84	4,05
02	60,0	60,94	61,33	60,26	59,78	61,06	58,47	62,52	61,27	58,67	59,68	60,40	4,05
04	60,0	60,68	61,08	60,11	59,63	60,96	58,27	61,97	60,87	58,32	59,13	60,10	3,70
06	60,0	60,63	61,08	60,11	59,58	61,21	59,77	61,92	60,67	58,37	59,78	60,31	3,65
08	60,0	60,88	61,48	60,62	59,88	61,81	62,37	62,32	60,97	59,07	61,74	61,11	3,30
10	60,0	61,14	61,98	60,92	60,18	62,11	62,42	63,07	61,37	59,72	63,29	61,62	3,56
12	60,0	61,44	62,18	61,12	60,38	62,26	61,97	63,67	61,92	60,08	63,99	61,90	3,91
14	60,0	61,44	62,18	61,02	60,43	62,11	60,92	63,87	62,12	59,98	63,29	61,73	3,89
16	60,0	61,29	62,03	60,82	60,28	61,71	59,92	63,67	61,87	59,62	62,24	61,34	4,04
18	60,0	61,19	61,73	60,62	60,18	61,46	59,02	63,17	61,77	59,17	61,04	60,93	4,15
20	60,0	60,94	61,38	60,26	59,83	61,01	58,52	62,47	61,37	58,77	59,78	60,43	3,95
22	60,0	60,68	61,08	60,06	59,63	60,90	58,52	62,02	60,97	58,37	58,98	60,12	3,65
24	60,0	60,68	61,13	60,16	59,68	61,21	59,32	61,87	60,82	58,52	59,58	60,30	3,35
26	60,0	60,88	61,38	60,57	59,88	61,81	60,87	62,27	60,97	58,92	61,34	60,89	3,35
28	60,0	61,14	61,88	60,97	60,23	62,16	62,67	62,97	61,42	59,62	63,24	61,63	3,61
30	60,0	61,39	62,23	61,17	60,43	62,36	62,92	63,62	61,97	60,13	63,89	62,01	3,76
32	60,0	61,44	62,28	61,07	60,43	62,16	61,32	63,87	62,07	60,08	63,54	61,82	3,79
34	60,0	61,39	62,08	60,92	60,38	61,81	60,27	63,72	61,97	59,87	62,44	61,48	3,84
36	60,0	61,24	61,78	60,67	60,18	61,51	59,27	63,32	61,82	59,37	61,29	61,04	4,05
38	60,0	61,09	61,48	60,42	59,88	61,16	58,62	62,62	61,42	58,87	60,08	60,56	4,00
40	60,0	60,83	61,18	60,16	59,68	61,01	57,57	62,07	61,02	58,52	59,23	60,13	4,50
42	60,0	60,73	61,13	60,16	59,63	61,16	59,02	61,92	60,82	58,52	59,48	60,26	3,40
44	60,0	60,88	61,33	60,52	59,78	61,76	60,77	62,17	60,92	58,92	61,04	60,81	3,25
46	60,0	61,14	61,78	60,92	60,13	62,21	61,92	62,87	61,32	59,67	62,84	61,48	3,19
48	60,0	61,39	62,18	61,12	60,38	62,28	61,67	63,47	61,87	60,03	63,74	61,81	3,71
50	60,0	61,49	62,23	61,12	60,43	62,06	61,47	63,72	62,12	59,93	63,24	61,78	3,79
52	60,0	61,29	61,98	60,87	60,28	61,76	60,37	63,62	61,97	59,67	62,19	61,40	3,94
54	60,0	61,19	61,68	60,62	60,08	61,41	59,22	63,22	61,77	59,27	60,93	60,94	4,00
56	60,0	61,09	61,48	60,42	59,93	61,16	58,87	62,67	61,52	58,92	59,88	60,59	3,80
58	60,0	60,83	61,18	60,16	59,68	60,96	58,12	62,02	61,07	58,47	58,98	60,15	3,90
60	60,0	60,68	61,08	60,16	59,68	61,06	58,92	61,82	60,87	58,42	59,23	60,19	3,40
T. PROM	60,0	61,07	61,63	60,60	60,02	61,58	60,08	62,82	61,44	59,19	61,29	60,97	
T. MAX	60,0	61,49	62,28	61,17	60,43	62,36	62,92	63,87	62,12	60,13	63,99		
T. MIN	60,0	60,63	61,08	60,06	59,58	60,90	57,57	61,82	60,67	58,32	58,98		
DTT	0,0	0,86	1,20	1,11	0,85	1,46	5,35	2,05	1,45	1,81	5,01		

Parámetro	Valor (°C)	Incertidumbre Expandida (°C)
Máxima Temperatura Medida	63,99	0,25
Mínima Temperatura Medida	57,57	0,61
Desviación de Temperatura en el Tiempo	5,35	0,04
Desviación de Temperatura en el Espacio	3,63	0,22
Estabilidad Medida (±)	2,675	0,020
Uniformidad Medida	4,50	0,53

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

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

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

Incertidumbre de las indicaciones del termómetro propio del medio isoterma. 0,06 °C.

Cód. de Servicio: 00781-A

Cód. FT-T-03 Rev. 01

PROHIBIDA LA REPRODUCCIÓN PARCIAL O TOTAL DE ESTE DOCUMENTO SIN AUTORIZACIÓN ESCRITA POR CORPORACIÓN 2M & N S.A.C.

Jr. Chiclayo N° 489 Int. A Rímac - Lima - Perú | Telf.: (01) 381-6230 RPC: 989-645-623 / 961-505-209

Página web: www.2myn.com | Correos: ventas@2myn.com | metrologia@2myn.com



**Condiciones ambientales:**

	Inicial	Final
Temperatura °C	31,5	32,8
Humedad Relativa %hr	44	40

**Patrones de referencia:**

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

Trazabilidad	Patrón utilizado	Certificado de calibración
Patrones de Referencia CORPORACIÓN 2M & N S.A.C.	Termómetro Multicanal digital con doce tempopares Tipo K con incertidumbres del orden desde 0,10 °C hasta 0,16 °C .	184-CT-T-2020
Patrones de Referencia a METROIL	Termohigrómetro Digital con incertidumbre de U = 0,3 °C / 3,3 %hr	T-1911-2020
Patrones de Referencia a METROIL	Cronómetro Digital con exactitud 0,0012 % y incertidumbres de U = 0,003 s a 0,03 s	T's-0100-2020
Patrones de Referencia METROIL	Cinta Métrica Clase II de 0 m a 5m con resolución de 1 mm y con incertidumbre de U = 0,9 mm	L-0130-2020
Patrones de Referencia a UNIMETRO	Multímetro Digital SANWA CD711	CE-110-2020

**Observaciones:**

- (\*) Código indicado en una etiqueta adherida al equipo.
- Se colocó una etiqueta autoadhesiva, indicando el código de servicio N° 00781-A y la fecha de calibración.
- Los resultados obtenidos corresponden al promedio de 31 lecturas por punto de medición considerado, luego del tiempo de estabilización.
- Las lecturas se iniciaron luego de un tiempo de pre-calentamiento / enfriamiento y estabilización de 2 h
- La calibración se realizó con 60% de la carga típica .
- El tipo de carga que se empleó fueron bandejas con muestra
- El esquema de distribución y posición de los tempopares en los puntos de medición se muestra en la página 7
- Las Temperaturas convencionalmente verdaderas mostradas en los resultados de medición son las de la Escala Internacional de Temperatura de 1990 (International Temperature Scale ITS-90)
- Para la temperatura de trabajo 60 °C ± 5 °C**  
Durante la calibración y bajo las condiciones en que ésta ha sido hecha , el medio isoterma **CUMPLE** con los límites especificados de temperatura .  
Se programó el controlador de temperatura en 60 °C para la temperatura de trabajo  
El promedio de temperatura durante la medición fue 60,97 °C  
La máxima temperatura detectada fue 63,99 °C y la mínima temperatura detectada fue 57,57 °C
- Para la temperatura de trabajo 110 °C ± 5 °C**  
Durante la calibración y bajo las condiciones en que ésta ha sido hecha , el medio isoterma **CUMPLE** con los límites especificados de temperatura .  
Se programó el controlador de temperatura en 110 °C para la temperatura de trabajo  
El promedio de temperatura durante la medición fue 110,16 °C  
La máxima temperatura detectada fue 114,54 °C y la mínima temperatura detectada fue 106,43 °C



