



UNIVERSIDAD CÉSAR VALLEJO

FACULTAD DE INGENIERÍA CIVIL

ESCUELA ACADÉMICO PROFESIONAL DE INGENIERÍA CIVIL

“Evaluación de fibras para el concreto hidráulico de un pavimento determinando su resistencia residual mediante el ensayo de flexión, Lima 2019”

TESIS PARA OBTENER EL TÍTULO PROFESIONAL DE:

Ingeniería Civil

AUTOR:

Ruiz Gonzales, José Eduardo (0000-0001-5495-5337)

ASESOR:

Dr. ING. CORDOVA SALCEDO, Felimón Domingo (0000-0003-0338-5156)

LÍNEA DE INVESTIGACIÓN:

Diseño de infraestructura vial

LIMA-PERÚ

2019

DEDICATORIA

Dedico la presente investigación a mi madre Haydee Gonzales Almeida, quien en vida me enseñó que la perseverancia, el esfuerzo y la humildad como persona trae grandes recompensas.

Por el gran amor que sigo teniendo, dedico esta investigación a ella, que representa el fruto de mi esfuerzo como profesional y mi compromiso de hacer bien las cosas.

AGRADECIMIENTO

Agradezco de todo corazón a todas las personas que me han apoyado en este proceso de mi carrera universitaria y obtención de mi titulación.

A mi Padre Angel Ruiz Rozales, mi Madre Haydee Felicita Gonzales Almeida, mi hermano Luis Angel Ruiz Gonzales, mis tías y tíos por brindarme su condicional apoyo y enseñarme que en esta vida uno como profesional tiene que dar lo mejor de sí mismo en todos los aspectos laborales y vivenciales.

A todos ellos, gracias por todo.

El Jurado encargado de evaluar la tesis presentada por don(a)

Ruiz, Gonzalez Jose Eduardo

(Apellidos, Nombres)

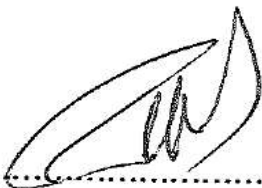
Cuyo título es:

"Evaluación de fibras para el concreto hidráulico de un pavimento determinando su resistencia residual mediante el ensayo a flexión, Lima 2019"

Reunido en la fecha, escuchó la sustentación y la resolución de preguntas por el estudiante, otorgándole el calificativo de:

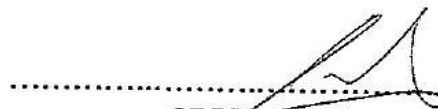
17 (número) *Distinto* (letras).

Lugar y fecha *Lima, 12 de Julio del 2019*



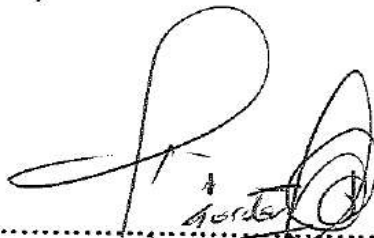
PRESIDENTE

Mg. Ing. Carlos Alberto Villalga Martínez
(Grado Apellidos, Nombre)



SECRETARIO

Mg. Ing. Jose Benitez Zuriga
(Grado Apellidos, Nombre)



VOCAL

Dr. Ing. Felimon Córdova Salcedo
(Grado Apellidos, Nombre)

NOTA: En el caso de que haya nuevas observaciones en el informe, el estudiante debe levantar las observaciones para dar el pase a Resolución.

Elaboró	Dirección de Investigación	Revisó	Responsable de SGC	Aprobó	Vicerrectorado de Investigación
---------	----------------------------	--------	--------------------	--------	---------------------------------

DECLARATORIA DE AUTENTICIDAD

Yo, José Eduardo Ruiz Gonzales, identificado con DNI N° 75377038 perteneciente a la Escuela Profesional de Ingeniería Civil de la Universidad Cesar Vallejo y como producto observable del Trabajo de Investigación para obtener el grado de Titulado en Ingeniería Civil, ha desarrollado la Tesis “Evaluación de fibras para el concreto hidráulico de un pavimento determinando su resistencia residual mediante el ensayo de flexión, Lima 2019”.

Declaro bajo juramento que:

1. La presente investigación realizada es de mi completa autoría.
2. Se respetó las normas que demanda la universidad Cesar Vallejo, cumpliendo con citas y referencias para las fuentes consultadas. Por lo tanto, la investigación está libre de plagio.
3. La investigación no ha sido presentada ni publicada como algún producto académico de alguna otra materia.
4. Los datos presentados en la presente investigación son reales y cada una de ellas han sido citas, respetando la norma ISO, según demanda las normas impuestas por la Universidad Cesar Vallejo en su reglamento.

De poder encontrarse alguna falta como el plagio (información sin citar a autores), auto plagio (presentar como nuevo algún trabajo de investigación propio que ya ha sido publicado), piratería (uso ilegal de información ajena) o falsificación (presentar falsamente las ideas de otros), asumimos las consecuencias y sanciones que de nuestra acción se deriven, sometiéndonos a la normatividad vigente de la Universidad César Vallejo.

Los Olivos, Julio del 2019.



RUIZ GONZALES, José Eduardo
DNI N° 75377038

ÍNDICE

DEDICATORIA	ii
AGRADECIMIENTO	iii
PÁGINA DEL JURADO	iv
DECLARATORIA DE AUTENTICIDAD	v
RESUMEN	vii
ABSTRACT	viii
I. INTRODUCCIÓN	1
II. MÉTODO	31
2.1 Diseño, tipo, nivel y enfoque de la investigación	31
2.2 Variables y Operacionalización	33
2.3 Unidad de análisis, población y muestra	35
2.4 Técnicas e instrumentos de recolección de datos, validez y confiabilidad	37
2.5 Procedimiento	39
2.6 Método de análisis de datos	72
2.7 Aspectos éticos	72
III. RESULTADOS	73
IV. DISCUSIÓN	95
V. CONCLUSIÓN	98
VI. RECOMENDACIÓN	101
REFERENCIAS	
ANEXOS	

RESUMEN

La presente investigación se llevó a cabo en el departamento de Lima, distrito de Lima, cuya finalidad tiene evaluar las fibras impuestas en un concreto que puede ser empleado para un pavimento de tipo rígido, para ello se empleó tres tipos de fibras, macrofibra sintética estructural virgen, reciclada y fibra de yute. El objetivo principal de esta tesis es analizar estos tres aditivos incorporándolos al concreto hidráulico de un pavimento y determinar su resistencia residual mediante el ensayo de flexión; para ello, se tiene que tener en cuenta que la resistencia residual es aquella propiedad que tiene un aditivo fibroso de poder soportar cargas luego de haber sido sometido a una carga máxima y fisurarse; este estudio se realizó para conocer esta propiedad y por ello se puso un estimado de carga; según los ensayos realizados, que puede soportar con una dosis de 8 kg/m³ de aditivo; así como la recomendación de sus posibles usos en un concreto empleado para el pavimento. Para ello, el tipo de investigación se denotó como aplicada ya que se empleó un conocimiento base de la resistencia residual de las fibras en el concreto para poder brindar un aporte a futuro, la población empleada es el concreto hidráulico y las muestras fueron las 12 vigas prismáticas que se ensayaron. Por otro lado, las fichas de recolección de datos que se utilizaron fueron las que brindaron el laboratorio de ensayos de materiales de la UNI; puesto que están certificadas por los expertos en el tema, llegando como resultado final de la investigación un aumento considerable de la resistencia residual del concreto con macrofibra sintética de 3.18 Mpa, macrofibra reciclada de 1.39 Mpa y fibra de yute de 0.55 Mpa; concluyendo que al incorporar distintos tipos de fibras en el concreto hidráulico de un pavimento al ser sometido a cargas puntuales a flexión se puede dar una mejora en su resistencia post fisurado.

Palabras clave: Resistencia residual, fibras, concreto.

ABSTRACT

The present investigation was carried out in the department of Lima, district of Lima, whose purpose is to evaluate the fibers imposed on a concrete that can be used for a rigid type pavement, for which three types of fibers were used, synthetic structural macrofibre virgin, recycled and jute fiber. The main objective of this thesis is to analyze these three additives incorporating the hydraulic concrete of a pavement and determine its residual strength by means of the bending test; for this, it must be taken into account that the residual resistance is that property that you have fibrous additive to be able to support loads after having been subjected to a maximum load and cracking; this study was carried out to know this property and therefore an estimated load was placed; according to the tests carried out, which can be supported with a dose of 8 kg / m³ of additive; as well as the recommendation of its possible uses in a concrete used for the pavement. For this, the type of research was denoted as applied since a base knowledge of the residual strength of the fibers in the concrete was used to provide a contribution to the future, the population used is hydraulic concrete and the samples were 12 beams prismatic that was tested. On the other hand, the data collection cards that were used were those provided by the materials testing laboratory of the UNI; since they are certified by the experts in the subject, arriving as a final result of the investigation a considerable increase of the residual resistance of the concrete with synthetic macrofibre of 3.18 Mpa, recycled macrofibre of 1.39 Mpa and jute fiber of 0.55 Mpa; concluding that by incorporating different types of fibers in the hydraulic concrete of a pavement to be subjected to point loads to bending can be an improvement in post-fissured resistance.

Keywords: Residual resistance, fibers, concrete.

I. INTRODUCCIÓN

Realidad problemática

A lo largo de los años el ser humano fue evolucionando, no solo físicamente, sino también intelectualmente, este tipo de adaptabilidad fue esencial para la supervivencia y con ello un rol importante que contribuyó fue las viviendas y santuarios que se construyeron con la finalidad de poder dar un lugar en donde vivir; de la misma manera, poder almacenar los alimentos para cada uno de los pobladores. Históricamente, se conocen muchas culturas tales como los incas, egipcios, mayas, entre otros, que elaboraban este tipo de construcciones con elementos naturales como; tierra, agua y fibras de paja, siendo este último un elemento fundamental para la adherencia y consistencia del material tan conocido hasta la actualidad como el adobe, que le da una gran capacidad de resistencia; así como mantiene todo el conjunto como un solo elemento. Sin embargo, esta y muchas fibras naturales fueron empleadas sin saber a ciencia cierta cuanto es la capacidad de resistencia que este le puede otorgar a la mezcla cuando es añadida.

Hoy en día, la tecnología en los materiales ha hecho que las obras ejecutadas por el hombre sean más resistentes. Por ello, esta ha ido modificándose lentamente según las necesidades que se requiera, uno de estos es la sustitución del acero por la fibra metálica. Según Ramos (2012), indica que: “el primer uso del concreto reforzado con fibras fue en 1911 en Grahan y permitió poder aumentar su resistencia y estabilidad que por lo general posee; luego en el año 1927 en California G. Martin indica el uso de alambres con una morfología ondeada” (p. 4). Así mismo, el uso de las fibras se ha vuelto un material muy empleado en las construcciones que requieran concreto a nivel mundial; puesto que, brinda propiedades al hormigón, tales como; tenacidad, adherencia y capacidad residual. De la misma manera, la elaboración de estos aditivos en diversos países ha servido como referencia para elaborar fibras que contengan otros materiales, pero a su vez que no se pierdan o mejoren en algunos casos sus propiedades, como es la macrofibra sintética, la cual la vuelve útil en obras como túneles, estabilización de taludes, pisos industriales y pavimentos. Sin embargo, la mayoría de las empresas optan por un material nuevo y no uno con las mismas propiedades empleando componentes reciclados; puesto que, el uso de este aditivo deja también de lado las propiedades que pueden poseer las fibras naturales como el yute, que es considerado la fibra natural más resistente y que puede otorgar propiedades similares al de un aditivo como el que se indicó anteriormente.

En América Latina la incorporación de la macrofibra sintética ha sido en los últimos años fundamental para otorgar al concreto una mayor resistencia ante las cargas, así como una buena opción para poder combatir las fisuras que se generan. Tal es el caso del país vecino de Chile que en el 2017 inauguró el túnel Kennedy, considerada la obra viaria de mayor sección en Latinoamérica que tuvo como elemento primordial en el concreto a este aditivo. Según la revista Perú construye (2017), indica que: “Para el sostenimiento del muro de tabique se empleó Shotcrete SH-35 de espesores de 25 cm y 15 cm como mínimo incorporándole reforzamiento con macrofibras sintéticas estructural de 3 kg/m³” (p. 38). Así mismo, en Brasil se han ejecutado diversas obras con este compuesto, un ejemplo de ello es la fábrica de Cervejaria Petropolis que tuvo una duración de 10 meses, contó con macrofibras FF54 PRO para el pavimento de concreto de sus pisos industriales. Por tal motivo, este tipo de fibra es denominada virgen; debido a que sus materiales no han sido empleados anteriormente, haciendo que las fábricas no le tomen importancia al material reutilizado. En consecuencia, hay fábricas que elaboran este componente empleando material reciclado del mismo compuesto, otorgándole propiedades semejantes al de una macrofibra sintética virgen. Sin embargo, existen materiales naturales que puedes cumplir también esta función, tal vez no estructural, pero sí con ciertas características que pueden llegar a ser muy favorables para mejorar las propiedades del hormigón, tal es el caso de la fibra de yute que es empleado comúnmente para el curado del concreto, pero al ser un material natural que tiene una alta resistencia deja en duda de cuanta tenacidad le puede entregar a esta mezcla para soportar fisuras cuando esta falle; de la misma manera, se cuestiona de cuánto podría ser la varianza en la resistencia si se llegara aplicar el polipropileno (macrofibra sintética estructural virgen y reciclada) y una fibra de yute en el concreto hidráulico de un pavimento.

Se sabe que el Perú es un país que tiene una variedad de climas y a consecuencia de ello las construcciones de concreto tienden a agrietarse debido a gradientes bajas y altas de la temperatura, lo que a largo plazo puede generar un colapso inminente de estas. De la misma manera, la ejecución de las obras viales en distintos departamentos son pavimento de concreto hidráulico, que en su minoría a lo largo de los años se tienden a fisurar por lo anteriormente expuesto y también por la sobrecarga que se le somete cuando no está reforzada. Por ese motivo, se debería considerar la empleabilidad de la macrofibra sintética estructural; ya que, mejora las propiedades mecánicas del concreto y genera una absorción de energía en la tensión de esta cuando este tiende a fisurarse, provocando que aquella le brinde tenacidad luego de haber fallado, a este fenómeno se le conoce como resistencia

residual. Así mismo, se conoce que en el departamento de lima tiene a la fecha antecedentes de construcciones viales con este tipo de material (concreto hidráulico), un ejemplo de ello es; la Vía expresa, Av. Pachacutec, Av. Ramiro prialé con las torres, Estación naranjal del metropolitano, entre otros. Sin embargo, en la mayoría de estos pavimentos se han empleado luces menores por la preocupación de no fisurarse, y cuando son de grandes luces se utiliza una maya que sirve como acero de temperatura y evitar este tipo de problemas; ante ello, no se toma en cuenta la utilización de la macrofibra sintética estructural (virgen y reciclada) ni mucho menos una fibra natural como es el yute para el reforzamiento de la resistencia residual del hormigón, que pueden tener propiedades muy beneficiosas tales como el acero convencional o incluso mejores que este.

Ante esta problemática, la presente investigación plantea evaluar la utilización de un aditivo procesado (macrofibra sintética estructural) y uno natural (fibra de yute), comparando la resistencia residual que pueden provocar en el concreto y determinando la diferencia porcentual de cada una en un concreto simple, con la finalidad de poder dar una nueva opción alternativa de un aditivo nuevo (macrofibra sintética estructural virgen), reciclado (macrofibra sintética estructural reciclado) y natural (fibra de yute) ante el concreto de un pavimento que tenga la función de complemento o estructural a un precio más económico.

Trabajos previos

Antecedentes Nacionales

A. Carranza, J. (2018), en su tesis **titulada** “Aplicación de fibras de acero para mejorar el comportamiento mecánico del concreto $f'c=210 \text{ kg/cm}^2$, en losas industriales en el distrito de Huarochirí-Lima”; donde obtuvo el título de Ingeniero civil, donde tuvo como **objetivo** de su investigación la determinación del efecto que produjo la aplicación de las fibras de acero ante la resistencia a la flexión. Así mismo, uno de los **resultados** más significativos que obtuvo fue el esfuerzo mediante del ensayo de flexión con viga prismática de 71.75 Kg/cm^2 . Finalmente, el autor **concluyó** que hubo un aumento de 35 kg/cm^2 ; es decir el 95%, en el esfuerzo a la flexión; a comparación del concreto patrón que obtuvo de valor de 36.8 kg/cm^2 , indicando que empleó una cantidad de 5.2% de fibras de acero, y que a mayor cantidad de fibra de acero utilizada mejor reaccionan las propiedades de la mezcla con respecto a su flexión.

B. Rojas, K. (2017) en su tesis **titulada** “Análisis del desempeño de la macrofibra sintética en la tenacidad del concreto”; donde obtuvo el título de Ingeniero civil, donde tuvo como **objetivo** principal incrementar la tenacidad de la mezcla en un concreto patrón (210 kg/cm^2) al incorporar diversas dosis de macrofibra sintética; tales como, 3.0, 5.0 y 7.0 Kg/m^3 . De la misma manera, en su investigación tuvo como **resultado** que la primera rotura con el concreto patrón fue de 0.030 Mpa, mientras que para la muestra con 3.0 Kg/m^3 fue de 0.038 Mpa; así mismo, para una dosis de 5.0 Kg/m^3 se obtuvo el valor de 0.038 Mpa, de la misma manera, para la dosis más alta de 7.0 Kg/m^3 consiguió su primera rotura a unos 41.14 Mpa. Finalmente, el autor **concluyó** que la carga máxima con fibra y sin esta no tuvo mucha variación con respecto a su tenacidad; sin embargo, luego de la carga post-pico producida en el concreto hay una reacción negativa; es decir una caída en esta, donde se puede percibir un incremento de dicha tenacidad por parte de la macrofibra sintética; de las mismas maneras el autor resaltó que mientras que la dosis de estos aditivos sea mayor las propiedades del concreto post-fisurada mejora.

C. Armas, C. (2016) elaboró en su tesis titulada “Efectos de la adición de fibra de polipropileno en las propiedades plásticas y mecánicas del concreto hidráulico”, para optar con el título de ingeniero civil, donde tuvo como **objetivo** de estudio determinar qué efectos causa la adición de las fibras de polipropileno de la marca Chema en las propiedades plásticas y mecánicas del concreto hidráulico en la región de Lambayeque. Por ello, tuvo como **resultado** que el Módulo de rotura (M_r) de un concreto de 280 kg/cm^2 sin dosis; es decir como una muestra patrón para la comparación de las fibras fue de 56 kg/cm^2 ; también, al incorporar una dosis de 200 gr/m^3 de fibra de polipropileno, consiguió un M_r de 59.3 kg/cm^2 incrementando en un 105.41%; así mismo, con 300 gr/m^3 de este aditivo fue de 61.32 kg/cm^2 que incrementó en un 109.50% con respecto del patrón; de la misma manera, con 400 gr/m^3 se obtuvo un M_r de 64.06 kg/cm^2 incrementando en un 114.40%. Finalmente, el autor **concluyó** que a una mayor cantidad de fibras de polipropileno incorporados en la mezcla de concreto se inhiben las fisuras generadas por contracción plástica.

D. Valero, J. (2015) en su tesis **titulada** "Influencia de las fibras de polipropileno en la fisuración asociadas a la retracción plástica en pavimentos de concreto, Huancayo 2014"; donde obtuvo el título de Ingeniero civil, donde tuvo como **objetivo** demostrar si existía una influencia al incorporar fibras de polipropileno en un pavimento de concreto para un

control de la fisura cuando se genera la retracción plástica. Así mismo, obtuvo como **resultado** un valor de 331kg/cm^3 para un concreto patrón sin fibra, mientras que para un concreto con 1.5 kg/m^3 de 50 mm y un tiempo de curado de igual proporción (28 días) consiguió 355 kg/cm^3 , dando a entender que aumentó en un 7.25% con respecto de la primera muestra. Finalmente, el investigador **concluyó** que al añadir este aditivo de polipropileno (0.4, 0.9 y 1.5 kg/m^3) en dicha mezcla hubo un pequeño incremento con respecto a la resistencia a la compresión que oscilaba entre el 1% al 10% en los periodos de curado de 7, 28 y 45 días respectivamente, en base al concreto patrón.

Antecedentes Internacionales

- E. Alexander, D. (2017), elaboró en su tesis **titulada** “Determinación de la resistencia residual promedio (análisis post- fisuración) del concreto reforzado con fibra sintética de PET+PP”, donde obtuvo el título de Ingeniero de pavimento, tuvo como **objetivo** principal determinar el esfuerzo residual que le proporciona la macrofibra sintética estructural en el concreto. Así mismo, empleó como **metodología** un enfoque experimental, ya que se determinó este tipo de resistencia al considerar diversas cantidades de fibras, siendo esta primera una variable que puede ser manipulada. Además, el presente autor obtuvo como **resultado** diversos valores de resistencia residual al añadir determinadas dosis de este tipo de polímero; tales como, 0.21 Mpa para un concreto sin fibras, 2.09 Mpa de ARS (resistencia residual promedio) con 2kg/m^3 de fibra, 3.45 Mpa de ARS para 3.0 kg/m^3 y 4.22 Mpa para 4.0 kg/m^3 de fibra. Finalmente, llegó a la **conclusión** que las fibras sintéticas no tendrían un buen uso estructural, sin embargo, otorga una mejora en el concreto contra los casos de micro fisuración, el cual son ocasionados por la temperatura, el fraguado, dilatación y contracción del mismo.
- F. López, J. (2015) elaboró en su tesis **titulada** “Análisis de las propiedades del concreto reforzado con fibras cortas de acero y macrofibras de polipropileno: influencia del tipo y consumo de fibra adicionado”, para optar con el título de magister en ingeniería civil; cuya **investigación** fue experimental, debido a que tuvo que manipular las variables para verificar si una de estas cambiaba conforme a lo que investigó el autor. Así mismo, tuvo como **objetivo** de estudio obtener una cantidad optima de proporciones de fibra de acero y fibras de polipropileno que se puedan verter en la mezcla de concreto y conocer las propiedades de cada una de estas fibras. Por ello, se tuvo como **resultado** que al añadirle 2.3 kg/m^3 de macrofibra sintética obtuvo una resistencia residual en FL/600 de 1.07 Mpa

y FL/150 de 0.87 Mpa como un promedio de las vigas realizadas; así mismo, con 4.6 kg/m³ consiguió en FL/600 de 2.27 Mpa y FL/150 de 2.33 Mpa que fue un promedio de todos; también, al incorporar una dosis de 7.0 kg/m³ en el concreto consiguió como FL/600 de 3.24 Mpa y FL/150 de 2.66 Mpa. Finalmente, el autor **concluyó** que la incorporación de las fibras de acero y la macrofibra sintética en el concreto contribuyen de forma favorable a la disminución de grietas, cuya aparición es por la contracción plástica; de la misma manera la macrofibra, a comparación del acero, tiene un mejor manejo del control de grietas.

G. Mendoza, J. et al. (2012) elaboró en su tesis **titulada** “Análisis del esfuerzo residual en concreto para pavimento rígido reforzado con fibras metálicas y sintéticas”, obtuvieron su título en Ingeniería de pavimentos, donde tuvieron como **Objetivo** del estudio demostrar la resistencia residual que la macrofibra sintética le puede otorgar a una mezcla de concreto que es empleada para pavimento rígido. Para ello, empleó una **metodología** cuyo enfoque fue experimental, puesto que, se utilizó diversas cantidades de macrofibra sintética para conocer la resistencia residual que puede tener el concreto. De la misma manera, uno de los **resultados** que consiguió en la presente investigación es la resistencia residual mediante el ensayo a flexión sin fibra (0.03 Mpa), con macrofibra sintética (0.48 Mpa) y fibra metálica (1.33 Mpa); incorporando 280 gr en la segunda prueba y 350 gr en la última. Finalmente, **concluyó** que un concreto reforzado con fibras tienen un mejor comportamiento a diferencia que uno sin reforzar; de la misma manera, las propiedades que este le proporciona a la mezcla endurecida ayudaría a evitar un mantenimiento rutinario de un pavimento de concreto.

H. Brown, J. (2012) elaboró en su tesis **titulada** “Macro synthetic fiber addition to concrete marine structures in freeze thaw environments”; cuyo significado es “Adición de fibra macrosintética a estructuras marinas de hormigón en ambientes de congelación y descongelación”, donde obtuvo el título de Master of Applied Science, donde tuvo como **Objetivo** principal comprender las propiedades que le otorga la fibra sintética a un concreto de alto rendimiento que está sometido a cloruros en un ambiente de temperaturas variables. Así mismo, obtuvo como **resultado** que al incorporar un 0.16% de fibras con respecto al volumen del concreto este tuvo como fuerza a la flexión promedio de 3.00 Mpa, seguido de una resistencia residual de 0.37 Mpa y una tenacidad de 0.49 Mpa, mucho más alta que al utilizar 0.2% de este compuesto en la misma mezcla, la cual resultó

con una baja en la segunda y tercera prueba (0.09 y 0.44 Mpa); sin embargo el investigador indicó que las propiedades del concreto mejoraron al incorporarse estos aditivos. Finalmente, el autor **concluyó** que la dosis de polipropileno hacia el concreto resalta sus beneficios siendo un buen compuesto a emplearse en futuras mezclas de forma concurrente con la finalidad de reducir o eliminar los agrietamientos causados por la contracción plástica en su vida útil.

- I. Marte, A. (2012) en su tesis **titulada** “Testing of Fibre Reinforced Concrete Structures: Shear Capacity of Beams with Openings”, cuyo significado es; “Pruebas de estructuras de hormigón reforzado con fibra: Capacidad de corte de vigas con aberturas”, en la cual obtuvo el título de Magister en la tecnología de la construcción, tuvo como **objetivo** comprobar si el reforzamiento convencional con el acero corrugado puede ser cambiado por fibras de acero. Para ello, la metodología que empleó el autor fue experimental, ya que en su tesis tiene más de una variable, donde una depende de la otra. Así mismo, uno de los **resultados** que se destacó fue la obtención de los resultados de la resistencia residual por parte de la viga con el aditivo incorporado; el cual fue de 3.4 N/mm^2 (3.4 Mpa). Finalmente **concluyó** que el valor conseguido de la resistencia residual fue más elevado que lo normal; puesto que estas son más pequeñas que la realizada en su investigación, así mismo, esta se distribuye de una mejor manera cuando es del tamaño estándar de prueba.

Teorías relacionadas al tema

Los temas y teorías expuestas en la presente investigación citando a otros autores, valida la información que se presentará en esta investigación; puesto que, no solo en el Perú y Latinoamérica se ha empleado este tipo de tecnología para la mejora de un concreto hidráulico; sino también en diversos países fuera del continente, lo que nos da a entender que no estamos tan alejados de este tipo de compuesto, como es la macrofibra sintética.

Por otro lado, se puede resaltar en el tema investigado, que la naturaleza también nos brinda fibras que pueden otorgar beneficios para un concreto; por ello, lo que se presentará a continuación es comparar cada una de estas en una mezcla de concreto y determinar la resistencia residual que estos pueden generar independientemente de su uso en un pavimento que contenga este material.

Fibras para el concreto hidráulico

Cuando incorporamos la palabra fibras en el léxico de la construcción, se refiere a un material que puede ser de diversos componentes, con una empleabilidad que a lo largo de los años ha ido evolucionando de una manera favorable y su uso está dividido en distintas áreas de la construcción.

Por ello, Sika (2011), indica que; en épocas pasadas las fibras han tenido un aporte histórico, un ejemplo de ello es el famoso adobe; que tuvo usos estructurales semejantes al concreto, teniendo estos elementos naturales fibrosos diversas utilidades, ya sea de relleno o aglomerante. Por otro lado, este tipo de complemento para el concreto fue modificándose, tal cual se vio en el año 1910 cuando experimentaban con clavos, secciones de cables y ganchos, consiguiendo una discontinuidad de este. Finalmente, otra de las funciones que cumplió fueron como los prefabricados de asbesto-cemento; puesto que, brindaba la resistencia a la tensión; sin embargo, por temas de salud ya no se ha considerado su uso, innovando con otros componentes menos dañinos para el ser humano (p. 06).

Dado lo expuesto por Sika se entiende que las fibras pueden alterar de forma favorable la capacidad de una mezcla, ya sea una natural como una distinta de esta. Por ello, en la presente investigación se mencionará los tipos de fibras más empleados, tanto natural como fabricado, esto proporcionará una visión más contundente de cada una de estas; de la misma manera conceptualizará sus propiedades y definirá el porqué de su uso en la investigación.

Macrofibra sintética

La macrofibra es un derivado de las fibras; ya que, esta última tiene una clasificación tanto dependiendo del material, como la funcionalidad, geometría y su dosificación, estando la macrofibra en esta anteriormente mencionada. Al respecto Cemex menciona que esta tiene una dimensión grande y gruesa, esto sirve mucho en la mezcla de un concreto, ya que puede ser empleada para resistir los esfuerzos generados luego del agrietamiento; es decir, brindar una resistencia equivalente que sirva de apoyo al refuerzo convencional hechos por barras de acero (2015, p.01).

Dicho esto, se puede destacar la capacidad que tiene este sintético para otorgar al concreto una mayor resistencia post fisurada; por ello, en la presente tesis se buscará este factor (resistencia residual) en los ensayos que se efectuaran con la finalidad de conocer la interacción que puede tener un material nuevo (virgen) con otro reutilizado (reciclado), con respecto a las macrofibras.

Así mismo, Sika (2014) resalta que la proporción empleada de la macrofibra sintética generalmente es aplicada entre los 0.2% y 0.8% con respecto al volumen del concreto. También, el uso más frecuente es por la metálica y la anteriormente mencionada, cuyos diámetros van desde los 0.05 mm y 2.00 mm, y tienen un rango de aspecto (L/D) de 20 a 100 (p. 09).

Por ello, se puede destacar que las cantidades proporcionales de este sintético varían en relación al fabricante. Puesto que, en la presente investigación se hará referencia de las macrofibras fabricadas por la empresa peruana Polystard, cuya dosis van de 2.0 Kg/m³ a 10.0 Kg/m³ de mezcla en el concreto indicadas en el **Anexo 03**. Sin embargo, las proporción que se utilizará en la presente investigación será de 8.0 Kg/m³ con la finalidad de ver la interacción de la dosis de este monofilamente con respecto a las cantidades más elevadas.

Tabla 1. *Características de la macrofibra sintética de la empresa Polystard*

Características	Propiedades Del Material
Material Base	Olefina Modificada
Longitud	60 mm
Diámetro Equivalente	0.88 mm
Densidad Relativa	0.90 - 0.92
Tensión A La Rotura	500 Mpa

Punto De Fusión	150 ° C – 170 ° C
Absorción De Agua	0 %
Conductividad Eléctrica	Nula
Resistencia Química	Alta
Fibras Por Kg.	> 32,500

Fuente: (Polystard, 2017, p. 01).

En la **Tabla 1**, se puede apreciar las características de la macrofibra sintética virgen, en donde se puede apreciar que el componente principal que este lleva es la **Olefina modificada**. Al respecto Katajisto, Linnolahti y Pakkanen (2005) mencionan que:

El derivado inicial de la Olefina modificada son los Copolímero de ciclo-olefina (COC); también, este compuesto es termoplásticos amorfos o también llamados semicristalinos, cuya elaboración proviene de la copolimerización de monómeros de ciclo-olefina y olefina. Por otro lado, inicialmente el monómero cíclico es norborneno o un derivado de norborneno, mientras que la olefina es etileno o propileno. Además, el componente de COC contiene características y propiedades como; claridad óptica, resistencia dieléctrica, barrera contra la humedad, resistencia a altas temperaturas y buenas propiedades mecánicas (p. 281).

Por otro lado, otros autores resaltan que; el Copolímero olefina cíclica (COC) es un componente nuevo de poliolefina, cuyas propiedades son mejores; puesto que tiene mayor transición de temperatura, propiedades de barrera y propiedades de alto impacto. Además, Los grupos rígidos que lo componen como los norbornenos, hacen que la estructura de copolímero aumente su rendimiento a la tracción (Seyed, Hossein, Mohammad y Mohammad, 2016, p. 223).

Finalmente, algo resaltante es la capacidad de poder soportar altas temperaturas, al respecto de esto, algunos autores indican que cuando un concreto es expuesto a una temperatura se puede visualizar fisuras y desprendimiento, perdiendo sus propiedades. Sin embargo, estudios indican que la fibra de polipropileno puede reducir los agrietamientos, rupturas y mejorar la resistencia residual del concreto a temperaturas elevadas (Mohammadossein, Lim, Sam y Samadi, 2018, p.1674).

Dicho esto, se puede indicar que las características de este tipo de fibra que posee la empresa polystard (macrofibra sintética estructural virgen), tiene una alta resistencia a comparación de otras, puesto que los componentes que esta lleva le brindan una mayor

resistencia a la tracción, resistencia a altas temperaturas y el color cristalino que lo caracteriza.

Macrofibra sintética estructural virgen

Una macrofibra sintética virgen contiene propiedades más beneficiosas en el concreto; puesto que este al no ser de un material reciclado guarda todas las capacidades de un material nuevo (virgen); por ende, este tiene menos probabilidad de fallar cuando ya está vertido en el concreto; así mismo, por la contaminación que puede tener un material reutilizado, ya sea sacado de las industrias u otros lugares como chatarrerías, desechos marinos, entre otros.

Por ello, este tipo de aditivo tiene más confiabilidad en sus propiedades, al respecto Toxement (2016), menciona que las macrofibras sintéticas tienen compuestos mezclados de polipropileno, que se les caracteriza por ser monofilamentos, los cuales tienden a hacer autofibrilación mientras se encuentran incorporados en la mezcla de concreto, tiendo en muchos casos un comportamiento favorable y comparable al de una malla electro soldada o al de las fibras metálicas. Este tipo de material es utilizado en el concreto lanzado, pavimentos, pisos industriales, entre otras. De la misma manera, su función es minimizar las fisuras causadas por la retracción plástica, disminuir la segregación y exudación, otorgar una optimización en el espesor del concreto lanzado en comparación con las fibras metálicas y evitar el rebote del concreto lanzado tal cual se da con las fibras metálicas (p. 01).

Dicho esto, se puede tener en cuenta que estos monofilamentos estructurales a base de sintéticos contienen propiedades muy considerables para el concreto, e incluso según el autor comparando a las fibras metálicas, lo cual es muy favorable. Sin embargo, no se puede conocer si estas mismas capacidades que posee un material nuevo las pueda tener uno con materiales reciclados y de la misma manera un natural. Por ello, en la presente investigación se podrá conocer la capacidad de las macrofibras y fibras en su resistencia residual post-fisurado, que permitirá saber el pro y contras de cada uno de estos.

Macrofibra sintética estructural reciclada

A diferencia de un polímero virgen, la macrofibra sintética estructural reciclada utiliza el polipropileno de componentes que anteriormente han sido desechados y recolectados por las industrias para su nueva implementación en el mercado.

Al respecto, Shi (2017) menciona que; el polipropileno (PP) es uno de los componentes más utilizados a nivel mundial, esta tiene diversas aplicaciones; tales como tubos de pvc, juguetes, contenedores, repuestos de automóviles, artefactos eléctricos, entre otros. Estudios que se hicieron en Australia en el año 2013 indicaron que hubo un consumo de 0.23 millones de dicho compuesto, además solo tuvo un 24% de la tasa de reciclaje. Por otro lado, la recolección que se hace para este material es considerado en Australia como el reciclaje mecánico, la cual incluye la búsqueda de escamas de plástico y pellets, seguido de su fundición y el nuevo procesamiento empleando técnicas como; moldeo de resina, por extrusión, inyección, soplado, vacío, inflado entre otras.

Pero, en algunos casos estos procesos llevan a situaciones desfavorables, limitando su aplicación y demanda en el mercado; uno de estos es la degradación de residuos plásticos, cuando se es sometido a elevadas gradientes de calor o ruptura (cizallamiento) en su procesamiento; otro de estos factores es la heterogeneidad que experimentan los polímeros al no tener una igualdad en su estructura química, esto se debe a los contaminantes que pueden tener como; retazos de papel y adhesivos, minimizando sus aplicaciones. Sin embargo, uno de las formas más favorables para el reciclado, y que se ha ido aplicando con beneficios contundentes es el reciclado mecánico de residuos plásticos industriales; puesto que, permite una mejor segregación del material, reduce las impurezas del mismo y se pueden conseguir en grandes cantidades en la industria. Además, una de las formas para incrementar los beneficios que posee el polipropileno en el concreto reforzado es combinarlos con un componente virgen, mejorando su resistencia a la tracción, para el concreto reforzado con una mezcla bien dosificada (pp. 09-11).

Dicho esto, se puede resaltar que la macrofibra sintética estructural, al ser un material que ha sido procesado en su fabricación puede tener una reducción en su utilidad a diferencia de una de componentes vírgenes; es decir no reciclados. Además, se pudo indicar que este puede tender a fallar debido a los agentes externos contaminantes que poseen cuando son reclutados por las fábricas. Entonces, influye de manera directa la procedencia de los mismos antes de ser fabricado. Por ello, en la presente investigación se podrá determinar si el material final reutilizado pudo conseguir los mismos rendimientos que el virgen o pasa lo contrario; puesto que, la empresa que los elabora (POLYSTARD) también contienen estos elementos e sus dos versiones (virgen y reciclada), las cuales son hechas en Lima-Perú.

Fibra natural

La fibra natural ha sido empleada desde la antigüedad, tanto para los tejidos como para la construcción; el uso que le daban los ancestros era por su capacidad de cumplir dichas características, como; la de absorber la humedad, resistencia a la tensión (sogas), entre otras.

Al respecto Vidal y Hormasabal (2006), indican que la característica que tiene una fibra vegetal es la flexibilidad, resistencia y el poco peso que estas tienen; así como, la cualidad de biodegradarse, ser renovable y la fácil manipulación que se le puede dar sin correr algún tipo de riesgo. Por lo tanto, es mucho más económica que la fibra sintética, además pueden favorecer a las comunidades en donde se realiza la cosecha de los mismos. Además, este tipo de fibra natural favorece al sector construcción, ya que reemplaza los elementos dañinos para el ambiente, puesto que se pueden reutilizar y degradar (p. 21).

Por otro lado, Lv (2019) resalta que; en estos tiempos el cuidado ambiental ha hecho que la ingeniería opte por fibras naturales para la construcción, tales como; las fibras del lino, bambú, abacá, sisal, coco y algodón, son las que se andan estudiando debido a su bajo costo y las propiedades sostenibles y mecánicas que poseen (p. 1).

Por ello, la fibra que se empleará para esta investigación será una fibra natural, puesto que su procedencia en el mercado es muy económica, así como fácil de conseguir en diversas ferreterías; esta es la fibra de yute. Al ser un material natural, cumple con las características indicadas para su aplicación y comparación ante un monofilamento sintético, además de las propiedades físicas y químicas que se pueden apreciar en las **Tablas 2 y 3**.

Fibra de yute

El cultivo de yute se tiene que dar con cuidados muy detenidos y bajo ciertas características; puesto que esto suele cultivarse en las zonas donde tienen climas húmedos y suaves de entre 60 a 80% para un adecuado crecimiento, también, con grados que oscilan desde los 20°C hasta los 40°C de temperatura; por ello, es recomendable que los lugares en donde este crezca tenga una precipitación de 70 mm semanal. Por otro lado, sus fibras tienden a ser largas y muy resistentes, con características luminosas similares a la seda; así mismo la aplicación de la fibra de yute tiene diversas empleabilidades; tales como, sacos de yute, cortinas, asientos, costales, entre otros; también, tienen una buena capacidad ante la corrosión cuando son puestas en recipientes para el sembrado de plantas. Finalmente, es usada para la reforestación en los suelos, regenerar el manto vegetal y estabilización del

terraplén en las obras de construcción como sustitutorio de las mallas electro soldadas (Miranda, 2016, p. 38).

Por otro lado, la fibra de yute y otras más como el algodón, cáñamo y lino, contienen elementos que le dan cada una de sus características. Al respecto Velásquez, Peláez y Giraldo (2016), mencionan que una de ellas es la celulosa; el cual es uno de los más importantes a nivel de componente estructural en todas las fibras naturales que se presenta en las microfibrillas cristalinas, esta hace que soporte la hidrólisis y combatir a los agentes oxidantes. Así mismo, esta contiene a la hemicelulosa quien es la que permite el enlace de cada una de las células de la fibra; también otro componente considerado como polímero es la lignina, cuya función es otorgar rigidez a la pared celular, permitiendo que estos elementos tengan buena resistencia ante algún impacto y también ante la flexión; así mismo los microorganismos son combatidos por la lignificación que hay en los tejidos; finalmente, la pectina es otro compuesto de estas fibras, el cual le otorga flexibilidad a estas, puesto que tienen una gran cantidad de estructuras ramificadas; además cada uno de los compuestos hace que la fibra de yute tenga una resistencia a la tracción que va desde los 400 a 800 N/mm² (p. 79).

Tabla 2. *Propiedades mecánicas de las fibras naturales*

Fibra vegetal	Resistencia a la tensión [MPa]	Modulo de Young [GPa]
Yute	393 - 773	13 - 26.5
Algodón	287 - 800	5.5 - 12.6
Lino	450 - 1100	27.6

Fuente: Suarez, Restrepo y Quinchía, 2017

Por otro lado, se puede indicar en el **Tabla 2** las propiedades mecánicas que poseen algunas de estas fibras, incluyendo la del yute, cuya resistencia oscila entre los 393 y 733 MPa, y con una diferencia no tan alejada con respecto al anterior autor. Esto quiere decir que tiene buena capacidad de soportar tensiones, así como el algodón y el lino, pero a diferencia del primero, el módulo de Young es menor, mientras que con el segundo posee propiedades muy favorables a la del yute; sin embargo, en la presente investigación se empleará la fibra de yute, ya que, es más accesible conseguirlo en distintas ferreterías del departamento de lima.

Así mismo, según lo anteriormente mencionado se puede deducir que la resistencia que tiene el yute y otro tipo de fibras naturales depende de la cantidad de celulosa, hemicelulosa, lignina y pectina que posee, permitiendo darle ciertas características que son favorables para las diversas funciones que se mencionaron anteriormente en la presente investigación.

Tabla 3. *Composición química de las fibras naturales*

Fibras	Celulosa (%p/p)	Hemicelulosa (%p/p)	Lignina (%wt)	Pectina (%p/p)
Yute	72	13	13	2.5
Algodón	85 - 90	5.7	--	2
Cáñamo	69 - 70	20 - 22	5.5 - 5.7	5.8
Lino	81	16.7 - 20.6	3	--

Fuente: Velásquez, Peláez y Giraldo, 2016

En el **Tabla 3** se puede visualizar los componentes de cada una de las fibras con el porcentaje estimado de cada uno de estos, siendo el yute una de las fibras con 72% de celulosa, hemicelulosa de 13%, lignina de 13% y pectina en 2.5%; por otro lado, se puede destacar que el algodón tiene una mayor cantidad de celulosa, lo cual le permitiría un mejor control del proceso de hidrólisis y una gran cantidad en la estructura de microfibrillas; sin embargo esta estaría por debajo del yute con respecto a su resistencia, ya que no contiene lignina, cuya función es brindar mayor rigidez a estas células.

También, se puede destacar al cáñamo, quien tiene mayor cantidad de pectina, que en teoría tendría una mayor flexibilidad a diferencia del yute, pero una menor resistencia en comparación de este; finalmente, se puede mencionar que el lino está por encima de esta fibra con respecto de su celulosa y hemicelulosa, pero se puede resaltar que la fibra de yute posee una mayor capacidad con el compuesto de lignina y la pectina; esto quiere decir que cuenta con la característica de ser más resistente y flexible que el lino.

Por ello, en la presente investigación la fibra que se empleará para los respectivos ensayos a flexión en el concreto hidráulico y determinación de la resistencia residual que se puede producir, es el yute; ya que posee características que lo convierte en un complemento perfecto para poder comparar su capacidad con respecto al de una fibra sintética (monofilamento sintético), agregando una dosis de este aditivo (8 kg/m^3), así como ejecutar

los respectivos ensayos a diversos periodos de fraguado (14, 21 y 28 días) de las vigas prismáticas.

Otro punto importante que se tiene que tener en cuenta es que estos productos naturales tienden a degradarse, debido a su misma naturaleza, este proceso según Leyva (2014) es porque el cemento portland tiene una alta alcalinidad cuya inmersión en las fibras de un compuesto natural produce una dispersión de las fases de hemicelulosa y lignina, produciendo un decaimiento de su estructura (p. 11).

Ante ello, se tiene que realizar un previo tratamiento; por ello Quintero y Gonzales (2006) mencionan que para una cantidad de fibras naturales que se vierten en la mezcla de concreto se tiene que hacer un tratamiento; sumergiendo este componente en agua disuelta con cal (para 1 litro, 10 gramos de cal) durante 48 horas, y luego de finalizado el proceso se procede a enjuagarlo con agua. Esto ayuda limpiar las impurezas del material cuando se manipulan, así como, prevenir el ataque de hongos, también evita su degradación impuesto por el ataque de la alta alcalinidad que produce en la mezcla de concreto; además, mejora la adherencia puesto que le otorga más aspereza; finalmente, una fibra natural que tenga 5 cm de largo es más óptimo que una de 2 cm (p. 139).

Dicho esto, se tiene que resaltar que la fibra de yute que se empleará en el desarrollo del proyecto de investigación será tratada tal cual indica que autor, puesto que este puede contener impurezas que no favorecerían a la evaluación de la resistencia residual que le puede otorgar al concreto, además, que contribuiría a tener una mayor duración en la mezcla.

Resistencia residual

Las propiedades de un concreto reforzado con fibras incrementan a medida que se aumenta las proporciones de estas, adicionalmente a ello, este tipo de complemento hace que tenga una buena resistencia a la cortante y tensión después de haberse fisurado; a este tipo de efecto se le conoce como resistencia residual, ya que permite la reducción de las grietas que puede aparecer en el concreto cuando una fuerza externa genera una cortante, permitiendo que dicha fuerza de tracción sea paralizada por las diversas uniones de las fibras, absorbiendo estos impulsos; es decir generando nuevamente un crecimiento de la carga hacia el concreto reforzado con fibras.

Además, dicha carga dependerá del tamaño de la fisura, por ello a mayor sea la fisura que se genere por la carga, más tenderá a trabajar la fibra (resistencia residual de la fibra),

de la misma manera, este proceso no solo dependerá de la cantidad de fibras que tenga el concreto, sino también de cuan anclado se encuentren. Sin embargo, cuando esta no se complementa con algún tipo de aditivo la resistencia residual de la mezcla del concreto hace que el agregado actúe en una mínima parte como receptores de los esfuerzos verticales (Carrillo, Aperador y Gonzáles, 2013, p. 04).

Por ello, se puede resaltar que la resistencia residual es aquella que actúa cuando el material ya ha fallado; es decir que existe un leve incremento de la carga porque las fibras empiezan a trabajar una por una, tratando de evitar la separación del concreto y por ende generando un esfuerzo de tracción hacia estas.

Al respecto Akshay, Hwee y Li, indican que la norma ASTM es la indicada para poder determinar la resistencia residual que tiene un concreto reforzado con fibra, esto se logra por medio de una viga, realizando mediciones de esfuerzo frente al desplazamiento que esta va teniendo al formarse una grieta. Así mismo, estudios indican que el rendimiento a flexión de la viga aumenta; ya sea con fibra metálica o sintética, y a medida que se le va incorporando una dosis mayor de algún tipo de fibra esta seguirá en crecida (2018, p.352).

Dicho esto, se puede resaltar que una cantidad mayor de fibra en el concreto puede hacer que esta tenga una mejor capacidad de soportar la flexión y si es el caso de tener más resistencia post fisurada. Pero este tipo de resistencia se puede aclarar de una manera mucho más didáctica.

Un ejemplo que se puede mencionar a manera de entendimiento es con una liga; si tomamos los dos extremos de esta con ambas manos y no ejercemos ningún esfuerzo, el material sigue en reposo y no ocasiona tracción; pero, si empezamos a separar las manos sin soltar la liga, se podrá experimentar una fuerza que evita que se sigan separando ambas manos. Este mismo proceso ocurre con las fibras, ya sea un monofilamento sintético o una fibra natural; en el caso de los sintéticos tal como se indicó anteriormente tienen la propiedad de ser un poco más flexible, esto le permite absorber la energía ejercida al concreto; mientras que el yute (fibra natural) posee compuestos como la celulosa, hemicelulosa lignina y pectina haciéndolo una material resistente que absorbe la carga en pequeñas partes pero también las disipa, puesto que no es tan flexible como el sintético, convirtiéndolo en un material resistente.

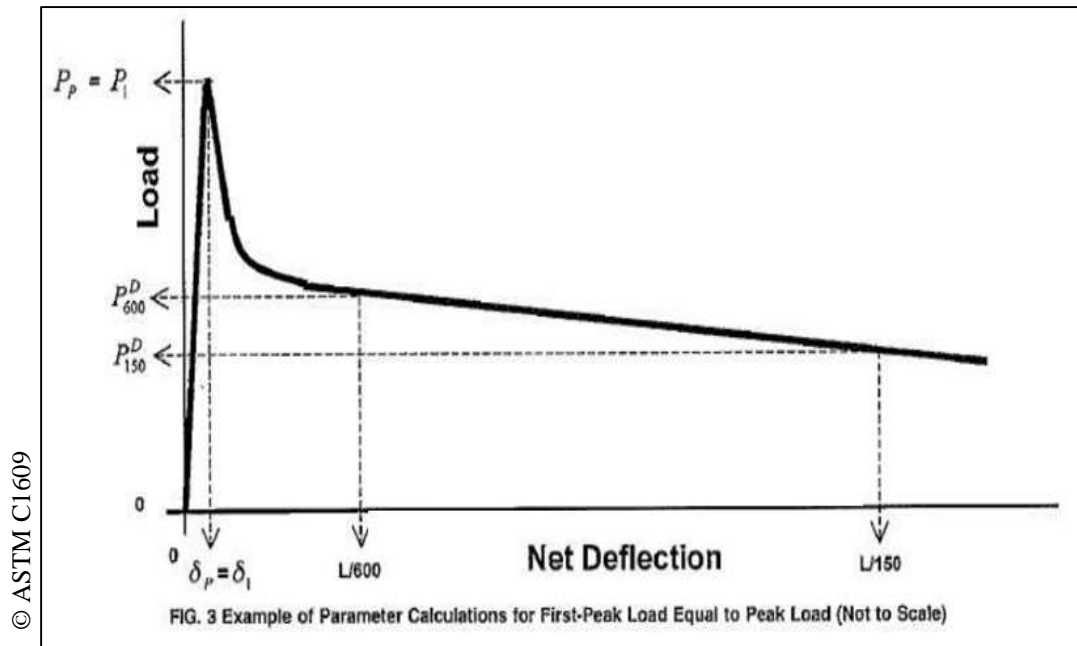


Figura 1. Resistencia residual promedio en un concreto reforzado con fibra

Donde el cálculo es:

$$F_1 = PL/bd^2 \quad \text{Fórmula N° 1}$$

$$F_2 = 3Pa/bd^2 \quad \text{Fórmula N° 2}$$

Donde:

F1: Resistencia dentro de los tercios (Mpa)

F2: Resistencia fuera de los tercios (Mpa)

a: distancia promedio del apoyo a la línea de la falla (mm).

