



**UNIVERSIDAD CÉSAR VALLEJO**

**FACULTAD DE INGENIERÍA Y ARQUITECTURA**

**ESCUELA PROFESIONAL DE INGENIERÍA CIVIL**

Influencia de la fibra de acero reciclado plastificado en las propiedades mecánicas y costos del concreto en pavimentos urbanos, Puno – 2021

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

**INGENIERO CIVIL**

**AUTORES:**

Chura Justo, Elizabeth Susy (ORCID: 0000-0001-5331-1492)

Quispe Mamani, Alberto Clinton (ORCID: 0000-0001-9097-8835)

**ASESOR:**

Mg. Canta Honores, Jorge Luis (ORCID: 0000-0002-9232-1359)

**LÍNEA DE INVESTIGACIÓN:**

Diseño de Infraestructura Vial

**LIMA — PERÚ**

**2022**

## **Dedicatoria**

A mis Padres, por guiarme y formarme en toda mi educación, tanto académica como una formación basada en buenos valores.

A mi hermana, para que vea en mí un ejemplo a seguir.

Elizabeth S.

Dedicado a Dios por brindarnos sabiduría y guiarnos siempre, y a mis padres por su apoyo en todo momento para poder culminar con este proyecto de investigación y así culminar con la carrera profesional como primer objetivo  
Alberto C.

### **Agradecimiento**

A cada una de las personas que contribuyeron con la realización del presente trabajo, en especial a quienes me dieron sus aportes y apreciaciones contribuyendo decididamente a la culminación del presente trabajo.

Elizabeth S.

A mi familia por sus enseñanzas y todo el valor que nos inculcaron para poder llegar ser mejor persona en todo el trayecto de la vida, a nuestro asesor Mg. Canta Honores, Jorge Luis quien nos guio paso a paso para poder desarrollar y culminar de manera satisfactoria el proyecto de investigación y toda nuestra gratitud a todos los que nos apoyaron.

Alberto C.

## Índice de contenidos

Carátula.....	i
Dedicatoria.....	ii
Agradecimiento.....	iii
Índice de contenidos.....	iv
Índice de tablas.....	v
Índice de gráficos y figuras.....	vii
Resumen.....	x
Abstract.....	xi
I. INTRODUCCIÓN.....	1
II. MARCO TEÓRICO.....	8
III. METODOLOGÍA.....	26
3.1. Tipo y diseño de investigación.....	26
3.2. Variables y operacionalización.....	27
3.3. Población, muestra y muestreo.....	28
3.4. Técnicas e instrumentos de recolección de datos.....	31
3.5. Desarrollo de objetivos.....	32
3.6. Procedimiento de recolección de materiales.....	60
IV. RESULTADOS.....	78
V. DISCUSIÓN.....	106
VI. CONCLUSIONES.....	109
VII. RECOMENDACIONES.....	111
REFERENCIAS.....	112
ANEXOS.....	117

## Índice de tablas

<b>Tabla 1.</b>	Análisis granulométrico del agregado fino.....	17
<b>Tabla 2.</b>	Valores de consistencia del concreto fresco.....	20
<b>Tabla 3.</b>	Tiempo para realizar el ensayo de resistencia.....	21
<b>Tabla 4.</b>	Volumen total de la población.....	29
<b>Tabla 5.</b>	Cantidad de muestras para evaluar propiedades mecánicas.....	30
<b>Tabla 6.</b>	Numero de ensayos para evaluar las propiedades físicas.....	30
<b>Tabla 7.</b>	Cronograma de desarrollo de objetivos.....	34
<b>Tabla 8.</b>	Precio Unitario de Concreto Patrón.....	51
<b>Tabla 9.</b>	Precio Unitario de Concreto 0.20%.....	51
<b>Tabla 10.</b>	Precio Unitario de Concreto 0.50%.....	52
<b>Tabla 11.</b>	Precio Unitario de Concreto 0.80%.....	53
<b>Tabla 12.</b>	Precio Unitario de Concreto 1.10%.....	53
<b>Tabla 13.</b>	resumen del espesor del pavimento con adición de fibra de acero.....	59
<b>Tabla 14.</b>	Tabla de pesos de fibra de acero reciclado para el moldeo.....	65
<b>Tabla 15.</b>	Resultados de contenido de humedad.....	66
<b>Tabla 16.</b>	Peso unitario suelto.....	67
<b>Tabla 17.</b>	Peso unitario compactado.....	67
<b>Tabla 18.</b>	Granulometría agregado grueso.....	69
<b>Tabla 19.</b>	Granulometría agregado fino.....	70
<b>Tabla 20.</b>	Propiedades físicas.....	70
<b>Tabla 21.</b>	Diseño de mezcla Patrón.....	71
<b>Tabla 22.</b>	Diseño de mezcla Patrón más adición F.A.R al 0.20%.....	71
<b>Tabla 23.</b>	Diseño de mezcla Patrón más adición F.A.R al 0.50%.....	71
<b>Tabla 24.</b>	Diseño de mezcla Patrón más adición F.A.R al 0.80%.....	71
<b>Tabla 25.</b>	Diseño de mezcla Patrón más adición F.A.R al 1.10%.....	72
<b>Tabla 26.</b>	Control de asentamiento del concreto en su estado fresco.....	78
<b>Tabla 27.</b>	Peso Unitario Del Concreto Fresco.....	78
<b>Tabla 28.</b>	Temperatura del concreto fresco a 3825 m.s.n.m.....	78
<b>Tabla 29.</b>	Resistencia a la compresión del concreto patrón.....	79
<b>Tabla 30.</b>	Resistencia a la compresión con adición de 0.2% de F.A.R.....	80
<b>Tabla 31.</b>	Resistencia a la compresión con adición de 0.5% de F.A.R.....	81
<b>Tabla 32.</b>	Resistencia a la compresión con adición de 0.8% de F.A.R.....	82

<b>Tabla 33.</b> Resistencia a la compresión con adición de 1.10% de F.A.R. ....	83
<b>Tabla 34.</b> Resistencia a la tracción indirecta del concreto patrón .....	84
<b>Tabla 35.</b> Resistencia a la tracción indirecta con adición de 0.2% de F.A.R. ....	85
<b>Tabla 36.</b> Resistencia a la tracción indirecta con adición de 0.5% de F.A.R. ....	85
<b>Tabla 37.</b> Resistencia a la tracción indirecta con adición de 0.8% de F.A.R. ....	86
<b>Tabla 38.</b> Resistencia a la tracción indirecta con adición de 1.10% de F.A.R. ....	87
<b>Tabla 39.</b> Resistencia a la flexión en vigas de concreto patrón .....	88
<b>Tabla 40.</b> Módulo de rotura con adición de 0.2% de F.A.R. ....	89
<b>Tabla 41.</b> Módulo de rotura con adición de 0.5% de F.A.R. ....	90
<b>Tabla 42.</b> Módulo de rotura con adición de 0.8% de F.A.R. ....	91
<b>Tabla 43.</b> Módulo de rotura con adición de 1.10% de F.A.R. ....	92
<b>Tabla 44.</b> Módulo de elasticidad del concreto patrón y adición de F.A.R. 0.2%,0.5%,0.8% y 1.10%. a los 28 días. ....	93
<b>Tabla 45.</b> Prueba de normalidad para compresión .....	94
<b>Tabla 46.</b> Resultados de la prueba ANOVA compresión .....	95
<b>Tabla 47.</b> Resistencia a la compresión a los 7 días .....	95
<b>Tabla 48.</b> Resistencia a la compresión a los 14 días .....	96
<b>Tabla 49.</b> Resistencia a la compresión a los 28 días. ....	96
<b>Tabla 50.</b> Prueba estadística .....	97
<b>Tabla 51.</b> Prueba de normalidad para flexión en vigas.....	97
<b>Tabla 52.</b> Resultados de la prueba ANOVA flexión .....	98
<b>Tabla 53.</b> Resistencia a la flexión en vigas a los 14 días. ....	98
<b>Tabla 54.</b> Resistencia a la flexión en vigas a los 28 días. ....	99
<b>Tabla 55.</b> Prueba estadística flexión.....	99
<b>Tabla 56.</b> Prueba de normalidad tracción indirecta. ....	100
<b>Tabla 57.</b> Resultados de la prueba ANOVA tracción indirecta. ....	101
<b>Tabla 58.</b> Resistencia a la tracción indirecta a los 7 días. ....	101
<b>Tabla 59.</b> Resistencia a la tracción indirecta a los 14 días. ....	102
<b>Tabla 60.</b> Resistencia a la tracción indirecta a los 28 días. ....	102
<b>Tabla 61.</b> Prueba estadística para tracción indirecta.....	103
<b>Tabla 62.</b> Prueba de normalidad para módulo de elasticidad.....	103
<b>Tabla 63.</b> Resultados de la prueba ANOVA módulo de elasticidad.....	104
<b>Tabla 64.</b> Módulo de elasticidad a los 28 días. ....	104
<b>Tabla 65.</b> Prueba estadística modulo de elasticidad. ....	105

## Índice de gráficos y figuras

<b>Figura 1.</b> Fibras recicladas de neumáticos.....	15
<b>Figura 2.</b> Requisitos granulométricos del agregado grueso.....	19
<b>Figura 3.</b> Tipos de fractura o falla al realizar el ensayo a la compresión.....	21
<b>Figura 4.</b> Esfuerzos sometidos a la probeta en el ensayo a tracción.....	22
<b>Figura 5.</b> Esfuerzos aplicados en el ensayo resistencia a flexión.....	23
<b>Figura 6.</b> Composición típica de neumático de vehículos.....	24
<b>Figura 7.</b> Grupo de fibras de acero removidas de los bordes de neumático reciclado.	25
<b>Figura 8.</b> Relación de causalidad de variables.....	27
<b>Figura 9.</b> Probetas de concreto para compresión.....	35
<b>Figura 10.</b> Medición de las Probetas de concreto con vernier.....	35
<b>Figura 11.</b> Colocado de la Probeta de Concreto en Prensa Hidráulica.....	36
<b>Figura 12.</b> La Probeta Sometida al Esfuerzo.....	37
<b>Figura 13.</b> La Probeta de Concreto al final del ensayo de Compresión.....	37
<b>Figura 14.</b> Cuadro de Resumen Ensayo a Compresión.....	38
<b>Figura 15.</b> Observamos las vigas de concreto que serán sometidas al ensayo.	39
<b>Figura 16.</b> Medición de las vigas.....	40
<b>Figura 17.</b> Viga de Concreto en la Prensa Hidráulica.....	40
<b>Figura 18.</b> Rotura de vigas para flexión.....	41
<b>Figura 19.</b> Vigas fraccionadas a L/3 de su longitud.....	41
<b>Figura 20.</b> Cuadro de Resumen de Resultado de Ensayos de Flexión.....	42
<b>Figura 21.</b> Medición del diámetro y longitud de las Probetas de Concreto.....	43
<b>Figura 22.</b> Muestras a ensayar Tracción Indirecta.....	44
<b>Figura 23.</b> Colocado de la Probeta en el Equipo de Prensa Hidráulica.....	44
<b>Figura 24.</b> Muestra sometida a compresión en su sección longitudinal.....	45
<b>Figura 25.</b> Muestras ensayadas y sección de corte.....	45
<b>Figura 26.</b> Cuadro de Resumen de Ensayos de Tracción Indirecta.....	46
<b>Figura 27.</b> Colocado de anillos de sujeción y diales para módulo de elasticidad	47
<b>Figura 28.</b> Lectura de la carga máxima y lectura en los diales.....	48
<b>Figura 29.</b> Se procedió a Sacar la Muestra de la Prensa Hidráulica.....	48
<b>Figura 30.</b> Se observa las muestras que ya paso el ensayo.....	49
<b>Figura 31.</b> Cuadro de Resumen de Modulo de Elasticidad.....	49

<b>Figura 32.</b>	Fórmula para el cálculo del espesor del pavimento rígido.....	54
<b>Figura 33.</b>	Repeticiones acumuladas para cálculo del E.E.....	55
<b>Figura 34.</b>	Índice de serviciabilidad.....	56
<b>Figura 35.</b>	Desviación estándar.....	57
<b>Figura 36.</b>	Calidad del drenaje según su estado. ....	58
<b>Figura 37.</b>	Parámetro para determinar la transmisión de cargas.....	59
<b>Figura 38.</b>	Detalle del espesor de la losa del pavimento rígido.....	60
<b>Figura 39.</b>	Observamos la cantera Isla de donde se adquirió el agregado.....	61
<b>Figura 40.</b>	Imagen satelital de la cantera.....	61
<b>Figura 41.</b>	Acopio y corte del talón de las llantas en desuso.....	62
<b>Figura 42.</b>	Talón de Neumático Reciclado.....	63
<b>Figura 43.</b>	Corte del Acero del Neumático a 3 – 3.5 cm aprox.....	63
<b>Figura 44.</b>	Separación de las Virutas.....	64
<b>Figura 45.</b>	Fibra de acero reciclado sumergido en sodio. ....	64
<b>Figura 46.</b>	Las fibras de acero reciclado en su proceso de secado. ....	65
<b>Figura 47.</b>	Ensayo de Laboratorio de Contenido de Humedad.....	66
<b>Figura 48.</b>	Ensayo de Peso Unitario de los agregados.....	67
<b>Figura 49.</b>	Ensayo de granulometría.....	68
<b>Figura 50.</b>	Pesado del agregado grueso.....	69
<b>Figura 51.</b>	Observamos que se habilito los moldes y materiales.....	72
<b>Figura 52.</b>	Pesado de materiales.....	73
<b>Figura 53.</b>	Se ve que se realizó la mezcla de concreto.....	74
<b>Figura 54.</b>	Se realizó la prueba del cono de Abraham.....	75
<b>Figura 55.</b>	Se realizó peso unitario.....	75
<b>Figura 56.</b>	Se observa el desarrollo de las probetas de concreto.....	76
<b>Figura 57.</b>	Curado de las muestras.....	77
<b>Figura 58.</b>	Evolución de la resistencia a la compresión del Concreto Patrón.....	79
<b>Figura 59.</b>	Evolución de la resistencia a la compresión con 0.2% de F.A.R. ....	80
<b>Figura 60.</b>	Evolución de la resistencia a la compresión con 0.5% de F.A.R. ....	81
<b>Figura 61.</b>	Evolución de la resistencia a la compresión con 0.8% de F.A.R. ....	82
<b>Figura 62.</b>	Evolución de la resistencia a la compresión con 1.10% de F.A.R. ....	83
<b>Figura 63.</b>	Evolución de la resistencia a la tracción indirecta del concreto patrón. .....	84
<b>Figura 64.</b>	Evolución de la resistencia a la tracción indirecta con 0.2% de F.A.R. .....	85



<b>Figura 65.</b> Evolución de la resistencia a la tracción indirecta con 0.5% de F.A.R.	86
<b>Figura 66.</b> Evolución de la resistencia a la tracción indirecta 0.8% de F.A.R.	87
<b>Figura 67.</b> Evolución de la resistencia a la tracción indirecta con 1.10% de F.A.R.	88
<b>Figura 68.</b> Evolución del módulo de rotura del concreto patrón	89
<b>Figura 69.</b> Evolución del módulo de rotura con 0.2%a los 14 y 28 días	90
<b>Figura 70.</b> Evolución del módulo de rotura con adición 0.5% de F.A.R.	91
<b>Figura 71.</b> Evolución del módulo de rotura con adición de 0.8% de F.A.R.	92
<b>Figura 72.</b> Evolución del módulo de rotura con adición de 1.10% de F.A.R.	93
<b>Figura 73.</b> Evolución del módulo de elasticidad del concreto patrón y sus adicciones	94

## Resumen

Este estudio tuvo la iniciativa en la falta de gestión y organización de residuos reaprovecharles que se dan en gran cantidad en el sector de transporte; como son las llantas o neumáticos en de uso que son un gran riesgo para el medio ambiente y salud en todo el mundo, además de que el concreto es una parte fundamental en la construcción de pavimentos rígidos, elementos estructurales y otros, con la incorporación de fibra de acero reciclada de neumático en desuso presentamos una alternativa viable y sostenible de construcción. El presente trabajo de investigación, tuvo la finalidad de evaluar la influencia de las propiedades mecánicas del concreto adicionándole la fibra de acero reciclada de neumático en desuso y para darle mayor fluidez al trabajar el concreto se le adicione el poli carboxilato. La investigación es tipo cuasi experimental, cuantitativa y longitudinal, se trabajó como un método la adición de fibras de acero reciclada al 0.2%, 0.5%, 0.8% y 1.10%, respecto al metro cubico de concreto. En los ensayos realizados se tuvo una población de 105 especímenes de concreto y 30 vigas de concreto, siendo 45 probetas cilíndricas experimentales para compresión a los 7,14 y 28 días de curado, seguidamente de 30 probetas cilíndricas ensayas a flexión a los 7, 14, y 28 días, también se realizó 45 probetas cilíndricas ensayas a atracción indirecta a los 7,14 y 28 días y 15 probetas cilíndricas ensayadas al módulo de elasticidad a los 7, 14 y 28 días. Además de hacer una evaluación de costo – beneficio al realizar el uso de las fibras de acero reciclado en pavimentos urbanos.

Finalmente se concluyó que la adición de 1.10% de acero reciclado de llantas en desuso fue el porcentaje más beneficio para la mezclar del concreto fresco y para las propiedades mecánicas del concreto endurecido respecto a los demás porcentajes empleados para la investigación.

**Palabras clave:** Concreto, fibra de acero reciclado, resistencia a la compresión, resistencia a la tracción, resistencia a la tracción indirecta.

## **Abstract**

This study had the initiative in the lack of management and organization of reusable waste that occurs in large quantities in the transport sector; such as tires in use that are a great risk to the environment and health throughout the world, in addition to the fact that concrete is a fundamental part in the construction of rigid pavements, structural elements and others, with the incorporation of recycled steel fiber from disused tire we present a viable and sustainable construction alternative. The purpose of this research work was to evaluate the influence of the mechanical properties of concrete by adding the recycled steel fiber from a disused tire and to give it greater fluidity when working the concrete, the polycarboxylate was added. The research is quasi-experimental, quantitative and longitudinal, the addition of recycled steel fibers at 0.2%, 0.5%, 0.8% and 1.10%, with respect to the cubic meter of concrete, was worked as a method. In the tests carried out, a population of 105 concrete specimens and 30 concrete beams was obtained, with 45 experimental cylindrical specimens for compression at 7, 14 and 28 days of curing, followed by 30 cylindrical specimens for bending tests at 7, 14, and 28 days, 45 cylindrical specimens were tested for indirect attraction at 7, 14 and 28 days and 15 cylindrical specimens were tested for the modulus of elasticity at 7, 14 and 28 days. In addition to making a cost-benefit evaluation when making the use of recycled steel fibers in urban pavements. Finally, it was concluded that the addition of 1.10% of recycled steel from disused tires was the most beneficial percentage for mixing fresh concrete and for the mechanical properties of hardened concrete compared to the other percentages used for the investigation.

**Keywords:** Concrete, recycled steel fiber, compressive strength, tensile strength, indirect tensile strength.

## I. INTRODUCCIÓN

A nivel internacional, debido al gran desarrollo de la industria de la fabricación de neumáticos y su aumento de proceso de producción mecanizada debido a la demanda de vehículos y el crecimiento poblacional y la necesidad de transportarse. Además que el concreto es uno de los materiales más empleado para la construcción de pavimentos, veredas e infraestructura, por esta razón decidimos buscar distintas maneras de optimizar, se sabe que el concreto tiene un buen comportamiento a esfuerzos de compresión, pero este se somete a tracción u flexión es donde existirían problemas, en el paso de tiempo, el sector de la construcción a nivel mundial viene adicionando el concreto convencional diferentes aditivos como de refuerzo, entre ellas se encuentran las fibras, clasificadas como: fibras metálicas, fibras naturales y fibras poliméricas, todo esto para incrementar su comportamiento frente a los esfuerzos a los que es sometido, ya que la incorporación reduciría y controlaría la posibles grietas generadas por la retracción. Dentro de las fibras metálicas podemos incluir a los filamentos similares a los alambres que se tienen del desuso de neumáticos, que son los que se estudiarán dentro de esta investigación. De acuerdo con la revisión de literatura en el artículo (Performace of scrap tire steel fibers in OPC and alkali - activated mortars, 2017) dice que se estima que aproximadamente mil millones de llantas de desecho se genera anualmente en todo el mundo, para protegerse contra la amenaza ambiental asociada con el vertimiento indiscriminado de llantas de desechos, la reutilización de llantas de desecho para la generación de energía y el reciclaje de sus poliméricas y de acero.

La industria del hormigón, al utilizar fibras recicladas, también puede contribuir a reducir su impacto ambiental, los flujos de residuos y la eliminación de residuos en vertederos. Los trabajos anteriores de los académicos han demostrado que varios tipos de fibras recuperadas de diferentes flujos de residuos son adecuados para la producción de hormigón armado y son menos costosas que las fibras no recicladas. De hecho, el uso de subproductos y residuos como insumo para el refuerzo del hormigón aumentaría el valor de los recursos, contribuyendo también a la creación de nuevas oportunidades de negocio. En el contexto europeo, la industria europea, además de mejorar la eficiencia de los recursos, se consideran los residuos como una fuente alternativa de materia prima. Desde

este punto de vista, el reciclaje y la reutilización de residuos pueden adaptarse con éxito a la industria del hormigón, para generar una oferta alternativa de fibra de refuerzo. Todo esto de acuerdo a la revisión sistemática de la literatura de (Recycled Fibers in Reinforced Concrete: a systematic literature review, 2019 pág. 2)

En el artículo científico de la revista construcción y materiales volumen 232 (The recent progress of recycled steel fiber reinforced concrete, 2020), se enfocan en una investigación al concreto con adición de neumático usado y al final de su vía útil como una fuente importante de acero para el concreto y que mejora el resultado de los ensayos mecánicos además de su capacidad de detener grietas e introducir ductilidad en el hormigón estructural. La mezcla de cemento reformado con fibra de acero reciclada se estudió el hormigón en estado fresco, incluida la trabajabilidad, la porosidad, la densidad aparente y la resistencia a los impactos y su durabilidad, su objetivo de la investigación científica es examinar la literatura e identificar brechas de investigación para aquello que tiene la intención de estudiar más a fondo el comportamiento de los sistemas cementicios reforzados con fibras de acero reciclado para diversas aplicaciones.

De acuerdo al artículo científico de (Mechanical Properties of Recycled Aggregate Concrete With Steel Fiber: A Review, 2019) nos dice que en la construcción el uso de escombros de la edificación es una de las mejores alternativas para mantener el medio ambiente y a preservar las fuentes naturales de concreto del agotamiento de manera eficiente. La investigación tiene como objetivo presentar resultados de algunos estudios que investigaron el efecto de agregar fibras de acero al concreto se limitó a la selección de investigación que estudian el efecto de la adición de fibra sin la adición de ningún otro material y sin la presencia de refuerzo de acero, con el fin de determinar el efecto de la adición de fibra de acero en las propiedades mecánicas del concreto que contiene el acero reciclado.

De acuerdo al artículo de (Comparison of the mechanical characteristics of engineered and waste steel fiber used as reinforcement for concrete, 2017), en su artículo titulado “Comparison of the mechanical characteristics of engineered and waste steel fiber used as reinforcement for concrete”, realizó estudios netamente experimentales con la finalidad de comprender de manera

cuantitativa las propiedades mecánicas de las fibras de acero del reciclaje de neumáticos en desechos, en este artículo se compararon las propiedades que se dimensionaron con las mencionadas fibras de acero de uso más común en el diseño de mezcla de concreto. Al culminar de la investigación se concluyó que las fibras de acero que obtiene del reciclaje de neumáticos no dieron cualidades comparables y en otros casos mayores a las cuartéticas de la fibra de acero ingenieril de uso común, dando una prueba en favor del uso de fibras de acero recicladas, y lo más importantes con provecho de ser un material reciclable.

Según la revisión bibliográfica (Comportamiento mecánico de un concreto fluido adicionado con ceniza de cascarilla de arroz (cca) y reforzado con fibras de acero, 2016) busca una alternativa económica reciclando materiales desechados como son los componentes de los alambres de los neumáticos, viendo la necesidad de innovar en nuevas formas de reforzar el concreto y también desde el punto medio ambiental. Se indaga una alternativa de reutilizar este material para reforzar el concreto, logrando así solucionar dos grandes problemas a la vez. “Por lo tanto, el beneficio mecánico al agregar fibras como material de refuerzo en el concreto resultará en el incremento de las propiedades del concreto, tales como la resistencia, la tenacidad y el módulo de elasticidad, los esfuerzos de flexo-tracción”

A nivel nacional observamos que existen muchos proyectos terminados que tienen muchas veces fallas físicas que se observan en el concreto en aceras, sardineles y pavimentos rígidos que no tienen ni un año de ser usados estos terminan con fisuración, fragmentación, grietas y entre otras fallas; así también podemos mostrar el segundo factor; la generación de residuos de neumáticos en desuso, el Perú es de los países que menos recicla en el mundo, según él (MINAM, 2018) “En el Perú solo se recicla el 1.9% del total de residuos sólidos reaprovecharles” incluido en ellos los neumáticos. De acuerdo a lo descrito podemos relacionar estos dos problemas para obtener una solución viable y sostenible, considerando así el desarrollo de esta investigación; utilizando estos desechos de los neumáticos en desuso para reciclar y empleándolos para reforzar el concreto. Es necesario investigar el comportamiento mecánico del concreto reforzado con filamentos metálicos reciclados de neumáticos, este estudio es importante para optimizar y potenciar el uso de este nuevo concreto

en la industria de la construcción presente en el Perú, con un enfoque sostenible ambiental en el uso de elementos residuales metálicos.

En el artículo de investigación titulada “Caucho reciclado en la resistencia a la compresión y flexión de concreto modificado con aditivo plastificante” (Caucho reciclado en la resistencia a la compresion y flexion de concreto modificado con aditivo plastificante, 2018) evaluaron las resistencias a la compresión y flexión en concreto de 210 kg/cm<sup>2</sup> modificado con aditivo plastificante a edades de 7,14 y 28 días, usando en su composición caucho reciclado de 5, 10 y 15% en volumen. El caucho utilizando fue en partículas de 0.5 cm de diámetro. Incluyeron tres grupos de control, con aditivo plastificante y sin aditivo. Encontraron que la resistencia a la compresión alcanzo valores de 218.45 kg/cm<sup>2</sup> y 212.33 kg/cm<sup>2</sup> a 5% y 10% de caucho respectivamente. Para la resistencia a la flexión se logró un valor máximo de 81.86 kg/cm<sup>2</sup> para 10% de caucho. El caucho reciclado demostró ser un excelente agregado a ser empleado en mezclas de concreto a pesar de las pérdidas de resistencias mecánicas, pero agregándole aditivo plastificante mejora significativamente haciendo viable su incorporación en el concreto hasta en 10%. Con respecto a 5.5 con la adición de aditivo plastificante. El asentamiento sufrió una ligera variación a 5.5, 5.7, 5.8 con la adición de caucho a 5%, 10% y 15% respectivamente.

A **nivel regional**, la región Puno en los últimos años tuvo un desarrollo acelerado referente a la infraestructura vial para unir los distritos y provincias, considerando que la región se caracteriza por el comercio y el turismo. Teniendo presente lo anterior podemos observar que no hay innovación de materiales para la construcción y sobre todo la fabricación de concreto, siendo excluido el uso de otras alternativas naturales y materiales que se pueden reciclar en su uso así reduciendo el impacto ambiental, debido que en la región Puno no solo la minería ilegal es la que contamina, también lo hacen las diferentes industrias como la metalurgia, el comercio, el transporte, los talleres de mecánica, carpintería y otros. Y en lo mencionado resaltaremos la generación de residuos los neumáticos en desuso (llantas) las que se aumentan cada año con la innovación de tecnología y materiales en los vehículos y la posibilidad de las personas en adquirirlas, así generando el aumento cada año y por ende la compra de repuestos en lo cual incluimos los neumáticos. Por la parte ambiental los

desechos de llantas se generan por el bajo conocimiento de planes de gestión de residuos que maneja el gobierno regional y las municipalidades de nuestra región. En el sector de la construcción el uso de aditivos, como fibras de plástico, metálicas, vidrio y fibras sintéticas como refuerzo del concreto son de venta en general en las ferreterías y otros que vendedores de materiales de construcción, pero no es común su uso en pavimentos o losas de concreto, debido a que la construcción en la región generalmente es informal sin control de calidad y esto genera desconocimiento en el uso de aditivos para el concreto y no considerarlos como una alternativa de solución a las diferentes fallas del concreto. Como en todo el Perú, aquí en Puno también se tiene problemas con la basura, estando entre estos el desecho del neumático en desuso, con esto buscaremos su empleo como un aditivo alternativo para reforzar el concreto empleado en elementos no estructurales.

Por lo expuesto, se plantea el problema general si bien la atención de los investigadores se centra principalmente en la ecologización del cemento y los materiales agregados, se presta menos atención al uso potencial de fibras de materiales naturales y sintéticos reciclados (Recycled Fibers in Reinforced Concrete: a systematic literature review, 2019). Considerando el potencial uso de las fibras recicladas para contribuir a transformar los desechos en material valioso, este estudio tiene como objetivo principal es determinar la potencialidad del uso de la fibra de acero reciclado. Sin embargo, en los últimos años, un número creciente de académicos está investigando el potencial de los materiales de desechos reciclados para reemplazar las fibras tradicionales para la producción de fibra recicladas. Esta atención se debe a una creciente conciencia sobre el impacto ambiental de la industria de la construcción y la edificación. A pesar de la cantidad significativa de literatura académica sobre el tema, se ha identificado un vacío de investigación con respecto a la clasificación y optimización de estos materiales precioso. Para llenar este vacío, el objetivo principal de este trabajo es renovar las investigaciones de los investigadores sobre el tema. Por lo tanto, la principal pregunta de este trabajo de investigación surge es: **¿Cuál es la influencia del uso de fibra de acero reciclado plastificado en las propiedades mecánicas y costo del concreto en pavimentos, región puno - año 2021?**



De misma manera se formulan los problemas específicos:

¿Cuál es la influencia del uso de fibra de acero reciclado plastificado en la resistencia a la compresión en pavimentos urbanos?, ¿Cuál es la influencia del uso de fibra de acero reciclado plastificado en la resistencia a la flexión en pavimentos urbanos?, ¿Cómo influencia el uso de fibra de acero reciclado plastificado en la tracción indirecta en pavimentos urbanos?, ¿Cuánto, influenciara el uso de fibra de acero reciclado plastificado en el módulo de elasticidad en pavimentos urbanos? y ¿Qué diferencias existen en relación de costo-beneficio del uso de fibra de acero reciclado plastificado en pavimentos urbanos?

Justificación de la investigación: Esta investigación es planteada para mejorar la calidad del concreto con adición de fibra de acero reciclada de neumáticos que se desechan en nuestra región, proponiendo una alternativa sostenible de reutilización para mejorar la calidad del medio ambiente.

Se tiene la justificación teórica; con la investigación se ampliará los conocimientos adquiridos sobre el efecto y comportamiento del uso de la fibra de acero reciclado de los neumáticos en desuso, en las propiedades mecánicas del concreto con adición de aditivo plastificante a base de polycarboxilato el cual cumple con las especificaciones técnicas de la norma ASTM C 494 en cuanto a sus propiedades. Por lo que en esta investigación se tiene como base la justificación teórica del artículo de investigación ranqueado del cuartil Q1, donde la brecha de conocimiento sugerida por (The recent progress of recycled steel fiber reinforced concrete, 2020) dice en su artículo denominado The recent progress of reinforced concrete with recycle Steel fibers, menciona que, en los sistemas cementosos reforzados con fibra, se encontró que la trabajabilidad y las propiedades de flujo dependen en gran medida del contenido de fibra, la forma y la geometría de las fibras. Debido a la geometría inconsistente, la relación de aspecto y el contenido de fibra más altos, se encontró que el efecto de bola es prominente en los sistemas de cemento reforzado con fibras de acero recicladas. El autor en el artículo científico sugiere el uso de aditivos plastificantes para aumentar la trabajabilidad. Por lo que se obtendrá un aporte para futuras investigaciones, sumando más datos al conocimiento científico sobre el reciclaje de acero reciclado de los neumáticos para reforzar el concreto

a 3825 m.s.n.m. plastificantes para aumentar la trabajabilidad. Se tiene como justificación metodológica las bases son los libros de metodología, ya que para cumplir los objetivos propuestos de la investigación se tiene que aplicar el proceso metodológico mencionados en las guías de la investigación de acuerdo con la revisión bibliográfica, se realizará ensayos de laboratorio para lograr datos confiables, considerándose una investigación cuantitativa, la información obtenida ayudaran a la afirmación u negación de la hipótesis; y finalmente esto servirá de una referencia más para futuros investigadores del tema.

Justificación técnica; se sabe que tenemos antecedentes con la adición de fibras de acero reciclado y además ya existen fibras metálicas y poliméricas en el mercado para venta al público en general, debido a las diferentes deficiencias que ocurren con el concreto en las obras civiles de pavimentos urbanos, se tiene la necesidad de reforzar y mejorar el desempeño y calidad de los pavimentos urbanos en la región Puno, el uso de estas no es de uso común, viendo esto se busca analizar las propiedades que influyen positivamente en su empleo de los filamentos de acero reciclado de neumáticos, sabiendo que por teoría este elemento dentro de sus propiedades cuenta con cualidades propias a la tracción y flexión además de ser resistente al desgaste. De esta manera, se podrá lograr un concreto optimizado. Esta investigación cuenta con justificación social ya que con esto se beneficia de forma directa a el sector de la construcción al mejorar la calidad del concreto teniendo una nueva alternativa de concreto reforzado, optando así por una alternativa sostenible para el medio ambiente, reciclando los neumáticos en desuso material que puede llegar a ser muy nocivo para las personas y animales si está expuesto durante un mucho tiempo, pudiendo llegar a afectar tanto a plantas, peces, agua y el ambiente en general. Justificación económica porque los filamentos de acero que usaremos, al ser material reciclado, será más económico que las fibras industriales, estos elementos en desuso que generalmente se encuentran en las reencauchadoras y otros talleres de cambio de llantas. Esta investigación cuenta con justificación ambiental porque se busca reciclar elementos en desuso como son las fibras de acero de los neumáticos desechado que puede llegar a ser muy contaminante ya que las personas por el tamaño optan por quemarlas así contaminando el oxígeno que es vital para la supervivencia de los seres vivos, pudiendo llegar a afectar tanto

a plantas, peces, agua y el ambiente en general; este material generalmente se encuentra en la basura o reencauchadoras informales.

Tenemos como objetivo general: Determinar la influencia del uso de fibra de acero reciclado plastificado en las propiedades mecánicas y costos del concreto en pavimentos urbanos, región Puno - Año 2021. Siendo los objetivos específicos: Calcular el mejoramiento del uso de fibra de acero reciclado plastificado en la resistencia a la compresión en pavimentos urbanos., Determinar el mejoramiento del uso de fibra de acero reciclado plastificado en la resistencia a la flexión en pavimentos urbanos. Evaluar el mejoramiento del uso de fibra de acero reciclado plastificado de la tracción indirecta en pavimentos urbanos. Determinar el mejoramiento del uso de fibra de acero reciclado plastificado en el módulo de elasticidad en pavimentos urbanos. Evaluar las diferencias entre la relación costo-beneficio en pavimentos urbanos.

La hipótesis general: El diseño de pavimentos con fibras de acero reciclado mejorara las propiedades mecánicas y de costo en pavimentos urbanos, región Puno - Año 2021.

Las hipótesis específicas serán: El mejoramiento del uso de fibra de acero plastificado mejorara la resistencia a la compresión en pavimentos urbanos. El uso de las virutas reciclado plastificado incidirá en la resistencia a la flexión en pavimentos urbanos. El uso de las virutas reciclado plastificado incidirá en la tracción indirecta en pavimentos urbanos. El uso de las virutas reciclado plastificado incidirá en el módulo de elasticidad en pavimentos urbanos. El uso de la viruta reciclada plastificada influirá en relación costo-beneficio de un pavimento urbano.

## **II. MARCO TEÓRICO**

Para la ejecución de esta investigación se realizó una exhaustiva investigación de artículos y tesis como antecedente, en el ámbito internacional se tiene a (Concrete Reinforced with Recycled Steel Fibers from End of Life Tires: Mix-Design and Application, 2016) tiene como objetivo principal usar materiales reciclados de ELT en el concreto para poder ampliar el uso de estas tecnologías de construcción obteniendo beneficios medio ambientales. Sin disminuir las propiedades mecánicas del concreto convencional. El objetivo de este proyecto es mejorar las propiedades mecánicas y físicas del concreto con la utilización de

acero reciclado como refuerzo en elementos constituidos de concreto, metodología es de nivel experimental con enfoque cuantitativo, se realizó ensayos en laboratorio de los cuales se obtuvo los siguientes resultados; con la adición de 0.41 % de fibra de acero a los 28 días se obtuvo, un aumento de 7.72% en resistencia a la compresión, respecto a la muestra control. Obteniendo la conclusión que la adición de fibra de acero no tiene efectos significativos en la resistencia a la compresión.

(Mechanical properties of fibre reinforced concrete with recycled fibres. , 198, 323–331., 2019) Este artículo examina la eficacia de las fibras de acero recicladas (obtenidas de los desechos del proceso de mecanizado) para aumentar la ductilidad del hormigón. Se examinó el efecto de la adición de fibra para tres grupos de probetas que diferían en los porcentajes de fibras. La metodología es de enfoque cuantitativo de nivel experimental, se evaluó las propiedades mecánicas fundamentales tales como: resistencia a la compresión, resistencia a la tracción por división, resistencia a la flexión. Las fibras de referencia HE 75/50 en la cantidad de 25 kg / m<sup>3</sup> por espécimen y en la tercera serie las fibras recicladas en la cantidad de 25 kg / m<sup>3</sup>. Se concluyó que, en el caso de las fibras de acero recicladas recuperadas de neumáticos, se observa un aumento significativo de la resistencia a la fractura del hormigón. El orden de magnitud de este aumento es comparable con el logrado utilizando fibras de acero comerciales.

Según (Use of silica fume and recycled steel fibers in self-compacting concrete (SCC), 2016) en su artículo muestra los resultados con la utilización de fibras de acero recuperadas de llantas en desuso para generar concretos reforzados. Se mezclaron en diferentes proporciones y de diferentes características geométricas las fibras de acero reciclado. En este artículo señala que se efectuó una serie de ensayos en laboratorio como compresión, tracción y flexión. Se evaluó las fibras de acero con diámetros y medidas diferentes. Como resultado del ensayo a compresión se obtuvo incremento de 8.70% empleando la fibra de 50mm de longitud y 0.6 mm de diámetro con relación a la muestra control. En conclusión, no se vieron afectadas significativamente las propiedades mecánicas del concreto con el uso de la fibra de acero reciclado en la resistencia a la compresión, resistencia a la tracción y resistencia a la flexión.

Según (Mejora de la sostenibilidad y el comportamiento en servicio de estructuras de hormigón mediante el uso de fibras metálicas recicladas, 2017) Tiene como objetivo mejorar las propiedades mecánicas del concreto con la adición de fibras metálicas obtenidas del reciclaje de neumáticos. La metodología presentada en esta investigación es experimental y teórico se realizó tres series de ensayos vigas sometidas a carga constante sobre grandes y pequeños elementos. Los resultados obtenidos se compararon entre resultados teóricos y resultados con adición de fibra metálica reciclada. Llegando a la conclusión que la adición de fibras metálicas al concreto tradicional es una solución técnica y económicamente interesante.

(Comparison of some Fresh and Hardened Properties of Self-Consolidating Concrete Composites Containing Rubber and Steel Fibers Recovered from Waste Tires., 2019) Este artículo informa sobre una investigación experimental que utiliza agregados de caucho o fibras de acero recicladas de llantas de desecho en la producción de compuestos de concreto autocompactante (SCCC) el objetivo del presente trabajo es estudiar la posibilidad de utilizar residuos de neumáticos de caucho y fibra de acero recicladas (SFR) en el SCCC. La metodología presentada en es teórica experimental, se realizaron los ensayos de resistencia a la compresión y a la flexión se evaluaron a las edades de 28 días. Concluyendo que el uso de fibra de acero de desecho y las partículas de caucho reducen la trabajabilidad, ya que provocan un aumento de viscosidad, una disminución de fluidez y aumenta el riesgo de obstrucción. Sin embargo el SFR mejora la resistencia a la flexión y compresión.

(Análisis esfuerzo-deformación de concreto reforzado con fibras metálicas y polímeros, 2020) En la Revista Ingeniería Investigación y Tecnología, el **objetivo** es estudiar la tensión y deformación del concreto con virutas metálicas y cauchos, según esta investigación se evaluó el comportamiento del concreto en la resistencia a flexión y compresión, considerando porcentajes diferentes los cuales se detallan (0,25%, 0,50%, 0,75% , 1.00% y 1.50%) de virutas y cauchos adicionado en los especímenes respecto a cuatro fibras industriales: (I) fibra de acero corrugado, (II) fibra con gancho en el extremo de acero, (III) fibra sintética estirada y ( IV) fibra sintética ondulante. metodología usada en esta investigación es experimental. según los resultados obtenidos en el módulo de rotura de las

vigas no se obtuvieron incrementos significativos. Inclusive con mayores proporciones de fibra, tuvo una disminución en el asentamiento y trabajabilidad del concreto fresco, que para adiciones de fibra de acero mayores a 1.00% se obtuvo un asentamiento de cero; finalmente, se recomienda el uso de las fibras de acero para aumentar la resistencia a la flexión y compresión. De los resultados obtenidos, la fibra con excelentes propiedades de agarre es el acero con ganchos en los extremos. Pero, el rendimiento de la fibra de acero se ve afectado por la granulometría del agregado.

Según (Comparative study on performance of manufactured steel fiber and shredded tire recycled steel fiber reinforced self-consolidating concrete, 2021) nos indica que, el reciclaje de neumáticos de desecho contribuye a resolver los problemas medio ambientales mediante el uso del material recuperado como fibra de acero y caucho desmenuzado, etc. en la industria de la construcción. Este estudio experimental evaluó el comportamiento fresco y endurecido, de la adición de la fibra de acero reciclado (RSF) extraída del neumático triturado en hormigón autocompactante (SCC). Para caracterizar las propiedades anteriores, se prepararon un total de siete mezclas, una mezcla de control, es decir, SCC sin fibra, SCC con fibra de acero fabricada (MSF), y RSF, cada una de fracciones en volumen de 0,5%, 1,0% y 1,5% respectivamente. Las propiedades frescas se caracterizaron por flujo de asentamiento. Los resultados de la optimización muestran que SCC con RSF presenta el mejor rendimiento general con una fracción de volumen de RSF del 1,5 % en comparación con SCC con MSF.

(On the mechanical response of hybrid fiber reinforced concrete with recycled and industrial steel fibers, 2017) En su artículo presentó los resultados de una investigación experimental dirigida a investigar el comportamiento mecánico del hormigón armado con Fibras de Acero Industriales y Recicladas. Los RSF empleados en este trabajo fueron suministrados por una empresa italiana que recolecta y recicla llantas de desecho. En el laboratorio recibieron alrededor de 20 kg de RSF: presentan diámetros y longitudes muy variables, los cuales tenían las siguientes características un diámetro 0,55mm y 33mm de largo, los cuales fueron adicionados en proporciones de 0.75%, 1.00% y 1.25%. Con base en los resultados llegó a las siguientes conclusiones. Como era de esperar, la

resistencia a la compresión está ligeramente influenciada (5% - 10% con respecto a la correspondiente mezcla simple) por la presencia de fibras, pequeñas cantidades de fibras aumentan ligeramente la resistencia a la compresión, mientras que este efecto desaparece para cantidades de fibras superiores a un cierto umbral.