Cód. de Servicio: 00781-A

Cód. FT-T-03 Rev. 01

**PROHIBIDA LA REPRODUCCIÓN PARCIAL O TOTAL DE ESTE DOCUMENTO SIN AUTORIZACIÓN ESCRITA POR CORPORACIÓN 2M & N S.A.C.**

Jr. Chiclayo N° 489 Int. A Rimac - Lima - Perú | Telf.: (01) 381-6230 RPC: 989-645-623 / 961-505-209

Página web: www.2myn.com | Correos: ventas@2myn.com | metrologia@2myn.com

**CERTIFICADO DE CALIBRACIÓN**

**041-CT-T-2021**  
**Área de Metrología**

Página 1 de 7

**Expediente** : 038-A-01-2021

**Solicitante** : LABORATORIO DE SUELOS JCH S.A.C.

**Dirección** : Av. Próceces de la Independencia Nro. 2236 Avp. San Hilarion Lima - San Juan de Lurigancho -Lima - Perú

**Equipo/ Instrumento** : HORNO

**Marca** : A&A INSTRUMENTS

**Modelo** : STHX-2A

**Serie** : 190546

**Identificación** : HOR-002 (\*)

**Ubicación** : Área de Químicos

**Procedencia** : No indica

**Tipo de Ventilación** : Natural

**Nro. de Niveles** : 4

La incertidumbre reportada en el presente certificado es la incertidumbre expandida de medición que resulta de multiplicar la incertidumbre estándar por el factor de cobertura  $k=2$ . La incertidumbre fue determinada según la "guía para la Expresión de la incertidumbre en la medición". Generalmente, el valor de la magnitud está dentro del intervalo de los valores determinados con la incertidumbre expandida con una probabilidad de aproximadamente 95%.

Los resultados son válidos en el momento y en las condiciones 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 equipo o reglamentaciones vigentes.

Los resultados no deben ser utilizados como una certificación de conformidad con normas de producto o como certificado del sistema de calidad

CORPORACIÓN 2M & N S.A.C. no se responsabiliza de los perjuicios que pueda ocasionar el uso inadecuado de este equipo, ni de una incorrecta interpretación de los resultados de la calibración aquí declarados. El certificado de calibración sin firma y sello carece de validez.

**Especificaciones de los instrumentos del equipo**

Descripción	TERMÓMETRO CONTROLADOR
Marca / Modelo	AutComp / TCD
Alcance de indicación	50 °C a 300 °C
Resolución	0,1 °C
Tipo	Digital
Identificación	No indica

**Fecha de calibración** : Del 2021-02-09 al 2021-02-10

**Lugar** : Área de Químicos - LABORATORIO DE SUELOS JCH S.A.C.  
Av. Próceces de la Independencia Nro. 2236 Avp. San Hilarion Lima - San Juan de Lurigancho -Lima - Perú

**Método utilizado** : Por comparación directa siguiendo el procedimiento, PC-018-"Procedimiento de Calibración o Caracterización de Medios Isotermos con aire como medio termostático" SNM-INDECOPI (Segunda Edición) - Junio 2009.



2021-02-16  
**Fecha de emisión**

*Angel G. Alvarez Navarro*  
**Angel G. Alvarez Navarro**  
Jefe de Metrología

*Mirian A. Velasco Navarro*  
**Mirian A. Velasco Navarro**  
Gerente General

Cód. de Servicio: 00781-A

Cód. FT-T-03 Rev. 01

**PROHIBIDA LA REPRODUCCIÓN PARCIAL O TOTAL DE ESTE DOCUMENTO SIN AUTORIZACIÓN ESCRITA POR CORPORACIÓN 2M & N S.A.C.**  
Jr. Chiclayo N° 489 Int. A Rímac - Lima - Perú | Telf.: (01) 381-6230 RPC: 989-645-623 / 961-505-209  
Página web: www.2myn.com | Correos: ventas@2myn.com | metrologia@2myn.com

*Certificado 10 de calibración de los instrumentos del laboratorio*



Punto de Precisión SAC

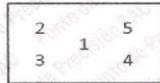
LABORATORIO DE CALIBRACIÓN ACREDITADO POR EL ORGANISMO PERUANO DE ACREDITACIÓN INACAL - DA CON REGISTRO N° LC - 033



Registro N° LC - 033

CERTIFICADO DE CALIBRACIÓN N° LM-343-2021

Página: 3 de 3



ENSAYO DE EXCENTRICIDAD

Temp. (°C) Inicial 20,0 Final 20,0

Table with columns for 'Posición de la Carga', 'Determinación de E0', and 'Determinación del Error corregido'. It includes sub-columns for 'Carga mínima (g)', 'l (g)', 'ΔL (g)', 'E0 (g)', 'Carga L (g)', 'l (g)', 'ΔL (g)', 'E (g)', and 'Ec (g)'. Data is provided for positions 1-5 with a 1.0g load and a 2000.0g load.

(\*) valor entre 0 y 10 e

Error máximo permitido : ± 0,3 g

ENSAYO DE PESAJE

Temp. (°C) Inicial 20,0 Final 20,0

Table for 'ENSAYO DE PESAJE' with columns for 'Carga L (g)', 'CRECIENTES', and 'DECRECIENTES'. It includes sub-columns for 'l (g)', 'ΔL (g)', 'E (g)', 'Ec (g)', and '± emp (g)'. Data is provided for various load values from 1.00g to 6200.01g.

e.m.p.: error máximo permitido

Lectura corregida e incertidumbre expandida del resultado de una pesada

R\_corregida = R + 5,54x10^-7 x R

Incertidumbre

U\_R = 2 \* sqrt(5,25x10^-3 g^2 + 4,89x10^-10 x R^2)

R: Lectura de la balanza ΔL: Carga Incrementada E: Error encontrado E\_e: Error en cero E\_c: Error corregido

R: en g

FIN DEL DOCUMENTO



PT-06.F06 / Diciembre 2016 / Rev 02

Jefe de Laboratorio Ing. Luis Loayza Capcha Reg. CIP N° 152631

Av. Los Ángeles 653 - LIMA 42 Telf. 292-5106

www.puntodeprecision.com E-mail: info@puntodeprecision.com / puntodeprecision@hotmail.com

PROHIBIDA LA REPRODUCCIÓN PARCIAL DE ESTE DOCUMENTO SIN AUTORIZACIÓN DE PUNTO DE PRECISIÓN S.A.C.

Certificado 11 de calibración de los instrumentos del laboratorio



Punto de Precisión SAC

LABORATORIO DE CALIBRACIÓN ACREDITADO POR EL ORGANISMO PERUANO DE ACREDITACIÓN INACAL - DA CON REGISTRO N° LC - 033



Registro N° LC - 033

CERTIFICADO DE CALIBRACIÓN N° LM-343-2021

Página: 2 de 3

5. Condiciones Ambientales

	Mínima	Máxima
Temperatura	20,0	20,0
Humedad Relativa	80,2	80,2

6. Trazabilidad

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

Trazabilidad	Patrón utilizado	Certificado de calibración
INACAL - DM	Juego de pesas (exactitud F1)	PE21-C-0084-2021
	Pesa (exactitud F1)	M-0527-2020

7. Observaciones

(\*) La balanza se calibró hasta una capacidad de 6 200,0 g. Antes del ajuste, la indicación de la balanza fue de 6 200,7 g para una carga de 6 200,0 g. El ajuste de la balanza se realizó con las pesas de Punto de Precisión S.A.C.

Los errores máximos permitidos (e.m.p.) para esta balanza corresponden a los e.m.p. para balanzas en uso de funcionamiento no automático de clase de exactitud II, según la Norma Metroológica Peruana 003 - 2009. Instrumentos de Pesaje de Funcionamiento no Automático.

Se colocó una etiqueta autoadhesiva de color verde con la indicación de "CALIBRADO".

Los resultados de este certificado de calibración no debe ser utilizado como una certificación de conformidad con normas de producto o como certificado del sistema de calidad de la entidad que lo produce.