δ: Deflexión en la carga máxima de la viga

PL/600: deflexión a los 0.75 mm de la viga .

PL/150: deflexión a los 3.00 mm de la viga .

d: profundidad media de la viga (mm).

b: ancho promedio de la viga (mm).

En la **Figura 1** se puede observar una cresta, esto representa la máxima resistencia que tuvo el concreto antes que falle; puesto que luego se puede apreciar una caída de la curva y una desviación, esto denota que ya empezó a trabajar las fibras, ocurriendo un aumento en

la carga, es decir una crecida en la curva; tal cual se visualiza en la segunda gráfica. Así mismo, se nota que después de la falla, la deflexión aumenta, y mientras la resistencia residual llega a un punto estándar para su trabajabilidad con el concreto empieza a decaer, esto se puede apreciar en la norma ASTM C1609 que señala, que las deflexiones que se tiene que tomar para poder medir la resistencia residual promedio en el concreto por acción de las fibras son de a los PL/600 y PL/150 (0.75 y 3.00 milímetros). De la misma manera, este tiene que pasar una serie de pruebas como la proporción de la mezcla, el tipo de la fibra a emplear, así como su cantidad; de la misma manera previo al ensayo se recolectará la información y detalles de la viga como:

- Su etiqueta por viga.
- El tipo de viga (moldeada o aserrada).
- Ancho medio de la viga redondeado a 1.0 mm y cercano a 0.5 mm.
- Profundidad media de la viga
- Edad de la viga al momento de la prueba (luego de haberse preparado).
- Historial del curado.
- Características de la viga (anomalías o defectos).
- Cargas obtenidas cada 0.75 y 3.00 mm.
- Resistencia residual (Mpa o N/mm^2)

Ensayo de resistencia a la flexión

Cuando se menciona la resistencia a la flexión en un objeto, quiere decir que es la capacidad de poder soportar esfuerzos cuando el cuerpo se encuentra de forma horizontal. Al respecto Turmo, Banthia, Gettu y Barragán (2008), mencionan que la flexión en una viga reforzada con fibra de concreto (FRC) tiene la capacidad de poder aumentar cuando es sometida posee dichas cantidades de aditivo, haciendo que el alma de esta tenga una adherencia y engrane bien sostenidas, permitiendo que este se incremente. Así mismo, cuando este tiende a fallar la rotura de la misma baja; esto también depende de la cantidad de áridos que pueda poseer la viga FRC. Por otro lado, se tiene que tener en cuenta que la flexión que se le hace a tipo de ensayos permite la tracción de cada uno de estos elementos, haciendo que cada una de las fibras se someta a una fuerza de tracción cuando se produce la

fisura; la fuerza cortante que se ejerce tiene la capacidad de poder arrancar las fibras de la matriz del concreto a medida que la rotura aumente (p. 06).

Por ende, la presente investigación se ejecutará este tipo de ensayo para determinar la trabajabilidad; es decir la resistencia que puede tener en concreto ante un estímulo como la una fuerza cortante, permitiendo poder medir las deformaciones que será puesta por las cargas y estimando la resistencia residual de las mismas (fibras para el concreto hidráulico).

Por ende, se tiene que tener en cuenta que este tipo de ensayo se puede emplear cuando se piensa evaluar una pavimentación de concreto hidráulico; de esta manera se determina las propiedades de flexo tracción de la misma; por otro lado, cuando se incorporan fibras en diversas proporciones se puede conocer la resistencia de estos componentes, generando una estimación en el diseño del pavimento ante un tránsito pesado, medio o liviano (Ospina, López, Carrillo y Díaz, 2016, p. 15).

Al respecto, se puede indicar que las diversas fibras que se usarán en esta investigación cumplirán un papel importante en la evaluación de la resistencia residual que poseen cada una de estas, las cuales se proyectan hacia un concreto hidráulico que se pueda usar en un pavimento; es decir, que le brinde una mayor consistencia a la mezcla, así como resistencia post-fisurado.

Además, se tendrá como referencia a la norma técnica peruana NTP 339.078 “**Método de ensayo para determinar la resistencia a la flexión del concreto en vigas simplemente apoyadas con cargas a los tercios del tramo**”, que servirá para la ejecución de las roturas de las vigas prismáticas; también su derivado hecho por la MTC E 709 y la norma original que es la ASTM C78 para el ensayo de flexión y la dimensión de la viga prismática; así como la ASTM C1609 que permitirá emplear formulas estimadas por esta norma para el cálculo de la resistencia residual; es decir, permitirá estimar este esfuerzo mediante las deformaciones indicadas anteriormente, para el promedio de cada uno de estos al utilizar las proporciones indicadas de las los tres tipos de fibras mencionadas en la investigación.

Resistencia a la flexión de concreto en vigas simplemente apoyadas con carga a los tercios del tramo

En el ensayo de viga cargada a los tercios de su tramo se tendrá que dimensionar una viga con una medida de 50 x 15 x 15 cm según indica la NTP 339.078, que para sacar la medida promedio del largo, ancho y largo de la viga se tiene que tomar tres dimensiones,

dos de estas es a los extremos del tramo y una al centro de la misma (2012, p. 06). Así mismo, la MTC E 709 donde menciona que el ensayo de flexión debe tener una separación de tres en tramos igualitarios de distancia, así mismo el largo de esta viga no tiene que ser mayor a 64 mm (2016, p. 823). Además, en la ASTM C78 se menciona que los datos que se indican en el presente ensayo tiene como utilidad verificar el cumplimiento del diseño del concreto empleado para la construcción de losas o pavimentos (2013, p. 01).

Dicho esto en la presente investigación se elaborará una viga con las dimensiones mencionadas anteriormente, esto se puede visualizar en la **Figura 2**, donde la altura de la proveta prismática es de los $L/3$ de L (longitud de toda la viga); así mismo, la cabeza de la máquina empujará la carga (P), que será repartida de manera igualitaria para cada una de las cabezas de la máquina, donde las piezas de apoyo soportarán el peso del testigo que está por debajo de la una estructura rígida que no emite carga alguna.

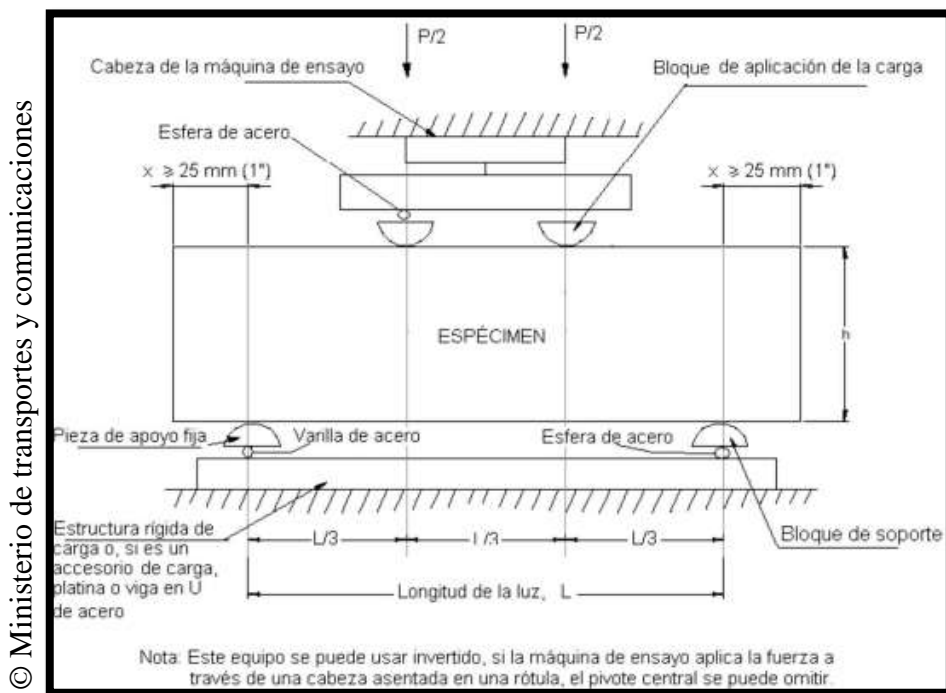


Figura 2. Ensayo a flexión en viga con carga aplicada a los tercios del tramo.

Pavimento de concreto hidráulico

Se conoce hasta la actualidad diversos tipos de pavimento, tales como; del tipo flexible, cuya procedencia es de asfalto, también el semirrígido, que está compuesto de bloques de concreto, conocidos como adoquines; así mismo, el pavimento de concreto hidráulico o también conocido como pavimento rígido, cuya composición es a base de los

agregados conocidos como arena gruesa y piedra chancada y componentes como cemento portland y agua.

Cada uno de estos elementos mezclados con la proporción correcta nos da como resultado final una mezcla homogénea cuya resistencia es capaz de soportar grandes cantidades de peso; es decir, poder aguantar las cargas y distribuirlas de manera uniforme hacia sus demás capas (sub-base y base).

Al respecto la Universidad Mayor de San Simón indica; que un pavimento de concreto es aquel que tiene como elemento principal al cemento portland, cuya mezcla le brinda una alta resistencia a la flexión y le otorga la capacidad de disipar las tensiones ejercidas en esta por acción de los vehículos. Sin embargo, esta se tiende a fisurar por fatiga debido a la aparición de dicha tensión en conjunto con la deformación cuando se le somete a una constante repetitiva de cargas (2004, p.11).

Según indica el autor cuando el concreto hidráulico de un pavimento se sometido repetidas veces a una carga esta se fisura por la fatiga generada por esta acción, lo cual luego de haberse fisurado ya va perdiendo lentamente las mismas capacidades que esta solía tener. Por ello, en la presente investigación se tomará en cuenta el concreto hidráulico que se utiliza en un pavimento para someterlo a una carga (flexión), generando esta fisura y demostrar la resistencia residual que las macrofibras sintéticas (virgen y recicladas) y la fibra de yute, para saber si puede brindarle esta capacidad luego de dicha anomalía.

Tipos de pavimento de concreto hidráulico

Actualmente existen diferentes tipos de pavimentos de concreto, cada uno de estos diseños depende mucho para el tipo de vía que se puede ejecutar o también para la cantidad de carga que se puede diseñar. Esto es determinado por el diseñador, luego de haberse ejecutado estudios previos a su diseño y determinación de los mismos; sin embargo, se sabe que existen ciertos factores que pueden hacer que este tipo de pavimento tienda a fallar.

Al respecto Cheng y Shi (2019) indican que; el recubrimiento de concreto que este posee es dañado por la afluencia de neumáticos que pasas a diario; así como el frenado constante de estos, permitiendo que a la larga la superficie pierda su rugosidad y aumente las grietas; asiendo a estas mucho más grande y haya penetración del agua, haciendo que la destrucción del pavimento sea mucha más rápida (p. 2).

Dicho esto, se puede tener en cuenta que para poder manejar este tipo de perances se puede incorporar algún tipo de aditivo que permita un aumento en la capacidad de resistir cargas, así como una disminución de fisuras en el concreto. Pero ante ello se tiene muchas posibilidades, una de estas es la macrofibra sintéticas estructural, cuya variación es de dos tipos (virgen y reciclada), las cuales comparándolas se puede tener una aproximación de cuál de estas es la más correcta para su empleabilidad.

Así mismo, se tiene conocimiento de fibras naturales, una de estas es la fibra de yute, conocida por su resistencia; la cual también propiedades considerables en el concreto, esta fibra, así como las anteriores mencionadas serán evaluadas en la presente investigación, con la finalidad de conocer su resistencia residual de la misma.

Por otro lado, se mencionarán algunos tipos de pavimento existentes que también son reforzados y diseñados según las especificaciones requeridas, con la finalidad de evitar las fallas anteriormente indicadas.

- A. Pavimento de concreto con juntas;** esta tipología emplea juntas transversales que se contraen evitando el agrietamiento generado por la misma naturaleza del concretos, inducido por las variaciones de temperatura; por lo general este tipo de pavimento tienen una separación de 3.5 y 6.0 metros (Becerra, 2012, p. 35).

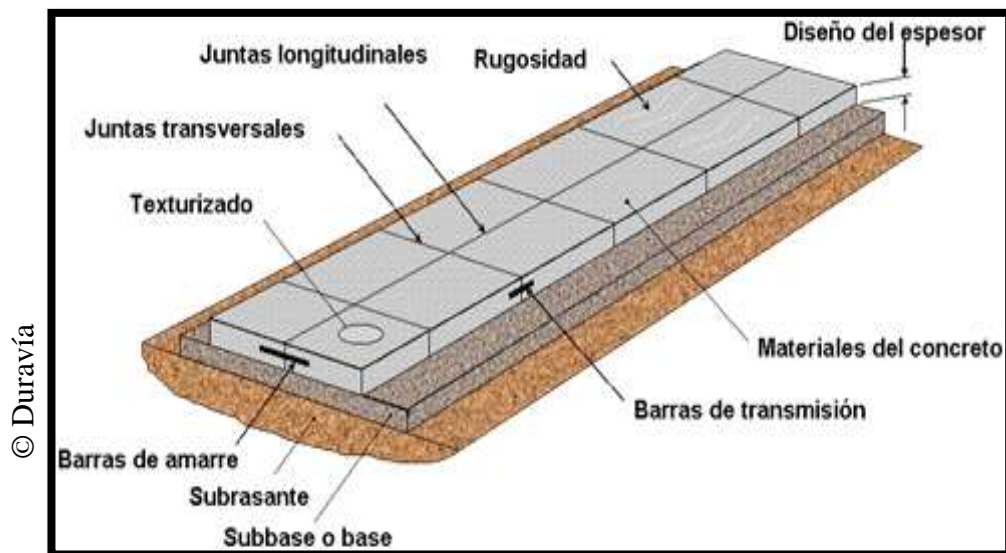


Figura 3. Pavimento de concreto simple con juntas longitudinales y transversales

- B. Pavimento de concreto armado;** según Becerra menciona que, este tipo de pavimento contiene mallas de acero que le permiten tener una gran luz entre las

juntas que oscila entre los 7.5 y 9.0 metros. Así mismo, su tipología hace que controlen los agrietamientos que se pueda generar al ser más amplia (2012, p. 36).

Sin embargo, esto puede llevar a algún tipo de alteración; al respecto Jo y Do (2018) indican que uno de los problemas que afecta la vida útil del concreto armado es la corrosión expuesto a condiciones severas (p. 2130).

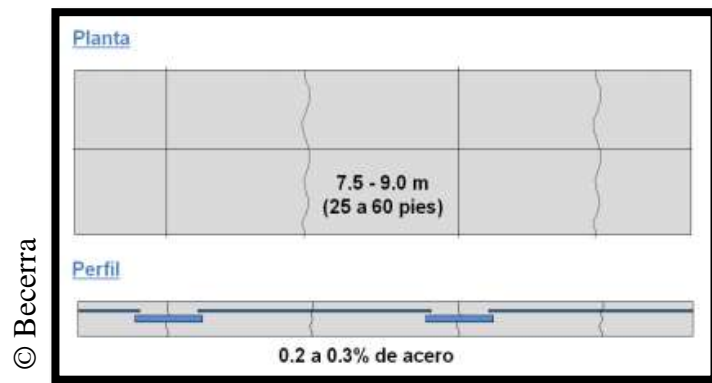


Figura 4. Pavimento de concreto armado con juntas y barras transversales

C. **Pavimento de concreto con losas cortas;** según Becerra (2012) indica que, es empleado en zonas donde altura, cuya temperatura y humedad son elevadas; por ello, esta es empleada con dimensiones menores que por lo general es de 1.80 por 1.80 metros. El objetivo de este tamaño es reducir las fisuras que se puede generar por climas extremos y optimizar los espesores; es decir, reducirlos por acción de la compresión, minimizando el esfuerzo a flexión (p. 37).

En la **Figura 5** se puede apreciar que existe un mayor esfuerzo en el lado izquierdo; sin embargo, al reducir las dimensiones de la losa, en el lado derecho se puede visualizar que el esfuerzo es menor, generando que exista una mejor distribución de las mismas.

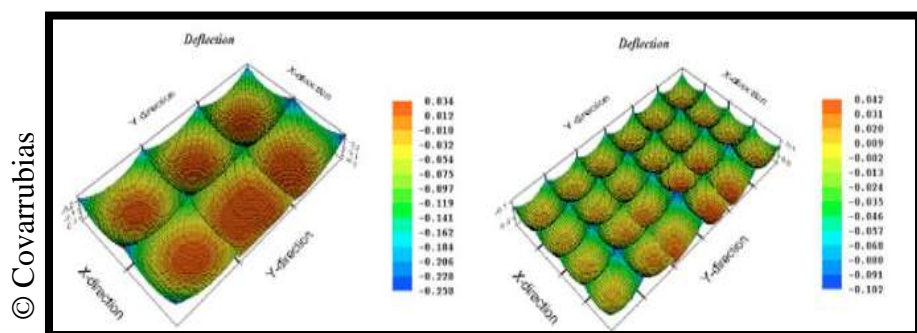


Figura 5. Esfuerzo comparado de un pavimento con luz de 3.5m y una luz de 2.0 m

Dicho esto, también se puede mencionar que cada uno de estos tipos de pavimento tienen un periodo de vida. Por ello, existe una etapa de vida útil prevista y la vida estructural para cada uno de estas tipologías; siendo la primera empleada para el diseño, sin embargo, factores como las cargas excesivas y desastres naturales son determinantes para este tipo de periodo de diseño, haciendo que este sea acertado en un instante (Sushil, Abhinav, Suresh y Bishwajit, 2019, p 1632).

Por lo tanto, se tiene que tener en cuenta que actualmente las cargas excesivas de los vehículos son determinantes para la formación de fisuras en el pavimento de concreto y por consiguiente un gasto en el mantenimiento que a futuro se le puede hacer. Por ello, el uso de las fibras en el concreto y la resistencia residual que estas tengan son pieza fundamental para que su periodo de vida sea aún más largo a la habitual; puesto que el concreto seguiría trabajando por medio de estas.

Así mismo, los tipos de pavimentos de concreto hidráulico que anteriormente se mencionaron son solo con fines informativos, puesto que en la presente investigación se evaluará solo el concreto de un pavimento con las fibras mencionadas anteriormente y sin ningún tipo de refuerzo (acero estructural), con la finalidad de poder indicar la resistencia residual que estas le pueden otorgar al concreto luego de fisurarse por fatiga ante la acción de las cargas.

De la misma manera, para la realización que se efectuará en el desarrollo del proyecto de investigación se dará a conocer ciertos parámetros que justifiquen la resistencia del concreto a utilizar para los ensayos correspondientes. Para ello, en el siguiente punto a tratar se indicará cada uno de estos.

Parámetros para el concreto hidráulico en un pavimento

Un pavimento de concreto tiene algunas características en su funcionabilidad; ante ello Xu, Zhang, Mei, Yue y Yang (2019) mencionan que un pavimento de concreto a base cemento portland tiende a la dilatación debido a las gradientes de temperatura; sin embargo, la base granular y la capa de concreto hacen que esta absorba esta energía por lo que las losas de hormigón ayudan a las tensiones térmicas (p. 1).

Lo dicho por los autores hace notar la importancia de realizar un diseño de concreto hidráulico en un pavimento; por este motivo se tiene que saber que es un concreto. Para Ngene, Olofinnade y Agono (2019), el concreto es un compuesto de una mezcla homogénea

de cemento, agua, agregados y si en el caso se requiera aditivos para mejorar sus propiedades (p. 103).

Por ello, cada uno de estos elementos son fundamentales para que este material contenga las propiedades ideales que demande su diseño.

Así mismo, en la presente investigación se tomará en cuenta los parámetros considerados por la norma técnica peruana para la determinación de la resistencia del mismo. Dicho esto, se tiene a continuación las siguientes tablas y conceptos empleados:

- **Transito:**

Tabla 4. *Clasificación del volumen de tráfico vehicular en Ejes Equivalentes*

Tráfico Vehicular	Rango de tráfico pesado en Ejes Equivalentes (EE)	
Bajo volumen de transito	> 150,000 EE	≤ 1'000,000 EE
Medio volumen de tránsito	> 1'000,000 EE	≤ 30'000,000 EE
Alto volumen de tránsito	> 30'000,000 EE	

Fuente: Manual de carreteras sección suelos y pavimentos, 2014

En el **Tabla 4** se puede indicar el nivel de tráfico para el cual se piensa diseñar un pavimento de concreto; sin embargo, en la presente investigación no se pretende diseñar este tipo de carpeta, sino indicar según la Norma técnica peruana los rangos mínimos del tráfico para la determinación del tipo de concreto que se piensa emplear en su posterior desarrollo y ensayos en laboratorio. Dicho esto, se puede indicar que el tipo de tráfico es de un **bajo volumen de tránsito**.

- **Características del concreto:**

Así mismo, los rangos permisibles para utilizar el concreto hidráulico en un pavimento es según el Manual de carreteras especificaciones técnicas generales para la construcción (2013) **sección 438** y **sub-sección 438.05** indica que:

“[...]. La cantidad de cemento por metro cúbico (m³) de concreto no será inferior a trescientos (300) kilogramos. La relación agua/cemento no será superior a 0,50 y el asentamiento, medido con el Cono de Abrams (MTC E 705) deberá estar entre 50 mm y 75 mm (2" - 3") [...]” (p. 824).

Así mismo, Ghasemipor y Piroti (2018) mencionan que; la cantidad de agua que tiene el concreto atribuye a la permeabilidad de la pasta, cuya función es poder envolver al

hormigón con esta pasta; además, si el contenido de agua es proporcional al cemento en baja cantidad este influye a la formación continua de poros (p. 17).

Dicho esto, se puede resaltar que el concreto tiene que cumplir con estos rangos estipulados por el manual de carreteras; de esa manera se puede indicar la veracidad de los estudios que se efectuarán en la presente investigación sobre la resistencia residual que le puede otorgar las fibras; anteriormente indicadas, hacia el concreto hidráulico de un pavimento mediante el ensayo a flexión.

Tabla 5. Características de la mezcla de concreto

Tipo	a/c	f'c (Kg/cm ²)	Mr (Kg/cm ²)	Contenido de cemento (Kg/cm ³)
A	0.7	210	35	280
B	0.5	280	40	350
C	0.45	320	45	380
D	0.4	420	50	415

Fuente: Becerra, 2012

En el **Tabla 5** se visualiza brinda un resumen de las características que tiene que tener el concreto; así mismo, se puede apreciar que el **Tipo B** indicado por el autor se asemeja a las características mínimas puestas por el Manual de carreteras; tanto en su relación agua cemento, como el contenido de cemento indicados en la **sección 438** y **sub-sección 438.05**, citado anteriormente. Dicho esto, en el siguiente punto se indicará el parámetro final que determinará y justificará el tipo de mezcla con el cual se piensa trabajar en el desarrollo del proyecto de investigación.

- **Resistencia del concreto:**

Por otro lado, en el **Tabla 6** hecha por el Manual de carreteras, se puede visualizar que para un rango menor e igual a 5'000,000 EE se toma como valor mínimo para el concreto una resistencia de **280 kg/cm² en compresión (f'c)** y **40 kg/cm² para la flexión (Mr)**; cuyos valores serán tomados por el investigador como referencia de un bajo tránsito vehicular o menor al valor estimado indicado en el **Tabla 6** Esto se menciona en el presente proyecto de investigación, puesto que la finalidad del estudio es evaluar la resistencia residual de tres tipos de fibras como aplicación al concreto hidráulico de un pavimento post-fisurado.

Tabla 6. Valores recomendados de resistencia de concreto según el rango del tráfico

Rango de tráfico expresado en Ejes Equivalentes (EE)	Resistencia a la flexión mínima del concreto (MR)	Resistencia mínima equivalente a la compresión del concreto (f'c)
≤ 5'000,000 EE	40 kg/cm ²	280 kg/cm ²
> 5'000,000 EE ≤ 15'000,000 EE	42 kg/cm ²	300 kg/cm ²
> 15'000,000 EE	45 kg/cm ²	350 kg/cm ²

Fuente: Manual de carreteras sección suelos y pavimentos, 2014

Por ende, los parámetros seguidos para la utilización del concreto que se hará en el desarrollo del proyecto de investigación es cumpliendo el valor mínimo determinado en el manual de carreteras. Puesto que, al ser usado este rango se deduce que a mayores escalas también puede ser empleada.

Formulación del Problema

Según Vara (2015), indica que “la formulación del problema hecha en una investigación se tiene que presentar con una interrogante según la estipulación del método científico, de esa manera a largo plazo cada una de estas podrán ser contestadas; así mismo, tienen que tener una secuencia lógica y coherencia” (p. 180).

Por este motivo, en este punto se han elaborado las preguntas precisas para determinar la finalidad de la presente investigación en conjunto con las variables definidas de la investigación.

Problema general

¿Qué relación tienen las fibras para el concreto hidráulico de un pavimento en la determinación de su resistencia residual mediante el ensayo de flexión, Lima 2019?

Problema específico

- ¿Cómo reacciona la macrofibra sintética estructural virgen para el concreto hidráulico de un pavimento ante la determinación de su resistencia residual mediante el ensayo de flexión, Lima 2019?
- ¿Cómo altera la macrofibra sintética estructural reciclada en el concreto hidráulico de un pavimento la resistencia residual mediante el ensayo de flexión, Lima 2019?
- ¿Cómo afecta la fibra de yute en el concreto hidráulico de un pavimento la determinación de su resistencia residual mediante el ensayo de flexión, Lima 2019?

Justificación del estudio

Esta investigación se realiza porque actualmente en Lima; el departamento principal de Perú, no se ha optado por incorporar de forma concurrente el pavimento de concreto hidráulico con grandes luces debido al agrietamiento que se le puede generar; así como, las constantes fallas que este puede tener a futuro, sin embargo se conoce que el pavimento de concreto es uno de los más resistentes, pero a la vez también es uno de los más costosos, puesto que no solo se demanda un armado en acero de refuerzo, sino que un colocado y detalle en la losa del mismo. No obstante, su trabajabilidad puede ser dificultosa, pero el periodo de vida es sumamente amplio.

Por otro lado, está también tiende a tener cierta cantidad de anomalías; por ello las fallas por fisura por medio de la carga de los vehículos y el costo que este puede demandar en la incorporación del acero para evitar estas fallas como juntas necesarias para reducir dichos inconvenientes. Por ello, Peruvias (2014), menciona que “[...] Las juntas permiten controlar el agrietamiento de las losas de concreto y compensar los cambios de volumen [...], como consecuencia de los cambios de temperatura y humedad [...]” (p. 23).

Por ello, la presente investigación pretende incorporar nuevos datos para la elaboración del concreto hidráulico de un pavimento, añadiendo fibras a la mezcla con la finalidad de evaluar el comportamiento de cada una de estas y dejar valores que a futuro puedan contribuir en el diseño de un hormigón que no emplee acero para evitar las fallas; sino un aditivo procesado, reciclado y natural que contribuya a las propiedades del mismo, comparándose al de los países más desarrollados.

Hipótesis

Básicamente la hipótesis es una oración que expresa un resultado a largo plazo una situación que no se ha podido dar o que no se tiene conocimiento de lo que pueda pasar, esto ayuda como base para conocer los resultados del problema expuesto. Por ello, se tiene en cuenta que la hipótesis propone un vínculo tentativo de posibles resultados según lo que se plantea en el problema o lo que se está buscando obtener para su validez (Gomez, 2012, p. 31).

Debido a lo indicado se está dando a conocer la idea central que se pretende obtener durante la presente investigación; además indicando que este tipo de hipótesis es de trabajo u operacional; puesto que da paso a una parte de la solución de la hipótesis general dando cabida positiva a esta respuesta (Niño, 2012, p. 58).

Hipótesis general

Al evaluar las fibras para el concreto hidráulico de un pavimento se determinó una relación favorable de su resistencia residual mediante el ensayo de flexión, Lima 2019.

Hipótesis específicos

- La macrofibra sintética estructural virgen en el concreto hidráulico de un pavimento reacciona positivamente al aumentar la resistencia residual mediante el ensayo de flexión, Lima2019
- La macrofibra sintética estructural reciclada en el concreto hidráulico de un pavimento altera positivamente su resistencia residual mediante el ensayo de flexión, Lima 2019
- La fibra de yute en el concreto hidráulico de un pavimento afecta de forma positiva en su resistencia residual mediante el ensayo de flexión, Lima 2019

Objetivos

Según Behar, menciona que el objetivo tiene que indicar hechos que se van a efectuar (verbos) que sean entendibles y centrados en el tema a investigar, demostrando la iniciativa del autor de cumplir el objeto de estudio. (2008, p. 29)

Por ese motivo, se busca tener ideas y conceptos sólidos en los presentes objetivos; tanto general como específico, acorde al tema investigado, el cual se verá reflejado a continuación.

Objetivo general

Analizar las fibras para el concreto hidráulico de un pavimento al determinar su resistencia residual mediante el ensayo de flexión, Lima 2019.

Objetivo específico

- Determinar la reacción de la macrofibra sintética estructural virgen en el concreto hidráulico de un pavimento al conocer la resistencia residual mediante el ensayo de flexión, Lima 2019.
- Indicar si la macrofibra sintética estructural reciclada en el concreto hidráulico de un pavimento altera la resistencia residual mediante el ensayo de flexión, Lima 2019.
- Conocer si la fibra de yute en el concreto hidráulico de un pavimento afecta la resistencia residual mediante el ensayo de flexión, Lima 2019.

II. MÉTODO

2.1 Diseño, tipo, nivel y enfoque de la investigación

Diseño de investigación

El diseño de investigación según menciona Hernández, et al (2000), es la parte fundamental de toda tesis, ya que esta permitirá orientar al investigador las bases a alcanzar según sus objetivos de estudio, es decir; que da a entender si la confirmación de lo planeado es verídica o no. (p. 100)

Así mismo Unicef (2014), resalta que “un experimento contiene dos cualidades, estas son; la general y la particular, siendo esta primera la realización de una acción y observar los resultados de lo sucedido. Por ello, un diseño experimental es cuando se pueden manipular una o más variables independientes y de la misma manera conocer la consecuencia que se genera en una o más variables dependientes en un escenario controlado por el investigador. Finalmente, se logra entender que la denominación de un experimento se da cuando el investigador intenta dar una explicación del efecto que puede causar dicha variable en otra (variable independiente hacia la dependiente), generando situaciones favorables para él con la finalidad de realzarlas (p. 01).

Por ello, la presente investigación tiene un diseño **experimental**; puesto que, se pretende manipular la variable independiente y verificar el resultado generado en la variable dependiente, con la finalidad de dar una afirmación de las hipótesis planteadas en la presente investigación.

Tipo de investigación

El tipo de investigación se centra en dos teorías muy importantes que determinan si tema a centrarse está enfocado en descubrir alguna definición nueva o si este aplica coya conocido con alguna finalidad, a este tipo se le conoce como básica o aplicada. Al respecto Coccia (2018) resalta que; la investigación básica tiene propósito de obtener nuevos conocimientos de los fenómenos ocurridos o sucesos que han sido observables en el transcurso de tiempo sin ningún tipo de propósito. Por otro lado, la investigación aplicada busca producir una gama fundamental de conocimientos aplicables a causa de diversos problemas actuales o en un posible futuro (p. 118).

Así mismo, Vargas (2009) menciona que; el tipo de investigación denominada aplicada tiene como finalidad de investigación, la voluntad de general algún aporte en la

mejora o resolución de determinadas situaciones; ya que el autor se centra en una ejecución beneficiosa para algún grupo, lugar o quien lo requiera y dependiendo del tema en que se centre. (p. 162)

Dicho esto, se puede indicar que la presente **investigación** tiene un carácter de **tipo aplicada o activa**, puesto que se está buscando comparar y mejorar las propiedades de un concreto hidráulico cuando esta falla incorporándole distintos tipos de fibras, dando solución a los problemas de agrietamientos por sobrecarga en las carreteras con este tipo de pavimento rígido.

Nivel de investigación

La presente investigación tiene un nivel de **investigación explicativa**; puesto que, se dará respuesta a la interrogante planteada, demostrando la situación de esta, del por qué ocurrió y cuanto fue su variación a comparación de las demás variables. Así mismo, lo describe Niño (2011), indica a esta investigación con el fin de:

[...] Averigua las causas de las cosas, hechos o fenómenos de la realidad. La explicación es un proceso que va mucho más allá de la simple descripción de un objeto. Diríamos que es más avanzada, pues una cosa es evidenciar cómo es algo, o recoger datos y descubrir hechos en sí, y otra muy distinta explicar el por qué. [...] (p. 34).

Por ello, este tipo de estudio se ejecuta con este nivel de investigación; ya que se describirá cada uno de los resultados obtenidos en los ensayos con la finalidad de explicar el porqué del su resultado en comparación de las demás dimensiones

Enfoque de investigación

Se conoce algunos tipos de enfoque en una investigación, el cual determina lo que se piensa investigar y en quien se piensa orientar. Por un lado, un enfoque cualitativo busca la ampliación del conocimiento aún no determinado, es decir que no ha sido tomado o investigado tan a fondo; mientras que, un enfoque cuantitativo es aquel busca medir una cantidad determinada de variables centrándose en algo específico; puesto que este tiende a guiarse por datos previos anteriormente hechos.

Así mismo, un enfoque cuantitativo no solo se basa en datos sacados de una encuesta o alguna estadística, sino también en una comparación pronosticación de hipótesis,

comparaciones, elaboración de teorías, exploración de temas de investigación, examinación de comparaciones, entre otros (Walliman, 2011, p. 113).

Según lo indicado en lo expuesto anteriormente se concluye que la investigación tiene un **enfoque cuantitativo**; ya que, este estudio se basa en recolectar datos exactos en función de las variables que son; las fibras para el concreto hidráulico y la resistencia residual, según una cantidad exacta de ensayos en laboratorio.

2.2 Variables y Operacionalización

Según Enríquez y Zepeda (2003) mencionan que; existen dos tipos de variables; la variable independiente e independiente, la primera es la que condiciona algún tipo de cambio en la dependiente, mientras que esta última es la que permite la explicación del fenómeno; ya que esta variable tiende a ser manipulada, por lo contrario, solo se mide (p. 27).

Variables

A continuación, se dará mención de las variables en la presente investigación, la cual está dividida por la independiente y la dependiente.

Variable independiente

- Fibras para el concreto hidráulico.

Variable dependiente

- Resistencia residual.

Operacionalización de variables

Las Normas de los instrumentos de medición del **Tabla 7** se encuentra en **Anexo 01**.

Tabla 7. Cuadro de operacionalización de variables

VARIABLE	CONCEPTO	CONCEPTO OPERACIONAL	DIMENSIONES	INDICADORES	INSTRUMENTO DE MEDICIÓN
<u>INDEPENDIENTE</u> Fibras para el concreto hidráulico	SIKA (2018), indica que una fibra sirve de complemento para el concreto; puesto que ayuda a la disminución de las fisuras cuando ya están presentes en el hormigón endurecido, permitiendo que la estructura siga funcionando inclusive teniéndola (p. 09).	Son elementos naturales o sintéticos que brindan al concreto la propiedad de poder resistir esfuerzos luego de haber fallado (fisurado); además éstas pueden servir como un complemento del acero de refuerzo e incluso para prevenir fisuras en losas de pavimentos de concreto; Por ello, cada una de estas fibras; ya se los monofilamentos (macrofibra sintética estructural virgen o reciclada) o las fibras naturales (fibra de yute) requieren de una cierta proporción de dosis para la mezcla de hormigón, la cual se tiene que incorporar según las especificaciones del proveedor que proporciona estos aditivos; puesto que estos se miden mediante los kilogramos por metro cúbico del concreto (Kg/m3)	Macrofibra sintética estructural virgen.	8 kg de fibra por m3 de concreto.	Peso de fibras con balanza (kg).
			Macrofibra sintética estructural reciclada.	8 kg de fibra por m3 de concreto.	Peso de fibras con balanza (kg).
			Fibra de yute.	8 kg de fibra por m3 de concreto.	Peso de fibras con balanza (kg).
<u>DEPENDIENTE</u> Resistencia residual	CABALLERO (2017), resalta que luego de producirse el agrietamiento en el concreto, las fibras proporcionan una gran resistencia residual; esto quiere decir que este proceso aumenta la adsorción de energía cuando logra su rotura. (p. 20)	La resistencia residual es la capacidad que le otorga las fibras al concreto de poder resistir las cargas existentes luego de haber fallado; es decir fisurado, pero esto no solo depende de las fibras, sino también del diseño que tenga el hormigón, así como sus agregados, ya sea el contenido de humedad, granulometría, peso unitario, porcentaje de absorción, relación agua cemento, entre otros, cada uno de estos factores determinará si las fibras puestas en el concreto trabajan de forma adecuada, y de la misma manera darán una buena capacidad al concreto como la resistencia residual y la carga que esta soporta en su determinación.	Resistencia a la flexión de concreto en vigas simplemente apoyadas con carga a los tercios del tramo.	Ensayo de agregados	Contenido de humedad (%).
					Granulometría - MF.
					Gravedad específica (gr/cc) .
					Peso unitario (suelto y compactado) (Kg/m3).
					Porcentaje de absorción (%).
			Diseño de mezcla	Relación a/c.	
				Dosificación del concreto (kg).	
Capacidad residual del concreto	Dosificación de las fibras (kg).				
	Carga aplicada espécimen (kg).				
Resistencia post fisurada (Mpa)					

Fuente: Elaboración propia

2.3 Unidad de análisis, población y muestra

En este punto indicará la unidad de análisis de la presente investigación, así como la población y la muestra que se utilizará para uno de los ensayos según los ensayos de laboratorio que se requiera. Así mismo, se tiene que tener en cuenta que la cantidad de muestra que se escogerá ensayada según la cronología de a investigación.

Unidad de análisis

La unidad de análisis es la parte central de la investigación, puesto que define de “que o quienes” son los que se van abarcar en la investigación, esto va a depender también del tipo de investigación que este sea, así como se sus alcances (Hernández y Fernández, 2014, p. 172).

Ante ello, se puede definir que la unidad de análisis (UA) de la presente investigación incluirá las variables que han ido trabajando a lo largo de la tesis. Dicho esto, la UA es:

Concreto hidráulico

Población

Según Hernandes, Fernández y Baptista, indica que la población es la cantidad total de un conjunto que tiene diferentes características pero solo una especificación; así mismo, esta población tiene que estar bien definina para no cometer ningún error al incorporar la muestra, puesto que este no solo depende del objetivo del estudio, sino tambien de la situación en la que estará sometida, el lugar y el tiempo (2006, p. 239).

Por ello, en la presente investigación la población se determinará por medio de las variables y dimensiones, las cuales servirán para poder determinar la muestra indicada y llevar a cabo el objetivo planteado en la investigación, dicho esto se puede indicar que la población de la presente tesis es “**Vigas prismáticas de concreto hidraulico en el laboratorio de la UNI**”.

Muestra

La muestra en términos generales es la parte de un grupo formado; es decir, un subconjunto que está abarcado dentro de una cantidad determinada (conjunto); la cual se le suele llamar población, en muchas investigaciones se suelen usar muestras representativas, al azar o aleatorias, considerándose un término no tan acorde a la investigación seria, ya que no permite medir a toda la población que se suele estimar. Por ello, esta se divide en dos, la

primera es la muestra probabilística, donde cada uno de los integrantes de la población tiene la misma expectativa de ser escogidos; por ende, su la decisión que se suele tomar es al azar; la segunda es la muestra no probabilística, cuyos valores escogidos no dependen de la probabilidad que se pueda tener en cada uno de sus integrantes al determinarlos aleatoriamente, sino que el investigador define la cantidad a su criterio o dependiendo de lo que él está buscando en su investigación (Hernández, 2014, pp. 175-176).

Por ello, en la presente investigación se puede definir que el tipo de **muestra** es **no probabilística**, puesto que la en la presente tesis se empleará la misma cantidad tanto en muestras como en muestreos que se efectuarán en la investigación, las cuales según el avance de la misma se verán reflejados para la determinación de los objetivos por medio de los ensayos que se realizarán. Dicho esto, se puede indicar que la muestra de la presente investigación será:

Doce (12) probetas de viga prismática de concreto hidráulico.

Nota: Cada uno de los ensayos sé que efectuarán en el concreto hidráulico se evaluará para 14, 21 y 28 días de curado con la respectiva dosis de fibra tal cual se muestra en el **Tabla 8.**

Tabla 8. Cantidad de ensayos de cada fibra para el concreto hidráulico

FIBRAS	CURADO			Nº DE VIGAS
	14 días	21 días	28 días	
CONCRETO PATRÓN	1 viga (sin fibra)	1 viga (sin fibra)	1 viga (sin fibra)	3
MACROFIBRA SINTÉTICA ESTRUCTURAL VIRGEN	1 viga (8kg/m3)	1 viga (8kg/m3)	1 viga (8kg/m3)	3
MACROFIBRA SINTÉTICA ESTRUCTURAL RECICLADA	1 viga (8kg/m3)	1 viga (8kg/m3)	1 viga (8kg/m3)	3
FIBRA DE YUTE	1 viga (8kg/m3)	1 viga (8kg/m3)	1 viga (8kg/m3)	3
CANTIDAD TOTAL DE VIGAS PARA ENSAYOS				12

Fuente: Elaboración propia

2.4 Técnicas e instrumentos de recolección de datos, validez y confiabilidad

Técnicas

Según Lafuente y Marín, indican que la técnica que se utiliza en una investigación depende mucho del tipo de variable que se tenga, así como la información que tengamos de los mismos; por ello, en una tesis se pueden definir dos tipos, tales como cuantitativas y cualitativas. Una investigación cuantitativa se emplea cuando las variables tienen como objeto una precisión de estas, para ello se aplica la observación; puesto que este tipo de variables con dicho enfoque marcan valores numéricos exactos para el estudio estadístico que se puede efectuar el investigador. Mientras que una investigación cualitativa tiene gran demanda de variables y se emplea un carácter intuitivo para su realización (2008, p. 09).

Además, Pulido (2015) resalta para un enfoque cuantitativo se utiliza la observación, puesto que esta es una de las técnicas más importantes, además esta cuenta con dos tipos; observación sistemática y observación participante. La observación sistemática se refiere a la recolección de datos en base a acciones o comportamientos determinados, permitiendo que el investigador pueda mirar lo sucedido sin que este intervenga de forma directa en el proceso; mientras que, en la observación participante este interactúa en el suceso que se observa. Por ello, lo más recomendable es usar la sistemática, porque es de mucha ayuda cuando se plantean las hipótesis en una investigación. (p. 1149)

En ese contexto, se puede indicar que la presente investigación será **cuantitativa** empleando la técnica de la **observación sistemática**; ya que, los ensayos que se realizarán serán por medio de vigas prismáticas de concreto, y los valores que serán arrojados se tendrán que visualizar en el maquina empleada para este ensayo (ensayo de flexión), sin que el investigador participe de manera directa en la ruptura de la misma.

Instrumentos de recolección de datos

Los instrumentos de recolección de datos son las fichas técnicas que serán ejecutadas por el investigador. Además “un instrumento de recolección de datos es, en principio, cualquier recurso de que pueda valerse el investigador para acercarse a los fenómenos y extraer de ellos información”. La especificación en este caso está dada por la expresión de su uso o finalidad: puede ser cualquier recurso, pero es para extraer la información de la realidad estudiada” (Niño, 2011, p.86).

Esto quiere decir que el instrumento sirve para que el investigador pueda recolectar los datos necesarios para la investigación, y lograr el objetivo determinado.

Validez

La validez según Niño (2011) menciona que; es una cualidad del instrumento que consiste en que este sirva para medir la variable que se busca medir, y no otra, es decir, que sea el instrumento preciso, el adecuado. Según esta cualidad, un instrumento (pregunta, o ítem) “mide o describe”, lo que se espera que mida o describa ni más ni menos (p. 87).

En la presente investigación la validez será medida por medio del especialista cuando se ejecute los ensayos de laboratorio en el desarrollo del proyecto de investigación, cuya validación de estos será la firma del ingeniero encargado de este, quien indicará que dichos ensayos estén conformes y aprobados.

Confiabilidad

Roberts, Dowell y Nie (2019) indican que; en una investigación la confiabilidad es uno de los pasos más significativos para asegurar su aplicación con respecto al objetivo planteado; para ello, la validez es uno de los componentes en la investigación que puede ser demostrado con tres aspectos esenciales como; un marco conceptual del instrumento a emplear, la relación que tiene con las herramientas de análisis (ensayos) y la validez de constructo (por el especialista). Por ello, la confiabilidad se construye mediante una descripción detallada de los métodos y los procedimientos (p. 2).

Por otro lado, Niño (2011), indica que:

“[...] la validez es una exigencia básica, por cuanto asegura la exactitud y la veracidad de los datos. Para que sea confiable un instrumento, este debe medir con veracidad al mismo sujeto participante en distintos momentos y arrojar los mismos resultados. Además, afirma que la fiabilidad es el grado en que una prueba o un procedimiento produce en todas las ocasiones resultados similares en unas condiciones constantes [...]” (p. 87).

La confiabilidad en la presente investigación será con respecto a la calibración de los equipos de medición que se usarán para los respectivos ensayos, así mismo, del laboratorio en donde se ejecute; puesto que esto otorga un porcentaje adicional de confianza a la investigación, haciendo dar a entender que el proceso se llevó con una buena calidad.

2.5. Procedimiento

Los pasos que llevan a cabo para la elaboración constituye de una serie de secuencias, con la finalidad de poder obtener como resultado final lo estipulado en la hipótesis de esta investigación o en caso contrario la negación de la misma (si en el caso ocurriese).

No obstante, en este tema se mencionarán cada uno de estos procesos, según las normas vistas en el transcurso del desarrollo de investigación.

Ubicación de las canteras

Las canteras empleadas para realizar cada uno de los ensayos de agregados fueron seleccionadas por un proveedor cuya experiencia en el rubro de repartición de materiales de construcción tiene más de veinte años, este el Avasol S.A.

Esta empresa extrae los materiales de construcción de la **cantera de la carretera de trapiche** (agregado fino) y de la misma **cantera de UNICON** (agregado grueso), con la finalidad de brindar una calidad en cada uno de sus agregados.

Esta se encuentra ubicada en la Urb. Fiori, prolongación Miguel Angel Nro. 578.

Resultado de la Búsqueda	
RUC:	20299906974 - AVASOL S.A.
Tipo Contribuyente:	SOCIEDAD ANONIMA
Nombre Comercial:	-
Fecha de Inscripción:	05/02/1996
Estado:	ACTIVO
Condición:	HABIDO
Domicilio Fiscal:	---PROLONG.MIGUEL ANGEL NRO. 578 URB. FIORI (PARALELA AV.MIGUEL ANGEL CD.5) LIMA - LIMA - SAN MARTIN DE PORRES
Actividad(es) Económica(s):	Principal - CIIU 51430 - VTA. MAY. MATERIALES DE CONSTRUCCION.

Figura 6. Número de RUC de la empresa proveedora.

Se puede visualizar la validación que tiene el número de ruc de la empresa Avasol S.A, de la misma manera a continuación se presentará el mapa de las canteras UNICON y TRAPICHE, ambas ubicadas en la provincia de Lima.



Figura 7. Lugar de la cantera de UNICON.



Figura 8. Lugar de la cantera de TRAPICHE.

UNICON: Jicamarca- distrito de San Juan de Lurigancho (**Figura 7**).

TRAPICHE: ingreso Manuel Parado., Benavides, Carabayllo (**Figura 8**).

Ubicación de laboratorio para los ensayos

Para la presente investigación se decidió hacer los ensayos en el Laboratorio de Ensayo de Materiales de la Universidad de Ingeniería (LEM). Este lugar académico se encuentra ubicado dentro de las instalaciones de la UNI, específicamente en la Av. Túpac Amaru 210 Lima 25.



Figura 9. Laboratorio de ensayo de materiales FIC UNI.

Estudio de agregados

Agregado fino

A. Análisis granulométrico

El ensayo de granulometría tiene como objetivo verificar la selección de cada uno de los agregados en base a los tamices previamente certificados con su tamaño de malla impuesto por la norma, con la finalidad de corroborar si el material se encuentra en el rango óptimo para el diseño de mezcla.

Además, cada uno de los ensayos correspondes a la **NTP 400.012**, para estudio de agregados, de la misma manera, el rango para el agregado fino se puede observar en la **NTP 400.037**, donde se estima el rango estándar para el agregado fino.

Procedimiento:

- Seleccionar una muestra representativa empleando la cuarteadora.
- Secar el material seleccionado en el horno a una temperatura de 110 ± 5 °C.
- Pesar la muestra seleccionada y seca a una cantidad mayor de 500 g (recomendado usar el valor inicial).
- Colocar los tamices de forma decreciente según se muestra en la **Tabla 9**.

Tabla 9. *Tamices para granulometría agregado Fino*

Tamices
Agregado Fino
Nº 4 (4.8 mm)
Nº 8 (3.2 mm)
Nº 16 (1.6 mm)
Nº 30 (0.8 mm)
Nº 50 (0.5 mm)
Nº 100 (0.3 mm)

Fuente: Laboratorio de materiales UNI.

- Colocar la muestra previamente pesada en los tamices y llevarlo a la maquina vibradora, en un periodo de tiempo de uno a dos minutos.
- Retirar cada uno de los tamices y pesar cada una de las muestras retenidas por las mallas.

B. Contenido de humedad

Después de haber realizado el ensayo de granulometría se realiza el contenido de humedad, con el objetivo de conocer la humedad del agregado, de esta forma se asegura la uniformidad de la dosificación del agua de la mezcla. Siguiendo los parámetros mencionados por la NTP 339.185.

Procedimiento:

- Cuartear la muestra con la finalidad de escoger una cantidad representativa del material, según se indica en la **Tabla 10**.