De acuerdo a (Impact resistance of steel fiber reinforced concrete in cold temperatures, 2021) en su artículo tiene por objetivo evaluar el efecto de las bajas temperaturas sobre las propiedades mecánicas y la resistencia al impacto de mezclas de concreto reforzado con diferentes tipos, longitudes y volúmenes de fibras de acero. Los parámetros que fueron estudiados incluyen tipos de fibras de acero (SF), longitudes de SF (35 mm y 60 mm), volúmenes de SF (0%, 0,35% y 1%). Las mezclas estudiadas se probaron en diferentes temperaturas, incluida la temperatura ambiente (20°C), 0°C, - 10°C, y - 20°C. Sus resultados muestran una mejora en las propiedades mecánicas. Se pueden sacar las siguientes conclusiones: El uso de un mayor volumen de fibras (1%) mostró una mejor mejora en la resistencia a la compresión y resistencia al impacto a bajas temperaturas en comparación con menor volumen de fibras (0,35%).

De acuerdo con (Effects of steel fibres on fresh and hardened properties of cement concrete, 2020) en su artículo tiene como objetivo evaluar el concreto reforzado con fibra de acero (SFRC), que es un concreto de calidad superior debido a su mayor resistencia por la adición. Las fibras de acero reciclado. Se probaron las propiedades frescas y endurecidas de trabajabilidad, compresión y resistencia a la tracción y se compararon y analizaron los resultados de las fibras al 0%, 1%, 2% y 3% de masa de concreto. Los resultados indicaron que los valores más altos de resistencia a la tracción y a la compresión se lograron con una adición de fibra del 3%. Sin embargo, se observó que el hormigón pierde su trabajabilidad. Por lo tanto, se sugiere que la adición de un 1% de fibras de acero produzca una buena resistencia con suficiente trabajabilidad.

Según nuestros **antecedentes nacionales** como (ANTÓN, 2018) menciona en su tesis que su objetivo es determinar de la influencia de la fibra de acero en concretos con aplicación a vías. Y de esta manera determinar si es viable utilizar la fibra de acero para mejorar la calidad del concreto. Se realizó un estudio con

enfoque cuantitativo, adicionando diferentes proporciones 5 y 7% para realizar pruebas en laboratorio y obtener resistencias a la compresión mayores a 210 kg/cm<sup>2</sup>, según (ANTÓN, 2018) de sus resultados obtenidos en laboratorio el concreto patrón tuvo una resistencia de 292 kg/cm. con la adición de fibras de acero reciclado del 5% mejora la resistencia a la compresión, aumentándolo en un 14.72% respecto al patrón llegando así a una resistencia máxima a los 28 días de 335 kg/cm. Y realizando una adición de 7% se pudo determinar en laboratorio que la resistencia a la compresión disminuye en un 9.24%. Como Conclusión se llegó a determinar que la fibra de acero reciclado se puede utilizar como refuerzo de manera alternativa ya que influyo en la resistencia a la compresión de las muestras ensayadas.

Según (TORIBIO, y otros, 2021) Considera en su tesis, como **objetivo** principal reforzar el concreto con la adición de fibra de acero reciclado. El método empleado en esta investigación es de enfoque cuantitativo, con un nivel correlacional de diseño experimental; en esta tesis se realizó el estudio con muestras de fibras que tenían un diámetro de 1mm, fueron cortadas en longitudes de 5 cm, se adicionaron en el concreto como refuerzo en las siguientes proporciones 1%, 1.5% y 2% del peso específico del concreto, luego se realizaron ensayos a la flexión y compresión de las briquetas, los resultados de la resistencia a la compresión con la adición tuvieron mejoras del 19.42% y 8.51%, se llegó a la conclusión de que el módulo de rotura se aumentó en 5.88%, 9.71% y 19.42% con la adición de las fibras de acero reciclado; en resumen, se pudo apreciar que mejoran las propiedades del concreto tanto en compresión como su módulo de rotura con la adición de fibra de acero reciclado.

Según (RAFAEL, y otros, 2020) tiene como objetivo principal evaluar como influye las fibras recicladas dentro del concreto, así mismo plantea esta opción como alternativa para mejorar la resistencia a la compresión y flexión del concreto con adiciones de fibras comerciales y recicladas dentro de un concreto con resistencia de diseño de 210 kg/cm<sup>2</sup>. Según su metodología es de enfoque cuantitativo de tipo aplicada, en esta investigación realizaron un total de 84 muestras, 63 briquetas para compresión y 21 vigas para el ensayo a flexión. Se realizó la adición de porcentajes de fibras de acero en las siguientes proporciones 1%, 2.5% y 4% fueron ensayados a los 7, 14 y 28 días. Se obtuvo un concreto patrón para



compresion con una resistencia de 213.57 kg/cm<sup>2</sup>. Con la adición de 1% tuvo una resistencia de 241.41 kg/cm<sup>2</sup>, al 2.5 % se llegó a una resistencia de 238.69 kg/cm<sup>2</sup> y al 4 % se obtuvo una resistencia del 203.89 kg/cm<sup>2</sup>. Se concluyó que la adición de las fibras de acero reciclado influye positivamente en el aumento en las resistencias a la compresión. El uso de la fibra reciclada reduce el costo y ayuda al medio ambiente.

(VASQUEZ, 2018) tenía como objetivo determinar la influencia de la fibra de acero de neumáticos reciclados los cuales fueron evaluados para determinar las propiedades físicas y mecánicas; la metodología empleada según su diseño es cuasi experimental, los resultados de laboratorio demostraron que al reforzar con fibra de acero reciclado mejoro la resistencia a compresión de 227 kg/cm<sup>2</sup> a 242 kg/cm<sup>2</sup> incrementándose en 12%; en la resistencia al módulo de rotura aumento de 26.62kg/ cm<sup>2</sup> a 33.61kg/cm<sup>2</sup> teniendo este como un incremento del 30% más respecto al concreto control, para el ensayo a flexión aumento de 33.61 kg/cm<sup>2</sup> hasta 53.77 kg/cm<sup>2</sup> incrementándose este en un 50% respecto al concreto control; según estos resultados, llegando a la conclusión de que es viable usar las fibras de acero reciclado además que este uso de fibras ayuda a cuidar el medio ambiente. También se pudo notar un favorable incremento de las resistencias del concreto con la adición de fibra de acero reciclado en las pruebas de compresión, tracción y flexión.

Para una mejor investigación se tomó en cuenta **artículos de investigación** (MOYA, y otros, 2019) Tiene como **objetivo principal** evaluar las propiedades físicas y mecánicas del concreto adicionando fibra de acero reciclado. La **metodología** es de diseño experimental con un enfoque cuantitativo, según los resultados obtenidos en laboratorio de compresión a la edad 7, 14 y 28 días mostro una mejora de 30.70 % con relación al concreto control y un 22.28% en referencia al concreto con fibras metálicas industriales; la resistencia a tracción a los 28 días mostro un aumento de 39.08% en referencia al concreto control y un 11.64% al concreto con fibras industriales; se llegó a la conclusión de que, La adición de la FAR del concreto disminuyen las fisuras y grietas en el fraguado por la contracción, además aumentan la resistencia del concreto.

Como **bases teóricas**. Las principales fuentes para reutilizar fibras de acero son de los neumáticos en desuso, se utilizan fibras de acero comerciales en la

industria de la construcción con mayor frecuencia (The recent progress of recycled steel fiber reinforced concrete, 2020)

“Por otra parte, la producción de fibras de acero industriales provoca la emisión de CO y, en consecuencia, puede acelerar la destrucción de los recursos naturales, mientras que su sustitución de fibras de acero reciclado puede ayudar al medio ambiente y reducir la contaminación ambiental (The effect of initial strength of concrete wastes on the fresh and hardened properties of recycled concrete reinforced with recycled steel fibers. 1242, 2021)”

En la prehistoria uno de los primeros elementos utilizados fue el acero al ser trabajable y de obtención más viable.

Se tiene dos razones esenciales para reutilizar de las virutas de acero. Inicialmente por la salud de la humanidad y preservación medioambiental. Los neumáticos en desuso no tratados adecuadamente que se desechan de una forma desmedida sobre el medioambiente, contaminaran la flora y la fauna y la tierra.

El uso de diversas fibras para producir un hormigón más resistente ha llamado mucho la atención en las últimas décadas. Las fibras más utilizadas son de acero. En el mundo se producen aproximadamente 0.3 millones de toneladas de fibras al año y se espera q esta cantidad aumente un 20% cada año, según (The effect of initial strength of concrete wastes on the fresh and hardened properties of recycled concrete reinforced with recycled steel fibers. 1242, 2021).



**Figura 1. Fibras recicladas de neumáticos**

Fuente: (The effect of initial strength of concrete wastes on the fresh and hardened properties of recycled concrete reinforced with recycled steel fibers. 1242, 2021)

Características de las fibras de acero de los neumáticos de desecho, pueden describirse como rectas o ligeramente deformadas. “El diámetro de estas fibras oscila entre 0,23 y 1,8 mm dependiendo del método de extracción. Se descubrió que las fibras extraídas mediante el proceso de trituración tenían un diámetro de aproximadamente 0,23 mm” (Waste tires steel fiber in concrete: a review, 2020)

Resistencia a la tracción de las fibras de acero, se realizaron pruebas para estimar la resistencia a la tracción de las fibras de acero reciclado. Se eligieron entre 20 a 30 fibras de diferentes formas y diferentes diámetros y longitudes. Los resultados obtenidos se encontraban entre 400–1600 MPa. El valor promedio fue de 870MPa y la desviación estándar de 584 MPa. La desigualdad de resultados podría ser causada por el tipo de tratamiento q se le dio al momento de la extracción de la fibra de acero. (Mechanical performance of concrete made of steel fibers from tire waste, 2019)

Concreto; “es la mezcla del cemento portland o cualquier otro cemento hidráulico, agregado fino, agregado grueso y agua con o sin aditivos” (Reglamento Nacional de Edificaciones, 2021). El concreto es un material compuesto, con aplicaciones en muchas estructuras arquitectónicas, cimientos, muros, presas, carreteras, embalses y puentes (Waste tires steel fiber in concrete: a review, 2020)

Componentes del concreto; el cemento, es un material aglomerante que reacciona con el agua y tiene la capacidad de adherir y unir áridos (gruesos o finos) entre sí, para formar una mezcla moldeable en su etapa inicial y rígida después de haber fraguado. “Los cementos comunes o cementos Portland se obtienen por molturación conjunta de Clinker Portland” (MOYA, y otros, 2019). Para la producción de cemento se emplea principalmente las siguientes materias primas: cal, sílice, alúmina y óxido de hierro. Luego se traslada a los precalentadores. Luego se calcina en hornos, que funcionan a altas temperaturas (hasta alcanzarlos 1450 grados centígrados), de tal modo que sus componentes se llegan a fundir y cambiar su composición química, estos llegando a transformar en Clinker (SHETTY, y otros, 2019)

Luego el Clinker se enfría y almacena para posteriormente, ser conducido al molino final, mezclándosele con yeso (retardador del fraguado), y los materiales apropiados para la obtención del cemento correspondiente, en cantidades que depende el tipo de cemento que se quiere obtener. Teniendo como producto final se consigue el cemento. El horno es la pieza de suma importancia para la elaboración del cemento. El Clinker que se incorpora del horno a una temperatura de 1,200 °C pasa luego a un proceso de enfriamiento a bajas temperaturas por enfriadores de parrilla (Efecto del uso de vidrio reciclado en el diseño de concreto, 2022)

Agregados; según el artículo (Utilización de la ceniza volante en la dosificación del concreto como sustituto del cemento, 2018) estos materiales se puede encontrar en las riberas de los ríos y lagos de manera abundante, se caracterizan por ser retenidos por la malla N° 4, este agregado es utilizado en infraestructuras como aglomerante para elaborar concreto, se caracteriza por brindar propiedades que le brinden al concreto tenacidad y resistencia.

Aditivo: Los aditivos son materiales distintos del agua, del agregado o elementos del cemento que son utilizados como componente del concreto, estos son añadidos antes o durante el mezclado, generalmente son líquidos y se combinan con el agua de mezcla tienen como finalidad modificar una o varias propiedades del concreto. (QUISPE GUEVARA, 2021)

Agregado fino; se considera agregado fino al material que traspasa la malla de #3/8 (9.5 mm) y es retenido en el tamiz #200 como indica la norma ASTM C33 y NTP 400.037.

Granulometría; es la distribución de las partículas según su gradación los cuales se determina por un juego de mallas y tamices los cuales están normadas en el manual de ensayos.

**Tabla 1.** Análisis granulométrico del agregado fino.

TAMIZ	% QUE PASA
3/8" – 9.5mm	100
N°4 – 4.75mm	95 – 100
N°8 – 2.36mm	80 – 100
N°16 – 1.18mm	50 – 85

N°30 – 600 µm	25 – 60
N°50 – 300 µm	05 – 30
N°100 – 150 µm	0 – 10

**Fuente: NTP 400.037, 2014**

Agregado grueso; se le reconoce como agregado grueso al material que es retenido en el tamiz N°4 este material proviene de la desintegración de las rocas de manera natural que es ocasionada por el desplazamiento de los ríos o como puede ser por desintegración mecánica a este material se le denomina piedra chancada. Este agregado se puede encontrar en los ríos, los materiales deben cumplir con parámetros mínimos como resistencia a la intemperie (Manual de Carreteras especificaciones técnicas generales para la construcción, 2015)

Las mallas normadas que se usan para el agregado grueso son las de: 4", 3 1/2", 3", 2 1/2", 2", 1 1/2", 1", 3/4", 1/2", 3/8" y N°4.

USO	TAMAÑO MAXIMO NOMINAL	PORCENTAJE QUE PASA POR LOS TAMICES NORMALIZADOS													
		100 (mm)	90 (mm)	75 (mm)	63 (mm)	50 (mm)	37.50 (mm)	25 (mm)	19 (mm)	12.5 (mm)	9.5 (mm)	4.75 (mm)	2.36 (mm)	1.18 (mm)	300 (um)
1	90 mm a 37.50 mm	100	90 a 100	-	25 a 60	-	0 a 15	-	0 a 5	-	-	-	-	-	-
2	63 mm a 37.50 mm	-	-	100	90 a 100	35 a 70	0 a 15	-	0 a 5	-	-	-	-	-	-
3	50 mm a 25 mm	-	-	-	100	90 a 100	35 a 70	0 a 15	-	0 a 5	-	-	-	-	-
357	50 mm a 4.75 mm	-	-	-	100	95 a 100	-	35 a 70	-	10 a 30	-	0 a 5	-	-	-
4	37.50 mm a 9 mm	-	-	-	-	100	90 a 100	20 a 55	0 a 15	-	0 a 5	-	-	-	-
467	37.50 mm a 4.75 mm	-	-	-	-	100	95 a 100	-	35 a 70	-	10 a 30	0 a 5	-	-	-
5	25 mm a 12.50 mm	-	-	-	-	-	100	90 a 100	20 a 55	0 a 10	0 a 5	-	-	-	-
56	25 mm a 9.50 mm	-	-	-	-	-	100	90 a 100	40 a 85	10 a 40	0 a 15	0 a 5	-	-	-
57	25 mm a 4.75 mm	-	-	-	-	-	100	95 a 100	-	25 a 60	-	0 a 10	0 a 5	-	-
6	19 mm a 9.50 mm	-	-	-	-	-	-	100	90 a 100	20 a 55	0 a 15	0 a 5	-	-	-
67	19 mm a 4.75 mm	-	-	-	-	-	-	100	90 a 100	-	20 a 55	0 a 10	0 a 5	-	-
7	12.50 mm a 4.75 mm	-	-	-	-	-	-	-	100	90 a 100	40 a 70	0 a 15	0 a 5	-	-
8	9.50 mm a 2.56 mm	-	-	-	-	-	-	-	-	100	85 a 100	10 a 30	0 a 10	0 a 5	-
89	9.50 mm a 1.18 mm	-	-	-	-	-	-	-	-	100	90 a 100	20 a 55	5 a 30	0 a 10	0 a 5
9	4.75mm a 1.18 mm	-	-	-	-	-	-	-	-	-	100	85 a 100	10 a 40	0 a 10	0 a 5

**Figura 2. Requisitos granulométricos del agregado grueso**

**Fuente: CARRILLO & ROJAS, (2017 pág. 30)**

Agua; el agua en el concreto es la de hidratar el cemento y dar inicio a una serie de reacciones químicas donde se combinan cemento-agua formando una pasta; este proceso es conocido como hidratación del cemento y tiene la función de ligar a todos los agregados en forma permanente una vez que ha fraguado y se ha endurecido (Efecto del uso de vidrio reciclado en el diseño de concreto, 2022)

Aire; este aire atrapado se encuentra entre el 1 % y 3 % en el concreto fresco, durante el proceso de mezclado normalmente se queda aire atrapado.

Propiedades físicas; Temperatura del concreto; Este método de ensayo cubre la determinación de la temperatura del hormigón de cemento hidráulico recién mezclado (ASTM C1064/C1064M, 2017). Peso unitario del concreto fresco; El ensayo de densidad del concreto (peso unitario) tiene como objetivo obtener el peso del concreto en m<sup>3</sup>, para así verificar el rendimiento que tiene el concreto diseñado se encuentra el procedimiento en. (ASTM C138 / C138M, 2017); Trabajabilidad; La consistencia está definida por el grado de humedecimiento de la mezcla, depende principalmente de la cantidad de agua utilizada, el equipo necesario para realizar la consistencia del concreto consiste en un tronco de cono, los dos círculos de las bases son paralelos entre si midiendo 20 cm y 10 cm los diámetros respectivos, la altura del molde es de 30 cm. (CHAHUA, 2018).

**Tabla 2.** Valores de consistencia del concreto fresco

Consistencia	Slump	Trabajabilidad	Método de Compactación
Seca	0" a 2"	Poco Trabajable	Vibración normal
Plástica	3" a 4"	Trabajable	Vibración ligera
Fluida	Mayor a 5"	Muy trabajable	Chuseado

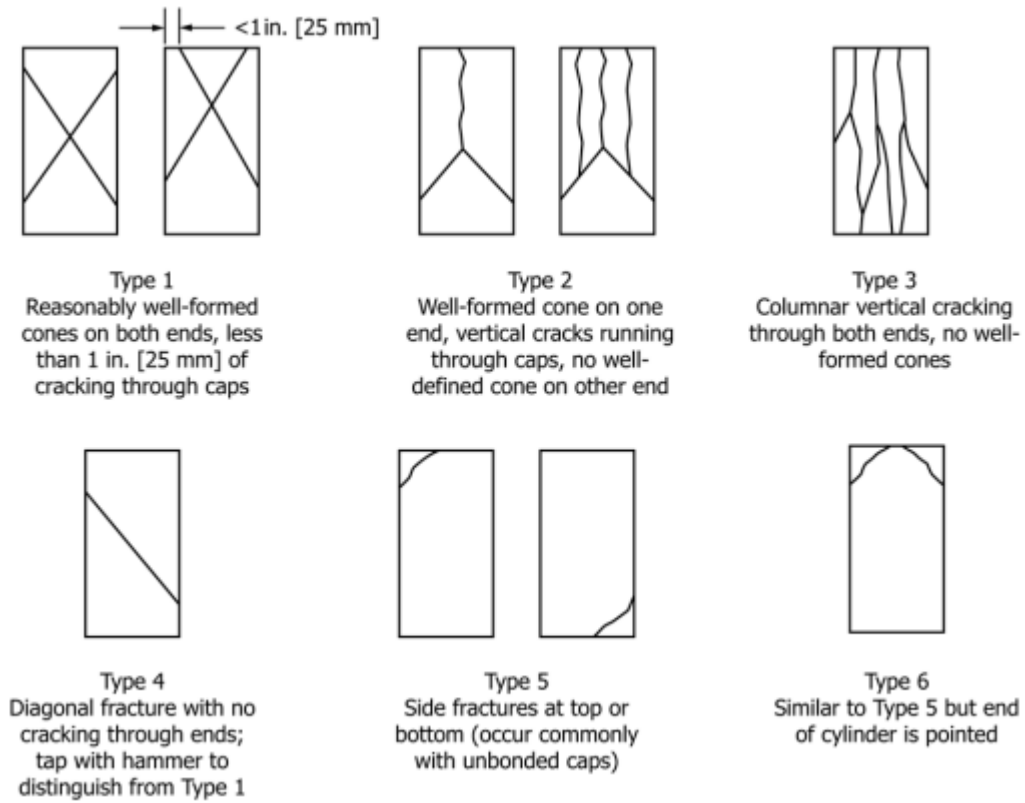
**Fuente:** (CHAHUA, 2018)

Propiedades mecánicas del concreto; se determina con ensayos realizados en laboratorio como resistencia a la compresión, módulo de rotura y resistencia a la flexión.

Resistencia a la compresión es conocida como el esfuerzo máximo que soporta el concreto antes de que ocurra la fractura o falla, el cual debe de estar sumergido en el agua durante 28 días según lo indicado en la norma. El esfuerzo es aplicado a una muestra en estado endurecido. El resultado se muestra en la unidad de medida

de kg/cm<sup>2</sup> o en lb/pulg<sup>2</sup> (Utilización de la ceniza volante en la dosificación del concreto como sustituto del cemento, 2018)

**Figura 3. Tipos de fractura o falla al realizar el ensayo a la compresión.**



**Fuente: (ASTM C39 / C39M, 2020)**

Fórmula para determinar la resistencia a la compresión .

$$R_c = \frac{4G\pi}{d^2}$$

Dónde:

$R_c$  = esfuerzo a la rotura en kg/cm<sup>2</sup>

$G$  = máxima carga aplicada en kg

$d$  = diámetro del espécimen cilíndrico en cm

**Tabla 3. Tiempo para realizar el ensayo de resistencia.**

Edad de Ensayo	Tolerancia Permisible
24 h	± 5.0
3 d	± 2.0
7 d	± 6.0
28 d	± 20.0
90 d	± 2 d

Fuente: (ASTM C39 / C39M, 2020)



Resistencia a la tracción; Este método de prueba determina la resistencia a la tracción por hendimiento de muestras en forma cilíndrica de concreto, como briquetas moldeadas y núcleos extraídos con diamantina. El método consiste en aplicar una carga constante en la sección longitudinal de la biqueta hasta que la muestra falle o se fracture. Esta carga induce esfuerzos de tracción en el plano que contiene la carga aplicada y esfuerzos de compresión relativamente altos en el área inmediatamente alrededor de la carga aplicada. ( ASTM C496/C496M, 2017).

Se realiza el cálculo con la siguiente formula:

$$R_t = \frac{4P}{4LD}$$

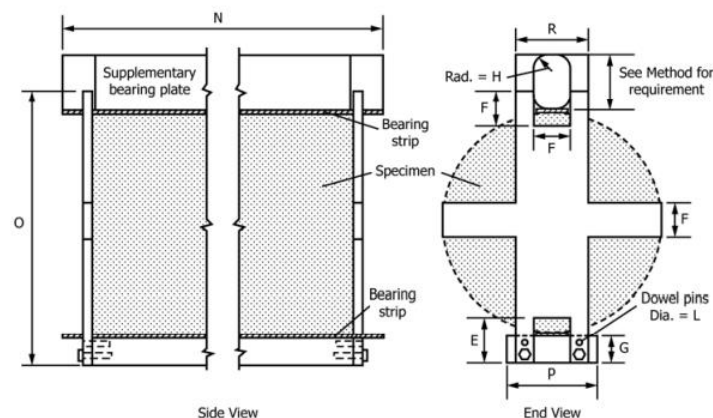
En dónde:

$R_t$  = esfuerzo soportado a la tracción del concreto (kg/cm<sup>2</sup>)

$P$  = Máxima carga aplicada (kg)

$L$  = Longitud del espécimen cilíndrico (cm)

$D$  = Diámetro del espécimen cilíndrico (cm)

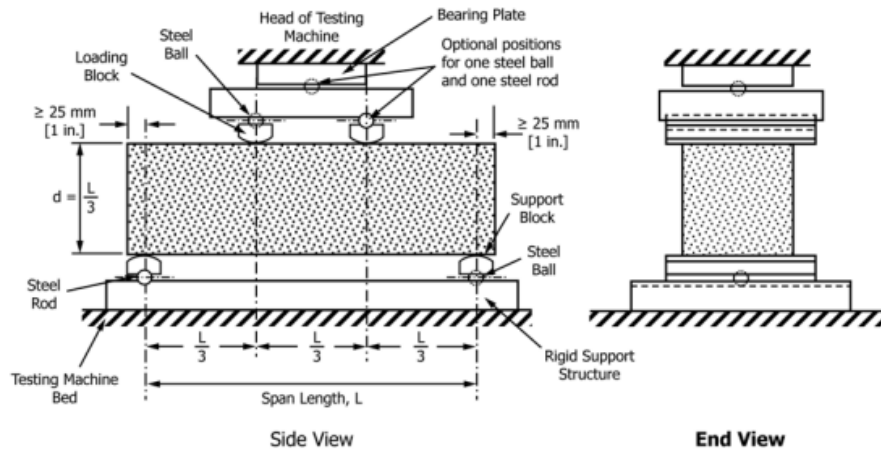


**Figura 4. Esfuerzos sometidos a la probeta en el ensayo a tracción.**

**Fuente: ( ASTM C496/C496M, 2017)**

Esfuerzo a la flexión; es utilizado como un ensayo a control, porque sufre varias dificultades ya que depende de la cantidad de peso que soporte o circule por ella, es por esa razón que se hacen ensayos tanto de flexión como compresión para ver la calidad de estos y ver cuál es el favorable o mejorar, también tiene mucho que ver el material y las formas de humedad del curado (VEGA, 2020).

El esfuerzo a flexión o módulo de ruptura, es el esfuerzo calculado, suponiendo un comportamiento elástico lineal, en la cara de tracción de una probeta de viga en el momento de flexión máximo durante un método de ensayo estándar. (ASTM C78/C78M, 2021)



**Figura 5. Esfuerzos aplicados en el ensayo resistencia a flexión.**

**Fuente: (ASTM C78/C78M, 2021)**

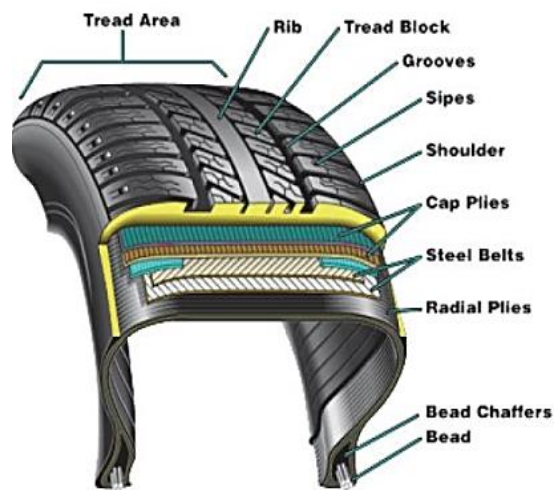
El módulo de elasticidad; se le hace la evaluación midiendo deformaciones en tanto se aplican cargas, es un parámetro muy indispensable realizarlo ya que cuando se va a realizar diseño de elementos estructurales. Los variados datos que pueden determinarse a partir de una prueba adicionando el módulo tangente inicial, el módulo secante y el módulo cuerda. (MOYA, y otros, 2019).

Los índices de módulo de elasticidad y relación Poisson, aplicable Poisson, dentro del rango de esfuerzos de trabajo (0 a 40% de la resistencia última del concreto), puede ser utilizada en el dimensionamiento de elementos estructurales reforzados y no reforzados (ASTM C94)

Diseño de mezcla; Dosificar, consiste en hallar las proporciones adecuadas de los elementos propios del hormigón para formar una mezcla de hormigón con propiedades físicas y mecánicas esperadas. Existen muchas investigaciones relacionadas con los aspectos teóricos del diseño de mezclas, en buena parte como un procedimiento experimental. Si bien se tienen bastantes propiedades trascendentales para la elaboración de concreto, la mayoría de procedimientos se basan en lograr resultados de resistencia a la compresión a los 28 días de edad (MOYA, y otros, 2019). Para la realización de esta investigación se usara el método

ACI para una resistencia de  $f'c=210$  kg/cm<sup>2</sup>. Para obtener óptimos resultados de resistencia a tracción, flexión y compresión se mezclará adicionando fibras de acero reciclado; por el método AMERICAN CONCRETE INSTITUTE (ACI 211) utilizando que se encuentran normadas y que pueden ser tabuladas. El ACI (1944), se basa en requisitos físicos y granulométricos los cuales están normadas por ASTM C33, para agregados; el agua está definido según al tamaño máximo nominal del agregado y también determina la relación de agua cemento.

Las fibras de acero reciclados son pequeños filamentos de alambres que se encuentran en los neumáticos en desuso, una vez que se obtienen son trozados de acuerdo a lo previsto. Según (Onuaguluchi, 2017) anualmente se generan desechos de llantas, cuyo interior contiene acero en un 14% y 15% del peso de los neumáticos tanto para llantas de uso moderado y de alto tonelaje. Y según (Domski, 2017) las fibras de acero reciclado de los neumáticos representan un 16% dl peso, sin embargo, vehículos de alto tonelaje o camiones contienen un 25 % de fibra de acero.



**Figura 6. Composición típica de neumático de vehículos.**

**Fuentes.** (Comparison of the mechanical characteristics of engineered and waste steel fiber used as reinforcement for concrete, 2017).

Proceso de reciclado de fibras, los neumáticos de los vehículos se encuentran formados por diferentes tipos de materiales como se muestra en la figura N° 6, en el cual se puede apreciar que el material más empleado es el acero. La fibra de acero se encuentra en el interior del diámetro del neumático al cual se le conoce

como talón, es decir, se encuentra en su contorno concéntrico en su diámetro inferior. Por lo tanto, para el acopio y reciclado de las fibras de acero primeramente se elimina el borde interior de los neumáticos se utilizará un cuchillo o navaja u objeto punzo cortante. Segundo se procede a remover el perímetro interior del neumático, luego la extracción de las fibras, de todos los procedimientos seguidos nos da como resultado lo mostrado en la figura N°7. Se puede apreciar que las fibras obtenidas forman espirales cerradas y con un diámetro de 1mm

La fibra obtenida se tiene que cortar en las medidas requeridas, estos cortes se realizaran de manera mecánica o manual, ya sea utilizando prensas y esmeriles con discos para acero.



**Figura 7. Fibra de neumático reciclado.**

**Fuente:** (Performace of scrap tire steel fibers in OPC and alkali - activated mortars, 2017)

Por lo general se les considera desecho a estos filamentos, de ser el caso que fuesen reciclados son enviados a los hornos de fundición, para luego ser procesadas y ser reutilizados como materiales de acero. Para la fabricación de fibras de acero industrial o comercial demandara gastos de trabajo y energía los siguientes procedimientos, trasladar, fundirlos, cortarlos, extraerlos y darle la forma deseada. Mientras que, al reciclar filamentos extraídos de los neumáticos, como procedimiento se tiene que cortar en las medidas deseadas los filamentos de acero y separar el caucho de los neumáticos en de uso.

### III. METODOLOGÍA

#### 3.1. Tipo y diseño de investigación

**Tipo de investigación:** Es aplicada, y esto determina la causalidad y sus implicaciones, como en el libro de metodología de (HERNANDEZ-SAMPIERI, y otros, 2018 pág. 93), “el tipo de investigación viene siendo la aplicación de un plan separado por métodos que nos ayuden mejorar y apreciar un mayor campo conceptual sobre las interrogantes que pueda contar la humanidad, además de tener también la obligación de dar pase a nuevos resultados que necesite un determinado espacio”. La presente investigación es de tipo de investigación es aplicativo, dado que se aplicarán conocimientos establecidos y procesos escritos del desarrollo.

La investigación aplicada busca dar mayor conocimiento teórico y práctico, sobre todo, entregar soluciones que impacten a la sociedad (DuocUC, 2018). Con todos los conceptos anteriormente mencionados se concluye que se considera a la presente investigación es aplicada por el tema que se estamos investigando.

**Enfoque de investigación:** Es cuantitativo debido a que en la presente investigación se realizara la recolección de valores numéricos para comprobar la hipótesis, en el estudio se describirán los datos numéricos obtenidos en los ensayos realizados.

De acuerdo con (Sampieri, 2018), el tipo de investigación de enfoque cuantitativo, “desarrolla interrogantes e hipótesis de enfoque cuantitativo, durante y posterior a la acumulación y estudio de los datos, este tipo de investigación sirven básicamente para interpretar las interrogantes más importantes, para luego afirmarlas y contestarlas. Teniendo los conceptos mencionados anteriormente consideramos que la presente investigación es aplicada y de enfoque cuantitativo”

**Diseño de investigación:** Consideramos el Experimental, que como lo dice (HERNANDEZ-SAMPIERI, y otros, 2018), “el manual propuesto es estratégico que se desarrolla para generar la conseguir la información es preciso para así poder contestar a la problemática propuesta dentro de la investigación.” El presente estudio de investigación se propone o considera

como una investigación cuasi experimental ya que, tiene por objeto analizar la influencia en el campo de estudio, se aplicarán muestras significativas. Se examinará el resultado que produce la integración de fibras de acero provenientes de neumáticos en desuso reciclados en el concreto para pavimentos, de tal forma mediremos las propiedades mecánicas con la adición de plastificante que es el policarboxilato.

**Nivel de investigación:** En esta investigación el nivel es explicativo ya que determina relaciones de causa y efecto entre los filamentos de neumáticos reciclados y las resistencias sometidas del concreto.



**Figura 8. Relación de causalidad de variables.**

*Fuente: Propia.*

### 3.2. Variables y operacionalización

Variable Independiente: Adición de filamentos de neumáticos reciclados con plastificante de policarboxilato.

Definición conceptual: Son filamentos de acero discontinuos, con forma transversal o longitudinal extraídos de neumáticos en desuso. Los filamentos de neumáticos reciclados se obtienen de las diferentes formas ya sea por reciclaje o compra de lugares de cambios de llantas como en las reencauchadoras y otros depósitos de llantas. Este material debido a su ductilidad es fácil transformarlo en filamentos o trozos pequeños con cualquier longitud, además de poseer propiedades para la flexión.

Definición operacional: El alambre que se obtiene del neumático reciclado es moldeable, se estira y toma forma con facilidad, debido a que es un metal suave, además resiste al calor es conducido de manera eficiente, este puede tener un brillo metálico y es de color plateado, se le evalúa en base a su capacidad térmica, ductilidad, y la dosificación sobre el concreto.

Dimensión: Dosificación.

Indicadores: 0.20%, 0.50%, 0.80% y 1.10% de filamentos acero de neumáticos en desuso reciclados.

Escala de medición: De razón.

Variable Dependiente: Propiedades mecánicas del concreto en pavimentos urbanos en Puno.

Definición conceptual: De acuerdo con el autor del libro de metodología (TORIBIO, y otros, 2021), nos dice que el comportamiento mecánico y físico son las propiedades más importantes del concreto en su etapa de concreto fresco como también en la sólida, estos son factores para determinar la capacidad de respuesta a los esfuerzos con los que tiene el concreto; en estas propiedades se cuenta con el fraguado, expansión, fluidez, densidad, consistencia, compresión, tracción y flexión.

Definición operacional: Para la definición se obtuvo la literatura de (TORIBIO, y otros, 2021), que dice las propiedades mecánicas del concreto se ven representadas en el alcance de la resistencia para la cual fue elaborado este, es decir si se logró alcanzar la resistencia deseada. En la etapa de fraguado dependerá de diferentes factores los cuales son: trabajabilidad, peso unitario, durabilidad y contenido de aire, estos determinarán la consistencia, esta será analizada posteriormente de acuerdo a las pruebas de laboratorio, tanto de resistencia en tracción, compresión y en flexión.

Dimensión: Propiedades mecánicas del concreto.

Indicadores: Resistencia a la compresión, Resistencia a la flexión, Tracción indirecta, Modulo de elasticidad y el Costo-Beneficio.

Escala de medición: De razón.

### **3.3. Población, muestra y muestreo**

#### **Población**

De acuerdo con (ARIAS, 2018 pág. 81), dice: “Esta se define como un conglomerado global el cual toma todo un sector sobresaliente de los elementos con que se inician sobre el estudio, está dada en campos espaciales. En este estudio la población investigada, está constituido por las probetas y vigas de concreto  $f'c=210\text{kg/cm}^2$  elaborados con fibra de acero de neumáticos reciclados en la ciudad de Juliaca. Entonces consideramos, la población será de  $0.85\text{ m}^3$  de concreto mezclado, debido a que los elementos de concreto que serán estudiadas de acuerdo con los

criterios de la y NTP 339.084 para pruebas de tracción y NTP 339.034 para pruebas de compresión y flexión. Como vemos en las tabas siguientes:

**Tabla 4.** *Volumen total de la población.*

Briquetas			Vigas		
Descripción	Unidad	Datos	Descripción	Unidad	Datos
Altura	m	0.30	Largo	m	0.51
Diámetro	m	0.15	Ancho	m	0.15
Área	m <sup>2</sup>	0.02	Altura	m	0.15
Vol. Briqueta	m <sup>3</sup>	0.01	Vol. Por Viga	m <sup>3</sup>	0.01
N° Briquetas	UN	105	N° Vigas	UN	20
Vol. Total 8% desperdicio	m <sup>3</sup>	0.60	Vol. Total 8% desperdicio	m <sup>3</sup>	0.25
Población Total	m <sup>3</sup>	0.85			

**Fuente:** *Propia.*

### **Criterios de inclusión**

En la revisión de bibliografía se encontró que (ARIAS, 2018 pág. 105) nos indica que “La perspectiva de inclusión, es la restricción de la población o muestras, considerando todos sus aspectos, propiedades y características de la población en estudio”.

Este estudio de investigación se realizará con los agregados que están cerca de la provincia de San Román – Juliaca, región Puno.

Consideramos como criterios de exclusión la delimitación en la población tomando los aspectos, características y propiedades de la población de estudio según el libro de (ARIAS, 2018). En la investigación no se utilizarán filamentos que no sean las fibras de acero de neumáticos reciclados.

### **Muestra**

La muestra es el enfoque selectivo puntual, el cual se considera representativo del mismo (HERNANDEZ-SAMPIERI, y otros, 2018). Para estimación de las muestras o elementos serán según lo que indica el manual de normas ASTM C-39, ASTM C-496 y lo requerido en la NTP 399.611. Las cantidades de elementos están acorde a la dimensión de las probetas. Para el proyecto de investigación se ensayarán 3 muestras para cada edad de fraguado del ensayo.



**Tabla 5.** Cantidad de muestras para evaluar propiedades mecánicas.

% F.A.R.	Ensayos de esfuerzo a compresión			Ensayos de esfuerzo a tracción			Ensayos a flexión		Módulo de elasticidad	Cantidad total de muestras	
	07 días	14 días	28 días	07 días	14 días	28 días	14 días	28 días		28 días	Briqueta 6"X12"
Patrón	3	3	3	3	3	3	3	3	3	21	6
0.20%	3	3	3	3	3	3	3	3	3	21	6
0.50%	3	3	3	3	3	3	3	3	3	21	6
0.80%	3	3	3	3	3	3	3	3	3	21	6
1.10%	3	3	3	3	3	3	3	3	3	21	6
TOTAL										105	30

**Fuente:** Propia.

También se realizarán ensayos para analizar las propiedades físicas del concreto, siendo estos las pruebas de asentamiento ASTM C143, peso unitario ASTM C138 y temperatura.

**Tabla 6.** Numero de ensayos para evaluar las propiedades físicas.

% F.A.R.	Slump	Peso Unitario	cantidad de muestras
0.00%	1	1	2
0.20%	1	1	2
0.50%	1	1	2
0.80%	1	1	2
1.10%	1	1	2
TOTAL			10

**Fuente:** Propia.

### Muestreo

En el libro de metodología encontramos que de acuerdo con (ARIAS, 2018 pág. 45), "El muestreo reside en elegir una porción de un conjunto, estudiar una de sus cualidades o características". El estudio de investigación presente no tiene un muestreo, debido a que tendrá un diseño de mezclas, por lo que lo identificaremos como no probabilístico, demostraremos que hay intencionalidad para determinar la muestra convenientemente.

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

#### **Técnica de investigación**

Según (ARIAS, 2018 pág. 53), “Consiste en la aplicación y elaboraciones de planes detallados que ayuden a recopilar la información necesaria. Se empleará en la presente investigación, el uso de las técnicas de toma de datos, ensayos de laboratorio, análisis e interpretación de resultados”. En este estudio presente se empleará la observación directa experimental, para una correcta obtención de datos, ya que el diseño es cuasi experimental para poder medir, observar y así comprender sus causas y consecuencias. La revisión que se realizara en la tesis serán de artículos internacionales con clasificación scimago, libros, tesis tanto regionales, nacionales e internacionales.

#### **Observación directa**

Menciona " (BAENA, 2017 pág. 72), que “La exploración directa es cuando el mismo tesista junta a la información; sin exceptuar aquellos asuntos que también son parte de la problemática; haciendo uso permanente del sentido de observación ”.

#### **Instrumentos de recolección de datos**

De acuerdo a (HERNANDEZ, y otros, 2019), nos afirma que todo instrumento de recolección de datos debe tener tres requisitos importantes: confiabilidad, validez y objetividad.

Se precisa en el texto de (HERNANDEZ, y otros, 2019 pág. 315), que “al nosotros tener una herramienta que nos dé resultados que contengan mejor precisión es aquel que une toda la información ya que, se visualiza que desarrolla el objetivo de la investigación propuesta”

Es por ello que el instrumento a utilizar compone:

- Ficha de registro de datos
- Equipos
- Ensayos de laboratorio
- Programas digitales para procesamiento de los datos.

#### **Validez**

En la revisión de bibliografía vemos que en (ARIAS, 2018 pág. 36), dice que “Esta consiste en asegurar que el resultado sea resultado de la variable

independiente y no sea de otras circunstancias que puedan intervenir y estas deben de controlarse”.

Los instrumentos que utilizaremos en los ensayos serán de acuerdo a la norma Técnica Peruana y serán validados por el representante del laboratorio, además se adjuntara los certificados de calibración de cada equipo utilizado. Además se tendrá la evaluación de 03 expertos con amplia experiencia que demostrará la confiabilidad de esta investigación.

### **Confiabilidad**

Como lo explica (HERNANDEZ, y otros, 2019), “La confiabilidad de las herramientas determinan la unidad de medida que se refiere a la producción o tratamiento de los valores iguales en los mismos elementos las reiteradas veces que se hace”.

De acuerdo con (HERNANDEZ-SAMPIERI, y otros, 2018), la confiabilidad de un herramienta se evalúa con la idea de no creer en el instrumento utilizado, como ejemplo básico para entender sería plantear que este tipo de duda se podría decir que si un termómetro puesto en un estado líquido nos da una lectura por primera vez 60°C y si manteniendo en las mismas condiciones se vuelve a lectura, obtenemos una lectura de 110° c diríamos que el termómetro no es fiable, en este concepto dado se puede concluir que al decir que las fichas de recolección y procesamiento que utilizaremos serán dadas usando las normativas ASTM, mismas que han sido usadas durante varios años de tiempo en distintas investigaciones experimentales referidas a los ensayos de materiales, por lo tanto podemos expresar que la confiabilidad de estas herramientas está garantizada.