8. Resultados de Medición

INSPECCIÓN VISUAL			
AJUSTE DE CERO	TIENE	ESCALA	NO TIENE
OSCILACIÓN LIBRE	TIENE	CURSOR	NO TIENE
PLATAFORMA	TIENE	SIST. DE TRABA	NO TIENE
NIVELACIÓN	TIENE		

ENSAYO DE REPETIBILIDAD

Medición N°	Carga L1= 3 100,0 g			Carga L2= 6 200,0 g		
	l (g)	ΔL (g)	E (g)	l (g)	ΔL (g)	E (g)
1	3 099,9	0,01	-0,06	6 200,1	0,09	0,05
2	3 099,9	0,05	-0,10	6 200,1	0,05	0,09
3	3 099,9	0,04	-0,09	6 200,1	0,07	0,07
4	3 099,9	0,02	-0,07	6 200,1	0,06	0,08
5	3 100,0	0,09	-0,04	6 200,1	0,08	0,06
6	3 099,9	0,03	-0,08	6 200,2	0,09	0,15
7	3 099,9	0,01	-0,06	6 200,2	0,05	0,19
8	3 099,9	0,04	-0,09	6 200,1	0,07	0,07
9	3 100,0	0,02	0,03	6 200,1	0,05	0,09
10	3 100,0	0,08	-0,03	6 200,2	0,09	0,15
Diferencia Máxima			0,13	0,14		
Error máximo permitido ±			0,3 g	± 0,3 g		



PT-06 F06 / Diciembre 2016 / Rev 02

Jefe de Laboratorio  
Ing. Luis Loayza Capcha  
Reg. CIP N° 152631

Av. Los Ángeles 653 - LIMA 42 Telf. 292-5106

www.puntodeprecision.com E-mail: info@puntodeprecision.com / puntodeprecision@hotmail.com

PROHIBIDA LA REPRODUCCIÓN PARCIAL DE ESTE DOCUMENTO SIN AUTORIZACIÓN DE PUNTO DE PRECISIÓN S.A.C.

Certificado 12 de calibración de los instrumentos del laboratorio



Punto de Precisión SAC

LABORATORIO DE CALIBRACIÓN ACREDITADO POR EL ORGANISMO PERUANO DE ACREDITACIÓN INACAL - DA CON REGISTRO N° LC - 033



Registro N° LC - 033

### CERTIFICADO DE CALIBRACIÓN N° LM-343-2021

Página: 1 de 3

Expediente : T 226-2021  
Fecha de Emisión : 2021-06-10

**1. Solicitante** : LABORATORIO DE SUELOS JCH S.A.C.  
**Dirección** : AV. PROCERES DE LA INDEPENDENCIA NRO. 2236 APV. SAN HILARION - SAN JUAN DE LURIGANCHO - LIMA

**2. Instrumento de Medición** : BALANZA

**Marca** : OHAUS  
**Modelo** : SJX6201/E  
**Número de Serie** : B742840540  
**Alcance de Indicación** : 6 200 g  
**División de Escala de Verificación ( e )** : 0,1 g  
**División de Escala Real (d)** : 0,1 g  
**Procedencia** : CHINA  
**Identificación** : BAL-005  
**Tipo** : ELECTRÓNICA  
**Ubicación** : LABORATORIO  
**Fecha de Calibración** : 2021-06-10

La incertidumbre reportada en el presente certificado es la incertidumbre expandida de medición que resulta de multiplicar la incertidumbre estándar por el factor de cobertura  $k=2$ . La incertidumbre fue determinada según la "Guía para la Expresión de la incertidumbre en la medición". Generalmente, el valor de la magnitud está dentro del intervalo de los valores determinados con la incertidumbre expandida con una probabilidad de aproximadamente 95 %.

Los resultados son válidos en el momento y en las condiciones en que se realizarán las mediciones y no debe ser utilizado como certificado de conformidad con normas de productos o como certificado del sistema de calidad de la entidad que lo produce.

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 reglamentaciones vigentes.

PUNTO DE PRECISIÓN 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.

**3. Método de Calibración**

La calibración se realizó mediante el método de comparación según el PC-011 4ta Edición, 2010; Procedimiento para la Calibración de Balanzas de Funcionamiento no Automático Clase I y II del SNM-INDECOPI.

**4. Lugar de Calibración**

LABORATORIO de LABORATORIO DE SUELOS JCH S.A.C.  
AV. PROCERES DE LA INDEPENDENCIA NRO. 2236 APV. SAN HILARION - SAN JUAN DE LURIGANCHO - LIMA



PT-06.F06 / Diciembre 2016 / Rev 02

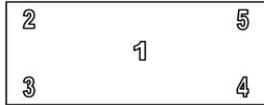
Jefe de Laboratorio  
Ing. Luis Loayza Capcha  
Reg. CIP N° 152631

Av. Los Ángeles 653 - LIMA 42 Telf. 292-5106

www.puntodeprecision.com E-mail: info@puntodeprecision.com / puntodeprecision@hotmail.com

PROHIBIDA LA REPRODUCCIÓN PARCIAL DE ESTE DOCUMENTO SIN AUTORIZACIÓN DE PUNTO DE PRECISIÓN S.A.C.

Certificado 13 de calibración de los instrumentos del laboratorio



Vista Frontal

ENSAYO DE EXCENTRICIDAD

	Inicial	Final
Temp. (°C)	20.9	20.9

Posición de la Carga	Determinación de E <sub>0</sub>				Determinación del Error corregido				
	Carga mínima (g)	l(g)	ΔL(g)	E <sub>0</sub> (g)	Carga (g)	l(g)	ΔL(g)	E(g)	E <sub>c</sub> (g)
1	10	10	0.5	0.0	10,000	10,001	0.5	1.0	1.0
2		10	0.5	0.0		10,001	0.4	1.1	1.1
3		10	0.5	0.0		10,000	0.5	0.0	0.0
4		10	0.5	0.0		10,000	0.5	0.0	0.0
5		10	0.5	0.0		10,001	0.4	1.1	1.1
					Error máximo permitido: ± 20 g				

(\*) valor entre 0 y 10 e

ENSAYO DE PESAJE

	Inicial	Final
Temp. (°C)	20.9	20.9

Carga L(g)	CRECIENTES				DECRECIENTES				emp(**)
	l(g)	ΔL(g)	E(g)	E <sub>c</sub> (g)	l(g)	ΔL(g)	E(g)	E <sub>c</sub> (g)	±(g)
10	10	0.5	0.0						10
20	20	0.5	0.0	0.0	20	0.5	0.0	0.0	10
100	100	0.5	0.0	0.0	100	0.5	0.0	0.0	10
500	500	0.6	-0.1	-0.1	500	0.5	0.0	0.0	10
1,000	1,000	0.5	0.0	0.0	1,000	0.6	-0.1	-0.1	10
5,000	5,000	0.6	-0.1	-0.1	5,000	0.5	0.0	0.0	10
10,000	10,001	0.5	1.0	1.0	10,001	0.5	1.0	1.0	20
15,000	15,001	0.5	1.0	1.0	15,001	0.5	1.0	1.0	20
20,000	20,001	0.6	0.9	0.9	20,001	0.5	1.0	1.0	20
25,000	25,000	0.6	-0.1	-0.1	25,000	0.6	-0.1	-0.1	30
30,000	30,000	0.7	-0.2	-0.2	30,000	0.7	-0.2	-0.2	30

(\*\*) error máximo permitido

Lectura corregida e incertidumbre expandida del resultado de una pesada

$$R_{\text{corregida}} = R - 3,986E-08 \times R$$

$$U_R = 2 \sqrt{1,702E-04 \text{ g}^2 + 1,036E-12 \times R^2}$$

R: Lectura de la balanza    ΔL: Carga Incrementada    E: Error encontrado    E<sub>0</sub>: Error en cero    E<sub>c</sub>: Error corregido

Número de tipo Científico    E-xx = 10<sup>-xx</sup>    (Ejemplo: E-05 = 10<sup>-5</sup>)



Teléfono: (01) 622 - 5814  
Celular: 992 - 302 - 883 / 962 - 227 - 858

Correo: laboratorio.gyllaboratorio@gmail.com  
servicios@gyllaboratorio.com

Av. Miraflores Mz. E Lt. 60  
Urb. Santa Elisa II Etapa Los Olivos  
Lima

Prohibida la Reproducción total de este documento sin la autorización de G&L LABORATORIO S.A.C



5. CONDICIONES AMBIENTALES

	Inicial	Final
Temperatura	20.9 °C	20.9 °C
Humedad Relativa	75 %	75 %

6. TRAZABILIDAD

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

Trazabilidad	Patrón utilizado	Certificado de calibración
Patrones de referencia de DM - INACAL TOTAL WEIGHT	Pesas (exactitud E2 / M1 / M2)	LM - C - 076 - 2020 CM - 2104 - 2020 CM - 2105 - 2020 CM - 2106 - 2020

7. OBSERVACIONES

Para 30000 g. la balanza indicó 30003 g. Se ajustó y se procedió a su calibración. Los errores máximos permitidos (e.m.p.) para esta balanza corresponden a los e.m.p. para balanzas en uso de funcionamiento no automático de clase de exactitud III, según la Norma Metroológica Peruana 003 - 2009. Instrumentos de Pesaje de Funcionamiento no Automático. Se colocó una etiqueta autoadhesiva con la indicación de "CALIBRADO".