Tabla 10. *Cantidad mínima de agregado para determinar el contenido de humedad*

Tamaño Máximo Nominal	Cantidad mínima material de ensayo (kg)
Nº 4 (4.8 mm)	0.5
3/8" (9.5 mm)	1.5
1/2" (12.5 mm)	2.0
3/4" (19.0 mm)	3.0
1" (25.0 mm)	4.0
1 1/2" (37.5 mm)	6.0

Fuente: Laboratorio de materiales UNI.

- Secar la muestra escogida en el horno a una temperatura de 110 ± 5 °C, revolviendo el material, hasta tener una cantidad constante en su peso.
- Una vez retirado el material, dejar enfriar durante una hora y luego emplear la siguiente ecuación.

$$H(\%) = \frac{(W_h - W_s)}{W_s} \times 100$$

Fórmula N° 3

Donde:

H: Porcentaje de humedad (%).

W_h: Peso del agregado húmedo (g).

W_s: Peso del agregado seco (g).

C. Peso específico y porcentaje de absorción

El objetivo de este ensayo es poder calcular el peso específico seco, saturado con superficie seca, aparente y porcentaje de absorción del agregado fino, con las especificaciones de la **NTP 400.021**, con la finalidad de corregir la dosificación del agua del diseño de mezcla.

Procedimiento:

- Cuartear una muestra del material con la finalidad de tener un valor representativo.
- Saturar la muestra seleccionada mayor de 1000.00 g por 24 ± 4 horas.
- Luego retirar la muestra saturada y dejar enfriar por un periodo de 24 horas en un platico, expuesto a temperatura ambiente.
- Pesar 500 g de la muestra saturada superficialmente seca, para el método del cono, cuya finalidad es evaluar el nivel de saturación del agregado fino. Este proceso es compactar con un pistón dando 25 golpes a una altura de 3 cm sujetando el cono de la parte inferior y retirarlo de forma vertical.

Obs: si el material se deforma por completo cuando se retira el cono, quiere decir que está completamente saturado. Por otro lado, si este se cae por lo lados, está saturado superficialmente seca (S.S.S). Finalmente, si se desmorona por completo, la muestra tiene que volverse a humedecer porque está seca.



Figura 10. Proceso del ensayo de evaluación con el cono para agregado fino.

- Luego de corroborar el material S.S.S, se coloca en la fiola para identificar el peso.
- Agregar agua a la fiola, hasta pase el material y agitar constantemente hasta que las partículas de aire asciendan.
- Luego, llenar la fiola con un nivel de 500 cm³ y determinar el peso total.
- Después verter el material y dejar que repose en un rango de 15 a 20 min, para después eliminar el agua excedente con una pipeta.
- Llevarlo al horno por 24 horas a una temperatura de 110 ± 5 °C, luego enfriar a temperatura ambiente hasta 1½ horas y calcular el peso específico y porcentaje de absorción con las siguientes ecuaciones.

$$P.E. Masa = \frac{A}{V-W} \quad \text{Fórmula N° 4}$$

$$P.E. Masa_{SSS} = \frac{500}{V-W} \quad \text{Fórmula N° 5}$$

$$P.E. Aparente = \frac{A}{V - W - (500 - A)} \quad \text{Fórmula N° 6}$$

$$\%Abs = \frac{(500 - A)}{A} \times 100 \quad \text{Fórmula N° 7}$$

Donde:

P.E: Peso específico (g/cm³).

V: Volumén del balón

%Abs: Porcentaje de absorción (%).

W: Peso del agua.

A: Peso de la arena seca en el horno (g).

D. Peso unitario suelto y compactado

En este ensayo se evaluará el agregado fino con la finalidad de conocer la relación de su Masa/Volumen del material en un estado suelto y compactado, según como indica la **NTP 400.017**, para luego ser empleado en el diseño de mezcla correspondiente.

a. Procedimiento de peso unitario suelto (PUS):

- Cuartear el material para obtener una cantidad de muestra representativa.
- Luego verter el material en un recipiente de un peso conocido, dejándolo caer a una altura no mayor a 5 cm.
- Enrasar la superficie del recipiente con una varilla de acero liso.

b. Procedimiento de peso unitario compactado (PUC):

- Verter el material seleccionado y cuarteado en la tercera parte del recipiente.
- Luego con una varilla lisa dar 25 golpes en cada una de las pacas (3 capas).
- Luego con un martillo de caucho se da tres golpes en cada cuadrante.
- Finalmente, en la enrasar en la superficie con una varilla lisa para luego pesar el material obtenido y emplear las ecuaciones mostradas a continuación.

$$PUS = \frac{WS}{VR}$$

Fórmula N° 8

$$PUC = \frac{WC}{VR}$$

Fórmula N° 9

Donde:

WS: Peso del agregado suelto (kg/m³).

WC: Peso del agregado Compactado (kg/m³).

VR: Volumen del recipiente (m³)

Agregado grueso

A. Análisis granulométrico

Continuación daremos mención del ensayo de granulometría del agregado grueso, para ello, se emplea la norma NTP 400.12, con el objetivo de conocer los valores óptimos para el correspondiente diseño de mezcla.

Procedimiento:

- Cuartear el material para obtener una cantidad representativa
- Secar la cantidad de material en el horno a una temperatura de 110 ± 5 °C.
- Pesarse la muestra del material según el tamaño del agregado mostrado en la **Tabla 11**.

Tabla 11. *Peso requerido del agregado grueso según el TN*

TNM	Peso mínimo por ensayo (kg)
3/8"	1.0
1/2"	2.0
3/4"	5.0
1"	10.0
1 1/2"	15.0
2"	20.0
2 1/2"	35.0
3"	60.0
3 1/2"	100.0

Fuente: Laboratorio de materiales UNI.

- Seccionar los tamices indicados por la norma, los cuales se especifican en la **Tabla 12** y colocar la cantidad total de la muestra en la tamizadora.

Tabla 12. *Tamices para granulometría agregado grueso.*

Tamices
Agregado Grueso
3" (75.0 mm)
2 1/2" (63.0 mm)
2" (50.0 mm)
1 1/2" (37.5 mm)
1" (25.0 mm)
3/4" (19.0 mm)
1/2" (12.5 mm)
3/8" (9.5 mm)

Fuente: Laboratorio de materiales UNI.



Figura 11. Colocado del agregado grueso en la tamizadora.

- Luego de esperar dos minutos del tamizado, se retira el material de cada una de las mallas para su posterior pesado y con esos datos obtener la curva granulométrica.

B. Contenido de humedad

A continuación, se mencionará el procedimiento de la obtención del contenido de humedad para el agregado grueso, indicado en la **NTP 339.185**, de esta manera se aplicará para el diseño de mezcla correspondiente.

Procedimiento:

- Cuarte el material seleccionado, para conseguir una muestra representativa, luego de ello, pesar la cantidad estimada en la **Tabla 10**.
- Llevar al horno para su posterior secado a una temperatura de 110 ± 5 °C.
- Luego retirar la muestra y dejarla secar por una hora, para luego registrar el peso del material y aplicar la **Fórmula N° 3**.

C. Peso específico y porcentaje de absorción

Este ensayo determinará cada una de las propiedades y características del agregado grueso de la cantera de UNICON, basándose en la NTP 400.021.

Procedimiento:

- Cuartear el material para obtener una muestra representativa.

- Poner el material en el tamiz y emplear solo el material que se queda en la malla n° 4.
- Del material conseguido pesar una muestra de acuerdo a la **Tabla 13**, para luego lavarlas para eliminar las impurezas del material.

Tabla 13. Cantidad mínima recomendada para ensayo de P.E y %Abs.

Tamaño Máximo Nominal	Cantidad Mínima del material
1/2" (12.5 mm)	2.0
3/4" (19.0 mm)	3.0
1" (25.0 mm)	4.0
1 1/2" (37.5 mm)	5.0
2" (50.0 mm)	8.0

Fuente: Laboratorio de materiales UNI.

- Secar el material en el horno y dejar que se enfríe para luego reposarlo en un balde con agua por 24 ± 4 horas.
- Luego sacar la muestra y ponerlo en una franela que sirva para secar la superficie del material, esto ayuda a conseguir que la muestra esté en una condición saturada con superficie seca.
- Luego de ello, se registra el siguiente peso considerado como "B", para luego colocar esa muestra en una canastilla metálica de la balanza hidrostática y de esta forma conocer el peso sumergido en agua a una temperatura de 23.0 ± 2.0 C.



Figura 12. Secado del agregado y pesado en la balanza hidrostática

- Finalmente, se seca el material en el horno hasta conseguir un peso contante “A”, para luego emplear las siguientes formulas.

$$P. E. Masa = \frac{A}{B-C} \quad \text{Fórmula N° 10}$$

$$P. E. Masa_{SSS} = \frac{B}{B-C} \quad \text{Fórmula N° 11}$$

$$P. E. Aparente = \frac{A}{A-C} \quad \text{Fórmula N° 12}$$

$$\%Abs = \frac{B-A}{A} \times 100 \quad \text{Fórmula N° 13}$$

Donde:

A: Peso de la muestra secada en el horno (g).

B: Peso de la muestra saturada superficialmente seca (g).

C: Peso de la muestra saturada en agua (g).

D. Peso unitario Suelto y Compactado

Para el cálculo del peso unitario suelto y compactado del agregado grueso se empleará la NTP 400.017, con la finalidad de poder dar a conocer las características del material en esos dos estados.

Por otro lado, los procedimientos descritos anteriormente para **PU**s y **PU**c del agregado fino, son los mismos pasos para el agregado grueso, por ende, la explicación del proceso y la utilización de las ecuaciones (**Fórmula 8 y 9**) son válidos para este ensayo.

Diseño de mezcla

El diseño de mezcla se ejecutó para un concreto de $f'c$ de 280 kg/cm² mediante los datos obtenidos en cada uno de los ensayos mencionados anteriormente. Al respecto Ahmed [et. al] mencionan que; el diseño de mezcla de un concreto es conocido por decidir las proporciones ideales para que este llegue al rendimiento esperado; por ello, existen parámetros como las propiedades del cemento (peso máx. y min.), características de una relación entre el agua y el cemento, características del agregado y su clasificación. Cabe decir que por esto último las propiedades del estado fresco y endurecido del concreto pueden cambiar; por ello, se tiene que tener en cuenta que para un óptimo desarrollo de la mezcla se tiene que cumplir con los rangos de calidad para los agregados (2019, p. 1).

Por ello, el procedimiento utilizado para la presente investigación es del método de

BOLOMEY. La empleabilidad de este diseño se adecua para cualquier tipo de material (agregado) y en distintas condiciones. De la misma manera, este proceso no es un valor exacto con respecto a sus resultados, sino que puede ser mejorado dependiendo las pruebas previas al diseño ya determinado y la experiencia de quien lo realice.

Pasos para el diseño por BOLOMEY:

- Como paso principal, se tiene que escoger la consistencia que el concreto va a tener; es decir, el llamado SLUM, este en las tablas del ACI 211 son tomados por su medida en pulgadas, de la misma manera para el método de Bolomey será empleada para la determinación de su módulo de finura.
- Luego se determina el Tamaño máximo nominal del agregado (TMN), esto según la ACI 211, lo denomina como la malla que retiene el material en un porcentaje menor al 15% de todo el agregado.
- Seguidamente estima la cantidad de agua que la mezcla va a poseer, esto se puede visualizar en la **Tabla 14**, en donde se describe cada uno de estos parámetros; además, en la presente tabla se puede visualizar si esta mezcla tiene o no contenido de aire, lo cual dependerá del diseñador.

Tabla 14. Cantidad (kg) de agua por metro cúbico de hormigón.

Asentamiento	Tamaño Máximo de agregado grueso							
	3/8"	1/2"	3/4"	1"	1 1/2"	2"	3"	6"
Concreto sin aire incorporado								
1" a 2"	207	199	190	179	166	154	130	113
3" a 4"	228	216	205	193	181	169	145	124
6" a 7"	243	228	216	202	190	178	160	---
Concreto con aire incorporado								
1" a 2"	181	175	168	160	150	142	122	107
3" a 4"	202	193	184	175	165	157	133	119
6" a 7"	216	205	197	184	174	166	154	---

Fuente: ACI 211

- Se calcula la resistencia del concreto; para ello, se tiene diferentes casos que impone la ACI 211; sin embargo, para la presente investigación se empleó el cálculo de la **Tabla 15**, en donde permite tener una resistencia requerida sin tener algún tipo de desviación estándar.

Tabla 15. Rango de la Resistencia Requerida.

Rangos de Resistencia f'c (kg/cm2)	Resistencia Requerida f'cr (kg/cm2)
f'c < 210 kg/cm2	f'cr = f'c + 70
210 < f'c < 350	f'cr = f'c + 85
f'c > 350	f'cr = 1.10 * f'c + 50

Fuente: ACI 211

- Se encuentra la relación Agua/Cemento por medio de la **Tabla 16**, esta es una estimación calculada que deriva de la **Fórmula N° 14**, empleando los ábacos; sin embargo, no existe algún tipo de diferencia entre estos dos tipos.

Tabla 16. Relación Agua/Cemento (a/c).

F'c (Kg/cm2)	Relación agua/cemento en peso	
	Concreto sin aire incorporado	concreto con aire incorporado
150	0.80	0.71
200	0.70	0.61
250	0.62	0.53
300	0.55	0.46
350	0.48	0.40
400	0.43	--
450	0.38	--

Fuente: ACI 211

$$f' cr = \frac{1224}{13.46^{A/C}} \quad \text{Fórmula N° 14}$$

- Teniendo la relación agua/cemento (A/C), se hace el cálculo para encontrar la cantidad de cemento que se empleará en la mezcla.
- Se emplea la **Fórmula N° 15**, que servirá para conocer las proporciones de los agregados por el método de **Bolomey**; ya que, de esta manera se podrá observar en la gráfica un **valor referencia al optimo** según bolomey que se indica en la **Figura 13**.

$$Y = A + (100 - A) \sqrt{\frac{d}{D}} \quad \text{Formula N° 15}$$

Donde:

Y: Porcentaje de agregado que pasa por las mallas con dimensiones “d”.

A: Coeficiente de la forma y consistencia del agregado (**Tabla 17**).

d: Tamaño de las mallas en mm o pulg.

D: Tamaño Máximo del agregado (TMN) en mm o pulg.

Tabla 17. Coeficiente “A” de la ecuación de Bolomey

AGREGADO	CONSISTENCIA	ASENTAMIENTO (cm)	A
Redondeado	Seca - Plástica	0 - 5	10
	Blanda	5 - 10	11
	Fluida	10 - 20	12
Triturado	Seca - Plástica	0 - 5	12
	Blanda	5 - 10	13
	Fluida	10 - 20	14

Fuente: Guía para el diseño de mezcla de hormigón

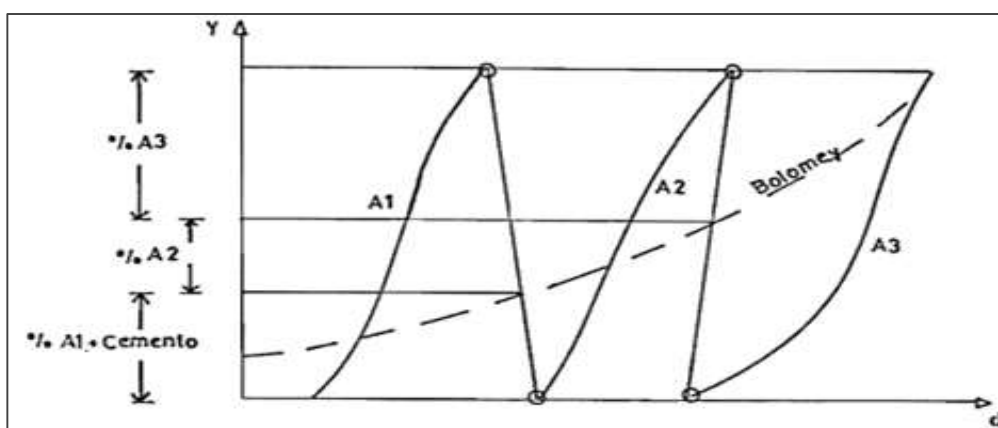


Figura 13. Dosificación gráfica del agregado mediante Bolomey.

En la **Figura 13** se presenta el agregado óptimo según Bolomey, en donde las líneas que intersectan son los porcentajes de cada uno de los agregados; incluyendo al cemento como uno de ellos. Este método se puede conseguir por un tanteo o por el método de módulo de finura.

- El método de Modulo de finura empieza encontrando la cantidad de Cemento (t_0), la cual se indica en la **Fórmula N° 16**. Además, se tiene que tener en cuenta que su módulo de finura es cero ($MF_0 = 0$).

$$t_0 = \frac{C/d_c}{1025-A} \times 100 \quad \text{Fórmula N° 16}$$

Donde:

C: Peso del cemento (kg/m^3).

dc: Peso específico del cemento (3.12 g/cm^3).

A: Peso del agua (kg/m^3).

t₀: Porcentaje del cemento con respecto a la cantidad total de agregado (%).

- Conseguido estos valores se procede al Módulo de finura de Bolomey (**MF_B**) para cada agregado, tal cual se muestra en la *Figura 14*.

$$t_0 + t_1 + t_2 + t_3 + \dots + t_n = 100$$

$$MF_{B1} = \frac{t_0 MF_0 + t_1 MF_1}{t_0 + t_1}$$

$$MF_{B2} = \frac{t_0 MF_0 + t_1 MF_1 + t_2 MF_2}{t_0 + t_1 + t_2}$$

$$MF_{B3} = \frac{t_0 MF_0 + t_1 MF_1 + t_2 MF_2 + t_3 MF_3}{t_0 + t_1 + t_2 + t_3}$$

$$\vdots$$

$$MF_{Bn} = \frac{t_0 MF_0 + t_1 MF_1 + t_2 MF_2 + t_3 MF_3 + \dots + t_n MF_n}{t_0 + t_1 + t_2 + t_3 + \dots + t_n}$$

Figura 14. Módulo de finura de Bolomey

- En la presente investigación solo se considera un **MF_{B2}**; puesto que, solo se está empleando el agregado grueso y fino. Por consiguiente, por ser dos tipos de materiales, para encontrar el porcentaje de cada uno de ellos, se emplea las siguientes **Fórmulas N° 17 y 18**.

$$t_1 = \frac{100(MF_2 - MF_{B2}) - t_0 * MF_2}{MF_2 - MF_1} \quad \text{Fórmula N° 17}$$

$$t_2 = 100 - (t_0 + t_1) \quad \text{Fórmula N° 18}$$

Donde:

t₁: Porcentaje de agregado fino.

t₂: Porcentaje de agregado grueso.

- Luego se hace la dosificación del agregado y la corrección por humedad según el ACI 211, teniendo como resultado final la cantidad de los materiales para el diseño de mezcla. Sin embargo, esto puede ser modificado en el transcurso de la dosificación real realizada en la elaboración de la mezcla, si en el caso no cumpliera con las características puestas por el diseñador.

Realización de los ensayos de agregados y diseño de mezcla

Para poder realizar el diseño de mezcla correspondiente, es necesario que primero se realice los ensayos correspondientes a los materiales, para conocer de esa manera las características principales del material a emplear.

Para ello, se emplearán los métodos descritos anteriormente en el capítulo dos (procedimiento), en donde se describió cada uno de los ensayos y las ecuaciones de los mismo, para hallar dichos valores.

Ensayo de granulometría del agregado fino

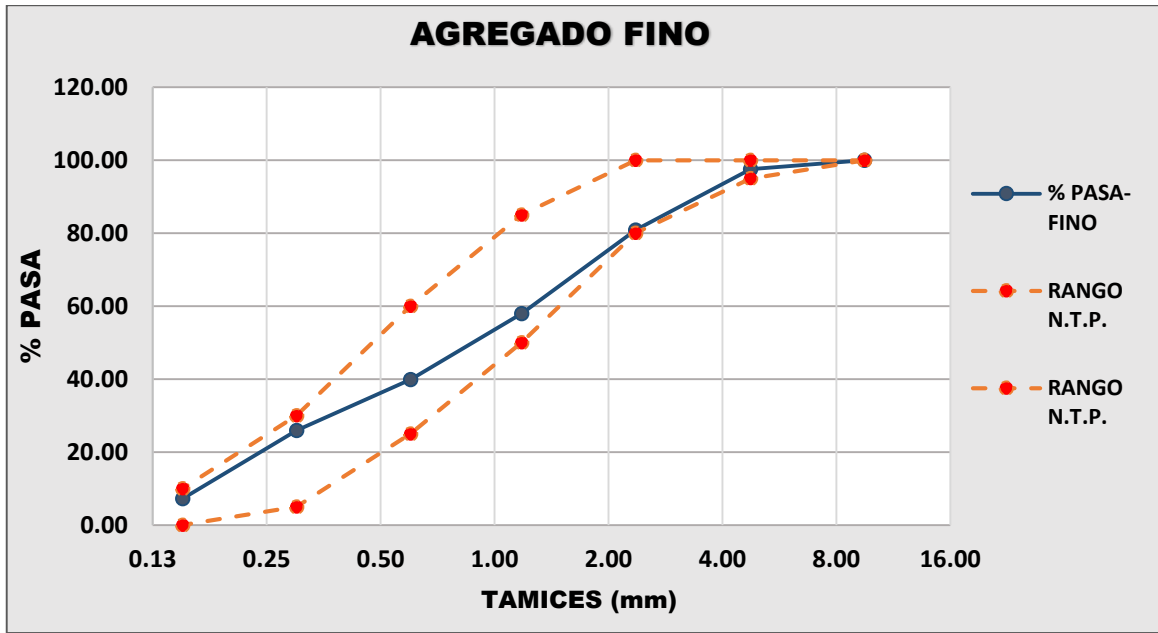
Para iniciar con el proceso se tiene en cuenta un peso mayor a 500g; por ello, el valor tomado y pesado es de **650g**, en donde será puesto en la tamizadora para la selección de diámetros de cada uno de los finos.

Tabla 18. *Análisis granulométrico de agregado fino*

TAMIZ		g. PESO	% RET.	% RET. ACUM.	% PASA.	% de Rango
Pulg	mm					
3/8"	9.5	0	0	0	100	100
Nº 4	4.75	15.70	2.42	2.42	97.58	95-100
Nº 8	2.36	108.60	16.72	19.13	80.87	80-100
Nº 16	1.18	148.90	22.92	42.06	57.94	50-85
Nº 30	0.6	117.20	18.04	60.10	39.90	25-60
Nº 50	0.3	90.70	13.96	74.06	25.94	5-30
Nº 100	0.15	121.60	18.72	92.78	7.22	0-10
FONDO	0	46.90	7.22	100.00	0.00	-

Fuente: Elaboración propia

Gráfica 1. Curva granulométrica del agregado fino



Fuente: Elaboración propia

Como se puede visualizar en la **Tabla 18**, según los pesos retenidos del agregado colocado en los tamices se ha podido sacar los porcentajes retenidos y porcentajes retenidos acumulados, para luego poder obtener la curva granulométrica la cual se puede visualizar en la **Gráfica 1**.

La curva punteada, son los rangos permisibles impuestos por la **NTP 400.012**, que definirá si el material conseguido cuenta con un control de calidad adecuado. Por ello, se puede apreciar que en uno de los puntos el porcentaje que pasa en la malla N° 8 es de un valor de **80.87%**, el cual está rozando su valor mínimo. Sin embargo, se puede dar por concluido que este material fino si cuenta con las propiedades admisibles.

Adicionalmente a ello se puede obtener el **Módulo de finura** de este material, para ello, sumamos cada una de las cantidades del **% RET. ACUM** y lo dividimos entre el total, que sería **100**.

$$mf = \frac{\sum \% Ret. acum (6" + 3" + 1\frac{1}{2} + \frac{3}{4} + \frac{3}{8} + N^{\circ}4 + N^{\circ}8 + N^{\circ}16 + N^{\circ}30 + N^{\circ}50 + N^{\circ}100)}{100}$$

$$mf = \frac{\sum \% Ret. Acum(2.42 + 19.13 + 42.06 + 60.10 + 74.06 + 92.78)}{100} = 2.90$$

Contenido de humedad del fino

Se seleccionó el **Tamaño máximo nominal** del agrado el cual es de **1"**, para conseguir la cantidad estimada de muestra empleada sacada de la **Tabla 10**, el cual es de 4 kg de material, para finalmente realizar los siguientes cálculos empleando la **Fórmula N° 3**.

Tabla 19. Datos principales para el contenido de humedad

DESCRIPCIÓN	CANTIDAD
T.M.N.	1"
Wh: Muestra expuesta al ambiente (g)	4023.4
Ws: Muestra seca (g)	3939.9
Peso del agua perdida	83.5
Contenido de humedad (%)	2.12

Fuente: Elaboración propia

$$H(\%) = \frac{(4023.4 - 3939.9)}{3939.9} \times 100 = 2.12 \%$$

Peso específico y porcentaje de absorción del agregado fino

Se seleccionó una cantidad mayor o igual a 1000g la cual fue cuarteada y dejada a la intemperie por un día entero (24 horas), luego se pesó una cantidad exacta de **500g**, la cual como una **muestra seca superficialmente**. A continuación, se presenta la **Tabla 20** con los datos preliminares

Tabla 20. Datos preliminares

DESCRIPCIÓN	CANTIDAD
Arena superficialmente seca (g)	500
P. arena + P. Fiola + Agua	1032.3
Peso de la fiola (g)	222.8
W: Peso del agua (g)	309.5
A: Arena seca (g)	493.3
V: Volumen de la fiola (ml)	500

Fuente: Elaboración propia

Los datos mostrados en la **Tabla 20** son la base para luego emplear las **Fórmulas N° 4, 5, 6 y 7**, que finalmente nos dará los datos finales que se utilizarán en el diseño de mezcla, el cual se muestra a continuación en la **Tabla 21**.

Tabla 21. *Peso específico y porcentaje de absorción*

P.E. Masa (g/cm³)	2.59
P.E. Msss (g/cm³)	2.62
P.E. Aparente (g/cm³)	2.68
% Absorción	1.36

Fuente: Elaboración propia

Para efectos de diseño el valor tomado es el de **P.E. Masa (2.59)**; puesto que, este valor se asemeja a un material que por lo general no ha sido sometido a exposición a la humedad. Así mismo, por temas académicos se espera emplear un material con condiciones patrones.

Peso unitario suelto y compactado del agregado fino

Se pesó el molde cilíndrico de **1 pie³** de volumen con la finalidad de conocer su peso, luego el material cuarteado fue cuarteado y colocado en este con diferentes características para cada caso.

Para el **PU**s no se toma en cuenta las capas ni los golpes; sin embargo, para el **PU**c se considera tres capas y cada una de estas darle 25 golpes, seguido del matillo de goma, para luego pesarlo y obtener los datos puestos en la **Tabla 22** sacados por las **Fórmulas N° 8 y 9**.

Tabla 22. *Determinación del PU_s y PU_c*

TIPO	MUEST+ RECIP (g)	RECIPIENTE (g)	MUESTRA (g)	VR	PESO UNIT. (kg/m³)
SUELTO	5913 g	1576.5	4336.5	1 pie ³	1531
COMPACTADO	6404	1576.5	4827.5	1 pie ³	1704

Fuente: Elaboración propia

$$PU_s = \frac{4336.5 \text{ g}}{1 \text{ pie}^3} = 1531 \text{ kg/m}^3$$

$$PU_c = \frac{4827.5 \text{ g}}{1 \text{ pie}^3} = 1704 \text{ kg/m}^3$$

Los datos obtenidos mediante las fórmulas, tienen como base a la **NTP 400.017** y cuyo valor será empleado para el diseño de mezcla que se explicará más adelante.

Ensayo de granulometría del agregado grueso

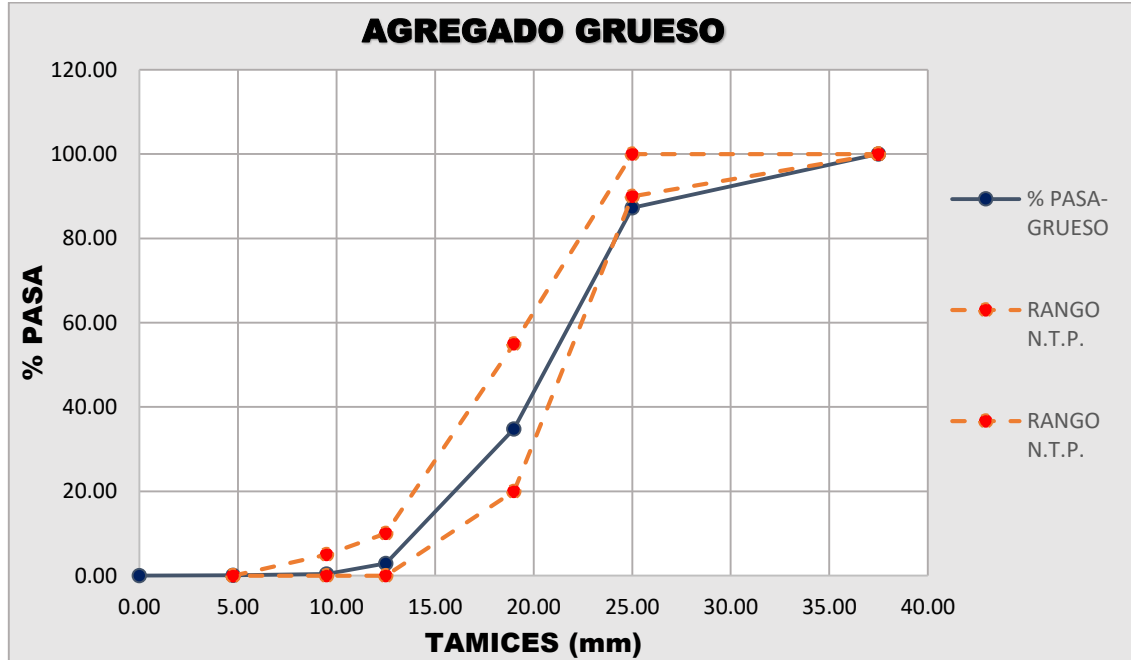
Se consideró el cuarteo del material para luego llevarlo al horno y luego pesar una cantidad mínima de material según como indicó la **Tabla 11**; la cual fue de 10 kg, posteriormente se llevó a la tamizar en las mallas seleccionadas indicadas en la **Tabla 12** y luego pesadas para obtener el valor retenido de en cada una de ellas como se puede apreciar en la **Tabla 23**.

Tabla 23. Análisis granulométrico de agregado grueso

TAMIZ		g. PESO	% RET.	% RET. ACUM.	% PASA.	% de Rango
Pulg	mm					
1 1/2"	37.5	0.00	0.00	0.00	100.00	100
1"	25	1271.50	12.72	12.72	87.29	90 - 100
3/4"	19	5247.50	52.48	65.19	34.81	20 - 55
1/2"	12.5	3189.00	31.89	97.08	2.92	0 - 10
3/8"	9.5	252.00	2.52	99.60	0.40	0 - 5
N° 4	4.75	28.50	0.29	99.89	0.12	-
FONDO	0	11.50	0.12	100.00	0.00	-

Fuente: Elaboración propia

Gráfica 2. Curva granulométrica de agregado grueso.



Fuente: Elaboración propia

En la **Tabla 23** se puede visualizar el peso retenido en cada una de las mallas, de las cuales se pudieron conseguir los porcentajes acumulados y retenidos acumulados. Así

mismo, se puede observar que mediante esa tabla se pudo obtener la curva granulométrica indicada en la **Gráfica 2**.

En dicha gráfica se puede visualizar que el valor conseguido en el **tamiz de 1"** se tiene una cantidad de **87.3%**, el cual tiene un valor por dejado del rango permisible indicado en la **NTP 400.012**. Sin embargo, esto no hace que el material sea de baja calidad, puesto que solo ha bajado un **3%** con respecto del rango mínimo y no está en un declive en los datos iniciales. Por ende, el agregado puede ser utilizado para el diseño de mezcla.

Los datos conseguidos en el **% RET. ACUM** serán utilizados para encontrar el módulo de fineza del material grueso, empleando la siguiente fórmula.

$$mf = \frac{\sum \% Ret. acum (6" + 3" + 1\frac{1}{2}" + \frac{3}{4}" + \frac{3}{8}" + N^{\circ}4 + N^{\circ}8 + N^{\circ}16 + N^{\circ}30 + N^{\circ}50 + N^{\circ}100)}{100}$$

$$mf = \frac{\sum \% Ret. Acum(12.72 + 65.19 + 97.08 + 99.60 + 99.89 + 100 \times 5)}{100} = 7.64$$

Contenido de humedad del agregado grueso

Se tomó una muestra cuarteada del material con la finalidad de pesar una cantidad de **1000g**, luego se llevó al horno para luego ser retirado y esperar a que este se enfríe, esto se puede apreciar en la **Tabla 24**, en donde se muestra los datos de entrada para luego emplear la **Fórmula N° 3**.

Tabla 24. Datos principales para el contenido de humedad del agregado grueso

DESCRIPCIÓN	CANTIDAD
T.M.N.	1"
Wh: Muestra expuesta al ambiente (g)	1000
Ws: Muestra seca (g)	996.75
Peso del agua perdida	3.3
Contenido de humedad (%)	0.33

Fuente: Elaboración propia

$$H(\%) = \frac{(1000 - 996.75)}{996.75} \times 100 = 0.33 \%$$

Peso específico y porcentaje de absorción del agregado grueso

Se tomó una muestra cuarteada del material que fue tamizada en la malla N° 4 para solo emplear el peso especificado en la **Tabla 13**, el cual fue **4 kg**, siendo el material pesado solo el retenido en esta malla.

Luego se lavó el material para poder eliminar las impurezas y se puso a secar con una franela, de esta manera se sacó el peso saturado en agua que se puede visualizar en la **Tabla 25**.

Tabla 25. *Datos preliminares*

DESCRIPCIÓN	CANTIDAD
B: Grava superficialmente seca (g)	4000.8
A: Muestra secada en horno (g)	3971.2
C: Muestra saturada en agua (g)	2553.9

Fuente: Elaboración propia

Los datos presentados en la **Tabla 25**, son la base fundamental para poder definir los pesos específicos en cada una de sus condiciones, tal y como se mencionó en las **Fórmulas N° 10, 11, 12 y 13**, los cuales serán resumidos en la **Tabla 26**.

Tabla 26. *Peso específico y porcentaje de absorción*

P.E. Masa (g/cm³)	2.74
P.E. M_{ss} (g/cm³)	2.77
P.E. Aparente (g/cm³)	2.8
% Absorción	0.75

Fuente: Elaboración propia

El valor empleado para el diseño de mezcla es el **P.E Masa de 2.74 g/cm³**, puesto que este valor se asemeja a las condiciones ambientales sin ninguna exposición al factor agua.

Peso unitario suelto y compactado del agregado grueso

Para el agregado grueso se empleó la misma metodología que el agregado fino; es decir que tomó una muestra representativa mediante el cuarteo y con un cilindro de **1 pie³** de volumen, se empezó a poner la cantidad necesaria hasta llegar a un enrase. Cabe mencionar que para el peso unitario suelto no se considera capas; pero en el compactado se toman 3 capas, cada una golpeada por una varilla de acero lisa con 25 golpes.

Dicho esto, en la **Tabla 27**, se puede ver las cantidades de material grueso con su correspondiente peso; tanto para **PU_s** como para **PU_c**, y de la misma forma la empleabilidad de las **Fórmulas N° 8 y 9**.

Tabla 27. *Determinación del PU_s y PU_c*

TIPO	MUEST+ RECIPI (g)	RECIPIENTE (g)	MUESTRA (g)	VR	PESO UNIT. (kg/m ³)
SUELTO	5649.6	1576.5	4073.1	1 pie ³	1438
COMPACTADO	6046.1	1576.5	4469.6	1 pie ³	1578

Fuente: Elaboración propia

$$PU_s = \frac{4073.1 \text{ g}}{1 \text{ pie}^3} = 1438 \text{ kg/m}^3$$

$$PU_c = \frac{4469.6 \text{ g}}{1 \text{ pie}^3} = 1578 \text{ kg/m}^3$$

Los datos conseguidos han sido cumpliendo con los estándares de la NTP 400.017; por ello, esto implica que el **PU_s** y el **PU_c** será utilizados para el diseño de mezcla.

Cuadro de resumen

Luego de haber realizado cada uno de los ensayos correspondientes para las características de los agregados, en la **Tabla 28** se indicará los datos conseguidos de cada uno de estos de forma resumida y más concisa, con la finalidad de interactuar mucho más sencillo con el diseño de mezcla.

Tabla 28. *Resumen de características en los agregados*

DESCRIPCIÓN	UND.	AGREGADO	
		FINO	GRUESO
Módulo de Fineza		2.9	7.64
Contenido de humedad	%	2.12	0.33
Peso específico	g/cm ³	2.59	2.74
% Absorción	%	1.36	0.75
Peso Unitario Suelto	kg/m ³	1531	1438
Peso Unitario Compactado	Kg/m ³	1704	1578

Fuente: Elaboración propia

Elaboración del diseño de mezcla

Según lo indicado en la **Tabla 28**, se tiene las propiedades básicas para poder realizar el diseño de mezcla; además según lo indicado anteriormente en el marco teórico se determinó el SLUM del concreto a diseñar, así como las demás características, las cuales se muestran a continuación en la **Tabla 29**.

Tabla 29. *Requerimientos del diseñador*

TIPO DE MEZCLA	Blanda
TNM	1"
SLUM	4"
f'c	280 kg/cm ²

Fuente: Elaboración propia

Se tuvo como base un concreto de f'c: 280 kg/cm², para luego en el procedimiento conseguir la resistencia requerida (f'cr), según los rangos impuestos por la ACI 211, indicados en la **Tabla 15**.

$$f'cr = f'c + 85$$

$$f'cr = 280 + 85$$

$$f'cr = 365 \text{ kg/cm}^2$$

Según la **Tabla 14**, se conocerá la cantidad de agua que va a tener la mezcla, esto dependerá del Tamaño Nominal máximo (TNM); el cual es casado de la **Tabla 23**, y el asentamiento indicado anteriormente en la **Tabla 29**.

$$\text{Peso del agua} = 193 \text{ kg}$$

Luego se estimó la relación agua cemento mediante la **Tabla 16**, haciendo una interpolación con los valores sacados en dicha tabla y puestas en la **Tabla 30**, para finalmente, calcular la cantidad de cemento.

Tabla 30. *Tabla para interpolación y obtención de la relación a/c.*

f'cr	A/C
350	0.48
365	X
400	0.43

Fuente: Elaboración propia

$$\frac{365-350}{365-400} = \frac{X-0.48}{X-0.43} \quad \Rightarrow \quad X = 0.47$$

$$\frac{A}{c} = 0.47 \quad \Rightarrow \quad \frac{193}{c} = 0.47 \quad \Rightarrow \quad C = 410.64 \text{ kg}$$

Con la **Fórmula N° 16** se calculó el porcentaje de cemento que entrará en toda la mezcla, que según el método de Bolomey este forma parte de los agregados según la **Gráfica 3**.

$$t_0 = \frac{410.64/3.12}{1025 - 193} \times 100$$

$$t_0 = 15.82 \%$$

Se procedió a efectuar el proporcionalamiento de los agregados, que dará como resultado una curva referencial del agregado óptimo para la mezcla; para ello, se emplea la **Fórmula N° 15** y la determinación del valor “A”, mediante la **Tabla 17**. Además, se tiene en cuenta el valor de “D”, el cual es de 1 ½ (tamaño máximo nominal).

Tabla 31. Resumen del porcentaje que pasa y módulo de finura según Bolomey

MALLA	1 1/2"	1"	3/4"	1/2"	3/8"	N° 4	N° 8	N° 16	N° 30	N° 50	N° 100
Y	100.00	84.04	74.52	63.23	56.50	43.72	34.65	28.31	23.92	20.72	18.46
MFB ₂	0.00	15.96	25.48	36.77	43.50	56.28	65.35	71.69	76.08	79.28	81.54

Fuente: Elaboración propia

En la tabla N° 31 se puede apreciar los valores de “MFB”, que determina el valor para un “D” igual a 1 ½, que será calculado empleando la fórmula de la **Figura 14**.

$$MFB_2 = \frac{15.96 + 25.48 + 36.77 + 43.5 + 56.28 + 65.35 + 71.69 + 76.08 + 79.28 + 81.54}{100}$$

$$MFB_2 = 5.52$$

De la misma manera se hace el módulo de finura de la curva Bolomey para un “D” igual a la **malla N°4**, esto se puede apreciar en la **Tabla 32**.

Tabla 32. Resumen del porcentaje que pasa y módulo de finura

MALLA	N° 4	N° 8	N° 16	N° 30	N° 50	N° 100
Y	100.00	79.26	64.76	54.71	47.39	42.22
MFB ₁	0.00	20.74	35.24	45.29	52.61	57.78

Fuente: Elaboración propia

$$MFB_1 = \frac{20.74 + 35.24 + 45.29 + 52.61 + 57.78}{100}$$

$$MFB_1 = 2.12$$

Para fines de diseño solo se emplea en valor del **MFB₂**, puesto que el valor de **MFB₁** es cuando se tiene más de dos materiales. Por otro lado, con estos datos se puede saber el porcentaje de agregado grueso y fino; para ello, se emplea las **Formula N° 17 y 18** teniendo en cuenta los siguientes datos:

$$MF_1 = 2.91 \quad (\text{Arena})$$

$$MF_2 = 7.64 \quad (\text{Grava})$$

$$t_1 = \frac{100(7.64 - 5.52) - 15.82\% * 7.64}{7.64 - 2.91} \quad t_1 = 44.56\%$$

$$t_2 = 100 - (15.82 + 44.56) \quad t_2 = 39.62\%$$

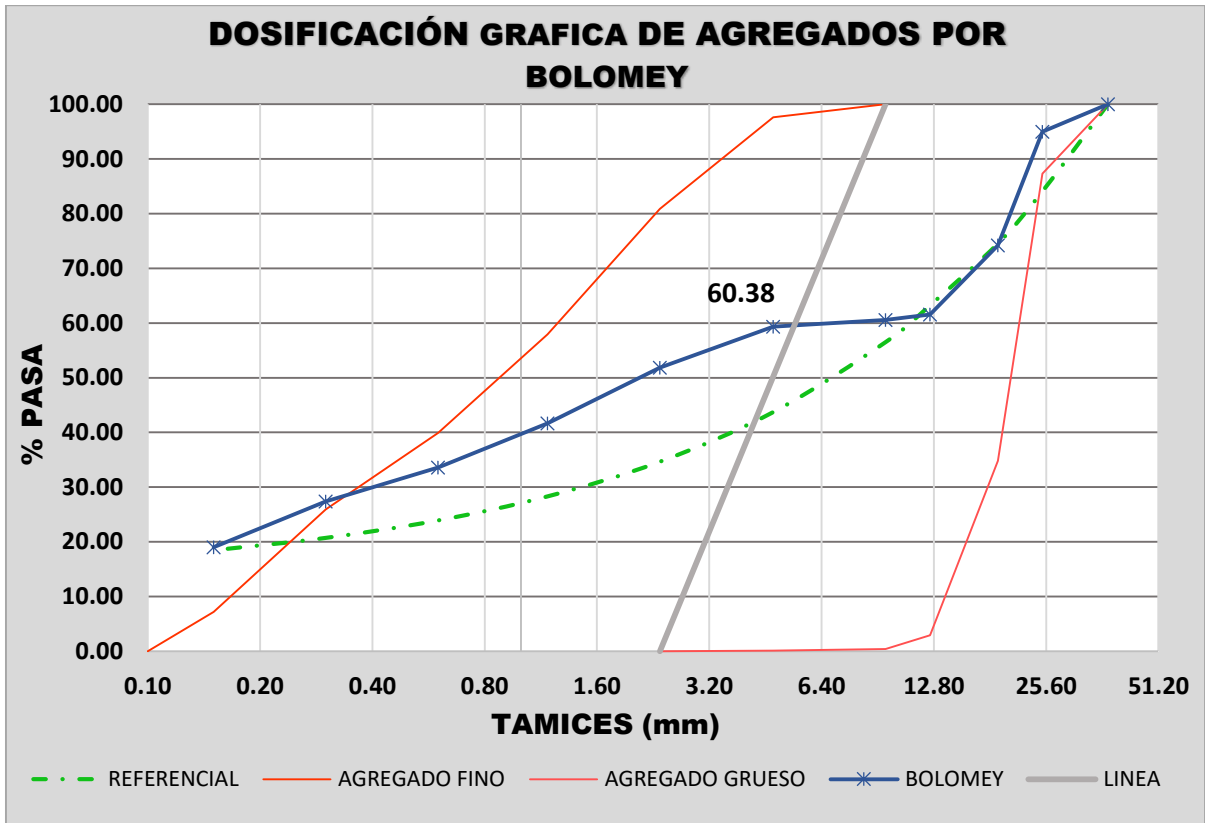
Con los datos de los porcentajes se procede a elaborar la Curva de Bolomey, que consta de una cantidad óptima de agregados, tal cual se puede visualizar en la **Gráfica 3** y presentados de manera breve en la **Tabla 33**.

Tabla 33. Porcentaje de los agregados según la curva de Bolomey

MALLA	AGREGADO			AGREGADO			BOLOMEY
	CEMENTO	ARENA	PIEDRA	CEMENTO	ARENA	PIEDRA	SUMA
	% PASA	% PASA	% PASA	15.82%	44.56%	39.62%	100.00%
1 1/2"	100.00	100.00	100.00	15.82	44.56	39.62	100.00
1"	100.00	100.00	87.29	15.82	44.56	34.58	94.96
3/4"	100.00	100.00	34.81	15.82	44.56	13.79	74.17
1/2"	100.00	100.00	2.92	15.82	44.56	1.16	61.54
3/8"	100.00	100.00	0.40	15.82	44.56	0.16	60.54
N° 4	100.00	97.58	0.12	15.82	43.48	0.05	59.35
N° 8	100.00	80.87	0.00	15.82	36.03	0.00	51.85
N° 16	100.00	57.94	0.00	15.82	25.82	0.00	41.64
N° 30	100.00	39.90	0.00	15.82	17.78	0.00	33.60
N° 50	100.00	25.94	0.00	15.82	11.56	0.00	27.38
N° 100	100.00	7.22	0.00	15.82	3.22	0.00	19.04

Fuente: Elaboración propia

Gráfica 3. Curva de Bolomey



Fuente: Elaboración propia

En la **Gráfica 3** se puede apreciar la línea de color verde, que es la representación del rango referencial que puede tener la mezcla con respecto a los agregados, esta es conseguida mediante la **Formula N° 15**; por otro lado, la línea azul representa la cantidad de agregado óptimo para la mezcla o también conocida como **curva de BOLOMEY**, mientras que la intersección de existe entre las dos curvas (Agregado fino y grueso) junto con la curva de bolomey, dan un punto de corte que indica el porcentaje de cada uno de los agregados (cemento + A. Fino y A. Grueso). Esto quiere decir que la suma del cemento (**15.82%**) y agregado fino (**44.56%**) da como resultado el valor puesto en la **Gráfica 3** (**60.38%**), mientras que para el agregado grueso es del **39.62%**.

Conociendo los porcentajes de cada uno de los agregados se calculó su peso para un metro cúbico.

$$\text{Peso del cemento} = 831.96 * 15.82\% * 3.12 = \mathbf{410.64 \text{ kg}}$$

$$\text{Peso de la Arena} = 831.96 * 44.56\% * 2.59 = \mathbf{960.17 \text{ kg}}$$

$$\text{Peso de la Piedra} = 831.96 * 39.62\% * 2.74 = \mathbf{903.17 \text{ kg}}$$

Corrección por humedad según la ACI 211.

$$\text{Agr. Fino} = 960.17 * (1 + 2.12\%) = \mathbf{980.53 \text{ kg}}$$

$$\text{Agr. Grueso} = 903.17 * (1 + 0.33\%) = \mathbf{906.15 \text{ kg}}$$

Aporte de agua.

$$\text{Agr. Fino} = 960.17 * (2.12\% - 1.36\%) = \mathbf{7.29 \text{ kg}}$$

$$\text{Agr. Grueso} = 903.17 * (0.33\% - 0.75) = \mathbf{-3.79 \text{ kg}}$$

$$\text{Agua efectiva} = \mathbf{193 - (7.29 + (-3.79)) = 189.5}$$

Dosificación:

<i>Agua</i>		<i>Cemento</i>		<i>Arena</i>		<i>Piedra</i>
189.5	:	410.64	:	965.04	:	891.81
0.46	:	1	:	2.35	:	2.17

Observación:

Para verificar si la dosificación de la mezcla era correcta se hicieron cuatro probetas, en donde se buscó identificar si la dosis era la correcta, la cual al final del proceso se llegó a una corrección y a una nueva dosificación.

Peso del cemento nuevo: 467 kg

Peso del agua: 224 Lt.

Dosificación:

<i>Agua</i>		<i>Cemento</i>		<i>Arena</i>		<i>Piedra</i>
0.47	:	1	:	1.69	:	1.83

Elaboración de vigas prismáticas según las NTP 339.033

El objetivo de esta norma es poder determinar las dimensiones del molde para la muestra a ensayar, después que se hayan realizado los ajustes para el diseño de mezcla.

Procedimiento para la elaboración de la viga

- Se emplea un molde que tenga dimensiones de 15 cm de alto y de ancho, con

un largo de 50 cm, teniendo como consideración que no puede exceder los 3 mm en el alto y ancho.

- Se escoge una varilla lisa para poder realizar el compactado del concreto, esto se puede constatar en la **Tabla 34**, en donde se especifica los requisitos.

Tabla 34: *Requisitos de la barra compactadora*

Diámetro del cilindro o ancho de la viga, mm	Disensiones de la varilla	
	Diámetro, mm	Longitud de la varilla, mm
< 150	10	300
150	16	500
225	16	650

*Tolerancia en la longitud, ± 100 mm. Tolerancia en el diámetro ± 2 mm.

Fuente: NTP 339.033

- Se determina el número de capas y cantidad de golpes por cada capa, según la **Tabla 35** y como indica la NTP 339.033, cuya cantidad de golpes en la viga es uno por cada 14 cm².

Tabla N° 35. *Número de capa según el tamaño de molde*

Tipo de espécimen y tamaño	Número de capas de igual altura	Número de golpes por capa
Cilindros: diámetro, mm		
100	2	25
150	3	25
225	4	50
Viga: ancho, mm		
150 a 200	2	cada 14 cm ²
mayor a 200	3 o más de igual altura, sin exceder 150 mm	cada 14 cm ³

Fuente: NTP 339.033

Aplicación del procedimiento de elaboración de las vigas

Se consiguió un molde con las dimensiones indicadas (15 cm x 15 cm x 50 cm) para luego realizar el mezclado de los agregados e incorporarlos en cada uno de estos moldes, el cual tiene que estar previamente mojado con una capa de petróleo para evitar que se pegue a los bordes, con la finalidad de poder conseguir las proporciones indicadas en la norma técnica peruana.