La confiabilidad del proyecto de tesis estará verificada por los certificados de calibración de los equipos de laboratorio que se usarán en las pruebas, los mismos ensayos que serán asesorados y realizados por un experto de la rama y de las normas ASTM.

## **3.5. Desarrollo de objetivos**

### **Desarrollo de objetivo principal**

Determinar la influencia del uso de fibra de acero reciclado plastificado en las propiedades mecánicas y costos del concreto en pavimentos urbanos.

Para el desarrollo de este objetivo se realizó la comparación de probetas de concreto patrón  $f'c=210$  kg/cm<sup>2</sup>, con probetas de concreto  $f'c=210$  kg/cm<sup>2</sup> con la adición de la fibra de acero reciclado de neumáticos con plastificante de policarboxilato con los porcentajes propuestos del 0.20%, 0.50%, 0.80% y el 1.10% en los ensayos de evaluación de las propiedades mecánicas y el costo del concreto en pavimentos urbanos.

Para lo cual se inició con la cotización de los ensayos en laboratorio y que este cuente con equipos certificados con su calibración vigente y la cotización de materiales (cemento que sea adecuado para la zona de desarrollo en este caso se usó el cemento Rumi IP, agregado que cuente con las características físicas óptimas para hacer un diseño de mezclas adecuado, el policarboxilato que se utilizó como plastificante), la recolección de neumáticos en desuso de las reencauchadoras y talleres de cambio de llanta de vehículos, para luego poder realizar el corte y la extracción del acero para luego darle el tratamiento.

La conclusión del objetivo principal se basa en los resultados de los objetivos específicos ya que determinamos el nivel de influencia del uso de las fibras de acero reciclado plastificado en concreto con la verificación de los resultados que se realizaron en laboratorio en las pruebas de las propiedades mecánicas del concreto dando nos como resultados óptimos que si existe la influencia de los diferentes porcentajes adicionados de fibra y que en el porcentaje de 0.80% influye de mejor manera en la mayoría de las propiedades mecánicas y que mejora el comportamiento del concreto . En cuanto a costo se concluyó que, si existe una diferencia de costos en adquisición de materiales en comparación de uno sin adición, pero no son significativas ya que por el resultado que se obtiene sería rentable la ejecución de pavimentos urbanos en la región Puno.

**Tabla 7.** Cronograma de desarrollo de objetivos

Cronograma De Desarrollo De Objetivos				
Fecha	Ítem	Duración	Cantidad	
			Briquetas 6"*12"	Viga(cm) 51x15x15
24/01/22	Acopio de llantas y extracción F.A.R.	3 Días		
27/01/22	Corte de las fibras de acero de llantas	3 Días		
31/01/22	Diseño de mezclas en laboratorio	6 Días		
31/01/22	Compra de materiales y otros			
07/02/22	Moldeo de muestras patrón		21	4
08/02/22	Moldeo de muestras con 0.20% F.A.R.		9	0
08/02/22	Secado de agregado y extendido	2 Días		
09/02/22	Moldeo de muestras con 0.20% F.A.R.		12	4
10/02/22	Moldeo de muestras con 0.50% F.A.R.		21	4
11/02/22	Moldeo de muestras con 0.80% F.A.R.		21	4
12/02/22	Moldeo de muestras con 1.10% F.A.R.		21	4

**Fuente:** Propia.

### **Desarrollo de objetivos específicos**

#### **Calcular el mejoramiento del uso de fibra de acero reciclado plastificado en la resistencia a la compresión.**

Se preparó nueve probetas de concreto por porcentaje de adición de fibra de acero de llanta reciclada con plastificante de policarboxilato haciendo un total de 45 probetas de concreto para la evaluación en el ensayo de compresión, en moldes de sección circular y eje perpendicular. La elaboración de los especímenes se inició con el peso de los materiales y las dosificaciones de acuerdo al diseño de mezclas realizado en laboratorio correspondientes a los porcentajes que corresponden que son los de 0.00%, 0.20%, 0.50%, 0.80% y 1.10%. Ya obtenido las probetas de concreto y su curado respectivo se llevó a laboratorio para hacer su análisis mecánico e iniciamos detallando a continuación su desarrollo del ensayo.

- a. Empezamos con llevar a laboratorio las probetas de concreto a los 7 días para tener un resultado preliminar, luego a los 14 y después a los 28 días que según norma es el día donde nuestro concreto debió llegar a su resistencia máxima se realizó las roturas de manera progresiva porque se trabajó de acuerdo a nuestro cronograma ya que se trabajó inicialmente

con la muestra patrón luego con las adiciones de 0.2%, 0.50%, 0.80% y 1.10%. En la imagen observamos de manera general las probetas de concreto en laboratorio.



**Figura 9. Probetas de concreto para compresión.**

*Fuente: Propia.*

- b. Después de procedió a medir los diámetros y alturas de la briqueta de concreto para tener el control y así procesar los datos una vez obtenidos total del resultado.



**Figura 10. Medición de las Probetas de concreto con vernier.**

*Fuente: Propia.*

- c. En la figura observamos que se colocó la probeta en la prensa hidráulica con sus accesorios para que encaje de forma adecuada en el equipo.



**Figura 11. Colocado de la Probeta de Concreto en Prensa Hidráulica.**

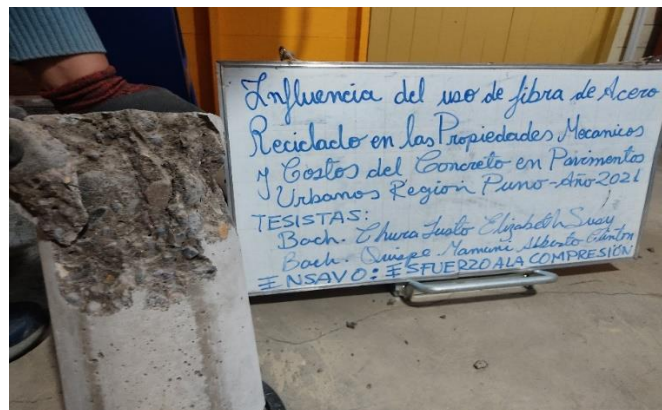
**Fuente:** Propia.

- d. Observamos que la briqueta al ser sometida a las cargas aplicadas por la prensa hidráulica llega a un punto de esfuerzo máximo donde se deforma la probeta presentando rajaduras en la parte superior y algunas veces también inferior, el nivel de rajadura o deformación dependió de las probetas en las muestras patrón presento deformación en la parte inferior y superior de la briqueta, y en las briquetas con adición de 0.2%, 0.5%, 0.8% y 1.10% la deformación fue en forma creciente ya que las fibras de acero reciclado le dio mayor resistencia. Y es ahí donde podemos determinar el esfuerzo máximo aplicado para cada porcentaje y saber las diferencias.



**Figura 12. La Probeta Sometida al Esfuerzo.**

**Fuente: Propia.**



**Figura 13. La Probeta de Concreto al final del ensayo de Compresión.**


**Fuente: Propia.**

### **Resultado de las Pruebas**

En los resultados obtenidos en el ensayo de compresión de la muestra patrón y los porcentajes con adición de fibra de acero reciclada con plastificantes de policarboxilato que se obtuvieron se muestran en la figura.



**Figura 14. Cuadro de Resumen Ensayo a Compresión.**

FORMATO DE ROTURA DE PROBETAS							
NOMBRE DEL PROYECTO:			"Influencia del uso de fibra de acero reciclado plastificado en las propiedades mecánicas y costos del concreto en pavimentos urbanos, región Puno – Año 2021"			PROTOCOLO N°: 001	
TIPO DE ENSAYO:			Ensayo de Esfuerzo a la compresion				
FECHA:			Indicada				
HOJA:			01 DE 01				
<b>1. DATOS:</b>							
DETALLES DE ELEMENTOS:			PROBETAS DE CONCRETO DE ADICION DE FIBRA DE ACERO RECICLADO				
LABORATORIO :			TRIPLE GEO E.I.R.L.				
CERTIFICADO DE CALIBRACIÓN DEL EQUIPO DE ROTURA:			CALIBRATEC S.A.C. N° CA-IV-0133-2021				
<b>2. VERIFICACIÓN DE LA ROTURA</b>							
MUESTRAS	FECHA	7 DIAS	RESULTADO	14 DIAS	RESULTADO	28 DIAS	RESULTADO
PATRON 0.00 %			(Kg/cm <sup>2</sup> )		(Kg/cm <sup>2</sup> )		(Kg/cm <sup>2</sup> )
M-1	07/02/2022	14/02/2022	149.42	21/02/2022	165.70	07/03/2022	210.51
M-2	07/02/2022	14/02/2022	144.18	21/02/2022	169.88	07/03/2022	211.81
M-3	07/02/2022	14/02/2022	150.96	21/02/2022	168.24	07/03/2022	209.33
<b>0.20%</b>							
M-1	08/02/2022	15/02/2022	170.96	22/02/2022	177.60	08/03/2022	217.33
M-2	08/02/2022	15/02/2022	167.27	22/02/2022	176.12	08/03/2022	222.42
M-3	08/02/2022	15/02/2022	156.43	22/02/2022	181.16	08/03/2022	220.91
<b>0.50%</b>							
M-1	10/02/2022	17/02/2022	166.08	24/02/2022	182.99	10/03/2022	225.88
M-2	10/02/2022	17/02/2022	168.18	24/02/2022	183.29	10/03/2022	223.22
M-3	10/02/2022	17/02/2022	170.43	24/02/2022	178.64	10/03/2022	225.43
<b>0.80%</b>							
M-1	11/02/2022	18/02/2022	173.24	25/02/2022	188.74	11/03/2022	229.25
M-2	11/02/2022	18/02/2022	166.65	25/02/2022	187.93	11/03/2022	229.62
M-3	11/02/2022	18/02/2022	177.75	25/02/2022	183.48	11/03/2022	228.17
<b>1.10%</b>							
M-1	12/02/2022	19/02/2022	170.00	26/02/2022	184.82	12/03/2022	231.55
M-2	12/02/2022	19/02/2022	181.14	26/02/2022	189.13	12/03/2022	232.02
M-3	12/02/2022	19/02/2022	175.79	26/02/2022	190.65	12/03/2022	231.47

*Fuente: Propia.*

**Determinar el mejoramiento del uso de fibra de acero reciclado plastificado en la resistencia a la flexión.**

Se preparó nueve probetas de concreto por porcentaje de adición de fibra de acero de llanta reciclada con plastificante de policarboxilato haciendo un total de 30 probetas de viga de concreto para la evaluación en el ensayo de esfuerzo a la flexión, en moldes de sección rectangular y eje perpendicular. La elaboración de los especímenes se inició con el peso de los materiales y las dosificaciones de acuerdo al diseño de mezclas realizado en laboratorio correspondientes a los porcentajes que corresponden que son los de 0.00%, 0.20%, 0.50%, 0.80% y 1.10%. Ya obtenido las probetas de concreto y su curado respectivo se llevó a laboratorio para hacer su análisis mecánico e iniciamos detallando a continuación su desarrollo del ensayo.

- a) Para iniciar el procedimiento debemos tener en cuenta lo siguiente: realizaremos 3 mediciones del diámetro de la muestra para obtener un promedio del área de la briqueta a ensayar. Someterlo a una carga constante en la prensa hidráulica. Lectura la carga máxima aplicada sobre la muestra ensayada a los 7, 14 y 28 días.



**Figura 15. Observamos las vigas de concreto que serán sometidas al ensayo.**

**Fuente: Propia.**

- b) Luego medimos el largo, ancho y altura de la viga a ensayar seguidamente someterlo a una carga de velocidad constante

hasta que llegue a fisurarse. Estas muestras serán evaluadas a los 14 y 28 días de curado de acuerdo a la norma.



**Figura 16. Medición de las vigas.**

**Fuente: Propia.**

- c) En las figuras 15 y 16 observamos que la viga de concreto está siendo sometida a los esfuerzos de la prensa hidráulica hasta que llegue a su punto máximo de esfuerzo y la viga se deforme.



**Figura 17. Viga de Concreto en la Prensa Hidráulica.**

**Fuente: Propia**



**Figura 18. Rotura de vigas para flexión.**

**Fuente:** Propia.

- d) Después de haber sometido a los esfuerzos tomamos los datos obtenidos en la prensa hidráulica para procesarlo en gabinete los resultados, en la figura 17 vemos que algunas vigas de 0.5% fueron sometidas y quedaron fracturadas como se puede observar.




**Figura 19. Vigas fraccionadas a L/3 de su longitud.**

**Fuente:** Propia.

### **Resultado de las Pruebas**

En los resultados obtenidos en el ensayo de esfuerzo a la flexión de la muestra patrón y los porcentajes con adición de fibra de acero reciclada con plastificantes de policarboxilato que se obtuvieron fueron los que se mostraran en la figura siguiente:

**Figura 20. Cuadro de Resumen de Resultado de Ensayos de Flexión**

FORMATO DE ROTURA DE PROBETAS					
NOMBRE DEL PROYECTO:	"Influencia del uso de fibra de acero reciclado plastificado en las propiedades mecánicas y costos del concreto en pavimentos urbanos, región Puno – Año 2021"		PROTOCOLO N°: 002		
TIPO DE ENSAYO:	Ensayo de Esfuerzo a la Flexión				
FECHA:	Indicada				
HOJA:	01 DE 01				
<b>1. DATOS:</b>					
DETALLES DE ELEMENTOS:			PROBETAS DE CONCRETO DE ADICION DE FIBRA DE ACERO RECICLADO		
LABORATORIO :			TRIPLE GEO E.I.R.L.		
CERTIFICADO DE CALIBRACIÓN DEL EQUIPO DE ROTURA:			ACCESORIO PARA VIGUETA DE FLEXION-PERUTESTE S.A.C. - ENSAYO ASTM C78/ASTM C-293		
<b>2. VERIFICACIÓN DE LA ROTURA</b>					
MUESTRAS	FECHA	14 DIAS	RESULTADO	28 DIAS	RESULTADO
<b>PATRON 0.00 %</b>			(Kg/cm <sup>2</sup> )		(Kg/cm <sup>2</sup> )
M-1	07/02/2022	21/02/2022	22.90	07/03/2022	32.03
M-2	07/02/2022	21/02/2022	22.31	07/03/2022	31.44
M-3	07/02/2022	21/02/2022	22.55	07/03/2022	32.05
<b>0.20%</b>					
M-1	09/02/2022	23/02/2022	24.40	09/03/2022	33.82
M-2	09/02/2022	23/02/2022	24.37	09/03/2022	34.08
M-3	09/02/2022	23/02/2022	23.89	09/03/2022	33.91
<b>0.50%</b>					
M-1	10/02/2022	24/02/2022	24.87	10/03/2022	34.50
M-2	10/02/2022	24/02/2022	25.07	10/03/2022	34.84
M-3	10/02/2022	24/02/2022	24.44	10/03/2022	34.70
<b>0.80%</b>					
M-1	11/02/2022	25/02/2022	25.40	11/03/2022	35.26
M-2	11/02/2022	25/02/2022	25.10	11/03/2022	35.61
M-3	11/02/2022	25/02/2022	25.16	11/03/2022	35.51
<b>1.10%</b>					
M-1	12/02/2022	26/02/2022	25.89	12/03/2022	36.31
M-2	12/02/2022	26/02/2022	25.71	12/03/2022	36.44
M-3	12/02/2022	26/02/2022	26.53	12/03/2022	36.73

*Fuente: Propia.*

## **Evaluar el mejoramiento del uso de fibra de acero reciclado plastificado de la tracción indirecta.**

Se preparó nueve probetas de concreto por porcentaje de adición de fibra de acero de llanta reciclada con plastificante de policarboxilato haciendo un total de 45 probetas cilíndricas de concreto para la evaluación en el ensayo de tracción indirecta, en moldes de sección circular y eje perpendicular. La elaboración de los especímenes se inició con el peso de los materiales y las dosificaciones de acuerdo al diseño de mezclas realizado en laboratorio correspondientes a los porcentajes que corresponden que son los de 0.00%, 0.20%, 0.50%, 0.80% y 1.10%. Ya obtenido las probetas de concreto y su curado respectivo se llevó a laboratorio para hacer su análisis mecánico e iniciamos detallando a continuación su desarrollo del ensayo que tiene por objetivo determinar la resistencia de las probetas aplicadas de forma ortogonal.

- a) Para el inicio con el ensayo de tracción indirecta se procedió con la medición de las probetas de concreto el diámetro y la altura esos datos son importantes al momento de realizar los cálculos para su resultado final.



**Figura 21. Medición del diámetro y longitud de las Probetas de Concreto**

**Fuente: Propia.**

- b) Luego de haber sido medidas las probetas serán colocadas en la cortadora de testigos que ejerce un esfuerzo en la banda estrecha, como se ve en la figura 19.



**Figura 22. Muestras a ensayar Tracción Indirecta**  
**Fuente: Propia.**

- c) Vemos en la figura 20 y 21 que una vez colocado en la banda metálica se procede a colocar la prensa hidráulica para poder someterlo al esfuerzo máximo.



**Figura 23. Colocado de la Probeta en el Equipo de Prensa Hidráulica**  
**Fuente: Propia.**



**Figura 24. Muestra sometida a compresión en su sección longitudinal.**

**Fuente: Propia.**

- d) Luego de realizar de los ensayos en los días correspondientes a los 7, 14 y 28 días y los porcentajes que están en estudio obtuvimos las probetas como vemos en la figura.



**Figura 25. Muestras ensayadas y sección de corte.**


**Fuente: Propia.**

### **Resultado de las Pruebas**

En los resultados obtenidos en el ensayo de esfuerzo a la tracción indirecta de la muestra patrón y los porcentajes con adición de fibra de acero reciclada con plastificantes de policarboxilato que se obtuvieron fueron los que se mostraran en la figura siguiente:



**Figura 26. Cuadro de Resumen de Ensayos de Tracción Indirecta**

FORMATO DE ROTURA DE PROBETAS							
NOMBRE DEL PROYECTO:	"Influencia del uso de fibra de acero reciclado plastificado en las propiedades mecánicas y costos del concreto en pavimentos urbanos, región Puno – Año 2021"	PROTOCOLO N°: 003					
TIPO DE ENSAYO:							
FECHA:							
HOJA:							
1. DATOS:							
DETALLES DE ELEMENTOS:	PROBETAS DE CONCRETO DE ADICION DE FIBRA DE ACERO RECICLADO						
LABORATORIO :	TRIPLE GEO E.I.R.L.						
CERTIFICADO DE CALIBRACIÓN DEL EQUIPO DE ROTURA:	CALIBRATEC S.A.C. N° CA-IV-0133-2021						
2. VERIFICACIÓN DE LA ROTURA							
MUESTRAS	FECHA	7 DIAS	RESULTADO	14 DIAS	RESULTADO	28 DIAS	RESULTADO
PATRON 0.00 %			(Kg/cm <sup>2</sup> )		(Kg/cm <sup>2</sup> )		(Kg/cm <sup>2</sup> )
M-1	07/02/2022	14/02/2022	17.18	21/02/2022	19.38	07/03/2022	27.57
M-2	07/02/2022	14/02/2022	17.04	21/02/2022	19.93	07/03/2022	28.37
M-3	07/02/2022	14/02/2022	16.87	21/02/2022	19.69	07/03/2022	27.40
0.20%							
M-1	09/02/2022	16/02/2022	17.48	23/02/2022	20.37	09/03/2022	29.28
M-2	09/02/2022	16/02/2022	17.76	23/02/2022	20.95	09/03/2022	29.66
M-3	09/02/2022	16/02/2022	17.98	23/02/2022	21.09	09/03/2022	28.95
0.50%							
M-1	10/02/2022	17/02/2022	17.55	24/02/2022	20.87	10/03/2022	29.72
M-2	10/02/2022	17/02/2022	18.14	24/02/2022	21.14	10/03/2022	29.80
M-3	10/02/2022	17/02/2022	18.06	24/02/2022	20.93	10/03/2022	29.43
0.80%							
M-1	11/02/2022	18/02/2022	18.36	25/02/2022	21.23	11/03/2022	30.04
M-2	11/02/2022	18/02/2022	18.44	25/02/2022	21.47	11/03/2022	30.27
M-3	11/02/2022	18/02/2022	18.14	25/02/2022	21.66	11/03/2022	30.14
1.10%							
M-1	12/02/2022	19/02/2022	18.45	26/02/2022	21.60	12/03/2022	30.37
M-2	12/02/2022	19/02/2022	18.56	26/02/2022	21.54	12/03/2022	30.35
M-3	12/02/2022	19/02/2022	18.62	26/02/2022	21.68	12/03/2022	30.30

*Fuente: Propia.*

**Determinar el mejoramiento del uso de fibra de acero reciclado plastificado en el módulo de elasticidad.**

Para obtener los resultados del módulo de elasticidad se realizará la medición del área y altura de la briqueta, colocar el anillo de sujeción en contacto con la muestra y el dial y poder lectura el momento de su falla vs la elasticidad.

Se preparó 3 probetas de concreto por porcentaje de adición de fibra de acero de llanta reciclada con plastificante de policarboxilato haciendo un total de 15 probetas de concreto para la evaluación en el ensayo de esfuerzo módulo de elasticidad, en moldes de sección circular y eje perpendicular. La elaboración de los especímenes se inició con el peso de los materiales y las dosificaciones de acuerdo al diseño de mezclas realizado en laboratorio correspondientes a los porcentajes que corresponden que son los de 0.00%, 0.20%, 0.50%, 0.80% y 1.10%. Ya obtenido las probetas de concreto y su curado respectivo se llevó a laboratorio para hacer su análisis mecánico e iniciamos detallando a continuación su desarrollo del ensayo.

- a) Como para los ensayos anteriormente descritos procedemos a medir las probetas cilíndricas de concreto el diámetro y longitud, luego como podemos ver en la figura 25 se coloca el aparato de medición (compresómetro - extensómetro) y ajustamos los diales para saber la deformación.



**Figura 27. Colocado de anillos de sujeción y diales para módulo de elasticidad**

**Fuente: Propia.**

- b) Luego se coloca en la prensa hidráulica como observamos en la figura 26 se coloca la probeta de concreto haciendo las lecturas de esfuerzo y deformaciones los diales en su punto máximo de esfuerzo y en la figura 27, luego de haber lecturado sacamos la probeta de concreto con mucho cuidado. Los datos

obtenidos se procesarán para determinar el módulo de Poisson de las deformaciones trasversales.



**Figura 28. Lectura de la carga máxima y lectura en los diales**  
**Fuente: Propia.**



**Figura 29. Se procedió a Sacar la Muestra de la Prensa**  
**Hidráulica**

**Fuente: Propia.**

- c) Después de haber sometidos a todas las probetas de concreto al ensayo se retira cuidadosamente de la prensa hidráulica y los datos obtenidos se procesan en gabinete para saber su deformación en su punto máximo de cada una de las probetas del ensayo. Como lo vemos en la figura:




**Figura 30.** Se observa las muestras que ya paso el ensayo

**Fuente:** Propia.

### Resultado de las Pruebas

En los resultados obtenidos en el ensayo de módulo de elasticidad de la muestra patrón y los porcentajes con adición de fibra de acero reciclada con plastificantes de polycarboxilato que se obtuvieron fueron los que se mostraran en la figura siguiente:

Figura 31. Cuadro de Resumen de Modulo de Elasticidad

FORMATO DE ROTURA DE PROBETAS				
NOMBRE DEL PROYECTO:	"Influencia del uso de fibra de acero reciclado plastificado en las propiedades mecánicas y costos del concreto en pavimentos urbanos, región Puno – Año 2021"	PROTOCOLO N°: 004		
TIPO DE ENSAYO:	Modulo de Elasticidad			
FECHA:	Indicada			
HOJA:	01 DE 01			
<b>1. DATOS:</b>				
DETALLES DE ELEMENTOS:	PROBETAS DE CONCRETO DE ADICION DE FIBRA DE ACERO RECICLADO			
LABORATORIO :	TRIPLE GEO E.I.R.L.			
CERTIFICADO DE CALIBRACIÓN DEL EQUIPO DE ROTURA:	CALIBRATEC S.A.C. N° CA-IV-0133-2021			
<b>2. VERIFICACIÓN DE LA ROTURA</b>				
MUESTRAS	FECHA		28 DIAS	RESULTADO
PATRON 0.00 %				(Kg/cm <sup>2</sup> )
M-1	07/02/2022		07/03/2022	218386.96
M-2	07/02/2022		07/03/2022	202029.00
M-3	07/02/2022		07/03/2022	210321.28
<b>0.20%</b>				
M-1	09/02/2022		09/03/2022	232748.67
M-2	09/02/2022		09/03/2022	239551.99
M-3	09/02/2022		09/03/2022	231542.78
<b>0.50%</b>				
M-1	10/02/2022	SE CONSIDERO LA ROTURA A LOS 28 DIAS POR NORMA	10/03/2022	242059.65
M-2	10/02/2022		10/03/2022	242009.86
M-3	10/02/2022		10/03/2022	242702.49
<b>0.80%</b>				
M-1	11/02/2022		11/03/2022	256280.08
M-2	11/02/2022		11/03/2022	244228.01
M-3	11/02/2022		11/03/2022	247672.22
<b>1.10%</b>				
M-1	12/02/2022		12/03/2022	254690.72
M-2	12/02/2022		12/03/2022	249612.00
M-3	12/02/2022		12/03/2022	250739.25

*Fuente: Propia.*

**Evaluar las diferencias entre la relación costo-beneficio en pavimentos urbanos.**

Para su desarrollo debemos tener en cuenta diferentes aspectos como el tiempo de durabilidad del pavimento y el diseño de mezcla en este caso se analizará por m<sup>3</sup> del concreto y para cada porcentaje de

adición de la fibra de acero reciclado de neumático en de uso. Y así evaluar el costo con la adición de las fibras con un concreto que patrón. Como veremos a continuación en las siguientes figuras el análisis de costo unitario por diseño.

**Tabla 8.** Precio Unitario de Concreto Patrón

<b>ANÁLISIS DE PRECIOS UNITARIOS</b>					
<b>PARTIDA:</b>	Concreto f'c=210 kg/cm <sup>2</sup> para pavimentos - concreto simple				
<b>RENDIMIENTO:</b>	20	m <sup>3</sup> x día		<b>PRECIO:</b>	<b>435.76</b>
<b>Descripción</b>	<b>Unidad</b>	<b>Cuadrilla</b>	<b>Cantidad</b>	<b>Precio</b>	<b>Parcial</b>
<b>MANO DE OBRA</b>					<b>124.98</b>
Capataz	HH	0.2	0.08	25.07	2.01
Oficial	HH	2	0.8	19.04	15.23
Operador Equipo Liviano	HH	1	0.4	24.96	9.98
Operario	HH	3	1.2	24.13	28.96
Peón	HH	10	4	17.2	68.8
<b>MATERIALES</b>					<b>291.31</b>
Agua	Gal.		0.205	6	1.23
Arena Gruesa	m <sup>3</sup>		0.957	54.15	51.82
Arena Fina	m <sup>3</sup>		0.688	48.31	33.24
Cemento Tipo IP	Bls.		8.77	23	201.71
Gasolina 90 Octanos	Gal.		0.2	16.54	3.308
<b>HERRAMIENTAS Y EQUIPOS</b>					<b>19.48</b>
Herramienta Manual	%MO		0.05	124.98	6.25
Mezcladora de Concreto Tambor 18hp	HM	1	0.4	26.21	10.48
Vibradora de Concreto 4hp, 2.40 Plg.	HM	1	0.4	6.86	2.74

*Fuente: Propia.*

**Tabla 9.** Precio Unitario de Concreto 0.20%

<b>ANÁLISIS DE PRECIOS UNITARIOS</b>					
<b>PARTIDA:</b>	Concreto f'c=210 kg/cm <sup>2</sup> para pavimentos - concreto simple				
<b>RENDIMIENTO:</b>	20	m <sup>3</sup> x día		<b>PRECIO:</b>	<b>478.81</b>
<b>Descripción</b>	<b>Unidad</b>	<b>Cuadrilla</b>	<b>Cantidad</b>	<b>Precio</b>	<b>Parcial</b>
<b>MANO DE OBRA</b>					<b>124.98</b>
Capataz	HH	0.2	0.08	25.07	2.01
Oficial	HH	2	0.8	19.04	15.23
Operador Equipo Liviano	HH	1	0.4	24.96	9.98
Operario	HH	3	1.2	24.13	28.96

Peón	HH	10	4	17.2	68.8
<b>MATERIALES</b>					<b>334.35</b>
Agua	Gal.		0.1845	6	1.11
Arena Gruesa	m3		0.957	54.15	51.82155
Arena Fina	m3		0.688	48.31	33.24
Cemento Tipo IP	Bls.		8.77	23	201.71
Policarboxilato	Gal.		0.746	45	33.57
Fibra de acero Reciclado 0.20%	m3		4.8	2	9.60
Gasolina 90 Octanos	Gal.		0.2	16.54	3.308
<b>HERRAMIENTAS Y EQUIPOS</b>					<b>19.48</b>
Herramienta Manual	%MO		0.05	124.98	6.25
Mezcladora de Concreto Tambor 18hp	HM	1	0.4	26.21	10.48
Vibradora de Concreto 4hp, 2.40 Plg.	HM	1	0.4	6.86	2.74

*Fuente: Propia.*

**Tabla 10.** Precio Unitario de Concreto 0.50%

ANÁLISIS DE PRECIOS UNITARIOS					
PARTIDA:	Concreto f'c=210 kg/cm2 para pavimentos - concreto simple				
RENDIMIENTO:	20	m3 x día		PRECIO:	493.21
Descripción	Unidad	Cuadrilla	Cantidad	Precio	Parcial
<b>MANO DE OBRA</b>					<b>124.98</b>
Capataz	HH	0.2	0.08	25.07	2.01
Oficial	HH	2	0.8	19.04	15.23
Operador Equipo Liviano	HH	1	0.4	24.96	9.98
Operario	HH	3	1.2	24.13	28.96
Peón	HH	10	4	17.2	68.8
<b>MATERIALES</b>					<b>348.75</b>
Agua	Gal.		0.1845	6	1.11
Arena Gruesa	m3		0.957	54.15	51.82155
Arena Fina	m3		0.688	48.31	33.24
Cemento Tipo IP	Bls.		8.77	23	201.71
Policarboxilato	Gal.		0.746	45	33.57
Fibra de acero Reciclado 0.50%	m3		12	2	24.00
Gasolina 90 Octanos	Gal.		0.2	16.54	3.308
<b>HERRAMIENTAS Y EQUIPOS</b>					<b>19.48</b>
Herramienta Manual	%MO		0.05	124.98	6.25
Mezcladora de Concreto Tambor 18hp	HM	1	0.4	26.21	10.48
Vibradora de Concreto 4hp, 2.40 Plg.	HM	1	0.4	6.86	2.74

*Fuente: Propia.*

**Tabla 11. Precio Unitario de Concreto 0.80%**

<b>ANÁLISIS DE PRECIOS UNITARIOS</b>					
<b>PARTIDA:</b>	Concreto f'c=210 kg/cm2 para pavimentos - concreto simple				
<b>RENDIMIENTO:</b>	20	m3 x dia		<b>PRECIO:</b>	<b>507.61</b>
<b>Descripción</b>	<b>Unidad</b>	<b>Cuadrilla</b>	<b>Cantidad</b>	<b>Precio</b>	<b>Parcial</b>
<b>MANO DE OBRA</b>					<b>124.98</b>
Capataz	HH	0.2	0.08	25.07	2.01
Oficial	HH	2	0.8	19.04	15.23
Operador Equipo Liviano	HH	1	0.4	24.96	9.98
Operario	HH	3	1.2	24.13	28.96
Peón	HH	10	4	17.2	68.8
<b>MATERIALES</b>					<b>363.15</b>
Agua	Gal.		0.1845	6	1.11
Arena Gruesa	m3		0.957	54.15	51.8215 5
Arena Fina	m3		0.688	48.31	33.24
Cemento Tipo IP	Bls.		8.77	23	201.71
Policarboxilato	Gal.		0.746	45	33.57
Fibra de acero Reciclado 0.80%	m3		19.2	2	38.40
Gasolina 90 Octanos	Gal.		0.2	16.54	3.308
<b>HERRAMIENTAS Y EQUIPOS</b>					<b>19.48</b>
Herramienta Manual	%MO		0.05	124.98	6.25
Mezcladora de Concreto Tambor 18hp	HM	1	0.4	26.21	10.48
Vibradora de Concreto 4hp, 2.40 Plg.	HM	1	0.4	6.86	2.74

*Fuente: Propia.*

**Tabla 12. Precio Unitario de Concreto 1.10%**

<b>ANÁLISIS DE PRECIOS UNITARIOS</b>					
<b>PARTIDA:</b>	Concreto f'c=210 kg/cm2 para pavimentos - concreto simple				
<b>RENDIMIENTO:</b>	20	m3 x dia		<b>PRECIO:</b>	<b>522.01</b>
<b>Descripción</b>	<b>Unidad</b>	<b>Cuadrilla</b>	<b>Cantidad</b>	<b>Precio</b>	<b>Parcial</b>
<b>MANO DE OBRA</b>					<b>124.98</b>
Capataz	HH	0.2	0.08	25.07	2.01
Oficial	HH	2	0.8	19.04	15.23
Operador Equipo Liviano	HH	1	0.4	24.96	9.98
Operario	HH	3	1.2	24.13	28.96
Peón	HH	10	4	17.2	68.8
<b>MATERIALES</b>					<b>377.55</b>
Agua	Gal.		0.1845	6	1.11



Arena Gruesa	m3		0.957	54.15	51.82155
Arena Fina	m3		0.688	48.31	33.24
Cemento Tipo IP	Bls.		8.77	23	201.71
Policarboxilato	Gal.		0.746	45	33.57
Fibra de acero Reciclado 1.10%	m3		26.4	2	52.80
Gasolina 90 Octanos	Gal.		0.2	16.54	3.308
<b>HERRAMIENTAS Y EQUIPOS</b>					<b>19.48</b>
Herramienta Manual	%MO		0.05	124.98	6.25
Mezcladora de Concreto Tambor 18hp	HM	1	0.4	26.21	10.48
Vibradora de Concreto 4hp, 2.40 Plg.	HM	1	0.4	6.86	2.74

## DISEÑO DE PAVIMENTO RIGIDO

### METODO AASTHO -93

El (Manual de carreteras suelos, geología, geotecnia y pavimentos, 2014 pág. 261) nos dice que “es de los mejores y más utilizados de los métodos y de mayor credibilidad a nivel internacional para el diseño de pavimentos rígidos. Además, que investigación en las propuestas de autopista AASHTO en diferentes circuitos es desarrollado en deber de dar un método experimental.

$$\log_{10} W_{82} = Z_r S_o + 7.35 \log_{10}(D + 25.4) - 10.39 + \frac{\log_{10} \left( \frac{\Delta PSI}{4.5 - 1.5} \right)}{1 + \frac{1.25 \times 10^{19}}{(D + 25.4)^{8.46}}} + (4.22 - 0.32 P_f) \times \log_{10} \left( \frac{M_r C_{dx} (0.09 D^{0.75} - 1.132)}{1.51 \times J \left( 0.09 D^{0.75} - \frac{7.38}{(E_c / k)^{0.25}} \right)} \right)$$

**Figura 32. Fórmula para el cálculo del espesor del pavimento rígido**

**Fuente:** (Manual de carreteras suelos, geología, geotecnia y pavimentos, 2014) Dónde:

D	=	Espesor de la losa del pavimento en (in)
W18	=	Trafico (Numero de ESAL's)
Zr	=	Desviación Estándar Normal
So	=	Error Estándar Combinado de la predicción del Trafico
APSI	=	Diferencia de Serviabilidad (Po-Pt)
Po	=	Serviabilidad Inicial
Pt	=	Serviabilidad Final
Mr	=	Modulo de Rotura del concreto
Cd	=	Coficiente de Drenaje

- J = Coeficiente de Transferencia de Carga  
 Ec = Modulo de Elasticidad de concreto  
 K = Modulo de Reacción de la Sub Rasante en (psi).

## VARIABLES DEL DISEÑO

### ESPESOR (D)

“El espesor de losa de concreto, es la variable "D" que pretendemos determinar al realizar un DISEÑO de pavimento rígido. El resultado del espesor se ve afectado por todas las demás variables que interviene en los cálculos. Es de suma importancia identificar y señalar el diseño, ya que esto define el inicio de la medida de los espesores que generalmente son regulares con algunas variaciones que podría ser significativa una variación importante en la vida útil (Manual de carreteras suelos, geología, geotecnia y pavimentos, 2014 pág. 262)”

### Periodo de Diseño

“El Periodo de Diseño a ser empleado para el presente manual de diseño para pavimentos rígido será mínimo de 20 años. El Ingeniero de diseño de pavimentos puede ajustar el periodo de diseño según las condiciones específicas del proyecto y lo requerido por la Entidad (Manual de carreteras suelos, geología, geotecnia y pavimentos, 2014 pág. 262)”

### El tránsito (ESALs)

“El periodo está en concordancia a la cantidad de tránsito asociada en ese periodo para el carril de diseño. El tiempo de diseño como mínimo es una sugerencia de 20 años (Manual de carreteras suelos, geología, geotecnia y pavimentos, 2014 pág. 262)”

TIPOS TRÁFICO PESADO EXPRESADO EN EE	RANGOS DE TRÁFICO PESADO EXPRESADO EN EE
T <sub>P1</sub>	> 150,000 EE ≤ 300,000 EE
T <sub>P2</sub>	> 300,000 EE ≤ 500,000 EE
T <sub>P3</sub>	> 500,000 EE ≤ 750,000 EE
T <sub>P4</sub>	> 750,000 EE ≤ 1'000,000 EE

**Figura 33. Repeticiones acumuladas para cálculo del E.E**

**Fuente:** (Manual de carreteras suelos, geología, geotecnia y pavimentos, 2014)

## Serviciabilidad

“AASHTO 93 caracteriza el servicio con dos parámetros: índice de servicio inicial (Pi) e índice de servicio final o Terminal (Pt). En la ecuación se ingresa la diferencia entre los valores de servicialidad inicial y final, determinándose una variación o diferencial entre ambos índices ( $\Delta$  PSI) (Manual de carreteras suelos, geología, geotecnia y pavimentos, 2014 pág. 227)

TIPO DE CAMINOS	TRAFICO	EJES EQUIVALENTES ACUMULADOS		INDICE DE SERVICIABILIDAD INICIAL (Pi)	INDICE DE SERVICIABILIDAD FINAL O TERMINAL (Pt)	DIFERENCIAL DE SERVICIABILIDAD ( $\Delta$ PSI)
Caminos de Bajo Volumen de Tránsito	T <sub>P1</sub>	150,001	300,000	4.10	2.00	2.10
	T <sub>P2</sub>	300,001	500,000	4.10	2.00	2.10
	T <sub>P3</sub>	500,001	750,000	4.10	2.00	2.10
	T <sub>P4</sub>	750 001	1,000,000	4.10	2.00	2.10
Resto de Caminos	T <sub>P5</sub>	1,000,001	1,500,000	4.30	2.50	1.80
	T <sub>P6</sub>	1,500,001	3,000,000	4.30	2.50	1.80
	T <sub>P7</sub>	3,000,001	5,000,000	4.30	2.50	1.80
	T <sub>P8</sub>	5,000,001	7,500,000	4.30	2.50	1.80
	T <sub>P9</sub>	7,500,001	10'000,000	4.30	2.50	1.80
	T <sub>P10</sub>	10'000,001	12'500,000	4.30	2.50	1.80
	T <sub>P11</sub>	12'500,001	15'000,000	4.30	2.50	1.80
	T <sub>P12</sub>	15'000,001	20'000,000	4.50	3.00	1.50
	T <sub>P13</sub>	20'000,001	25'000,000	4.50	3.00	1.50
	T <sub>P14</sub>	25'000,001	30'000,000	4.50	3.00	1.50
	T <sub>P15</sub>	>30'000,000		4.50	3.00	1.50

**Figura 34. Índice de serviciabilidad**

**Fuente:** (Manual de carreteras suelos, geología, geotecnia y pavimentos, 2014)

## La confiabilidad “R” y la desviación estándar (So)

“El concepto de confiabilidad ha sido incorporado con el propósito de cuantificar la variabilidad propia de los materiales, procesos constructivos y de supervisión que hacen que pavimentos construidos de la “misma forma” presenten comportamientos de deterioro diferentes. La confiabilidad es en cierta manera un factor de seguridad, que equivale a incrementar en una proporción el tránsito

previsto a lo largo del periodo de diseño, siguiendo conceptos estadísticos que consideran una distribución normal de las variables involucradas.

El rango típico sugerido por AASHTO está comprendido entre  $0.30 < S_o < 0.40$ , en el presente Manual se recomienda un  $S_o = 0.35$ . (Manual de carreteras suelos, geología, geotecnia y pavimentos, 2014 pág. 266)

TIPO DE CAMINOS	TRAFICO	EJES EQUIVALENTES ACUMULADOS		NIVEL DE CONFIABILIDAD (R)	DESVIACIÓN ESTÁNDAR NORMAL (Z <sub>R</sub> )
Caminos de Bajo Volumen de Tránsito	T <sub>P0</sub>	100,000	150,000	65%	-0.385
	T <sub>P1</sub>	150,001	300,000	70%	-0.524
	T <sub>P2</sub>	300,001	500,000	75%	-0.674
	T <sub>P3</sub>	500,001	750,000	80%	-0.842
	T <sub>P4</sub>	750,001	1,000,000	80%	-0.842
Resto de Caminos	T <sub>P5</sub>	1,000,001	1,500,000	85%	-1.036
	T <sub>P6</sub>	1,500,001	3,000,000	85%	-1.036
	T <sub>P7</sub>	3,000,001	5,000,000	85%	-1.036
	T <sub>P8</sub>	5,000,001	7,500,000	90%	-1.282
	T <sub>P9</sub>	7,500,001	10'000,000	90%	-1.282
	T <sub>P10</sub>	10'000,001	12'500,000	90%	-1.282
	T <sub>P11</sub>	12'500,001	15'000,000	90%	-1.282
	T <sub>P12</sub>	15'000,001	20'000,000	90%	-1.282
	T <sub>P13</sub>	20'000,001	25'000,000	90%	-1.282
	T <sub>P14</sub>	25'000,001	30'000,000	90%	-1.282
	T <sub>P15</sub>		>30'000,000	95%	-1.645

Fuente: Elaboración Propia, en base a datos de la Guía AASHTO'93

**Figura 35. Desviación estándar.**

**Fuente:** (Manual de carreteras suelos, geología, geotecnia y pavimentos, 2014)

### **El suelo y el efecto de las capas de apoyo (K<sub>c</sub>)**

“El parámetro que caracteriza al tipo de subrasante es el módulo de reacción de la subrasante (K). Adicionalmente se contempla una mejora en el nivel de soporte de la subrasante con la colocación de capas intermedias granulares o tratadas, efecto que mejora las condiciones de apoyo y puede llegar a reducir el espesor calculado de concreto. Esta mejora se introduce con el módulo de reacción combinado (K<sub>c</sub>) (Manual de carreteras suelos, geología, geotecnia y pavimentos, 2014 pág. 267)”

Se considerarán como materiales aptos para las capas de la subrasante suelos con CBR igual o mayor de 6%.