8. RESULTADOS DE MEDICIÓN

INSPECCIÓN VISUAL			
AJUSTE DE CERO	TIENE	ESCALA	NO TIENE
OSCILACIÓN LIBRE	TIENE	CURSOR	NO TIENE
PLATAFORMA	TIENE	NIVELACIÓN	TIENE
SITEMA DE TRABA	TIENE		

ENSAYO DE REPETIBILIDAD

Medición Nº	Carga L1= 15,000 g	Temp. (°C)		Carga L2= 30,000 g	ΔL(g)	E(g)
		Inicial 20.9	Final 20.9			
1	15,000	0.5	0.0	30,000	0.6	-0.1
2	15,000	0.5	0.0	30,000	0.5	0.0
3	15,000	0.5	0.0	30,000	0.5	0.0
4	15,000	0.6	-0.1	30,000	0.5	0.0
5	15,000	0.5	0.0	30,000	0.5	0.0
6	15,000	0.5	0.0	30,000	0.6	-0.1
7	15,000	0.5	0.0	30,000	0.6	-0.1
8	15,000	0.5	0.0	30,000	0.6	-0.1
9	15,000	0.5	0.0	30,000	0.5	0.0
10	15,000	0.5	0.0	30,000	0.5	0.0
Referencia Máxima						0.1
Error Máximo permitido ±		20 g		±		30 g



 Teléfono: (01) 622 - 5814  
 Celular: 992 - 302 - 883 / 962 - 227 - 858

 Correo: laboratorio.gylaboratorio@gmail.com  
 servicios@gylaboratorio.com

 Av. Miraflores Mz. E Lt. 60  
 Urb. Santa Elisa II Etapa Los Olivos  
 Lima

Prohibida la Reproducción total de este documento sin la autorización de G&L LABORATORIO S.A.C



LABORATORIO DE  
METROLOGÍA

CALIDAD Y RESPONSABILIDAD  
ES NUESTRA MAYOR GARANTÍA



## CERTIFICADO DE CALIBRACIÓN N° 140-2021 GLM

Página 1 de 3

FECHA DE EMISIÓN : 2021-06-16

1. SOLICITANTE : LABORATORIO DE SUELOS JCH S.A.C

DIRECCIÓN : AV. PROCERES DE LA INDEPENDENCIA NRO. 2236 APV.  
SAN HILARION LIMA - SAN JUAN DE LURIGANCHO

2. INSTRUMENTO DE  
MEDICIÓN : BALANZA

MARCA : OHAUS

MODELO : R31P30

NÚMERO DE SERIE : 8338210058

ALCANCE DE  
INDICACIÓN : 30000 g

DIVISIÓN DE ESCALA  
/ RESOLUCIÓN : 1 g

DIVISIÓN DE  
VERIFICACIÓN ( e ) : 10 g

PROCEDENCIA : CHINA

IDENTIFICACIÓN : NO PRESENTA

TIPO : ELECTRÓNICA

UBICACIÓN : LABORATORIO

FECHA DE  
CALIBRACIÓN : 2021-06-15

3. PROCEDIMIENTO DE CALIBRACIÓN

Procedimiento para la Calibración de Balanzas de Funcionamiento no Automático Clase III y IIII; PC - 001 del SNM-INDECOPI, EDICIÓN 3° - ENERO, 2009.

4. LUGAR DE CALIBRACIÓN

LAB. DE MASA DE G&L LABORATORIO S.A.C  
AV. PROCERES DE LA INDEPENDENCIA NRO. 2236 APV. SAN HILARION LIMA - SAN JUAN DE LURIGANCHO

La incertidumbre reportada en el presente certificado es la incertidumbre expandida de medición que resulta de multiplicar la incertidumbre estándar por el factor de cobertura  $k=2$ . La incertidumbre fue determinada según la "Guía para la Expresión de la incertidumbre en la medición". Generalmente, el valor de la magnitud está dentro del intervalo de los valores determinados con la incertidumbre expandida con una probabilidad de aproximadamente 95 %.

Los resultados son válidos en el momento y en las condiciones 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 reglamentaciones vigentes.

G & L LABORATORIO 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.

  
Gilmer Antonio Huamán Poquioma  
Responsable del Laboratorio de Metrología



Teléfono:  
(01) 622 - 5814  
Celular:  
992 - 302 - 883 / 962 - 227 - 858

Correo:  
laboratorio.gyllaboratorio@gmail.com  
servicios@gyllaboratorio.com

Av. Miraflores Mz. E Lt. 60  
Urb. Santa Elisa II Etapa Los Olivos  
Lima

Prohibida la Reproducción total de este documento sin la autorización de G&L LABORATORIO S.A.C

Certificado 16 de calibración de los instrumentos del laboratorio





Punto de Precisión SAC

LABORATORIO DE CALIBRACIÓN ACREDITADO POR EL ORGANISMO PERUANO DE ACREDITACIÓN INACAL - DA CON REGISTRO N° LC - 033



CERTIFICADO DE CALIBRACIÓN N° LM-440-2021

Página: 2 de 3

5. Condiciones Ambientales

	Mínima	Máxima
Temperatura	19,0	19,2
Humedad Relativa	78,3	78,3

6. Trazabilidad

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

Trazabilidad	Patrón utilizado	Certificado de calibración
INACAL - DM	Juego de pesas (exactitud F1)	PE21-C-0084-2021

7. Observaciones

(\*) La balanza se calibró hasta una capacidad de 400,00 g No se realizó ajuste a la balanza antes de su calibración.

Los errores máximos permitidos (e.m.p.) para esta balanza corresponden a los e.m.p. para balanzas en uso de funcionamiento no automático de clase de exactitud III, según la Norma Metrológica Peruana 003 - 2009. Instrumentos de Pesaje de Funcionamiento no Automático.

Se colocó una etiqueta autoadhesiva de color verde con la indicación de "CALIBRADO".

Los resultados de este certificado de calibración no debe ser utilizado como una certificación de conformidad con normas de producto o como certificado del sistema de calidad de la entidad que lo produce.

8. Resultados de Medición

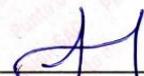
INSPECCIÓN VISUAL			
AJUSTE DE CERO	TIENE	ESCALA	NO TIENE
OSCILACIÓN LIBRE	TIENE	CURSOR	NO TIENE
PLATAFORMA	TIENE	SIST. DE TRABA	TIENE
NIVELACIÓN	TIENE		

ENSAYO DE REPETIBILIDAD

Medición N°	Temp. (°C)					
	Inicial			Final		
	19,0			19,2		
	Carga L1= 200,00 g			Carga L2= 400,00 g		
	I (g)	ΔI (g)	E (g)	I (g)	ΔI (g)	E (g)
1	200,00	0,003	0,002	400,00	0,001	0,003
2	200,00	0,001	0,004	400,00	0,006	-0,002
3	200,00	0,006	-0,001	400,00	0,005	-0,001
4	200,00	0,009	-0,004	400,00	0,008	-0,004
5	200,00	0,002	0,003	400,00	0,001	0,003
6	200,00	0,007	-0,002	400,00	0,004	0,000
7	200,00	0,005	0,000	400,01	0,009	0,005
8	200,00	0,002	0,003	400,00	0,003	0,001
9	200,00	0,008	-0,003	400,00	0,007	-0,003
10	200,00	0,003	0,002	400,00	0,005	-0,001
Diferencia Máxima	0,008			0,009		
Error máximo permitido	± 0,3 g			± 0,3 g		



PT-06.F06 / Diciembre 2016 / Rev 02

  
 Jefe de Laboratorio  
 Ing. Luis Loayza Capcha  
 Reg. CIP N° 152631

Av. Los Ángeles 653 - LIMA 42 Telf. 292-5106

www.puntodeprecision.com E-mail: info@puntodeprecision.com / puntodeprecision@hotmail.com  
 PROHIBIDA LA REPRODUCCIÓN PARCIAL DE ESTE DOCUMENTO SIN AUTORIZACIÓN DE PUNTO DE PRECISIÓN S.A.C.