Figura 15. Elaboración de la mezcla para el vaciado en el molde.

Luego se vierte la mezcla en los moldes a dos capas cada una como indica la **Tabla 35** y se golpea con una varilla lisa con las características que se indicaron en la **Tabla 34**.



Figura 16. Proceso final de la elaboración de la viga

Ensayo de flexión con medida de deformación

Este ensayo se realizó con la norma **ASTM C1609**, cuya finalidad es poder medir la resistencia residual de un concreto con cantidades de fibra. Además, dicha norma permite medir esta cantidad por medio de mediciones en el pico máximo de ruptura, **P_L/600 (0.75mm)** y **P_L/150 (3 mm)**.

Los siguientes resultados obtenidos en base a la norma **ASTM C1609**, especifica las medidas para la determinación del esfuerzo máximo y sus derivados como; las cargas residuales post fisuradas.

Proceso para el ensayo

En la **Tabla 36** se detalla cada una de las vigas en los diferentes periodos de curado y su denominación para cada una, con la finalidad de poder entender la explicación de los resultados conseguidos. De la misma manera en la **Tabla 37** se puede apreciar las fechas en donde se llevó a cabo el vaciado para cada viga y su ensayo correspondiente; así como la dimensión de cada una.

Tabla 36. *Parámetros para el concreto ensayado*

TIPO DE VIGA	DOSIS	CURADO DEL COCNETO		
CONCRETO PATRÓN (CP)	8 kg/m ³	14 Días	21 Días	28 Días
C. MACROFIBRA SINTÉTICA (CM)		14 Días	21 Días	28 Días
C. MACROFIBRA RCICLADA (CR)		14 Días	21 Días	28 Días
C. FIBRA DE YUTE (CY)		14 Días	21 Días	28 Días

Fuente: Elaboración propia.

Tabla 37. *Dimensión y fecha de ensayo de las vigas*

TIPO	DIMENSIONES (mm)			DISTANCIA ENTRE APOYOS (mm)	Fecha de vaciado	fecha de ensayo
	ANCHO	ALTURA	LONGITUD			
CP	14D	150	155	500	22/04/2019	06/05/2019
	21D	155	155	500		13/05/2019
	28D	153	154	500		20/05/2019
CM	14D	150	155	500	24/04/2019	08/05/2019
	21D	154	154	500		15/05/2019
	28D	154	153	500		22/05/2019

CR	14D	152	155	500	450	25/04/2019	09/05/2019
	21D	154	154	500	450		16/05/2019
	28D	154	154	500	450		23/05/2019
CY	14D	154	154	500	450	21/05/2019	15/05/2019
	21D	156	157	500	450		22/05/2019
	28D	155	152	500	450		29/05/2019

Fuente: Elaboración propia

- Para realizar la ruptura de cada viga se tuvo emplear la **Máquina de Ensayo Uniaxial** en conjunto con un **Deformímetro** que se coloca por debajo de la viga; además, cabe mencionar que ambos aparatos están conectados a dos computadoras que captan la relación de **Carga vs Deflexión** cuando esta tendió a trabajar bajo flexión, tal como se puede verificar en la **Figura 17**.

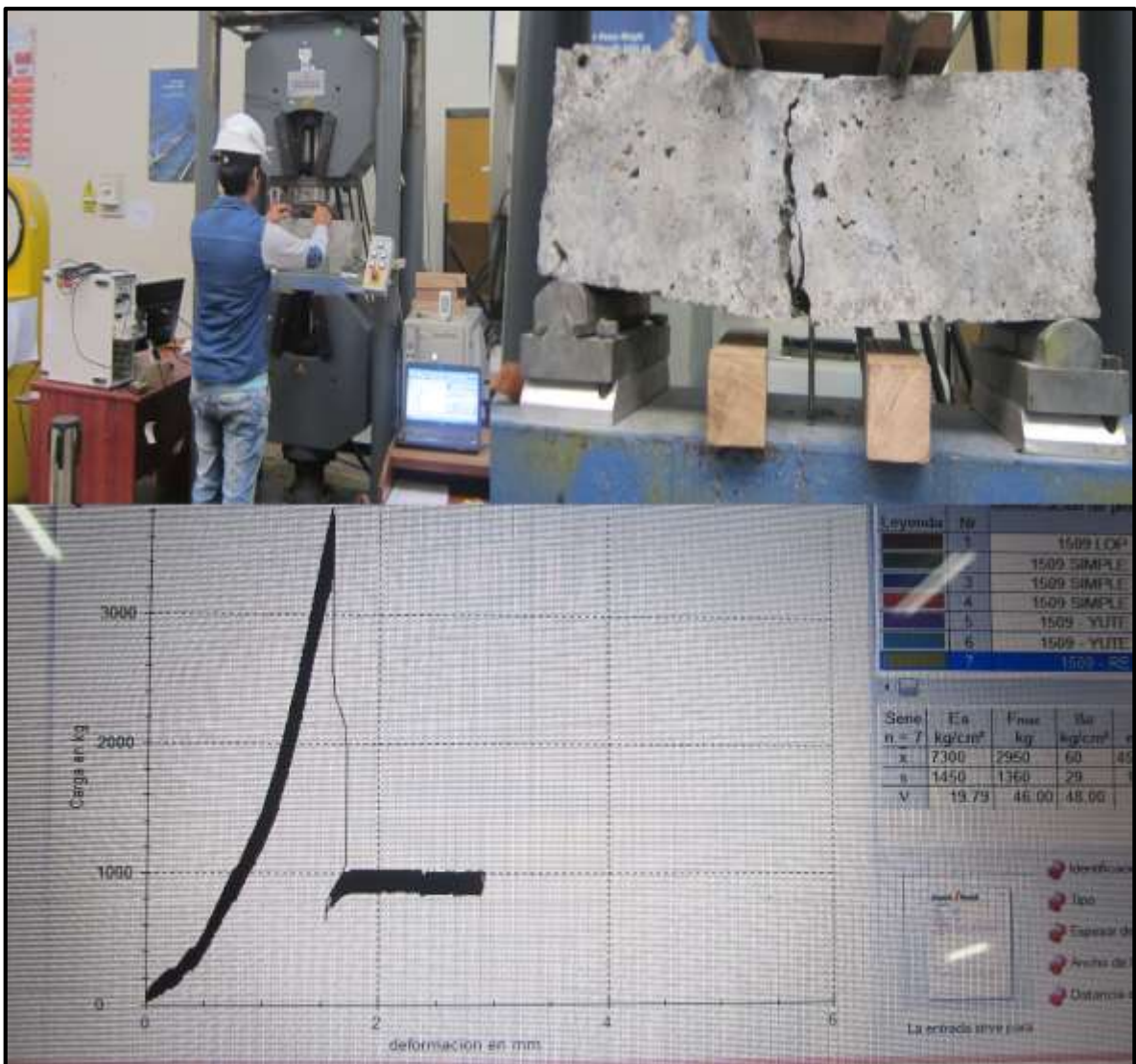


Figura 17. Descripción del ensayo a flexión con medida de deformación.

Luego de que se realizó el ensayo mediante la norma ASTM C1609, se empleó la norma técnica peruana NTP 339.078 para poder determinar la resistencia a la flexión a los tercios. En este paso, se hace lo siguiente:

- Se toman las medidas de la viga a ensayar (**Tabla 37**).
- Se verifica las características de la viga, como los días en que se ha vaciado y los días de curado (**Tabla 36 y 37**).
- Se traza una línea a los tercios para saber en parte se hace la fisura al momento de ejercer la carga (**Figura 18**).
- Se coloca los apoyos en los tercios de la viga.
- Según como se haya realizado la fisura se emplea las **Fórmulas 1 y 2**, ya sea cuando se encuentra en los rangos de los tercios o fuera de este.
- Finalmente se procede a la obtención de las gráficas y de su toma de valores a las distancias que me indica la norma ASTM las cuales son; en la carga máxima, 0.75 (si en el caso la carga máxima llega antes de esta medida) y 3 mm.



Figura 18. División de la viga en los tercios

2.6. Método de análisis de datos

El método de análisis de datos es la forma de saber cómo van a ser interpretados los datos obtenidos en cada uno de los ensayos hechos por el investigador y plasmarlo de forma entendible en la investigación. Por ello, el método será llevado a cabo según demanda la Norma Técnica Peruana (NTP) y la ASTM; impuesta para cada uno de los estudios realizados, así como para los resultados de los mismos.

Por ello, este análisis se dará a cabo mediante la interpretación de las curvas vistas en los resultados; las cuales serán interpretadas según las bases de cada norma, con la finalidad que cada una de estas sea pieza fundamental para la severidad de las hipótesis y cumplimiento de los objetivos, para luego llegar a una conclusión que denote la finalidad esencial de la investigación.

Cabe destacar que los resultados que se interpretarán en el capítulo tres de la tesis, será calculada por los ensayos realizados mediante el Laboratorio de Ensayo de Materiales de la UNI (LEM).

2.7. Aspectos éticos

En la presente investigación se empleó una gama de trabajos realizados anteriormente por otros autores, para ello, el autor de esta investigación respetó la autoría de los mismo; es decir, no alteró ni modificó los valores que son de gran importancia para esta investigación. Por otro lado, se da conocer el marco teórico que se puede aseverar debido a las fuentes en las cuales se pudo citar respetando la norma ISO, utilizada por la universidad para indicar el pensamiento válido de una idea impuesta por otros autores.

Por ello, el aspecto ético de esta presente investigación está basada en la honestidad de las fuentes en las cuales se ha ido trabajando a lo largo de este proceso; así mismo, del aporte que esta puede otorgar a los futuros investigadores de emplear una tesis con información confiable y cuya finalidad es de respetar las teorías que están relacionadas con el futuro desarrollo de la misma.

Por otro lado, el aporte que este podría tener para la sociedad y las futuras generaciones de ingenieros civiles es de suma importancia, puesto que con esta investigación se estaría contribuyendo a difundir la capacidad de este tipo de fibras, tanto las de la misma fábrica de Polystard; que es una empresa netamente peruana, como fibra la natural.

III. RESULTADOS

Concreto sin fibra

Denominado el concreto patrón, fue sometido al ensayo a flexión en periodos de curado de 14, 21 y 28 días, en donde se obtuvo los siguientes resultados

- **Concreto patrón (CP) 14 días de curado**

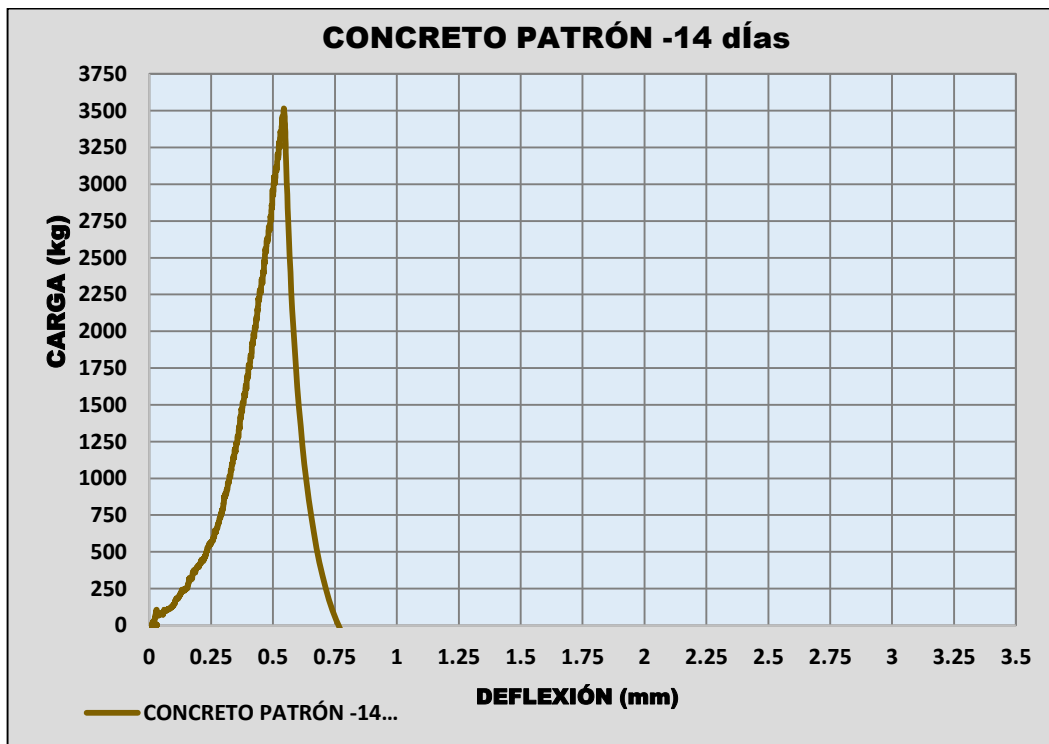
Tabla 38. Resistencia a flexión del C. Patrón a los 14 días con fibra de 8kg/m^3

TIPO	PICO MÁXIMO		RESISTENCIA (N/mm ²)	CARGA RESIDUAL (N)	RESISTENCIA RESIDUAL (MPA)
	CARGA (kg)	DEFLECCIÓN (mm)			
CP	3516.00	0.54	4.31	---	--

Fuente: Elaboración propia

En la **Tabla 38** y la **Gráfica 4**, se puede visualizar la cantidad de carga que puede soportar una viga de concreto con 14 días de curado. Adicionalmente a ello en este resultado se puede apreciar que soportó una carga de **3516.04 kg**, siendo este su pico más alto a **0.54 mm** de deformación, teniendo como resultado final una resistencia a la flexión de **4.31 N/mm²** y ninguna resistencia residual.

Gráfica 4. Curva de la viga ensayada a flexión sin fibra con un curado de 14 días



Fuente: Elaboración propia.

- **Concreto patrón (CP) 21 días de curado**

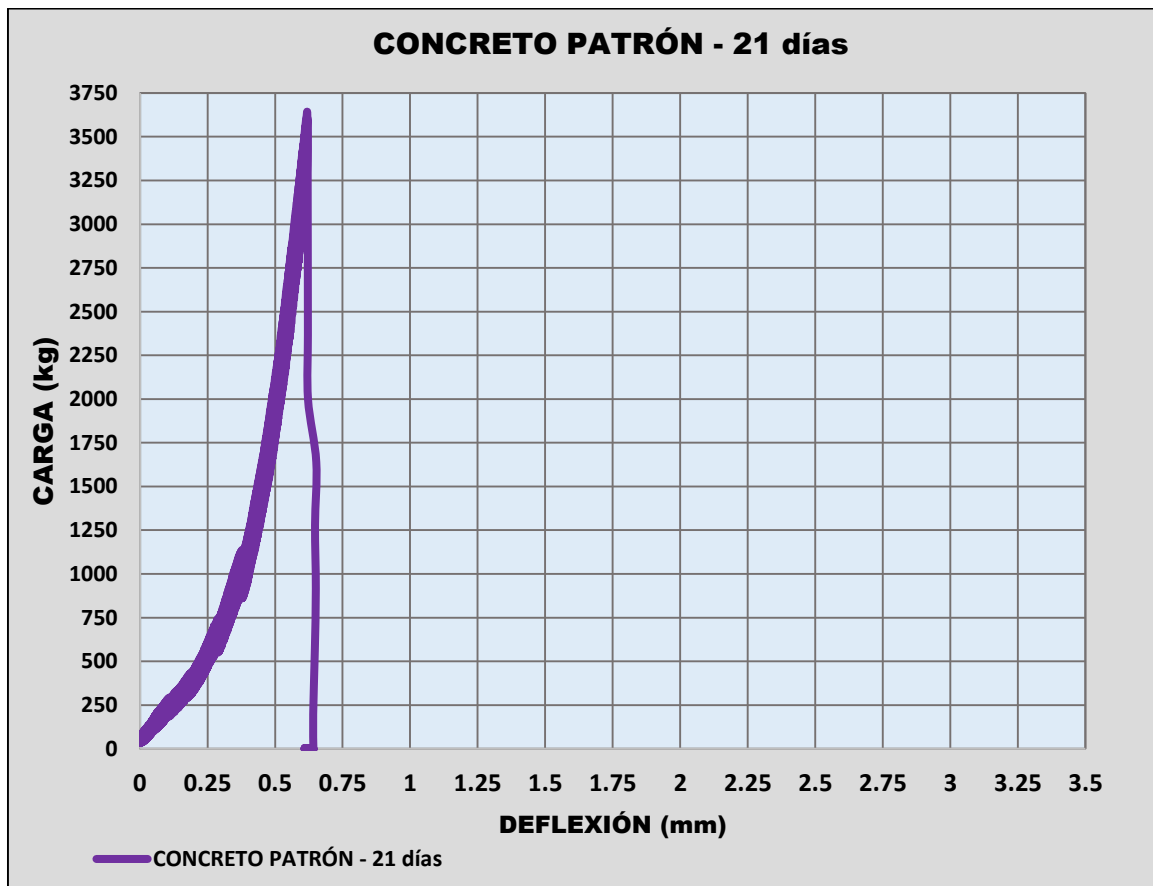
Tabla 39. Resistencia a flexión del C. Patrón a los 21 días con fibra de 8kg/m³

TIPO	PICO MÁXIMO		RESISTENCIA (N/mm ²)	CARGA RESIDUAL (N)	RESISTENCIA RESIDUAL (MPA)
	CARGA (kg)	DEFLEXIÓN (mm)			
CP	3643.00	0.62	4.32	---	--

Fuente: Elaboración propia

En la **Tabla 39** y la **Gráfica 5**, se puede visualizar carga que puede soportar la viga de concreto, teniendo como curado los 21 días. Adicionalmente a ello en este resultado se puede apreciar que el pico máximo fue de **3643.00 kg** con una deformación de **0.62 mm**, tendiendo como resultado final una resistencia a flexión de **4.32 N/mm²** y ninguna resistencia residual.

Gráfica 5. Curva de la viga ensayada a flexión sin fibra con un curado de 21 días



Fuente: Elaboración propia

- **Concreto patrón (CP) 28 días de curado**

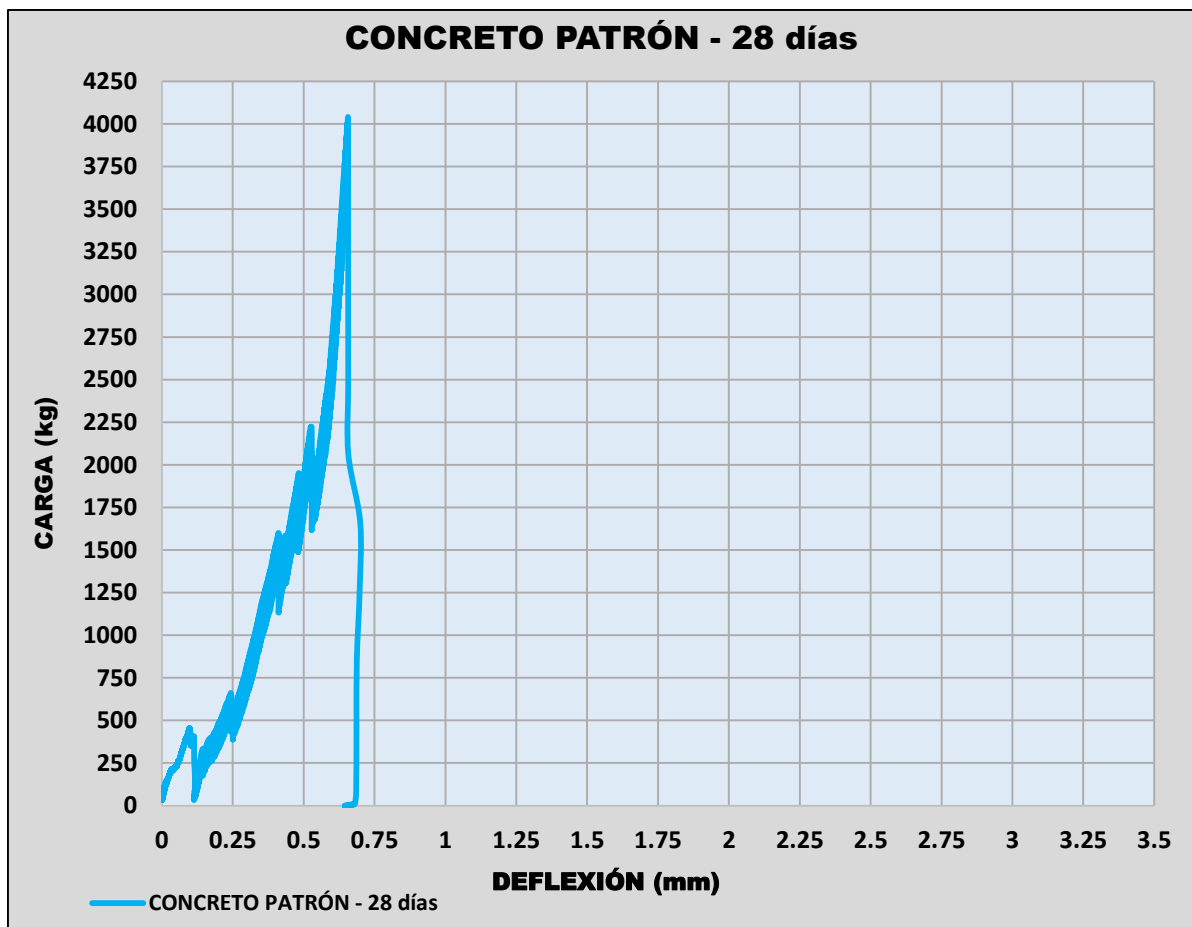
Tabla 40. Resistencia a flexión del C. Patrón a los 28 días con fibra de 8kg/m³

TIPO	PICO MÁXIMO		RESISTENCIA (N/mm ²)	CARGA RESIDUAL (N)	RESISTENCIA RESIDUAL (MPA)
	CARGA (kg)	DEFLECCIÓN (mm)			
CP	4041.00	0.65	4.91	---	--

Fuente: Elaboración propia

En la **Tabla 40** se puede apreciar la carga que puede soportar la viga de concreto a los 28 días de curado; que sería el límite de su resistencia tal como se presenta en el **Gráfico 6**. Además, en este resultado se puede apreciar que el pico máximo conseguido, el cual fue de **4041.00 kg** en una deformación de **0.65 mm**, tendiendo como resultado final una resistencia a la flexión de 4.91 N/mm² y ninguna resistencia residual.

Gráfica 6. Curva de la viga ensayada a flexión sin fibra con un curado de 21 días



Fuente: Elaboración propia

3.2.2. Concreto con fibra

Macrofibra sintética estructural

- **Concreto con macrofibra (CM) 14 días de curado**

Se incorporó una dosis como se indica en la **Tabla 36**, para lo cual se analizará la capacidad de poder resistir las cargas antes de fisurarse y después de la fisura.

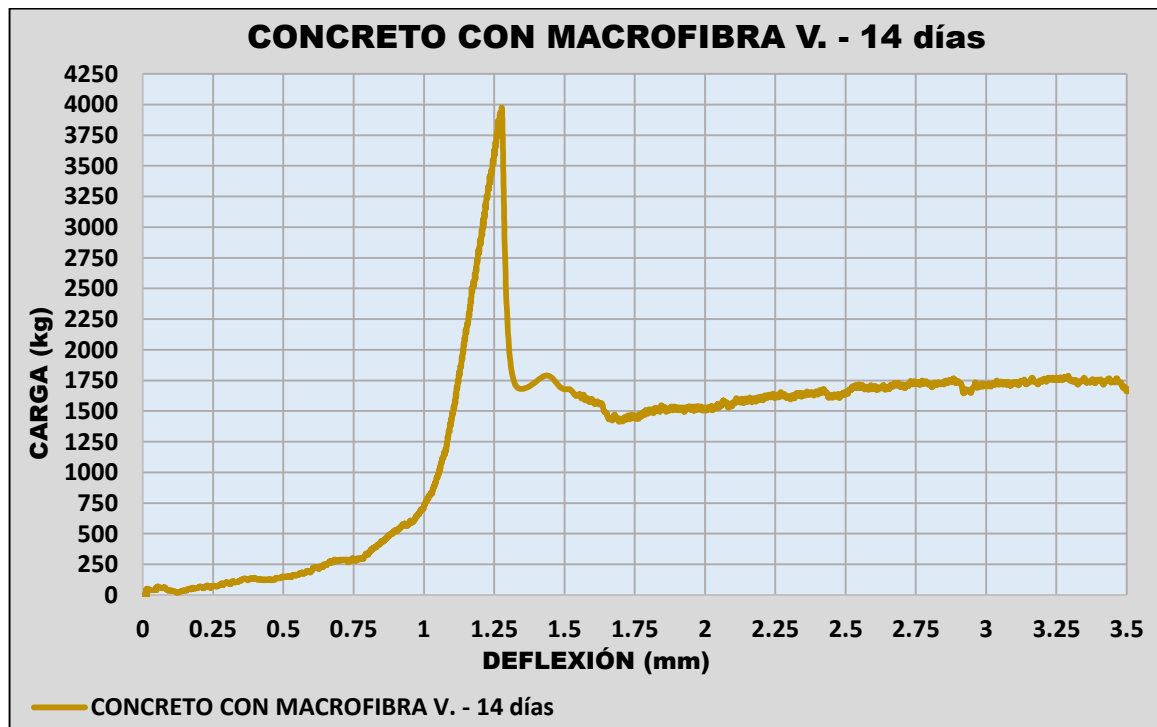
Tabla 41. Resistencia a flexión del CM a los 14 días con fibra de 8kg/m^3

TIPO	PICO MÁXIMO		RESISTENCIA (N/mm ²)	CARGA RESIDUAL (kg)	RESISTENCIA RESIDUAL (MPA)
	CARGA (kg)	DEFLEXIÓN (mm)		P _L /150	
CM	3976.20	1.28	4.87	1703.21	2.09

Fuente: Elaboración propia

En la **Tabla 41** se puede observar que la carga máxima del concreto con macrofibra fue de **3976.20 kg**, obteniendo una flecha de **1.28 mm**, tal como se aprecia en la **Gráfica 7** consiguiendo como resistencia en ese pico máximo un valor de **4.87 N/mm²**; por otro lado, luego de fisurarse se consiguió a una distancia de **3 mm (P_L/150)** una carga residual de **1703.21 kg**, lo cual representa una resistencia residual de **2.09 MPA** del CM.

Gráfica 7. CARGA vs DEFLEXIÓN de viga con CM a los 14 días de curado



Fuente: Elaboración propia

- **Concreto patrón 21 días de curado.**

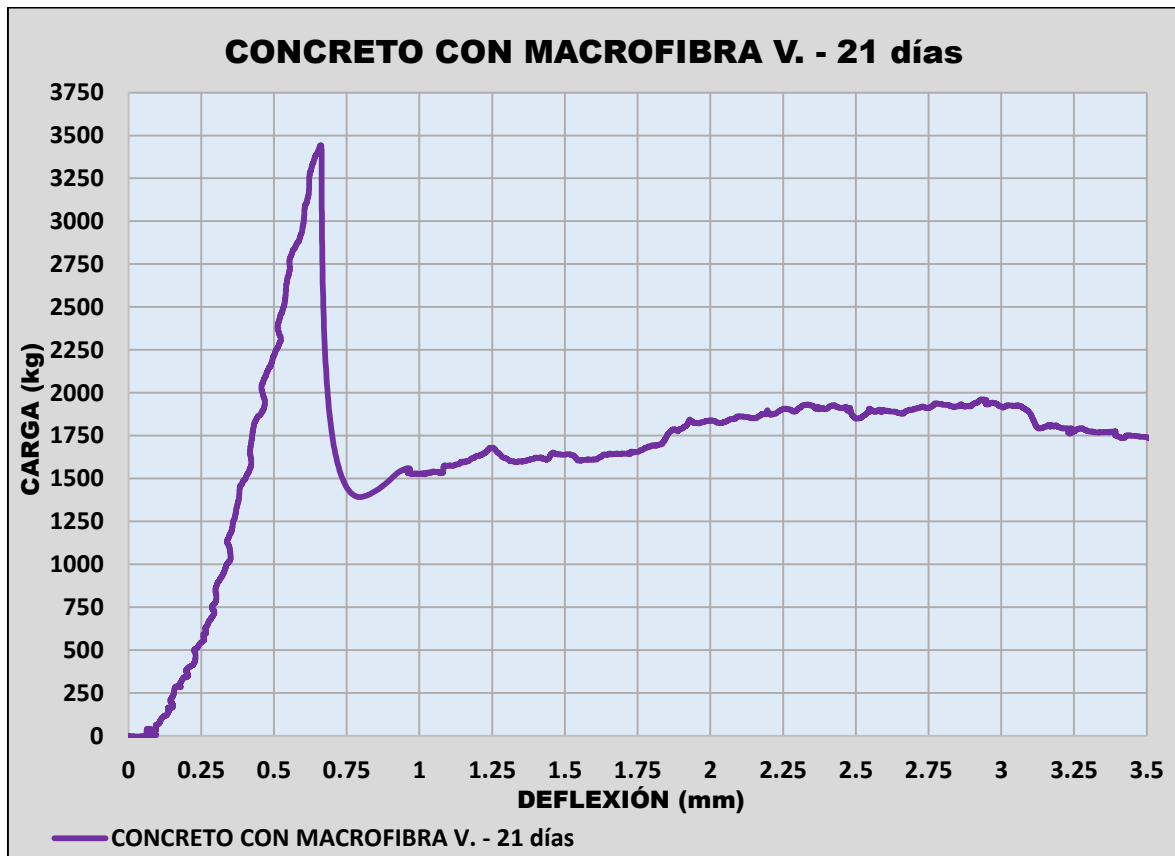
Tabla 42. Resistencia a flexión del CM a los 21 días con fibra de 8kg/m^3

TIPO	PICO MÁXIMO		RESISTENCIA (N/mm^2)	CARGA RESIDUAL (kg)	RESISTENCIA RESIDUAL (MPA)
	CARGA (kg)	DEFLECCIÓN (mm)		$P_L/150$	
CM	3443	0.66	4.16	1920	2.32

Fuente: Elaboración propia

En la **Tabla 42** se aprecia que la viga de CM a los 21 días de curado obtuvo una flecha de **0.66 mm**, que fue el punto en donde alcanzó su pico más alto; siendo este **3443 kg** de carga, y una resistencia a la flexión de **4.16 N/mm^2** . Así mismo, luego de la fisura este tiene a caer y recuperar una parte de su resistencia tal como se aprecia en la **Gráfica 8**, en donde a una deformación de **3 mm** ($P_L/150$) se consiguió una carga residual de **1920 kg**, indicando una resistencia residual de **2.32 MPA**.

Gráfica 8. CARGA vs DEFLECCIÓN de viga con CM a los 21 días de curado



Fuente: Elaboración propia

- **Concreto patrón 28 días de curado.**

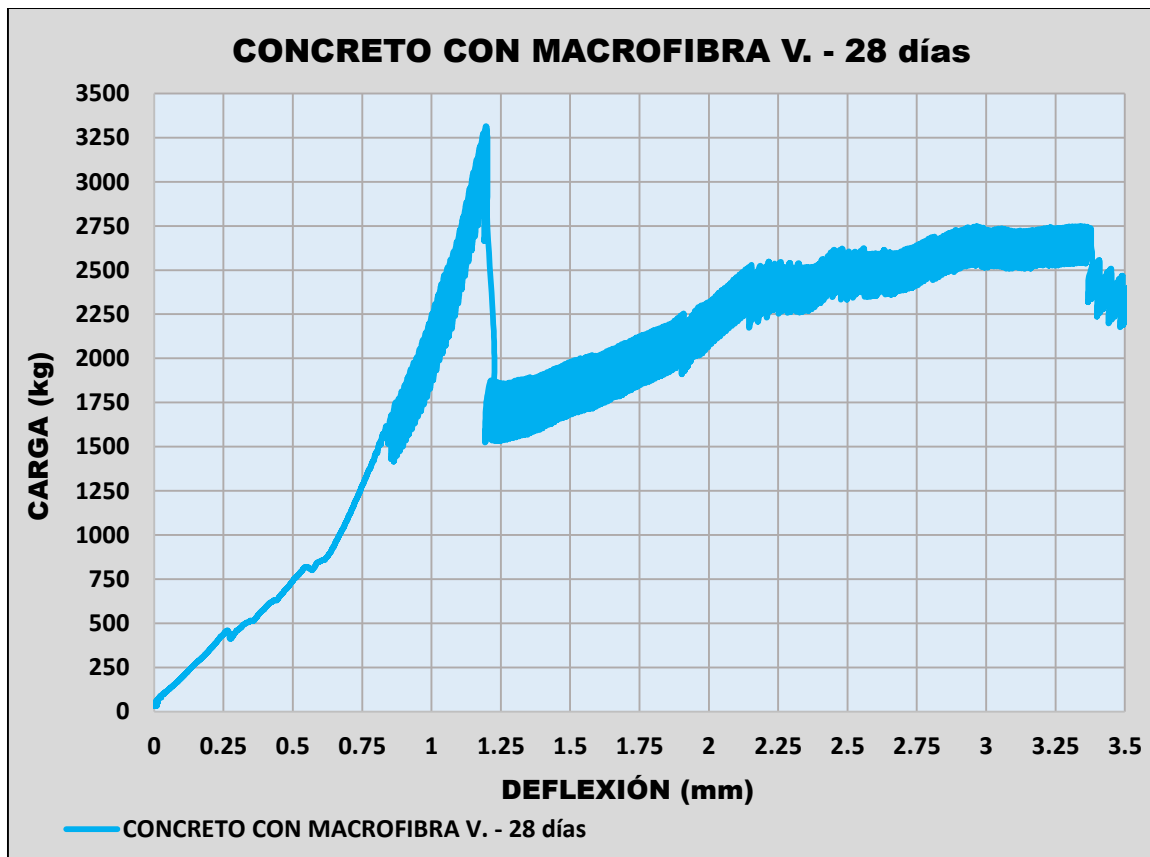
Tabla 43. Resistencia a flexión del CM a los 28 días con fibra de 8kg/m^3

TIPO	PICO MÁXIMO		RESISTENCIA (N/mm^2)	CARGA RESIDUAL (kg)	RESISTENCIA RESIDUAL (MPA)
	CARGA (kg)	DEFLECCIÓN (mm)		$P_L/150$	
CM	3293.10	1.22	4.03	2596.73	3.18

Fuente: Elaboración propia

En la **Tabla 43** se visualiza los resultados luego de haber ensayado la viga con CM a los 28 días, consiguiendo una deflexión de **1.22 m** como punto de quiebre ante una carga de **3293.10 kg**, que resulta de una resistencia a la flexión de **4.03 N/mm^2** . Así mismo, luego de la ruptura se nota una baja en la resistencia para luego por acción de las macrofibra conseguir un alza de **2596.73 kg** en una deformación de **3 mm**, que resulta una resistencia residual de **3.18 MPA**.

Gráfica 9. CARGA vs DEFLECCIÓN de viga con CM a los 28 días de curado



Fuente: Elaboración propia

Macrofibra sintética estructural Reciclada

Se sometió a una fuerza a tensión durante los días de curados, con la finalidad de poder conocer la variación de su resistencia en una CR con una dosis de 8 kg/m^3 .

- **Concreto con macrofibra reciclada (CR) 14 días de curado**

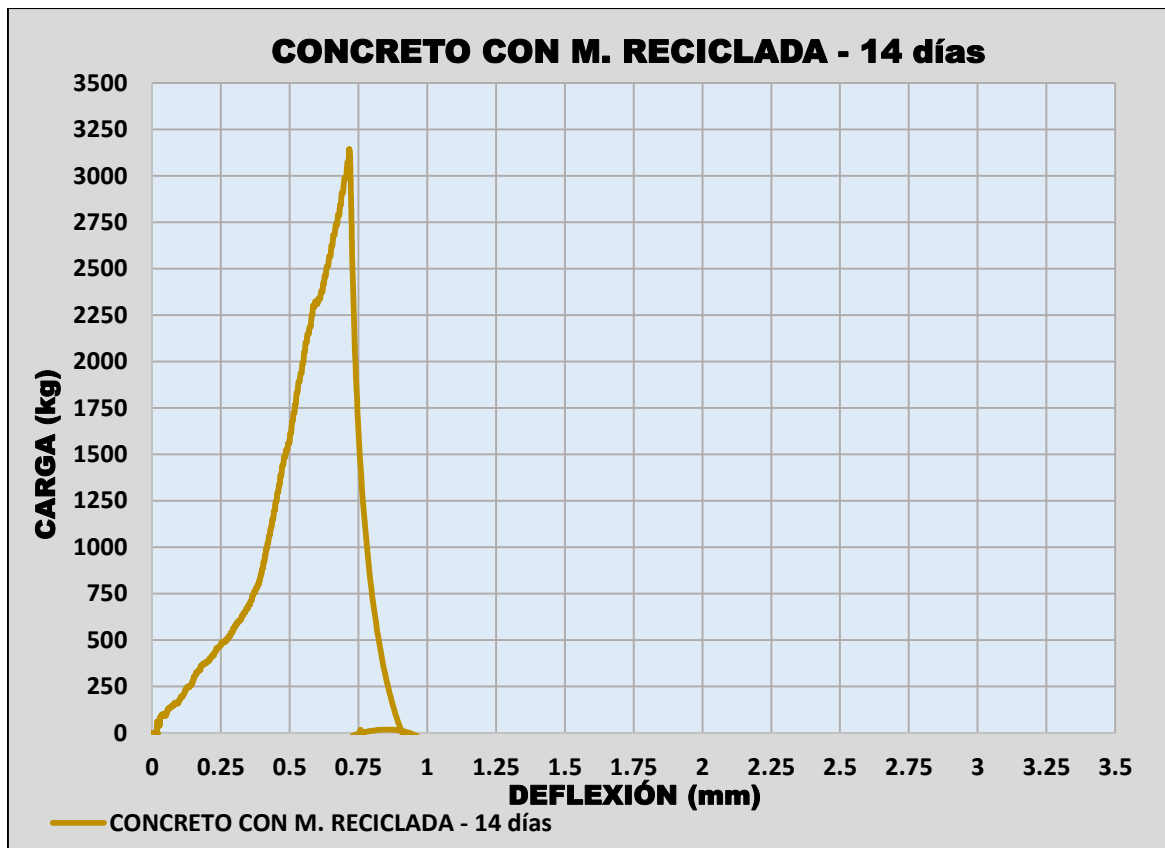
Tabla 44. Resistencia a flexión del CR a los 14 días con fibra de 8 kg/m^3

TIPO	PICO MÁXIMO		RESISTENCIA (N/mm ²)	CARGA RESIDUAL (kg)	RESISTENCIA RESIDUAL (MPA)
	CARGA (kg)	DEFLEXIÓN (mm)		PL/150	
CR	3142.27	0.72	3.80	---	---

Fuente: Elaboración propia

En la **Tabla 44** se aprecia que no existe resistencia residual con la viga curada a los 14 días con este tipo de fibra; sin embargo, se puede ver en la **Gráfica 10** que se consiguió un pique de carga de **3142.27 kg** a una deflexión de **0.72 mm**, que teniendo una resistencia a la flexión de **3.80 N/mm²**.

Gráfica 10. CARGA vs DEFLEXIÓN de viga con CR a los 14 días de curado



Fuente: Elaboración propia

- **Concreto con macrofibra reciclada (CR) 21 días de curado**

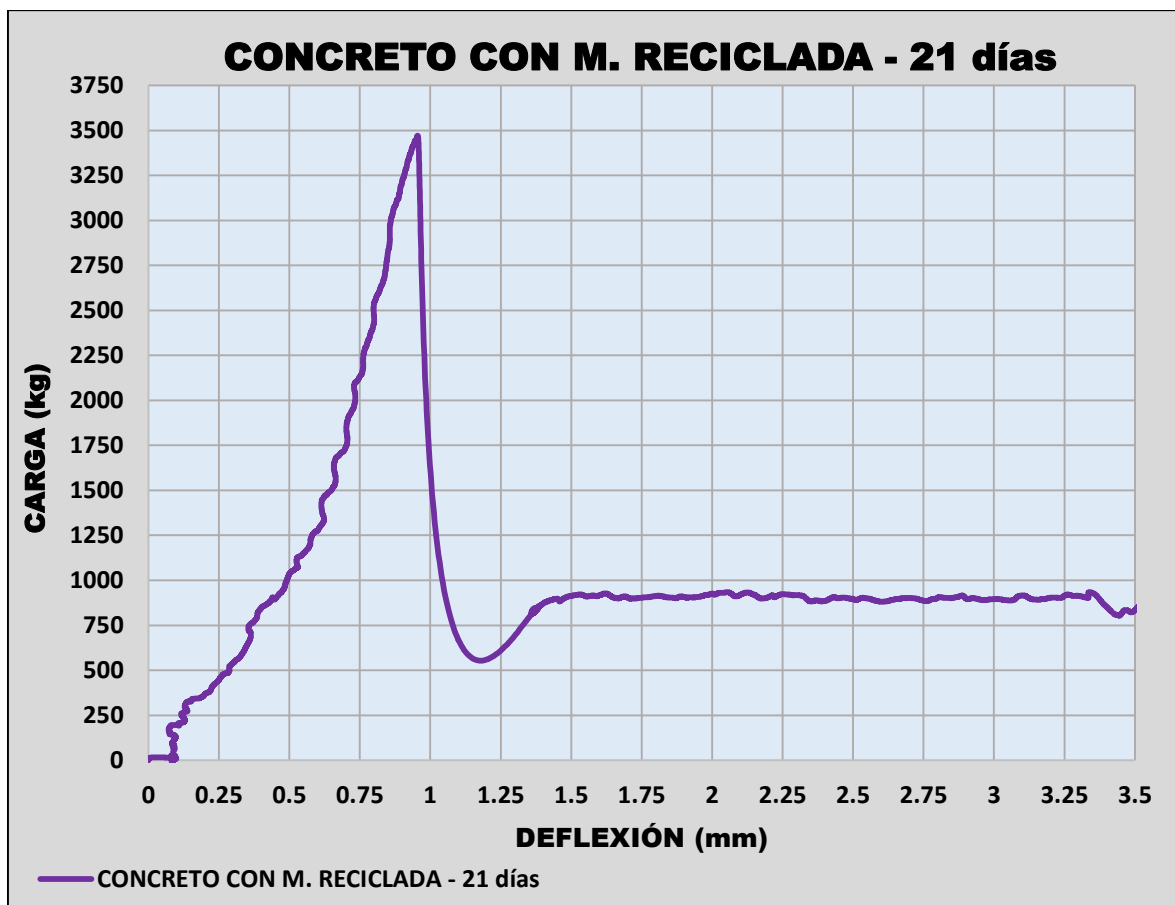
Tabla 45. Resistencia a flexión del CR a los 21 días con fibra de 8kg/m³

TIPO	PICO MÁXIMO		RESISTENCIA (N/mm ²)	CARGA RESIDUAL (kg)	RESISTENCIA RESIDUAL (MPA)
	CARGA (kg)	DEFLEXIÓN (mm)		P _L /150	
CR	3471.72	0.96	4.19	894.50	1.08

Fuente: Elaboración propia

En la **Tabla 45** se puede verificar que a los 21 días de curado de la viga de **CR** se logra obtener una resistencia residual de 1.08 MPA; proveniente de la fisura ante una carga de **3471.72 kg** a una flecha de **0.96 mm** que se tuvo como resistencia a flexión de **4.19 N/mm²**. Así mismo, en la **Gráfica 11** se observa que la carga residual en una deformación de 3mm es de 894.50 kg, consiguiendo la resistencia residual anteriormente indicada.

Gráfica 11. CARGA vs DEFLEXIÓN de viga con CR a los 21 días de curado



Fuente: Elaboración propia

- **Concreto con macrofibra reciclada (CR) 28 días de curado**

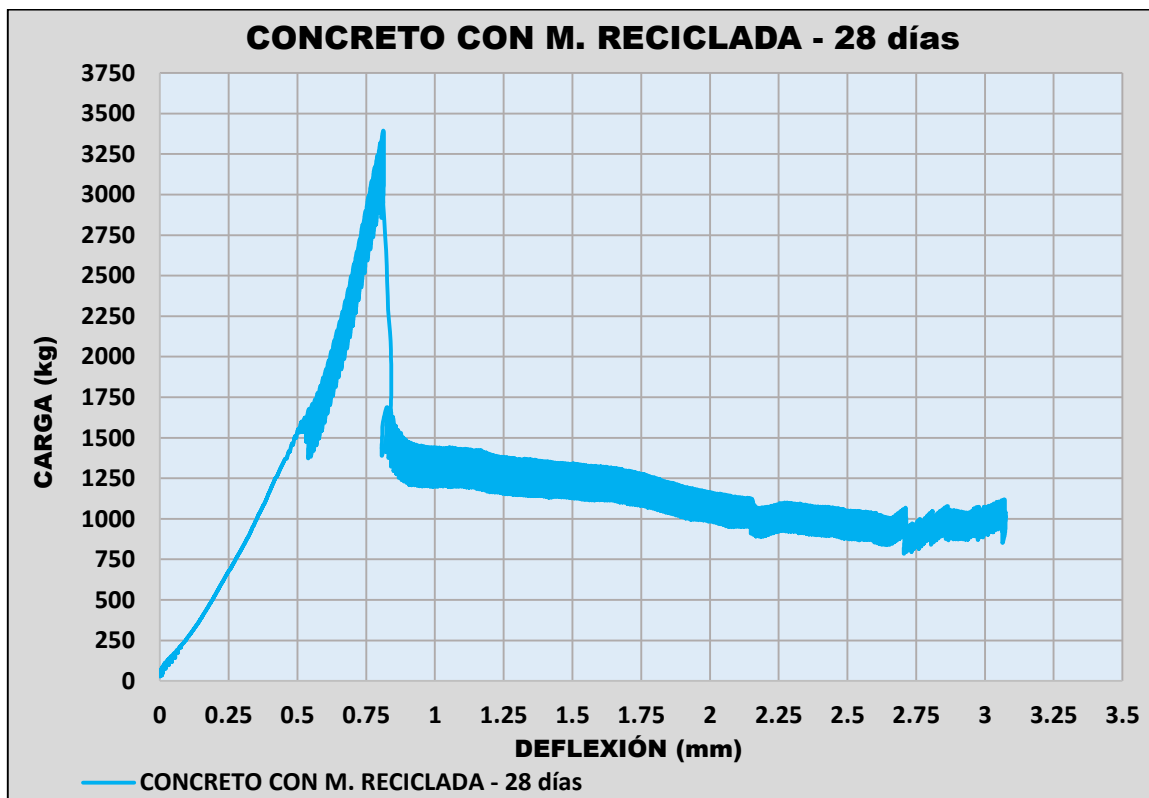
Tabla 46. Resistencia a flexión del CR a los 28 días con fibra de 8kg/m^3

TIPO	PICO MÁXIMO		RESISTENCIA (N/mm^2)	CARGA RESIDUAL (kg)	RESISTENCIA RESIDUAL (MPA)
	CARGA (kg)	DEFLEXIÓN (mm)		$P_L/150$	
CR	3364.40	0.77	4.07	1146.84	1.39

Fuente: Elaboración propia

En la **Tabla N° 46** se puede verificar que la carga en donde alcanza el punto máximo de ruptura es de **3364.40 kg** en una deformación de **0.77 mm**, lo que quiere decir que soporta una resistencia a la flexión de **4.07 N/mm^2** ; para luego caer, y por medio de la adición de la macrofibra reciclada se aprecia en la **Gráfica N° 12** una constante resistencia, cuya lectura a 3 mm es de **1146.84 kg**; lo que se interpreta que tiene una resistencia residual de **1.39 MPA**.

Gráfica 12. CARGA vs DEFLEXIÓN de viga con CR a los 28 días de curado



Fuente: Elaboración propia

Fibra de yute

Se sometió un ensayo a flexión según los días de curados, con la finalidad de poder conocer la variación de su resistencia en una CY con una dosis de 8 kg/m^3 .

- **Concreto con Yute (CY) 14 días de curado**

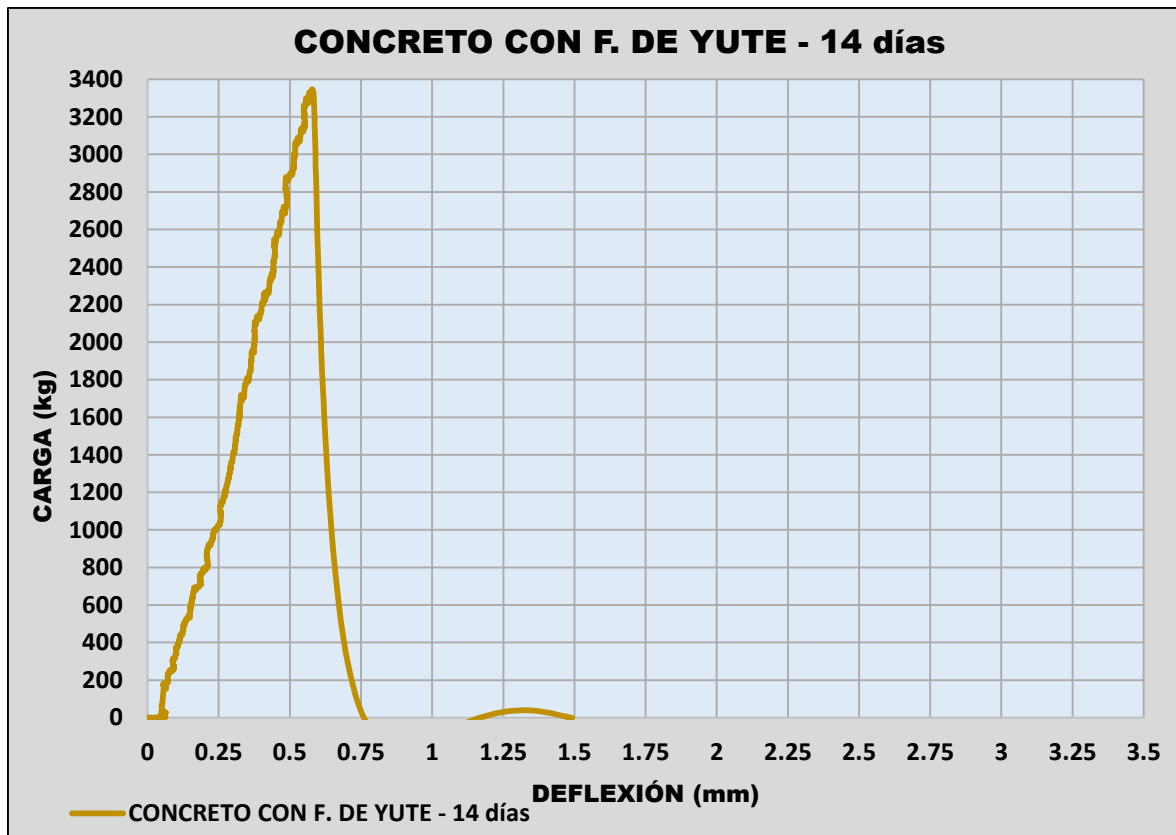
Tabla 47. Resistencia a flexión del CY a los 14 días con fibra de 8 kg/m^3

TIPO	PICO MÁXIMO		RESISTENCIA (N/mm^2)	CARGA RESIDUAL (kg)	RESISTENCIA RESIDUAL (MPA)
	CARGA (kg)	DEFLECCIÓN (mm)		PL/150	
CY	3347.14	0.58	4.04	---	---

Fuente: Elaboración propia

Se observa en la **Tabla 47** que la viga de CY no cuenta con resistencia residual a un periodo de curado de 14 días; sin embargo, se puede visualizar en la **Gráfica 13** que existe una ruptura máxima de **3347.14 kg** ante **0.58 mm** de deformación, lo que significa que esta tiene a romperse con una resistencia a la flexión de **4.04 N/mm^2** .