**Resistencia a flexotracción del concreto (MR)**

“Debido a que los pavimentos de concreto como tarea principal es trabajar principalmente a flexión es que se inserta esta medida o parámetro en la ecuación AASHTO 93. El módulo de rotura (MR) esta normalizado por ASTM C – 78. En el ensayo el concreto es verificando que las vigas. A los 28 días las vigas deberán ser ensayadas aplicando cargas en los tercios, y esforzando a las en el tercio central de la viga (Manual de carreteras suelos, geología, geotecnia y pavimentos, 2014 pág. 268)“

**Módulo elástico del concreto**

“El módulo de elasticidad del concreto es un dato de medida particularmente indispensable para el dimensionamiento de estructuras de concreto armado. La pronosticación del mismo se puede dar con el inicio de la resistencia a compresión o flexo tracción, a través de correlaciones establecidas (Manual de carreteras suelos, geología, geotecnia y pavimentos, 2014 pág. 269)

**Drenaje (Cd)**

La presencia de agua o humedad en la estructura del pavimento trae consigo los siguientes problemas:

- Erosión del suelo por migración de partículas
- Ablandamiento de la subrasante por saturación prolongada, especialmente en situaciones de congelamiento
- Degradación del material de la carpeta de rodadura por humedad
- Deformación y fisuración creciente por pérdida de capacidad estructural

Calidad de Drenaje	% del tiempo en que el pavimento esta expuesto a niveles de humedad próximos a la saturacion			
	< 1%	1 a 5%	5 a 25%	> 25%
Excelente	1.25 - 1.20	1.20 - 1.15	1.15 - 1.10	1.10
Bueno	1.20 - 1.15	1.15 - 1.10	1.10 - 1.00	1.00
Regular	1.15 - 1.10	1.10 - 1.00	1.00 - 0.90	0.90
Pobre	1.10 - 1.00	1.00 - 0.90	0.90 - 0.80	0.80
Muy Pobre	1.00 - 0.90	0.90 - 0.80	0.80 - 0.70	0.70

**Figura 36. Calidad del drenaje según su estado.**

**Fuente:** (Manual de carreteras suelos, geología, geotecnia y pavimentos, 2014)

### Transferencia de cargas (J)

“Es un parámetro empleado para el diseño de pavimentos de concreto que expresa la capacidad de la estructura como transmisora de cargas entre juntas y fisuras (Manual de carreteras suelos, geología, geotecnia y pavimentos, 2014 pág. 271)

TIPO DE BERMA	J			
	GRANULAR O ASFÁLTICA		CONCRETO HIDRÁULICO	
VALORES J	SI (con pasadores)	NO (con pasadores)	SI (con pasadores)	NO (con pasadores)
	3.2	3.8 – 4.4	2.8	3.8

**Figura 37. Parámetro para determinar la transmisión de cargas.**

Fuente: (Manual de carreteras suelos, geología, geotecnia y pavimentos, 2014)

### CALCULO DEL DISEÑO DE PAVIMENTO RIGIDO METODOLOGÍA DE DISEÑO AASHTO 93

Datos:

CBR	:	9.7	CBR Suelo de fundación
Pd	:	20	Periodo de diseño
W8.2	:	435545.13	Ejes Equivalentes
Zr	:	-0.842	Desviación normal estándar
So	:	0.35	Error estándar combinado
$\Delta$ PSI	:	2.1	Diferencia de servisiabilidad
Pi	:	4.1	Servisiabilidad inicial
Pt	:	2	Servisiabilidad final
Cd	:	0.9	Coefficiente de drenaje
J	:	3.8	Coefficiente de transmisión de carga
K	:	54.36	Módulo de recesión (Mpa/m)
Mr	:		Resistencia flexo tracción (Kg/cm <sup>2</sup> )
Ec	:		Módulo de elasticidad (PSI)

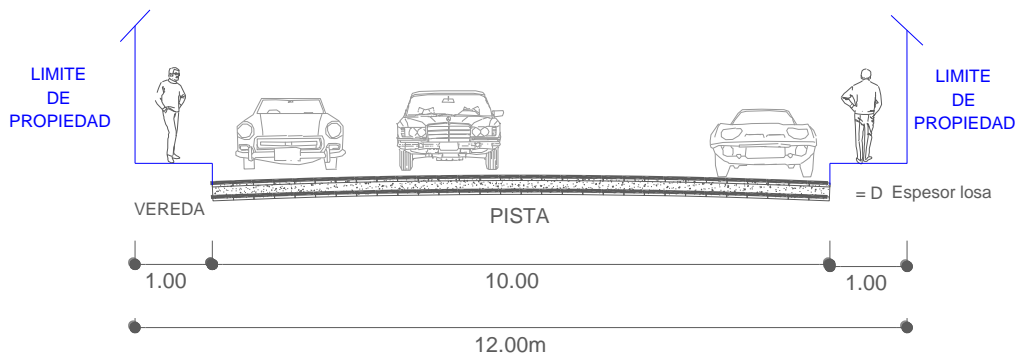
Reemplazando: se obtiene los resultados del espesor del pavimento rígido en la siguiente tabla.

**Tabla 13.** resumen del espesor del pavimento con adición de fibra de acero

METODOLOGÍA DE DISEÑO AASHTO 93					
diseño	Mr (Kg/cm <sup>2</sup> )	Ec (Kg/cm <sup>2</sup> )	Ec (PSI)	D (pulg)	D (cm)
Patrón	31.84	210245.74	2990396.64	7.01	17.81
0.20%	33.94	234614.48	3337001.52	6.57	16.69
0.50%	34.68	242257.34	3445708.51	6.43	16.33
0.80%	35.46	249393.43	3547207.55	6.30	16.00
1.10%	36.49	251680.66	3579739.60	6.21	15.77

**Fuente:** Propia.

Se puede apreciar en la tabla que con la adición de fibra de acero reciclado de neumático a mayor adición proporción disminuye el espesor del pavimento rígido. El análisis se realizó para un pavimento sin refuerzo, por el método AASHTO 93, con uso de las tablas del manual de suelos y pavimentos.



**Figura 38.** Detalle del espesor de la losa del pavimento rígido

**Fuente:** Propia.

### 3.6. Procedimiento de recolección de materiales.

#### Obtención de los agregados

##### a) Selección de Cantera

Se utilizó los agregados de la cantera 'Isla' que se encuentra a fuera de la ciudad de Juliaca por el sector de la Capilla que se encuentra en la Región Puno, que su uso es recomendado en diferentes referencias ya que es la cantera con condiciones más optimas de la Región.

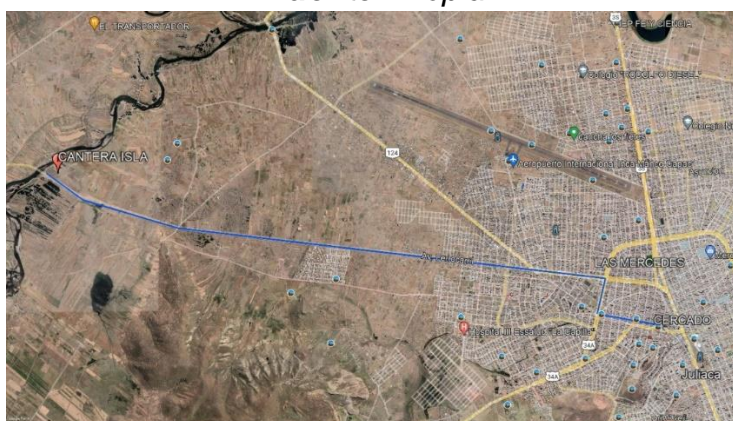
Al agregado obtenido se realizó los siguientes ensayos granulometría, peso unitario suelto y compactado, contenido de humedad, pesos específicos para agregados finos, peso específico para agregados gruesos, una vez concluido todos los

ensayos y con los resultados obtenidos, se inició el diseño de mezcla basada en el método ACI 211.



**Figura 39. Observamos la cantera Isla de donde se adquirió el agregado.**

**Fuente: Propia**



**Figura 40. Imagen satelital de la cantera**

**Fuente: Google Earth**

b) Propiedades físicas de los agregados

Granulometría de los agregados; del agregado grueso y fino que según NPT 400.012, que esta normativa se establece los métodos a aplicar para la clasificación de partículas del tamaño de los agregados grueso y fino.

c) Agregado Fino

Para realizar su ensayo nos basamos en la NTP 400.012, realizamos un cuarteo del material fino el cual tuvo un peso de 500 gr. de la muestra por cuarteo, el que se tamizo de acuerdo a la norma ASTM



C136, para lo cual se usó las siguientes mallas N°8, N°16, N°30, N°50, N°100 y N° 200, luego se procedió anotar los pesos retenidos en cada malla para luego ser procesados en gabinete.

#### d) Agregado Grueso

Se tomó un peso inicial de 3500 gr. por cuarteo que se tamizo por el juego de tamices según la norma ASTM C136 de los cuales los pesos fueron anotados para luego ser trabajado en gabinete, para el agregado grueso de trabajo con la norma NTP 400.037, de la cual al realizar el tamizado obtuvimos que nuestro agregado tiene tamaño máximo nominal de  $\frac{3}{4}$ ". Como podemos ver en los certificados de laboratorio.

### **Reciclado y uso de la fibra de acero de neumáticos**

El acero de neumáticos reciclado se obtuvo de las reencauchadoras y lugares de cambio de llantas de la ciudad de Juliaca.

Tratamiento:

Para la obtención de la fibra de acero reciclado de neumáticos se realizó de manera mecánica, se cortó con cúter la circunferencia del neumático (talón) luego partiéndolo por la mitad se extrajo por tracción la fibra reciclada.



**Figura 41. Acopio y corte del talón de las llantas en desuso.**

**Fuente: Propia**

Luego se volvió a realizar el corte de los talones para tener solo circunferencia de la llanta y poder hacer el corte de 3cm a 3.5 cm. Aproximadamente.



**Figura 42. Talón de Neumático Reciclado**

**Fuente: Propia**



**Figura 43. Corte del Acero del Neumático a 3 – 3.5 cm aprox.**

**Fuente: Propia**

Luego de realizar la separación de las fibras de acero reciclado ya cortadas, para luego lavarlas ya que presentaban oxidación.



**Figura 44. Separación de las Virutas**

**Fuente:** Propia

Se lavó las virutas de acero con una mezcla de solución de bicarbonato de sodio, vinagre blanco, coca cola. Dejando 24 horas reposando las virutas en la solución para que pierda el óxido.



**Figura 45. Fibra de acero reciclado sumergido en sodio.**

**Fuente:** Propia

Luego se procedió a secarlas por 24 horas a temperatura ambiente. Como vemos en la figura siguiente.



**Figura 46. Las fibras de acero reciclado en su proceso de secado.**

**Fuente: Propia**

Según los porcentajes propuestos se necesitarán los siguientes pesos los cuales se detallan en la tabla.

**Tabla 14. Tabla de pesos de fibra de acero reciclado para el moldeo.**

Vol. B. 6"*12"	Cantidad	F.A.R. kg/m3	Viruta kg	Vol. Viga 0.15*0.15*0.51	Cantidad	F.A.R kg/m3	F.A.R kg
0.0057	21	0	0	0.0146	3	0	0.00
0.0057	21	4.8	0.58	0.0146	3	4.8	0.21
0.0057	21	12	1.44	0.0146	3	12	0.52
0.0057	21	19.2	2.31	0.0146	3	19.2	0.84
0.0057	21	26.4	3.17	0.0146	3	26.4	1.15
Total			7.50	Total			2.73

**Fuente: Propia.**

## Ensayos en laboratorio

### Ensayo de Contenido de Humedad

Para obtener el contenido de humedad del agregado fino y grueso está presentado por la cantidad de agua en el agregado, se describe como un valor de porcentaje de la muestra totalmente seca, es importante conocer este resultado para el control de agua en el mezclado de concreto. Según NTP 339.185.



**Figura 47. Ensayo de Laboratorio de Contenido de Humedad**

**Fuente: Propia**

$$H = \frac{P_h - P_s}{P_s} \times 100$$

Dónde:

$P_h$  = Peso Húmedo

$P_s$  = Peso Seco

**Tabla 15. Resultados de contenido de humedad**

Muestra	Arena	Grava
N° de tarro	1	2
Peso de la muestra húmeda + tarro (gr.)	308.27	414.48
Peso de la muestra seca + tarro (gr.)	291.71	401.61
Peso del tarro (gr.)	57.93	54.71
Peso de la muestra húmeda (gr.)	250.34	359.77
Peso de la muestra seco (gr.)	233.78	346.90
Peso del agua (gr.)	16.56	12.87
% Humedad	7.08	3.71

**Fuente: Propia.**

### **Ensayo de Peso Unitario de los Agregados**

Se obtiene el peso unitario de los agregados compactado y peso suelto de los agregados grueso y fino el cual se ciñó en los procedimientos establecidos de la NTP 400.017., donde indica la

obtención del peso unitario suelto que resulta de dividir o separar la masa del agregado será puesto hasta la altura señalada en el borde en un molde cilíndrico, que luego fue nivelado por una varilla por encima del borde del molde.

Asimismo, el peso unitario compactado o varillado se realizó compactando en tres capas el agregado, con 25 caídas libres conocidas como apisonadas por capa utilizando una varilla de diámetro de 15mm y largo de 60 cm aprox., para después terminar de nivelar el exceso de la última capa compactada.



**Figura 48. Ensayo de Peso Unitario de los agregados**

**Fuente: Propia**

**Tabla 16. Peso unitario suelto**

Agregado	Arena			Grava		
	Peso del molde	5590	5590	5590	7945	7945
Volumen del molde	2120	2120	2120	3186	3186	3186
Peso del molde + muestra suelta	9070	9080	9115	12809	12781	12800
Peso de la muestra suelta	3480	3490	3525	4864	4836	4855
Densidad mínima de la muestra seca	1.642	1.647	1.663	1.527	1.518	1.524
Promedio	1.651 gr/cm <sup>3</sup>			1.523 gr/cm <sup>3</sup>		

**Fuente: Propia.**

**Tabla 17. Peso unitario compactado**

Agregado	Arena			Grava		
Peso del molde	5590	5590	5590	7945	7945	7945
Volumen del molde	2120	2120	2120	3186	3186	3186
Nº de capas	3	3	3	3	3	3
Nº de golpes por capa	25	25	25	25	25	25
Peso del molde + muestra compactada	9290	9310	9300	13157	13167	13180
Peso de la muestra compactada	3700	3720	3710	5212	5222	5235
Densidad máxima de la muestra seca	1.746	1.755	1.750	1.636	1.639	1.643
Promedio	1.750 gr/cm <sup>3</sup>			1.639 gr/cm <sup>3</sup>		

**Fuente: Propia.**

### **Ensayo de Granulometría de los Agregados**

Para el desarrollo de la granulometría se tuvo en consideración la NTP 400.012 que indica la práctica de realización de descomponer el material luego realizar el procedimiento de análisis del tamaño de partículas. El objetivo principal de este ensayo es separar el material según la clasificación de agregados como ASSHTO o SUCS indican el procedimiento.

Para obtener las medidas del agregado, se usó el juego de tamices de laboratorio cuadriculadas en forma decreciente se obtendrá número estándar de 2", 1 ½", 1", ¾", ½", ⅜", ¼", el tamiz da a finos los N°4, N°8, N°16, N°30, N°50, N°100 y N°200.



**Figura 49. Ensayo de granulometría**

**Fuente: Propia**

### **Granulometría agregado grueso**

La toma de medida del tamaño de los especímenes de partícula del agregado grueso se tomó con consideraciones de acuerdo con las normas NTP400.012 y ASTM C33 (especificaciones estándar para agregados). Para lo cual se trató de definir según los requerimientos de la NTP 400.037. (Requisitos del agregado para concreto), para lo cual se utilizó el juego de mallas # 2", 1 ½ ", 1", ¾ ", ½", 3/8", #4. Que luego de haber tamizado se logró obtener los resultados de tamaño máximo nominal y % retenidos en cada tamiz ver la siguiente tabla.



**Figura 50. Pesado del agregado grueso.**

**Fuente: Propia**

**Tabla 18. Granulometría agregado grueso**

Tamices	Abertura mm	Peso Retenido	%Retenido o Parcial	%Retenido Acumulado	% que Pasa	Especif.
2 1/2"	63.5	0.00	0	0	100	
2"	50.6	0.00	0	0	100	
1 1/2"	38.1	0.00	0	0	100	
1"	25.4	155.00	4.43	4.43	95.57	100 %
¾"	19.05	555.00	15.86	20.29	79.71	90 - 100 %
½"	12.7	924.00	26.40	46.69	53.31	
3/8"	9.525	638.00	18.23	64.91	35.09	20 - 55 %
N°4	4.76	1228.00	35.09	100.00	0.00	0 - 10 %
TOTAL		3500.00	100%			

**Fuente: Propia.**



### Granulometría agregado fino

Para saber el tamaño del agregado fino se realizó de acuerdo a las normas NTP400.012 y ASTM C33 (especificaciones estándar para agregados). Analizamos el agregado que pasó por el tamiz estandarizado según la NTP 400.037 (requisitos de agregados para concreto) con los tamices #4, #8, #16, #30, #50, #100, #200. Para luego tener el módulo de finura y los valores de porcentajes retenidos por cada malla en la siguiente tabla se aprecia los resultados obtenidos.

**Tabla 19.** Granulometría agregado fino

Tamices	Abertura mm	Peso Retenido	%Retenido Parcial	%Retenido Acumulado	% Que Pasa	Especif.
N°4	4.76	0.00	0.00	0.00	100.00	95 - 100 %
N°8	2.38	122.12	24.42	24.42	75.58	80 - 100 %
N°16	1.19	100.91	20.18	44.61	55.39	50 - 85 %
N°30	0.59	97.36	19.47	64.08	35.92	25 - 60 %
N°50	0.3	122.25	24.45	88.53	11.47	10 - 30 %
N°100	0.149	31.26	6.25	94.78	5.22	2-10%
N°200	0.074	11.52	2.30	97.08	2.92	
Base		14.58	2.92	100.00	0.00	
Total		500.00	100 %			
% Pérdida		2.916		M. Fineza	3.16	

*Fuente: Propia.*

### Diseño de mezclas (ACI 211)

A continuación, mostraremos las tablas como sustento de resultados de elaboración del diseño para concreto patrón y el concreto adicionado la fibra de acero reciclado con dosificaciones de 0.20%, 0.50%, 0.80% y 1.10%.

**Tabla 20.** Propiedades físicas

Características físicas	Agregado Grueso	Agregado Fino
P.e SSS	2.54	2.56
P.e Cemento RUMI IP clásico (kg/m <sup>3</sup> )	2800	2800
P.U. Varillado (kg/m <sup>3</sup> )	1639	1750
P.U. Suelto (kg/m <sup>3</sup> )	1523	1651

% de Absorción	1.79	2.81
% de Humedad Natural	3.71	7.08
Módulo de Fineza	-	3.16

**Fuente:** Propia.

**Tabla 21.** Diseño de mezcla Patrón

Materiales	Peso seco (kg/m <sup>3</sup> )	Volumen (m <sup>3</sup> )	Peso húmedo (kg/m <sup>3</sup> )	Volumen (m <sup>3</sup> )
Cemento	373	1	373	1
Agua	205	0.55	157	0.42
Agreg. Grueso	957	2.57	992	2.66
Agreg. Fino	688	1.85	737	1.98
Policarboxilato(gl)	0.74			

**Fuente:** Propia.

**Tabla 22.** Diseño de mezcla Patrón más adición F.A.R al 0.20%

Materiales	Peso seco (kg/m <sup>3</sup> )	Volumen (m <sup>3</sup> )	Peso húmedo (kg/m <sup>3</sup> )	Volumen (m <sup>3</sup> )
Cemento	373	1	373	1
Agua	205	0.55	157	0.42
Agreg. Grueso	957	2.57	992	2.66
Agreg. Fino	688	1.85	737	1.98
F.A.R. 0.20%	4.8			
Policarboxilato(gl)	0.74			

**Fuente:** Propia.

**Tabla 23.** Diseño de mezcla Patrón más adición F.A.R al 0.50%

Materiales	Peso seco (kg/m <sup>3</sup> )	Volumen (m <sup>3</sup> )	Peso húmedo (kg/m <sup>3</sup> )	Volumen (m <sup>3</sup> )
Cemento	373	1	373	1
Agua	205	0.55	157	0.42
Agreg. Grueso	957	2.57	992	2.66
Agreg. Fino	688	1.85	737	1.98
F.A.R. 0.50%	12			
Policarboxilato(gl)	0.74			

**Fuente:** Propia.

**Tabla 24.** Diseño de mezcla Patrón más adición F.A.R al 0.80%

Materiales	Peso seco (kg/m <sup>3</sup> )	Volumen (m <sup>3</sup> )	Peso húmedo (kg/m <sup>3</sup> )	Volumen (m <sup>3</sup> )
Cemento	373	1	373	1
Agua	205	0.55	157	0.42
Agreg. Grueso	957	2.57	992	2.66

Agreg. Fino	688	1.85	737	1.98
F.A.R. 0.80%	19.20			
Policarboxilato(gl)	0.74			

**Fuente:** Propia.

**Tabla 25.** Diseño de mezcla Patrón más adición F.A.R al 1.10%

Materiales	Peso seco (kg/m3)	Volumen (m3)	Peso húmedo (kg/m3)	Volumen (m3)
Cemento	373	1	373	1
Agua	205	0.55	157	0.42
Agreg. Grueso	957	2.57	992	2.66
Agreg. Fino	688	1.85	737	1.98
F.A.R. 1.10%	26.40			
Policarboxilato(gl)	0.74			

**Fuente:** Propia.

### Proceso de Elaboración de Muestras

Para el desarrollo de la elaboración de las muestras nos basamos en la norma ACI 211.

En la figura siguiente se procedió a limpiar las briquetas metálicas para y pasarlas con un desmoldante en este caso petróleo, se humedeció el trompo antes de empezar a preparar la mezcla y ya obtenidos los pesos de las muestras a desarrollar según el diseño de mezclas como observamos en las tablas pasadas.



**Figura 51.** Observamos que se habilito los moldes y materiales.

**Fuente:** Propia.

Una vez haber tenido listo los equipo a utilizar se procedió a realizar el pesado de los materiales que se utilizaran como son el cemento, agregados, agua, el plastificante que es el policarboxilato y la adición

de las virutas de acero reciclado a los porcentajes de 0.20%, 0.50%, 0.80% y 1.10% como podemos ver en la siguiente figura.



**Figura 52. Pesado de materiales**

**Fuente: Propia.**

Después se procedió a colocar todo lo pesado en la mezcladora hasta obtener una masa de concreto uniforme el mismo proceso se realizó para la muestra patrón como las adicionadas con viruta de acero reciclado como se ve en la figura dentro de los círculos rojos y además de hacer el control de temperatura, tal como se ve en la figura siguiente.



**Figura 53. Se ve que se realizó la mezcla de concreto**

**Fuente: Propia.**

Como siguiente procedimiento se realizó la prueba de slump en el cono de Abraham dándonos en el desarrollo en la muestra patrón un slump de 6" y en el 0.20% un 5", al 0.5% un 5", al 0.8% un 4" y en 1.10% un 4".





**Figura 54. Se realizó la prueba del cono de Abraham**

**Fuente: Propia.**

Luego realizamos como un procedimiento de calidad del concreto el peso unitario que se obtuvo de las mezclas como se ve a continuación.



**Figura 55. Se realizó peso unitario**

**Fuente: Propia.**

En este paso ya elaboramos las probetas de concreto con las briquetas metálicas y de plástico que están acorde a la norma técnica peruana en cuanto a dimensiones, se realizó el proceso en tres capas con 25 golpes cada capa a caída libre con una varilla ovalada de 5/8" de diámetro con 60 cm aprox. De largo, una vez llenados las briquetas de enrasa al borde de la biqueta y luego darle el acabado lizo en la parte superior.



**Figura 56. Se observa el desarrollo de las probetas de concreto**

**Fuente: Propia.**

Para finalizar el proceso de elaboración de las probetas de concreto se realiza el curado de las muestras. Una vez desmoldadas las probetas se sumerge completamente la muestra dentro de una poza de curado que nosotros hicimos de manera artesanal. Como se observa a continuación.



***Figura 57. Curado de las muestras.***

***Fuente: Propia.***



#### IV. RESULTADOS

La revisión de literatura en metodología según (ARIAS, 2018 pág. 111) “Menciona que en este paso se desarrolla paso a paso las diferentes operaciones que se harán sobre los datos obtenidos: clasificación, registro, tabulación y codificación”

En esta investigación se hará uso de la metodología inductiva ya que después el estudio se realizará en laboratorio esto será la base para nuestras conclusiones, se interpretará y describirá los resultados de laboratorio empleando tablas comparativas, gráficos estadísticos respecto a la variable independiente y sus dimensiones, empleando software para análisis de datos.

#### RESULTADOS

##### Propiedades físicas del concreto fresco

**Tabla 26.** Control de asentamiento del concreto en su estado fresco

Descripción	Asentamiento
Muestra Patrón	6.0”
Muestra Patrón +Adición 0.20 %	5.0”
Muestra Patrón +Adición 0.50 %	5.0”
Muestra Patrón +Adición 0.80 %	5.0”
Muestra Patrón +Adición 1.10 %	5.0”

Fuente: Propia

**Tabla 27.** Peso Unitario Del Concreto Fresco

Descripción	Peso del Concreto	Peso Unitario del Concreto
Muestra Patrón	12.49 Kg	2356.04 Kg/m <sup>3</sup>
Muestra Patrón +Adición 0.20 %	12.49 Kg	2356.79 Kg/m <sup>3</sup>
Muestra Patrón +Adición 0.50 %	12.49 Kg	2357.36 Kg/m <sup>3</sup>
Muestra Patrón +Adición 0.80 %	12.50 Kg	2358.30 Kg/m <sup>3</sup>
Muestra Patrón +Adición 1.10 %	12.50 Kg	2359.25 Kg/m <sup>3</sup>

Fuente: Propia

**Tabla 28.** Temperatura del concreto fresco a 3825 m.s.n.m.

Descripción	Temperatura °C
Muestra Patrón	17.60 °C
Muestra Patrón +Adición 0.20 %	17.45 °C
Muestra Patrón +Adición 0.50 %	17.00 °C
Muestra Patrón +Adición 0.80 %	17.50 °C
Muestra Patrón +Adición 1.10 %	17.00 °C

Fuente: Propia

## Propiedades Mecánicas Del Concreto Endurecido.

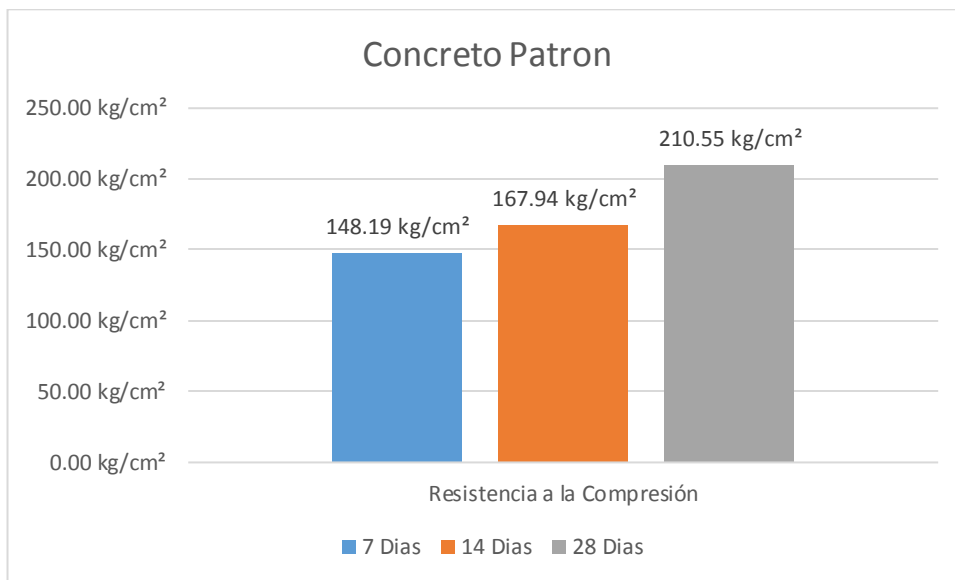
### Resistencia a la compresión

**Tabla 29.** Resistencia a la compresión del concreto patrón.

Muestras	Días	Fuerza (kg)	Diámetro (cm)	Altura (cm)	Área (cm <sup>2</sup> )	Esfuerzo (Kg/cm <sup>2</sup> )	Promedio
M-01	7	26580	15.05	30.00	177.89	149.42	148.19 kg/cm <sup>2</sup>
M-02	7	25820	15.10	30.00	179.08	144.18	
M-03	7	26890	15.06	30.00	178.13	150.96	
M-04	14	29360	15.02	30.00	177.19	165.70	167.94 kg/cm <sup>2</sup>
M-05	14	30020	15.00	30.00	176.71	169.88	
M-06	14	29890	15.04	30.00	177.66	168.24	
M-07	28	37100	14.98	30.00	176.24	210.51	210.55 kg/cm <sup>2</sup>
M-08	28	37230	14.96	30.00	175.77	211.81	
M-09	28	36990	15.00	30.00	176.71	209.33	

Fuente: Propia

Para las nueve muestras del concreto patrón, el cual fue etiquetado y curado luego se realizó la prueba de compresión en las edades de 7,14 y 28 días. Se logró conseguir una resistencia a la compresión promedio de 210.55 kg/cm<sup>2</sup> a los 28 días.



**Figura 58.** Evolución de la resistencia a la compresión del Concreto Patrón.

Fuente: Propia

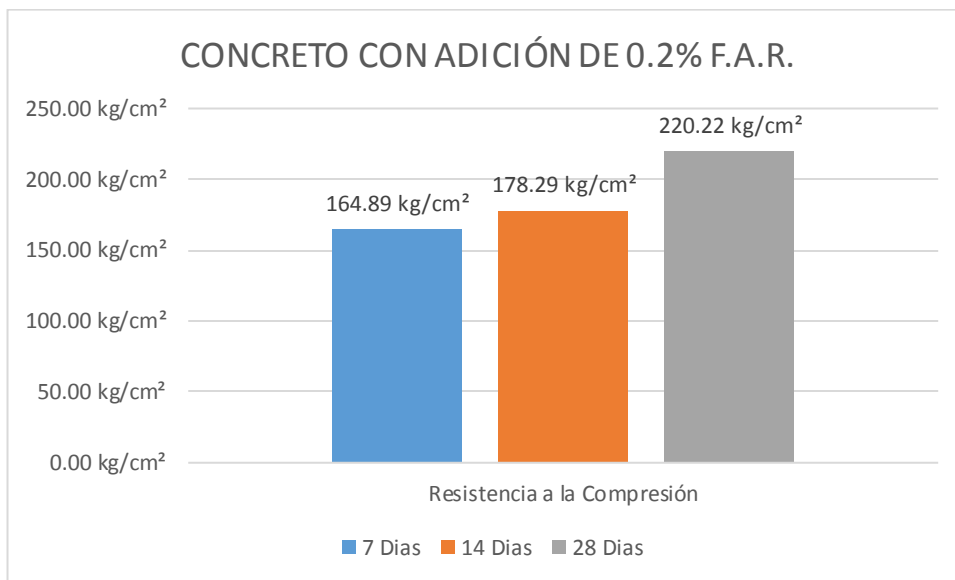
Según la figura anterior observamos que el concreto patrón ensayada a edades de 7,14 y 28 días, obtuvo un incremento 0.26% de resistencia a compresión en el día 28.

**Tabla 30.** Resistencia a la compresión con adición de 0.2% de F.A.R.

Muestras	Días	Fuerza (kg)	Diámetro (cm)	Altura (cm)	Área (cm <sup>2</sup> )	Esfuerzo (Kg/cm <sup>2</sup> )	Promedio
M-01	7	30210	15.00	30.00	176.71	170.96	164.89 kg/cm <sup>2</sup>
M-02	7	29480	14.98	30.00	176.24	167.27	
M-03	7	28200	15.15	30.00	180.27	156.43	
M-04	14	31300	14.98	30.00	176.24	177.60	178.29 kg/cm <sup>2</sup>
M-05	14	31540	15.10	30.00	179.08	176.12	
M-06	14	32100	15.02	30.00	177.19	181.16	
M-07	28	38200	14.96	30.00	175.77	217.33	220.22 kg/cm <sup>2</sup>
M-08	28	39410	15.02	30.00	177.19	222.42	
M-09	28	38830	14.96	30.00	175.77	220.91	

**Fuente:** Propia

Para las nueve muestras del concreto con adición de 0.2% de fibra de acero reciclado de neumático, el cual fue etiquetado y curado luego se realizó la prueba de compresión en las edades de 7,14 y 28 días. Se logró conseguir una resistencia a la compresión promedio de 220.22 kg/cm<sup>2</sup> a los 28 días.



**Figura 59.** Evolución de la resistencia a la compresión con 0.2% de F.A.R.

**Fuente:** Propia

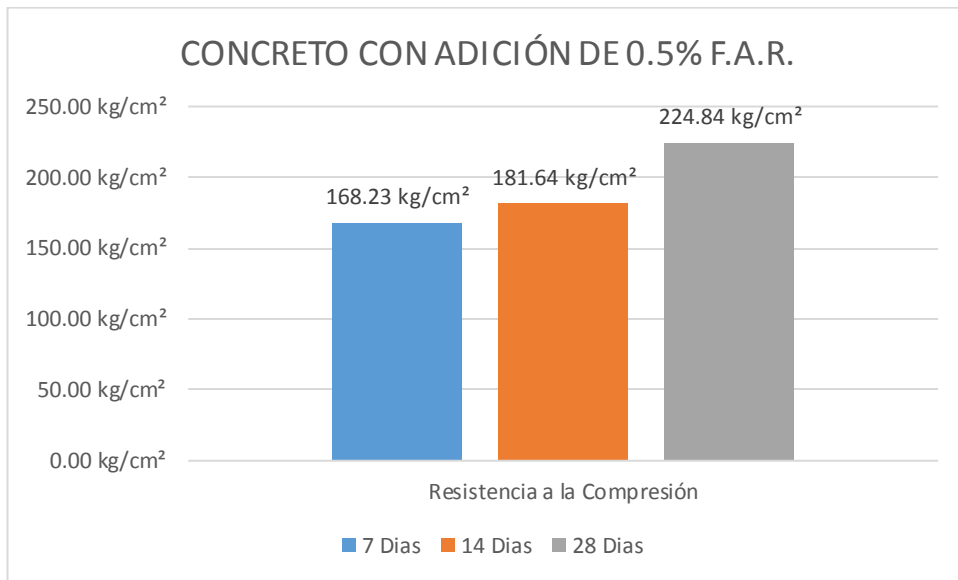
Según la figura anterior observamos que el concreto con adición de fibra de acero reciclado de neumáticos en 0.2% al ser ensayada a edades de 7,14 y 28 días, obtuvo un incremento 4.87% de resistencia a compresión a los 28 días.

**Tabla 31.** Resistencia a la compresión con adición de 0.5% de F.A.R.

Muestras	Días	Fuerza (kg)	Diámetro (cm)	Altura (cm)	Área (cm <sup>2</sup> )	Esfuerzo (Kg/cm <sup>2</sup> )	Promedio
M-01	7	29820	15.12	30.00	179.55	166.08	168.23 kg/cm <sup>2</sup>
M-02	7	29800	15.02	30.00	177.19	168.18	
M-03	7	30600	15.12	30.00	179.55	170.43	
M-04	14	33030	15.16	30.00	180.50	182.99	181.64 kg/cm <sup>2</sup>
M-05	14	32390	15.00	30.00	176.71	183.29	
M-06	14	31990	15.10	30.00	179.08	178.64	
M-07	28	40450	15.10	30.00	179.08	225.88	224.84 kg/cm <sup>2</sup>
M-08	28	40080	15.12	30.00	179.55	223.22	
M-09	28	39730	14.98	30.00	176.24	225.43	

**Fuente:** Propia

Para las nueve muestras del concreto con adición de 0.5% de fibra de acero reciclado de neumático, el cual fue etiquetado y curado luego se realizó la prueba de compresión en las edades de 7,14 y 28 días. Se logró conseguir una resistencia a la compresión promedio de 224.84 kg/cm<sup>2</sup> a los 28 días.



**Figura 60.** Evolución de la resistencia a la compresión con 0.5% de F.A.R.

**Fuente:** Propia

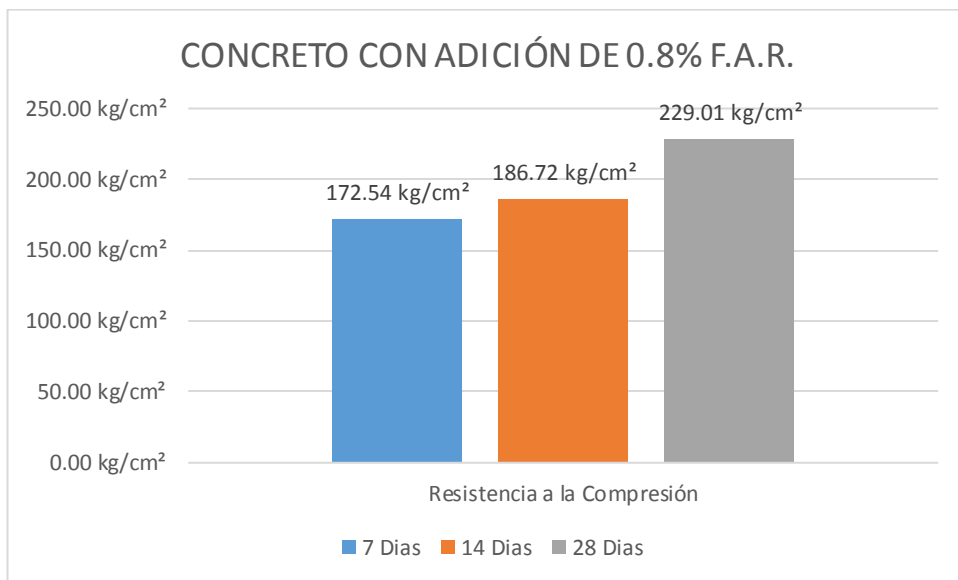
Según la figura anterior observamos que el concreto con adición de fibra de acero reciclado de neumáticos en 0.5% al ser ensayada a edades de 7,14 y 28 días, obtuvo un incremento 7.07% de resistencia a compresión a los 28 días.

**Tabla 32.** Resistencia a la compresión con adición de 0.8% de F.A.R.

Muestras	Días	Fuerza (kg)	Diámetro (cm)	Altura (cm)	Área (cm <sup>2</sup> )	Esfuerzo (Kg/cm <sup>2</sup> )	Promedio
M-01	7	30940	15.08	30.00	178.60	173.24	172.54 kg/cm <sup>2</sup>
M-02	7	30240	15.20	30.00	181.46	166.65	
M-03	7	31410	15.00	30.00	176.71	177.75	
M-04	14	33800	15.10	30.00	179.08	188.74	186.72 kg/cm <sup>2</sup>
M-05	14	33120	14.98	30.00	176.24	187.93	
M-06	14	32640	15.05	30.00	177.89	183.48	
M-07	28	41600	15.20	30.00	181.46	229.25	229.01 kg/cm <sup>2</sup>
M-08	28	40360	14.96	30.00	175.77	229.62	
M-09	28	40860	15.10	30.00	179.08	228.17	

**Fuente:** Propia

Para las nueve muestras del concreto con adición de 0.8% de fibra de acero reciclado de neumático, el cual fue etiquetado y curado luego se realizó la prueba de compresión en las edades de 7,14 y 28 días. Se logró conseguir una resistencia a la compresión promedio de 229.01 kg/cm<sup>2</sup> a los 28 días.



**Figura 61.** Evolución de la resistencia a la compresión con 0.8% de F.A.R.

**Fuente:** Propia

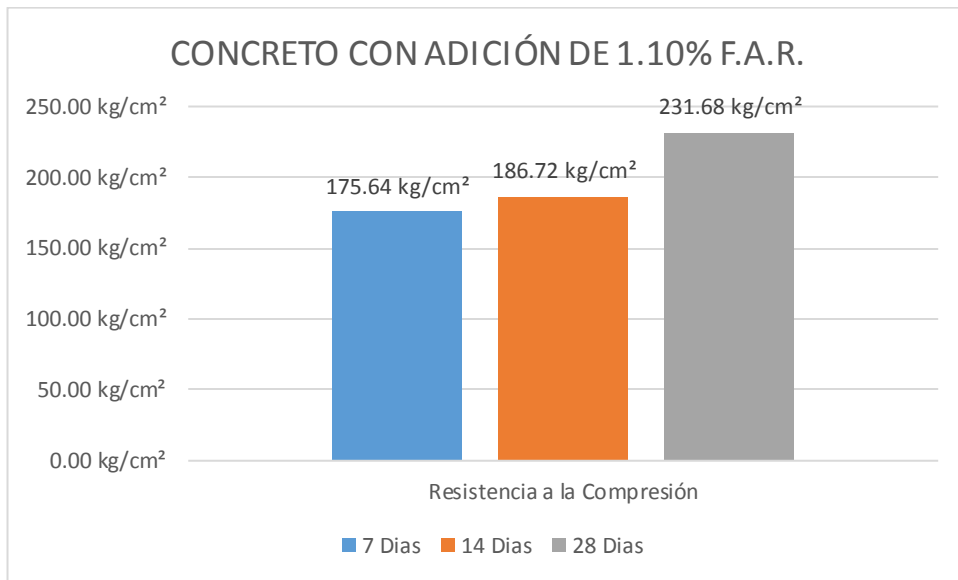
Según la figura anterior observamos que el concreto con adición de fibra de acero reciclado de neumáticos en 0.8% al ser ensayada a edades de 7,14 y 28 días, obtuvo un incremento 9.05% de resistencia a compresión a los 28 días.

**Tabla 33.** Resistencia a la compresión con adición de 1.10% de F.A.R.

Muestras	Días	Fuerza (kg)	Diámetro (cm)	Altura (cm)	Área (cm <sup>2</sup> )	Esfuerzo (Kg/cm <sup>2</sup> )	Promedio
M-01	7	29960	14.98	30.00	176.24	170.00	175.64 kg/cm <sup>2</sup>
M-02	7	32010	15.00	30.00	176.71	181.14	
M-03	7	31480	15.10	30.00	179.08	175.79	
M-04	14	33800	15.10	30.00	179.08	188.74	186.72 kg/cm <sup>2</sup>
M-05	14	33120	14.98	30.00	176.24	187.93	
M-06	14	32640	15.05	30.00	177.89	183.48	
M-07	28	40700	14.96	30.00	175.77	231.55	231.68 kg/cm <sup>2</sup>
M-08	28	41000	15.00	30.00	176.71	232.02	
M-09	28	41780	15.16	30.00	180.50	231.47	

**Fuente:** Propia

Para las nueve muestras del concreto con adición de 1.10% de fibra de acero reciclado de neumático, el cual fue etiquetado y curado luego se realizó la prueba de compresión en las edades de 7,14 y 28 días. Se logró conseguir una resistencia a la compresión promedio de 231.68 kg/cm<sup>2</sup> a los 28 días.