Certificado 18 de calibración de los instrumentos del laboratorio



Punto de Precisión SAC

LABORATORIO DE CALIBRACIÓN ACREDITADO POR EL  
ORGANISMO PERUANO DE ACREDITACIÓN INACAL - DA  
CON REGISTRO N° LC - 033



Registro N° LC - 033

## CERTIFICADO DE CALIBRACIÓN N° LM-440-2021

Página: 1 de 3

Expediente : T 331-2021  
Fecha de Emisión : 2021-08-17

**1. Solicitante** : LABORATORIO DE SUELOS JCH S.A.C.

**Dirección** : AV. PROCERES DE LA INDEPENDENCIA NRO. 2236 APV.  
SAN HILARION - SAN JUAN DE LURIGANCHO - LIMA

**2. Instrumento de Medición** : **BALANZA**

Marca : OHAUS

Modelo : SE402F

Número de Serie : B145294230

Alcance de Indicación : 400 g

División de Escala de Verificación ( e ) : 0,1 g

División de Escala Real ( d ) : 0,01 g

Procedencia : NO INDICA

Identificación : BAL-002

Tipo : ELECTRÓNICA

Ubicación : LABORATORIO

Fecha de Calibración : 2021-08-16

La incertidumbre reportada en el presente certificado es la incertidumbre expandida de medición que resulta de multiplicar la incertidumbre estándar por el factor de cobertura  $k=2$ . La incertidumbre fue determinada según la "Guía para la Expresión de la incertidumbre en la medición". Generalmente, el valor de la magnitud está dentro del intervalo de los valores determinados con la incertidumbre expandida con una probabilidad de aproximadamente 95 %.

Los resultados son válidos en el momento y en las condiciones en que se realizaron las mediciones y no debe ser utilizado como certificado de conformidad con normas de productos o como certificado del sistema de calidad de la entidad que lo produce.

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 reglamentaciones vigentes.

PUNTO DE PRECISIÓN 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.

### 3. Método de Calibración

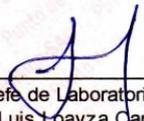
La calibración se realizó mediante el método de comparación según el PC-001 1ra Edición, 2019; Procedimiento para la Calibración de Balanzas de Funcionamiento no Automático Clase III y IIII del INACAL-DM.

### 4. Lugar de Calibración

LABORATORIO de LABORATORIO DE SUELOS JCH S.A.C.  
AV. PROCERES DE LA INDEPENDENCIA NRO. 2236 APV. SAN HILARION - SAN JUAN DE LURIGANCHO - LIMA



PT-06.F06 / Diciembre 2016 / Rev 02

  
Jefe de Laboratorio  
Ing. Luis Loayza Capcha  
Reg. CIP N° 152631

Av. Los Ángeles 653 - LIMA 42 Telf. 292-5106

www.puntodeprecision.com E-mail: info@puntodeprecision.com / puntodeprecision@hotmail.com  
PROHIBIDA LA REPRODUCCIÓN PARCIAL DE ESTE DOCUMENTO SIN AUTORIZACIÓN DE PUNTO DE PRECISIÓN S.A.C.

Certificado 19 de calibración de los instrumentos del laboratorio



Punto de Precisión SAC

LABORATORIO DE CALIBRACIÓN ACREDITADO POR EL ORGANISMO PERUANO DE ACREDITACIÓN INACAL - DA CON REGISTRO N° LC - 033



Registro N° LC - 033

CERTIFICADO DE CALIBRACIÓN N° LM-439-2021

Página: 3 de 3

2	5
1	
3	4

ENSAYO DE EXCENTRICIDAD

Posición de la Carga	Determinación de E <sub>0</sub>				Determinación del Error corregido				
	Carga mínima (g)	l (g)	ΔL (g)	E <sub>0</sub> (g)	Carga L (g)	l (g)	ΔL (g)	E (g)	E <sub>c</sub> (g)
1	1,0	1,0	0,08	-0,03	1 300,0	1 300,0	0,07	-0,02	0,01
2		1,0	0,09	-0,04		1 300,0	0,07	-0,02	0,02
3		1,0	0,06	-0,01		1 300,1	0,06	0,09	0,10
4		1,0	0,09	-0,04		1 300,0	0,08	-0,03	0,01
5		1,0	0,08	-0,03		1 299,9	0,09	-0,14	-0,11

Temp. (°C) Inicial: 19,5 Final: 19,8

(\*) valor entre 0 y 10 e

Error máximo permitido : ± 0,2 g

ENSAYO DE PESAJE

Carga L (g)	CRECIENTES				DECRECIENTES				± emp (g)
	l (g)	ΔL (g)	E (g)	E <sub>c</sub> (g)	l (g)	ΔL (g)	E (g)	E <sub>c</sub> (g)	
1,00	1,0	0,07	-0,02						
5,00	5,0	0,06	-0,01	0,01	5,0	0,08	-0,03	-0,01	0,1
50,00	50,0	0,08	-0,03	-0,01	50,0	0,09	-0,04	-0,02	0,1
100,00	100,1	0,09	0,06	0,08	100,0	0,07	-0,02	0,00	0,1
500,00	500,0	0,07	-0,02	0,00	500,0	0,06	-0,01	0,01	0,1
700,00	700,0	0,06	-0,01	0,01	700,0	0,09	-0,04	-0,02	0,2
1 000,00	1 000,0	0,08	-0,03	-0,01	1 000,0	0,08	-0,03	-0,01	0,2
1 500,00	1 500,0	0,09	-0,04	-0,02	1 500,0	0,09	-0,04	-0,02	0,2
2 000,00	2 000,1	0,08	0,07	0,09	2 000,1	0,06	0,09	0,11	0,2
3 000,00	3 000,0	0,06	-0,01	0,01	3 000,0	0,09	-0,04	-0,02	0,3
4 000,00	4 000,0	0,09	-0,04	-0,02	4 000,0	0,09	-0,04	-0,02	0,3

Temp. (°C) Inicial: 19,8 Final: 19,8

e.m.p.: error máximo permitido

Lectura corregida e incertidumbre expandida del resultado de una pesada

$$R_{\text{corregida}} = R - 4,70 \times 10^{-6} \times R$$

$$U_R = 2 \sqrt{3,65 \times 10^{-3} \text{ g}^2 + 1,12 \times 10^{-9} \times R^2}$$

R: Lectura de la balanza    ΔL: Carga Incrementada    E: Error encontrado    E<sub>c</sub>: Error en cero    E<sub>c</sub>: Error corregido

R: en g

FIN DEL DOCUMENTO



PT-06.F06 / Diciembre 2016 / Rev 02

Jefe de Laboratorio  
Ing. Luis Loayza Capcha  
Reg. CIP N° 152631

Av. Los Ángeles 653 - LIMA 42 Telf. 292-5106

www.puntodeprecision.com E-mail: info@puntodeprecision.com / puntodeprecision@hotmail.com

PROHIBIDA LA REPRODUCCIÓN PARCIAL DE ESTE DOCUMENTO SIN AUTORIZACIÓN DE PUNTO DE PRECISIÓN S.A.C.