Gráfica 13. CARGA vs DEFLECCIÓN de viga con CR a los 14 días de curado



Fuente: Elaboración propia

- **Concreto con Yute (CY) 21 días de curado**

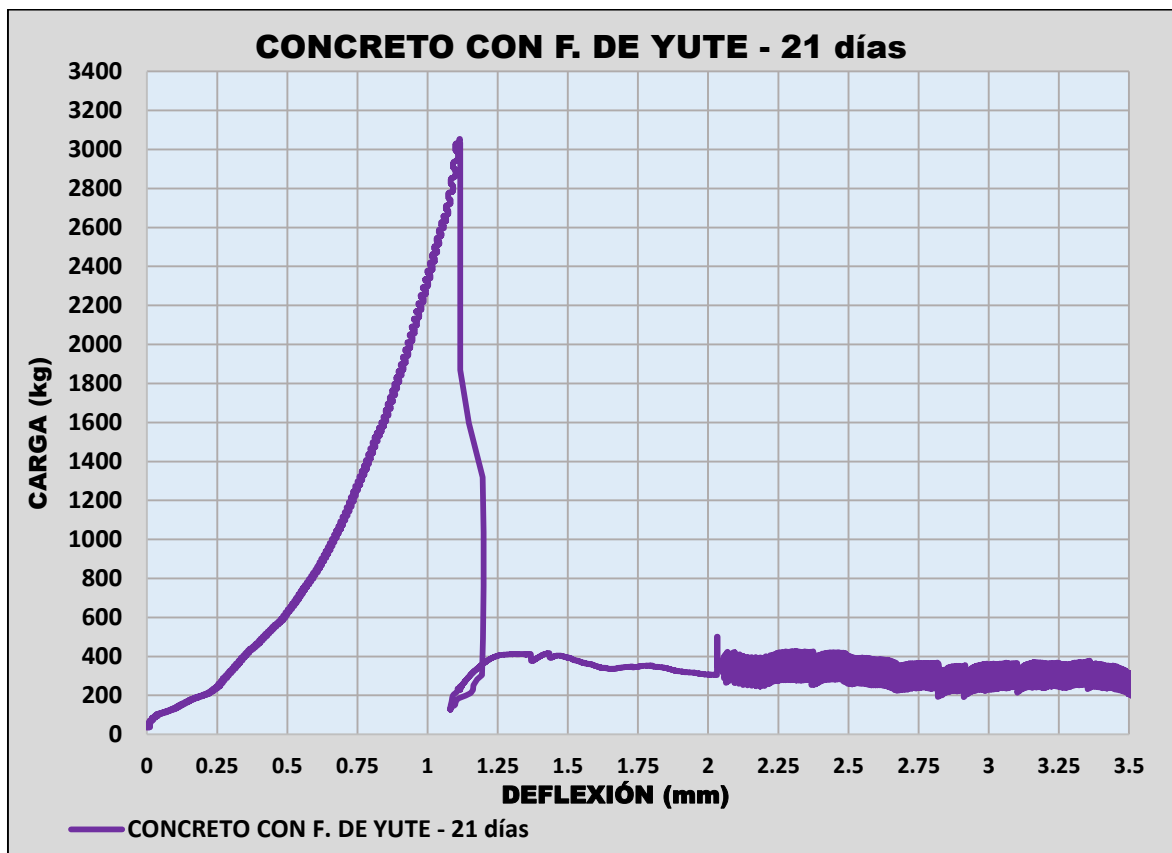
Tabla 48. Resistencia a flexión del CY a los 21 días con fibra de 8kg/m^3

TIPO	PICO MÁXIMO		RESISTENCIA (N/mm^2)	CARGA RESIDUAL (kg)	RESISTENCIA RESIDUAL (MPA)
	CARGA (kg)	DEFLEXIÓN (mm)		$P_L/150$	
CY	3053.99	1.12	3.50	392.50	0.45

Fuente: Elaboración propia

En la **Tabla 48** se puede verificar que la carga máxima conseguida en la viga de CY es de **3053.99 kg** con una deflexión de **1.12 mm**, que indica tiene una resistencia de **3.50 N/mm^2** antes de poder fisurarse. Así mismo, en la **Gráfica 14** se puede visualizar que esta viga a los 21 días de curado logró obtener una carga residual de **392.50 kg** en una deformación de **3 mm**, lo cual determina que a esa deformación luego de fisurarse se consiguió una resistencia residual de **0.45 MPA**.

Gráfica 14. CARGA vs DEFLEXIÓN de viga con CR a los 21 días de curado



Fuente: Elaboración propia

- **Concreto con Yute (CY) 28 días de curado**

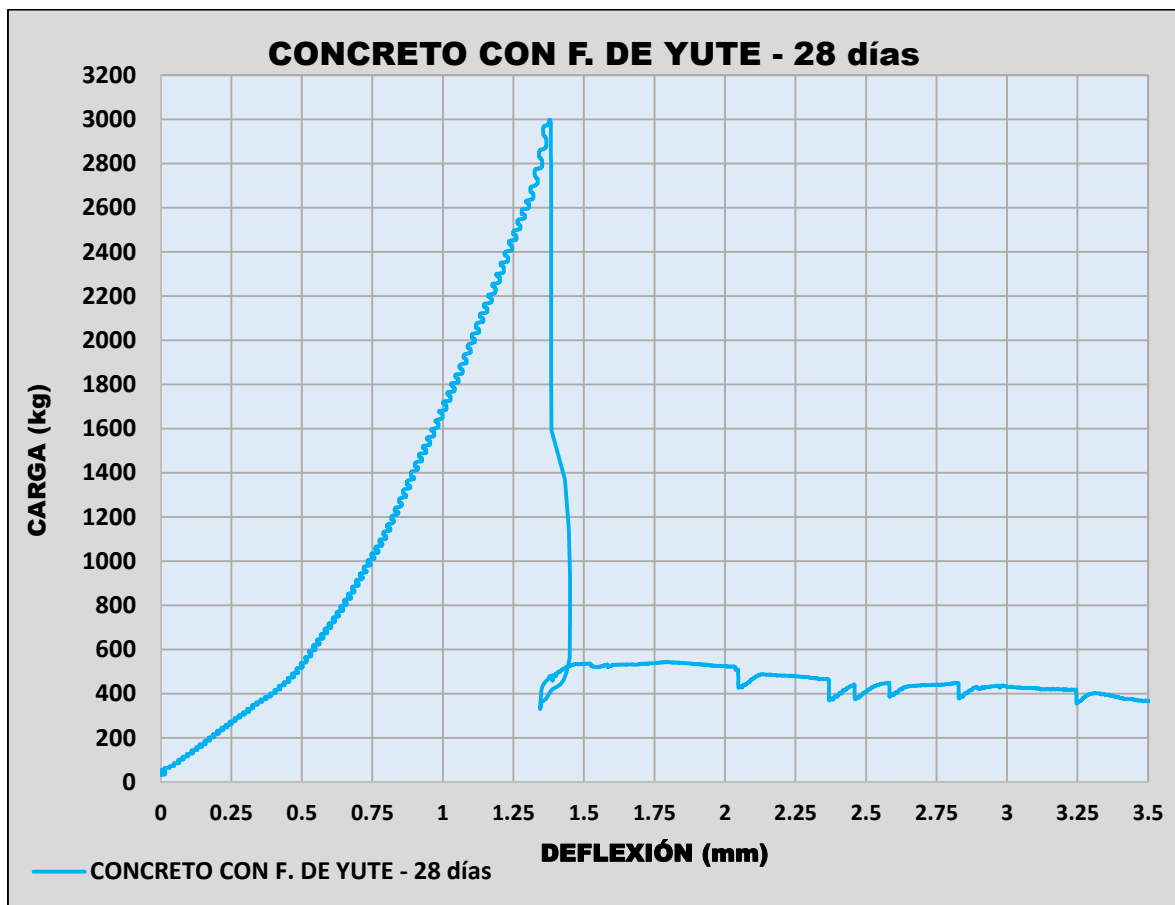
Tabla 49. Resistencia a flexión del CY a los 28 días con- fibra de 8kg/m³

TIPO	PICO MÁXIMO		RESISTENCIA (N/mm ²)	CARGA RESIDUAL (kg)	RESISTENCIA RESIDUAL (MPA)
	CARGA (kg)	DEFLEXIÓN (mm)		P _L /150	
CY	2997.67	0.95	3.69	448.00	0.55

Fuente: Elaboración propia

En la **Tabla 49** se puede verificar que la viga de CY curado a 28 días logró tener una carga máxima de **2997.67 kg** con una flecha de **0.95 mm**, lo cual indica que tiene una resistencia a la flexión de **3.96 N/mm²**. Por otro lado, cuando ocurre la primera fisura la carga disminuye, y nuevamente inicia un pique de resistencia tal como se puede verificar en la **Gráfica 15** que medido a 3 mm de la deformación hay una carga residual de **448.0 kg**, lo cual indica que la resistencia residual de la viga de CY es de **0.55 MPA**.

Gráfica 15. CARGA vs DEFLEXIÓN de viga con CY a los 28 días de curado



Fuente: Elaboración propia

Evaluación de la capacidad de resistencia residual del concreto con fibra

En este análisis se tomará en cuenta los datos anteriormente indicados con la finalidad de poder analizar la variación de cada uno de los valores conseguidos en el ensayo a flexión.

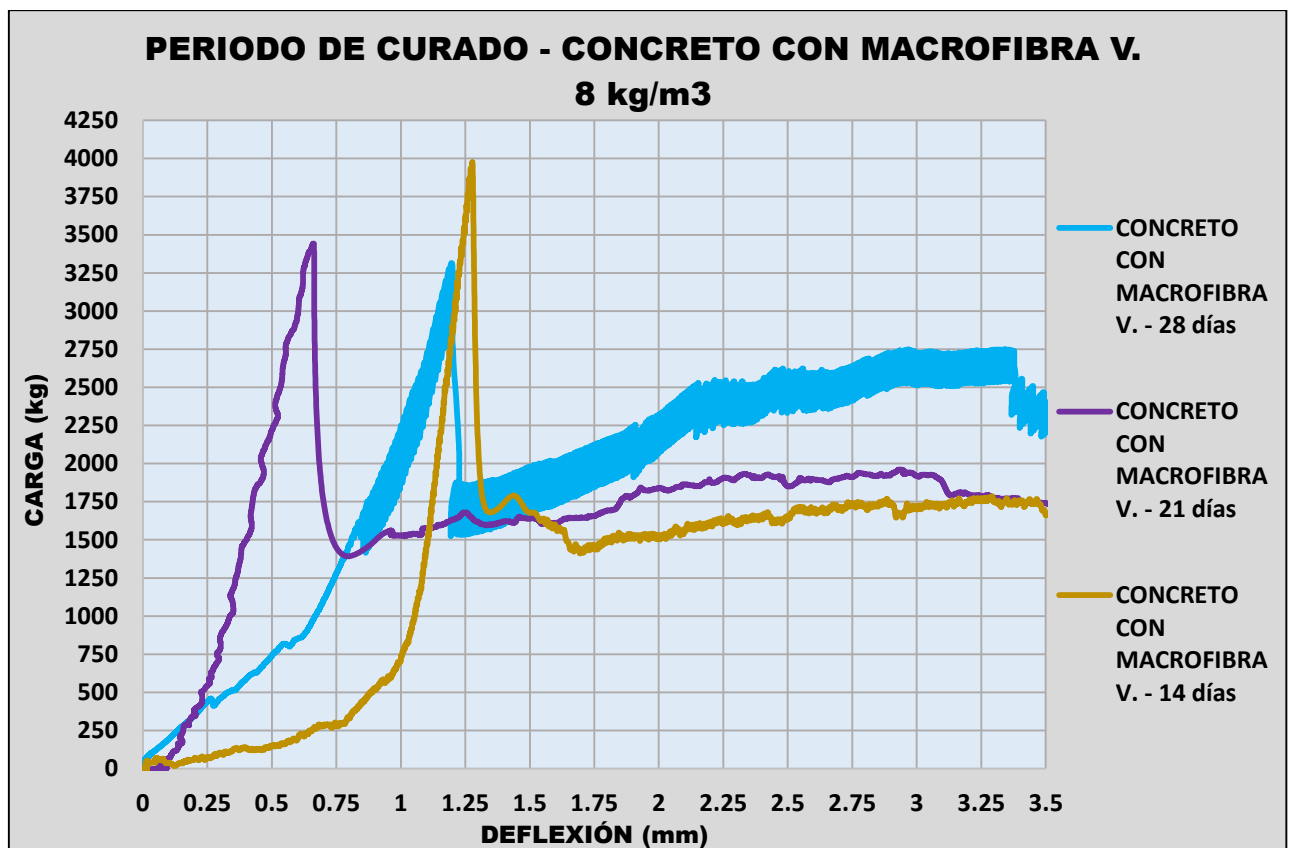
Evaluación del concreto con Macrofibra sintética (CM) por periodo de curado

Tabla 50. Variación de la resistencia residual según los días de curado en CM

TIPO	PICO MÁXIMO		RESISTENCIA (N/mm ²)	CARGA RESIDUAL (PL/150)	RESISTANCIA RESIDUAL (Mpa)
	CARGA (kg)	DEFLECCIÓN (mm)			
CM-14D	3976.2	1.28	4.87	1703.21	2.09
CM-21D	3443	0.66	4.16	1920	2.32
CM-28D	3293.1	1.22	4.03	2596.73	3.18

Fuente: Elaboración propia

Gráfica 16. Comparación de la R. Residual de la Macrofibra



Fuente: Elaboración propia

Según los datos indicados en la **Tabla 50**; conseguidos en el ensayo, se puede verificar que la resistencia residual del CM asciende mediante pasa el periodo de curado, donde se obtuvo una resistencia residual mayor de **3.18 N/mm²** con una carga residual de

2596.73 kg, que representa un aumento del 52.15% para la muestra CM-14D y 37.07% más para la muestra CM-21D.

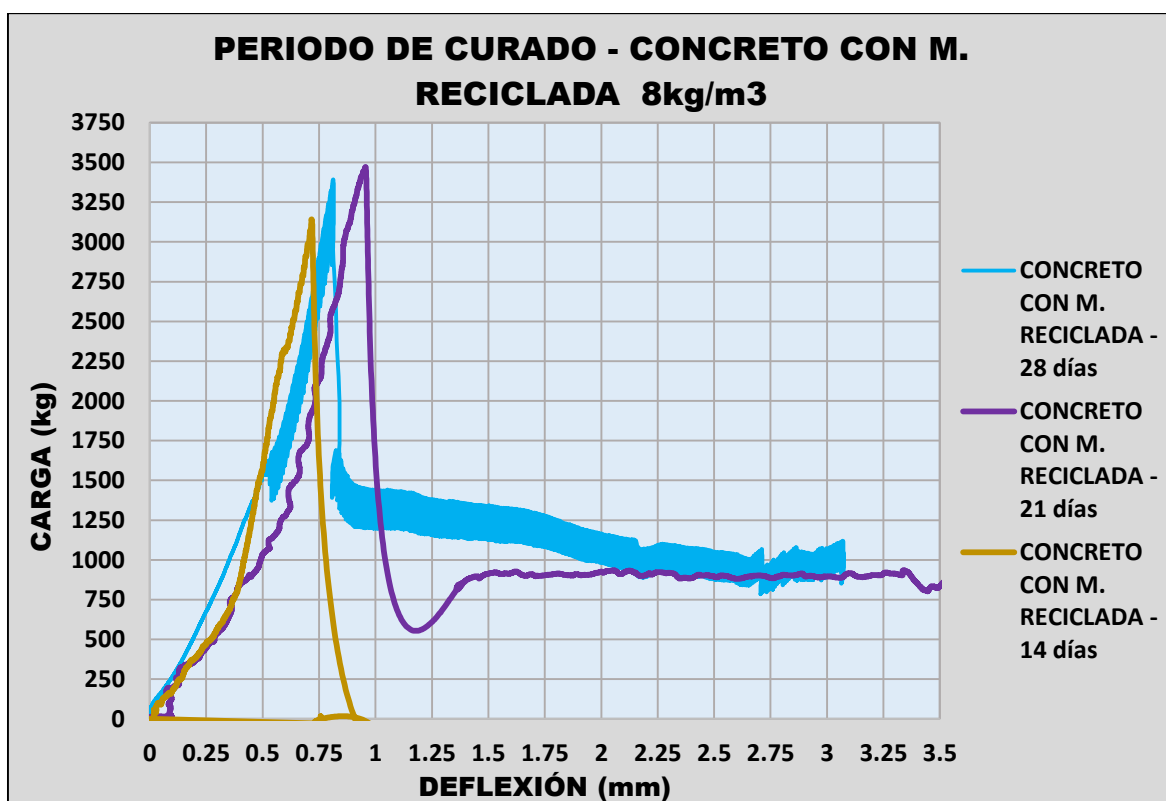
Evaluación del concreto con Macrofibra Resiclada (CR) por periodo de curado

Tabla 51. Variación de la resistencia residual según los días de curado en CR

TIPO	PICO MÁXIMO		RESISTENCIA (N/mm ²)	CARGA RESIDUAL (PL/150)	RESISTANCIA RESIDUAL (Mpa)
	CARGA (kg)	DEFLECCIÓN (mm)			
CR-14D	3142.27	0.72	3.8	---	---
CR-21D	3471.72	0.96	4.19	894.5	1.08
CR-28D	3364.4	0.77	4.07	1146.84	1.39

Fuente: Elaboración propia

Tabla 17. Comparación de la R. Residual de la Macrofibra reciclada



Fuente: Elaboración propia

Para el CR se consiguió una mejora en la resistencia residual (R.R), que aumentó según los días de curado en los cuales se analizó y se muestran en la **Tabla 51**, teniendo inicialmente ningún tipo de resistencia a los 14 días y posteriormente una R.R de **1.08 Mpa** a los 21 días y **1.39 Mpa** a los 28 días como se visualiza en la **Gráfica 17**, demostrando una variación del **22.30%** más para la R.R de **CR-28D**.

Evaluación del concreto con fibra de Yute (CY) por periodo de curado

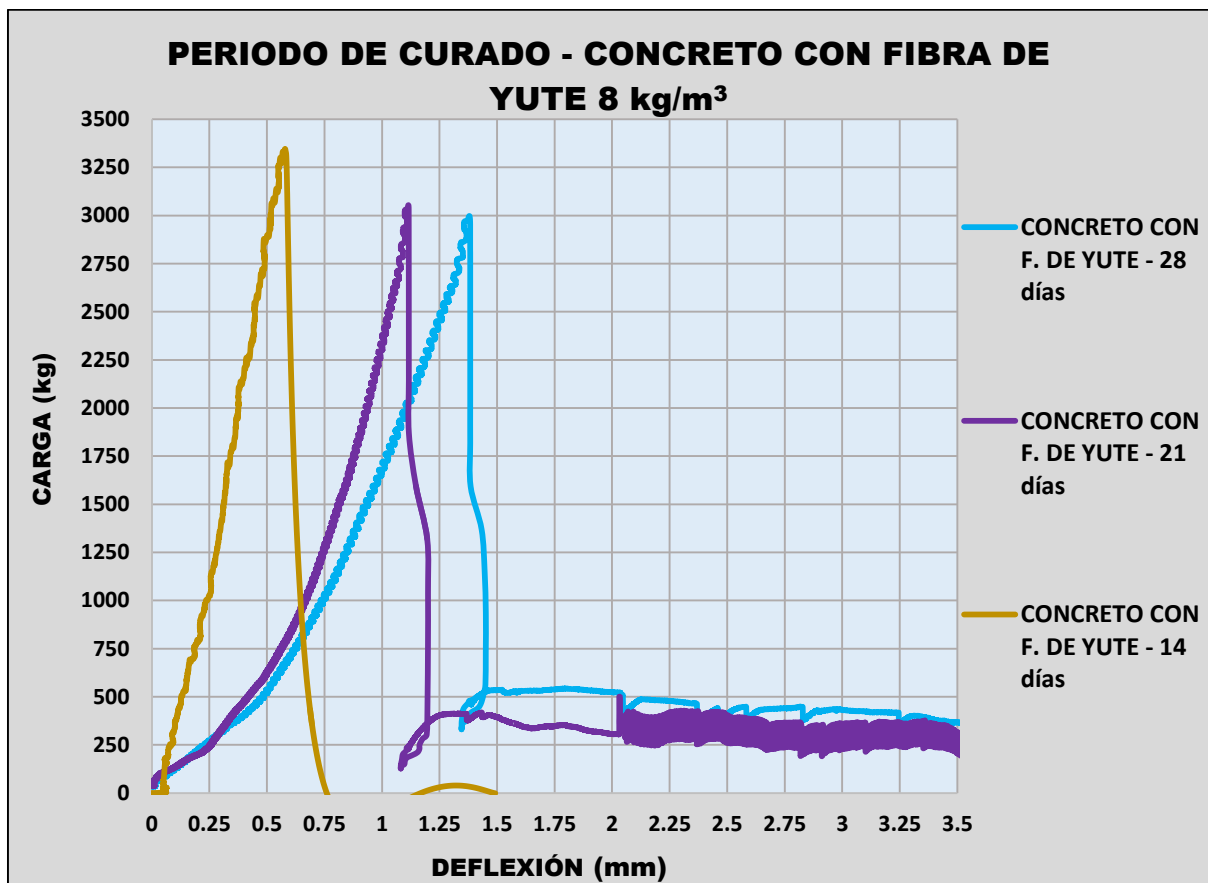
Tabla 52. Variación de la resistencia residual según los días de curado en CY

TIPO	PICO MÁXIMO		RESISTENCIA (N/mm ²)	CARGA RESIDUAL	RESISTANCIA RESIDUAL (Mpa)
	CARGA (kg)	DEFLEXIÓN (mm)		(PL/150)	
CY-14D	3347.14	0.58	4.04	---	---
CY-21D	3053.99	1.12	3.5	392.5	0.45
CY-28D	2997.67	0.95	3.69	448	0.55

Fuente: Elaboración propia

Con la fibra de yute se consiguió valores bajos como aprecia en la **Tabla 52**, iniciando con un valor de carga considerable (**3347.14 kg**) en comparación con los demás (**CY-21D** y **CY-28D**) y un aumento en la resistencia residual de los periodos de curado de 21 y 28 días, que fueron **0.45 Mpa** y **0.55 Mpa**, variando en un **22.22%** más de **R.R** para este último.

Gráfica 18. Comparación de la R. Residual de la Fibra de Yute



Fuente: Elaboración propia

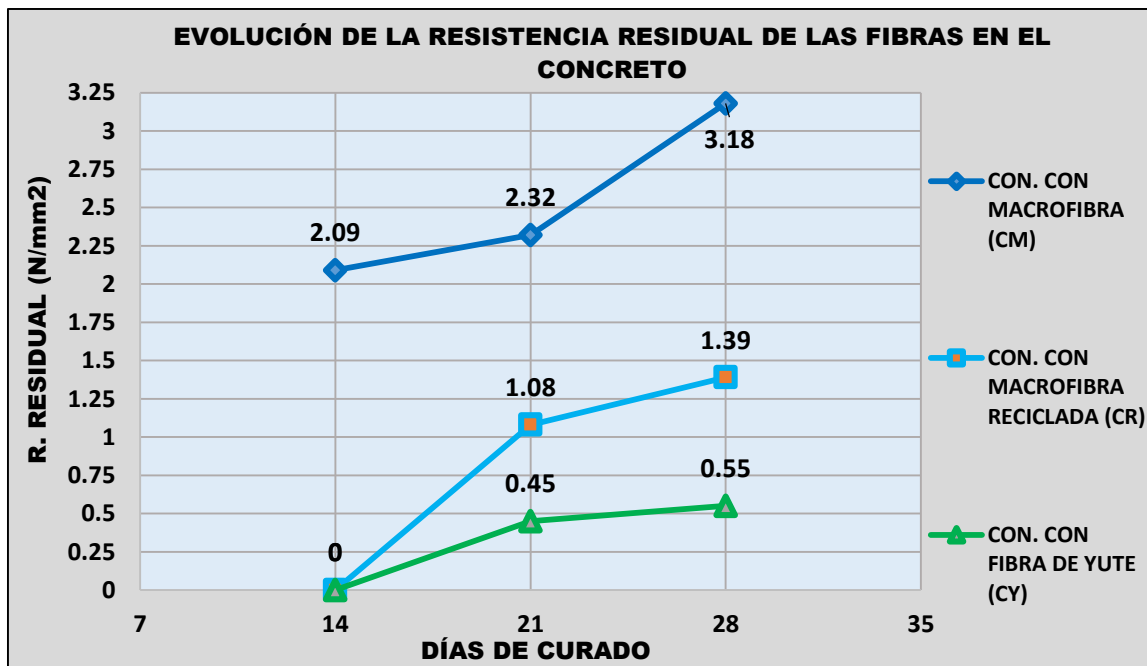
Análisis evolutivo de la R. residual de las fibras por los días por periodo de curado

Tabla 53. Cuadro de resumen de la Resistencia residual de las fibras

TIPO	DÍAS DE CURADO	RESISTANCIA RESIDUAL (Mpa)
CM	14 días	2.09
	21 días	2.32
	28 días	3.18
CR	14 días	0
	21 días	1.08
	28 días	1.39
CY	14 días	0
	21 días	0.45
	28 días	0.55

Fuente: Elaboración propia

Gráfica 19. Evolución de la resistencia residual de las fibras



Fuente: Elaboración propia

En la **Gráfica 19** se puede apreciar un alza de la R. residual en cada una de las fibras, teniendo como resultado valores considerables en la mejora de cada una de estas. Además, en rangos de escala de resistencia a la flexión se puede decir que el CY tiene proporción menor R. R al concreto, seguido del CR y finalmente el CM, dando como valores máximos de cada una **0.55 Mpa**, **1.39 Mpa** y **3.18 Mpa** a los 28 días de curado.

Evaluación de la R. residual de las fibras en el concreto por periodo de curado

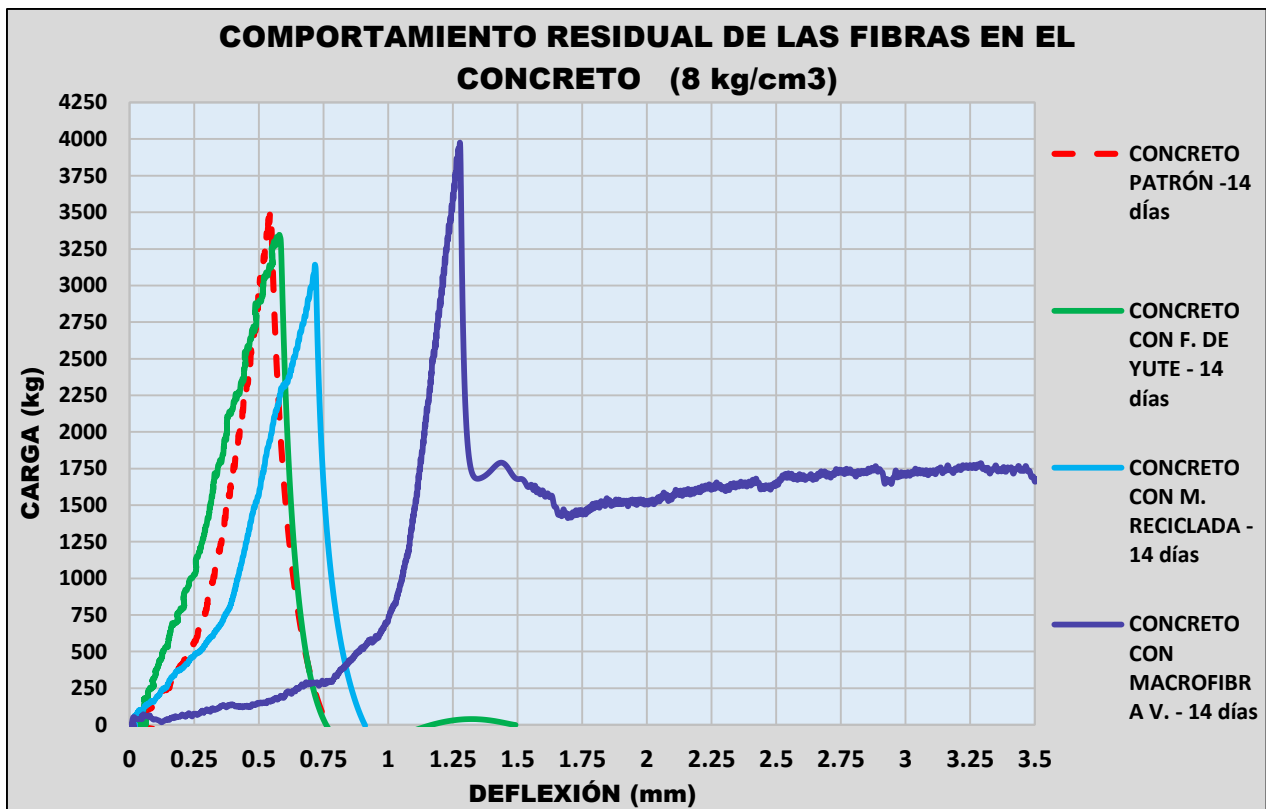
- 14 días de curado

Tabla 54. Comparación de las fibras a los 14 días de curado

TIPO		PICO MÁXIMO		RESISTENCIA (N/mm ²)	CARGA RESIDUAL (PL/150)	RESISTENCIA RESIDUAL (Mpa)
		CARGA (kg)	DEFLECCIÓN (mm)			
CP	14D	3516.04	0.54	4.31	---	---
CM	14D	3976.20	1.28	4.87	1703.21	2.09
CR		3142.27	0.72	3.80	0.00	0.00
CY		3347.14	0.58	4.04	0.00	0.00

Fuente: Elaboración propia

Gráfica 20. Comportamiento residual de las fibras en el concreto a los 14 días



Fuente: Elaboración propia

En la **Tabla 54** y la **Gráfica 20** se puede verificar que el que obtiene una mayor cantidad de carga máxima es e CM con **3976.20 kg**; así mismo, tanto el CP, CR y CY no consiguieron una resistencia residual (R. R) a los **14 días** de curado, en comparación del CM que consiguió soportar una cargar residual de **1703.21 kg**, lo que demuestra que tiene una R. R de **2.09 Mpa**.

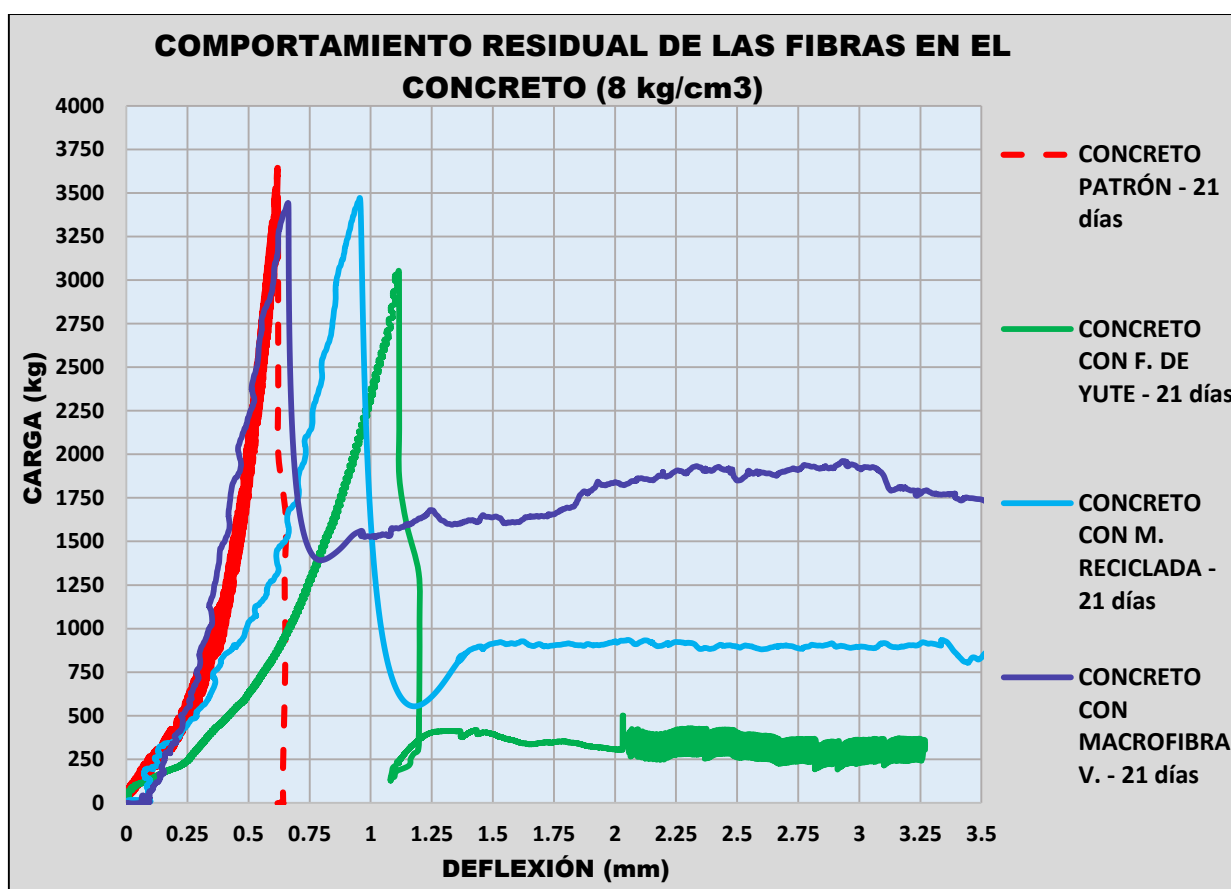
- 21 días de curado

Tabla 55. Comparación de las fibras a los 21 días de curado

TIPO		PICO MÁXIMO		RESISTENCIA (N/mm ²)	CARGA RESIDUAL	RESISTENCIA RESIDUAL (Mpa)
		CARGA (kg)	DEFLECCIÓN (mm)		(P ₁ /150)	
CP	21D	3643.00	0.62	4.32	---	---
CM	21D	3443.00	0.66	4.16	1920.00	2.32
CR		3471.72	0.96	4.19	894.50	1.08
CY		3053.99	1.12	3.50	392.50	0.45

Fuente: Elaboración propia

Gráfica 21. Comportamiento residual de las fibras en el concreto a los 21 días



Fuente: Elaboración propia

En la **Tabla 55** y la **Gráfica 21** se puede indicar que el CP no consiguió R. R, sin embargo, existe una escala para las demás fibras que correspondería a un porcentaje ascendente para cada una de estas; teniendo al yute con una cantidad de R. R de **0.45 Mpa**, seguido del CR con un **140% (1.08 Mpa)** más que el CY y de CM con un **415.56%** más que el CY y un

114.81% más que el CR. Por otro lado, se notó una caída de la carga máxima con respecto al CP.

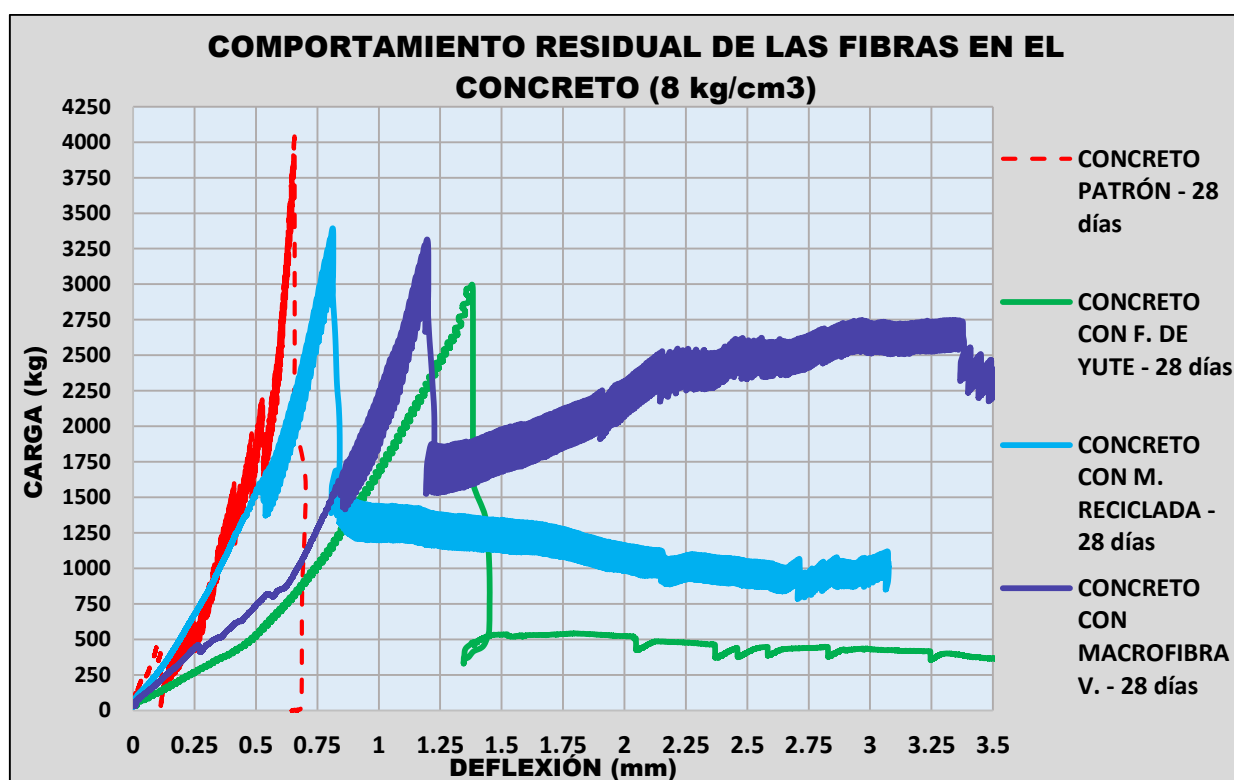
- 28 días de curado

Tabla 56. Comparación de las fibras a los 28 días de curado

TIPO		PICO MÁXIMO		RESISTENCIA (N/mm ²)	CARGA RESIDUAL	RESISTENCIA RESIDUAL (Mpa)
		CARGA (kg)	DEFLECCIÓN (mm)		(P ₁ /150)	
CP	28D	4041.00	0.65	4.91	---	---
CM	28D	3293.10	1.22	4.03	2596.73	3.18
CR		3364.40	0.77	4.07	1146.84	1.39
CY		2997.67	0.95	3.69	448.00	0.55

Fuente: Elaboración propia

Gráfica 22. Comportamiento residual de las fibras en el concreto a los 28 días



Fuente: Elaboración propia

En la Tabla N° 52 y la **Gráfica 22** se obtuvo una R. R de forma creciente en comparación al CP, teniendo una R.R en la fibra de yute de **0.55 Mpa**, seguido del CR que consiguió un **152.73%** más que el CY y finalmente en el CM se consiguió una crecida del **478.18%** más que el CY y **128.77%** más que el CR. Por otro lado, se aprecia una caída de

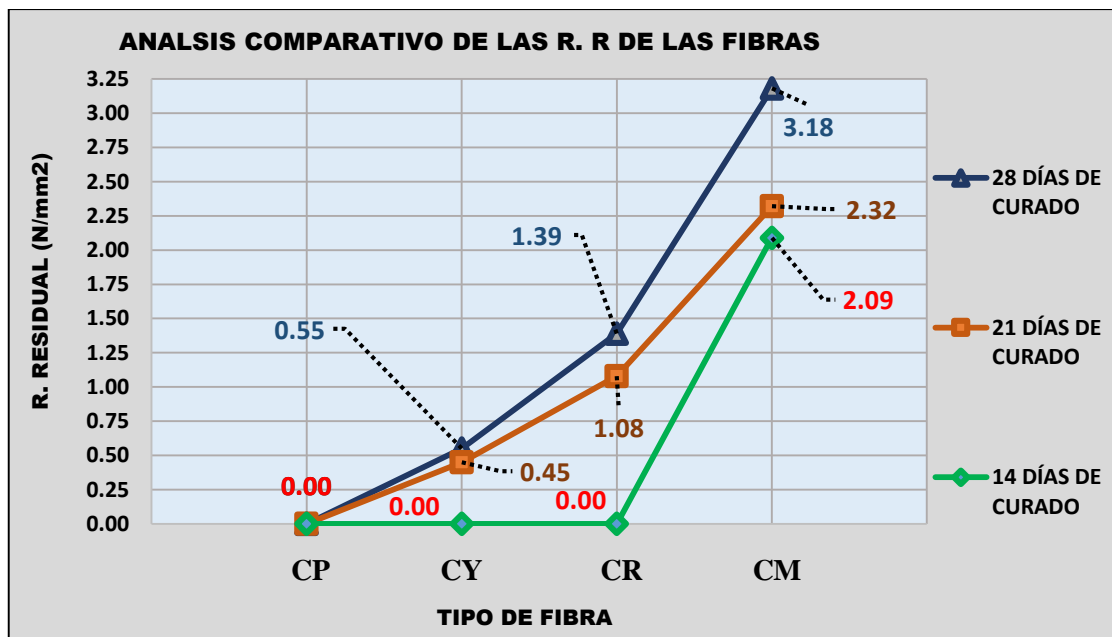
la Carga máxima, tendiendo como mayor valor al del CP (**4041.00 kg**) a los 28 días de curado.

Tabla 57. Resistencia residual en cada periodo de curado

TIPO DE CONCRETO	DÍAS DE CURADO	TIPO DE FIBRA	RESISTENCIA RESIDUAL (Mpa)
SIN FIBRA	14 DÍAS	CP	0.00
	21 DÍAS		0.00
	28 DÍAS		0.00
CON FIBRA	14 DÍAS	CY	0.00
		CR	0.00
		CM	2.09
	21 DÍAS	CY	0.45
		CR	1.08
		CM	2.32
	28 DÍAS	CY	0.55
		CR	1.39
		CM	3.18

Fuente: Elaboración propia

Gráfica 23. Análisis de la R. Residual según los tipos de fibras en el concreto



Fuente: Elaboración propia

En la **Gráfica 23** se puede verificar el avance de cada fibra, en donde se puede verificar que por cada periodo de curado existe un aumento de la Resistencia residual en el concreto con cada tipo de fibra incorporada con la dosis de 8 kg/m³

Análisis del costo por metro cúbico de fibra

En este análisis se toma en cuenta el A.P.U según los requerimientos que se tiene en cuenta para la elaboración de la fibra de yute; puesto que esta es una fibra que necesita un tratamiento previo a su empleo.

Tabla 58. Análisis de precio unitario del yute

FIBRA DE YUTE kg/m ³					
Rendimiento en área	16	m ²	Precio Unitario (S/.)	92.60	
Rendimiento en peso	1.392	Kg	precio por 1 kg/m³ (S/.)	66.52	
	UND	CUADRILLA	CANTIDAD	PRECIO (S/.)	PARCIAL
Mano de obra					
Peón	hh	2	1	15.79	31.58
Materiales					
Yute	m ²	--	16	3.7	59.2
Cal	kg	--	0.2	1.2	0.24
Herramientas manuales	%	--	0.05		1.579

Fuente: Elaboración propia

En la **Tabla 58** se presenta un análisis del costo unitario para la elaboración y tratamiento de la fibra de yute, que incluye la mano de obra y materiales para la misma, teniendo como resultado final la **Tabla 59**, en donde el valor determinado es para la adición directa de la fibra en el concreto pre mezclado.

Tabla 59. Presupuesto comparativo por metro cúbico de concreto

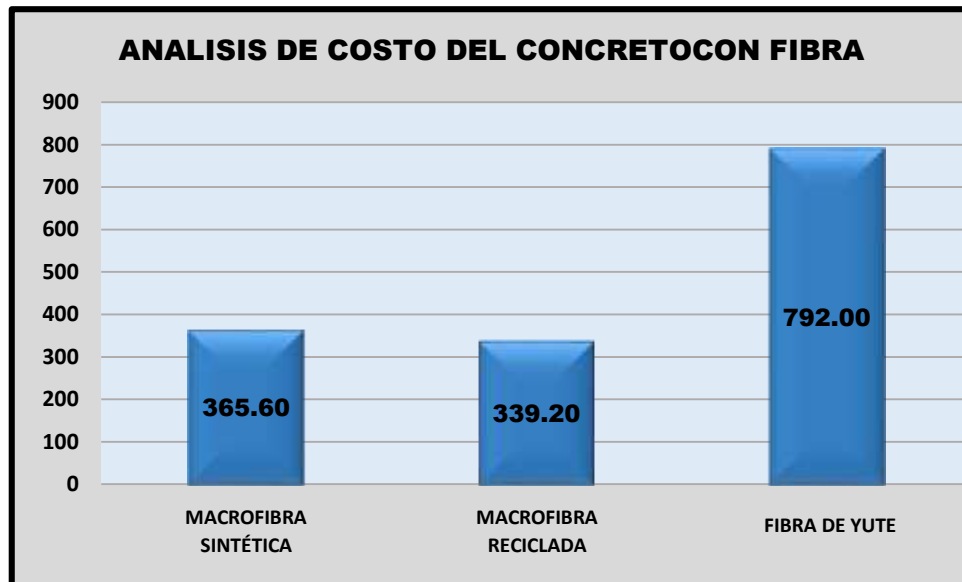
DESCRIPCIÓN	UNIDAD	METRADO	PRECIO (S/.)	PARCIAL (S/.)
1. Concreto f'c 280 con macrofibra sintética				365.60
1.1 Concreto pre-mezclado	m ³	1	260.00	260.00
1.2 Macrofibra sintética	kg/m ³	8	13.2.00	105.60
2. Concreto f'c 280 con macrofibra reciclada				339.20
2.1 Concreto pre-mezclado	m ³	1	260.00	260.00
2.2. Macrofibra sintética reciclada	kg/m ³	8	9.90	79.20
3. Concreto f'c 280 con fibra de yute				792.00
3.1 Concreto pre-mezclado	m ³	1	260.00	260.00
3.2 Fibra de yute	kg/m ³	8	66.50	532.00

Fuente: Elaboración propia

Como se puede verificar en la **Tabla 59** el costo más elevado para emplear en un metro cúbico de concreto es con la fibra de yute (**S/.792.00**), puesto que, este no es aditivo que en la actualidad se procesa para la utilización en el concreto. Por otro lado, el más barato es con

la macrofibra reciclada, cuyo valor es de **S/.339.20**, pero con resultados no tan favorables en comparación de la macrofibra sintética, quien tiene un valor estándar de **S/.365.60**, pero con resultados favorables en el concreto; que resiste cargar luego de fisurarse.

Gráfica 24. *Análisis comparativo del costo del concreto con fibras*



Fuente: Elaboración propia

IV.DISCUSIÓN

Discusión N° 01:

Según López, J. (2015) en su tesis “análisis de las propiedades del concreto reforzado con fibras cortas de acero y macrofibra de polipropileno: influencia del tipo y consumo de fibra adicionado”; consiguió con la adición de 4.6 kg/m³ y 7.0 kg/m³ en una medición de Pl/150, 2.33 Mpa y 2.66 Mpa como resistencia residual (R. R) del concreto por acción de las fibras de polipropileno.

Por otro lado, en la presente investigación se consiguió por la adición de 8 kg/m³ de esta fibra un valor máximo de R. R medido en Pl/150 a los 28 días de curado, para la macrofibra sintética 3.18 Mpa, macrofibra sintética reciclada 1.39 y fibra de yute 0.55 Mpa; llegando a tener en esta primera un valor mucho mayor de que autor citado, lo cual determina que se encuentra en el rango esperado según la investigación. Sin embargo, para las demás fibras (reciclada y yute) se puede indicar que dichos valores están en su rango esperado para ese tipo de material, puesto que la composición de cada una es distinta, pero el resultado de cada una de estas fibras tuvo una mejora considerable en cada periodo de curado según su primera medición de R. R a los Pl/150, teniendo un avance creciente del 22.22 % para la fibra de yute, 22.30% para M. reciclada y 52.15 % para M. sintética.

Tabla 58. Datos de resumen de las fibras a los 28 días

TIPO		CARGA RESIDUAL	RESISTENCIA RESIDUAL
		(P _L /150)	(Mpa)
CP	28D	---	---
CM	28D	2596.73	3.18
CR		1146.84	1.39
CY		448.00	0.55

Fuente: Elaboración propia

Discusión N° 02:

Alexander, D. (2017), en su tesis “Determinación de la resistencia residual promedio (análisis post-fisuración) del concreto reforzado con fibra sintética de PET+ PP”, llegó a los valores de resistencia residual ARS incorporándole este tipo de fibra en 2 kg/m³ un valor de 2.09 Mpa, para 3 kg/m³ un valor de 3.45 Mpa y para 4 kg/m³ un monto de 4.22 Mpa; los cuales son superiores a los valores de esta investigación, ya que el tipo de norma que utiliza es diferente (ASTM C 1399), en donde la dimensión es 10cm de base y alto por 30 cm de

largo; además la medida de resistencia es tomada a deformaciones (mm) de 0.25, 0.5, 0.75, 1.00 y 1.25, en el cual calcula el promedio de la carga máxima antes y después de fisurado. Sin embargo, se destaca el aumento considerable de la R_c calculada en base al aumento de las dosis de esta fibra.

Por otro lado, en esta investigación se pudo conseguir un valor de R_c en base a una sola dosificación, cuyo valor fue creciendo a escalas mayores en base a los días de curado que se le determinó con fines investigativos, los cuales son; 2.09 Mpa en 14 días de curado, 2.32 Mpa en 21 días de curado y 3.18 Mpa en 28 días de curado; todos medidos a 3 mm de deflexión según la norma ASTM C1609 con dimensiones de 15 cm de base y altura y 50 cm de largo.