**Figura 62.** Evolución de la resistencia a la compresión con 1.10% de F.A.R.

**Fuente:** Propia

Según la figura anterior observamos que el concreto con adición de fibra de acero reciclado de neumáticos en 1.10% al ser ensayada a edades de 7,14 y 28 días, obtuvo un incremento 10.32% de resistencia a compresión a los 28 días.

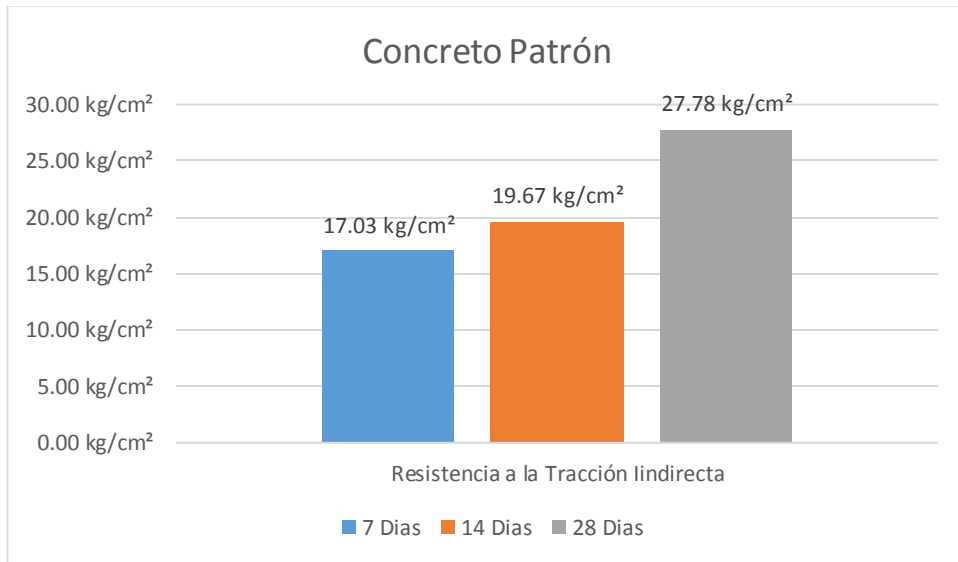
### Resistencia a la tracción indirecta

**Tabla 34.** Resistencia a la tracción indirecta del concreto patrón

Muestra	Edad	Carga (kg)	Diámetro (cm)	Longitud (cm)	$\sigma_t$ (Kg/cm <sup>2</sup> )	Promedio
M-01	7	12160	14.90	30.25	17.18	17.03 kg/cm <sup>2</sup>
M-02	7	11970	14.88	30.05	17.04	
M-03	7	11850	14.92	29.98	16.87	
M-04	14	13650	15.00	29.90	19.38	19.67 kg/cm <sup>2</sup>
M-05	14	14020	14.90	30.06	19.93	
M-06	14	13980	15.02	30.10	19.69	
M-07	28	19620	15.10	30.00	27.57	27.78 kg/cm <sup>2</sup>
M-08	28	20080	14.98	30.08	28.37	
M-09	28	19650	15.20	30.04	27.40	

Fuente: Propia

Para las nueve muestras del concreto patrón, el cual fue etiquetado y curado luego se realizó el ensayo de tracción indirecta en las edades de 7,14 y 28 días. Se logró conseguir una resistencia a la tracción de 27.78 kg/cm<sup>2</sup> a los 28 días.



**Figura 63.** Evolución de la resistencia a la tracción indirecta del concreto patrón.

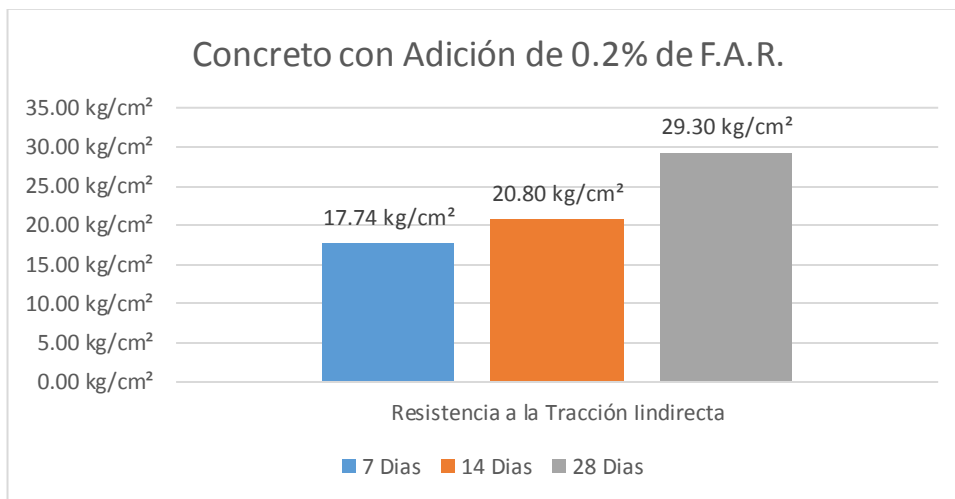
Fuente: Propia

**Tabla 35.** Resistencia a la tracción indirecta con adición de 0.2% de F.A.R.

Muestra	Edad	Carga (kg)	Diámetro (cm)	Longitud (cm)	$\sigma_t$ (Kg/cm <sup>2</sup> )	Promedio
M-01	7	12500	15.10	30.15	17.48	17.74 kg/cm <sup>2</sup>
M-02	7	12480	14.90	30.02	17.76	
M-03	7	12710	15.05	29.90	17.98	
M-04	14	14560	15.10	30.13	20.37	20.80 kg/cm <sup>2</sup>
M-05	14	15040	15.12	30.22	20.95	
M-06	14	14980	14.98	30.18	21.09	
M-07	28	20390	14.80	29.95	29.28	29.30 kg/cm <sup>2</sup>
M-08	28	20840	14.90	30.02	29.66	
M-09	28	20670	15.10	30.10	28.95	

**Fuente:** Propia

Para las nueve muestras con adición de 0.2% de fibra de acero reciclado de neumático, se realizó el ensayo en las edades de 7,14 y 28 días. Se logró conseguir una resistencia a la tracción de 29.65 kg/cm<sup>2</sup> a los 28 días.



**Figura 64.** Evolución de la resistencia a la tracción indirecta con 0.2% de F.A.R.

**Fuente:** Propia

Según la figura anterior observamos que el concreto con adición de fibra de acero reciclado de neumáticos en 0.2% al ser ensayada a edades de 7,14 y 28 días, obtuvo un incremento 5.46% de resistencia a la tracción indirecta a los 28 días.

**Tabla 36.** Resistencia a la tracción indirecta con adición de 0.5% de F.A.R.

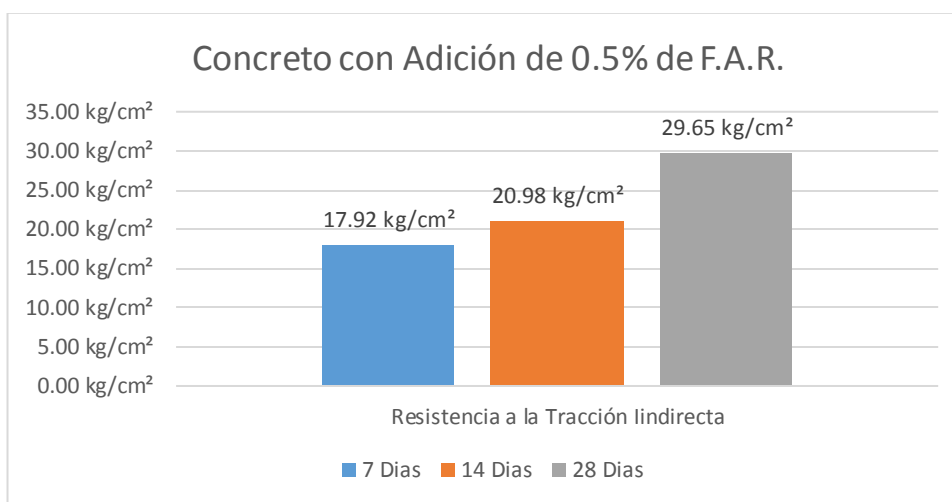
Muestra	Edad	Carga (kg)	Diámetro (cm)	Longitud (cm)	$\sigma_t$ (Kg/cm <sup>2</sup> )	Promedio
M-01	7	12640	15.22	30.12	17.55	17.92 kg/cm <sup>2</sup>



M-02	7	12770	14.95	29.98	18.14	
M-03	7	12790	15.10	29.85	18.06	
M-04	14	14990	15.18	30.12	20.87	
M-05	14	15160	15.12	30.20	21.14	
M-06	14	15030	15.16	30.15	20.93	
M-07	28	21090	14.96	30.20	29.72	
M-08	28	21150	15.02	30.08	29.80	
M-09	28	21080	15.12	30.16	29.43	

**Fuente:** Propia

Para las nueve muestras con adición de 0.5% de fibra de acero reciclado de neumático, se realizó el ensayo en las edades de 7,14 y 28 días. Se logró conseguir una resistencia a la tracción de 29.65 kg/cm<sup>2</sup> a los 28 días.



**Figura 65. Evolución de la resistencia a la tracción indirecta con 0.5% de F.A.R.**

**Fuente:** Propia

Según la figura anterior observamos que el concreto con adición de fibra de acero reciclado de neumáticos en 0.5% al ser ensayada a edades de 7,14 y 28 días, obtuvo un incremento 6.73% de resistencia a la tracción indirecta a los 28 días.

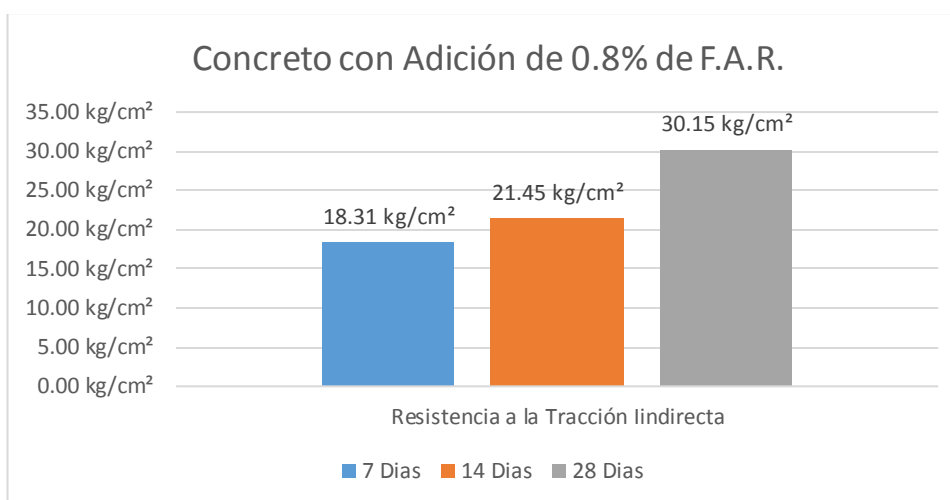
**Tabla 37. Resistencia a la tracción indirecta con adición de 0.8% de F.A.R.**

Muestra	Edad	Carga (kg)	Diámetro (cm)	Longitud (cm)	$\sigma_t$ (Kg/cm <sup>2</sup> )	Promedio
M-01	7	13220	15.22	30.12	18.36	18.31 kg/cm <sup>2</sup>
M-02	7	12980	14.95	29.98	18.44	
M-03	7	12840	15.10	29.85	18.14	
M-04	14	15280	15.20	30.15	21.23	21.45 kg/cm <sup>2</sup>
M-05	14	15340	15.18	29.96	21.47	
M-06	14	15430	15.15	29.94	21.66	

M-07	28	21320	14.96	30.20	30.04	30.15 kg/cm <sup>2</sup>
M-08	28	21480	15.02	30.08	30.27	
M-09	28	21590	15.12	30.16	30.14	

**Fuente: Propia**

Para las nueve muestras con adición de 0.8% de fibra de acero reciclado de neumático, se realizó el ensayo en las edades de 7,14 y 28 días. Se logró conseguir una resistencia a la tracción de 30.15 kg/cm<sup>2</sup> a los 28 días.



**Figura 66. Evolución de la resistencia a la tracción indirecta 0.8% de F.A.R.**

**Fuente: Propia**

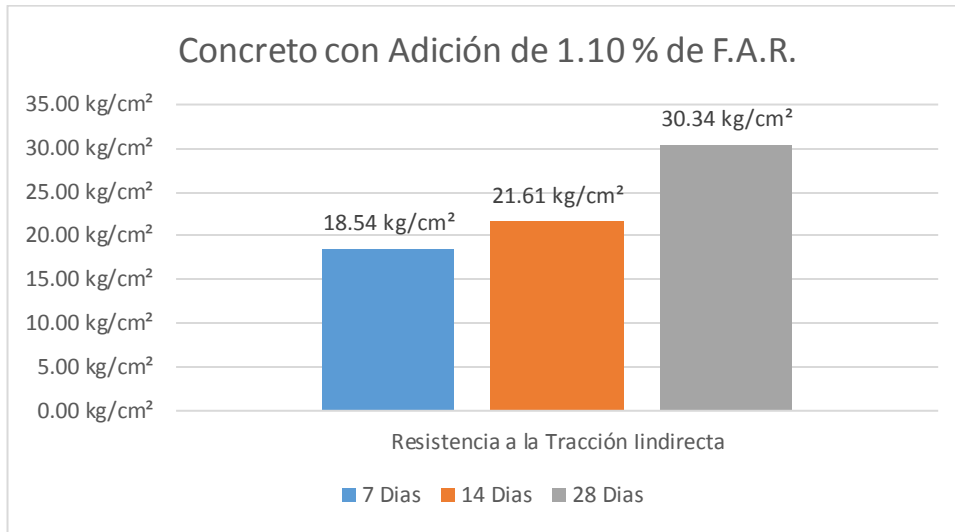
Según la figura anterior observamos que el concreto con adición de fibra de acero reciclado de neumáticos en 0.8% al ser ensayada a edades de 7,14 y 28 días, obtuvo un incremento 8.53% de resistencia a la tracción indirecta a los 28 días.

**Tabla 38. Resistencia a la tracción indirecta con adición de 1.10% de F.A.R.**

Muestra	Edad	Carga (kg)	Diámetro (cm)	Longitud (cm)	$\sigma_t$ (Kg/cm <sup>2</sup> )	Promedio
M-01	7	13120	15.10	29.98	18.45	18.54 kg/cm <sup>2</sup>
M-02	7	13320	15.15	30.15	18.56	
M-03	7	13200	14.98	30.12	18.62	
M-04	14	15280	15.02	29.98	21.60	21.61 kg/cm <sup>2</sup>
M-05	14	15610	15.30	30.15	21.54	
M-06	14	15600	15.22	30.10	21.68	
M-07	28	21510	15.04	29.98	30.37	30.34 kg/cm <sup>2</sup>
M-08	28	21640	15.10	30.06	30.35	
M-09	28	21690	15.15	30.08	30.30	

**Fuente: Propia**

Para las nueve muestras con adición de 1.10% de fibra de acero reciclado de neumático, se realizó el ensayo en las edades de 7,14 y 28 días. Se logró conseguir una resistencia a la tracción de 30.34 kg/cm<sup>2</sup> a los 28 días.



**Figura 67. Evolución de la resistencia a la tracción indirecta con 1.10% de F.A.R.**

**Fuente: Propia**

Según la figura anterior observamos que el concreto con adición de fibra de acero reciclado de neumáticos en 1.10% al ser ensayada a edades de 7,14 y 28 días, obtuvo un incremento 9.22% de resistencia a la tracción indirecta a los 28 días.

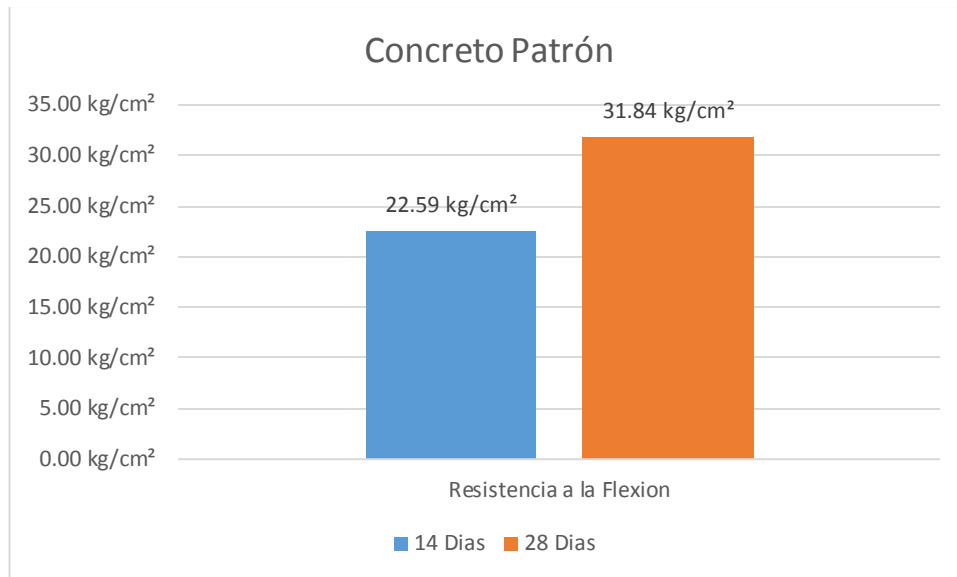
**Resistencia a la flexión en vigas de concreto.**

**Tabla 39. Resistencia a la flexión en vigas de concreto patrón.**

Muestra	Edad	Largo (cm)	Base (cm)	Altura (cm)	Fuerza (kg)	Mr (kg/cm <sup>2</sup> )	Promedio
M-01	14	45.00	15.02	15.00	1720	22.90	22.59 kg/cm <sup>2</sup>
M-02	14	45.00	15.04	15.01	1680	22.31	
M-03	14	45.00	15.06	15.01	1700	22.55	
M-04	28	45.00	15.09	15.01	2420	32.03	31.84 kg/cm <sup>2</sup>
M-05	28	45.00	15.14	15.00	2380	31.44	
M-06	28	45.00	15.00	15.02	2410	32.05	

**Fuente: Propia**

Para las seis muestras patrón, se realizó el ensayo en las edades de 14 y 28 días. Se logró conseguir una resistencia al módulo de rotura de 31.84 kg/cm<sup>2</sup> a los 28 días.



**Figura 68. Evolución del módulo de rotura del concreto patrón.**

**Fuente: Propia**

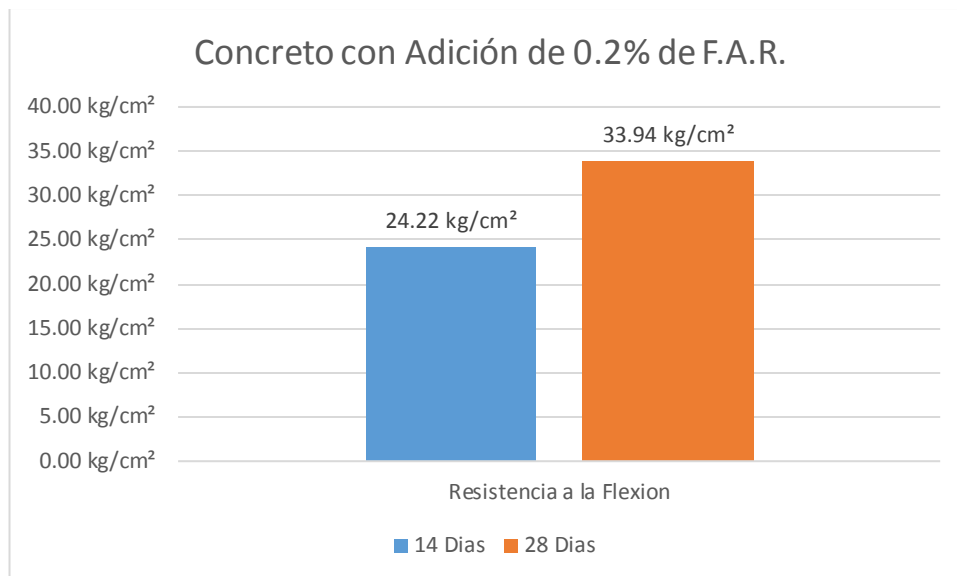
Según la figura anterior observamos que el concreto patrón al ser ensayada a edades de 14 y 28 días.

**Tabla 40. Módulo de rotura con adición de 0.2% de F.A.R.**

Muestra	Edad	Largo (cm)	Base (cm)	Altura (cm)	Fuerza (kg)	Mr (kg/cm²)	Promedio
M-01	14	45.00	15.00	15.00	1830	24.40	24.22 kg/cm²
M-02	14	45.00	15.10	15.00	1840	24.37	
M-03	14	45.00	15.15	15.00	1810	23.89	
M-04	28	45.00	15.10	15.02	2560	33.82	33.94 kg/cm²
M-05	28	45.00	15.00	15.04	2570	34.08	
M-06	28	45.00	15.10	15.00	2560	33.91	

**Fuente: Propia**

Para las seis muestras con adición de 0.2% de fibra de acero reciclado de neumático, se realizó el ensayo en las edades de 14 y 28 días. Se logró conseguir una resistencia al módulo de rotura de 33.94 kg/cm<sup>2</sup> a los 28 días.



**Figura 69. Evolución del módulo de rotura con 0.2% a los 14 y 28 días.**

**Fuente: Propia**

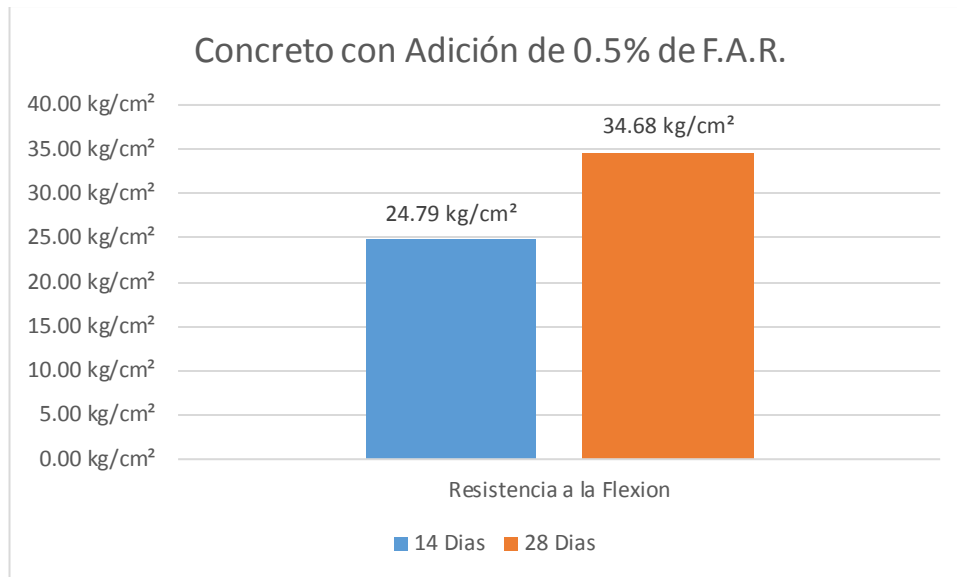
Según la figura anterior observamos que el concreto con adición de fibra de acero reciclado de neumáticos en 0.2% al ser ensayada a edades de 14 y 28 días, obtuvo un incremento 6.58% de resistencia a la flexión a los 28 días.

**Tabla 41. Módulo de rotura con adición de 0.5% de F.A.R.**

Muestra	Edad	Largo (cm)	Base (cm)	Altura (cm)	Fuerza (kg)	Mr (kg/cm²)	Promedio
M-01	14	45.00	15.00	15.02	1870	24.87	24.79 kg/cm²
M-02	14	45.00	15.00	15.00	1880	25.07	
M-03	14	45.00	15.10	15.10	1870	24.44	
M-04	28	45.00	15.05	15.04	2610	34.50	34.68 kg/cm²
M-05	28	45.00	15.04	15.00	2620	34.84	
M-06	28	45.00	15.10	15.00	2620	34.70	

**Fuente: Propia.**

Para las seis muestras con adición de 0.5% de fibra de acero reciclado de neumático, se realizó el ensayo en las edades de 14 y 28 días. Se logró conseguir una resistencia al módulo de rotura de 34.68 kg/cm<sup>2</sup> a los 28 días.



**Figura 70. Evolución del módulo de rotura con adición 0.5% de F.A.R.**

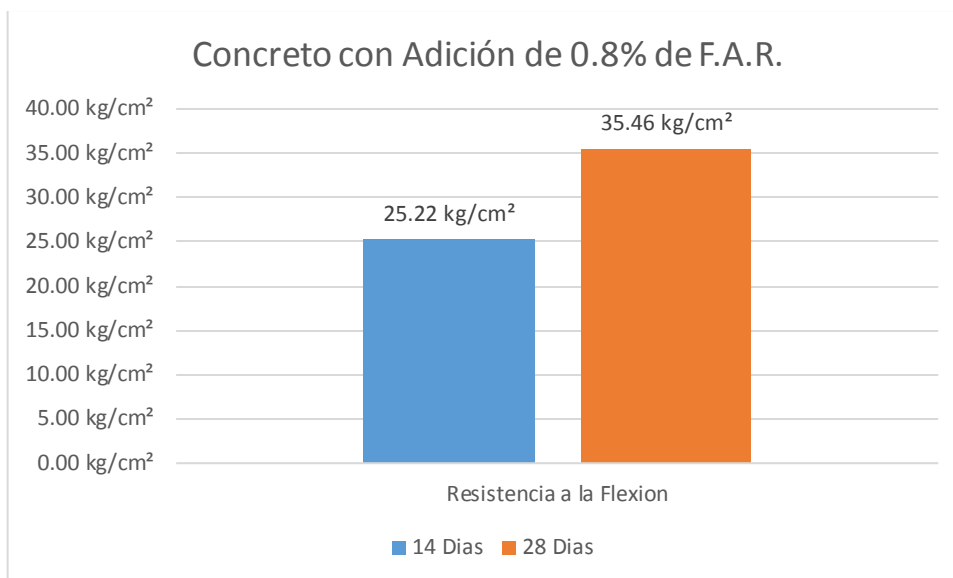
**Fuente: Propia.**

Según la figura anterior observamos que el concreto con adición de fibra de acero reciclado de neumáticos en 0.5% al ser ensayada a edades de 14 y 28 días, obtuvo un incremento 8.92% de resistencia a la flexión a los 28 días.

**Tabla 42. Módulo de rotura con adición de 0.8% de F.A.R.**

Muestra	Edad	Largo (cm)	Base (cm)	Altura (cm)	Fuerza (kg)	Mr (kg/cm²)	Promedio
M-01	14	45.00	15.00	15.02	1910	25.40	25.22 kg/cm²
M-02	14	45.00	15.02	15.10	1910	25.10	
M-03	14	45.00	15.02	15.20	1940	25.16	
M-04	28	45.00	15.00	15.10	2680	35.26	35.46 kg/cm²
M-05	28	45.00	15.02	15.10	2710	35.61	
M-06	28	45.00	15.00	15.02	2670	35.51	

**Fuente: Propia.**



**Figura 71. Evolución del módulo de rotura con adición de 0.8% de F.A.R.**

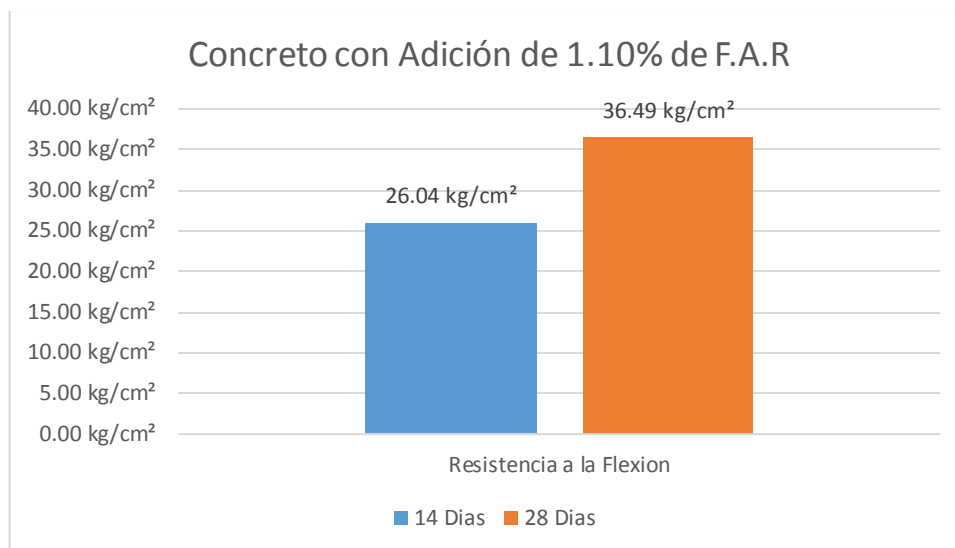
*Fuente: Propia.*

Según la figura anterior observamos que el concreto con adición de fibra de acero reciclado de neumáticos en 0.8% al ser ensayada a edades de 14 y 28 días, obtuvo un incremento 11.37% de resistencia a la flexión a los 28 días.

**Tabla 43. Módulo de rotura con adición de 1.10% de F.A.R.**

Muestra	Edad	Largo (cm)	Base (cm)	Altura (cm)	Fuerza (kg)	Mr (kg/cm²)	Promedio
M-01	14	45.00	15.02	15.10	1970	25.89	26.04 kg/cm²
M-02	14	45.00	15.00	15.20	1980	25.71	
M-03	14	45.00	15.00	15.00	1990	26.53	
M-04	28	45.00	15.02	15.20	2800	36.31	36.49 kg/cm²
M-05	28	45.00	15.04	15.00	2740	36.44	
M-06	28	45.00	15.10	15.10	2810	36.73	

*Fuente: Propia.*



**Figura 72. Evolución del módulo de rotura con adición de 1.10% de F.A.R.**

*Fuente: Propia.*

Según la figura anterior observamos que el concreto con adición de fibra de acero reciclado de neumáticos en 1.10% al ser ensayada a edades de 14 y 28 días, obtuvo un incremento 14.61% de resistencia a la flexión a los 28 días.

#### Módulo de elasticidad del concreto.

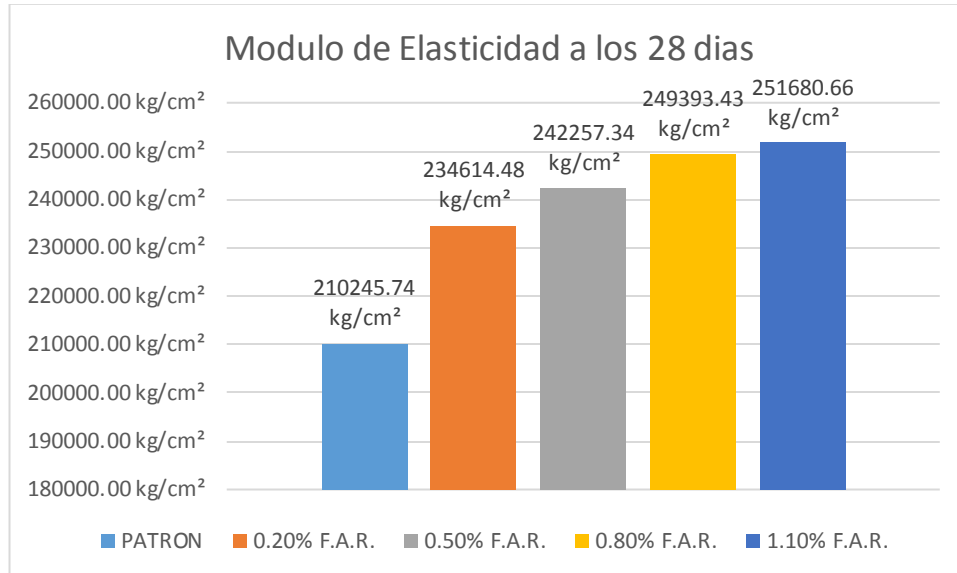
**Tabla 44. Módulo de elasticidad del concreto patrón y adición de F.A.R. 0.2%,0.5%,0.8% y 1.10%. a los 28 días.**

Muestras	Carga (kg)	Diámetro (mm)	Área (mm²)	Ec (kg/cm²)	Promedio
M-01 Patrón	37320	149.00	17436.62	218386.96	210245.74 kg/cm²
M-02 Patrón	37550	150.00	17671.46	202029.00	
M-03 Patrón	38600	151.00	17907.86	210321.28	
M-01+0.20% F.A.R.	39200	149.50	17553.85	232748.67	234614.48 kg/cm²
M-02+0.20% F.A.R.	38850	152.00	18145.84	239551.99	
M-03+0.20% F.A.R.	39220	149.80	17624.37	231542.78	
M-01+0.50% F.A.R.	39220	150.20	17718.61	242059.65	242257.34 kg/cm²
M-02+0.50% F.A.R.	40040	151.90	18121.97	242009.86	
M-03+0.50% F.A.R.	40110	150.50	17789.46	242702.49	
M-01+0.80% F.A.R.	40260	149.40	17530.37	256280.08	249393.43 kg/cm²
M-02+0.80% F.A.R.	40240	150.00	17671.46	244228.01	
M-03+0.80% F.A.R.	40380	149.50	17553.85	247672.22	
M-01+1.10% F.A.R.	41020	151.10	17931.59	254690.72	251680.66 kg/cm²
M-02+1.10% F.A.R.	40890	152.00	18145.84	249612.00	
M-03+1.10% F.A.R.	41100	152.40	18241.47	250739.25	

*Fuente: Propia.*



Para las 15 muestras evaluadas con la adición de fibra de acero reciclado de neumático, se realizó el ensayo a los 28 días. Se observa que el mayor módulo de elasticidad es con la adición de 1.10% de F.A.R. alcanzando este hasta 251680.66 kg/cm<sup>2</sup> a los 28 días.



**Figura 73. Evolución del módulo de elasticidad del concreto patrón y sus adicciones.**

*Fuente: Propia.*

### Estadística Inferencial

Luego de haber realizado la recolección de muestras en campo y llevadas al laboratorio se presenta los resultados y pruebas estadísticas.

### Compresión del concreto

**Tabla 45. Prueba de normalidad para compresión**

Adición de fibra reciclado de neumáticos		Kolmogorov-Smirnov <sup>a</sup>			Shapiro-Wilk		
		Estadístico	gl	Sig.	Estadístico	gl	Sig.
Resistencia a los 7 días	0.20%	0.291	3	-	0.925	3	0.471
	0.50%	0.177	3	-	1.000	3	0.962
	0.80%	0.216	3	-	0.988	3	0.794
	1.10%	0.178	3	-	0.999	3	0.956
	Patrón	0.302	3	-	0.910	3	0.417
Resistencia a los 14 días	0.20%	0.272	3	-	0.946	3	0.553
	0.50%	0.365	3	-	0.798	3	0.110
	0.80%	0.332	3	-	0.862	3	0.274
	1.10%	0.287	3	-	0.929	3	0.485

	Patrón	0.223	3	-	0.985	3	0.764
Resistencia a los 28 días	0.20%	0.271	3	-	0.948	3	0.560
	0.50%	0.327	3	-	0.873	3	0.303
	0.80%	0.290	3	-	0.926	3	0.474
	1.10%	0.336	3	-	0.856	3	0.258
	Patrón	0.180	3	-	0.999	3	0.947

**Fuente:** Propia.

Los resultados muestran un nivel de significancia de la prueba mayor al 0.05 nivel de significancia en el estudio, lo que indica que las variables en estudio tienen distribución normal.

**Tabla 46.** Resultados de la prueba ANOVA compresión.

		Suma de cuadrados	gl	Media cuadrática	F	Sig.
Resistencia a los 7 días	Entre grupos	1377.986	4	344.496	12.609	0.001
	Dentro de grupos	273.220	10	27.322		
	Total	1651.206	14			
Resistencia a los 14 días	Entre grupos	785.528	4	196.382	27.986	0.000
	Dentro de grupos	70.172	10	7.017		
	Total	855.700	14			
Resistencia a los 28 días	Entre grupos	831.870	4	207.967	94.053	0.000
	Dentro de grupos	22.112	10	2.211		
	Total	853.981	14			

**Fuente:** Propia.

El análisis de varianza para la resistencia a la compresión muestra que según la aplicación de la adición de fibra de acero reciclado estadísticamente son diferentes para los días que se consideró la prueba, esto debido a que la Significancia de la prueba es menor al nivel de significancia del estudio que es el 0.05, para todos los casos.

Resultados de la prueba post hoc de TUKEY se utilizó esta prueba ya que presentamos una comparativa de medias en los grupos.

**Tabla 47.** Resistencia a la compresión a los 7 días

Adición de fibra reciclado de neumáticos	N	Subconjunto para alfa = 0.05	
		1	2
Patrón	3	148.1867	
0.20%	3		164.8867
0.50%	3		168.2300
0.80%	3		172.5467
1.10%	3		175.6433

**Fuente:** Propia.

**Tabla 48.** Resistencia a la compresión a los 14 días

Adición de fibra reciclado de neumáticos	N	Subconjunto para alfa = 0.05			
		1	2	3	4
Patrón	3	167.9400			
0.20%	3		178.2933		
0.50%	3		181.6400	181.6400	
0.80%	3			186.7167	186.7167
1.10%	3				188.2000

**Fuente:** Propia.

En la tabla siguiente mostramos un análisis de medias en la resistencia a la compresión de a los 28 días con las adiciones de fibra de acero reciclado y la muestra patrón.

**Tabla 49.** Resistencia a la compresión a los 28 días.

Adición de fibra reciclado de neumáticos	N	Subconjunto para alfa = 0.05			
		1	2	3	4
Patrón	3	210.5500			
0.20%	3		220.2200		
0.50%	3			224.8433	
0.80%	3				229.0133
1.10%	3				231.6800

**Fuente:** Propia.

El análisis de post hoc de TUKEY para la resistencia a la compresión muestra que según la aplicación de la adición de fibra de acero reciclado estadísticamente son diferentes.

## Comprobación de Hipótesis

### Hipótesis Específica 1.

#### a. Planteamiento de Hipótesis

$H_0: \mu_C = \mu_E$  [El mejoramiento del uso de fibra de acero plastificado no mejorara la resistencia a la compresión en pavimentos urbanos]

$H_1: \mu_C \leq \mu_E$  [El mejoramiento del uso de fibra de acero plastificado mejorara la resistencia a la compresión en pavimentos urbanos]

#### b. Nivel de Significancia

$\alpha = 0,05$ ; Nivel de error del 5% y 95% de confianza en la

investigación.

**c. Prueba Estadística:**

**Tabla 50. Prueba estadística**

Muestra	N	Media	Desv. estándar	95% de confianza		Mínimo	Máximo
				L. inferior	L. superior		
Patrón	3	210.5500	1.24048	207.4685	213.6315	209.33	211.81
0.20%	3	220.2200	2.61421	213.7259	226.7141	217.33	222.42
0.50%	3	224.8433	1.42374	221.3066	228.3801	223.22	225.88
0.80%	3	229.0133	0.75341	227.1417	230.8849	228.17	229.62
1.10%	3	231.6800	0.29715	230.9418	232.4182	231.47	232.02
Total	15	223.2613	7.81016	218.9362	227.5865	209.33	232.02

**Fuente: Propia.**

**d. Decisión**

De la evaluación con la prueba ANOVA y TUKEY se puede afirmar, que existe evidencia suficiente para determinar que la adición fibra de acero plastificado de policarboxilato mejorará la resistencia a la compresión en pavimentos urbanos, en comparación a las muestras sin adición. Además es válido afirmar según los resultados que el concreto patrón, tiene una resistencia menor a lo resultados obtenidos al añadir fibra de acero plastificado en 0.20 %, 0.50%, 0.80% y 1.10%. De estos cuatro últimos el que muestra mayor resistencia a la compresión es el concreto con adición 1.10%.

Así mismo por lo obtenido en los resultados también se puede afirmar que la adición del 0.20% mejoro en 4.61% luego fue progresivo la mejora en un 2.0% a partir de la adición de 0.80% de fibra de acero plastificado aumento en un 1.27% a la resistencia en los especímenes de concreto ensayados.

**Resistencia a la Flexión de vigas**

En la siguiente tabla realizamos la prueba de normalidad de datos en el programa SPSS para los datos del ensayo de resistencia a la flexión.

**Tabla 51. Prueba de normalidad para flexión en vigas.**

Adición de fibra reciclado de neumáticos		Kolmogorov-Smirnov			Shapiro-Wilk		
		Estadístico	gl	Sig.	Estadístico	gl	Sig.
Resistencia a los 14 días	Patrón	0.216	3	-	0.989	3	0.795

	0.20%	0.367	3	-	0.794	3	0.100
	0.50%	0.261	3	-	0.957	3	0.603
	0.80%	0.314	3	-	0.893	3	0.363
	1.10%	0.306	3	-	0.905	3	0.402
Resistencia a los 28 días	Patrón	0.375	3	-	0.775	3	0.055
	0.20%	0.247	3	-	0.969	3	0.664
	0.50%	0.213	3	-	0.990	3	0.806
	0.80%	0.276	3	-	0.942	3	0.537
	1.10%	0.265	3	-	0.954	3	0.587

**Fuente: Propia.**

Los resultados muestran un nivel de significancia de la prueba mayor al 0.05 nivel de significancia en el estudio, lo que indica que las variables en estudio tienen distribución normal.

**Tabla 52. Resultados de la prueba ANOVA flexión.**

		Suma de cuadrados	gl	Media cuadrática	F	Sig.
Resistencia a los 14 días	Entre grupos	20.097	4	5.024	51.851	0.000
	Dentro de grupos	0.969	10	0.097		
	Total	21.066	14			
Resistencia a los 28 días	Entre grupos	36.956	4	9.239	188.193	0.000
	Dentro de grupos	0.491	10	0.049		
	Total	37.447	14			

**Fuente: Propia.**

El análisis de varianza para la resistencia a la compresión muestra que según la aplicación de la adición de fibra de acero reciclado estadísticamente son diferentes para los días que se consideró la prueba, esto debido a que la Significancia de la prueba es menor al nivel de significancia del estudio que es el 0.05, para todos los casos.

Resultados de la prueba post hoc de TUKEY en la resistencia la flexión a los 14 días en la tabla siguiente

**Tabla 53. Resistencia a la flexión en vigas a los 14 días.**

Adición de fibra reciclado de neumáticos	N	Subconjunto para alfa = 0.05			
		1	2	3	4
Patrón	3	22.5867			
0.20%	3		24.2200		
0.50%	3		24.7933	24.7933	

0.80%	3			25.2200	25.2200
1.10%	3				26.0433

*Fuente: Propia.*

Resultados de la prueba post hoc de TUKEY en la resistencia a la flexión a los 28 días en la tabla siguiente:

**Tabla 54.** Resistencia a la flexión en vigas a los 28 días.

Adición de fibra reciclado de neumáticos	N	Subconjunto para alfa = 0.05				
		1	2	3	4	5
Patrón	3	31.8400				
0.20%	3		33.9367			
0.50%	3			34.6800		
0.80%	3				35.4600	
1.10%	3					36.4933

*Fuente: Propia.*

El análisis de post hoc de TUKEY para la resistencia a la tracción indirecta muestra que según la aplicación de la adición de fibra de acero reciclado estadísticamente son diferentes.