Certificado 20 de calibración de los instrumentos del laboratorio



Punto de Precisión SAC

**LABORATORIO DE CALIBRACIÓN ACREDITADO POR EL ORGANISMO PERUANO DE ACREDITACIÓN INACAL - DA CON REGISTRO N° LC - 033**



Registro N° LC - 033

CERTIFICADO DE CALIBRACIÓN N° LM-439-2021

Página: 2 de 3

**5. Condiciones Ambientales**

	Mínima	Máxima
Temperatura	19,2	19,8
Humedad Relativa	78,3	79,2

**6. Trazabilidad**

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

Trazabilidad	Patrón utilizado	Certificado de calibración
INACAL - DM	Juego de pesas (exactitud F1)	PE21-C-0084-2021

**7. Observaciones**

(\*) La balanza se calibró hasta una capacidad de 4 000,0 g

Antes del ajuste, la indicación de la balanza fue de 3 999,0 g para una carga de 4 000,0 g

El ajuste de la balanza se realizó con las pesas de Punto de Precisión S.A.C.

Los errores máximos permitidos (e.m.p.) para esta balanza corresponden a los e.m.p. para balanzas en uso de funcionamiento no automático de clase de exactitud II, según la Norma Metroológica Peruana 003 - 2009. Instrumentos de Pesaje de Funcionamiento no Automático.

Se colocó una etiqueta autoadhesiva de color verde con la indicación de "CALIBRADO".

Los resultados de este certificado de calibración no debe ser utilizado como una certificación de conformidad con normas de producto o como certificado del sistema de calidad de la entidad que lo produce.

**8. Resultados de Medición**

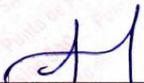
INSPECCIÓN VISUAL			
AJUSTE DE CERO	TIENE	ESCALA	NO TIENE
OSCILACIÓN LIBRE	TIENE	CURSOR	NO TIENE
PLATAFORMA	TIENE	SIST. DE TRABA	TIENE
NIVELACIÓN	TIENE		

**ENSAYO DE REPETIBILIDAD**

Medición N°	Temp. (°C)					
	Inicial 19,2			Final 19,5		
	Carga L1= 2 000,0 g			Carga L2= 4 000,0 g		
	I (g)	ΔI (g)	E (g)	I (g)	ΔI (g)	E (g)
1	2 000,0	0,07	-0,02	4 000,0	0,06	-0,01
2	2 000,1	0,06	0,09	4 000,0	0,09	-0,04
3	2 000,0	0,08	-0,03	4 000,0	0,06	-0,01
4	2 000,0	0,09	-0,04	4 000,0	0,08	-0,03
5	2 000,0	0,08	-0,03	4 000,0	0,07	-0,02
6	2 000,0	0,06	-0,01	4 000,0	0,06	-0,01
7	2 000,0	0,08	-0,03	4 000,0	0,09	-0,04
8	2 000,0	0,06	-0,01	4 000,0	0,08	-0,03
9	2 000,0	0,09	-0,04	4 000,0	0,07	-0,02
10	2 000,0	0,07	-0,02	4 000,0	0,06	-0,01
Diferencia Máxima			0,13			0,03
Error máximo permitido ±	0,3 g			± 0,3 g		



PT-06.F06 / Diciembre 2016 / Rev 02

  
 Jefe de Laboratorio  
 Ing. Luis Loayza Capcha  
 Reg. CIP N° 152631

Av. Los Ángeles 653 - LIMA 42 Telf. 292-5106

www.puntodeprecision.com E-mail: info@puntodeprecision.com / puntodeprecision@hotmail.com  
 PROHIBIDA LA REPRODUCCIÓN PARCIAL DE ESTE DOCUMENTO SIN AUTORIZACIÓN DE PUNTO DE PRECISIÓN S.A.C.

*Certificado 21 de calibración de los instrumentos del laboratorio*



Punto de Precisión SAC

LABORATORIO DE CALIBRACIÓN ACREDITADO POR EL  
ORGANISMO PERUANO DE ACREDITACIÓN INACAL - DA  
CON REGISTRO N° LC - 033



**CERTIFICADO DE CALIBRACIÓN N° LM-439-2021**

Página: 1 de 3

Expediente : T 331-2021  
Fecha de Emisión : 2021-08-17

**1. Solicitante** : LABORATORIO DE SUELOS JCH S.A.C.

**Dirección** : AV. PROCERES DE LA INDEPENDENCIA NRO. 2236 APV.  
SAN HILARION - SAN JUAN DE LURIGANCHO - LIMA

**2. Instrumento de Medición** : BALANZA

Marca : OHAUS

Modelo : TAJ4001

Número de Serie : 8338110064

Alcance de Indicación : 4 000 g

División de Escala de Verificación ( e ) : 0,1 g

División de Escala Real ( d ) : 0,1 g

Procedencia : CHINA

Identificación : BAL-001

Tipo : ELECTRÓNICA

Ubicación : LABORATORIO

Fecha de Calibración : 2021-08-16

La incertidumbre reportada en el presente certificado es la incertidumbre expandida de medición que resulta de multiplicar la incertidumbre estándar por el factor de cobertura  $k=2$ . La incertidumbre fue determinada según la "Guía para la Expresión de la incertidumbre en la medición". Generalmente, el valor de la magnitud está dentro del intervalo de los valores determinados con la incertidumbre expandida con una probabilidad de aproximadamente 95 %.

Los resultados son válidos en el momento y en las condiciones en que se realizaron las mediciones y no debe ser utilizado como certificado de conformidad con normas de productos o como certificado del sistema de calidad de la entidad que lo produce.

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 reglamentaciones vigentes.

PUNTO DE PRECISIÓN 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.

**3. Método de Calibración**

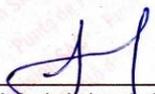
La calibración se realizó mediante el método de comparación según el PC-011 4ta Edición, 2010; Procedimiento para la Calibración de Balanzas de Funcionamiento no Automático Clase I y II del SNM-INDECOPI.

**4. Lugar de Calibración**

LABORATORIO de LABORATORIO DE SUELOS JCH S.A.C.  
AV. PROCERES DE LA INDEPENDENCIA NRO. 2236 APV. SAN HILARION - SAN JUAN DE LURIGANCHO - LIMA



PT-06.F06 / Diciembre 2016 / Rev 02

  
Jefe de Laboratorio  
Ing. Luis Loayza Capcha  
Reg. CIP N° 152631

Av. Los Ángeles 653 - LIMA 42 Telf. 292-5106

www.puntodeprecision.com E-mail: info@puntodeprecision.com / puntodeprecision@hotmail.com  
PROHIBIDA LA REPRODUCCIÓN PARCIAL DE ESTE DOCUMENTO SIN AUTORIZACIÓN DE PUNTO DE PRECISIÓN S.A.C.

Certificado 22 de calibración de los instrumentos del laboratorio

## Anexo 9. Fichas técnicas

CONSTRUYENDO CONFIANZA



### HOJA DE DATOS DEL PRODUCTO

## SikaFiber® Force-60

MACRO FIBRA SINTÉTICA PARA HORMIGÓN Y HORMIGÓN PROYECTADO.

#### DESCRIPCIÓN DEL PRODUCTO

SikaFiber® Force-60 es una fibra macro sintética para uso estructural en hormigón proyectado y concreto.

#### USOS

SikaFiber® Force-60 es adecuado para su uso en concreto proyectado y en concreto fundido in situ. Los usos principales de SikaFiber® Force-60 están en las siguientes aplicaciones:

- Hormigón pulverizado para la estabilización de excavaciones en túneles y minería.
- Hormigón pulverizado para estabilización de rocas y suelos.
- Hormigón pulverizado para uso de estabilización temporal.
- Sustitución de refuerzo de acero en aplicaciones de hormigón proyectado.
- Losa en aplicaciones de hormigón / suelos industriales a base de suelo.
- Cimentaciones con hormigón reforzado con fibra.
- Elementos prefabricados de hormigón.
- Aplicaciones de hormigón, especialmente superficies con alta resistencia a la abrasión.