Finalmente, de ambas investigaciones se puede destacar que la adición de al aumentar la dosis también aumenta la R_c de la viga de concreto y a medida que el concreto va alcanzando su máxima resistencia también la R_c aumenta.

Discusión N° 03:

Mendoza, J. et al. (2012), en su tesis “Análisis del esfuerzo residual en concreto para pavimento rígido reforzado con fibras metálicas y sintéticas” consiguió valores considerables al poder comparar estos dos tipos de fibras, consiguiendo como resultados una R_c del concreto sin fibra de 0.03 Mpa, un valor de 0.48 Mpa al incorporarle fibra sintética y 1.33 Mpa al incorporarle fibra metálica, esto en base a la norma ASTM 1309.

Por otro lado, en la presente investigación se obtuvo a los 28 días de curado una R_c del concreto sin fibra, 1.39 Mpa para la fibra reciclada y 3.18 Mpa para la macrofibra sintética, mediante la norma ASTM C1609. Quiere decir que la Macrofibra reciclada si altera en la R_c del concreto, no a grandes escalas como la M. sintética, pero sí le brinda un valor alto que puede altear a una mezcla sin esta cantidad de aditivo mejorando esta propiedad mecánica. Además, esta comparación se puede dar también en la investigación de Mendoza y compañía; puesto que al ser la fibra metálica un componente más sólido y resistente que la otra fibra a comparar; este consigue un valor mayor a de esta, en donde se puede interpretar que no es un mal aditivo, sino que su la utilidad de cada una puede ser para diferentes finalidades en el diseño, ya sea tanto de mejora del material como relación de costos.

Tabla 59. Datos comparativos de la F. sintética y la F. Reciclada

DÍAS DE CURADO	TIPO DE FIBRA	RESISTANCIA RESIDUAL (Mpa)
21 DÍAS	CR	1.08
	CM	2.32
28 DÍAS	CR	1.39
	CM	3.18

Fuente: Elaboración propia

Discusión N° 04:

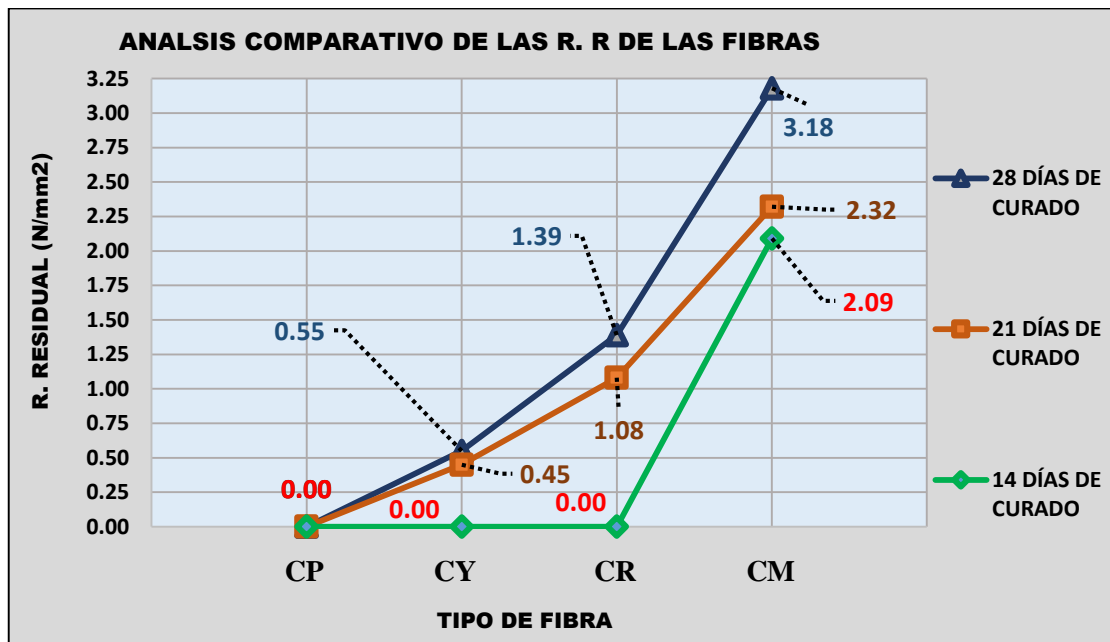
Brown, J. (2012), en su tesis “Macro synthetic fiber addition to concrete marine structures in freeze thaw environments” al incorporar un valor de 0.16% de esta fibra a una mezcla de concreto, obtuvo una resistencia a la flexión de 3.00 Mpa y una resistencia residual de 0.37 Mpa y adicionalmente a ello, cuando aumentó la dosis a 0.2% resultó con una caída en la R. R de 0.09 Mpa para la segunda muestra y un alza de 0.44 Mpa para la tercera prueba.

Por otra parte, en la presente investigación se incorporó una fibra natural (fibra de yute) para poder definir la resistencia residual que esta produce con una dosis de 8 kg/m³, cuyos resultados fueron evaluados según la cantidad de días de curado, consiguiendo una R. R de cero a los 14 días, 0.45 Mpa a los 21 días y 0.55 Mpa a los 28 días de curado; en donde se puede ver una alza de la fibra de yute con respecto al 0.16% y 0.2 % de la macrofibra sintética, lo cual indica que la cantidad empleada en esta investigación representaría un aproximado del estos dos porcentajes en comparación a macrofibra, cuyo material es diferente al empleado (aditivo natural y tratado). Finalmente se, gracias a la comparación de este antecedente se verifica que la R. residual no tuvo ninguna caída en cada uno de sus periodos de curado; al contrario, afectó de forma positiva la resistencia ejercida post fisurada, teniendo una evolución de pasar a no medir nada de R. R a calcular un valor considerable en peso (448 kg) y resistencia (0.55).

V. CONCLUSIÓN

Conclusión N° 01:

Se concluye que al incorporar distintos tipos de fibras en el concreto hidráulico de un pavimento al ser sometido a cargas puntuales a flexión se puede dar una mejora en su resistencia post fisurado; puesto que con la adición de 8kg/m³ de este aditivo se pudo conseguir a los 28 días de curado valores como; 0.55 Mpa con la fibra de yute (FY), 1.39 Mpa con la macrofibra reciclada (MR) y 3.18 Mpa con la macrofibra sintética (MS); en su resistencia residual, demostrando que la MS tiene una mayor capacidad de resistir las cargas cuando ya se fisura el concreto soportando un 478.18% más que la FY y 125.77% más que la MR; así mismo un aditivo reciclado puede ayudar a mejorar esta anomalía causada por los vehículos al paso, puesto que se consigue 152.73% de R.R más que la de FY; siendo esta última un aditivo natural, que si bien es cierto puede tener una resistencia residual baja, puede ser implementada en lugares en donde en tránsito es bajo.



Conclusión N° 02:

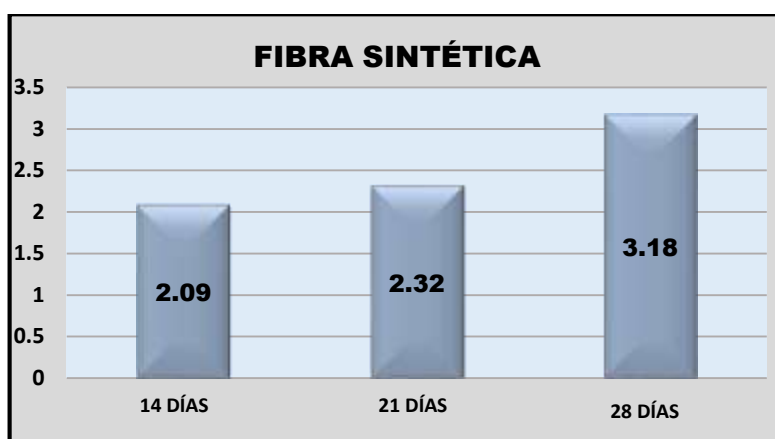
En conclusión, la macrofibra sintética estructural virgen puede brindarle al concreto una resistencia residual post fisurada alta, reaccionando de forma favorable ante el aumento de esta resistencia según los días de curado; ya que, se pudo constatar un alza de; 2.09 Mpa para los primeros 14 días, seguido de un aumento del 11% con un valor de 2.32 Mpa para los 21 días y finalmente el crecimiento del 37% más para los 28 días de curado (3.18 Mpa),

medidos a una deflexión de 3 mm. Siendo la MS el aditivo que mejor propiedad le brinda al concreto para resistir cargas luego de fisurarse.

Tabla 60. Datos de resumen de la fibra sintética

TIPO	CARGA RESIDUAL	RESISTANCIA RESIDUAL
	(PL/150)	(Mpa)
CM-14D	1703.21	2.09
CM-21D	1920	2.32
CM-28D	2596.73	3.18

Fuente: Elaboración propia



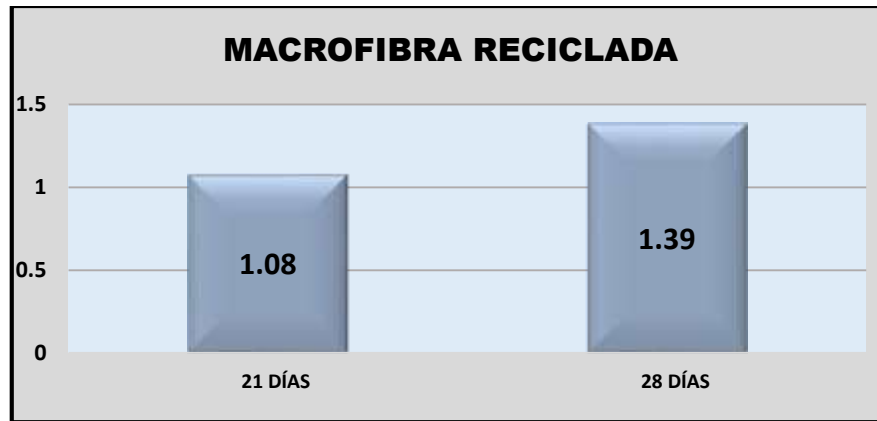
Conclusión N° 03:

Se llegó a la conclusión que la Macrofibra sintética estructural reciclada alteró la resistencia residual del concreto con este aditivo, puesto que se pudo verificar un alza en los distintos periodos de curado y cuya R. R se hizo presente en el día 21, consiguiendo un valor de 1.08 Mpa, para luego a los 28 días de curado aumentar en un 22.30%, dando como valor 1.39 Mpa; determinando que al tratarse de un material reutilizado pierde algunas propiedades a diferencia de un material nuevo. Sin embargo, la adición de este material puede prevenir que dichas fisuras aumenten, ya que este ejerce resistencia ante las cargas pesadas aun estando fisurado el concreto.

Tabla 61. Datos de resumen de la fibra sintética reciclada

TIPO	CARGA RESIDUAL	RESISTANCIA RESIDUAL
	(PL/150)	(Mpa)
CR-14D	---	---
CR-21D	894.5	1.08
CR-28D	1146.84	1.39

Fuente: Elaboración propia



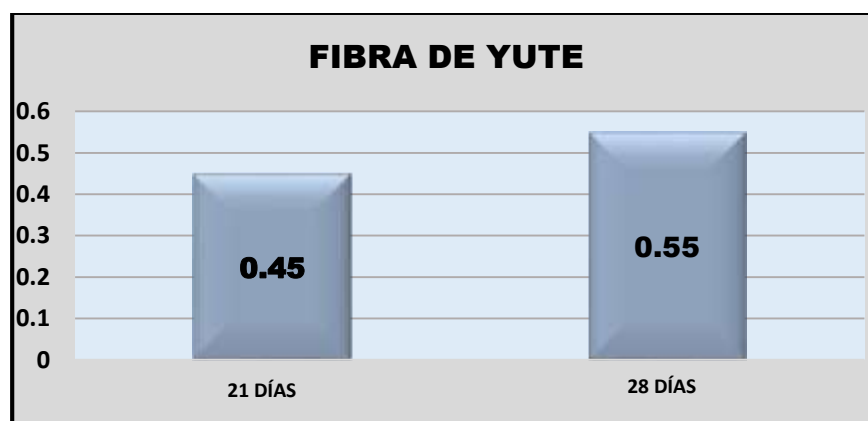
Conclusión N° 04:

Se concluye que la resistencia residual de un concreto al incorporarle fibra de yute es afectada en cantidades mínimas; puesto que al tratarse de un aditivo natural y no procesado como los demás tiene una capacidad menor; sin embargo puede ser empleado para soportar cargas bajas, ya que este cuenta con la propiedad de resistir peso cuando el concreto se fisura pasado los 21 días de curado con un valor de 0.45 Mpa y luego a los 28 días de curado se dio un aumento del 22.22%, consiguiendo una R. R de 0.55 Mpa a los 28 días.

Tabla 62. Datos de resumen de la fibra de yute

TIPO	CARGA RESIDUAL	RESISTANCIA RESIDUAL
	(PL/150)	(Mpa)
CY-14D	---	---
CY-21D	392.5	0.45
CY-28D	448	0.55

Fuente: Elaboración propia



VI. RECOMENDACIONES

Recomendación N° 01:

Según los datos conseguidos para cada una de las fibras empleadas en los correspondientes ensayos en la investigación, se recomienda emplear una la macrofibra sintética, debido que no solo tiene un valor considerable para su resistencia residual, sino que también tiene un costo menor en comparación de las demás, tal como se puede verificar en el siguiente cuadro.

Tabla 63. *Presupuesto para metro cívico de concreto*

TIPO DE CONCRETO	MONTÓ
Concreto con macrofibra sintética	S/. 365.90
Concreto con macrofibra reciclada	S/. 339.20
Concreto con fibra de yute	S/. 792.00

Fuente: Elaboración propia

Recomendación N° 02:

Para la empleabilidad de la macrofibra sintética estructural virgen, se recomienda utilizarla en pavimento de concreto con un volumen de tránsito alto, puesto que está al ser fisurada todavía conserva una resistencia a las cargas alta por medio de estas fibras.

Recomendación N° 03:

Para la utilización de la macrofibra sintética estructural reciclada según los datos conseguidos en los respectivos ensayos al ser menos resistente que la sintética esta puede ser utilizada como un complemento de la sintética, puesto que de esta manera se puede reducir el costo para el concreto fibroso.

Recomendación N° 04:

Se recomienda que la fibra de yute al no ser una fibra con las características necesarias para usarlas en el concreto, se utilice con otros fines o caso contrario usarlas en lugares propios de su cosecha como es el caso de Loreto, cuyo valor podría ser más cómodo.

Recomendación N° 05:

Se recomienda para futuras investigaciones realizar los siguientes estudios:

- Comportamiento residual de las fibras naturales en una losa de concreto empleado para pavimento rígido.

- Propiedades mecánicas y físicas de las fibras sintéticas como propuesta para recomendación de un mejor aditivo en el concreto.

Cada uno de estos temas con el objetivo de poder identificar la resistencia que tienen estas fibras en el concreto, así como, las propiedades de las fibras naturales para su comparación y verificación de la resistencia de los mismos.

REFERENCIAS

1. ALEXANDER, Torres. Determinación de la resistencia residual promedio (análisis post-fisuración) del concreto reforzado con fibra sintética de PET+PP. Tesis (Título en Ingeniería de Pavimento). Bogotá: Universidad Católica de Colombia, 2017.
Disponible en:
[file:///C:/Users/JOSE/Desktop/TESIS%20PDF/Nueva%20carpeta/TESIS%20DIEGO%20TORRES%20-%20ESP%20ING%20DE%20PAVIMENTOS%202017%20\(2\).pdf](file:///C:/Users/JOSE/Desktop/TESIS%20PDF/Nueva%20carpeta/TESIS%20DIEGO%20TORRES%20-%20ESP%20ING%20DE%20PAVIMENTOS%202017%20(2).pdf)
2. ARMAS, Cesar. Efectos de la adición de fibra de polipropileno en las propiedades plásticas y mecánicas del concreto hidráulico. Tesis (Título en ingeniería civil). Pimentel: Universidad Señor de Sipán, 2016.
Disponible en:
<http://repositorio.uss.edu.pe/bitstream/uss/2712/1/TESIS%20CESAR%20ARMAS%201.pdf>
3. AKSHAY, Venkateshwaran, HWEE, Kiang y LI, Yi. Residual flexural strengths of steel fiber reinforced concrete with multiple hooked-end fibers. China: Northeastern University, 2 (19): 352-365, abril 2018.
ISSN: 14644177
4. ASTM C78. Standard Test Method for Flexural Strength of Concrete (Using Simple Beam with Third-Point Loading). USA: 2013, 3 pp.
5. ASTM C1399. Test Method for Obtaining Average Residual-Strength of Fiber-Reinforced Concrete. USA: 2013, 5 pp.
6. BECERRA, Mario, Tópicos de pavimento de concreto diseño, construcción y supervisión [en línea]. Lima: Flujo libre, 2012 [fecha de consulta: 12 de octubre de 2018].
Disponible en: https://issuu.com/flujolibreperu/docs/libro_pavimentos_al_cap_2
7. BEHAR, Daniel. Metodología de la investigación [en línea]. Cuba: Editorial Shalom, 2008 [fecha de consulta: 05 de octubre de 2018].
Disponible en
<http://rdigital.unicv.edu.cv/bitstream/123456789/106/3/Libro%20metodologia%20investigacion%20este.pdf>
ISBN: 978-959-212-783-7
8. BROWN, Joshua. Macro synthetic fiber addition to concrete marine structures in freeze

- thaw environments. Tesis (Magister de Ciencias aplicadas). Nova Scotia: Dalhousie University Halifax, Departamento de Ingeniería Civil, 2012.
- Disponible en
file:///C:/Users/JOSE/Desktop/TESIS%20PDF/Nueva%20carpeta/Brown,%20Josh,%20MASc,%20CIVL,%20Oct%202012.pdf
9. CABALLERO, Karen. Propiedades mecánicas del concreto reforzado con fibras metálicas. Revista académica UTP [en línea]. Vol. 8, n.º 1, 2017. [fecha de consulta: 05 de octubre de 2018].
- Disponible en <http://revistas.utp.ac.pa/index.php/prisma/article/view/1527/pdf>
10. CARRANZA, Johan. Aplicación de fibras de acero para mejorar el comportamiento mecánico del concreto $f'c=210 \text{ kg/cm}^2$, en losas industriales en el distrito de Huarochirí-Lima. Tesis (Título en Ingeniería Civil). Lima: Universidad Cesar Vallejo, 2018.
- Disponible en
file:///C:/Users/JOSE/Desktop/TESIS%20PDF/Nueva%20carpeta/Carranza_VJE%20U CV.pdf
11. COCCIA, Mario. Competition between basic and applied research in the organizational behaviour of public research labs [en línea]. vol. 5, n.º 1, diciembre 2018. . [fecha de consulta: 11 de mayo de 2019].
- Disponible en:
https://search.proquest.com/publication/publications_2041931?accountid=37408
ISSN: 2149-2379
12. CONCRETO reforzado con fibras [en línea]. Colombia: Sika. [fecha de consulta: 05 de octubre de 2018].
- Disponible en
file:///C:/Users/JOSE/Downloads/Concreto%20reforzado%20con%20fibras%20(4).pdf
13. CONCRETO reforzado con fibras sintéticas [en línea]. Bogotá: Cemex. [fecha de consulta: de 11 octubre de 2018].
- Disponible en
<https://www.cemexdominicana.com/documents/46744215/46744931/concreto-especial-con-fibras-sinteticas.pdf/2c017726-10ee-3abb-a3bb-2e207055b5c2>
14. COMPARATIVE study on tensile properties and microstructure development in elastomer-modified cyclic olefin copolymer por Jafari, Seyed Hassan [et al]. Journal of Vinyl

& Additive Technology, 3 (22): 222-230, setiembre 2016.

ISSN: 15480585

15. CHENG y Shi. Experimental Study on Nano-SiO₂ Improving Concrete Durability of Bridge Deck Pavement in Cold Regions. Octubre-enero, 2019, n.º 1. [fecha de consulta: 23 de mayo de 2019].
Disponible: <https://www.hindawi.com/journals/ace/contents.html>
ISSN: 1687-8086
16. DECISION Support Model for Design of High-Performance Concrete Mixtures Using Two-Phase AHP-TOPSIS Approach por Ahmed Mohd [*et al*]. Arabia Saudita: Universidad King Khalid, 1 (2019), marzo 2019.
ISSN: 1687-8094
17. DISEÑO y métodos cuasiexperimentales [Mensaje en un blog]. Italia: Fondo de las Naciones Unidas para la Infancia, (setiembre 2014). [fecha de consulta: 04 de octubre de 2018].
Disponible en: <https://www.unicef-irc.org/publications/pdf/MB8ES.pdf>
18. EXPECTED residual service life of reinforced concrete structures from current strength considerations por Sushil Kumar Dhawan [*et al*]. India: Department of Civil Engineering, 7 (22): 1631-1643, mayo 2019.
ISSN: 13694332
19. TURMO, J. [*et al*]. Estudio del comportamiento a cortante de vigas de hormigón reforzado con fibras. Materiales de construcción [en línea]. Vol. 58, diciembre 2008. [fecha de consulta: 18 de octubre de 2018].
Disponible en:
<http://materconstrucc.revistas.csic.es/index.php/materconstrucc/article/viewFile/107/146>.
ISSN: 1988-3226
20. FIBRAS sintéticas estructurales [en línea]. Bogotá: Euclid Group Texement. [fecha de consulta: 12 de octubre de 2018].
Disponible en: <http://www.toxement.com.co/media/2727/tuf-strand-sf.pdf>
21. FLEXURAL Behavior of Basalt Fiber Reinforced Polymer Tube Confined Coconut

- Fiber Reinforced Concrete por Lv Yang [et al]. China [en línea]. Enero 2019, n.º 1. [fecha de consulta: 24 de mayo del 2019].
Disponible en: <https://doi.org/10.1155/2019/1670478>
ISSN: 16878442
22. GHASEMIPOR, Veyra y PIROTY, Saber. Experimental evaluation of the effect of water-cement ratio on compressive, abrasion strength, hydraulic conductivity coefficient and porosity of nano-silica concretes [en línea]. Vol. 8, 2018, n.º 2. [fecha de consulta: 23 de mayo del 2019].
Disponible en: <http://web.b.ebscohost.com/ehost/external?vid=41&sid=969bdc63-424f-49b2-aaf3-0a6164b6cadd%40pdc-v-sessmgr06>
ISSN: 2284-7197
23. GOMEZ, Sergio. Metodología de la investigación [en línea]. México: Ma. Eugenia Buendía López, 2012 [fecha de consulta: 04 de octubre de 2018].
Disponible en
http://www.aliat.org.mx/BibliotecasDigitales/Axiologicas/Metodologia_de_la_investigacion.pdf
ISBN: 978-607-733-149-0
24. HENRIQUEZ, Elena y ZÉPEDA, María. Preparación de un proyecto de investigación. Noviembre – diciembre, 2003, n.º 1.
ISSN: 07172079
25. HERNÁNDEZ, Roberto, BAPTISTA, Pilar y FERNÁNDEZ, Carlos. Metodología de la investigación [en línea]. México: McGRAW - HILL INTERAMERICANA DE MÉXICO, S.A., 2000 [fecha de consulta: 04 de octubre de 2018].
Disponible en:
<https://psicologiaexperimental.files.wordpress.com/2010/03/metodologia-de-la-investigacion.pdf>
ISBN: 968-422-931-3
26. HERNÁNDEZ, Roberto, FERNÁNDEZ, Carlos y BAPTISTA, Pilar. Metodología de la investigación. 4.ª ed. México: McGraw-Hill interamericana, 2006. 850 pp.
ISBN: 970-10-5753-8
27. HERNÁNDEZ, Roberto, FERNÁNDEZ, Carlos. Metodología de la investigación [en línea]. 5.ª ed. México: McGraw-Hill interamericana, 2014 [fecha de consulta: 12 de octubre de 2018].

Disponible en:

https://www.esup.edu.pe/descargas/dep_investigacion/Metodologia%20de%20la%20investigaci%C3%B3n%205ta%20Edici%C3%B3n.pdf

ISBN: 978-607-15-0291-9

28. HERNÁNDEZ, Roberto. Metodología de la investigación. 6.^a ed. México: McGRAW-HILL / interamericana editores, S.A. de C.V, 2014. 600 pp.
ISBN: 978-1-4562-2396-0
29. IMPORTANCIA de los enfoques cuantitativos y cualitativos de investigación en ciencias sociales [Mensaje en un blog]. México: Génesis de la investigación en psicología. [fecha de consulta: 05 de octubre de 2018].
Disponible en: http://files.seminario-de-investigacion.webnode.es/200000009-673cd694f3/Importancia%20enfoques%20investigaci%C3%B3n_04_CS0_PSIC_PICS_E.pdf
30. INDECOPI. Método de ensayo para determinar la resistencia a la flexión del concreto en vigas simplemente apoyadas con cargas a los tercios del tramo. NTP 339.078. Lima: 2012. 10 pp.
31. JO, Youngkug y DO, Jeongyun. Pull-out bond strength and flexural load test of concrete beam with ethylene-vinyl acetate–modified cement slurry-coated rebar. *Advances in Structural Engineering*, 14 (21): 2130-2142, 2018.
ISSN: 13694332
32. 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 (Maestro en Ingeniería). México: Universidad Autónoma de México, 2015.
Disponible en:
<http://www.ptolomeo.unam.mx:8080/xmlui/bitstream/handle/132.248.52.100/7708/tesis.pdf?sequence=1>
33. MARTE, Ane. Testing of Fibre Reinforced Concrete Structures: Shear Capacity of Beams with Openings. Tesis (Magister en Tecnología de la Construcción). Noruega: Norges Teknisk Naturvitenskapelige Universitet, 2012.
Disponible en
<file:///C:/Users/JOSE/Desktop/TESIS%20PDF/Nueva%20carpeta/tesis%201.pdf>
34. MENDOZA, Juan, VÁSQUEZ, Alberto y VILLA Manuel. Análisis del esfuerzo

residual en concreto para pavimento rígido reforzado con fibras metálicas y sintéticas. Tesis (Especialización en Ingeniería de Pavimentos). Bogotá: Universidad Militar Nueva Granada, 2012.

Disponible en

file:///C:/Users/JOSE/Desktop/TESIS%20PDF/Nueva%20carpeta/MendozaVargasJuanIvan2013.pdf

35. MINISTERIO de transporte y comunicaciones. Manual de ensayo de materiales. Perú: Dirección general de caminos y ferrocarriles, 2016, 1268 pp.
36. MINISTERIO de transporte y comunicaciones. Manual de carreteras especificaciones técnicas generales para construcción. Perú: Dirección general de caminos y ferrocarriles, 2013, 1274 pp.
37. MINISTERIO de transporte y comunicaciones. “Manual de carreteras” suelos, geología, geotecnia y pavimentos. Perú: Dirección general de caminos y ferrocarriles, 2014, 301 pp.
38. MOHAMMADHOSSEIN, Hossein, LIM, Nor, SAM, Abdul y SAMADI, Mostafa. Effects of Elevated Temperatures on Residual Properties of Concrete Reinforced with Waste Polypropylene Carpet Fibres [en línea]. Arabia: Arabian Journal for Science and Engineering, abril 2018, n.º 4. [Fecha de consulta: 10 de mayo de 2019].
Disponible en:
<http://web.a.ebscohost.com/ehost/pdfviewer/pdfviewer?vid=7&sid=0aed5010-f53d-4b50-b23f-1f1d3525bdbbe%40sdc-v-sessmgr05>
ISSN: 2193567X
39. NGENE, Ben, OLOFINNADE, Oluwarotimi, y AGOMO, Chidiebere. Effect of Magnetized Water on the Mechanical Properties of Concrete Containing Recycled Waste Glass Aggregate. Africa: Covenant University Department of Civil Engineering, 1 (41): 103-114, febrero 2019.
Disponible en: <https://www.scientific.net/JERA>
ISSN: 1663-3571
40. NIÑO, Victor. Metodología de la investigación diseño y ejecución [en línea]. Colombia: Ediciones de la U. 2011[fecha de consulta: 05 de octubre de 2018].

Disponible en:

<http://roa.ult.edu.cu/bitstream/123456789/3243/1/METODOLOGIA%20DE%20LA%20INVESTIGACION%20DISENO%20Y%20EJECUCION.pdf>

ISBN 978-958-8675-94-7

41. KATAJISTO, J, LINNOLAHTI, M y PAKKANEN, T.A. Properties of modified cycloolefin copolymers predicted by ab initio and molecular simulation techniques. Finlandia: Department of Chemistry, University of Joensuu, 5 (113): 281-286, junio 2005.
ISSN: 14322234
42. LAFUENTE, Carmen y MARÍN, Ainhoa. Metodologías de la investigación en las ciencias sociales: fases, fuentes y selección de técnicas. Revista Escuela de Administración de Negocios [en línea]. septiembre-diciembre 2008, n.º 64. [fecha de consulta: 01 de octubre de 2018].
Disponible en <http://www.redalyc.org/articulo.oa?id=20612981002>
ISSN: 0120-8160
43. LEYVA, María. Durabilidad de compuestos a base de matrices minerales reforzados con fibras naturales. Tesis (Maestro en Ciencias con Orientación en Materiales de Construcción). México: Universidad Autónoma de Nueva León, 2014.
Disponible en <http://eprints.uanl.mx/4337/1/1080253809.pdf>
44. OPTIMIZATION of Structure Parameters of Airfield Jointed Concrete Pavements under Temperature Gradient and Aircraft Loads por Xu Bangshu [et al]. China: Shandong University [en línea]. Abril 2019, n.º 1. [fecha de consulta: 18 de mayo del 2019].
Disponible en: <https://www.hindawi.com/journals/amse/contents.html>
ISSN: 1687-8434
45. OSPINA, Sandra [et al]. Afectación de la Resistencia a la Flexión en Concretos Modificados con Reciclado de Concreto. Revista Infraestructura Vial [en línea]. Vol. 18, n.º 31, julio 2016. [fecha de consulta: 18 de octubre de 2018].
Disponible en: <http://www.scielo.sa.cr/pdf/infraestructura/v18n31/2215-3705-infraestructura-18-31-00014.pdf>
ISSN: 2215-3705
46. PAVIMENTOS [en línea]. Bolivia: Universidad mayor de san simón. 2004. [fecha de consulta: 10 de octubre de 2018].
Disponible en: <https://civilgeeks.com/2012/06/28/descargar-libro-completo-de->

pavimentos/

47. PERÚ CONSTRUYE La revista comercial más importante de la construcción e infraestructura [en línea]. Lima: CASAOCR PERÚ, 2017. [fecha de consulta: 01 de octubre de 2018].
Disponible en <https://issuu.com/rvpeco/docs/pc49>
48. PERINAT, María. Tecnología de la confección textil. España: EDYM, 2009. [fecha de consulta: 15 de octubre de 2018].
Disponible en http://www.edym.net/Materia_prima_textil_gratis/2p/matprim/cap06/cap06-231.htm en
ISBN: 84-88615-10-8
49. PULIDO, Marta. Ceremonial y protocolo: métodos y técnicas de investigación científica. Opción [en línea]. vol. 31, n.º 1, 2015. [fecha de consulta: 12 de octubre de 2018].
Disponible en <http://www.redalyc.org/pdf/310/31043005061.pdf>
ISSN: 1012-1587
50. QUINTERO, Sandra y GONZÁLES, Luis. Uso de fibra de estopa de coco para mejorar las propiedades mecánicas del concreto [en línea]. n.º 20, julio-diciembre 2006. [fecha de consulta: 25 de noviembre del 2018].
Disponible en <http://www.redalyc.org/pdf/852/85202010.pdf>
ISSN: 0122-3461
51. RAMOS, Heisin. Aplicación de fibras estructurales a los pilotes. Tesis (Ingeniero Civil). Barcelona: Universidad Politécnica de Cataluña, 2012.
Disponible en https://upcommons.upc.edu/bitstream/handle/2099.1/15822/Tesis_Ramos.pdf
52. REVISTA especializada peruvias [en línea]. Lima: PERUVIAS, 2014 [fecha de consulta: 24 de setiembre de 2018].
Disponible en <https://es.calameo.com/read/0015251176f86b6a9beda>
53. ROBERTS, Kate, DOWELLS, Anthony y NIE, Jing-Bao. Attempting rigour and replicability in thematic analysis of qualitative research data; a case study of codebook development [en línea]. Vol. 19, 2019, n.º 1. [fecha de consulta: 23 de mayo del 2018].
Disponible en: <https://www.biomedcentral.com/bmcmedresmethodol/archive/>

ISSN: 14712288

54. ROJAS, Karen. Análisis del desempeño de la macrofibra sintética en la tenacidad del concreto. Tesis (Título de Ingeniero Civil). Trujillo: Universidad Privada del Norte, 2017. Disponible en <file:///C:/Users/JOSE/Desktop/TESIS%20PDF/Nueva%20carpeta/MACROFIBRA%20TESIS%20UPN.pdf>
55. SIKA. Sika informaciones técnicas Concreto reforzado con fibras [en línea]. Vol. 01, agosto 2011. [Fecha de consulta: 11 de octubre del 2018].
ISSN: 0122-0594
Disponible en: file:///C:/Users/JOSE/Desktop/TESIS%20PDF/Concreto%20Reforzado%20con%20Fibras_Brochure.pdf
56. SHI, Y. Development of Recycled Polypropylene Plastic Fibres to Reinforce Concrete [en línea]. Australia: Spriger nature singapore, 2017 [Fecha de consulta: 11 de octubre del 2018].
Disponible en: <https://books.google.com.pe/books?id=CvwODgAAQBAJ&pg=PA5&lpg=PA5&dq=Comparative+evaluation+of+virgin+and+recycled+polypropylene+fibre+reinforced+concrete&source=bl&ots=pvSrXfaCDZ&sig=0nMd3Nb2Ky1oY4l5CfEFGzh-O3Q&hl=es&sa=X&ved=2ahUKEwjSstTcxvzdAhWMt1MKHdzfCRgQ6AEwA3oECAUQAQ#v=onepage&q=Comparative%20evaluation%20of%20virgin%20and%20recycled%20polypropylene%20fibre%20reinforced%20concrete&f=false>
ISBN: 978-981-10-3719-1
57. SUAREZ, José, RESTREPO, José y QUINCHÍA, Adriana. Fibras vegetales colombianas como refuerzo en compuestos de matriz polimérica [en línea]. Vol. 21, n.º 51, enero-marzo 2017 [Fecha de consulta: 11 de octubre del 2018].
Disponible en <http://www.redalyc.org/pdf/2570/257050668005.pdf>
ISSN: 2248-7638
58. VALERO, Jhoner. Influencia de las fibras de polipropileno en la fisuración asociadas a la retracción plástica en pavimentos de concreto, Huancayo 2014. Tesis (Título de Ingeniero Civil). Huancayo: Universidad Nacional del Centro del Perú, 2015.
Disponible en

file:///C:/Users/JOSE/Desktop/TESIS%20PDF/Nueva%20carpeta/TESIS%20UCENTRO%20PERU.pdf

59. VARA, Arístides. 7 Pasos para una tesis exitosa desde la idea inicial hasta la sustentación [en línea]. 3ª ed. Lima: Universidad de San Martín de Porres, 2015 [fecha de consulta: 03 de octubre de 2018].
Disponibile en <http://www.administracion.usmp.edu.pe/investigacion/files/7-PASOS-PARA-UNA-TESIS-EXITOSA-Desde-la-idea-inicial-hasta-la-sustentaci%C3%B3n.pdf>
60. VARGAS, Zoila. La investigación aplicada: una forma de conocer las realidades con evidencia científica. Revista educativa [en línea]. Vol. 33, 2009, n.º 1. [fecha de consulta: 05 de octubre de 2018].
Disponibile en <http://www.redalyc.org/articulo.oa?id=44015082010>
ISSN: 0379-7082
61. VELÁSQUEZ, Sandra, PELAÉZ, Gabriel y GIRALDO, Diego. Uso de fibras vegetales en materiales compuestos de matriz polimérica: una revisión con miras a su aplicación en el diseño de nuevos productos [en línea]. 02 de marzo 2016. [fecha de consulta: 15 de octubre de 2018].
Disponibile en <https://dialnet.unirioja.es/descarga/articulo/5767279.pdf>
62. VIDAL, Gladys y HORMASABAL, Sujey. Las fibras vegetales y sus aplicaciones. Concepción: Universidad la Concepción, 2016 [fecha de consulta: 15 de octubre de 2018].
Disponibile en <http://www.eula.cl/giba/wp-content/uploads/2017/09/las-fibras-vegetales-y-sus-aplicaciones.pdf>
ISBN: 978-956-227-405-0
63. VILLEGAS, Claudia y GONZÁLEZ, Beatriz. Fibras textiles naturales sustentables y nuevos hábitos de consumo [en línea]. Enero-junio, 2013, n.º 13. [fecha de consulta: 15 de octubre de 2018].
Disponibile en <http://www.redalyc.org/pdf/4779/477947372003.pdf>
ISSN: 2007-3615.
64. WALLIMAN, Nicholas. Research Methods the basic. Routledge Taylor & Francis Group: New York, 2011. 190 pp.
ISBN: 0203836073

Anexos

Anexo 01. Matriz de consistencia

Evaluación de diversas fibras para el concreto hidráulico de un pavimento determinando su resistencia residual mediante el ensayo de flexión, Lima 2019.

PROBLEMAS	OBJETIVOS	HIPÓTESIS	VARIABLES	DIMENSIONES	INDICADORES	METODOLOGÍA
<p>GENERAL</p> <p>¿Qué relación tienen las fibras para el concreto hidráulico de un pavimento en la determinación de su resistencia residual mediante el ensayo de flexión, Lima 2019?</p> <p>ESPECÍFICOS</p> <p>¿Cómo reacciona la macrofibra sintética estructural virgen para el concreto hidráulico de un pavimento ante la determinación de su resistencia residual mediante el ensayo de flexión, Lima 2019?</p> <p>¿Cómo altera la macrofibra sintética estructural reciclada en el concreto hidráulico de un pavimento la resistencia residual mediante el ensayo de flexión, Lima 2019?</p> <p>¿Cómo afecta la fibra de yute en el concreto hidráulico de un pavimento la determinación de su resistencia residual mediante el ensayo de flexión, Lima 2019?</p>	<p>GENERAL</p> <p>Analizar las fibras para el concreto hidráulico de un pavimento al determinar su resistencia residual mediante el ensayo de flexión, Lima 2019.</p> <p>ESPECÍFICOS</p> <p>Determinar la reacción de la macrofibra sintética estructural virgen en el concreto hidráulico de un pavimento al conocer la resistencia residual mediante el ensayo de flexión, Lima 2019.</p> <p>Indicar si la macrofibra sintética estructural reciclada en el concreto hidráulico de un pavimento altera la resistencia residual mediante el ensayo de flexión, Lima 2019.</p> <p>Conocer si la fibra de yute en el concreto hidráulico de un pavimento afecta la resistencia residual mediante el ensayo de flexión, Lima 2019.</p>	<p>GENERAL</p> <p>Al evaluar las fibras para el concreto hidráulico de un pavimento se determinó una relación favorable de su resistencia residual mediante el ensayo de flexión, Lima 2019.</p> <p>ESPECÍFICAS</p> <p>La macrofibra sintética estructural virgen en el concreto hidráulico de un pavimento reacciona positivamente al aumentar la resistencia residual mediante el ensayo de flexión, Lima 2019.</p> <p>La macrofibra sintética estructural reciclada en el concreto hidráulico de un pavimento altera positivamente su resistencia residual mediante el ensayo de flexión, Lima 2019.</p> <p>La fibra de yute en el concreto hidráulico de un pavimento afecta de forma positiva la resistencia residual mediante el ensayo de flexión, Lima 2019.</p>	Fibras para el concreto hidráulico	Macrofibra sintética estructural virgen	8 kg de fibra por m3 de concreto	<p>Diseño de investigación</p> <p>Experimental</p> <p>Tipo de investigación</p> <p>Aplicada o activa</p> <p>Nivel de investigación</p> <p>Explicativa</p> <p>Enfoque de investigación</p> <p>Cuantitativo</p> <p>Unidad de análisis</p> <p>Concreto hidráulico</p> <p>Población</p> <p>Viga prismática de concreto hidráulico en el laboratorio de la UNI.</p> <p>Muestra</p> <p>Doce (12) probetas de viga prismática de concreto hidráulico.</p> <p>Técnica</p> <p>Observación sistemática</p>
				Macrofibra sintética estructural reciclada	8 kg de fibra por m3 de concreto	
				Fibra de yute	8 kg de fibra por m3 de concreto	
			Resistencia residual	Resistencia a la flexión de concreto en vigas simplemente apoyadas con carga a los tercios del tramo.	Ensayo de agregados	
					Diseño de mezcla	
					Capacidad residual de concreto	

Fuente: Elaboración propia.

Anexo 02. Cuadro de las normas técnicas

INTRUMENTO DE MEDICIÓN	NORMA TÉCNICA EMPLEADA PARA LOS ENSAYOS	NOMBRE DE LA NORMA
----	NTP 339.078:2013 ASTM C78 MTC E 709	Método de ensayo para determinar la resistencia a la flexión del concreto en vigas simplemente apoyadas con cargas a los tercios del tramo.
Resistencia residual (Mpa)	ASTM 1609	Test Method for Obtaining Average Residual-Strength of Fiber-Reinforced Concrete1.
Calidad de los agregados	NTP 400.037:2014	Especificaciones normalizadas para agregados en concreto.
Contenido de Humedad (%)	NTP 339.185:2013	Método de ensayo normalizado para contenido de humedad total evaporable de agregados por secado.
Granulometría - MF	NTP 400.012:2013	Análisis granulométrico del agregado fino, grueso y global.
<ul style="list-style-type: none"> • Gravedad específica (gr/cc). • Porcentaje de Absorción (%). 	NTP 400.021:2013	Método de ensayo normalizado para la densidad, la densidad relativa (peso específico) y absorción del agregado grueso.
<ul style="list-style-type: none"> • Gravedad específica (gr/cc). • Porcentaje de Absorción (%). 	NTP 400.22:2013	Método de ensayo normalizado para la densidad, la densidad relativa (peso específico) y absorción del agregado fino.
Peso Unitario (Suelto y compactado) (Kg/m ³)	NTP 400.017:2013	Método de ensayo normalizado para determinar la masa por unidad de volumen o densidad (“Peso Unitario”) y los vacíos en los agregados.
Diseño de mezcla	ACI 211	Diseño de mezcla de concreto.

Fuente: Elaboración propia

Anexo 03. Panel fotográfico de los ensayos en laboratorio



Figura 19. Peso del agregado fino



Figura 20. Cuarteo de la muestra



Figura 21. Selección de tamices



Figura 20. Tamizado del agregado fino



Figura 22. Verificación del tamizado



Figura 23. Finalización del peso retenido



Figura 24. Muestra para el contenido de humedad



Figura 25. Peso de la muestra para saturar



Figura 26. Secado de la muestra



Figura 27. Saturación de la muestra



Figura 28. Secado por 2 horas de la muestra



Figura 27. Peso estándar de la muestra



Figura 28. Pipeta de ensayo



Figura 29. Remoción de contenido de aire



Figura 29. Cono para control de secado de muestra



Figura 30. Control de calidad de la arena fina



Figura 31. Golpes a gravedad



Figura 32. Fin del control de calidad



Figura 33. Peso para el contenido de humedad



Figura 34. Peso específico de la arena



Figura 35. Golpes del peso específico

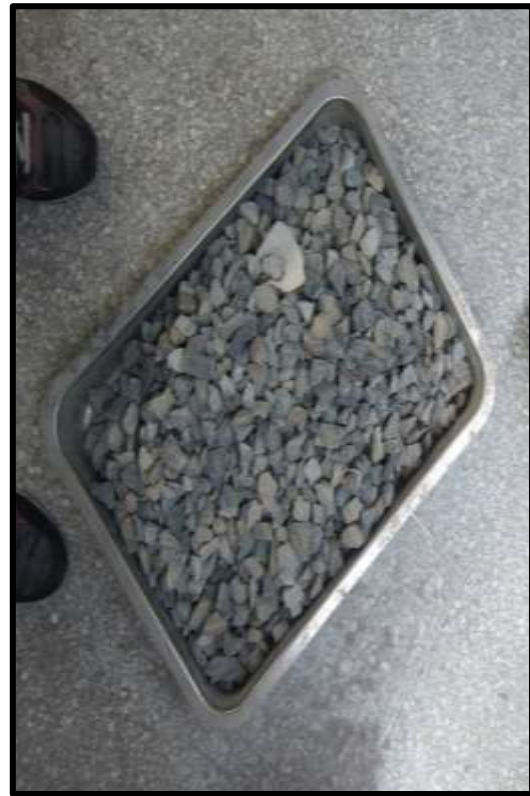


Figura 36. Muestra de agregado grueso



Figura 37. Cuarteo del agregado grueso



Figura 38. Preparación del tamiz para agregado grueso



Figura 39. Vaciado del agregado grueso en la tamizadora



Figura 40. Tamizado por 2 min



Figura 41. Retirado del material



Figura 42. Muestra para el contenido de humedad del amterial



Figura 42. Tamizado de la muestra para el contenido de humedad



Figura 43. Secado en el horno



Figura 44. Saturado de la muestra



Figura 45. Muestra luego de verter el agua.



Figura 46. Secado de la muestra saturada



Figura 47. Pesado de la muestra



Figura 48. Peso de la muestra en la balanza hidrológica



Figura 49. Verificación del peso obtenido



Figura 50. Cuarteo de la muestra para el peso específico



Figura 51. Peso específico suelto



Figura 52. Peso específico compactado



Figura 53. Peso de la muestra para el agregado grueso

Anexo 04. Especificaciones técnicas de empresa Polyztard sobre la macrofibra sintética estructural.



www.fcm.pe

POLYSTARK

MONOFILAMENTO SINTÉTICO ESTRUCTURAL

PL60

Descripción

La macro fibra sintética estructural PL 60, diseñada y usada como refuerzo secundario de concreto. Su textura especial permite obtener una excelente adherencia con el concreto y evitar la pérdida excesiva cuando se proyecta.

La PL 60 está diseñada para tener una mayor unión interfacial y eficiencia de la resistencia a flexión, absorción de energía y reducción del agrietamiento. Cumple con la norma ASTM C 1116/ C 1116 M, concreto Tipo III reforzado con fibra y con la norma Europea EN- 14889-2 como clase II.

Característica	Propiedad del material
Material base	Olefina Modificada
Textura	Moleteado
Longitud	60 mm
Diámetro equivalente	0.88 mm
Densidad relativa.	0.90 - 0.92
Tensión a la rotura	500 MPa
Punto de Fusión	150 ° C - 170 ° C
Absorción de agua	0 %
Conductividad eléctrica	Nula
Resistencia Química	Alta
Fibras por kg.	> 32,500

Beneficios

- Libre de corrosión
- Más seguro y fácil de utilizar que el refuerzo adicional
- No afecta notoriamente la fluidez (slump) de la mezcla como otras fibras multifilamento.
- Disminuye la tendencia al agrietamiento en estado fresco como endurecido del concreto.
- Menor costo de mano de obra vs el uso del acero.
- Alta resistencia a los ataques químicos y a los álcalis.
- Mejora la resistencia a la compresión y flexión del concreto.

Aplicaciones

- Losas industriales sobre el piso; para tráfico ligero, medio o pesado.
- Áreas de estacionamiento.
- Elemento Prefabricados.
- Pavimento rígido; de tráfico liviano, medio o pesado.
- Aceras y entradas de automóviles.
- Concreto proyectado vía húmeda o vía seca.
- Alta resistencia a los ataques químicos y a los álcalis.
- Mejora la resistencia a la compresión y flexión del concreto.



Dosaje

La dosis de aplicación de la fibra macro sintética estructural PL 60 es de 2 a 10 Kg por m3 de concreto o shotcrete, dependiendo de la ductilidad, resistencia residual, tenacidad o absorción de energía requerido.

Mezclado

La macro fibra PL 60 ha sido embalada en sacos de papel hidrosoluble para reducir los residuos y facilitar el manipuleo. Se puede añadir en cualquier punto de la preparación de la mezcla y se debe mezclar en el trompo a velocidad alta por al menos 1 minuto por saco.

Pruebas

El concreto reforzado con Polystark PL60 cumple con las pruebas de resiliencia residual según la norma ASTM C1609.

Información de Seguridad e higiene

Consultar la Hoja de Seguridad del Material actual, esta contiene información médica, ecológica, toxicológica y otras relacionadas con la seguridad.



INFORME

Del : Laboratorio N°1 Ensayo de Materiales
A : JOSÉ EDUARDO RUIZ GONZALES
Obra : TESIS
Ubicación : DEPARTAMENTO DE LIMA
Asunto : Diseño de mezcla $f'c = 280 \text{ Kg/cm}^2$
Expediente N° : 19-1042
Recibo N° : 89869
Fecha de emisión : 09/04/2019

1.0 DE LOS MATERIALES

1.1 Cemento:

Se utilizó cemento SOL Tipo I, proporcionado por el solicitante.

1.2 Agregado Fino:

Consistente en una Muestra de ARENA GRUESA procedente de la cantera TRAPICHE.

Las características se indican en el ANEXO 1.

1.3 Agregado Grueso:

Consistente en una Muestra de PIEDRA CHANCADA procedente de la cantera UNICON.

Las características se indican en el ANEXO 2.

1.4 Combinación de Agregados:

La granulometría del Agregado Global obtenido por la combinación del agregado fino y grueso, se muestra en el ANEXO 3.

1.5 Agua:

Se usó agua proporcionada por el solicitante, procedente de:



Ms. Ing. Ana Torre Carrillo
Jefe (e) del laboratorio

NOTAS:

1) Está prohibido reproducir o modificar el informe de ensayo, total o parcialmente, sin la autorización del laboratorio.



UNI-LEM
La Calidad es nuestro compromiso
Laboratorio Certificado ISO 9001



Av. Tupac Amaru N° 210, Lima 25
apartado 1301 - Perú



(511) 381-3343



(511) 481-1070 Anexo: 4058 / 4046



www.lem.uni.edu.pe



lem@uni.edu.pe



Laboratorio de Ensayo
de Materiales - UNI





Expediente N° : 19-1042

Pág. 2 de 5

2.0 DISEÑO DE MEZCLAS FINAL ($f'c = 280 \text{ Kg/cm}^2$) CEMENTO SOL Tipo I

2.1 CARACTERÍSTICAS GENERALES

Denominación	.....	$f'c = 280 \text{ Kg/cm}^2$
Asentamiento	.....	4"
Relación a/c de diseño	.....	0.48
Relación a/c de obra	.....	0.47
Proporciones de diseño	.....	1 : 1.65 : 1.83
Proporciones de obra	.....	1 : 1.69 : 1.83

2.2 CANTIDAD DE MATERIAL DE DISEÑO POR m^3 DE CONCRETO

Cemento	.....	467 Kg.
Arena	.....	772 Kg.
Piedra	.....	853 Kg.
Agua	.....	224 L.