## Comprobación de Hipótesis

### Hipótesis Específica 2.

#### a. Planteamiento de Hipótesis

$H_0: \mu_C = \mu_E$  [El uso de la fibra de acero reciclado plastificado no incidirá en la resistencia a la flexión en pavimentos urbanos]

$H_1: \mu_C \leq \mu_E$  [El uso de la fibra de acero reciclado plastificado incidirá en la resistencia a la flexión en pavimentos urbanos]

#### b. Nivel de Significancia

$\alpha = 0,05$ ; Nivel de error del 5% y 95% de confianza en la investigación.

#### c. Prueba Estadística:

**Tabla 55.** Prueba estadística flexión

	N	Media	Desv. Desviación	95% de confianza		Mínimo	Máximo
				L. inferior	L. superior		
Patrón	3	31.8400	0.34655	30.9791	32.7009	31.44	32.05
0.20%	3	33.9367	0.13204	33.6087	34.2647	33.82	34.08

0.50%	3	34.6800	0.17088	34.2555	35.1045	34.50	34.84
0.80%	3	35.4600	0.18028	35.0122	35.9078	35.26	35.61
1.10%	3	36.4933	0.21502	35.9592	37.0275	36.31	36.73
Total	15	34.4820	1.63548	33.5763	35.3877	31.44	36.73

**Fuente:** Propia.

#### d. Decisión

De la evaluación con la prueba ANOVA y TUKEY se puede afirmar, que existe evidencia suficiente para determinar que la adición fibra de acero plastificado mejorara la resistencia a la flexión en pavimentos urbanos, en comparación a las muestras sin adición. Además es válido afirmar según los resultados que el concreto patrón, tiene una resistencia menor a lo resultados obtenidos al añadir fibra de acero plastificado en 0.20 %, 0.50%, 0.80% y 1.10%. De estos cuatro últimos el que muestra mayor resistencia a la compresión es el concreto con adición 1.10%.

Así mismo por lo obtenido en los resultados también se puede afirmar que la adición del 0.20% mejoro en 6.58% luego fue progresivo la mejora en un 2.5% a partir de la adición.

#### Tracción indirecta

**Tabla 56.** Prueba de normalidad tracción indirecta.

Adición de fibra reciclado de neumáticos		Kolmogórov-Smirnov			Shapiro-Wilk		
		Estadístico	gl	Sig.	Estadístico	gl	Sig.
Resistencia a los 7 días	Patrón	0.192	3	-	0.997	3	0.893
	0.20%	0.198	3	-	0.995	3	0.868
	0.50%	0.340	3	-	0.850	3	0.239
	0.80%	0.285	3	-	0.932	3	0.497
	1.10%	0.243	3	-	0.972	3	0.679
Resistencia a los 14 días	Patrón	0.200	3	-	0.995	3	0.860
	0.20%	0.316	3	-	0.889	3	0.352
	0.50%	0.304	3	-	0.907	3	0.407
	0.80%	0.197	3	-	0.996	3	0.872
	1.10%	0.204	3	-	0.993	3	0.843
Resistencia a los 28 días	Patrón	0.324	3	-	0.877	3	0.315
	0.20%	0.185	3	-	0.998	3	0.922
	0.50%	0.307	3	-	0.903	3	0.395
	0.80%	0.201	3	-	0.994	3	0.856
	1.10%	0.276	3	-	0.942	3	0.537

**Fuente:** Propia.

Los resultados muestran un nivel de significancia de la prueba mayor al 0.05 nivel de significancia en el estudio, lo que indica que las variables en estudio tienen distribución normal.

**Tabla 57.** Resultados de la prueba ANOVA tracción indirecta.

		Suma de cuadrados	gl	Media cuadrática	F	Sig.
Resistencia a los 7 días	Entre grupos	4.101	4	1.025	23.208	0.000
	Dentro de grupos	0.442	10	0.044		
	Total	4.543	14			
Resistencia a los 14 días	Entre grupos	7.027	4	1.757	29.956	0.000
	Dentro de grupos	0.586	10	0.059		
	Total	7.614	14			
Resistencia a los 28 días	Entre grupos	12.403	4	3.101	34.681	0.000
	Dentro de grupos	0.894	10	0.089		
	Total	13.297	14			

**Fuente:** Propia.

El análisis de varianza para la resistencia a la compresión muestra que según la aplicación de la adición de fibra de acero reciclado estadísticamente son diferentes para los días que se consideró la prueba, esto debido a que la Significancia de la prueba es menor al nivel de significancia del estudio que es el 0.05, para todos los casos.

Resultados de la prueba post hoc de TUKEY en los 7 días de la resistencia a la tracción indirecta donde vemos la comparación de la normalidad de resultados promedios.

**Tabla 58.** Resistencia a la tracción indirecta a los 7 días.

Adición de fibra reciclado de neumáticos	N	Subconjunto para alfa = 0.05			
		1	2	3	4
Patrón	3	17.0300			
0.20%	3		17.7400		
0.50%	3		17.9167	17.9167	
0.80%	3			18.3133	18.3133
1.10%	3				18.5433

**Fuente:** Propia.

Resultados de la prueba post hoc de TUKEY en los 14 días de la resistencia a la tracción indirecta donde vemos la comparación de la normalidad de resultados promedios.



**Tabla 59.** Resistencia a la tracción indirecta a los 14 días.

Adición de fibra reciclado de neumáticos	N	Subconjunto para alfa = 0.05			
		1	2	3	4
Patrón	3	19.6667			
0.20%	3		20.8033		
0.50%	3		20.9800	20.9800	
0.80%	3			21.4533	21.4533
1.10%	3				21.6067

**Fuente:** Propia.

Resultados de la prueba post hoc de TUKEY en los 28 días de la resistencia a la tracción indirecta donde vemos la comparación de la normalidad de resultados promedios.

**Tabla 60.** Resistencia a la tracción indirecta a los 28 días.

Adición de fibra reciclado de neumáticos	N	Subconjunto para alfa = 0.05		
		1	2	3
Patrón	3	27.7800		
0.20%	3		29.2967	
0.50%	3		29.6500	29.6500
0.80%	3			30.1500
1.10%	3			30.3400

**Fuente:** Propia.

El análisis de post hoc de TUKEY para la resistencia a la tracción indirecta muestra que según la aplicación de la adición de fibra de acero reciclado estadísticamente son diferentes.

## Comprobación de Hipótesis

### Hipótesis Especifica 3.

#### a. Planteamiento de Hipótesis

$H_0: \mu_C = \mu_E$  [El uso de las virutas reciclado plastificado no incidirá en la tracción indirecta en pavimentos urbanos]

$H_1: \mu_C \leq \mu_E$  [El uso de las virutas reciclado plastificado incidirá en la tracción indirecta en pavimentos urbanos]

#### b. Nivel de Significancia

$\alpha = 0,05$ ; Nivel de error del 5% y 95% de confianza en la investigación.

### c. Prueba Estadística:

**Tabla 61.** Prueba estadística para tracción indirecta

Muestra	N	Media	Desv. Desviación	95% de confianza		Mínimo	Máximo
				L. inferior	L. Superior		
Patrón	3	27.7800	0.51798	26.49327	29.0667	27.40	28.37
0.20%	3	29.2967	0.35529	28.41407	30.1793	28.95	29.66
0.50%	3	29.6500	0.19468	29.16639	30.1336	29.43	29.80
0.80%	3	30.1500	0.11533	29.86352	30.4365	30.04	30.27
1.10%	3	30.3400	0.03606	30.25043	30.4296	30.30	30.37
Total	15	29.4433	0.97457	28.90364	29.9830	27.40	30.37

*Fuente: Propia.*

### d. Decisión

De la evaluación con la prueba ANOVA y TUKEY se puede afirmar, que existe evidencia suficiente para determinar que la adición fibra de acero plastificado mejorara la resistencia a la tracción indirecta en pavimentos urbanos, en comparación a las muestras sin adición. Además es válido afirmar según los resultados que el concreto patrón, tiene una resistencia menor a lo resultados obtenidos al añadir fibra de acero plastificado en 0.20 %, 0.50%, 0.80% y 1.10%. De estos cuatro últimos el que muestra mayor resistencia a la tracción indirecta es el concreto con adición 1.10%.

Así mismo por lo obtenido en los resultados también se puede afirmar que la adición del 0.20% mejoro en 5.46% luego fue progresivo la mejora en un 1.80% a partir de la adición de 0.80% de fibra de acero plastificado aumento en un 0.68% a la resistencia a la tracción en los especímenes de concreto ensayados.

### Módulo de elasticidad

Como veremos en la siguiente tabla se realizó la prueba de normalidad para el ensayo de módulo de elasticidad de acuerdo a la estadística inferencial.

**Tabla 62.** Prueba de normalidad para módulo de elasticidad.

Adición de fibra reciclado de neumáticos		Kolmogórov-Smirnov			Shapiro-Wilk		
		Estadístico	gl	Sig.	Estadístico	gl	Sig.
Resistencia a los 28 días	Patrón	0.176	3	-	1.000	3	0.985
	0.20%	0.334	3	-	0.860	3	0.268
	0.50%	0.362	3	-	0.804	3	0.123
	0.80%	0.276	3	-	0.942	3	0.537
	1.10%	0.305	3	-	0.907	3	0.407

*Fuente: Propia.*

Los resultados muestran un nivel de significancia de la prueba mayor al 0.05 nivel de significancia en el estudio, lo que indica que las variables en estudio tienen distribución normal.

**Tabla 63.** Resultados de la prueba ANOVA módulo de elasticidad

	Suma de cuadrados	gl	Media cuadrática	F	Sig.
Entre grupos	3348605859.74	4	837151464.94	31.868	0.000
Dentro de grupos	262690208.71	10	26269020.87		
Total	3611296068.46	14			

**Fuente:** Propia.

El análisis de varianza para la resistencia a la compresión muestra que según la aplicación de la adición de fibra de acero reciclado estadísticamente son diferentes para los días que se consideró la prueba, esto debido a que la Significancia de la prueba es menor al nivel de significancia del estudio que es el 0.05, para todos los casos.

Resultados de la prueba post hoc de TUKEY del módulo de elasticidad a los 28 días, como vemos en la siguiente tabla:

**Tabla 64.** Módulo de elasticidad a los 28 días.

Adición de fibra reciclado de neumáticos	N	Subconjunto para alfa = 0.05		
		1	2	3
Patrón	3	210245.7467		
0.20%	3		234614.4800	
0.50%	3		242257.3333	242257.3333
0.80%	3			249393.4367
1.10%	3			251680.6567

**Fuente:** Propia.

El análisis de post hoc de TUKEY para la resistencia a la tracción indirecta muestra que según la aplicación de la adición de fibra de acero reciclado estadísticamente son diferentes.

## Comprobación de Hipótesis

### Hipótesis Específica 4.

#### a. Planteamiento de Hipótesis

$H_0: \mu_C = \mu_E$  [El uso de las fibras de acero reciclado plastificado no incidirá en el módulo de elasticidad en pavimentos urbanos]

$H_1: \mu_C \leq \mu_E$  [El uso de las fibras de acero reciclado plastificado incidirá en el módulo de elasticidad en pavimentos urbanos]

**b. Nivel de Significancia**

$\alpha = 0,05$ ; Nivel de error del 5% y 95% de confianza en la investigación.

**c. Prueba Estadística:**

**Tabla 65.** Prueba estadística modulo de elasticidad.

	N	Media	Desv. Desviación	95% de confianza		Mínimo	Máximo
				L. inferior	L. superior		
Patrón	3	210245.7467	8179.24158	189927.3842	230564.1091	202029.00	218386.96
0.20%	3	234614.4800	4318.30944	223887.2047	245341.7553	231542.78	239551.99
0.50%	3	242257.3333	386.31995	241297.6614	243217.0053	242009.86	242702.49
0.80%	3	249393.4367	6207.65962	233972.7553	264814.1180	244228.01	256280.08
1.10%	3	251680.6567	2667.02720	245055.3938	258305.9195	249612.00	254690.72
Total	15	237638.3307	16060.81315	228744.1488	246532.5125	202029.00	256280.08

**Fuente:** Propia.

**d. Decisión**

De la evaluación con la prueba ANOVA y TUKEY se puede afirmar, que existe evidencia suficiente para determinar que la adición fibra de acero plastificado mejorara el módulo de elasticidad del concreto en pavimentos urbanos, en comparación a las muestras sin adición. Además, es válido afirmar según los resultados que el concreto patrón, tiene una resistencia menor a lo resultados obtenidos al añadir fibra de acero plastificado en 0.20 %, 0.50%, 0.80% y 1.10%. De estos cuatro últimos el que muestra mayor resistencia a la compresión es el concreto con adición 1.10%.

Así mismo por lo obtenido en los resultados también se puede afirmar que la adición del 0.20% mejoro en 11.59% luego fue progresivo la mejora en un 3.51% a partir de la adición de 0.80%, con la adición de 1.10% se obtuvo un incremento de módulo de elasticidad de 1.06% de las briquetas ensayadas.

## V. DISCUSIÓN

De acuerdo a los resultados obtenidos en comparación del concreto patrón y el concreto adicionado con los porcentajes de virutas de acero reciclado de neumáticos en desuso con plastificante de policarboxilato, muestra una diferencia en el asentamiento y al incorporar una adición del 0.8% de viruta de acero reciclado de neumático en desuso se observó que tuvo un mejor comportamiento en la adherencia y fluidez, en comparación a los de 0.2%, 0.5% y 1.10% de adición. Sin embargo, en la tesis de (CANDO LARA, 2016) que se presentó mejor adherencia en respecto al hormigón en 0.42% y que el hormigón de fibra reciclada presenta un aumento de 42.45 % de un mejor comportamiento. Según lo expuesto por (CORDOVA, y otros, 2019), mencionan haber elaborado especímenes de concreto con añadidura de viruta en acero reciclado con tamaños de 5 cm para simular el tamaño de aceros de fibra comercial y que la recolección de estas virutas no presentó ningún inconveniente y fueron fáciles de manipularlas mas no en darle la fluidez ya que presento asentamientos muy bajos para un concreto reforzado. En cambio, nosotros en nuestro proyecto optamos por el corte de 3 a 3.5 cm de longitud fibra de acero dándonos una mejor trabajabilidad y fluidez y que no afecta la resistencia del concreto.

Compresión:

En cuanto a los resultados obtenidos a compresión del concreto en la tesis (CORDOVA, y otros, 2019) ellos analizaron y compararon en su proyecto de investigación en cuanto a proporciones y porcentajes de adición trabajaron en 0.5%, 1.0% y 1.5% respecto al agregado fino de la mezcla y realizaron sus prueba de asentamiento en el cono de Abraham teniendo como resultados de asentamiento en 1.88", 1.46" 1.22" y 1" , con estos asentamiento llegaron a la conclusión que no tuvieron trabajabilidad del concreto al hacer la incorporación de los porcentajes de adición de fibra de acero reciclado. Sin embargo, en nuestro proyecto de investigación los porcentajes q usamos fue del 0.2%, 0.5%, 0.8% y 1.10% se obtuvo como resultados el 6",4",4", 4"y 4" respectivamente teniendo mayor trabajabilidad gracias al adición de policarboxilato que trabajo como plastificante para darle fluidez. Además que en la misma tesis de Córdova en su ensayo a compresión llegaron a un resultado de resistencias de en la muestra patrón de 302 kg/cm<sup>2</sup>, en el 0.5% al 288 kg/cm<sup>2</sup>, 1.0% en 273 kg/cm<sup>2</sup>

y 1.5% en 259 kg/cm<sup>2</sup>, llegando a conclusión con estos resultado que a mayor porcentaje de adición de fibra de acero su resistencia disminuya , en cambio nosotros llegamos a la conclusión que a mayor adición de fibra de acero la resistencia sigue aumentado como en el 1.1.0% a los 28 días llego aun resistencia de 231.68 que comparación de sus resultado anteriores en menor que pudo a ver sido por las calidades del agregado o el lugar de elaboración en nuestro caso fue Juliaca y está en una ciudad presenta temperaturas baja casi todo el año. Sin embargo, en otro proyecto de investigación donde evalúan de la adición de fibra de acero y plastificante en la resistencia a la compresión del concreto convencional en Trujillo (CASTAÑEDA, 2018), en su edad de curado máximo que es 28 días tuvo una resistencia a la compresión de 238.90 kg/cm<sup>2</sup>, porcentajes casi similares a los que nosotros hayamos a diferencia de la otra investigación.

Flexión:

Los resultados obtenidos para ensayo de resistencia a flexión que obtuvimos en nuestro proyecto fueron óptimos al 1.10% donde llego a 36.49 kg/cm<sup>2</sup> que representa el 114.61% respecto a la muestra patrón con policarboxilato como plastificante. Sin embargo, en la tesis de (CORDOVA, y otros, 2019) con sus resultados determinaron que en su porcentaje más óptimo fue el 1.5% donde llego a una resistencia de 49 kg/cm<sup>2</sup> a sus 28 días de curado. De la misma manera en el proyecto de investigación de (VEGA, 2020), en un porcentaje de adición de 1.3% de adición de fibra mejoro en 40.60 kg/cm<sup>2</sup> que fue adición de fibra a comparación de su muestra patrón que fue de 36.90 kg/cm<sup>2</sup>. Estas variaciones que observamos según la tesis de (RAFAEL, y otros, 2020) , indica que el tamaño de fibras de acero y como las proporciones añadidas influyen en este ensayo de resistencia a flexión ya que ellos evaluaron una comparativa de fibra de acero reciclado con una comercial dándoles como un resultado similar el uso de ambos, pero la diferencia en sus resultados fue el tamaño de fibras en este casi utilizaron de diámetro de 2.5 a 3.00 cm y en ala adición de 1.0% que fue el óptimo donde obtuvo a los 28 días un módulo de rotura de 4.84 Mpa a 4.93 Mpa.

Tracción Indirecta:

En lo referido a la resistencia a la tracción del concreto se obtuvo un esfuerzo a la tracción óptima de 30.34 kg/cm<sup>2</sup> a los 28 días añadiendo viruta de acero reciclado de neumáticos en uso con plastificante de policarboxilato en un 1.10% respecto al metro cúbico, aumentando así un esfuerzo a la tracción de nuestro concreto patrón en un 9.22 %. Además la resistencia a la tracción superan las exceptivas a los 14 días llegando en un promedio a un esfuerzo a la tracción de 8.46 % de las resistencias de diseño. Así mismo (VEGA, 2020). Concluyo que la fibra es mejora positivamente en la resistencia a la tracción indirecta a los 28 días en porcentajes de 0.8%, 1.1% y 1.4% por lo que a los 0.8% llego a un 46.40 kg/cm<sup>2</sup> que realizo los ensayos de probetas de hormigón virutas de acero llegando a la conclusión que la resistencia a compresión y tracción aumenta en comparación con el hormigón normal. Del mismo modo el proyecto de investigación de (CORDOVA, y otros, 2019) en su porcentaje de adición de 1.10% que es el más similar a nuestra propuesta llego a una resistencia máxima de 43.00 kg/cm<sup>2</sup> a los 28 días, que también concluye a mayor adición de fibra observa mejoras y buenos resultados

Módulo de Elasticidad:

Respecto al resultado del módulo de elasticidad (GUITIERREZ, y otros, 2021) hace un comparativo dando un resultado que el porcentaje de diferencia varia significativamente entre 40- 100%, teniendo como resultado máximo en el módulo de elasticidad 46.38 Gpa a los 7 días y a los 28 días un 27.61 Gpa con aditivo. Además de tener los resultados en otra investigación de grado de (BARRUETO, y otros, 2021) obtuvo el módulo de elasticidad de acuerdo a la compresión, siendo 2.9% mayor al concreto tradicional con un módulo de elasticidad de 285953.9008 kg/cm<sup>2</sup>. A comparación de estos antecedentes los datos obtenidos en nuestro proyecto de investigación obtuvimos una mejor resistencia a los 1.1% que su nuestra adición máximo con un 251680.66 kg/cm<sup>2</sup> que representa el 19.70% con respecto a la muestra patrón corroborando así nuestra conclusión de que a mayor adición de fibra de acero aumenta la resistencia en el ensayo de módulo de elasticidad.

Costo – Beneficio:

Realizando una comparación de precios de costo de metro cúbico de concreto en materiales del diseño con óptimo de viruta de acero y en diseño de mezcla

convencional, existe un incremento de S/ 86.25 al 1.10% de adición en comparación del concreto patrón que fue S/ 435.76 este incremento se debe a la adición del plastificantes y teniendo en cuenta que es un cálculo para un rendimiento de 20 m<sup>3</sup> de concreto; obteniendo así un beneficio ya que al añadir la viruta de acero reciclado a la mezcla mejora las propiedades mecánicas del concreto. Sin embargo, en la tesis de (CORNEJO, 2019), haciendo un cálculo por m<sup>3</sup> en una adición de 5% de caucho reciclado respecto a su concreto patrón fue de S/ 259.89 al 5% y en un concreto patrón de S/ 238.42, estas diferencias influyen el año de la cotización de materiales y mano de obra ya que esta investigación fue del año 2019.

## **VI. CONCLUSIONES**

- Del resultado alcanzado respecto a la resistencia a la compresión podemos afianzar que la adición de fibra de acero reciclado plastificado mejora la resistencia en pavimentos urbanos, en comparación a las muestras sin adición o muestra patrón, en los resultados obtenidos podemos afirmar que a un 1.10% es donde llego a su mejor resistencia, además que se obtuvo al 0.20% mejoró en 4.61% hasta en el 1.10% en un 100.32% respecto al patrón.
- Del resultado alcanzado respecto a la resistencia a la flexión aplicado en vigas de concreto podemos afianzar que el concreto que tiene mejor resultado con la adición de fibra de acero reciclado de neumáticos plastificado de 0.02%, 0.50%, 0.80% y 1.10%. De los ya mencionados podemos decir que el espécimen de viga de concreto con un mayor esfuerzo de flexión al ser ensayado respecto a los otros es el concreto con adición de 1.10 %, esto se puede observar en sus resultados a los 7,14 y 18 días de curado del espécimen. Así también es correcto afirmar de los resultados que el concreto patrón, tiene una resistencia menor a lo resultados obtenidos al añadir fibra de acero plastificado en 0.20 %, 0.50%, 0.80% y 1.10%. De estos cuatro últimos el que muestra mayor resistencia a la flexión es el concreto con adición 1.10%. Así mismo es correcto avalar que mejoro en 6.58% en las muestras patrón hasta un 111.37% a los 28 días con respecto a la muestra patrón.



- Del resultado alcanzado respecto a la resistencia de tracción indirecta podemos decir que el concreto patrón tiene una resistencia menor a los resultados con adición de fibras de acero reciclado de neumáticos al 0.20 %, 0.50%, 0.80% y 1.10%. De los cuales el espécimen de concreto cilíndrico que presenta una mayor resistencia a la tracción indirecta en los ensayos presentados es el 1.10% de adición de fibra de acero reciclado plastificado de neumáticos en desuso. Además, que presento un 109.22% de resistencia máxima respecto al patrón presentado un aumento de 9.22% al resto de especímenes con adición.
- Del resultado alcanzado respecto a al módulo de elasticidad se puede afirmar, que existe evidencia suficiente para determinar que la adición fibra de acero plastificado mejorara el módulo de elasticidad del concreto en pavimentos urbanos, en comparación a las muestras sin adición. Además, es válido afirmar según los resultados que el concreto patrón, tiene una resistencia menor a lo resultados obtenidos al añadir fibra de acero plastificado en 0.20 %, 0.50%, 0.80% y 1.10%. De estos cuatro últimos el que muestra mayor resistencia a la compresión es el concreto con adición 1.10%. Así mismo por lo obtenido en los resultados también se puede afirmar que la adición del 0.20% mejoro en 11.59% luego fue progresivo la mejora en un 3.51% a partir de la adición de 0.80%, con la adición de 1.10% se obtuvo un incremento de módulo de elasticidad de 1.06% de las briquetas ensayadas.
- Del resultado obtenido al realizar el análisis de costo unitario podemos afirmar que le incremento que se dio en un rendimiento de 20 m<sup>3</sup> por día representa un 9.87% del 0.2% respecto al patrón, además lo importante a recalcar es que con este planteamiento y análisis se presenta un modelo del cual se puede optarla reutilización de los neumáticos que son contaminantes , así mismo se presentó un planteamiento de diseño de pavimento urbano donde se puede afirmar que funciona este tipo de tratamiento al concreto.
- Además, es importantes resaltar el uso del programa SPSS para la presente investigación el empleo de ANOVA y TUKEY que son factores que mostraron que nuestras muestras sean normal, homogéneas y

demonstraron que son datos verídicos los presentados en el trabajo de investigación.

## **VII. RECOMENDACIONES**

- Para posteriores ensayos a compresión se recomienda hacer ensayos para porcentajes mayores a 1.10% de fibras de acero reciclado a fin de comprobar el comportamiento del concreto, ya que se pudo observar que se tuvieron mejoras respecto al concreto patrón en climas alto andinos.
- Se recomienda investigar la durabilidad y módulo de rotura del concreto con la adición de fibra de acero reciclado cuando son expuestas al ambiente natural de la obra. Considerar el uso de la fibra de acero reciclado con policarboxilato, ya que los resultados obtenidos dieron mejoras respecto al concreto convencional en todos los ensayos experimentales realizados. Por lo tanto, se recomienda utilizarlos en obras de pavimentos rígidos que estén sometidas a un alto tránsito vehicular, para brindarle mayor resistencia frente a los esfuerzos de flexión.
- Para mejores resultados del ensayo a ensayos a tracción indirecta hacer uso de aditivos como incorporadores de aire o acelerantes de fragua ya que la ciudad de Juliaca se encuentra a una altitud de 3825m.s.n.m.
- Para futuras investigaciones de módulo de elasticidad del concreto se recomienda realizar una investigación con diferentes canteras de la ciudad de Juliaca, ya que se evaluó con la cantera Isla. Para así poder utilizar agregados que se encuentren dentro de los parámetros del diseño de mezclas.
- Realizar un estudio de diseño de pavimentos con adición de fibra de acero reciclado evaluando los espesores del pavimento rígido aplicados en la ciudad de Juliaca. Se recomienda el uso de fibra de acero ya que es económicamente viable y ecoamigable con el medio ambiente.
- Para la extracción de la fibra de acero reciclado usar prensas hidráulicas y cortadoras mecánicas para una mejor seguridad y eficacia, utilizar siempre lentes y guantes de seguridad para evitar cortes y punzonamientos en las manos.

## REFERENCIAS

**ASTM C496/C496M. 2017.** *Standard Test Method for Splitting Tensile Strength of Cylindrical Concrete Specimens.* 2017.

*Análisis esfuerzo-deformación de concreto reforzado con fibras metálicas y polímeros.* **CAMPOY, Noé, y otros. 2020.** 1, Mexico DF : s.n., 19 de setiembre de 2020, Ingeniería Investigación y Tecnología, Vol. 12.

**ANTÓN, A. 2018.** *Influencia de las fibras de acero en el concreto para pavimentos rígidos.* Universidad Cesar Vallejo. Lima : s.n., 2018. Tesis Pregrado.

**ARIAS, F. 2018.** *El proyecto de investigación, introducción a la metodología científica.* Venezuela : Caracas, 2018.

**ASTM C1064/C1064M. 2017.** *Standard Test Method for Temperature of Freshly Mixed Hydraulic-Cement Concrete.* 2017.

**ASTM C138 / C138M. 2017.** *Standard Test Method for Density (Unit Weight), Yield, and Air Content (Gravimetric) of Concrete.* 2017.

**ASTM C39 / C39M. 2020.** *Método de prueba estándar para Resistencia a la compresión de probetas cilíndricas de hormigón.* 2020.

**ASTM C78/C78M. 2021.** *Standard Test Method for Flexural Strength of Concrete (Using Simple Beam with Third-Point Loading.* 2021.

**ASTM C94.** *Método Estándar de Ensayo para módulo de elast módulo de elasticidad estát icidad estático y relación de  $\nu$  relación de poisson del concreto en del concreto en compresión.*

**BAENA, Guillermina. 2017.** *Metodología de la investigación.* Mexico : Patria, 2017.

**BARRUETO, Darlin y MONSEFU, Junior. 2021.** *Analisis comparativo entre concreto tradiiconal y concreto con fibra de acero mas superplastificante, para la contruccion de viciendas en Trujillo.* Trujillo : s.n., 2021.

**CANDO LARA, Luis Fernando. 2016.** *Analisis de las propiedades fisicas y mecanicas del hormigon elaborado con fibras de acero reciclado.* Quito : s.n., 2016.

**CASTAÑEDA, Raul. 2018.** *Influencia de la adicion de fibra de acero y plastificante en la resistencia a la compresion del concreto convencional trujillo-2018.* Lima : s.n., 2018.

*Caucho reciclado en la resistencia a la compresion y flexion de concreto modificado con aditivo plastificante.* **FARFAN, M. y LEONARDO, E. 2018.** [ed.] Universidad Cesar Vallejo. Trujillo : s.n., 2018, Ingeniería de Construcción, Vol. 33.

**CHAHUA, J. 2018.** *Influencia de la adición de fibras de acero en las propiedades del concreto empleado para pavimentos en la construcción de pistas en la ciudad de Puno-Puno.* Universidad Nacional del Altiplano. Puno : s.n., 2018. Tesis.

*Comparative study on performance of manufactured steel fiber and shredded tire recycled steel fiber reinforced self-consolidating concrete.* **SIMALTI, A. y SINGH, A. P.** 2021. 121102, s.l. : Elsevier, 2021, Construction and Building Materials, Vol. 266.

*Comparison of some Fresh and Hardened Properties of Self-Consolidating Concrete Composites Containing Rubber and Steel Fibers Recovered from Waste Tires.* **BENSACI, H., MENADI, B. y KENAI, S.** 2019. 2019, Nano Hybrids and Composites.

*Comparison of the mechanical characteristics of engineered and waste steel fiber used as reinforcement for concrete.* **DOMSKI, J., y otros.** 2017. 2017, Journal of Cleaner Production, Vol. Volume 158, págs. 18-28.

*Comportamiento mecánico de un concreto fluido adicionado con ceniza de cascarilla de arroz (cca) y reforzado con fibras de acero.* **ROBAYO, R, MATTEY, P y DELVASTO, S.** 2016. 2, Santiago : s.n., 2016, Revista de la Construcción, Vol. 12.

*Concrete Reinforced with Recycled Steel Fibers from End of Life Tires: Mix-Design and Application.* **CENTONZE, G, y otros.** 2016. Suiza : s.n., 2016, Key Engineering Materials.

*Concrete Reinforced with Recycled Steel Fibers from End of Life Tires: Mix-Design and Application.* **CENTONZE, G, y otros.** 2016. Suiza : s.n., 2016, Key Engineering Materials.

**CORDOVA, Danna y TURPO, Erika.** 2019. *Efecto de la adición de fibras de acero reciclado en las propiedades mecánicas a compresión, tracción y flexión del concreto  $F'c=210$  kg/cm<sup>2</sup>, Lima 2019.* Lima : s.n., 2019.

**CORNEJO, Jorge.** 2019. *Análisis comparativo de magnitud de las características físico mecánicas y costos de materiales de un concreto con adición de viruta de caucho reciclado en porcentajes de 5.7,5 y 10% del agregado fino respecto al concreto patrón  $F'c=210$  kg/cm<sup>2</sup>.* Cusco : s.n., 2019.

**DuocUC, Bibliotecas.** 2018. Centro de Recurso para el Aprendizaje y la Investigación. *Centro de Recurso para el Aprendizaje y la Investigación.* [En línea] 2018. [Citado el: 16 de Mayo de 2021.] <http://www.duoc.cl>. UC.

*Efecto del uso de vidrio reciclado en el diseño de concreto.* **TERRONES, L., y otros.** 2022. 2022, Universidad y Sociedad.

*Effects of steel fibres on fresh and hardened properties of cement concrete.* **ALI, S., y otros.** 2020. [ed.] Sciendo. 3, Warsaw : s.n., 2020, Civil and Environmental Engineering Reports, Vol. 30.

**GUITIERREZ, Humberto y PORTILLA, Jeahn.** 2021. *Análisis del módulo de elasticidad dinámico para concreto  $F'c=280$  kg/cm<sup>2</sup> adicionando fibras de acero trefilado al 1.5%, 3% y 4.5%.* Trujillo : s.n., 2021.

**HERNANDEZ, R, FERNANDEZ, C y BAPTISTA, LUCIO.** 2019. *Metodología de la investigación.* Mexico DF : McGraw-Hill, 2019.

**HERNANDEZ-SAMPIERI, R y MENDOZA, C. 2018.** *Metodología de la investigación. Las rutas cuantitativa, cualitativa y mixta.* Mexico DF : Mc Graw Hill Education, 2018.

—. **2018.** *Metodología de la investigación. Las rutas cuantitativa, cualitativa y mixta.* Mexico DF : Mc Graw Hill Education, 2018.

*Impact resistance of steel fiber reinforced concrete in cold temperatures.* **ZAKI, R. A., ABDELALHEEM, B. H. y HASSAN, A. 2021.** Oxford : Elsevier SCI Ltd, 2021, Cement and Concrete Composites, Vol. 122.

**Manual de Carreteras especificaciones tecnicas generales para la construccion. 2015.** *Manual de Carreteras especificaciones tecnicas generales para la construccion.* Lima : s.n., 2015.

**Manual de carreteras suelos, geología, geotecnia y pavimentos. 2014.** *Manual de carreteras suelos, geología, geotecnia y pavimentos.* Lima : s.n., 2014.

*Mechanical performance of concrete made of steel fibers from tire waste.* **SAMARAKOON, S., y otros. 2019.** Amsterdam : Elsevier , 2019, Case Studies in Construction Materials, Vol. 11, pág. 259.

*Mechanical performance of self-compacting concrete reinforced with steel fibers.* **KHALOO, A., y otros. 2014.** 2014, Construction and Building Materials, Vol. Volume 51.

*Mechanical properties of fibre reinforced concrete with recycled fibres. , 198, 323–331.* **GRZYMSKI, F., MUSIAŁ, M. y TRAPKO, T. 2019.** 2019, Construction and Building Materials.

*Mechanical Properties of Recycled Aggregate Concrete With Steel Finer: A Review.* **S., Ashtar y AL-Luhybi. 2019.** Irak : s.n., 2019, Tikrit Journal of Engineering Sciences.

*Mejora de la sostenibilidad y el comportamiento en servicio de estructuras de hormigón mediante el uso de fibras metálicas recicladas.* **GROLII, Giancarlo y PEREZ, Alejandro. 2017.** 286, Madrid : s.n., 30 de agosto de 2017, Hormigón y Acero, Vol. 69, págs. 223-233.

**MINAM. 2018.** *En el Perú solo se recicla el 1.9% del total de residuos sólidos reaprovechables.* Lima. Lima : s.n., 2018.

**MOYA, J. y LARA, L. 2019.** *Análisis de las prioridades físicas y mecánicas del hormigón elaborado con fibras de acero reciclado.* 2019.

*On the mechanical response of hybrid fiber reinforced concrete with recycled and industrial steel fibers.* **CAGGIANO, A., y otros. 2017.** Amsterdam : Elsevier, 2017, Construction and Building Materials, Vol. 147, págs. 286-295.

*Performace of scrap tire steel fibers in OPC and alkali - activated mortars.* **ONUAGULUCHI, Obinna, y otros. 2017.** Vancouver : s.n., 15 de Marzo de 2017, Materials and structures, pág. 10.

**QUISPE GUEVARA, Javier Orlando. 2021.** *Evaluación de las propiedades físicas y mecánicas de un concreto convencional, con aditivos superplastificantes de las marcas, Sika, Chema y Z aditivos.* 2021.

**RAFAEL, Brayan y REYNAL, Abel. 2020.** *Influencia De Las Fibras De Acero Reciclado Y Comercial Sobre Las Propiedades Mecánicas Del Concreto F'c=210 Kg/Cm2.* UNIVERSIDAD PRIVADA DEL NORTE. Trujillo : Tesis pregrado, 2020.

*Recycled Fibers in Reinforced Concrete: a systematic literature review.* **MERLI, Roberto, y otros. 2019.** 2019, Journal of Cleaner Production, pág. 39.

**Reglamento Nacional de Edificaciones. 2021.** *Reglamento Nacional de Edificaciones.* Lima : Megabyte, 2021.

**Sampieri, Roberto Hernandez. 2018.** *Metodología De La Investigacion.* Mexico : Editorial Mexicana, 2018.

**SHETTY, M. y JAIN, A. 2019.** *Concrete Technology (Theory and Practice).* s.l. : 8e. S. Chand Publishing., 2019.

*The effect of initial strength of concrete wastes on the fresh and hardened properties of recycled concrete reinforced with recycled steel fibers.* 1242. **SAHRAEI, A., OMIDINASAB, F. y ABDALIKIA, M. 2021.** 2021, Construction and Building Materials, pág. 300.

*The recent progress of recycled steel fiber reinforced concrete.* **K.M., Liew y Aklar, Arslan. 2020.** 2020, Construction and Building Materials, Vol. Volume 232.

— **Liew, k. y Akbar, A. 2020.** 2020, Construction and Building Materials, pág. 232.

**TORIBIO, DEIVID y UGAZ, JUNIOR. 2021.** *Evaluación Del Concreto Reforzado Con Fibras De Acero Recicladas Para Mejorar Las Propiedades De Un Pavimento Rígido.* UNIVERSIDAD SAN MARTIN DE PORRES. Lima : Tesis Pregrado, 2021.

*Use of silica fume and recycled steel fibers in self-compacting concrete (SCC).* **MASTALI, M y DALVAND, A. 2016.** Portugal : s.n., 2016, Construction and Building Materials.

*Utilización de la ceniza volante en la dosificación del concreto como sustituto del cemento.* **HUAQUISTO, Samuel y BELIZARIO, German. 2018.** 2, Puno : s.n., 2018, Revista de Investigaciones Altoandinas, Vol. 20, pág. 228.

**VASQUEZ, Julio. 2018.** *Incremento De La Resistencia Flexional Del Concreto Mediante La Aplicación De Fibras De Acero De Neumáticos Reciclados En La Ciudad De Lima 2018.* UNIVERSIDAD CESAR VALLEJO. Lima : Tesis, 2018.

**VEGA, Diego. 2020.** *Mejoramiento de las propiedades mecánicas del concreto con fibra de acero para pavimento rígido.* Universidad Cesar Vallejo. Lima : s.n., 2020. Tesis de Pregrado.

*Waste tires steel fiber in concrete: a review.* **AWOLUSI, T., y otros. 2020.** 2020, Innovative Infrastructure Solutions.

## Anexo 1. Matriz de Consistencia

TÍTULO: "Influencia del uso de fibra de acero reciclado plastificado en las propiedades mecánicas y costos del concreto en pavimentos urbanos, Región Puno – Año 2021"

PROBLEMA GENERAL	OBJETIVO GENERAL	HIPÓTESIS GENERAL	VARIABLES	DIMENSIONES	INDICADORES	INSTRUMENTO
¿Cuál es la influencia del uso de fibra de acero reciclado plastificado en las propiedades mecánicas y costo del concreto en pavimentos urbanos, región puno - año 2021?	Determinar la influencia del uso de fibra de acero reciclado plastificado en las propiedades mecánicas y costos del concreto en pavimentos urbanos, región Puno - Año 2021.	La influencia del uso fibras de acero reciclado mejorara las propiedades mecánicas y de costo en pavimentos urbanos, región Puno - Año 2021.	<b>INDEPENDIENTE</b>	Dosificación	0.20% de filamentos de acero de neumáticos reciclados	Balanza digital de medición
			Adición de filamentos de acero de neumáticos reciclados con plastificante.		0.50% de filamentos de acero de neumáticos reciclados	
					0.80% de filamentos de acero de neumáticos reciclados	
					1.10% de filamentos de acero de neumáticos reciclados	
<b>PROBLEMAS ESPECÍFICOS</b> ¿Cuál es la influencia del uso de fibra de acero reciclado plastificado en las resistencia a la compresión en pavimentos urbanos?	<b>OBJETIVOS ESPECÍFICOS</b> Calcular el mejoramiento del uso de fibra de acero reciclado plastificado en la resistencia a la compresión en pavimentos urbanos.	<b>HIPOTESIS ESPECÍFICOS</b> El mejoramiento del uso de fibra de acero reciclado plastificado mejorara la resistencia a la compresión en pavimentos urbanos.	<b>DEPENDENTE</b>	Propiedades mecánicas del concreto	resistencia a la compresión	Ensayo de Compresión. Norma ASTM-C39
¿Cuál es la influencia del uso de fibra de acero reciclado plastificado en la resistencia a la flexión en pavimentos urbanos?	Determinar el mejoramiento del uso de fibra de acero reciclado plastificado en la resistencia a la flexión en pavimentos urbanos.	El uso de las virutas reciclado plastificado incidirá en la resistencia a la flexión en pavimentos urbanos.	Concreto en pavimentos		resistencia a la flexión	Ensayo de Flexión. Norma ASTM-C78
¿Cómo influencia el uso de fibra de acero reciclado plastificado en la tracción indirecta en pavimentos urbanos?	Evaluar el mejoramiento del uso de fibra de acero reciclado plastificado de la tracción indirecta en pavimentos urbanos.	El uso de las virutas reciclado plastificado incidirá en la tracción indirecta en pavimentos urbanos.			tracción indirecta	Ensayo de Tracción por compresión diametral. Norma ASTM-C496
¿Cuánto, influenciara el uso de fibra de acero reciclado plastificado en el módulo de elasticidad en pavimentos urbanos?	Determinar el mejoramiento del uso de fibra de acero reciclado plastificado en el módulo de elasticidad en pavimentos urbanos.	El uso de las virutas reciclado plastificado incidirá en el módulo de elasticidad en pavimentos urbanos.			módulo de elasticidad	Ensayo de Módulo de Elasticidad. Norma ASTM-C469
¿Qué diferencias existen en relación de costo-beneficio del uso de fibra de acero reciclado plastificado en pavimentos urbanos?	Evaluar las diferencias entre la relación costo-beneficio en pavimentos urbanos.	El uso de la viruta reciclada plastificada influirá en relación costo-beneficio de un pavimento urbano.			costo-beneficio	Análisis Económico en Pavimento Rígido Urbano

## Anexo 2. Matriz de Operacionalización de Variables

**TÍTULO:** "Influencia del uso de fibra de acero reciclado plastificado en las propiedades mecánicas y costos del concreto en pavimentos urbanos, Región Puno – Año 2021"

VARIABLE DE LA INVESTIGACIÓN	DEFINICIÓN CONCEPTUAL	DEFINICIÓN OPERACIONAL	DIMENSIONES	INDICADORES	ESCALA	METODOLOGÍA
Adición de filamentos de acero de neumáticos reciclados con plastificante.	Son filamentos de acero discontinuos, que se utilizan de forma transversal o longitudinal extraídos de neumáticos desechados. Los filamentos de neumáticos reciclados se obtienen de los diferentes desechos de cambios de llantas sean reencauchadoras y otros depósitos de llantas. Este material debido a su ductilidad es fácil transformarlo en filamentos con cualquier diámetro partiendo de 0.025mm, además de poseer propiedades para la flexión, tracción, así como una alta conductividad térmica.	El alambre del neumático reciclado es moldeable, se estira y forma con relativa facilidad, debido a que es un metal suave, además resiste de buena manera a la corrosión y el calor es conducido de manera eficiente, este tiene un brillo metálico y es de color plateado, se le evalúa en base a su capacidad térmica, ductilidad, y la dosificación sobre el concreto.	Dosificación	0.20% de filamentos de acero de neumáticos reciclados	De razón	
				0.50% de filamentos de acero de neumáticos reciclados		
				0.80% de filamentos de acero de neumáticos reciclados		
				1.10% de filamentos de acero de neumáticos reciclados		
Concreto en Pavimentos	El comportamiento mecánico y físico son las propiedades más importantes del concreto en su etapa de concreto fresco como también en la sólida, estos son factores para determinar la capacidad de respuesta a los esfuerzos con los que tiene el concreto; en estas propiedades se cuenta con el fraguado, expansión, fluidez, densidad, consistencia, compresión, tracción y flexión. (TORIBIO, y otros, 2021)	Las propiedades mecánicas del concreto se ven representadas en el alcance de la resistencia para la cual fue elaborado este, es decir si se logró alcanzar la resistencia deseada. En la etapa de fraguado dependerá de diferentes factores los cuales son: trabajabilidad, peso unitario, durabilidad y contenido de aire, estos determinaran la consistencia, esta será analizada posteriormente de acuerdo a las pruebas de laboratorio, tanto de resistencia en tracción, compresión y en flexión. (TORIBIO, y otros, 2021)	Propiedades mecánicas del concreto	resistencia a la compresión	De razón	<b>Tipo de Investigación:</b> Aplicada <b>Nivel de Investigación:</b> Explicativo <b>Diseño de Investigación:</b> Experimental: Cuasi - Experimental <b>Enfoque:</b> Cuantitativo <b>Población:</b> Probetas de Concreto <b>Muestreo:</b> No aleatorio - se realizará los ensayos en todas las probetas de concreto <b>Técnica:</b> Realización de Ensayos de laboratorio e interpretación de resultados <b>Instrumentos de Investigación:</b> Fichas de toma de datos Equipos y herramientas de laboratorio Software de análisis de datos SPSS Y EXCEL
				resistencia a la flexión		
				tracción indirecta		
				módulo de elasticidad		
				costo-beneficio		



## Anexo 3. Instrumentos de recolección de datos

### CARTA DE PRESENTACIÓN

Mgtr. Maribel Sanomamani Cati

**Presente:**

**Asunto:** Validación de Instrumentos

Nos es muy grato comunicarle con usted para expresarle nuestro saludo y así mismo, hacer de su conocimiento que, siendo estudiantes de la UNIVERSIDAD CESAR VALLEJO, requerimos validar los instrumentos con los cuales recogeremos la información necesaria para poder desarrollar de nuestra investigación y con lo cual optaremos el Título de Ingeniería Civil.