#### INFORMACIÓN DEL PRODUCTO

Base Química	Polipropileno
Empaques	SikaFiber® Force-60 está disponible en bolsas hidrosolubles de 5 kg, envueltas en forma de rollos pequeños con plástico hidrosoluble.
Apariencia / Color	Fibras blancas, rectas con relieve.
Vida Útil	24 meses luego de la fecha de producción. Tener en cuenta que el empaque es hidrosoluble.
Condiciones de Almacenamiento	Almacenamiento a temperaturas entre 5 ° C y 30 ° C. Proteger de la luz solar directa, las heladas, el agua y la contaminación.
Densidad	~0,91 kg/l
Dimensiones	longitud ~ 60 mm, diámetro equivalente ~ 0.84 mm (500 tex)

Hoja De Datos Del Producto  
SikaFiber® Force-60  
Julio 2020, Versión 02.01  
02140802100000088

#### CARACTERÍSTICAS / VENTAJAS

Con la adición de SikaFiber® Force-60, se pueden lograr las siguientes mejoras en las características del concreto endurecido:

- Absorción de energía altamente incrementada para hormigón proyectado.
- Capacidad de puenteo de grietas, especialmente en grandes aberturas de grietas .
- Mayor durabilidad debido a la alta resistencia química.
- Superficies sin óxido

#### CERTIFICADOS / NORMAS

EN 14889-2: 2006, según el certificado de certificación del producto de construcción.

Punto de Fusión ~170 °C

## INFORMACIÓN TÉCNICA

<b>Guía de Vaciado de Concreto</b>	Se deben seguir las reglas estándar de buenas prácticas de hormigonado, relativas a la producción y la colocación. Las pruebas de laboratorio se llevarán a cabo antes del hormigonado en el sitio, especialmente cuando se usa un nuevo diseño de mezcla o se producen nuevos componentes de concreto. El concreto fresco debe ser correctamente y el curado debe aplicarse lo antes posible.
<b>Tiempo de Mezclado del Concreto</b>	Con el fin de garantizar una distribución homogénea de las fibras en el concreto, podría ser útil extender el tiempo de mezclado, especialmente en altas dosis de las fibras. (> 6 kg/m <sup>3</sup> ).
<b>Resistencia a la Tensión</b>	~430 MPa (~48 cN/tex) (EN 10002-1, tasa de tensión: 7 %/min)
<b>Módulo de Elasticidad</b>	~6 GPa (EN 10002-1, tasa de tensión: 7 %/min)
<b>Dosificación Recomendada</b>	3–10 kg/m <sup>3</sup>
<b>Dosificación</b>	SikaFiber® Force-60 se dosifica directamente en la hormigonera junto con los agregados. SikaFiber® Force-60 también se puede dosificar al mezclador de camiones. En ese caso, se requiere un tiempo de mezcla adicional de al menos 1 minuto por m <sup>3</sup> .

## NOTAS

Todos los datos técnicos recogidos en esta hoja técnica se basan en ensayos de laboratorio. Las medidas de los datos actuales pueden variar por circunstancias fuera de nuestro control.

## RESTRICCIONES LOCALES

Nótese que el desempeño del producto puede variar dependiendo de cada país. Por favor, consulte la hoja técnica local correspondiente para la exacta descripción de los campos de aplicación del producto.

## ECOLOGÍA, SALUD Y SEGURIDAD

Para información y asesoría referente al transporte, manejo, almacenamiento y disposición de productos químicos, los usuarios deben consultar la Hoja de Seguridad del Material actual, la cual contiene información médica, ecológica, toxicológica y otras relacionadas con la seguridad.

## NOTAS LEGALES

La información y en particular las recomendaciones sobre la aplicación y el uso final de los productos Sika son proporcionadas de buena fe, en base al conocimiento y experiencia actuales en Sika respecto a sus productos, siempre y cuando éstos sean adecuadamente almacenados, manipulados y transportados; así como aplicados en condiciones normales. En la práctica, las diferencias en los materiales, sustratos y condiciones de la obra en donde se aplicarán los productos Sika son tan particulares que de esta información, de alguna recomendación escrita o de algún asesoramiento técnico, no se puede deducir ninguna garantía respecto a la comercialización o adaptabilidad del producto a una finalidad particular, así como ninguna responsabilidad contractual. Los derechos de propiedad de las terceras partes deben ser respetados. Todos los pedidos aceptados por Sika Perú S.A.C. están sujetos a Cláusulas Generales de Contratación para la Venta de Productos de Sika Perú S.A.C. Los usuarios siempre deben remitirse a la última edición de la Hojas Técnicas de los productos; cuyas copias se entregarán a solicitud del interesado o a las que pueden acceder en Internet a través de nuestra página web [www.sika.com.pe](http://www.sika.com.pe). La presente edición anula y reemplaza la edición anterior, misma que deberá ser destruida.

Hoja De Datos Del Producto  
SikaFiber® Force-60  
Julio 2020, Versión 02.01  
021408021000000088

2 / 2

SikaFiberForce-60-es-PE-(07-2020)-2-1.pdf

CONSTRUYENDO CONFIANZA



Ficha técnica de la fibra de polipropileno hoja 2



## CEMENTO SOL

### Descripción:

- Es un Cemento Tipo I, obtenido de la molienda conjunta de Clinker y yeso.
- Cuenta con la fecha y hora de envasado en la bolsa en beneficio de los consumidores, ya que permite una mayor precisión en la trazabilidad.

### Beneficios:

- El acelerado desarrollo de resistencias iniciales permite un menor tiempo en el desencofrado.
- Excelente desarrollo de resistencias en Shotcrete.
- Ideal para la producción de prefabricados en concreto.

### Usos:

- Construcciones en general y de gran envergadura cuando no se requieren características especiales o no especifique otro tipo de cemento.
- Fabricación de concretos de mediana y alta resistencia a la compresión.
- Preparación de concretos para cimientos, sobrecimientos, zapatas, vigas, columnas y techado.
- Producción de prefabricados de concreto.
- Fabricación de bloques, tubos para acueducto y alcantarillado, terrazos y adoquines.
- Fabricación de morteros para el desarrollo de ladrillos, tarrajes, enchapes de mayólicas y otros materiales.

### Características Técnicas:

- Cumple con la Norma Técnica Peruana 334.009 y la Norma Técnica Americana ASTM C 150.

### Formato de distribución:

- Bolsas de 42,5 Kg: 04 pliegos (03 de papel + 01 film plástico).
- Granel: A despacharse en camiones bombonas y Big Bags.



## Recomendaciones

### Dosificación:

- Se debe dosificar según la resistencia deseada.
- Respetar la relación agua/cemento (a/c) a fin de obtener un buen desarrollo de resistencias, trabajabilidad y performance del cemento.
- Realizar el curado con agua a fin de lograr un buen desarrollo de resistencia y acabado final.

### Manipulación:

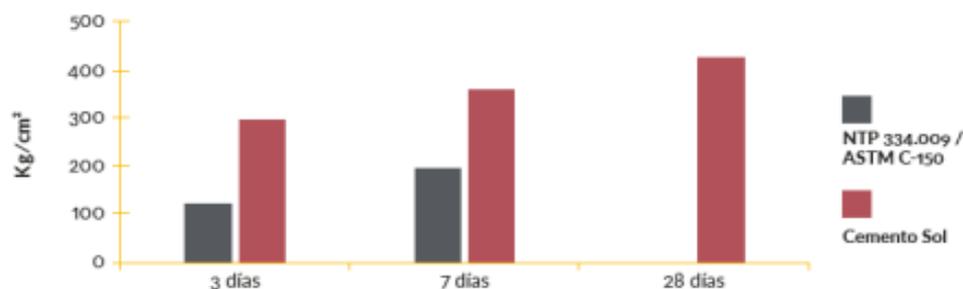
- Se debe manipular el cemento en ambientes ventilados.
- Se recomienda utilizar equipos de protección personal.
- Se debe evitar el contacto del cemento con la piel, los ojos y su inhalación.

### Almacenamiento:

- Almacenar las bolsas bajo techo, separadas de paredes y pisos. Protegerlas de las corrientes de aire húmedo.
- No apilar más de 10 bolsas para evitar su compactación.
- En caso de un almacenamiento prolongado, se recomienda cubrir los sacos con un cobertor de polietileno y en dos pallet de altura.