2.3 CANTIDAD DE MATERIAL POR m^3 DE CONCRETO EN OBRA

Cemento	.....	467 Kg.
Arena	.....	788 Kg.
Piedra	.....	856 Kg.
Agua	.....	222 L.

2.4 CANTIDAD DE MATERIAL POR BOLSA DE CEMENTO EN OBRA

Cemento	.....	42.50 Kg.
Arena	.....	71.81 Kg.
Piedra	.....	77.94 Kg.
Agua	.....	20.18 L.

2.5 PROPORCIONES APROXIMADAS EN VOLUMEN

	CEMENTO	ARENA	PIEDRA
Proporciones	1 : 1.64	: 1.90
Agua	20.18	L/bolsa

3.0 OBSERVACIONES:

- 1) La información referente al muestreo, procedencia, cantidad, fecha de obtención e identificación han sido proporcionadas por el solicitante.
- 2) Hacer tandas de prueba por condiciones técnicas del lugar de obra, controlar las características de los materiales, personal técnico y equipos utilizados en obra.

Hecho por : Ing. M. A. Tejada S.
 Técnico : Sr. E.G.V.




 Ms. Ing. Ana Torre Carrillo
 Jefe (e) del laboratorio

NOTAS:

- 1) Está prohibido reproducir o modificar el informe de ensayo, total o parcialmente, sin la autorización del laboratorio.
- 2) Los resultados de los ensayos solo corresponden a las muestras proporcionadas por el solicitante.



ANEXO 1

EXPEDIENTE N° : 19-1042

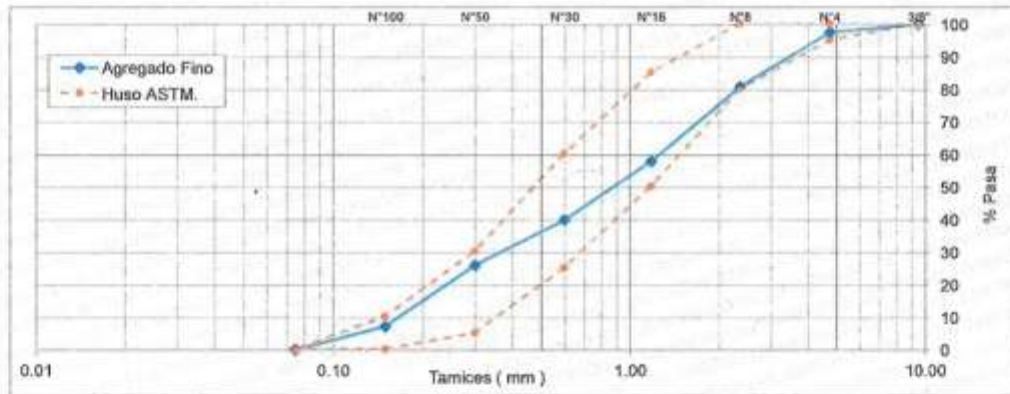
1. CARACTERÍSTICAS DEL AGREGADO FINO :

Consiste en una Muestra de Arena procedente de la cantera TRAPICHE.

A) ANÁLISIS GRANULOMÉTRICO

TAMIZ		% RET.	% RET. ACUM.	% PASA	% PASA HUSO ASTM
(Pulg)	(mm)				
3/8"	9.50	0.0	0.0	100.0	100
N°4	4.75	2.4	2.4	97.6	95 - 100
N°8	2.36	16.7	19.1	80.9	80 - 100
N°16	1.18	22.9	42.1	57.9	50 - 85
N°30	0.60	18.0	60.1	39.9	25 - 60
N°50	0.30	14.0	74.1	25.9	5 - 30
N°100	0.15	18.7	92.8	7.2	0 - 10
FONDO		7.2	100.0	0.0	

B) CURVA DE GRANULOMETRÍA



C) PROPIEDADES FÍSICAS

Módulo de Fineza	2.91
Peso Unitario Suelto (kg/m ³)	1531
Peso Unitario Compactado (kg/m ³)	1704
Peso Especifico (g/cm ³)	2.59
Contenido de Humedad (%)	2.12
Porcentaje de Absorción (%)	1.36

2. OBSERVACIONES: 1) La información referente al muestreo, procedencia, cantidad, fecha de obtención e identificación han sido proporcionadas por el solicitante.

Hecho por : Ing. M. A. Tejada S.
 Técnico : Sr. E.G.V.

NOTAS:

- 1) Está prohibido reproducir o modificar el informe de ensayo, total o parcialmente, sin la autorización del laboratorio.
- 2) Los resultados de los ensayos solo corresponden a las muestras proporcionadas por el solicitante.





ANEXO 2

EXPEDIENTE N° : 19-1042

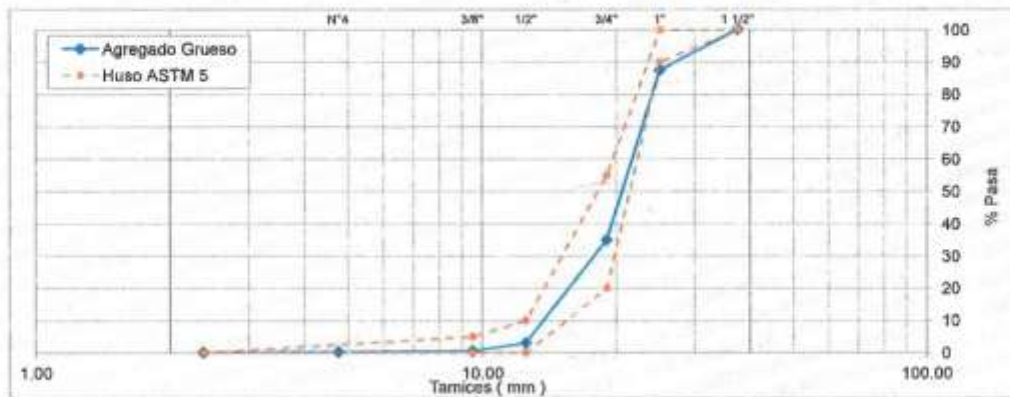
1. CARACTERÍSTICAS DEL AGREGADO GRUESO :

Consiste en una Muestra de Piedra procedente de la cantera UNICON.

A) ANÁLISIS GRANULOMÉTRICO

TAMIZ		% RET.	% RET. ACUM.	% PASA	% PASA HUSO ASTM 5
(Pulg)	(mm)				
1 1/2"	37.50	0.0	0.0	100.0	100
1"	25.00	12.7	12.7	87.3	90 - 100
3/4"	19.00	52.5	65.2	34.8	20 - 55
1/2"	12.50	31.9	97.1	2.9	0 - 10
3/8"	9.50	2.5	99.6	0.4	0 - 5
N°4	4.75	0.3	99.9	0.1	-
FONDO		0.1	100.0	0.0	

B) CURVA DE GRANULOMETRÍA



C) PROPIEDADES FÍSICAS

Módulo de Fineza	7.64
Peso Unitario Suelto (kg/m ³)	1438
Peso Unitario Compactado (kg/m ³)	1578
Peso Específico (g/cm ³)	2.74
Contenido de Humedad (%)	0.33
Porcentaje de Absorción (%)	0.75

2. OBSERVACIONES: 1) La información referente al muestreo, procedencia, cantidad, fecha de obtención e identificación han sido proporcionadas por el solicitante.

Hecho por : Ing. M. A. Tejada S.
 Técnico : Sr. E.G.V.

NOTAS:

- 1) Está prohibido reproducir o modificar el informe de ensayo, total o parcialmente, sin la autorización del laboratorio.
- 2) Los resultados de los ensayos solo corresponden a las muestras proporcionadas por el solicitante.



[Firma manuscrita]



ANEXO 3

EXPEDIENTE N° : 19-1042

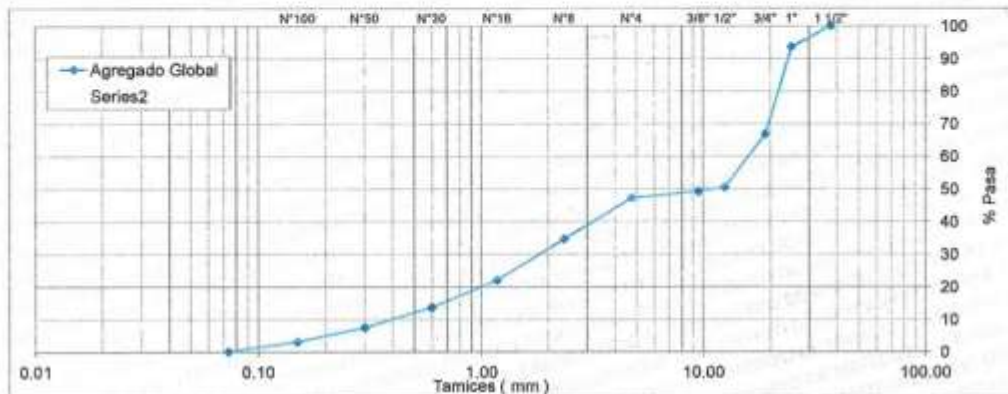
1. CARACTERÍSTICAS DEL AGREGADO GLOBAL :

Consiste en una combinación de Arena procedente de la cantera TRAPICHE y Piedra procedente de la cantera UNICON.

A) ANÁLISIS GRANULOMÉTRICO

TAMIZ		% RET.	% RET. ACUM.	% PASA
(Pulg)	(mm)			
1 1/2"	37.50	0.0	0.0	100.0
1"	25.00	6.5	6.5	93.5
3/4"	19.00	26.8	33.3	66.7
1/2"	12.50	16.3	49.6	50.4
3/8"	9.50	1.3	50.9	49.1
N°4	4.75	2.0	52.9	47.1
N°8	2.36	12.6	65.4	34.6
N°16	1.18	12.6	78.0	22.0
N°30	0.60	8.4	86.4	13.6
N°50	0.30	6.2	92.6	7.4
N°100	0.15	4.4	97.0	3.0
FONDO		3.0	100.0	0.0

B) CURVA DE GRANULOMETRÍA



C) PROPIEDADES FÍSICAS

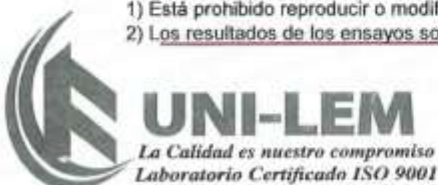
Tamaño Nominal Máximo	1"
Módulo de Fineza	5.57
% Agregado Grueso	51.07
% Agregado Fino	48.93

2. OBSERVACIONES: 1) La información referente al muestreo, procedencia, cantidad, fecha de obtención e identificación han sido proporcionadas por el solicitante.

Hecho por : Ing. M. A. Tejada S.
 Técnico : Sr. E.G.V.

NOTAS:

- 1) Está prohibido reproducir o modificar el informe de ensayo, total o parcialmente, sin la autorización del laboratorio.
- 2) Los resultados de los ensayos solo corresponden a las muestras proporcionadas por el solicitante.



Av. Tupac Amaru N° 210, Lima 25
 apartado 1301 - Perú
 (511) 381-3343
 (511) 481-1070 Anexo: 4058 / 4046

www.lem.uni.edu.pe
 lem@uni.edu.pe
 Laboratorio de Ensayo de Materiales - UNI



Anexo 05. Informe de la resistencia residual realizado en la UNI



UNIVERSIDAD NACIONAL DE INGENIERÍA
Facultad de Ingeniería Civil

LABORATORIO N° 1 DE ENSAYO DE MATERIALES "ING. MANUEL GONZÁLES DE LA COTERA"



INFORME

Del : Laboratorio N°1: Ensayo de Materiales
A : JOSE EDUARDO RUIZ GONZALES
Obra : UNIVERSIDAD CESAR VALLEJO
Ubicación : LIMA
Asunto : Ensayo de Flexión en Viga de Concreto
Expediente N° : 19-1509
Recibo N° : 65322
Fecha de emisión : 31/05/2019

1.0. DEL EQUIPO : Máquina de ensayo uniaxial ZWICK/ROELL
 Certificado de calibración: LFP-399-2018

2.0. MÉTODO DEL ENSAYO : Norma de referencia ASTM C 1609

3.0. DESCRIPCIÓN DE LA MUESTRA : Viga de concreto, con fecha de obtención del 24/04/2018.

4.0. RESULTADOS : Fecha de ensayo : 08/05/2019

IDENTIFICACIÓN	DIMENSIONES (mm)			DISTANCIA ENTRE APOYOS (mm)	PICO MÁXIMO		RESISTENCIA (N/mm ²)
	ancho	altura	Longitud		CARGA (Kg)	DEFLEXIÓN (mm)	
V2 PATRÓN SIN FIBRA	150	155	500	450	3516.04	0.54	4.31



5.0. OBSERVACIONES : 1) La información referente al muestreo, procedencia, cantidad, fecha de obtención e identificación han sido proporcionadas por el solicitante.

Hecho por : Lic. J. Basurto P.
 Técnico : Sr. A.A.



MSc. Ing. Isabel Moromi Nakata
 Jefe (e) del laboratorio

NOTAS:

- 1) Está prohibido reproducir o modificar el informe de ensayo, total o parcialmente, sin la autorización del laboratorio
- 2) Los resultados de los ensayos solo corresponden a las muestras proporcionadas por el solicitante.



Av. Tupac Amaru N° 210, Lima 25
 apartado 1301 - Perú
 (511) 381-3343
 (511) 481-1070 Anexo: 4058 / 4046

www.lem.uni.edu.pe
 lem@uni.edu.pe
 Laboratorio de Ensayo de Materiales - UNI





INFORME

Del : Laboratorio N°1: Ensayo de Materiales
A : JOSE EDUARDO RUIZ GONZALES
Obra : UNIVERSIDAD CESAR VALLEJO
Ubicación : LIMA
Asunto : Ensayo de Flexión en Viga de Concreto
Expediente N° : 19-1509
Recibo N° : 65322
Fecha de emisión : 31/05/2019

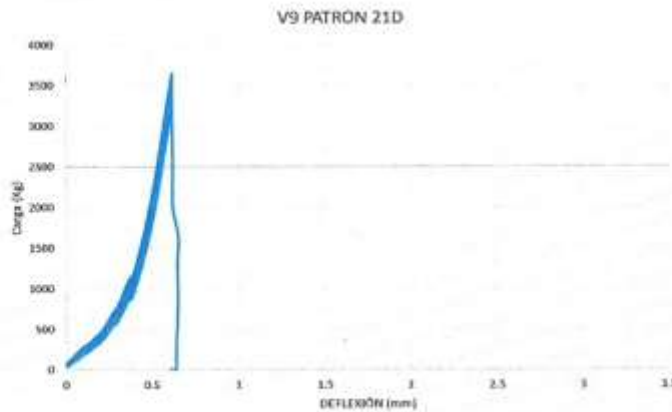
1.0. DEL EQUIPO : Máquina de ensayo uniaxial ZWICK/ROELL
 Certificado de calibración: LFP-399-2018

2.0. MÉTODO DEL ENSAYO : Norma de referencia ASTM C 1609

3.0. DESCRIPCIÓN DE LA MUESTRA : Viga de concreto PATRÓN, con fecha de obtención el 22/04/2019.

4.0. RESULTADOS : Fecha de ensayo : 16/05/2019

IDENTIFICACIÓN	DIMENSIONES (mm)			DISTANCIA ENTRE APOYOS (mm)	PICO MAXIMO		RESISTENCIA (N/mm ²)
	ancho	altura	Longitud		CARGA (Kg)	DEFLEXION (mm)	
V9 PATRON SIN FIBRA	155	155	500	450	3643.00	0.62	4.32



5.0. OBSERVACIONES : 1) La información referente al muestreo, procedencia, cantidad, fecha de obtención e identificación han sido proporcionadas por el solicitante.

Hecho por : Lic. J. Basurto-P.
 Técnico : Sr. A.A.



[Signature]
 MSc. Ing. Isabel Morono Nakata
 Jefe (e) del laboratorio

NOTAS:
 1) Está prohibido reproducir o modificar el informe de ensayo, total o parcialmente, sin la autorización del laboratorio.
 2) Los resultados de los ensayos solo corresponden a las muestras proporcionadas por el solicitante.



Av. Tupac Amaru N° 210, Lima 25
 apartado 1301 - Perú
 (511) 381-3343
 (511) 481-1070 Anexo: 4058 / 4046

www.lem.uni.edu.pe
 lem@uni.edu.pe
 Laboratorio de Ensayo de Materiales - UNI





UNIVERSIDAD NACIONAL DE INGENIERÍA

Facultad de Ingeniería Civil

LABORATORIO N° 1 DE ENSAYO DE MATERIALES "ING. MANUEL GONZÁLES DE LA COTERA"

Cámara de Ingeniería Civil Acreditada por



Accreditation Board for engineering and Technology



Engineering
Technology
Accreditation
Commission

INFORME

Del : Laboratorio N°1: Ensayo de Materiales
A : JOSE EDUARDO RUIZ GONZALES
Obra : UNIVERSIDAD CESAR VALLEJO
Ubicación : LIMA
Asunto : Ensayo de Flexión en Viga de Concreto
Expediente N° : 19-1509
Recibo N° : 65322
Fecha de emisión : 31/05/2019

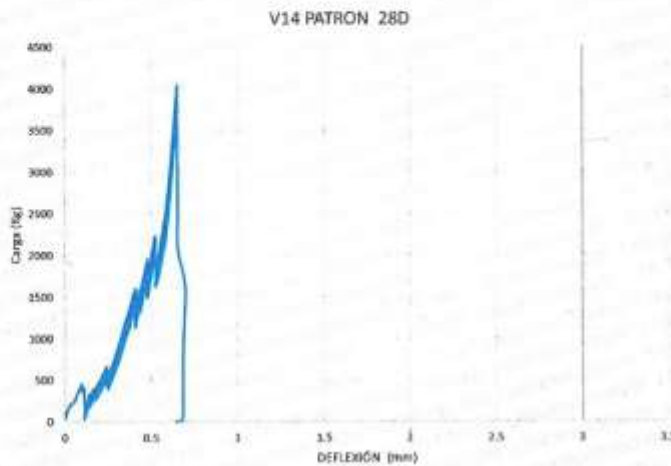
1.0. DEL EQUIPO : Máquina de ensayo uniaxial ZWICK/ROELL
Certificado de calibración: LFP-399-2018

2.0. MÉTODO DEL ENSAYO : Norma de referencia ASTM C 1609

3.0. DESCRIPCIÓN DE LA MUESTRA : Viga de concreto reforzada con FIBRA de ACERO, con fecha de fabricación el 13/10/2018

4.0. RESULTADOS : Fecha de ensayo : 30/05/2019

IDENTIFICACIÓN	DIMENSIONES (mm)			DISTANCIA ENTRE APOYOS (mm)	PICO MAXIMO		RESISTENCIA (N/mm ²)
	ancho	altura	Longitud		CARGA (Kg)	DEFLEXION (mm)	
V14 PATRON	153	154	500	450	4041.00	0.65	4.91



5.0. OBSERVACIONES : 1) La información referente al muestreo, procedencia, cantidad, fecha de obtención e identificación han sido proporcionadas por el solicitante.

Hecho por : Lic. J. Basurto P.
Técnico : Sr. A.A.



MSc. Ing. Isabel Maromi Nakata
Jefe (e) del laboratorio

NOTAS:

- 1) Está prohibido reproducir o modificar el informe de ensayo, total o parcialmente, sin la autorización del laboratorio.
- 2) Los resultados de los ensayos solo corresponden a las muestras proporcionadas por el solicitante.



Av. Tupac Amaru N° 210, Lima 25
apartado 1301 - Perú



(511) 381-3343

(511) 481-1070 Anexo: 4058 / 4046



www.lem.uni.edu.pe



lem@uni.edu.pe



Laboratorio de Ensayo
de Materiales - UNI





INFORME

Del : Laboratorio N°1: Ensayo de Materiales
 A : JOSE EDUARDO RUIZ GONZALES
 Obra : UNIVERSIDAD CESAR VALLEJO
 Ubicación : LIMA
 Asunto : Ensayo de Flexión en Viga de Concreto
 Expediente N° : 19-1509
 Recibo N° : 65322
 Fecha de emisión : 31/05/2019

1.0. DEL EQUIPO : Máquina de ensayo uniaxial ZWICK/ROELL
 Certificado de calibración: LFP-399-2018

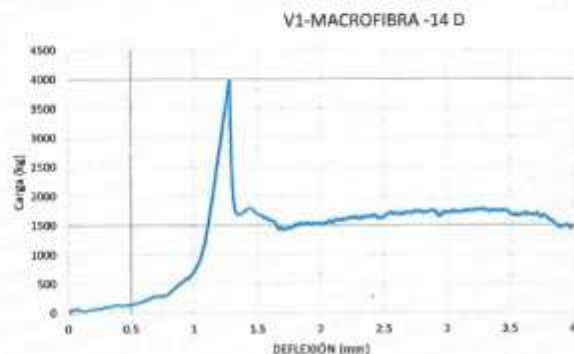
2.0. MÉTODO DEL ENSAYO : Norma de referencia ASTM C 1609

3.0. DESCRIPCIÓN DE LA MUESTRA : Viga de concreto reforzado con MACROFIBRA, con fecha de obtención del 24/04/2018.

4.0. RESULTADOS : Fecha de ensayo : 08/05/2019

IDENTIFICACIÓN	DIMENSIONES (mm)			DISTANCIA ENTRE APOYOS (mm)	PICO MAXIMO		RESISTENCIA (N/mm ²)
	ancho	altura	Longitud		CARGA (Kg)	DEFLEXION (mm)	
V1 MACROFIBRA	150	155	500	450	3976.20	1.28	4.87

DEFLEXIÓN (mm)	0.75	3.00
CARGA (Kg)	279.78	1703.21
RESISTENCIA (N/mm ²)	0.34	2.09



5.0. OBSERVACIONES : 1) La información referente al muestreo, procedencia, cantidad, fecha de obtención e identificación han sido proporcionadas por el solicitante.

Hecho por : Lic. J. Basurto P.
 Técnico : Sr. A.A.



MSc. Ing. Isabel Moromi Nakata
 Jefe (e) del laboratorio

NOTAS:

- 1) Está prohibido reproducir o modificar el informe de ensayo, total o parcialmente, sin la autorización del laboratorio.
- 2) Los resultados de los ensayos solo corresponden a las muestras proporcionadas por el solicitante.





INFORME

Del : Laboratorio N°1: Ensayo de Materiales
 A : JOSE EDUARDO RUIZ GONZALES
 Obra : UNIVERSIDAD CESAR VALLEJO
 Ubicación : LIMA
 Asunto : Ensayo de Flexión en Viga de Concreto
 Expediente N° : 19-1509
 Recibo N° : 65322
 Fecha de emisión : 31/05/2019

1.0. DEL EQUIPO : Máquina de ensayo uniaxial ZWICK/ROELL.
 Certificado de calibración: LFP-399-2018

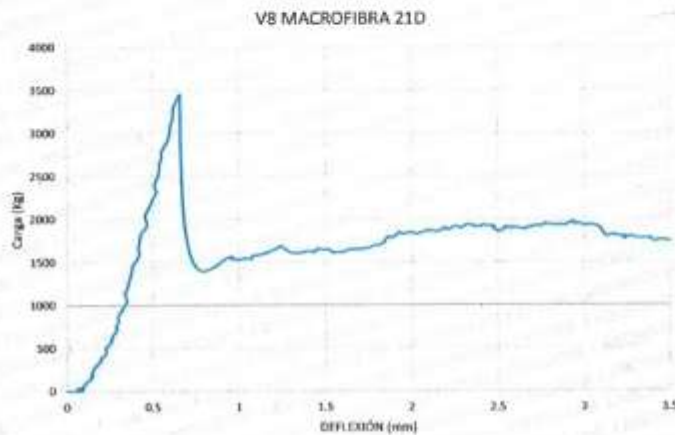
2.0. MÉTODO DEL ENSAYO : Norma de referencia ASTM C 1609

3.0. DESCRIPCIÓN DE LA MUESTRA : Viga de concreto reforzada con MACROFIBRA, con fecha de obtención el 24/04/2019.

4.0. RESULTADOS : Fecha de ensayo : 16/05/2019

IDENTIFICACIÓN	DIMENSIONES (mm)			DISTANCIA ENTRE APOYOS (mm)	PICO MÁXIMO		RESISTENCIA (N/mm ²)
	ancho	altura	Longitud		CARGA (Kg)	DEFLEXIÓN (mm)	
V8 MACROFIBRA	154	154	500	450	3443	0.66	4.16

CMOD (mm)	0.75	3.00
CARGA (Kg)	1447	1920
RESISTENCIA (N/mm ²)	1.75	2.32



5.0. OBSERVACIONES : 1) La información referente al muestreo, procedencia, cantidad, fecha de obtención e identificación han sido proporcionadas por el solicitante.

Hecho por : Lic. J. Basurto P.
 Técnico : Sr. A.A.



M.Sc. Ing. Isabel Moron Nakata
 Jefe (e) del laboratorio

NOTAS:

- 1) Está prohibido reproducir o modificar el informe de ensayo, total o parcialmente, sin la autorización del laboratorio.
- 2) Los resultados de los ensayos solo corresponden a las muestras proporcionadas por el solicitante.



Av. Tupac Amaru N° 210, Lima 25
 apartado 1301 - Perú
 (511) 381-3343
 (511) 481-1070 Anexo: 4058 / 4046



www.lem.uni.edu.pe



lem@uni.edu.pe



Laboratorio de Ensayo de Materiales - UNI



INFORME

Del : Laboratorio N°1: Ensayo de Materiales
 A : JOSE EDUARDO RUIZ GONZALES
 Obra : UNIVERSIDAD CESAR VALLEJO
 Ubicación : LIMA
 Asunto : Ensayo de Flexión en Viga de Concreto
 Expediente N° : 19-1509
 Recibo N° : 65322
 Fecha de emisión : 31/05/2019

1.0. DEL EQUIPO : Máquina de ensayo uniaxial ZWICK/ROELL
 Certificado de calibración: LFP-399-2018

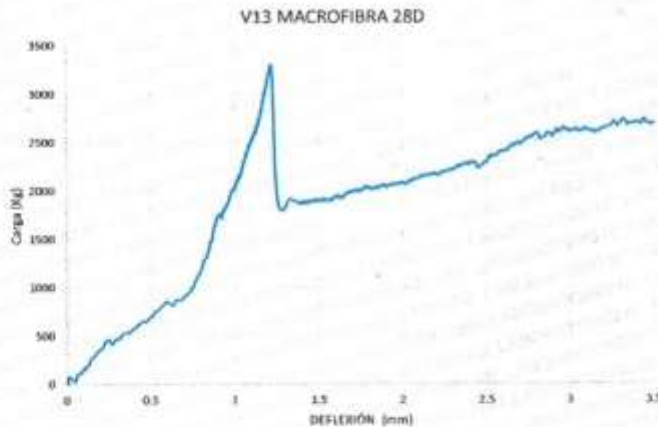
2.0. MÉTODO DEL ENSAYO : Norma de referencia ASTM C 1609

3.0. DESCRIPCIÓN DE LA MUESTRA : Viga de concreto reforzado con MACROFIRBA, con fecha de fabricación del 24/04/2018.

4.0. RESULTADOS : Fecha de ensayo : 30/05/2019

IDENTIFICACIÓN	DIMENSIONES (mm)			DISTANCIA ENTRE APOYOS (mm)	PICO MAXIMO		RESISTENCIA (N/mm ²)
	ancho	altura	Longitud		CARGA (Kg)	DEFLEXION (mm)	
V13 MACROFIBRA	154	153	500	450	3293.10	1.22	4.03

CMOD (mm)	0.75	3.00
CARGA (Kg)	984.52	2596.73
RESISTENCIA (N/mm ²)	1.21	3.18



5.0. OBSERVACIONES : 1) La información referente al muestreo, procedencia, cantidad, fecha de obtención e identificación han sido proporcionadas por el solicitante.

Hecho por : Lic. J. Basurto P.
 Técnico : Sr. A.A.



MSc. Ing. Isabel Morgani Nakata
 Jefe (e) del laboratorio

NOTAS:

- 1) Está prohibido reproducir o modificar el informe de ensayo, total o parcialmente, sin la autorización del laboratorio.
- 2) Los resultados de los ensayos solo corresponden a las muestras proporcionadas por el solicitante.





INFORME

Del : Laboratorio N°1: Ensayo de Materiales
 A : JOSE EDUARDO RUIZ GONZALES
 Obra : UNIVERSIDAD CESAR VALLEJO
 Ubicación : LIMA
 Asunto : Ensayo de Flexión en Viga de Concreto
 Expediente N° : 19-1509
 Recibo N° : 65322
 Fecha de emisión : 31/05/2019

1.0. DEL EQUIPO : Máquina de ensayo uniaxial ZWICK/ROELL
 Certificado de calibración: LFP-399-2018

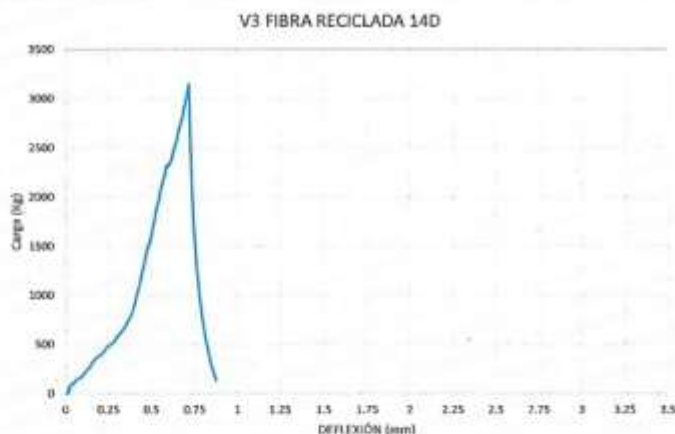
2.0. MÉTODO DEL ENSAYO : Norma de referencia ASTM C 1609

3.0. DESCRIPCION DE LA MUESTRA : Viga de concreto reforzado con FIBRA RECICLADA, con fecha de obtención del 25/04/2018.

4.0. RESULTADOS : Fecha de ensayo : 08/05/2019

IDENTIFICACIÓN	DIMENSIONES (mm)			DISTANCIA ENTRE APOYOS (mm)	PICO MAXIMO		RESISTENCIA (N/mm ²)
	ancho	altura	Longitud		CARGA (Kg)	DEFLEXION (mm)	
V3 FIBRA RECICLADA	152	155	500	450	3142.27	0.72	3.80

DEFLEXIÓN (mm)	0.75	3.00
CARGA (Kg)	1660.21	0.00
RESISTENCIA (N/mm ²)	2.01	0.00



5.0. OBSERVACIONES : 1) La información referente al muestreo, procedencia, cantidad, fecha de obtención e identificación han sido proporcionadas por el solicitante.

Hecho por : Lic. J. Basurto P.
 Técnico : Sr. A.A.



[Signature]
 MSc. Ing. Isabel Moromi Nakata
 Jefe (e) del laboratorio

NÓTAS:

- 1) Está prohibido reproducir o modificar el informe de ensayo, total o parcialmente, sin la autorización del laboratorio.
- 2) Los resultados de los ensayos solo corresponden a las muestras proporcionadas por el solicitante.



Av. Tupac Amaru N° 210, Lima 25
 apartado 1301 - Perú



(511) 381-3343



(511) 481-1070 Anexo: 4058 / 4046



www.lem.uni.edu.pe



lem@uni.edu.pe



Laboratorio de Ensayo de Materiales - UNI



INFORME

Del : Laboratorio N°1: Ensayo de Materiales
 A : JOSE EDUARDO RUIZ GONZALES
 Obra : UNIVERSIDAD CESAR VALLEJO
 Ubicación : LIMA
 Asunto : Ensayo de Flexión en Viga de Concreto
 Expediente N° : 19-1509
 Recibo N° : 65322
 Fecha de emisión : 31/05/2019

1.0. DEL EQUIPO : Máquina de ensayo uniaxial ZWICK/ROELL
 Certificado de calibración: LFP-399-2018

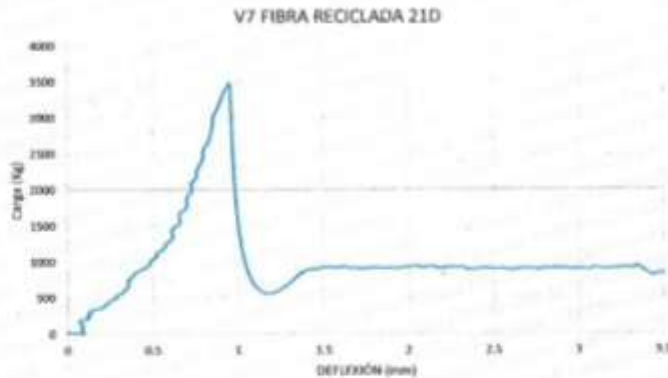
2.0. MÉTODO DEL ENSAYO : Norma de referencia ASTM C 1609

3.0. DESCRIPCIÓN DE LA MUESTRA : Viga de concreto reforzada con FIBRA RECICLADA, con fecha de obtención el 25/04/2019.

4.0. RESULTADOS : Fecha de ensayo : 16/05/2019

IDENTIFICACIÓN	DIMENSIONES (mm)			DISTANCIA ENTRE APOYOS (mm)	PICO MÁXIMO		RESISTENCIA (N/mm ²)
	ancho	altura	Longitud		CARGA (Kg)	DEFLEXION (mm)	
V7 CON FIBRA RECICLADA	154	154	500	450	3471.72	0.96	4.19

CMOD (mm)	0.75	3.00
CARGA (KN)	2133.50	894.50
RESISTENCIA (N/mm ²)	2.58	1.08



5.0. OBSERVACIONES : 1) La información referente al muestreo, procedencia, cantidad, fecha de obtención e identificación han sido proporcionadas por el solicitante.

Hecho por : Lic. J. Basurto P.
 Técnico : Sr. A.A.



MSc. Ing. Isabel Moromi Nakata
 Jefe (e) del laboratorio

NOTAS:

- 1) Está prohibido reproducir o modificar el informe de ensayo, total o parcialmente, sin la autorización del laboratorio.
- 2) Los resultados de los ensayos solo corresponden a las muestras proporcionadas por el solicitante.



INFORME

Del : Laboratorio N°1: Ensayo de Materiales
A : JOSE EDUARDO RUIZ GONZALES
Obra : UNIVERSIDAD CESAR VALLEJO
Ubicación : LIMA
Asunto : Ensayo de Flexión en Viga de Concreto
Expediente N° : 19-1509
Recibo N° : 65322
Fecha de emisión : 31/05/2019

1.0. DEL EQUIPO : Máquina de ensayo uniaxial ZWICK/ROELL
 Certificado de calibración: LFP-399-2018

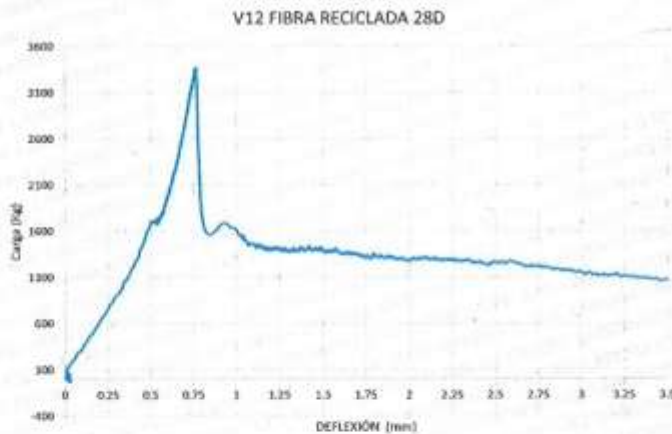
2.0. MÉTODO DEL ENSAYO : Norma de referencia ASTM C 1609

3.0. DESCRIPCIÓN DE LA MUESTRA : Viga de concreto reforzado con FIRBA RECICLADA, con fecha de fabricación del 25/04/2018.

4.0. RESULTADOS : Fecha de ensayo : 30/05/2019

IDENTIFICACIÓN	DIMENSIONES (mm)			DISTANCIA ENTRE APOYOS (mm)	PICO MAXIMO		RESISTENCIA (N/mm ²)
	ancho	altura	Longitud		CARGA (Kg)	DEFLEXION (mm)	
V12 FIBRA RECICLADO	154	154	500	450	3364.40	0.77	4.07

CMOD (mm)	0.75	3.00
CARGA (Kg)	3256.88	1146.84
RESISTENCIA (N/mm ²)	3.94	1.39



5.0. OBSERVACIONES : 1) La información referente al muestreo, procedencia, cantidad, fecha de obtención e identificación han sido proporcionadas por el solicitante.

Hecho por : Lic. J. Basurto P.
 Técnico : Sr. A.A.



MSc. Ing. Isabel Moromi Nakata
 Jefe (e) del laboratorio

NOTAS:

- 1) Está prohibido reproducir o modificar el informe de ensayo, total o parcialmente, sin la autorización del laboratorio.
- 2) Los resultados de los ensayos solo corresponden a las muestras proporcionadas por el solicitante.



Av. Tupac Amaru N° 210, Lima 25
 apartado 1301 - Perú
 (511) 381-3343



(511) 481-1070 Anexo: 4058 / 4046



www.lem.uni.edu.pe



lem@uni.edu.pe



Laboratorio de Ensayo de Materiales - UNI





INFORME

Del : Laboratorio N°1: Ensayo de Materiales
 A : JOSE EDUARDO RUIZ GONZALES
 Obra : UNIVERSIDAD CESAR VALLEJO
 Ubicación : LIMA
 Asunto : Ensayo de Flexión en Viga de Concreto
 Expediente N° : 19-1509
 Recibo N° : 65322
 Fecha de emisión : 31/05/2019

1.0. DEL EQUIPO : Máquina de ensayo uniaxial ZWICK/ROELL
 Certificado de calibración: LFP-399-2018

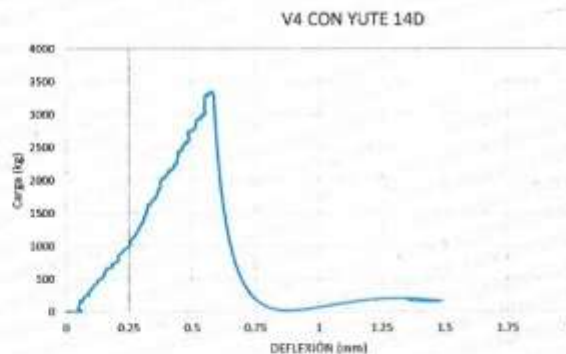
2.0. MÉTODO DEL ENSAYO : Norma de referencia ASTM C 1609

3.0. DESCRIPCIÓN DE LA MUESTRA : Viga de concreto reforzada con YUTE, con fecha de obtención el 02/05/2019.

4.0. RESULTADOS : Fecha de ensayo : 16/05/2019

IDENTIFICACIÓN	DIMENSIONES (mm)			DISTANCIA ENTRE APOYOS (mm)	PICO MAXIMO		RESISTENCIA (N/mm ²)
	ancho	altura	Longitud		CARGA (Kg)	DEFLEXIÓN (mm)	
V4 CON YUTE	154	154	500	450	3347.14	0.58	4.04

CMOD (mm)	0.75	3.00
CARGA (Kg)	200	0
RESISTENCIA (N/mm ²)	0.24	0.00



5.0. OBSERVACIONES : 1) La información referente al muestreo, procedencia, cantidad, fecha de obtención e identificación han sido proporcionadas por el solicitante.

Hecho por : Lic. J. Basurto P.
 Técnico : Sr. A.A.



MSc. Ing. Isabel Mofomi Nakata
 Jefe (e) del laboratorio

NOTAS:

- 1) Está prohibido reproducir o modificar el Informe de ensayo, total o parcialmente, sin la autorización del laboratorio.
- 2) Los resultados de los ensayos solo corresponden a las muestras proporcionadas por el solicitante.



INFORME

Del : Laboratorio N°1: Ensayo de Materiales
 A : JOSE EDUARDO RUIZ GONZALES
 Obra : UNIVERSIDAD CESAR VALLEJO
 Ubicación : LIMA
 Asunto : Ensayo de Flexión en Viga de Concreto
 Expediente N° : 19-1509
 Recibo N° : 65322
 Fecha de emisión : 31/05/2019

1.0. DEL EQUIPO : Máquina de ensayo uniaxial ZWICK/ROELL
 Certificado de calibración: LFP-399-2018

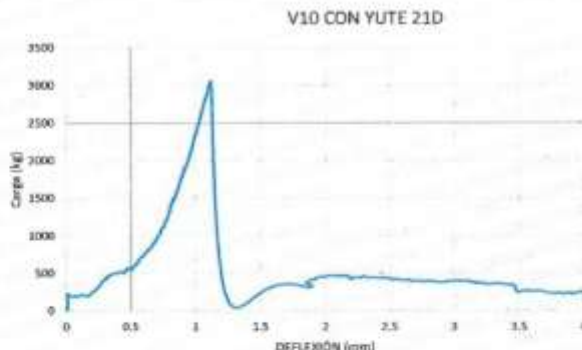
2.0. MÉTODO DEL ENSAYO : Norma de referencia ASTM C 1609

3.0. DESCRIPCIÓN DE LA MUESTRA : Viga de concreto reforzado con YUTE, con fecha de fabricación del 02/05/2018.

4.0. RESULTADOS : Fecha de ensayo : 23/05/2019

IDENTIFICACIÓN	DIMENSIONES (mm)			DISTANCIA ENTRE APOYOS (mm)	PICO MAXIMO		RESISTENCIA (N/mm ²)
	ancho	altura	Longitud		CARGA (Kg)	DEFLEXION (mm)	
V10 CON YUTE-M1	156	157	500	450	3053.99	1.12	3.50

DEFLEXIÓN (mm)	0.75	3.00
CARGA (kg)	1096.15	392.50
RESISTENCIA (N/mm ²)	1.26	0.45



5.0. OBSERVACIONES : 1) La información referente al muestreo, procedencia, cantidad, fecha de obtención e identificación han sido proporcionadas por el solicitante.

Hecho por : Lic. J. Basurto P.
 Técnico : Sr. A.A.



NOTAS:

- 1) Está prohibido reproducir o modificar el informe de ensayo, total o parcialmente, sin la autorización del laboratorio
- 2) Los resultados de los ensayos solo corresponden a las muestras proporcionadas por el solicitante.



INFORME

Del : Laboratorio N°1: Ensayo de Materiales
A : JOSE EDUARDO RUIZ GONZALES
Obra : UNIVERSIDAD CESAR VALLEJO
Ubicación : LIMA
Asunto : Ensayo de Flexión en Viga de Concreto
Expediente N° : 19-1509
Recibo N° : 65322
Fecha de emisión : 31/05/2019

1.0. DEL EQUIPO : Máquina de ensayo uniaxial ZWICK/ROELL
 Certificado de calibración: LFP-399-2018

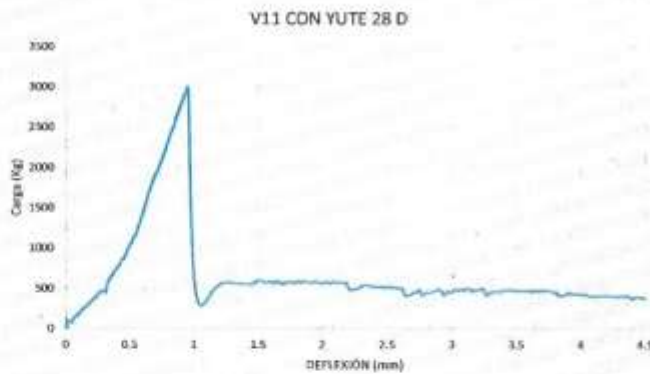
2.0. MÉTODO DEL ENSAYO : Norma de referencia ASTM C 1609

3.0. DESCRIPCIÓN DE LA MUESTRA : Viga de concreto reforzado con YUTE, con fecha de fabricación del 02/05/2018.

4.0. RESULTADOS : Fecha de ensayo : 30/05/2019

IDENTIFICACIÓN	DIMENSIONES (mm)			DISTANCIA ENTRE APOYOS (mm)	PICO MAXIMO		RESISTENCIA (N/mm ²)
	ancho	altura	Longitud		CARGA (Kg)	DEFLEXION (mm)	
V11 CON YUTE-M1	155	152	500	450	2997.67	0.95	3.69

CMOD (mm)	0.75	3.00
CARGA (Kg)	2069.55	448.94
RESISTENCIA (N/mm ²)	2.55	0.55



5.0. OBSERVACIONES : 1) La información referente al muestreo, procedencia, cantidad, fecha de obtención e identificación han sido proporcionadas por el solicitante.

Hecho por : Lic. J. Basurto P.
 Técnico : Sr. A.A.

[Signature]



[Signature]
 MSc. Ing. Isabel Moromi Nakata
 Jefe (e) del laboratorio

NOTAS:

- 1) Está prohibido reproducir o modificar el informe de ensayo, total o parcialmente, sin la autorización del laboratorio.
- 2) Los resultados de los ensayos solo corresponden a las muestras proporcionadas por el solicitante.



Av. Tupac Amaru N° 210, Lima 25
 apartado 1301 - Perú
 (511) 381-3343
 (511) 481-1070 Anexo: 4058 / 4046



www.lem.uni.edu.pe



lem@uni.edu.pe



Laboratorio de Ensayo de Materiales - UNI





CERTIFICADO DE CALIBRACIÓN

LD-1032-2018

O.T. : 1026-1221

Fecha de emisión : 2018-05-28

Página : 1 de 2

SOLICITANTE : UNIVERSIDAD NACIONAL DE INGENIERIA

Dirección : Centro Industrial Mza. B Lote 5-6 Las Praderas de Lurin, Lima - Lima - Lurin

INSTRUMENTO DE MEDICIÓN : TAMIZ
 Marca : FORNEY
 Modelo : No Indica
 N° de serie : 4BS8F767230
 N° de tamiz : N° 4
 Tamaño de abertura : 4,75 mm
 Identificación : MVAF-1
 Procedencia : U S A
 Ubicación : No Indica
 Fecha de Calibración : 2018-05-23

TEST & CONTROL S.A.C. es un Laboratorio de Calibración y Certificación de equipos de medición basado a la Norma Técnica Peruana ISO/IEC 17025.

TEST & CONTROL S.A.C. brinda los servicios de calibración de instrumentos de medición con los más altos estándares de calidad garantizando la satisfacción de nuestros clientes.

LUGAR DE MEDICIÓN

Laboratorio de TEST & CONTROL S.A.C.

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

PROCEDIMIENTO DE CALIBRACIÓN

La calibración se efectuó por comparación directa, se utilizó patrones trazables a las unidades de longitud del Sistema Internacional de Unidades (S.I.) Calibrados por el DM - INACAL.

Con el fin de asegurar la calidad de sus mediciones se le recomienda al usuario recalibrar sus instrumentos a intervalos apropiados de acuerdo al uso.

CONDICIONES AMBIENTALES

MAGNITUD	INICIAL	FINAL
TEMPERATURA	19,6 °C	19,3 °C
HUMEDAD RELATIVA	65,5%	64,9%

Los resultados en el presente documento no deben ser utilizados como una certificación de conformidad con normas de producto o como certificado del sistema de calidad de la entidad que lo produce.

TEST & CONTROL S.A.C. no se responsabiliza de los perjuicios que puedan ocurrir después de su calibración debido a la mala manipulación de este instrumento, ni de una incorrecta interpretación de los resultados de la calibración declarados en el presente documento.

El presente documento carece de valor sin firma y sello.

Lic. Nicolas Ramos Paucar

GERENTE TÉCNICO

CFP: 0316



TRAZABILIDAD

Trazabilidad	Patrón utilizado	Certificado de calibración
Patrones de referencia del DM - INACAL	Reticula de Medición Mitutoyo	LLA - 387 -2017

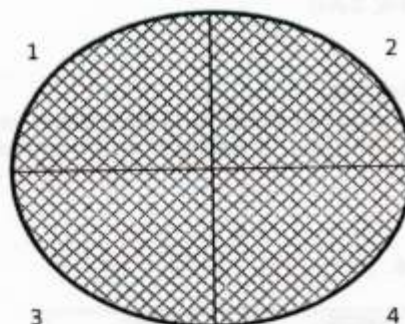
RESULTADOS DE LA CALIBRACIÓN

REGIÓN N°	VALOR NOMINAL mm	VALOR HALLADO mm	ERROR mm	Variación permisible mm
1	4,750	4,750	0,000	0,150
2	4,750	4,750	0,000	0,150
3	4,750	4,751	-0,001	0,150
4	4,750	4,752	-0,002	0,150

Incertidumbre de Medición

0,002 mm

REGIONES EXPLORADAS



OBSERVACIONES

Con fines de identificación de la calibración se colocó una etiqueta autoadhesiva de color verde.
Se realizó una exploración por regiones, se obtuvo un 95 % de exploración.

INCERTIDUMBRE

La incertidumbre de medición reportada se denomina Incertidumbre Expandida de medida (U) se ha obtenido multiplicación la incertidumbre Estándar Combinada (u) por el Factor de Cobertura (k = 2) que, para una distribución normal, corresponde a una probabilidad de cobertura de aproximadamente el 95%

FIN DEL DOCUMENTO





CERTIFICADO DE CALIBRACIÓN

LD-1036-2018

O.T. : 1026-1221

Fecha de emisión : 2018-05-28

Página : 1 de 2

SOLICITANTE : UNIVERSIDAD NACIONAL DE INGENIERIA

Dirección : Centro Industrial Mza. B Lote 5-6 Las Praderas de Lurin, Lima - Lima - Lurin

INSTRUMENTO DE MEDICIÓN : TAMIZ

Marca	: FORNEY
Modelo	: No Indica
N° de serie	: 30BS8F766626
N° de tamiz	: N° 30
Tamaño de abertura	: 600 µm
Identificación	: MVAF-4
Procedencia	: U.S.A.
Ubicación	: No Indica
Fecha de Calibración	: 2018-05-23

TEST & CONTROL S.A.C. es un Laboratorio de Calibración y Certificación de equipos de medición basado a la Norma Técnica Peruana ISO/IEC 17025.