El título de nuestro proyecto de investigación es: "INFLUENCIA DEL USO DE FIBRA DE ACERO RECICLADO PLASTIFICADO EN LAS PROPIEDADES MECÁNICAS Y COSTOS DEL CONCRETO EN PAVIMENTOS URBANOS, REGIÓN PUNO - AÑO 2021", y siendo imprescindible contar con la aprobación de docentes especializados para poder aplicar los instrumentos en mención, hemos considerado conveniente recurrir a usted, ante su connotada experiencia en temas educativos y/o investigación educativa.

El expediente de validación que le hacemos llegar contiene:

- Carta de presentación.
- Definiciones conceptuales de las variables y dimensiones.
- Matriz de operacionalización de la variable.
- Certificados de validez de contenido de instrumentos.

Expresándoles nuestros sentimientos de respeto y consideración nos despedimos de usted, no sin antes agradecerle por la atención que dispense a la presente.

  
Mgtr. Maribel Sanomamani Cati  
ESPECIALISTA EN GEOTECNIA Y CONCRETO  
CIP. 101579

**I. DATOS GENERALES**

Apellidos y nombres del experto: Sanomamani Cati, Maribel  
 Institución donde labora : Consortio Chaetani  
 Especialidad : Especialista en planeamiento y calidad en obra  
 Instrumento de evaluación : Contenido de humedad, Análisis granulométrico por Tamizado, Pesos Específicos de los Agregados Gruesos y Finos, Pesos Unitarios de los Agregados Gruesos y Finos, Compresión Simple, Tracción Indirecta, Flexión en Vigas y Modulo de elasticidad.  
 Autor del instrumento: Triple Geo

**II. ASPECTOS DE VALIDACIÓN**

MUY DEFICIENTE (1) DEFICIENTE (2) ACEPTABLE (3) BUENA (4) EXCELENTE (5)

CRITERIOS	INDICADORES	1	2	3	4	5
CLARIDAD	Los ítems están redactados con lenguaje apropiado y libre de ambigüedades acorde con los sujetos muestrales.				X	
OBJETIVIDAD	Las instrucciones y los ítems del instrumento permiten recoger la información objetiva sobre la variable: <b>Adición de filamentos de acero de neumáticos reciclados con plastificante</b> en todas sus dimensiones en indicadores conceptuales y operacionales.				X	
ACTUALIDAD	El instrumento demuestra vigencia acorde con el conocimiento científico, tecnológico, innovación y legal inherente a la variable: <b>Adición de filamentos de acero de neumáticos reciclados con plastificante</b>					X
ORGANIZACIÓN	Los ítems del instrumento reflejan organicidad lógica entre la definición operacional y conceptual respecto a la variable, de manera que permiten hacer inferencias en función a las hipótesis, problema y objetivos de la investigación.				X	
SUFICIENCIA	Los ítems del instrumento son suficientes en cantidad y calidad acorde con la variable, dimensiones e indicadores.				X	
INTENCIONALIDAD	Los ítems del instrumento son coherentes con el tipo de investigación y responden a los objetivos, hipótesis y variable de estudio.					X
CONSISTENCIA	La información que se recoja a través de los ítems del instrumento, permitirá analizar, describir y explicar la realidad, motivo de la investigación.					X
COHERENCIA	Los ítems del instrumento expresan relación con los indicadores de cada dimensión de la variable: <b>Adición de filamentos de acero de neumáticos reciclados con plastificante</b>					X
METODOLOGÍA	La relación entre la técnica y el instrumento propuestos responden al propósito de la investigación, desarrollo tecnológico e innovación.					X
PERTINENCIA	La redacción de los ítems concuerda con la escala valorativa del instrumento.				X	
<b>PUNTAJE TOTAL</b>						<b>45</b>

(Nota: Tener en cuenta que el instrumento es válido cuando se tiene un puntaje mínimo de 41; sin embargo, un puntaje menor al anterior se considera al instrumento no válido ni aplicable)

**III. OPINIÓN DE APLICABILIDAD**

Los instrumentos a usar son validos para el desarrollo de la investigación.

PROMEDIO DE VALORACIÓN:

**45**

..... 07 de marzo de 2022

  
 Mgr. Maribel Sanomamani Cati  
 ESPECIALISTA EN GEOTECNIA Y CONCRETO  
 CIP. 101579

**I. DATOS GENERALES**

Apellidos y nombres del experto: Pari Quispe Gerardo William  
 Institución donde labora : Universidad Peruana Unión  
 Especialidad : Geotecnia y Transportes.  
 Instrumento de evaluación : Contenido de humedad, Análisis granulométrico por Tamizado, Pesos Específicos de los Agregados Gruesos y Finos, Pesos Unitarios de los Agregados Gruesos y Finos, Compresión Simple, Tracción Indirecta, Flexión en Vigas y Modulo de elasticidad.  
 Autor del instrumento: Triple Geo

**II. ASPECTOS DE VALIDACIÓN**

MUY DEFICIENTE (1) DEFICIENTE (2) ACEPTABLE (3) BUENA (4) EXCELENTE (5)

CRITERIOS	INDICADORES	1	2	3	4	5
CLARIDAD	Los ítems están redactados con lenguaje apropiado y libre de ambigüedades acorde con los sujetos muestrales.					X
OBJETIVIDAD	Las instrucciones y los ítems del instrumento permiten recoger la información objetiva sobre la variable: <b>Adición de filamentos de acero de neumáticos reciclados con plastificante</b> en todas sus dimensiones en indicadores conceptuales y operacionales.					X
ACTUALIDAD	El instrumento demuestra vigencia acorde con el conocimiento científico, tecnológico, innovación y legal inherente a la variable: <b>Adición de filamentos de acero de neumáticos reciclados con plastificante</b>				X	
ORGANIZACIÓN	Los ítems del instrumento reflejan organicidad lógica entre la definición operacional y conceptual respecto a la variable, de manera que permiten hacer inferencias en función a las hipótesis, problema y objetivos de la investigación.				X	
SUFICIENCIA	Los ítems del instrumento son suficientes en cantidad y calidad acorde con la variable, dimensiones e indicadores.					X
INTENCIONALIDAD	Los ítems del instrumento son coherentes con el tipo de investigación y responden a los objetivos, hipótesis y variable de estudio.				X	
CONSISTENCIA	La información que se recoja a través de los ítems del instrumento, permitirá analizar, describir y explicar la realidad, motivo de la investigación.				X	
COHERENCIA	Los ítems del instrumento expresan relación con los indicadores de cada dimensión de la variable: <b>Adición de filamentos de acero de neumáticos reciclados con plastificante</b>					X
METODOLOGÍA	La relación entre la técnica y el instrumento propuestos responden al propósito de la investigación, desarrollo tecnológico e innovación.					X
PERTINENCIA	La redacción de los ítems concuerda con la escala valorativa del instrumento.				X	
<b>PUNTAJE TOTAL</b>					45	

(Nota: Tener en cuenta que el instrumento es válido cuando se tiene un puntaje mínimo de 41; sin embargo, un puntaje menor al anterior se considera al instrumento no válido ni aplicable)

**III. OPINIÓN DE APLICABILIDAD**

Los instrumentos, están acorde a la investigación.

PROMEDIO DE VALORACIÓN:

**45**

..... 17 de FEBRERO de 2022

 Gerardo William Pari Quispe  
 INGENIERO CIVIL  
 CIP. N° 83921

**I. DATOS GENERALES**

Apellidos y nombres del experto : Arpi Infante, Lucio Carlos  
 Institución donde labora : Gobierno Regional Puno  
 Especialidad : Residente de Obra  
 Instrumento de evaluación : Contenido de humedad, Análisis granulométrico por Tamizado, Pesos Específicos de los Agregados Gruesos y Finos, Pesos Unitarios de los Agregados Gruesos y Finos, Compresión Simple, Tracción Indirecta, Flexión en Vigas y Modulo de elasticidad.  
 Autor del instrumento: Triple Geo.

**II. ASPECTOS DE VALIDACIÓN**

MUY DEFICIENTE (1) DEFICIENTE (2) ACEPTABLE (3) BUENA (4) EXCELENTE (5)

CRITERIOS	INDICADORES	1	2	3	4	5
CLARIDAD	Los ítems están redactados con lenguaje apropiado y libre de ambigüedades acorde con los sujetos muestrales.				X	
OBJETIVIDAD	Las instrucciones y los ítems del instrumento permiten recoger la información objetiva sobre la variable: <b>Adición de filamentos de acero de neumáticos reciclados con plastificante y Concreto en Pavimentos</b> en todas sus dimensiones en indicadores conceptuales y operacionales.					X
ACTUALIDAD	El instrumento demuestra vigencia acorde con el conocimiento científico, tecnológico, innovación y legal inherente a la variable: <b>Adición de filamentos de acero de neumáticos reciclados con plastificante y Concreto en Pavimentos</b>				X	
ORGANIZACIÓN	Los ítems del instrumento reflejan organicidad lógica entre la definición operacional y conceptual respecto a la variable, de manera que permiten hacer inferencias en función a las hipótesis, problema y objetivos de la investigación.				X	
SUFICIENCIA	Los ítems del instrumento son suficientes en cantidad y calidad acorde con la variable, dimensiones e indicadores.					X
INTENCIONALIDAD	Los ítems del instrumento son coherentes con el tipo de investigación y responden a los objetivos, hipótesis y variable de estudio.					X
CONSISTENCIA	La información que se recoja a través de los ítems del instrumento, permitirá analizar, describir y explicar la realidad, motivo de la investigación.					X
COHERENCIA	Los ítems del instrumento expresan relación con los indicadores de cada dimensión de la variable: <b>Adición de filamentos de acero de neumáticos reciclados con plastificante y Concreto en Pavimentos</b>				X	
METODOLOGÍA	La relación entre la técnica y el instrumento propuestos responden al propósito de la investigación, desarrollo tecnológico e innovación.				X	
PERTINENCIA	La redacción de los ítems concuerda con la escala valorativa del instrumento.				X	
<b>PUNTAJE TOTAL</b>					<b>44</b>	

(Nota: Tener en cuenta que el instrumento es válido cuando se tiene un puntaje mínimo de 41; sin embargo, un puntaje menor al anterior se considera al instrumento no válido ni aplicable)

**III. OPINIÓN DE APLICABILIDAD**

El laboratorio Triple Geo cuenta con instrumentos y equipos válidos para desarrollar esta investigación

PROMEDIO DE VALORACIÓN:

**44**

juliaca 09 de Marzo de 2022

  
 Ing. Lucio Carlos Arpi Infante  
 INGENIERO CIVIL  
 Req. CIP. N° 55077

**Anexo 4. Certificados del laboratorio ensayos**



**TEMA** : TESIS "INFLUENCIA DEL USO DE FIBRA DE ACERO RECICLADO PLASTIFICADO EN LAS PROPIEDADES MECÁNICAS Y COSTOS DEL CONCRETO EN PAVIMENTOS URBANOS, REGIÓN PUNO – AÑO 2021"  
**SOLICITANTE** : BACHILLER CHURA JUSTO SUSY ELIZABETH  
 : BACHILLER QUISPE MAMANI ALBERTO CLINTON  
**CANTERA** : ISLA  
**LUGAR** : JULIACA-SAN ROMAN-PUNO  
**FECHA** : 05 DE FEBRERO 2022

### ANÁLISIS MECÁNICO Y PROPIEDADES FÍSICAS DE LOS AGREGADOS

#### ARENA

Malla	Peso Retenido	% Retenido	% Ret. Acumulado	% Pasa	Peso Específico y Absorción Método del Picnómetro	
3/8"	0	0.00	0.00	100.00	A	-Peso de muestra secada al horno = 486.33
N° 4	0.00	0.00	0.00	100.00	B	-Peso de muestra saturada seca (SSS) = 500.00
N° 8	122.12	24.42	24.42	75.58	Wc	-Peso del picnómetro con agua = 1309.74
N° 16	100.91	20.18	44.61	55.39	W	-Peso del Pic. + muestra + agua = 1614.70
N° 30	97.36	19.47	64.08	35.92	<b>PESO ESPECÍFICO</b>	
N° 50	122.25	24.45	88.53	11.47	Wc+B =	1810                      Wc+B-W = 195
N° 100	31.26	6.25	94.78	5.22	Pe =	B = 2.56 gr/cm3
N° 200	11.52	2.30	97.08	2.92	Wc+ B - W	
FONDO	14.58	2.92	100.00	0.00	<b>ABSORCIÓN</b>	
SUMA	500.00	100.00			B =	500.00                      B-A = 13.67
Observaciones sobre el Análisis Granulométrico					Abs =	(B-A) X 100 = 2.81 %
Mf = MÓDULO DE FINEZA					A	
						3.16

#### GRAVA

Malla	Peso Retenido	% Retenido	% Ret. Acumulado	% Pasa	Peso Específico y Absorción Método del Picnómetro	
2"	0	0.00	0.00	100.00	A	-Peso de muestra secada al horno = 785.91
1 1/2"	0	0.00	0.00	100.00	B	-Peso de muestra saturada seca (SSS) = 800.00
1"	155	4.43	4.43	95.57	Wc	-Peso del picnómetro con agua = 1309.74
3/4"	555	15.86	20.29	79.71	W	-Peso del Pic. + muestra + agua = 1794.43
1/2"	924	26.40	46.69	53.31	<b>PESO ESPECÍFICO</b>	
3/8"	638	18.23	64.91	35.09	Wc+B =	2110                      Wc+B-W = 315
1/4"					Pe =	B = 2.54 gr/cm3
N° 4	1228	35.09	100.00	0.00	Wc+ B - W	
FONDO	0.00	0.00	100.00	0.00	<b>ABSORCIÓN</b>	
SUMA	3500.00	100.00			B =	800.00                      B-A = 14.09
Observaciones sobre el Análisis Granulométrico					Abs =	(B-A) X 100 = 1.79 %
					A	

**OBSERVACIONES:**

\* LOS ENSAYOS FUERON REALIZADOS POR EL BACHILLER.



LOS RESULTADOS SERAN VALIDOS SOLO CON EL SELLO SECO

Elizabeth Copca Gordillo  
 INGENIERO GEÓLOGO  
 CIP 121350



## ANÁLISIS GRANULOMÉTRICO POR TAMIZADO

NORMA: ASTM C 33

**TEMA** : TESIS "INFLUENCIA DEL USO DE FIBRA DE ACERO RECICLADO PLASTIFICADO EN LAS PROPIEDADES MECÁNICAS Y COSTO: DEL CONCRETO EN PAVIMENTOS URBANOS, REGIÓN PUNO – AÑO 2021"

**SOLICITANTE** : BACHILLER CHURA JUSTO SUSY ELIZABETH  
 : BACHILLER QUISPE MAMANI ALBERTO CLINTON

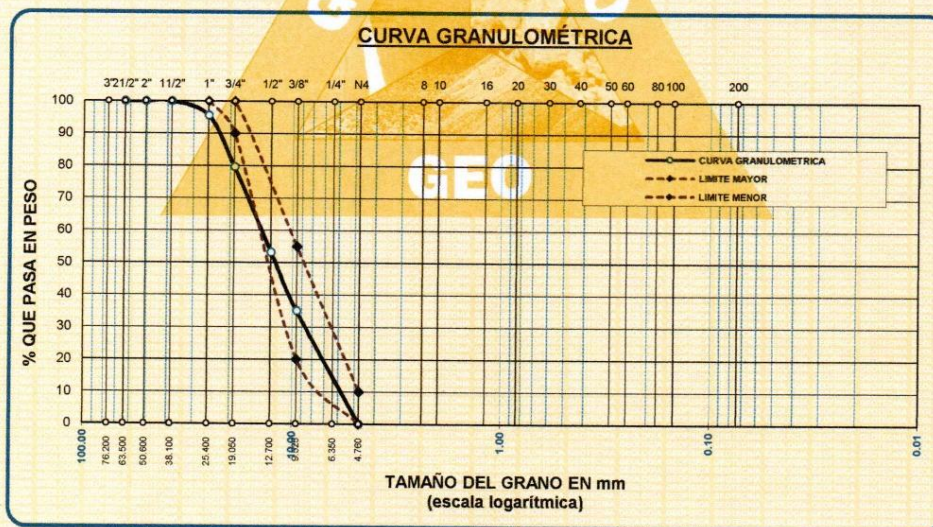
**CANTERA** : ISLA

**MUESTRA** : AGREGADO GRUESO - GRAVA

**LUGAR** : JULIACA-SAN ROMAN-PUNO

**FECHA** : 05 DE FEBRERO 2022

TAMICES ASTM	ABERTURA mm	PESO RETENIDO	%RETENIDO PARCIAL	%RETENIDO ACUMULADO	% QUE PASA	ESPECIF.	DESCRIPCIÓN DE LA MUESTRA
3"	76.200						Peso Inicial = 3500 gr. Tamaño máx. nominal = 3/4 " OBSERVACIONES:
2 1/2"	63.500	0.00	0.00	0.00	100.00	100 %	
2"	50.600	0.00	0.00	0.00	100.00	90 - 100 %	
1 1/2"	38.100	0.00	0.00	0.00	100.00	20 - 55 %	
1"	25.400	155.00	4.43	4.43	95.57	0 - 10 %	
3/4"	19.050	555.00	15.86	20.29	79.71		
1/2"	12.700	924.00	26.40	46.69	53.31		
3/8"	9.525	638.00	18.23	64.91	35.09		
1/4"	6.350						
No4	4.760	1228.00	35.09	100.00	0.00		
BASE		0.00	0.00	100.0	0.0		
TOTAL		3500.00	100.00				
% PERDIDA		0.00					



OBSERVACIONES:

\* LOS ENSAYOS FUERON REALIZADOS POR EL BACHILLER.



Elizabeth Copo Gordillo  
 INGENIERO GEÓLOGO  
 CIP. 121350

LOS RESULTADOS SERAN VALIDOS SOLO CON EL SELLO SECO

**URB. VILLA DEL LAGO MZ - "G" LOTE 14 TEL. 942225341 - 951810504**



**TRIPLE GEO** S.R.L.  
Calidad y Experiencia

**LABORATORIO DE SUELOS Y CONCRETO**

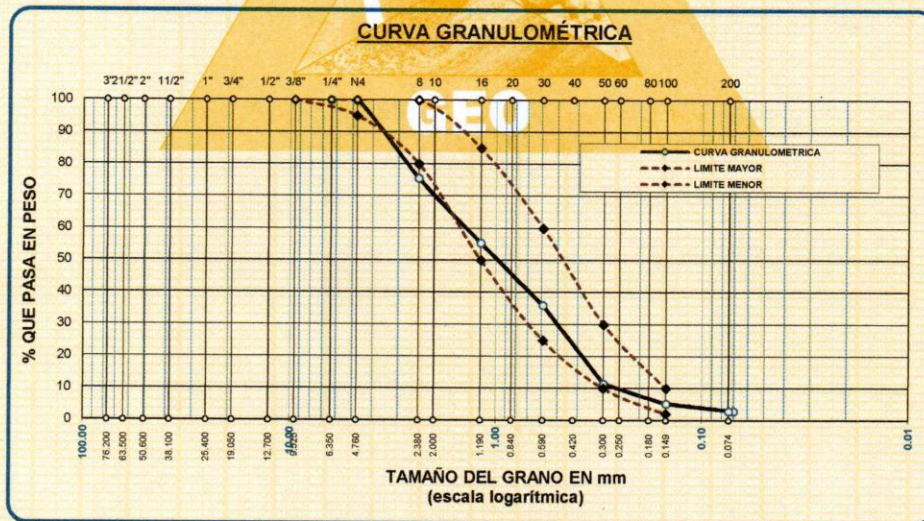
Geología - Geofísica - Geotecnia

## ANÁLISIS GRANULOMÉTRICO POR TAMIZADO

NORMA: ASTM C 33

**TEMA** : TESIS "INFLUENCIA DEL USO DE FIBRA DE ACERO RECICLADO PLASTIFICADO EN LAS PROPIEDADES MECÁNICAS Y COSTOS DEL CONCRETO EN PAVIMENTOS URBANOS, REGIÓN PUNO – AÑO 2021"  
**SOLICITANTE** : BACHILLER CHURA JUSTO SUSY ELIZABETH  
: BACHILLER QUISPE MAMANI ALBERTO CLINTON  
**CANTERA** : ISLA  
**MUESTRA** : AGREGADO FINO - ARENA  
**LUGAR** : JULIACA-SAN ROMAN-PUNO  
**FECHA** : 05 DE FEBRERO 2022

TAMICES ASTM	ABERTURA mm	PESO RETENIDO	% RETENIDO	%RET. ACUMULADO	% QUE PASA	ESPECIF.	DESCRIPCIÓN DE LA MUESTRA
3/8"	9.525	0.00	0.00	0.00	100.00	100%	Peso Inicial = 500 gr. Módulo de Fineza = 3.16
1/4"	6.350	0.00	0.00	0.00	100.00		
No4	4.760	0.00	0.00	0.00	100.00	95 - 100 %	
No8	2.380	122.12	24.42	24.42	75.58	80 - 100 %	
No10	2.000						
No16	1.190	100.91	20.18	44.61	55.39	50 - 85 %	
No20	0.840						
No30	0.590	97.36	19.47	64.08	35.92	25 - 60 %	
No40	0.420						
No 50	0.300	122.25	24.45	88.53	11.47	10 - 30 %	
No60	0.250						
No80	0.180						
No100	0.149	31.26	6.25	94.78	5.22	2-10%	
No200	0.074	11.52	2.30	97.08	2.92		
BASE		14.58	2.92	100	0.00		
TOTAL		500.00	100.00				
% PERDIDA		2.92					



OBSERVACIONES:

\* LOS ENSAYOS FUERON REALIZADOS POR EL BACHILLER.



LOS RESULTADOS SERAN VALIDOS SOLO CON EL SELLO SECO

Elizabeth Ecopa Gordillo  
INGENIERO GEÓLOGO  
CIP. 121350

URB. VILLA DEL LAGO MZ - "G" LOTE 14 TEL. 942225341 - 951810504



## DISEÑO DE MEZCLA F'c = 210 Kg./cm.<sup>2</sup>

**TEMA** : TESIS "INFLUENCIA DEL USO DE FIBRA DE ACERO RECICLADO PLASTIFICADO EN LAS PROPIEDADES MECÁNICAS Y COSTOS DEL CONCRETO EN PAVIMENTOS URBANOS, REGIÓN PUNO – AÑO 2021"  
**SOLICITANTE** : BACHILLER CHURA JUSTO SUSY ELIZABETH  
: BACHILLER QUISPE MAMANI ALBERTO CLINTON  
**CANTERA** : ISLA  
**UBICACIÓN** : JULIACA-SAN ROMAN-PUNO  
**FECHA** : 05 DE FEBRERO 2022

### PROCESO DE DISEÑO:

NORMAS: ACI 211.1.74  
ACI 211.1.81

El requerimiento promedio de resistencia a la compresión F'c = 210 Kg./cm.<sup>2</sup> a los 28 días entonces la resistencia promedio F'cr = 294 Kg./cm.<sup>2</sup>

Las condiciones de colocación permiten un asentamiento de 3" a 4" (76.2 mm. A 101.6 mm.).

Dado el uso del agregado grueso, se utilizará el único agregado de calidad satisfactoria y económicamente disponible, el cual cumple con las especificaciones. Cuya graduación para el diámetro máximo nominal es de: 3/4" (19.05mm)

Además se indica las pruebas de laboratorio para los agregados realizadas previamente:

### RESULTADOS DE LABORATORIO

CARACTERÍSTICAS FÍSICAS	AGREGADO GRUESO GRAVA	AGREGADO FINO ARENA
P.e de Sólidos		
P.e SSS	2.54	2.56
P.e Bulk		
P.U. Varillado	1639	1750
P.U. Suelto	1523	1651
% de Absorción	1.79	2.81
% de Humedad Natural	3.71	7.08
Modulo de Fineza	-	3.16

Los cálculos aparecerán únicamente en forma esquemática:

- 1, El asentamiento dado es de 3" a 4" (76.2 mm. A 101.6 mm.).
- 2, Se usará el agregado disponible en la localidad, el cual posee un diámetro nom 3/4" (19.05mm)
- 3, Puesto que no se utilizará incorporador de aire, pero la estructura estará expuesta a intemperismo severo, la cantidad aproximada de agua de mezclado que se empleará para producir el asentamiento indicado será de: 205 Lt/m<sup>3</sup>
- 4, Como el concreto estará sometido a intemperismo severo se considera un contenido de aire atrapado de: 2.0 %
- 5, Como se prevee que el concreto no será atacado por sulfatos, entonces las relación agua/cemento (a/c) será de: 0.55
- 6, De acuerdo a la información obtenida en los items 3 y 4 el requerimiento de cemento será de:

$$(205 \text{ Lt/m}^3) / (0.55) = 373 \text{ Kg/m}^3$$

LOS RESULTADOS SERAN VALIDOS SOLO CON EL SELLO SECO

  
Elizabeth Ccopa Gordillo  
INGENIERO GEÓLOGO  
CIP.121350

URB. VILLA DEL LAGO MZ - "G" LOTE 14 TEL. 942225341 - 951810504



- 7, De acuerdo al módulo de fineza del agregado fino = 3.16 el peso específico unitario del agregado grueso varillado-compactado de 1639 Kg/m<sup>3</sup> y un agregado grueso con tamaño máximo nominal de 3/4" (19.05mm) se recomienda el uso de 0.584 m<sup>3</sup> de agregado grueso por m<sup>3</sup> de concreto. Por tanto el peso seco del agregado grueso será de:

$$(0.5836) * (1639) = 957 \text{ Kg/m}^3$$

- 8, Una vez determinadas las cantidades de agua, cemento y agregado grueso, los materiales resultantes para completar un m<sup>3</sup> de concreto consistirán en arena y aire atrapado. La cantidad de arena requerida se puede determinar en base al volumen absoluto como se muestra a continuación.

Con las cantidades de agua, cemento y agregado grueso ya determinadas y considerando el contenido aproximado de aire atrapado, se puede calcular el contenido de arena como sigue:

$$\begin{aligned} \text{Volumen absoluto de agua} &= (205) / (1000) = 0.205 \\ \text{Volumen absoluto de cemento} &= (373) / (2.88 * 1000) = 0.129 \\ \text{Volumen absoluto de agregado grueso} &= (957) / (2.54 * 1000) = 0.377 \\ \text{Volumen de aire atrapado} &= (2.0) / (100) = 0.020 \\ \text{Volumen sub total} &= 0.732 \end{aligned}$$

Volumen absoluto de arena

$$\text{Por tanto el peso requerido de arena seca será de: } = (1.000 - 0.732) = 0.268 \text{ m}^3$$

$$(0.268) * (2.56) * 1000 = 688 \text{ Kg/m}^3$$

- 9, De acuerdo a las pruebas de laboratorio se tienen % de humedad, por las que se tiene que ser corregidas los pesos de los agregados:

$$\begin{aligned} \text{Agregado grueso húmedo} &(957) * (1.0371) = 992 \text{ Kg.} \\ \text{Agregado Fino húmedo} &(688) * (1.0708) = 737 \text{ Kg.} \end{aligned}$$

- 10, El agua de absorción no forma parte del agua de mezclado y debe excluirse y ajustarse por adición de agua. De esta manera la cantidad de agua efectiva es:

$$205 - 957 * \left( \frac{3.71 - 1.79}{100} \right) - 688 * \left( \frac{7.08 - 2.81}{100} \right) = 157$$

#### DOSIFICACIÓN

AGREGADO	DOSIFICACIÓN EN PESO SECO (Kg/m <sup>3</sup> )	PROPORCIÓN EN VOLUMEN PESO SECO	DOSIFICACIÓN EN PESO HÚMEDO (Kg/m <sup>3</sup> )	PROPORCIÓN EN VOLUMEN PESO HÚMEDO
Cemento	373	1.00	373	1.00
Agua	205	0.55	157	0.42
Agreg. Grueso	957	2.57	992	2.66
Agreg. Fino	688	1.85	737	1.98
Aire	2.0 %		2.0 %	

#### 8.77 BOLSAS / m<sup>3</sup> DE CEMENTO

#### DOSIFICACIÓN POR PESO:

Cemento	:	42.50 Kg.
Agregado fino húmedo	:	84.04 Kg.
Agregado grueso húmedo	:	113.14 Kg.
Agua efectiva	:	17.93 Kg.

  
**Elizabeth Ccopa Gordillo**  
 INGENIERO GEÓLOGO  
 CIP 121350

LOS RESULTADOS SERAN VALIDOS SOLO CON EL SELLO SECO

**URB. VILLA DEL LAGO MZ - "G" LOTE 14 TEL. 94225341 - 951810504**

**DOSIFICACIÓN POR TANDAS:**

Para Mezcladora de 9 pies<sup>3</sup>

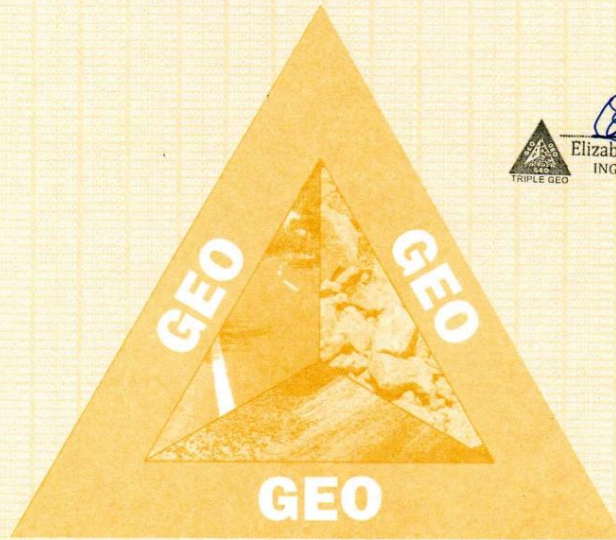
1.0 Bolsa de Cemento:	Redondeo
- 1.80 p3 de Arena	1.8 p3 de Arena
- 2.63 p3 de Grava	2.6 p3 de Grava
- 18 Lt de Agua	18 Lt de Agua

**RECOMENDACIONES**

Debido a las características de los agregados, se recomienda que la dosificación tanto de la arena como de la grava se realice en forma separada, tal como se indica en el ítem DOSIFICACION POR TANDAS.  
\* Se debera de hacer las correcciones del W% del A.F. y A.G.

**OBSERVACIONES:**

\* LOS ENSAYOS FUERON REALIZADOS POR EL BACHILLER.



  
*Elizabeth*  
Elizabeth Ccopa Gordillo  
INGENIERO GEÓLOGO  
CIP 121350

LOS RESULTADOS SERAN VALIDOS SOLO CON EL SELLO SECO

**URB. VILLA DEL LAGO MZ - "G" LOTE 14 TEL. 942225341 - 951810504**



**TRIPLE GEO** S.R.L.  
Calidad y Experiencia

**LABORATORIO DE SUELOS Y CONCRETO**

Geología - Geofísica - Geotecnia

## ENSAYOS DE CONTROL DEL CONCRETO EN ESTADO FRESCO

**PROYECTO** : TESIS "INFLUENCIA DEL USO DE FIBRA DE ACERO RECICLADO PLASTIFICADO EN LAS PROPIEDADES MECÁNICAS Y COSTOS DEL CONCRETO EN PAVIMENTOS URBANOS, REGIÓN PUNO – AÑO 2021"  
**SOLICITANTE** : BACHILLER CHURA JUSTO SUSY ELIZABETH  
: BACHILLER QUISPE MAMANI ALBERTO CLINTON  
**LUGAR** : PUNO  
**FECHA** : 14 DE FEBRERO 2022

### 1. MEDICIÓN DE TEMPERATURA

	ASTM C1064 / C1064M - 17	Según ACI 211.1	ADICION
Temperatura Ambiente Prom. (°C)	16.50 °C		
Temperatura del Concreto = 0 °C a 50 °C	:	17.60 °C	0.00 %
Temperatura del Concreto = 0 °C a 50 °C	:	17.45 °C	0.20 %
Temperatura del Concreto = 0 °C a 50 °C	:	17.00 °C	0.50 %
Temperatura del Concreto = 0 °C a 50 °C	:	17.50 °C	0.80 %
Temperatura del Concreto = 0 °C a 50 °C	:	17.00 °C	1.10 %

### 2. MEDICIÓN DE LA CONSISTENCIA

	ASTM C143 / C143M - 20	
slump o revinimiento	: 6.00 Pulg.	0.00 %
slump o revinimiento	: 5.00 Pulg.	0.20 %
slump o revinimiento	: 5.00 Pulg.	0.50 %
slump o revinimiento	: 4.50 Pulg.	0.80 %
slump o revinimiento	: 4.00 Pulg.	1.10 %

### 3. MEDICIÓN DEL PESO UNITARIO DEL CONCRETO

	ASTM C138 / C138M - 17a				
Proporciones	0.00 %	0.20 %	0.50 %	0.80 %	1.10 % Uni.
Peso Molde	: 0.320	0.320	0.320	0.320	0.320 Kg.
Volumen del Molde	: 0.0053	0.0053	0.0053	0.0053	0.0053 m3
Peso de Molde + Concreto Compactado	: 13.112	13.120	13.125	13.129	13.150 Kg.
Peso del Concreto	: 12.792	12.800	12.805	12.809	12.830 Kg.
Peso Unitario del Concreto ( PUC )	: 2413.585	2415.094	2416.038	2416.792	2420.755 Kg/m3

#### OBSERVACIONES:

\* Muestras provistas e identificadas por el solicitante



*Elizabeth*  
Elizabeth Ecopa Gordillo  
INGENIERO GEÓLOGO  
CIP 121350



LOS RESULTADOS SERAN VALIDOS SOLO CON EL SELLO SECO

**URB. VILLA DEL LAGO MZ - "G" LOTE 14 TEL. 942225341 - 951810504**



**TRIPLE GEO** S.R.L.  
Calidad y Experiencia

**LABORATORIO DE SUELOS Y CONCRETO**

Geología - Geofísica - Geotecnia

## PRUEBA DE RESISTENCIA A LA COMPRESIÓN

NTP 339.034

**PROYECTO** : TESIS "INFLUENCIA DEL USO DE FIBRA DE ACERO RECICLADO PLASTIFICADO EN LAS PROPIEDADES MECÁNICAS Y COSTOS DEL CONCRETO EN PAVIMENTOS URBANOS, REGIÓN PUNO – AÑO 2021"

**SOLICITANTE** : BACHILLER CHURA JUSTO SUSY ELIZABETH  
: BACHILLER QUISPE MAMANI ALBERTO CLINTON

**LUGAR** : PUNO

**FECHA** : 14 DE MARZO 2022

Nº	DESCRIPCIÓN DE LA MUESTRA	CARGA	Ø	AREA	ESF. ROTURA	F'c	FECHA	FECHA	EDAD	%
		Kg	cm	cm²	Kg/cm²	Kg/cm²	VACIADO	ROTURA	DIAS	
1	BRIQUETA DE PRUEBA 15.08 x 30.0 cm	30940.00	15.08	178.6	173.24	210	11/02/2022	18/02/2022	7	82.49%
	MUESTRA 01 CON ADICION DE 0.8%									
2	BRIQUETA DE PRUEBA 15.20 x 30.0 cm	30240.00	15.20	181.46	166.65	210	11/02/2022	18/02/2022	7	79.36%
	MUESTRA 02 CON ADICION DE 0.8%									
3	BRIQUETA DE PRUEBA 15.00 x 30.0 cm	31410.00	15.00	176.71	177.75	210	11/02/2022	18/02/2022	7	84.64%
	MUESTRA 03 CON ADICION DE 0.8%									
4	BRIQUETA DE PRUEBA 15.10 x 30.0 cm	33800.00	15.10	179.08	188.74	210	11/02/2022	25/02/2022	14	89.88%
	MUESTRA 04 CON ADICION DE 0.8%									
5	BRIQUETA DE PRUEBA 14.98 x 30.0 cm	33120.00	14.98	176.24	187.93	210	11/02/2022	25/02/2022	14	89.49%
	MUESTRA 05 CON ADICION DE 0.8%									
6	BRIQUETA DE PRUEBA 15.05 x 30.0 cm	32640.00	15.05	177.89	183.48	210	11/02/2022	25/02/2022	14	87.37%
	MUESTRA 06 CON ADICION DE 0.8%									
7	BRIQUETA DE PRUEBA 15.20 x 30.0 cm	41600.00	15.20	181.46	229.25	210	11/02/2022	11/03/2022	28	109.17%
	MUESTRA 07 CON ADICION DE 0.8%									
8	BRIQUETA DE PRUEBA 14.96 x 30.0 cm	40360.00	14.96	175.77	229.62	210	11/02/2022	11/03/2022	28	109.34%
	MUESTRA 08 CON ADICION DE 0.8%									
9	BRIQUETA DE PRUEBA 15.10 x 30.0 cm	40860.00	15.10	179.08	228.17	210	11/02/2022	11/03/2022	28	108.65%
	MUESTRA 09 CON ADICION DE 0.8%									

### OBSERVACIONES:

- 1.- LAS MUESTRAS FUERON PUESTAS EN EL LABORATORIO POR EL SOLICITANTE.
- 2.- LAS MUESTRAS FUERON ENSAYADAS EN PRESENCIA DE LOS BACHILLERES.

  
Elizabeth Copo Gordillo  
INGENIERO GEÓLOGO  
CIP 121350

LOS RESULTADOS SERAN VALIDOS SOLO CON EL SELLO SECO

URB. VILLA DEL LAGO MZ - "G" LOTE 14 TEL. 942225341 - 951810504



**TRIPLE GEO** S.R.L.  
Calidad y Experiencia

**LABORATORIO DE SUELOS Y CONCRETO**

Geología - Geofísica - Geotecnia

## PRUEBA DE RESISTENCIA A LA COMPRESIÓN

NTP 339.034

**PROYECTO** : TESIS "INFLUENCIA DEL USO DE FIBRA DE ACERO RECICLADO PLASTIFICADO EN LAS PROPIEDADES MECÁNICAS Y COSTOS DEL CONCRETO EN PAVIMENTOS URBANOS, REGIÓN PUNO – AÑO 2021"

**SOLICITANTE** : BACHILLER CHURA JUSTO SUSY ELIZABETH  
: BACHILLER QUISPE MAMANI ALBERTO CLINTON

**LUGAR** : PUNO

**FECHA** : 14 DE MARZO 2022

Nº	DESCRIPCIÓN DE LA MUESTRA	CARGA	Ø	AREA	ESF. ROTURA	F'c	FECHA	FECHA	EDAD	%
		Kg	cm	cm²	Kg/cm²	Kg/cm²	VACIADO	ROTURA	DIAS	
1	BRIQUETA DE PRUEBA 15.05 x 30.0 cm MUESTRA PATRON 01	26580.00	15.05	177.89	149.42	210	7/02/2022	14/02/2022	7	71.15%
2	BRIQUETA DE PRUEBA 15.10 x 30.0 cm MUESTRA PATRON 02	25820.00	15.10	179.08	144.18	210	7/02/2022	14/02/2022	7	68.66%
3	BRIQUETA DE PRUEBA 15.06 x 30.0 cm MUESTRA PATRON 03	26890.00	15.06	178.13	150.96	210	7/02/2022	14/02/2022	7	71.88%
4	BRIQUETA DE PRUEBA 15.02 x 30.0 cm MUESTRA PATRON 04	29360.00	15.02	177.19	165.70	210	7/02/2022	21/02/2022	14	78.90%
5	BRIQUETA DE PRUEBA 15.00 x 30.0 cm MUESTRA PATRON 05	30020.00	15.00	176.71	169.88	210	7/02/2022	21/02/2022	14	80.90%
6	BRIQUETA DE PRUEBA 15.04 x 30.0 cm MUESTRA PATRON 06	29890.00	15.04	177.66	168.24	210	7/02/2022	21/02/2022	14	80.12%
7	BRIQUETA DE PRUEBA 14.98 x 30.0 cm MUESTRA PATRON 07	37100.00	14.98	176.24	210.51	210	7/02/2022	7/03/2022	28	100.24%
8	BRIQUETA DE PRUEBA 14.96 x 30.0 cm MUESTRA PATRON 08	37230.00	14.96	175.77	211.81	210	7/02/2022	7/03/2022	28	100.86%
9	BRIQUETA DE PRUEBA 15.00 x 30.0 cm MUESTRA PATRON 09	36990.00	15.00	176.71	209.33	210	7/02/2022	7/03/2022	28	99.68%

### OBSERVACIONES:

- 1.- LAS MUESTRAS FUERON PUESTAS EN EL LABORATORIO POR EL SOLICITANTE.
- 2.- LAS MUESTRAS FUERON ENSAYADAS EN PRESENCIA DE LOS BACHILLERES.