## Requisitos mecánicos

Comparación resistencias NTP 334.009 / ASTM C-150 vs. Cemento Sol



## Propiedades físicas y químicas

Parámetro	Unidad	Cemento Sol Tipo I	Requisitos 334.009 / ASTM C-150
Contenido de aire	%	6.62	Máximo 12
Expansión autoclave	%	0.08	Máximo 0.80
Superficie específica	cm²/g	3361	Máximo 2600
Densidad	g/ml	3.12	No Especifica
<b>Resistencia a la Compresión</b>			
Resistencia a la compresión a 3 días	kg/cm²	296	Mínimo 122
Resistencia a la compresión a 7 días	kg/cm²	357	Mínimo 194
Resistencia a la compresión a 28 días	kg/cm²	427	No especifica
<b>Tiempo de Fraguado</b>			
Fraguado Vicat inicial	min	127	Mínimo 45
Fraguado Vicat final	min	305	Máximo 375
<b>Composición Química</b>			
MgO	%	2.93	Máximo 6.0
SO <sub>3</sub>	%	3.08	Máximo 3.5
Pérdida al fuego	%	2.25	Máximo 3.0
Residuo insoluble	%	0.68	Máximo 1.5
<b>Fases Mineralógicas</b>			
C <sub>2</sub> S	%	13.15	No especifica
C <sub>3</sub> S	%	53.60	No especifica
C <sub>3</sub> A	%	9.66	No especifica
C <sub>4</sub> AF	%	9.34	No especifica

**Anexo 10. Panel fotográfico**



**Foto N°1. Vaciado de polipropileno en la mezcla**



**Foto N°2. Prueba Slump**



**Foto N°3.** Vaciado en probetas cilíndricas



**Foto N°4.** Vaciado en probetas prismáticas



Foto N°5. Probetas cilíndricas



Foto N°6. Probetas prismáticas

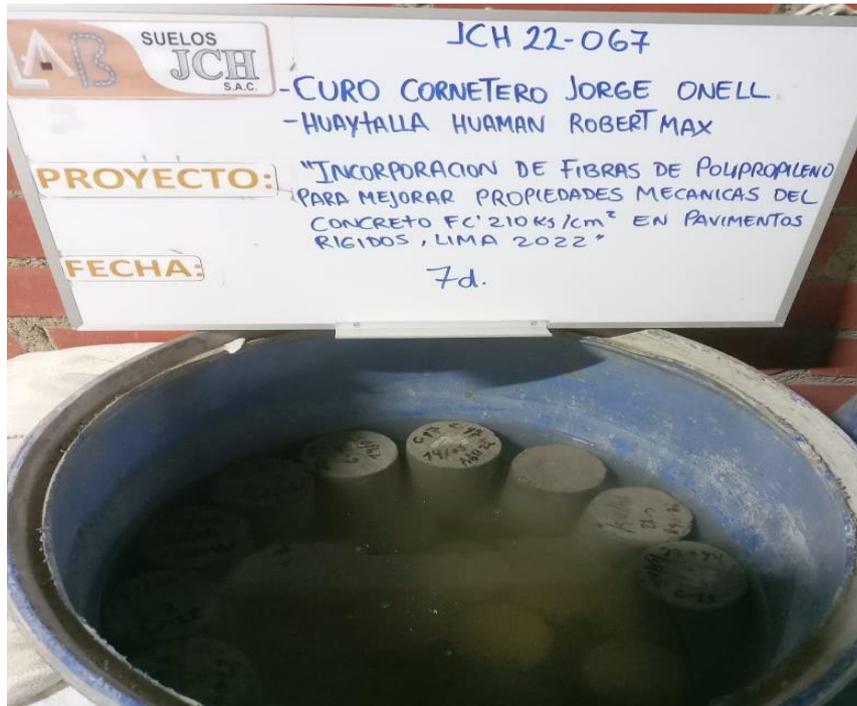


Foto N°7. Curado 7 días

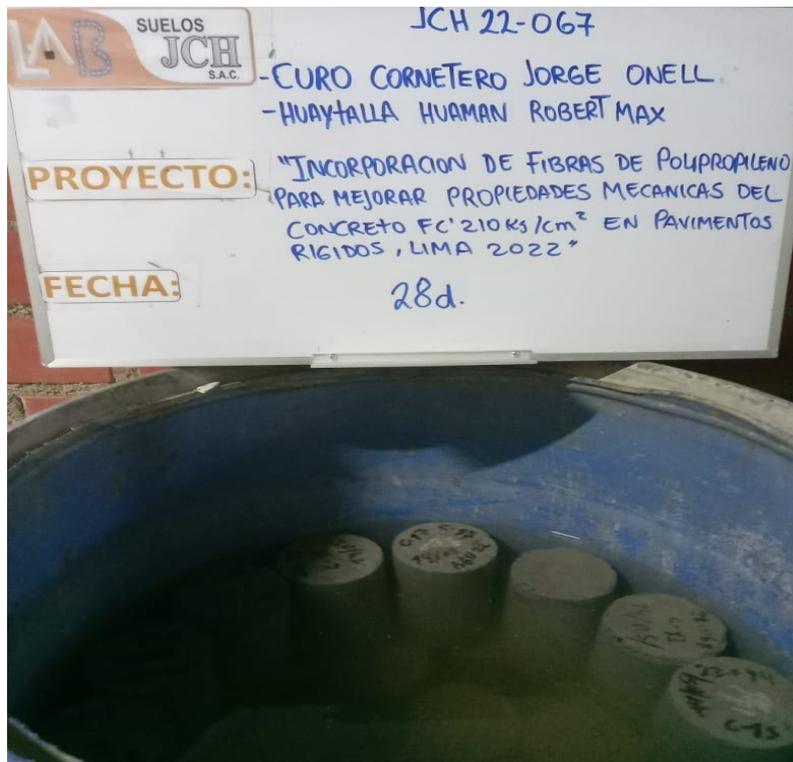


Foto N°8. Curado 28 días



Foto N°9. Ensayo de resistencia a la compresión 7 días



Foto N°10. Ensayo de resistencia a la compresión 28 días



Foto N°11. Ensayo de resistencia a la tracción 7 días



Foto N°12. Ensayo de resistencia a la tracción 28 días



Foto N° 13. Ensayo de resistencia a la flexión 7 días

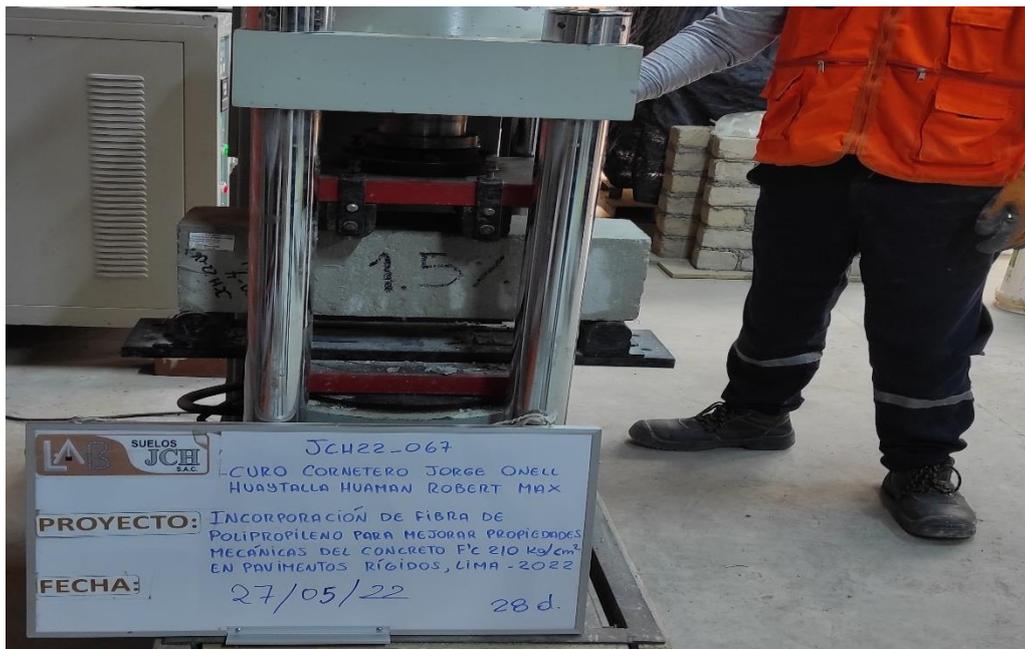


Foto N° 14. Ensayo de resistencia a la flexión 28 días

## Anexo 11: Reporte de originalidad de Turnitin



Reporte de originalidad en el programa Turnitin