TEST & CONTROL S.A.C. brinda los servicios de calibración de instrumentos de medición con los más altos estándares de calidad, garantizando la satisfacción de nuestros clientes.

LUGAR DE MEDICIÓN

Laboratorio de TEST & CONTROL S.A.C.

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

PROCEDIMIENTO DE CALIBRACIÓN

La calibración se efectuó por comparación directa, se utilizó patrones trazables a las unidades de longitud del Sistema Internacional de Unidades (S.I.) Calibrados por el DM - INACAL.

Con el fin de asegurar la calidad de sus mediciones se le recomienda al usuario recalibrar sus instrumentos a intervalos apropiados de acuerdo al uso.

CONDICIONES AMBIENTALES

MAGNITUD	INICIAL	FINAL
TEMPERATURA	19,2 °C	19,4 °C
HUMEDAD RELATIVA	70,2%	69,5%

Los resultados en el presente documento no deben ser utilizados como una certificación de conformidad con normas de producto o como certificado del sistema de calidad de la entidad que lo produce.

TEST & CONTROL S.A.C. no se responsabiliza de los perjuicios que puedan ocurrir después de su calibración debido a la mala manipulación de este instrumento, ni de una incorrecta interpretación de los resultados de la calibración declarados en el presente documento.

El presente documento carece de valor sin firma y sello.

Lic. Nicolás Ramos Paucar

GERENTE TÉCNICO

CFP: 0318



TRAZABILIDAD

Trazabilidad	Patrón utilizado	Certificado de calibración
Patrones de referencia del DM - INACAL	Reticula de Medición Mitutoyo	LLA - 387 -2017

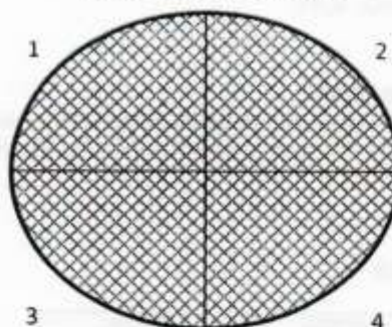
RESULTADOS DE LA CALIBRACIÓN

REGIÓN N°	VALOR NOMINAL μm	VALOR HALLADO μm	ERROR μm	Variación permisible μm
1	600	599,600	0,400	0,025
2	600	600,000	0,000	0,025
3	600	601,000	-1,000	0,025
4	600	601,800	-1,800	0,025

Incertidumbre de Medición

2,0976 μm

REGIONES EXPLORADAS



OBSERVACIONES

Con fines de identificación de la calibración se colocó una etiqueta autoadhesiva de color verde.
Se realizó una exploración por regiones, se obtuvo un 95 % de exploración.

INCERTIDUMBRE

La incertidumbre de medición reportada se denomina Incertidumbre Expandida de medida (U) se ha obtenido multiplicación la incertidumbre Estándar Combinada (u) por el Factor de Cobertura (k = 2) que, para una distribución normal, corresponde a una probabilidad de cobertura de aproximadamente el 95%

FIN DEL DOCUMENTO





CERTIFICADO DE CALIBRACIÓN

LD-1035-2018

O.T. : 1026-1221

Fecha de emisión : 2018-05-28

Página : 1 de 2

SOLICITANTE : UNIVERSIDAD NACIONAL DE INGENIERIA

Dirección : Centro Industrial Mza. B Lote 5-6 Las Praderas de Lurin, Lima - Lima - Lurin

INSTRUMENTO DE MEDICIÓN : TAMIZ

Marca : FORNEY
 Modelo : No Indica
 N° de serie : 50BS8F786266
 N° de tamiz : N° 50
 Tamaño de abertura : 300 µm
 Identificación : MVAF-5
 Procedencia : U.S.A.
 Ubicación : No Indica
 Fecha de Calibración : 2018-05-23

TEST & CONTROL S.A.C. es un Laboratorio de Calibración y Certificación de equipos de medición basado a la Norma Técnica Peruana ISO/IEC 17025.

TEST & CONTROL S.A.C. brinda los servicios de calibración de instrumentos de medición con los más altos estándares de calidad, garantizando la satisfacción de nuestros clientes.

LUGAR DE MEDICIÓN

Laboratorio de TEST & CONTROL S.A.C.

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

PROCEDIMIENTO DE CALIBRACIÓN

La calibración se efectuó por comparación directa, se utilizó patrones trazables a las unidades de longitud del Sistema Internacional de Unidades (S.I.) Calibrados por el DM - INACAL.

Con el fin de asegurar la calidad de sus mediciones se le recomienda al usuario recalibrar sus instrumentos a intervalos apropiados de acuerdo al uso.

CONDICIONES AMBIENTALES

MAGNITUD	INICIAL	FINAL
TEMPERATURA	19,4 °C	19,2 °C
HUMEDAD RELATIVA	66,1%	65,8%

Los resultados en el presente documento no deben ser utilizados como una certificación de conformidad con normas de producto o como certificado del sistema de calidad de la entidad que lo produce.

TEST & CONTROL S.A.C. no se responsabiliza de los perjuicios que puedan ocurrir después de su calibración debido a la mala manipulación de este instrumento, ni de una incorrecta interpretación de los resultados de la calibración declarados en el presente documento. El presente documento carece de valor sin firma y sello.


 Lic. Nicolás Ramos Paucar
 GERENTE TÉCNICO
 CFP: 0318



TRAZABILIDAD

Trazabilidad	Patrón utilizado	Certificado de calibración
Patrones de referencia del DM - INACAL	Reticula de Medición Mitutoyo	LLA - 387 -2017

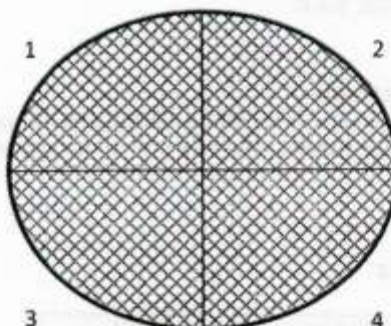
RESULTADOS DE LA CALIBRACIÓN

REGIÓN N°	VALOR NOMINAL μm	VALOR HALLADO μm	ERROR μm	Variación permisible mm
1	0,3	0,302	-0,0024	0,014
2	0,3	0,302	-0,0024	0,014
3	0,3	0,302	-0,0020	0,014
4	0,3	0,301	-0,0014	0,014

Incertidumbre de Medición

0,0042 μm

REGIONES EXPLORADAS



OBSERVACIONES

Con fines de identificación de la calibración se colocó una etiqueta autoadhesiva de color verde. Se realizó una exploración por regiones, se obtuvo un 95 % de exploración.

INCERTIDUMBRE

La incertidumbre de medición reportada se denomina Incertidumbre Expandida de medida (U) se ha obtenido multiplicación la incertidumbre Estándar Combinada (u) por el Factor de Cobertura (k = 2) que, para una distribución normal, corresponde a una probabilidad de cobertura de aproximadamente el 95%

FIN DEL DOCUMENTO





CERTIFICADO DE CALIBRACIÓN

LD-1034-2018

O.T. : 1026-1221

Fecha de emisión : 2018-05-28

Página : 1 de 2

SOLICITANTE : UNIVERSIDAD NACIONAL DE INGENIERIA

Dirección : Centro Industrial Mza. B Lote 5-6 Las Praderas de Lurin, Lima - Lima - Lurin

INSTRUMENTO DE MEDICIÓN : TAMIZ

Marca : FORNEY

Modelo : No Indica

N° de serie : 100BS8F786130

N° de tamiz : N° 100

Tamaño de abertura : 0,150 µm

Identificación : MVAF-6

Procedencia : U.S.A.

Ubicación : No Indica

Fecha de Calibración : 2018-05-23

TEST & CONTROL S.A.C. es un Laboratorio de Calibración y Certificación de equipos de medición basado a la Norma Técnica Peruana ISO/IEC 17025.

TEST & CONTROL S.A.C. brinda los servicios de calibración de instrumentos de medición con los más altos estándares de calidad, garantizando la satisfacción de nuestros clientes.

LUGAR DE MEDICIÓN

Laboratorio de TEST & CONTROL S.A.C.

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

PROCEDIMIENTO DE CALIBRACIÓN

La calibración se efectuó por comparación directa, se utilizó patrones trazables a las unidades de longitud del Sistema Internacional de Unidades (S.I.) Calibrados por el DM - INACAL.

Con el fin de asegurar la calidad de sus mediciones se le recomienda al usuario recalibrar sus instrumentos a intervalos apropiados de acuerdo al uso.

CONDICIONES AMBIENTALES

MAGNITUD	INICIAL	FINAL
TEMPERATURA	19,2 °C	19 °C
HUMEDAD RELATIVA	74,5%	74,2%

Los resultados en el presente documento no deben ser utilizados como una certificación de conformidad con normas de producto o como certificado del sistema de calidad de la entidad que lo produce.

TEST & CONTROL S.A.C. no se responsabiliza de los perjuicios que puedan ocurrir después de su calibración debido a la mala manipulación de este instrumento, ni de una incorrecta interpretación de los resultados de la calibración declarados en el presente documento. El presente documento carece de valor sin firma y sello.

Lic. Nicolás Ramos Paucar

GERENTE TECNICO

CFP: 0316



TRAZABILIDAD

Trazabilidad	Patrón utilizado	Certificado de calibración
Patrones de referencia del DM - INACAL	Reticula de Medición Mitutoyo	LLA - 387 -2017

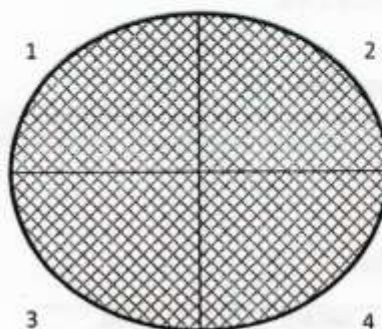
RESULTADOS DE LA CALIBRACIÓN

REGIÓN N°	VALOR NOMINAL μm	VALOR HALLADO μm	ERROR μm	Variación permisible mm
1	0,150	0,150	0,0002	0,008
2	0,150	0,150	0,0002	0,008
3	0,150	0,150	0,0002	0,008
4	0,150	0,150	0,0002	0,008

Incertidumbre de Medición

0,0004 μm

REGIONES EXPLORADAS



OBSERVACIONES

Con fines de identificación de la calibración se colocó una etiqueta autoadhesiva de color verde.
Se realizó una exploración por regiones, se obtuvo un 95 % de exploración.

INCERTIDUMBRE

La incertidumbre de medición reportada se denomina Incertidumbre Expandida de medida (U) se ha obtenido multiplicación la incertidumbre Estándar Combinada (u) por el Factor de Cobertura (k = 2) que, para una distribución normal, corresponde a una probabilidad de cobertura de aproximadamente el 95%

FIN DEL DOCUMENTO





CERTIFICADO DE CALIBRACIÓN

LD-1037-2018

O.T. : 1026-1221

Fecha de emisión : 2018-05-28

Página : 1 de 2

SOLICITANTE : UNIVERSIDAD NACIONAL DE INGENIERIA

Dirección : Centro Industrial Mza. B Lote 5-6 Las Praderas de Lurin, Lima - Lima - Lurin

INSTRUMENTO DE MEDICIÓN : TAMIZ

Marca : FORNEY
 Modelo : No Indica
 N° de serie : 12BS8F743035
 N° de tamiz : N° 12
 Tamaño de abertura : 1,70 mm
 Identificación : MVAF-7
 Procedencia : U.S.A.
 Ubicación : No Indica
 Fecha de Calibración : 2018-05-23

TEST & CONTROL S.A.C es un Laboratorio de Calibración y Certificación de equipos de medición basado a la Norma Técnica Peruana ISO/IEC 17025.

TEST & CONTROL S.A.C. brinda los servicios de calibración de instrumentos de medición con los más altos estándares de calidad, garantizando la satisfacción de nuestros clientes.

LUGAR DE MEDICIÓN

Laboratorio de TEST & CONTROL S.A.C.

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

PROCEDIMIENTO DE CALIBRACIÓN

La calibración se efectuó por comparación directa, se utilizó patrones trazables a las unidades de longitud del Sistema Internacional de Unidades (S.I.) Calibrados por el DM - INACAL.

Con el fin de asegurar la calidad de sus mediciones se le recomienda al usuario recalibrar sus instrumentos a intervalos apropiados de acuerdo al uso.

CONDICIONES AMBIENTALES

MAGNITUD	INICIAL	FINAL
TEMPERATURA	18,9 °C	18,8 °C
HUMEDAD RELATIVA	75,1%	74,5%

Los resultados en el presente documento no deben ser utilizados como una certificación de conformidad con normas de producto o como certificado del sistema de calidad de la entidad que lo produce.

TEST & CONTROL S.A.C. no se responsabiliza de los perjuicios que puedan ocurrir después de su calibración debido a la mala manipulación de este instrumento, ni de una incorrecta interpretación de los resultados de la calibración declarados en el presente documento.

El presente documento carece de valor sin firma y sello.


Lic. Nicolás Ramos Paucar
GERENTE TÉCNICO
 CFP: 0316



TRAZABILIDAD

Trazabilidad	Patrón utilizado	Certificado de calibración
Patrones de referencia del DM - INACAL	Reticula de Medición Mitutoyo	LLA - 387 -2017

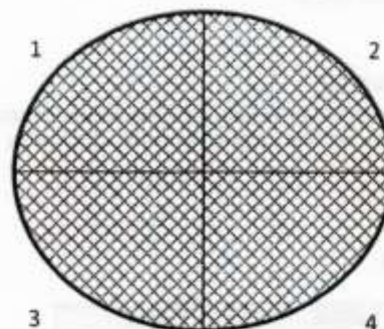
RESULTADOS DE LA CALIBRACIÓN

REGIÓN N°	VALOR NOMINAL mm	VALOR HALLADO mm	ERROR mm	Variación permisible mm
1	1,700	1,697	0,003	0,060
2	1,700	1,701	-0,001	0,060
3	1,700	1,696	0,004	0,060
4	1,700	1,738	-0,038	0,060

Incertidumbre de Medición

0,038 mm

REGIONES EXPLORADAS



OBSERVACIONES

Con fines de identificación de la calibración se colocó una etiqueta autoadhesiva de color verde. Se realizó una exploración por regiones, se obtuvo un 95 % de exploración.

INCERTIDUMBRE

La incertidumbre de medición reportada se denomina Incertidumbre Expandida de medida (U) se ha obtenido multiplicación la incertidumbre Estándar Combinada (u) por el Factor de Cobertura (k = 2) que, para una distribución normal, corresponde a una probabilidad de cobertura de aproximadamente el 95%

FIN DEL DOCUMENTO





CERTIFICADO DE CALIBRACION

LM - 0403 - 2017

O.T. : 0705-1107

Fecha de emisión : 2017 - 05 - 09

Página : 1 de 3

SOLICITANTE: UNIVERSIDAD NACIONAL DE INGENIERIA

Dirección : Av. Tupac Amaru Nro 210, Lima - Lima - Rimac

INSTRUMENTO DE MEDICIÓN : BALANZA

Funcionamiento : No Automático

Alcance de Escala : 0 g a 10000 g

Marca : SARTORIUS

Modelo : QS16000B

N° de Serie : 80801203

Tipo : Electrónica

Procedencia : No Indica

Identificación : BLZA-1

Ubicación : Area De Agregados

Clase : II

Rango : Simple

Capacidad Máxima : 10000 g

División de Escala (d) : 0,5 g

División de Verificación (e) : 0,5 g

Capacidad Mínima (*) : 25 g

Fecha de Calibración : 2017 - 04 - 27

TEST & CONTROL S.A.C. es un Laboratorio de Calibración y Certificación de equipos de medición basado a la Norma Técnica Peruana ISO/IEC 17025.

TEST & CONTROL S.A.C. brinda los servicios de calibración de instrumentos de medición con los más altos estándares de calidad, garantizando la satisfacción de nuestros clientes.

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

Con el fin de asegurar la calidad de sus mediciones se le recomienda al usuario recalibrar sus instrumentos a intervalos apropiados de acuerdo al uso.

Los resultados en el presente documento no deben ser utilizados como una certificación de conformidad con normas de producto o como certificado del sistema de calidad de la entidad que lo produce.

LUGAR DE CALIBRACIÓN

Instalaciones de UNIVERSIDAD NACIONAL DE INGENIERIA

PROCEDIMIENTO DE CALIBRACIÓN

La calibración se realizó por comparación directa entre las indicaciones de lectura de la balanza y las cargas aplicadas mediante pesas patrones según procedimiento PC-011 "Procedimiento para la Calibración de Balanzas de Funcionamiento No Automático Clase I y II". Cuarta Edición - Abril 2010. SNM-INDECOPI

TEST & CONTROL S.A.C. no se responsabiliza de los perjuicios que puedan ocurrir después de su calibración debido a la mala manipulación de este instrumento, ni de una incorrecta interpretación de los resultados de la calibración declarados en el presente documento.

El presente documento carece de valor sin firma y sello.

Nicolás Ramos Ponce
Lic. Nicolás Ramos Ponce
Gerente Técnico
CFP: 0316



TRAZABILIDAD

Trazabilidad	Patrón utilizado	Certificado de Calibración
Patrones de referencia Pesas E1 DM-INACAL	Pesas 1 mg a 1 kg (clase F1)	LM-C-233-2016

RESULTADOS DE CALIBRACIÓN

INSPECCION VISUAL

Ajuste de Cero	TIENE	Escala	NO TIENE
Oscilación Libre	TIENE	Indicador	NO TIENE
Plataforma	TIENE	Nivelación	TIENE
Sistema de Traba	NO TIENE	Dispositivo Indicador Auxiliar	NO TIENE

ENSAYO DE REPETIBILIDAD

MAGNITUD	INICIAL	FINAL
Temperatura	26,1 °C	26,0 °C
Humedad Relativa	63,8 %	62,8 %

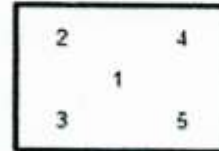
Medición N°	Carga (g)	I (g)	ΔL (mg)	E (mg)
1	5 000,0	5 000,0	200,0	50,0
2		4 999,5	250,0	-500,0
3		4 999,5	250,0	-500,0
4		5 000,0	200,0	50,0
5		4 999,5	250,0	-500,0
6		5 000,0	250,0	0,0
7		4 999,0	200,0	-950,0
8		5 000,0	200,0	50,0
9		5 000,0	250,0	0,0
10		5 000,0	200,0	50,0
| E _{máx} - E _{mín} |		1 000,0 mg		
error máximo permitido		± 1 000,0 mg		

Medición N°	Carga (g)	I (g)	ΔL (mg)	E (mg)
1	10 000,0	9 999,5	250,0	-500,0
2		10 000,0	250,0	0,0
3		10 000,0	200,0	50,0
4		9 999,5	250,0	-500,0
5		9 999,5	200,0	-450,0
6		10 000,0	250,0	0,0
7		10 000,0	300,0	-50,0
8		10 000,0	250,0	0,0
9		9 999,5	250,0	-500,0
10		10 000,0	250,0	0,0
| E _{máx} - E _{mín} |		550,0 mg		
error máximo permitido		± 1 000,0 mg		



ENSAYO DE EXCENTRICIDAD

MAGNITUD	INICIAL	FINAL
Temperatura	26,0 °C	26,0 °C
Humedad Relativa	62,8 %	63,8 %



N°	Determinación de Error Eo				Determinación de Error Corregido Ec				e.m.p. (±mg)	
	Carga (g)	I (g)	ΔL (mg)	Eo (mg)	Carga (g)	I (g)	ΔL (mg)	E (mg)		Ec (mg)
1	5,0	5,0	200,0	50,0	3 000,0	3 000,0	250,0	0,0	-50,0	1 000,0
2		5,0	200,0	50,0		3 000,0	300,0	-50,0	-100,0	
3		4,5	250,0	-500,0		2 999,5	300,0	-550,0	-50,0	
4		5,0	200,0	50,0		3 000,0	250,0	0,0	-50,0	
5		5,0	250,0	0,0		3 000,0	250,0	0,0	0,0	

ENSAYO DE PESAJE

MAGNITUD	INICIAL	FINAL
Temperatura	26,0 °C	26,0 °C
Humedad Relativa	63,8 %	62,8 %

Carga (g)	CRECIENTES				DECRECIENTES				e.m.p. (±mg)
	I (g)	ΔL (mg)	E (mg)	Ec (mg)	I (g)	ΔL (mg)	E (mg)	Ec (mg)	
5,0	5,0	200,0	50,0						
25,0	25,0	250,0	0,0	-50,0	25,0	200,0	50,0	0,0	500,0
50,0	50,0	200,0	50,0	0,0	50,0	250,0	0,0	-50,0	500,0
100,0	100,0	300,0	-50,0	-100,0	100,0	300,0	-50,0	-100,0	500,0
200,0	200,0	200,0	50,0	0,0	200,0	250,0	0,0	-50,0	500,0
500,0	500,0	200,0	50,0	0,0	500,0	200,0	50,0	0,0	500,0
1 000,0	1 000,0	300,0	-50,0	-100,0	999,5	250,0	-500,0	-550,0	500,0
2 000,0	2 000,0	200,0	50,0	0,0	1 999,5	200,0	-450,0	-500,0	500,0
3 000,0	3 000,0	250,0	0,0	-50,0	2 999,5	300,0	-550,0	-600,0	1 000,0
5 000,0	5 000,0	200,0	50,0	0,0	4 999,5	250,0	-500,0	-550,0	1 000,0
10 000,0	10 000,0	200,0	50,0	0,0	10 000,0	200,0	50,0	0,0	1 000,0

Donde: I;R : Indicación o lectura de la balanza en kilogramo (g) E : Error del instrumento
 ΔL : Carga adicional Eo : Error en cero
 e.m.p. : Error máximo permitido Ec : Error corregido

Lectura Corregida : $R_{\text{corregido}} = R + 1,99 \times 10^{-8} \times R$

Incertidumbre de Medición : $U_R = 2 \times \sqrt{4,28 \times 10^{-3} \text{ g}^2 + 9,01 \times 10^{-10} \times R^2}$

OBSERVACIONES

Con fines de identificación de la calibración se colocó una etiqueta autoadhesiva de color verde.

(*) Obtenida a partir de la División de Escala (d) y de la Clase de Exactitud

INCERTIDUMBRE

La incertidumbre de medición reportada se denomina Incertidumbre Expandida de medida (U) se ha obtenido multiplicación la incertidumbre Estándar Combinada (u) por el Factor de Cobertura (k = 2) que, para una distribución normal, corresponde a una probabilidad de cobertura de aproximadamente el 95%

FIN DEL DOCUMENTO



CERTIFICADO DE CALIBRACIÓN

TC - 2960 - 2019

O.T. : 0509-0683

Fecha de emisión : 2019 - 04 - 17

Página : 1 de 5

SOLICITANTE : UNIVERSIDAD NACIONAL DE INGENIERIA

Dirección : Av. Tupac Amaru Nro. 210 Lima - Lima - Rimac

EQUIPO : **HORNO**
 Marca : HUMBOLDT
 Modelo : 21-350-ER-1
 N° de Serie : B 231 ER-00079
 Tipo de Ventilación : Turbulencia
 Procedencia : U.S.A.
 Identificación : HORN - 3
INSTRUMENTO DE MEDICIÓN : **TERMÓMETRO DIGITAL**
 Marca : HANYOUNG NUX
 Alcance : -100°C a 500°C
 Resolución : 1 °C
TIPO DE CONTROLADOR : **DIGITAL**
 Marca : HANYOUNG NUX
 Alcance : -100°C a 500°C
 Resolución : 1 °C
 Fecha de Calibración : 2019 - 04 - 16
 Ubicación : AGREGADOS

TEST & CONTROL S.A.C. es un Laboratorio de Calibración y Certificación de equipos de medición basado a la Norma Técnica Peruana ISO/IEC 17025.

TEST & CONTROL S.A.C. brinda los servicios de calibración de instrumentos de medición con los más altos estándares de calidad, garantizando la satisfacción de nuestros clientes.

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

LUGAR DE CALIBRACIÓN

Instalaciones de UNIVERSIDAD NACIONAL DE INGENIERIA

MÉTODO DE CALIBRACIÓN

La calibración se realizó por comparación directa con nuestro sistema de medición de temperatura patrón según procedimiento PC- 018 "Procedimiento de calibración o caracterización de medios isoterms con aire como medio termostático". Segunda Edición - Junio 2009. SNM - INDECOPI.

Con el fin de asegurar la calidad de sus mediciones se le recomienda al usuario recalibrar sus instrumentos a intervalos apropiados de acuerdo al uso.

CONDICIONES AMBIENTALES

Magnitud	Inicial	Final
Temperatura	25,0 °C	25,0 °C
Humedad Relativa	51,6 %	51,6 %

Los resultados en el presente documento no deben ser utilizados como una certificación de conformidad con normas de producto o como certificado del sistema de calidad de la entidad que lo produce.

TEST & CONTROL S.A.C. no se responsabiliza de los perjuicios que puedan ocurrir después de su calibración debido a la mala manipulación de este instrumento, ni de una incorrecta interpretación de los resultados de la calibración declarados en el presente documento.

El presente documento carece de valor sin firma y sello.



Lic. Nicolás Ramos Paucar
Gerente Técnico
CFP: 0316

TRAZABILIDAD

Patrón de Referencia	Patrón de Trabajo	Certificado de Calibración
Dos Termómetros Digitales Incertidumbre 0,007 °C DM - INACAL	Termómetro Digital -200 °C a 400 °C	LT-247-2018

RESULTADOS DE MEDICIÓN

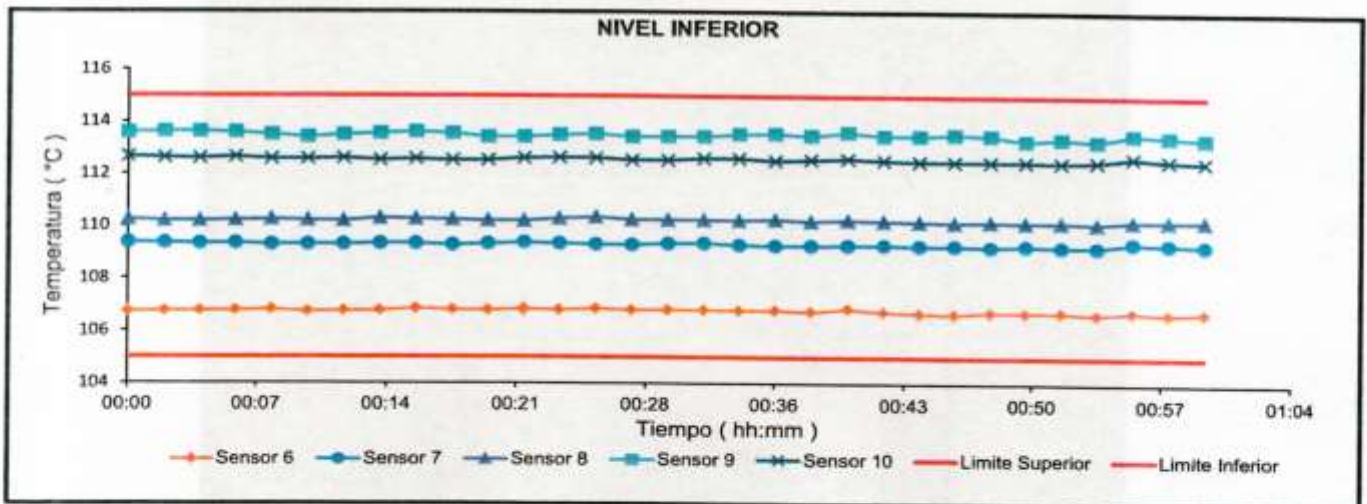
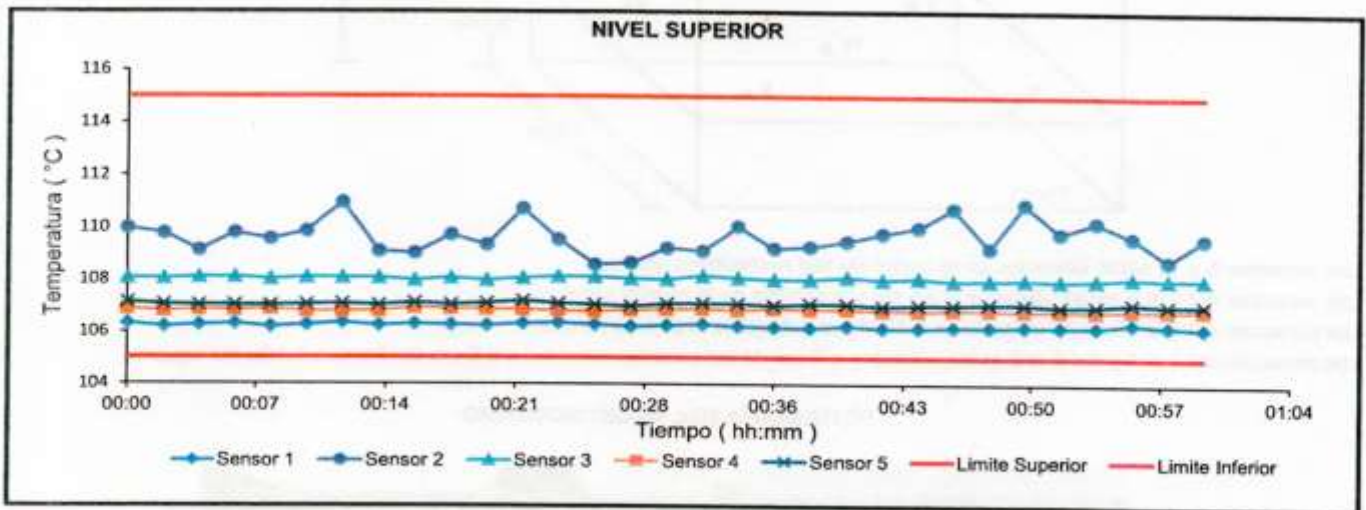
Temperatura de Trabajo	Posición del Controlador	Tiempo de Calentamiento	Tiempo de Estabilización	Porcentaje de carga	Tipo de Carga / Muestra
110 °C ± 5 °C	110	30 min	120 min	80 %	VASIJAS METALICA CON MUESTRA

Tiempo (hh:mm)	Termómetro Horno (°C)	Temperaturas en las Posiciones de Medición (°C)										Tprom ⁽¹⁾ (°C)	Tmax - Tmin (°C)
		Nivel Superior					Nivel Inferior						
		1	2	3	4	5	6	7	8	9	10		
00:00	110	106,3	110,0	108,1	106,9	107,1	106,8	109,4	110,3	113,6	112,7	109,1	7,3
00:02	110	106,2	109,8	108,1	106,8	107,1	106,8	109,4	110,2	113,6	112,6	109,0	7,4
00:04	110	106,3	109,1	108,1	106,8	107,0	106,8	109,3	110,2	113,6	112,6	109,0	7,4
00:06	110	106,3	109,8	108,1	106,8	107,0	106,8	109,3	110,2	113,6	112,6	109,1	7,3
00:08	110	106,2	109,6	108,0	106,9	107,0	106,8	109,3	110,3	113,5	112,6	109,0	7,3
00:10	110	106,3	109,9	108,1	106,8	107,1	106,7	109,3	110,2	113,4	112,6	109,0	7,1
00:12	110	106,3	111,0	108,1	106,8	107,1	106,8	109,3	110,2	113,5	112,6	109,2	7,1
00:14	110	106,2	109,1	108,1	106,8	107,0	106,8	109,3	110,3	113,6	112,5	109,0	7,3
00:16	110	106,3	109,0	108,0	106,9	107,1	106,9	109,3	110,3	113,6	112,6	109,0	7,3
00:18	110	106,3	109,7	108,1	106,9	107,1	106,8	109,3	110,2	113,6	112,5	109,0	7,3
00:20	110	106,2	109,3	108,0	106,8	107,1	106,8	109,3	110,2	113,4	112,5	109,0	7,2
00:22	110	106,3	110,7	108,1	106,8	107,2	106,8	109,4	110,2	113,4	112,6	109,2	7,1
00:24	110	106,4	109,6	108,1	106,8	107,1	106,8	109,3	110,3	113,5	112,6	109,0	7,1
00:26	110	106,3	108,6	108,1	106,8	107,0	106,9	109,3	110,3	113,5	112,6	108,9	7,3
00:28	110	106,2	108,7	108,1	106,8	107,0	106,8	109,3	110,3	113,4	112,5	108,9	7,2
00:30	110	106,3	109,2	108,0	106,8	107,1	106,8	109,3	110,2	113,4	112,5	109,0	7,2
00:32	110	106,3	109,1	108,2	106,9	107,1	106,8	109,4	110,2	113,4	112,6	109,0	7,1
00:34	110	106,2	110,1	108,1	106,8	107,1	106,8	109,3	110,2	113,5	112,6	109,1	7,3
00:36	110	106,2	109,2	108,0	106,9	107,0	106,8	109,3	110,3	113,6	112,5	109,0	7,4
00:38	110	106,2	109,3	108,0	106,9	107,1	106,8	109,3	110,2	113,5	112,6	109,0	7,3
00:40	110	106,3	109,5	108,1	106,9	107,1	106,9	109,3	110,3	113,6	112,6	109,0	7,4
00:42	110	106,2	109,8	108,0	106,8	107,0	106,8	109,3	110,2	113,5	112,6	109,0	7,3
00:44	110	106,2	110,0	108,1	106,8	107,1	106,7	109,3	110,2	113,5	112,5	109,0	7,3
00:46	110	106,2	110,8	108,0	106,8	107,1	106,7	109,3	110,2	113,6	112,5	109,1	7,3
00:48	110	106,2	109,2	108,0	106,8	107,1	106,8	109,3	110,2	113,5	112,5	109,0	7,3
00:50	110	106,2	111,0	108,0	106,8	107,1	106,8	109,3	110,2	113,3	112,5	109,1	7,1
00:52	110	106,2	109,8	108,0	106,8	107,0	106,8	109,3	110,2	113,4	112,5	109,0	7,2
00:54	110	106,2	110,3	108,0	106,8	107,0	106,7	109,2	110,1	113,3	112,5	109,0	7,1
00:56	110	106,4	109,7	108,1	106,9	107,1	106,8	109,4	110,2	113,6	112,7	109,1	7,2
00:58	110	106,3	108,8	108,1	106,8	107,1	106,7	109,4	110,2	113,5	112,6	108,9	7,2
01:00	110	106,2	109,6	108,1	106,9	107,1	106,8	109,3	110,3	113,4	112,5	109,0	7,2
T. PROM ⁽¹⁾	110,0	106,2	109,6	108,1	106,8	107,1	106,8	109,3	110,2	113,5	112,6		
T. MAX ⁽²⁾	110,0	106,4	111,0	108,2	106,9	107,2	106,9	109,4	110,3	113,6	112,7		
T. MIN ⁽³⁾	110,0	106,2	108,6	108,0	106,8	107,0	106,7	109,2	110,1	113,3	112,5		
DTT ⁽⁴⁾	0,0	0,2	2,4	0,2	0,1	0,2	0,2	0,2	0,2	0,3	0,2		

RESULTADOS DE MEDICIÓN

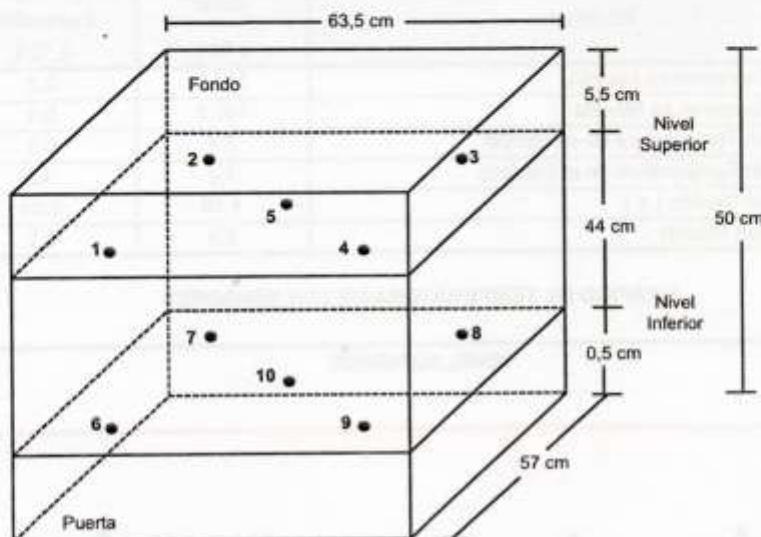
Parámetro	Valor (°C)	Incertidumbre Expandida (°C)
Máxima Temperatura Medida	113,6	0,3
Mínima Temperatura Medida	106,2	0,4
Desviación Temperatura en el Tiempo	2,4	0,1
Desviación Temperatura en el Espacio	7,2	0,2
Estabilidad Medida (±)	1,19	0,04
Uniformidad Medida	7,4	0,2

GRAFICO DE TEMPERATURA DE LOS SENSORES



Durante la calibración y bajo las condiciones en que ésta ha sido hecha, el medio isoterma CUMPLE con los límites especificados de temperatura

DISTRIBUCIÓN DE LOS SENSORES



Los sensores 5 y 10 están ubicados en el centro de sus respectivos niveles.

Los sensores del 1 al 5 están ubicados a 9,5 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.

Los sensores del 1 al 4 y del 6 al 9 están ubicados a 7 cm de las paredes laterales y a 6 cm del frente y fondo del equipo.

FOTOGRAFÍA DEL MEDIO ISOTERMO





INACAL
Instituto Nacional
de Calidad
Metrología

Certificado de Calibración

LFP - 399 - 2018

Laboratorio de Fuerza y Presión

Página 1 de 4

Expediente	99772
Solicitante	UNIVERSIDAD NACIONAL DE INGENIERIA
Dirección	Av. Tupac Amaru 210 - Rímac
Instrumento de Medición	MAQUINA DE ENSAYO UNIAXIAL
Intervalo de Indicaciones	0 kgf a 101 972 kgf (0 kN a 1 000 kN) (*)
Resolución	1 kgf
Marca	ZWICK ROELL
Modelo	SP 1000
Número de Serie	57940
Procedencia	ALEMANIA
Clase de Exactitud	NO INDICA
Fecha de Calibración	2018-09-14

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)

La Dirección de Metrología custodia, conserva y mantiene los patrones nacionales de las unidades de medida, calibra patrones secundarios, realiza mediciones y certificaciones metrológicas a solicitud de los interesados, promueve el desarrollo de la metrología en el país y contribuye a la difusión del Sistema Legal de Unidades de Medida del Perú. (SLUMP).

La Dirección de Metrología es miembro del Sistema Interamericano de Metrología (SIM) y participa activamente en las Intercomparaciones que éste realiza en la región.

Con el fin de asegurar la calidad de sus mediciones el usuario está obligado a recalibrar sus instrumentos a intervalos apropiados.

Este certificado de calibración sólo puede ser difundido completamente y sin modificaciones. Los extractos o modificaciones requieren la autorización de la Dirección de Metrología del INACAL. Certificados sin firma y sello carecen de validez.

Fecha

Area de Mecánica

Laboratorio de Fuerza y Presión



2018-09-19


ALDO QUIROGA ROJAS

Dirección de Metrología


LEONARDO DE LA CRUZ GARCIA

Dirección de Metrología

Instituto Nacional de Calidad - INACAL
Dirección de Metrología
Calle Las Camelias Nº 817, San Isidro, Lima – Perú
Telf.: (01) 640-8820 Anexo 1501
Email: metrologia@inacal.gob.pe
Web: www.inacal.gob.pe

Puede verificar el número de certificado en la página:
<https://aplicaciones.inacal.gob.pe/dm/verificar/>



INACAL
Instituto Nacional
de Calidad

Metrología

Laboratorio de Fuerza y Presión

Certificado de Calibración

LFP – 399 – 2018

Página 2 de 4

Método de Calibración

Método de comparación tomando como referencia la Norma ISO 7500-1 "Metallic materials-Verification of static uniaxial testing machines"

Lugar de Calibración

Laboratorio N°1 - Laboratorio de Ensayo de Materiales - LEM
Av. Tupac Amaru 210 Rimac

Condiciones Ambientales

	Inicial	Final
Temperatura	21,5°C	22,0°C

Patrones de referencia

Trazabilidad	Patrón utilizado	Certificado de calibración
Patrón de Referencia de Laboratorio Acreditado DAKKS D-K-12029-01-00	Transductor de Fuerza LFP 02 036 Clase 0,5	63657 / D-K-12029-01-00 DE : 2017-08-07

Observaciones

Con fines de identificación se ha colocado una etiqueta autoadhesiva de color verde INACAL-DM.
Utilizar el newton como unidad de medida de fuerza dentro del Sistema Legal de Unidades de Medida del Perú (SLUMP)

(*) La máquina de ensayo fue calibrada en el intervalo de indicaciones de 15 000 kgf a 50 000 kgf .



INACAL
Instituto Nacional
de Calidad

Metrología

Laboratorio de Fuerza y Presión

Certificado de Calibración

LFP – 399 – 2018

Página 3 de 4

Resultados de Medición

Dirección de Carga : Tracción

Indicación de Fuerza de la Máquina de Ensayo			Indicación en el transductor de fuerza patrón					Promedio	Error
			1ª Serie Ascenso	2ª Serie Ascenso	3ª Serie Ascenso Descenso		4ª Serie Accesorios Ascenso		
(%)	(kgf)	(kN)	(kgf)	(kgf)	(kgf)	(kgf)	(kgf)	(kgf)	
15	15 000	147,100	14 591	14 557	14 590	----	----	14 579	421
20	20 000	196,133	19 566	19 553	19 556	----	----	19 558	442
25	25 000	245,166	24 551	24 534	24 551	----	----	24 545	455
30	30 000	294,200	29 552	29 456	29 486	----	----	29 498	502
33	32 500	318,716	32 011	31 983	31 987	----	----	31 994	506
35	35 000	343,233	34 471	34 510	34 488	----	----	34 490	510
38	37 500	367,749	36 998	37 002	36 991	----	----	36 997	503
40	40 000	392,266	39 525	39 493	39 493	----	----	39 504	496
45	45 000	441,299	44 309	44 479	44 441	----	----	44 410	590
50	50 000	490,333	49 295	49 363	49 338	----	----	49 332	668

Errores Encontrados del Sistema de Medición de Fuerza

Valor Nominal			Errores Relativos encontrados en %					Incertidumbre del error de exactitud U (%) k=2
			Exactitud	Repetibilidad	Reversibilidad	Resolución Relativa	Error con Accesorios	
(%)	(kgf)	(kN)	a	b	v	a		
15	15 000	147,100	2,89	0,23	----	0,01	----	0,16
20	20 000	196,133	2,26	0,07	----	0,01	----	0,07
25	25 000	245,166	1,85	0,07	----	0,00	----	0,07
30	30 000	294,200	1,70	0,33	----	0,00	----	0,19
33	32 500	318,716	1,58	0,09	----	0,00	----	0,07
35	35 000	343,233	1,48	0,11	----	0,00	----	0,07
38	37 500	367,749	1,36	0,03	----	0,00	----	0,07
40	40 000	392,266	1,26	0,08	----	0,00	----	0,07
45	45 000	441,299	1,33	0,38	----	0,00	----	0,23
50	50 000	490,333	1,35	0,14	----	0,00	----	0,09
Error relativo de cero f_0			0,00					

Clase de la escala de la máquina	Valor máximo permitido % Según la Norma ISO 7500 - 1				
	Exactitud	Repetibilidad	Reversibilidad	Resolución Relativa	Cero f_0
	a	b	v	a	
0,5	± 0,5	0,5	± 0,75	0,25	± 0,05
1	± 1,0	1,0	± 1,5	0,5	± 0,1
2	± 2,0	2,0	± 3,0	1,0	± 0,2
3	± 3,0	3,0	± 4,5	1,5	± 0,3

kgf = kilogramo fuerza



INACAL
Instituto Nacional
de Calidad

Metrología

Laboratorio de Fuerza y Presión

Certificado de Calibración

LFP – 399 – 2018

Página 4 de 4

Incertidumbre

La incertidumbre reportada en el presente certificado es la incertidumbre expandida de medición que resulta de multiplicar la incertidumbre estándar combinada por el factor de cobertura $k=2$. La incertidumbre fue determinada según la "Guía para la Expresión de la Incertidumbre en la Medición", segunda edición, julio del 2001 (Traducción al castellano efectuada por Indecopi, con autorización de ISO, de la GUM, "Guide to the Expression of Uncertainty in Measurement", corrected and reprinted in 1995, equivalente a la publicación del BIPM JCGM:100 2008, GUM 1995 with minor corrections "Evaluation of Measurement Data - Guide to the Expression of Uncertainty in Measurement").

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

Recalibración

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

DIRECCION DE METROLOGIA

El Servicio Nacional de Metrología (actualmente la Dirección de Metrología del INACAL), fue creado mediante Ley N° 23560 el 6 enero de 1983 y fue encomendado al INDECOPÍ mediante Decreto Supremo DS-024-93 ITINCI.

El 11 de julio 2014 fue aprobada la Ley N° 30224 la cual crea el Sistema Nacional de Calidad, y tiene como objetivo promover y garantizar el cumplimiento de la Política Nacional de Calidad para el desarrollo y la competitividad de las actividades económicas y la protección del consumidor.

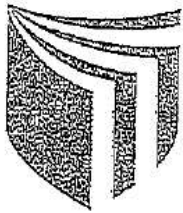
El Instituto Nacional de Calidad (INACAL) es un organismo público técnico especializado adscrito al Ministerio de Producción, es el cuerpo rector y autoridad técnica máxima en la normativa del Sistema Nacional de la Calidad y el responsable de la operación del sistema bajo las disposiciones de la ley, y tiene en el ámbito de sus competencias: Metrología, Normalización y Acreditación.

La Dirección de Metrología del INACAL cuenta con diversos Laboratorios Metrológicos debidamente acondicionados, instrumentos de medición de alta exactitud y personal calificado. Cuenta con un Sistema de Gestión de la Calidad basado en las Normas Guía ISO 34 e ISO/IEC 17025 con lo cual se constituye en una entidad capaz de brindar un servicio integral, confiable y eficaz de aseguramiento metrológico para la industria, la ciencia y el comercio.

La Dirección de Metrología del INACAL cuenta con la cooperación técnica de organismos metrológicos internacionales de alto prestigio tales como: el Physikalisch-Technische Bundesanstalt (PTB) de Alemania; el Centro Nacional de Metrología (CENAM) de México; el National Institute of Standards and Technology (NIST) de USA; el Centro Español de Metrología (CEM) de España; el Instituto Nacional de Tecnología Industrial (INTI) de Argentina; el Instituto Nacional de Metrología (INMETRO) de Brasil; entre otros.

SISTEMA INTERAMERICANO DE METROLOGIA- SIM

El Sistema Interamericano de Metrología (SIM) es una organización regional auspiciado por la Organización de Estados Americanos (OEA), cuya finalidad es promover y fomentar el desarrollo de la metrología en los países americanos. La Dirección de Metrología del INACAL es miembro del SIM a través de la subregión ANDIMET (Bolivia, Colombia, Ecuador, Perú y Venezuela) y participa activamente en las Intercomparaciones realizadas por el SIM.



UNIVERSIDAD CÉSAR VALLEJO

AUTORIZACIÓN DE LA VERSIÓN FINAL DEL TRABAJO DE INVESTIGACIÓN

CONSTE POR EL PRESENTE EL VISTO BUENO QUE OTORGA EL ENCARGADO DE INVESTIGACIÓN DE
La Escuela de Ingeniería Civil

A LA VERSIÓN FINAL DEL TRABAJO DE INVESTIGACIÓN QUE PRESENTA:

RUIZ GONZALEZ, JOSÉ EDUARDO

INFORME TITULADO:

Evaluación De Fibras Para El Concreto Hidráulico De Un Pavimento Determinando Su Resistencia Residual Mediante El Ensayo De Flexión, Lima 2019

PARA OBTENER EL TÍTULO O GRADO DE:

Ingeniero Civil

SUSTENTADO EN FECHA:

12/07/2019

NOTA O MENCIÓN :

17 (DIECISIETE)



[Handwritten signature]

Firma del Coordinador de Investigación de
Ingeniería Civil

Yo, Dr. Ing. Felimon Deminguez Condora Salcedo,
 docente de la Facultad de Ingeniería y Escuela Profesional de Ingeniería Civil de
 la Universidad César Vallejo, Lima Norte (precisar filial o sede), revisor(a) de la tesis
 titulada

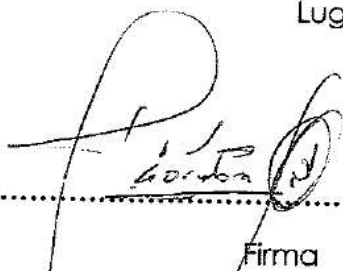
"Evaluación de fibras para el concreto hidráulico
 de un pavimento determinando su resistencia
 residual mediante el ensayo a flexión, Lima 2019"

del (de la) estudiante José Eduardo Ruiz Gonzales

constato que la investigación tiene un índice de similitud de 12 % verificable
 en el reporte de originalidad del programa Turnitin.

El/la suscrito (a) analizó dicho reporte y concluyó que cada una de las
 coincidencias detectadas no constituyen plagio. A mi leal saber y entender la
 tesis cumple con todas las normas para el uso de citas y referencias establecidas
 por la Universidad César Vallejo.

Lugar y fecha Lima, 09 de Julio del 2019



Firma

Nombres y apellidos del (de la) docente:

Felimon Deminguez Condora Salcedo

DNI: 16647035

Elaboró	Dirección de Investigación	Revisó	Responsable de SGC	Aprobó	Vicerrectorado de Investigación
---------	----------------------------	--------	--------------------	--------	---------------------------------

Yo José Eduardo Ruiz Gonzales, identificado
con DNI N° 75377039,

De la Escuela Profesional de Ingeniería Civil de la Universidad César Vallejo,
autorizo (), No autorizo () la divulgación y comunicación pública de mi
trabajo de investigación titulado:

*“ Evaluación de fibras para el concreto hidráulico de
un pavimento, determinando su resistencia residual
mediante el ensayo de flexión, Lima 2019.”*

en el Repositorio Institucional de la UCV (<http://repositorio.ucv.edu.pe/>),
según lo estipulado en el Decreto Legislativo 822, Ley sobre Derechos de
Autor, Art. 23 y Art. 33

Fundamentación en caso de no autorización:

.....

.....

.....

.....

.....

.....

.....



FIRMA

DNI: 75377039

FECHA: 12 de Julio del 2019

Elaboró	Dirección de Investigación	Revisó	Responsable de SGC	Aprobó	Vicerrectorado de Investigación
---------	----------------------------	--------	--------------------	--------	---------------------------------