  
Elizabeth Ccopa Gordillo  
INGENIERO GEÓLOGO  
CIP. 121350

LOS RESULTADOS SERAN VALIDOS SOLO CON EL SELLO SECO

**URB. VILLA DEL LAGO MZ - "G" LOTE 14 TEL. 942225341 - 951810504**



**TRIPLE GEO** S.R.L.  
Calidad y Experiencia

**LABORATORIO DE SUELOS Y CONCRETO**  
Geología - Geofísica - Geotecnia

## PRUEBA DE RESISTENCIA A LA COMPRESIÓN

NTP 339.034

**PROYECTO** : TESIS "INFLUENCIA DEL USO DE FIBRA DE ACERO RECICLADO PLASTIFICADO EN LAS PROPIEDADES MECÁNICAS Y COSTOS DEL CONCRETO EN PAVIMENTOS URBANOS, REGIÓN PUNO – AÑO 2021"  
**SOLICITANTE** : BACHILLER CHURA JUSTO SUSY ELIZABETH  
: BACHILLER QUISPE MAMANI ALBERTO CLINTON  
**LUGAR** : PUNO  
**FECHA** : 14 DE MARZO 2022

Nº	DESCRIPCIÓN DE LA MUESTRA	CARGA	Ø	AREA	ESF. ROTURA	F'c	FECHA	FECHA	EDAD	%
		Kg	cm	cm²	Kg/cm²	Kg/cm²	VACIADO	ROTURA	DIAS	
1	BRIQUETA DE PRUEBA 14.98 x 30.0 cm MUESTRA 01 CON ADICION DE 1.10%	29960.00	14.98	176.24	170.00	210	12/02/2022	19/02/2022	7	80.95%
2	BRIQUETA DE PRUEBA 15.00 x 30.0 cm MUESTRA 02 CON ADICION DE 1.10%	32010.00	15.00	176.71	181.14	210	12/02/2022	19/02/2022	7	86.26%
3	BRIQUETA DE PRUEBA 15.10 x 30.0 cm MUESTRA 03 CON ADICION DE 1.10%	31480.00	15.10	179.08	175.79	210	12/02/2022	19/02/2022	7	83.71%
4	BRIQUETA DE PRUEBA 15.00 x 30.0 cm MUESTRA 04 CON ADICION DE 1.10%	32660.00	15.00	176.71	184.82	210	12/02/2022	26/02/2022	14	88.01%
5	BRIQUETA DE PRUEBA 15.10 x 30.0 cm MUESTRA 05 CON ADICION DE 1.10%	33870.00	15.10	179.08	189.13	210	12/02/2022	26/02/2022	14	90.06%
6	BRIQUETA DE PRUEBA 14.96 x 30.0 cm MUESTRA 06 CON ADICION DE 1.10%	33510.00	14.96	175.77	190.65	210	12/02/2022	26/02/2022	14	90.78%
7	BRIQUETA DE PRUEBA 14.96 x 30.0 cm MUESTRA 07 CON ADICION DE 1.10%	40700.00	14.96	175.77	231.55	210	12/02/2022	12/03/2022	28	110.26%
8	BRIQUETA DE PRUEBA 15.00 x 30.0 cm MUESTRA 08 CON ADICION DE 1.10%	41000.00	15.00	176.71	232.02	210	12/02/2022	12/03/2022	28	110.49%
9	BRIQUETA DE PRUEBA 15.16 x 30.0 cm MUESTRA 09 CON ADICION DE 1.10%	41780.00	15.16	180.5	231.47	210	12/02/2022	12/03/2022	28	110.22%

### OBSERVACIONES:

- 1.- LAS MUESTRAS FUERON PUESTAS EN EL LABORATORIO POR EL SOLICITANTE.
- 2.- LAS MUESTRAS FUERON ENSAYADAS EN PRESENCIA DE LOS BACHILLERES.



*Elizabeth Ccopa Gordillo*  
Elizabeth Ccopa Gordillo  
INGENIERO GEÓLOGO  
CIP 121350

LOS RESULTADOS SERAN VALIDOS SOLO CON EL SSELLO SECO

**URB. VILLA DEL LAGO MZ - "G" LOTE 14 TEL. 942225341 - 951810504**



**TRIPLE GEO** S.R.L.  
Calidad y Experiencia

LABORATORIO DE SUELOS Y CONCRETO

Geología - Geofísica - Geotecnia

## PRUEBA DE RESISTENCIA A LA COMPRESIÓN

NTP 339.034

**PROYECTO** : TESIS "INFLUENCIA DEL USO DE FIBRA DE ACERO RECICLADO PLASTIFICADO EN LAS PROPIEDADES MECÁNICAS Y COSTOS DEL CONCRETO EN PAVIMENTOS URBANOS, REGIÓN PUNO – AÑO 2021"

**SOLICITANTE** : BACHILLER CHURA JUSTO SUSY ELIZABETH  
: BACHILLER QUISPE MAMANI ALBERTO CLINTON

**LUGAR** : PUNO

**FECHA** : 14 DE MARZO 2022

Nº	DESCRIPCIÓN DE LA MUESTRA	CARGA	Ø	AREA	ESF. ROTURA	F'c	FECHA	FECHA	EDAD	%
		Kg	cm	cm²	Kg/cm²	Kg/cm²	VACIADO	ROTURA	DIAS	
1	BRIQUETA DE PRUEBA 15.00 x 30.0 cm MUESTRA 01 CON ADICION DE 0.2%	30210.00	15.00	176.71	170.96	210	8/02/2022	15/02/2022	7	81.41%
2	BRIQUETA DE PRUEBA 14.98 x 30.0 cm MUESTRA 02 CON ADICION DE 0.2%	29480.00	14.98	176.24	167.27	210	8/02/2022	15/02/2022	7	79.65%
3	BRIQUETA DE PRUEBA 15.15 x 30.0 cm MUESTRA 03 CON ADICION DE 0.2%	28200.00	15.15	180.27	156.43	210	8/02/2022	15/02/2022	7	74.49%
4	BRIQUETA DE PRUEBA 14.98 x 30.0 cm MUESTRA 04 CON ADICION DE 0.2%	31300.00	14.98	176.24	177.60	210	8/02/2022	22/02/2022	14	84.57%
5	BRIQUETA DE PRUEBA 15.10 x 30.0 cm MUESTRA 05 CON ADICION DE 0.2%	31540.00	15.10	179.08	176.12	210	8/02/2022	22/02/2022	14	83.87%
6	BRIQUETA DE PRUEBA 15.02 x 30.0 cm MUESTRA 06 CON ADICION DE 0.2%	32100.00	15.02	177.19	181.16	210	8/02/2022	22/02/2022	14	86.27%
7	BRIQUETA DE PRUEBA 14.96 x 30.0 cm MUESTRA 07 CON ADICION DE 0.2%	38200.00	14.96	175.77	217.33	210	8/02/2022	8/03/2022	28	103.49%
8	BRIQUETA DE PRUEBA 15.02 x 30.0 cm MUESTRA 08 CON ADICION DE 0.2%	39410.00	15.02	177.19	222.42	210	8/02/2022	8/03/2022	28	105.91%
9	BRIQUETA DE PRUEBA 14.96 x 30.0 cm MUESTRA 09 CON ADICION DE 0.2%	38830.00	14.96	175.77	220.91	210	8/02/2022	8/03/2022	28	105.20%

### OBSERVACIONES:

- 1.- LAS MUESTRAS FUERON PUESTAS EN EL LABORATORIO POR EL SOLICITANTE.
- 2.- LAS MUESTRAS FUERON ENSAYADAS EN PRESENCIA DE LOS BACHILLERES.



*Elizabeth*  
Elizabeth Ecopa Gordillo  
INGENIERO GEÓLOGO  
CIP 121350

LOS RESULTADOS SERAN VALIDOS SOLO CON EL SELLO SECO

**URB. VILLA DEL LAGO MZ - "G" LOTE 14 TEL. 942225341 - 951810504**



**TRIPLE GEO** S.R.L.  
Calidad y Experiencia

LABORATORIO DE SUELOS Y CONCRETO

Geología - Geofísica - Geotecnia

## PRUEBA DE RESISTENCIA A LA COMPRESIÓN

NTP 339.034

**PROYECTO** : TESIS "INFLUENCIA DEL USO DE FIBRA DE ACERO RECICLADO PLASTIFICADO EN LAS PROPIEDADES MECÁNICAS Y COSTOS DEL CONCRETO EN PAVIMENTOS URBANOS, REGIÓN PUNO – AÑO 2021"

**SOLICITANTE** : BACHILLER CHURA JUSTO SUSY ELIZABETH

: BACHILLER QUISPE MAMANI ALBERTO CLINTON

**LUGAR** : PUNO

**FECHA** : 14 DE MARZO 2022

Nº	DESCRIPCIÓN DE LA MUESTRA	CARGA	Ø	AREA	ESF. ROTURA	F'C	FECHA	FECHA	EDAD	%
		Kg	cm	cm²	Kg/cm²	Kg/cm²	VACIADO	ROTURA	DIAS	
1	BRIQUETA DE PRUEBA 15.12 x 30.0 cm MUESTRA 01 CON ADICION DE 0.5%	29820.00	15.12	179.55	166.08	210	10/02/2022	17/02/2022	7	79.09%
2	BRIQUETA DE PRUEBA 15.02 x 30.0 cm MUESTRA 02 CON ADICION DE 0.5%	29800.00	15.02	177.19	168.18	210	10/02/2022	17/02/2022	7	80.09%
3	BRIQUETA DE PRUEBA 15.12 x 30.0 cm MUESTRA 03 CON ADICION DE 0.5%	30600.00	15.12	179.55	170.43	210	10/02/2022	17/02/2022	7	81.16%
4	BRIQUETA DE PRUEBA 15.16 x 30.0 cm MUESTRA 04 CON ADICION DE 0.5%	33030.00	15.16	180.5	182.99	210	10/02/2022	24/02/2022	14	87.14%
5	BRIQUETA DE PRUEBA 15.00 x 30.0 cm MUESTRA 05 CON ADICION DE 0.5%	32390.00	15.00	176.71	183.29	210	10/02/2022	24/02/2022	14	87.28%
6	BRIQUETA DE PRUEBA 15.10 x 30.0 cm MUESTRA 06 CON ADICION DE 0.5%	31990.00	15.10	179.08	178.64	210	10/02/2022	24/02/2022	14	85.06%
7	BRIQUETA DE PRUEBA 15.10 x 30.0 cm MUESTRA 07 CON ADICION DE 0.5%	40450.00	15.10	179.08	225.88	210	10/02/2022	10/03/2022	28	107.56%
8	BRIQUETA DE PRUEBA 15.12 x 30.0 cm MUESTRA 08 CON ADICION DE 0.5%	40080.00	15.12	179.55	223.22	210	10/02/2022	10/03/2022	28	106.30%
9	BRIQUETA DE PRUEBA 14.98 x 30.0 cm MUESTRA 09 CON ADICION DE 0.5%	39730.00	14.98	176.24	225.43	210	10/02/2022	10/03/2022	28	107.35%

### OBSERVACIONES:

- 1.- LAS MUESTRAS FUERON PUESTAS EN EL LABORATORIO POR EL SOLICITANTE.
- 2.- LAS MUESTRAS FUERON ENSAYADAS EN PRESENCIA DE LOS BACHILLERES.

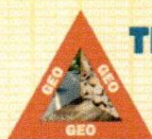


*Elizabeth Copo Gordillo*  
Elizabeth Copo Gordillo  
INGENIERO GEÓLOGO  
CIP 121350

LOS RESULTADOS SERAN VALIDOS SOLO CON EL SELLO SECO

**URB. VILLA DEL LAGO MZ - "G" LOTE 14 TEL. 942225341 - 951810504**





## RESISTENCIA A LA FLEXIÓN

NORMA ASTM C - 78

**PROYECTO** : TESIS "INFLUENCIA DEL USO DE FIBRA DE ACERO RECICLADO PLASTIFICADO EN LAS PROPIEDADES MECÁNICAS Y COSTOS DEL CONCRETO EN PAVIMENTOS URBANOS, REGIÓN PUNO – AÑO 2021"

**SOLICITANTE** : BACHILLER CHURA JUSTO SUSY ELIZABETH  
: BACHILLER QUISPE MAMANI ALBERTO CLINTON

**LUGAR** : PUNO

**FECHA** : 14 DE MARZO 2022

N°	DESCRIPCIÓN	FECHA DE MOLDEO	FECHA DE ROTURA	EDAD EN DIAS	DISTANCIAS			UBICACION DE LA FALLA	LECTURA CARGA MAXIMA(kg)	RESISTENCIA A FLEXIÓN (Mr) kg/cm <sup>2</sup>	RESISTENCIA A FLEXIÓN (Mr) Mpa
					L cm	B cm	H cm				
1	M-01 VIGA DE PRUEBA PATRON	7/02/2022	21/02/2022	14	45.00	15.02	15.00	TERCIO CENTRAL	1720	22.90	2.25
2	M-02 VIGA DE PRUEBA PATRON	7/02/2022	21/02/2022	14	45.00	15.04	15.01	TERCIO CENTRAL	1680	22.31	2.19
3	M-03 VIGA DE PRUEBA PATRON	7/02/2022	21/02/2022	14	45.00	15.06	15.01	TERCIO CENTRAL	1700	22.55	2.21
4	M-04 VIGA DE PRUEBA PATRON	7/02/2022	7/03/2022	28	45.00	15.09	15.01	TERCIO CENTRAL	2420	32.03	3.14
5	M-05 VIGA DE PRUEBA PATRON	7/02/2022	7/03/2022	28	45.00	15.14	15.00	TERCIO CENTRAL	2380	31.44	3.08
6	M-06 VIGA DE PRUEBA PATRON	7/02/2022	7/03/2022	28	45.00	15.00	15.02	TERCIO CENTRAL	2410	32.05	3.14

**OBSERVACIONES:**

\* LAS MUESTRAS FUERON MOLDEADAS POR EL BACHILLER.

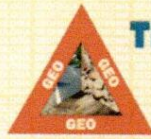
**GEO**



*Elizabeth Ccopa Gordillo*  
Elizabeth Ccopa Gordillo  
INGENIERO GEÓLOGO  
CIP 121350

LOS RESULTADOS SERÁN VALIDOS SOLO CON EL SELLO SECO

URB. VILLA DEL LAGO MZ - "G" LOTE 14 TEL. 942225341 - 951810504



**TRIPLE GEO** S.R.L.  
Calidad y Experiencia

LABORATORIO DE SUELOS Y CONCRETO

Geología - Geofísica - Geotecnia

## RESISTENCIA A LA FLEXIÓN

NORMA ASTM C - 78

**PROYECTO** : TESIS "INFLUENCIA DEL USO DE FIBRA DE ACERO RECICLADO PLASTIFICADO EN LAS PROPIEDADES MECÁNICAS Y COSTOS DEL CONCRETO EN PAVIMENTOS URBANOS, REGIÓN PUNO – AÑO 2021"

**SOLICITANTE** : BACHILLER CHURA JUSTO SUSY ELIZABETH  
: BACHILLER QUISPE MAMANI ALBERTO CLINTON

**LUGAR** : PUNO

**FECHA** : 14 DE MARZO 2022

N°	DESCRIPCIÓN	FECHA DE MOLDEO	FECHA DE ROTURA	EDAD EN DIAS	DISTANCIAS			UBICACION DE LA FALLA	LECTURA CARGA MAXIMA(kg)	RESISTENCIA A A FLEXIÓN (Mr) kg/cm <sup>2</sup>	RESISTENCIA A A FLEXIÓN (Mr) Mpa
					L	B	H				
					cm	cm	cm				
1	M-01 VIGA DE PRUEBA FIBRA DE ACERO RECICLADO 0.2%	8/02/2022	22/02/2022	14	45.00	15.00	15.00	TERCIO CENTRAL	1830	24.40	2.39
2	M-02 VIGA DE PRUEBA FIBRA DE ACERO RECICLADO 0.2%	8/02/2022	22/02/2022	14	45.00	15.10	15.00	TERCIO CENTRAL	1840	24.37	2.39
3	M-03 VIGA DE PRUEBA FIBRA DE ACERO RECICLADO 0.2%	8/02/2022	22/02/2022	14	45.00	15.15	15.00	TERCIO CENTRAL	1810	23.89	2.34
4	M-04 VIGA DE PRUEBA FIBRA DE ACERO RECICLADO 0.2%	8/02/2022	8/03/2022	28	45.00	15.10	15.02	TERCIO CENTRAL	2560	33.82	3.32
5	M-05 VIGA DE PRUEBA FIBRA DE ACERO RECICLADO 0.2%	8/02/2022	8/03/2022	28	45.00	15.00	15.04	TERCIO CENTRAL	2570	34.08	3.34
6	M-06 VIGA DE PRUEBA FIBRA DE ACERO RECICLADO 0.2%	8/02/2022	8/03/2022	28	45.00	15.10	15.00	TERCIO CENTRAL	2560	33.91	3.33

**OBSERVACIONES:**

\* LAS MUESTRAS FUERON MOLDEADAS POR EL BACHILLER.

**GEO**



*Elizabeth Ccopa Gordillo*  
Elizabeth Ccopa Gordillo  
INGENIERO GEÓLOGO  
CIP. 121350

LOS RESULTADOS SERAN VALIDOS SOLO CON EL SELLO SECO

**URB. VILLA DEL LAGO MZ - "G" LOTE 14 TEL. 942225341 - 951810504**



**TRIPLE GEO** E.I.R.L.  
Calidad y Experiencia

**LABORATORIO DE SUELOS Y CONCRETO**

Geología - Geofísica - Geotecnia

## RESISTENCIA A LA FLEXIÓN

NORMA ASTM C - 78

**PROYECTO** : TESIS "INFLUENCIA DEL USO DE FIBRA DE ACERO RECICLADO PLASTIFICADO EN LAS PROPIEDADES MECÁNICAS Y COSTOS DEL CONCRETO EN PAVIMENTOS URBANOS, REGIÓN PUNO – AÑO 2021"

**SOLICITANTE** : BACHILLER CHURA JUSTO SUSY ELIZABETH  
: BACHILLER QUISPE MAMANI ALBERTO CLINTON

**LUGAR** : PUNO

**FECHA** : 14 DE MARZO 2022

N°	DESCRIPCIÓN	FECHA DE MOLDEO	FECHA DE ROTURA	EDAD EN DIAS	DISTANCIAS			UBICACION DE LA FALLA	LECTURA CARGA MAXIMA(kg)	RESISTENCIA A FLEXIÓN (Mr) kg/cm <sup>2</sup>	RESISTENCIA A FLEXIÓN (Mr) Mpa
					L cm	B cm	H cm				
1	M-01 VIGA DE PRUEBA FIBRA DE ACERO RECICLADO-0.5%	10/02/2022	24/02/2022	14	45.00	15.00	15.02	TERCIO CENTRAL	1870	24.87	2.44
2	M-02 VIGA DE PRUEBA FIBRA DE ACERO RECICLADO-0.5%	10/02/2022	24/02/2022	14	45.00	15.00	15.00	TERCIO CENTRAL	1880	25.07	2.46
3	M-03 VIGA DE PRUEBA FIBRA DE ACERO RECICLADO-0.5%	10/02/2022	24/02/2022	14	45.00	15.10	15.10	TERCIO CENTRAL	1870	24.44	2.40
4	M-04 VIGA DE PRUEBA FIBRA DE ACERO RECICLADO-0.5%	10/02/2022	10/03/2022	28	45.00	15.05	15.04	TERCIO CENTRAL	2610	34.50	3.38
5	M-05 VIGA DE PRUEBA FIBRA DE ACERO RECICLADO-0.5%	10/02/2022	10/03/2022	28	45.00	15.04	15.00	TERCIO CENTRAL	2620	34.84	3.42
6	M-06 VIGA DE PRUEBA FIBRA DE ACERO RECICLADO-0.5%	10/02/2022	10/03/2022	28	45.00	15.10	15.00	TERCIO CENTRAL	2620	34.70	3.40

**OBSERVACIONES:**

\* LAS MUESTRAS FUERON MOLDEADAS POR EL BACHILLER.

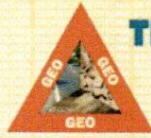
**GEO**



*Elizabeth Ccopa Gordillo*  
Elizabeth Ccopa Gordillo  
INGENIERO GEÓLOGO  
CIP 121350

LOS RESULTADOS SERAN VALIDOS SOLO CON EL SELLO SECO

**URB. VILLA DEL LAGO MZ - "G" LOTE 14 TEL. 942225341 - 951810504**



**TRIPLE GEO** S.R.L.  
Calidad y Experiencia

**LABORATORIO DE SUELOS Y CONCRETO**

Geología - Geofísica - Geotecnia

## RESISTENCIA A LA FLEXIÓN

NORMA ASTM C - 78

**PROYECTO** : TESIS "INFLUENCIA DEL USO DE FIBRA DE ACERO RECICLADO PLASTIFICADO EN LAS PROPIEDADES MECÁNICAS Y COSTOS DEL CONCRETO EN PAVIMENTOS URBANOS, REGIÓN PUNO – AÑO 2021"

**SOLICITANTE** : BACHILLER CHURA JUSTO SUSY ELIZABETH

: BACHILLER QUISPE MAMANI ALBERTO CLINTON

**LUGAR** : PUNO

**FECHA** : 14 DE MARZO 2022

N°	DESCRIPCIÓN	FECHA DE MOLDEO	FECHA DE ROTURA	EDAD EN DIAS	DISTANCIAS			UBICACION DE LA FALLA	LECTURA CARGA MAXIMA(kg)	RESISTENCIA A LA FLEXIÓN (Mr) kg/cm <sup>2</sup>	RESISTENCIA A LA FLEXIÓN (Mr) Mpa
					L cm	B cm	H cm				
1	M-01 VIGA DE PRUEBA FIBRA DE ACERO RECICLADO-0.8%	11/02/2022	25/02/2022	14	45.00	15.00	15.02	TERCIO CENTRAL	1910	25.40	2.49
2	M-02 VIGA DE PRUEBA FIBRA DE ACERO RECICLADO-0.8%	11/02/2022	25/02/2022	14	45.00	15.02	15.10	TERCIO CENTRAL	1910	25.10	2.46
3	M-03 VIGA DE PRUEBA FIBRA DE ACERO RECICLADO-0.8%	11/02/2022	25/02/2022	14	45.00	15.02	15.20	TERCIO CENTRAL	1940	25.16	2.47
4	M-04 VIGA DE PRUEBA FIBRA DE ACERO RECICLADO-0.8%	11/02/2022	11/03/2022	28	45.00	15.00	15.10	TERCIO CENTRAL	2680	35.26	3.46
5	M-05 VIGA DE PRUEBA FIBRA DE ACERO RECICLADO-0.8%	11/02/2022	11/03/2022	28	45.00	15.02	15.10	TERCIO CENTRAL	2710	35.61	3.49
6	M-06 VIGA DE PRUEBA FIBRA DE ACERO RECICLADO-0.8%	11/02/2022	11/03/2022	28	45.00	15.00	15.02	TERCIO CENTRAL	2670	35.51	3.48

**OBSERVACIONES:**

\* LAS MUESTRAS FUERON MOLDEADAS POR EL BACHILLER.

**GEO**



*Elizabeth Copa Gordillo*  
Elizabeth Copa Gordillo  
INGENIERO GEÓLOGO  
CIP. 121350

LOS RESULTADOS SERAN VALIDOS SOLO CON EL SELLO SECO

**URB. VILLA DEL LAGO MZ - "G" LOTE 14 TEL. 942225341 - 951810504**



**TRIPLE GEO** S.R.L.  
Calidad y Experiencia

**LABORATORIO DE SUELOS Y CONCRETO**

Geología - Geofísica - Geotecnia

## RESISTENCIA A LA FLEXIÓN

NORMA ASTM C - 78

**PROYECTO** : TESIS "INFLUENCIA DEL USO DE FIBRA DE ACERO RECICLADO PLASTIFICADO EN LAS PROPIEDADES MECÁNICAS Y COSTOS DEL CONCRETO EN PAVIMENTOS URBANOS, REGIÓN PUNO – AÑO 2021"

**SOLICITANTE** : BACHILLER CHURA JUSTO SUSY ELIZABETH

: BACHILLER QUISPE MAMANI ALBERTO CLINTON

**LUGAR** : PUNO

**FECHA** : 14 DE MARZO 2022

N°	DESCRIPCIÓN	FECHA DE MOLDEO	FECHA DE ROTURA	EDAD EN DIAS	DISTANCIAS			UBICACION DE LA FALLA	LECTURA CARGA MAXIMA(kg)	RESISTENCIA A FLEXIÓN (Mr) kg/cm <sup>2</sup>	RESISTENCIA A FLEXIÓN (Mr) Mpa
					L	B	H				
					cm	cm	cm				
1	M-01 VIGA DE PRUEBA FIBRA DE ACERO RECICLADO-1.10%	12/02/2022	26/02/2022	14	45.00	15.02	15.10	TERCIO CENTRAL	1970	25.89	2.54
2	M-02 VIGA DE PRUEBA FIBRA DE ACERO RECICLADO-1.10%	12/02/2022	26/02/2022	14	45.00	15.00	15.20	TERCIO CENTRAL	1980	25.71	2.52
3	M-03 VIGA DE PRUEBA FIBRA DE ACERO RECICLADO-1.10%	12/02/2022	26/02/2022	14	45.00	15.00	15.00	TERCIO CENTRAL	1990	26.53	2.60
4	M-04 VIGA DE PRUEBA FIBRA DE ACERO RECICLADO-1.10%	12/02/2022	12/03/2022	28	45.00	15.02	15.20	TERCIO CENTRAL	2800	36.31	3.56
5	M-05 VIGA DE PRUEBA FIBRA DE ACERO RECICLADO-1.10%	12/02/2022	12/03/2022	28	45.00	15.04	15.00	TERCIO CENTRAL	2740	36.44	3.57
6	M-06 VIGA DE PRUEBA FIBRA DE ACERO RECICLADO-1.10%	12/02/2022	12/03/2022	28	45.00	15.10	15.10	TERCIO CENTRAL	2810	36.73	3.60

**OBSERVACIONES:**

\* LAS MUESTRAS FUERON MOLDEADAS POR EL BACHILLER.

**GEO**



*Elizabeth Gcopa Gordillo*  
Elizabeth Gcopa Gordillo  
INGENIERO GEÓLOGO  
CIP. 121350

LOS RESULTADOS SERAN VALIDOS SOLO CON EL SELLO SECO

**URB. VILLA DEL LAGO MZ - "G" LOTE 14 TEL. 942225341 - 951810504**



## RESISTENCIA A LA TRACCIÓN INDIRECTA (ENSAYO BRASILEÑO)

NTP 339.084 / ASTM C 496

**PROYECTO** : TESIS "INFLUENCIA DEL USO DE FIBRA DE ACERO RECICLADO PLASTIFICADO EN LAS PROPIEDADES MECÁNICAS Y COSTOS DEL CONCRETO EN PAVIMENTOS URBANOS, REGIÓN PUNO – AÑO 2021"

**SOLICITANTE** : BACHILLER CHURA JUSTO SUSY ELIZABETH  
: BACHILLER QUISPE MAMANI ALBERTO CLINTON

**F 'c diseño** : F 'c= 210 Kg/cm<sup>2</sup>

**Tipo de Muestra** : CONCRETO ENDURECIDO DE 6"x12"

**Ubicación** : PUNO

**Fecha** : 14 DE MARZO 2022

Nº	DESCRIPCIÓN DE LA MUESTRA	Ø	LONGITUD	CARGA	RESISTENCIA TRACCIÓN INDIRECTA $\sigma_t$	RESISTENCIA TRACCIÓN INDIRECTA $\sigma_t$	FECHA	FECHA	EDAD
		cm.	cm.	kg.	Kg/cm <sup>2</sup>	Mpa	VACIADO	ROTURA	DÍAS
1	BRIQUETA DE PRUEBA 14.90 x 30.10 cm MUESTRA PATRON 01	14.90	30.25	12160.0	17.18	1.68	7/02/2022	14/02/2022	7
2	BRIQUETA DE PRUEBA 14.88 x 30.06 cm MUESTRA PATRON 02	14.88	30.05	11970.0	17.04	1.67	7/02/2022	14/02/2022	7
3	BRIQUETA DE PRUEBA 14.92 x 30.04 cm MUESTRA PATRON 03	14.92	29.98	11850.0	16.87	1.65	7/02/2022	14/02/2022	7
4	BRIQUETA DE PRUEBA 15.00 x 30.10 cm MUESTRA PATRON 04	15.00	29.90	13650.0	19.38	1.90	7/02/2022	21/02/2022	14
5	BRIQUETA DE PRUEBA 14.90 x 30.06 cm MUESTRA PATRON 05	14.90	30.06	14020.0	19.93	1.95	7/02/2022	21/02/2022	14
6	BRIQUETA DE PRUEBA 15.02 x 30.00 cm MUESTRA PATRON 06	15.02	30.10	13980.0	19.69	1.93	7/02/2022	21/02/2022	14
7	BRIQUETA DE PRUEBA 15.10 x 30.10 cm MUESTRA PATRON 07	15.10	30.00	19620.0	27.57	2.70	7/02/2022	7/03/2022	28
8	BRIQUETA DE PRUEBA 14.98 x 30.06 cm MUESTRA PATRON 08	14.98	30.08	20080.0	28.37	2.78	7/02/2022	7/03/2022	28

  
Elizabeth Copo Gordillo  
INGENIERO GEÓLOGO  
CIP. 121350

LOS RESULTADOS SERAN VALIDOS SOLO CON EL SELLO SECO

URB. VILLA DEL LAGO MZ - "G" LOTE 14 TEL. 942225341 - 951810504



## RESISTENCIA A LA TRACCIÓN INDIRECTA (ENSAYO BRASILEÑO)

NTP 339.084 / ASTM C 496

**PROYECTO** : TESIS "INFLUENCIA DEL USO DE FIBRA DE ACERO RECICLADO PLASTIFICADO EN LAS PROPIEDADES MECÁNICAS Y COSTOS DEL CONCRETO EN PAVIMENTOS URBANOS, REGIÓN PUNO – AÑO 2021"

**SOLICITANTE** : BACHILLER CHURA JUSTO SUSY ELIZABETH

: BACHILLER QUISPE MAMANI ALBERTO CLINTON

**F 'c diseño** : F 'c= 210 Kg/cm<sup>2</sup>

**Tipo de Muestra** : CONCRETO ENDURECIDO DE 6"x12"

**Ubicación** : PUNO

**Fecha** : 14 DE MARZO 2022

Nº	DESCRIPCIÓN DE LA MUESTRA	Ø	LONGITUD	CARGA	RESISTENCIA TRACCIÓN INDIRECTA $\sigma_t$	RESISTENCIA TRACCIÓN INDIRECTA $\sigma_t$	FECHA	FECHA	EDAD
		cm.	cm.	kg.	Kg/cm <sup>2</sup>	Mpa	VACIADO	ROTURA	DÍAS
1	BRIQUETA DE PRUEBA 15.10 x 30.10 cm	15.10	30.15	12500.0	17.48	1.71	9/02/2022	16/02/2022	7
	FIBRA DE ACERO RECICLADO 0.2% M- 01								
2	BRIQUETA DE PRUEBA 14.90 x 30.06 cm	14.90	30.02	12480.0	17.76	1.74	9/02/2022	16/02/2022	7
	FIBRA DE ACERO RECICLADO 0.2% M- 02								
3	BRIQUETA DE PRUEBA 15.05 x 30.04 cm	15.05	29.90	12710.0	17.98	1.76	9/02/2022	16/02/2022	7
	FIBRA DE ACERO RECICLADO 0.2% M- 03								
4	BRIQUETA DE PRUEBA 15.10 x 30.10 cm	15.10	30.13	14560.0	20.37	2.00	9/02/2022	23/02/2022	14
	FIBRA DE ACERO RECICLADO 0.2% M- 04								
5	BRIQUETA DE PRUEBA 15.12 x 30.06 cm	15.12	30.22	15040.0	20.95	2.05	9/02/2022	23/02/2022	14
	FIBRA DE ACERO RECICLADO 0.2% M- 05								
6	BRIQUETA DE PRUEBA 14.98 x 30.00 cm	14.98	30.18	14980.0	21.09	2.07	9/02/2022	23/02/2022	14
	FIBRA DE ACERO RECICLADO 0.2% M- 06								
7	BRIQUETA DE PRUEBA 14.80 x 30.10 cm	14.80	29.95	20390.0	29.28	2.87	9/02/2022	9/03/2022	28
	FIBRA DE ACERO RECICLADO 0.2% M- 07								
8	BRIQUETA DE PRUEBA 14.90 x 30.06 cm	14.90	30.02	20840.0	29.66	2.91	9/02/2022	9/03/2022	28
	FIBRA DE ACERO RECICLADO 0.2% M- 08								

  
Elizabeth Ccopa Gordillo  
INGENIERO GEÓLOGO  
CIP. 121350

LOS RESULTADOS SERAN VALIDOS SOLO CON EL SELLO SECO

URB. VILLA DEL LAGO MZ - "G" LOTE 14 TEL. 942225341 - 951810504



**TRIPLE GEO** S.R.L.  
Calidad y Experiencia

**LABORATORIO DE SUELOS Y CONCRETO**  
Geología - Geofísica - Geotecnia

## RESISTENCIA A LA TRACCIÓN INDIRECTA (ENSAYO BRASILEÑO)

NTP 339.084 / ASTM C 496

**PROYECTO** : TESIS "INFLUENCIA DEL USO DE FIBRA DE ACERO RECICLADO PLASTIFICADO EN LAS PROPIEDADES MECÁNICAS Y COSTOS DEL CONCRETO EN PAVIMENTOS URBANOS, REGIÓN PUNO – AÑO 2021"

**SOLICITANTE** : BACHILLER CHURA JUSTO SUSY ELIZABETH

: BACHILLER QUISPE MAMANI ALBERTO CLINTON

**F'c diseño** : F'c= 210 Kg/cm<sup>2</sup>

**Tipo de Muestra** : CONCRETO ENDURECIDO DE 6"x12"

**Ubicación** : PUNO

**Fecha** : 14 DE MARZO 2022

Nº	DESCRIPCIÓN DE LA MUESTRA	Ø	LONGITUD	CARGA	RESISTENCIA TRACCIÓN INDIRECTA $\sigma_t$	RESISTENCIA TRACCIÓN INDIRECTA $\sigma_t$	FECHA	FECHA	EDAD
		cm.	cm.	kg.	Kg/cm <sup>2</sup>	Mpa	VACIADO	ROTURA	DÍAS
1	BRIQUETA DE PRUEBA 15.22 x 30.10 cm	15.22	30.12	12640.0	17.55	1.72	10/02/2022	17/02/2022	7
	FIBRA DE ACERO RECICLADO 0.5% M- 01								
2	BRIQUETA DE PRUEBA 14.95 x 30.06 cm	14.95	29.98	12770.0	18.14	1.78	10/02/2022	17/02/2022	7
	FIBRA DE ACERO RECICLADO 0.5% M- 02								
3	BRIQUETA DE PRUEBA 15.10 x 30.04 cm	15.10	29.85	12790.0	18.06	1.77	10/02/2022	17/02/2022	7
	FIBRA DE ACERO RECICLADO 0.5% M- 03								
4	BRIQUETA DE PRUEBA 15.18 x 30.10 cm	15.18	30.12	14990.0	20.87	2.05	10/02/2022	24/02/2022	14
	FIBRA DE ACERO RECICLADO 0.5% M- 04								
5	BRIQUETA DE PRUEBA 15.12 x 30.06 cm	15.12	30.20	15160.0	21.14	2.07	10/02/2022	24/02/2022	14
	FIBRA DE ACERO RECICLADO 0.5% M- 05								
6	BRIQUETA DE PRUEBA 15.16 x 30.00 cm	15.16	30.15	15030.0	20.93	2.05	10/02/2022	24/02/2022	14
	FIBRA DE ACERO RECICLADO 0.5% M- 06								
7	BRIQUETA DE PRUEBA 14.96 x 30.10 cm	14.96	30.20	21090.0	29.72	2.91	10/02/2022	10/03/2022	28
	FIBRA DE ACERO RECICLADO 0.5% M- 07								
8	BRIQUETA DE PRUEBA 15.02 x 30.06 cm	15.02	30.08	21150.0	29.80	2.92	10/02/2022	10/03/2022	28
	FIBRA DE ACERO RECICLADO 0.5% M- 08								

  
Elizabeth Ccopa Gordillo  
INGENIERO GEÓLOGO  
CIP 121350

LOS RESULTADOS SERAN VALIDOS SOLO CON EL SELLO SECO

URB. VILLA DEL LAGO MZ - "G" LOTE 14 TEL. 942225341 - 951810504





## RESISTENCIA A LA TRACCIÓN INDIRECTA (ENSAYO BRASILEÑO)

NTP 339.084 / ASTM C 496

**PROYECTO** : TESIS "INFLUENCIA DEL USO DE FIBRA DE ACERO RECICLADO PLASTIFICADO EN LAS PROPIEDADES MECÁNICAS Y COSTOS DEL CONCRETO EN PAVIMENTOS URBANOS, REGIÓN PUNO – AÑO 2021"

**SOLICITANTE** : BACHILLER CHURA JUSTO SUSY ELIZABETH

: BACHILLER QUISPE MAMANI ALBERTO CLINTON

**F 'c diseño** : F'c= 210 Kg/cm<sup>2</sup>

**Tipo de Muestra** : CONCRETO ENDURECIDO DE 6"x12"

**Ubicación** : PUNO

**Fecha** : 14 DE MARZO 2022

Nº	DESCRIPCIÓN DE LA MUESTRA	Ø	LONGITUD	CARGA	RESISTENCIA TRACCIÓN INDIRECTA $\sigma_t$	RESISTENCIA TRACCIÓN INDIRECTA $\sigma_t$	FECHA	FECHA	EDAD
		cm.	cm.	kg.	Kg/cm <sup>2</sup>	Mpa	VACIADO	ROTURA	DÍAS
1	BRIQUETA DE PRUEBA 15.12 x 30.10 cm	15.12	30.10	13220.0	18.49	1.81	11/02/2022	18/02/2022	7
	FIBRA DE ACERO RECICLADO 0.8% M- 01								
2	BRIQUETA DE PRUEBA 14.98 x 30.06 cm	14.98	29.90	12980.0	18.45	1.81	11/02/2022	18/02/2022	7
	FIBRA DE ACERO RECICLADO 0.8% M- 02								
3	BRIQUETA DE PRUEBA 15.12 x 30.04 cm	15.12	30.20	12840.0	17.90	1.76	11/02/2022	18/02/2022	7
	FIBRA DE ACERO RECICLADO 0.8% M- 03								
4	BRIQUETA DE PRUEBA 15.18 x 30.10 cm	15.18	30.12	15280.0	21.28	2.09	11/02/2022	25/02/2022	14
	FIBRA DE ACERO RECICLADO 0.8% M- 04								
5	BRIQUETA DE PRUEBA 15.12 x 30.06 cm	15.12	30.20	15340.0	21.39	2.10	11/02/2022	25/02/2022	14
	FIBRA DE ACERO RECICLADO 0.8% M- 05								
6	BRIQUETA DE PRUEBA 15.16 x 30.00 cm	15.16	30.15	15430.0	21.49	2.11	11/02/2022	25/02/2022	14
	FIBRA DE ACERO RECICLADO 0.8% M- 06								
7	BRIQUETA DE PRUEBA 14.96 x 30.10 cm	14.96	30.20	21320.0	30.04	2.95	11/02/2022	11/03/2022	28
	FIBRA DE ACERO RECICLADO 0.8% M- 07								
8	BRIQUETA DE PRUEBA 15.02 x 30.06 cm	15.02	30.08	21480.0	30.27	2.97	11/02/2022	11/03/2022	28
	FIBRA DE ACERO RECICLADO 0.8% M- 08								

  
Elizabeth Ccopa Gordillo  
INGENIERO GEÓLOGO  
CIP 121350

LOS RESULTADOS SERAN VALIDOS SOLO CON EL SELLO SECO

URB. VILLA DEL LAGO MZ - "G" LOTE 14 TEL. 94225341 - 951810504



## RESISTENCIA A LA TRACCIÓN INDIRECTA (ENSAYO BRASILEÑO)

NTP 339.084 / ASTM C 496

**PROYECTO** : TESIS "INFLUENCIA DEL USO DE FIBRA DE ACERO RECICLADO PLASTIFICADO EN LAS PROPIEDADES MECÁNICAS Y COSTOS DEL CONCRETO EN PAVIMENTOS URBANOS, REGIÓN PUNO – AÑO 2021"

**SOLICITANTE** : BACHILLER CHURA JUSTO SUSY ELIZABETH

: BACHILLER QUISPE MAMANI ALBERTO CLINTON

**F'c diseño** : F'c= 210 Kg/cm<sup>2</sup>

**Tipo de Muestra** : CONCRETO ENDURECIDO DE 6"x12"

**Ubicación** : PUNO

**Fecha** : 14 DE MARZO 2022

Nº	DESCRIPCIÓN DE LA MUESTRA	Ø	LONGITUD	CARGA	RESISTENCIA TRACCIÓN INDIRECTA $\sigma_t$	RESISTENCIA TRACCIÓN INDIRECTA $\sigma_t$	FECHA	FECHA	EDAD
		cm.	cm.	kg.	Kg/cm <sup>2</sup>	Mpa	VACIADO	ROTURA	DÍAS
1	BRIQUETA DE PRUEBA 15.10 x 30.10 cm FIBRA DE ACERO RECICLADO 1.10% M- 01	15.10	29.98	13120.0	18.45	1.81	12/02/2022	19/02/2022	7
2	BRIQUETA DE PRUEBA 15.15 x 30.06 cm FIBRA DE ACERO RECICLADO 1.10% M- 02	15.15	30.15	13320.0	18.56	1.82	12/02/2022	19/02/2022	7
3	BRIQUETA DE PRUEBA 14.98 x 30.04 cm FIBRA DE ACERO RECICLADO 1.10% M- 03	14.98	30.12	13200.0	18.62	1.83	12/02/2022	19/02/2022	7
4	BRIQUETA DE PRUEBA 15.02 x 30.10 cm FIBRA DE ACERO RECICLADO 1.10% M- 04	15.02	29.98	15280.0	21.60	2.12	12/02/2022	26/02/2022	14
5	BRIQUETA DE PRUEBA 15.30 x 30.06 cm FIBRA DE ACERO RECICLADO 1.10% M- 05	15.30	30.15	15610.0	21.54	2.11	12/02/2022	26/02/2022	14
6	BRIQUETA DE PRUEBA 15.22 x 30.00 cm FIBRA DE ACERO RECICLADO 1.10% M- 06	15.22	30.10	15600.0	21.68	2.13	12/02/2022	26/02/2022	14
7	BRIQUETA DE PRUEBA 15.04 x 30.10 cm FIBRA DE ACERO RECICLADO 1.10% M- 07	15.04	29.98	21510.0	30.37	2.98	12/02/2022	12/03/2022	28
8	BRIQUETA DE PRUEBA 15.10 x 30.06 cm FIBRA DE ACERO RECICLADO 1.10% M- 08	15.10	30.06	21640.0	30.35	2.98	12/02/2022	12/03/2022	28



*Elizabeth Ecopa Gordillo*  
Elizabeth Ecopa Gordillo  
INGENIERO GEÓLOGO  
Nº 121350

LOS RESULTADOS SERAN VALIDOS SOLO CON EL SELLO SECO

**URB. VILLA DEL LAGO MZ - "G" LOTE 14 TEL. 942225341 - 951810504**



### ENSAYO DE ESFUERZO Y DEFORMACIÓN DE BRIQUETA

**PROYECTO** : TESIS "INFLUENCIA DEL USO DE FIBRA DE ACERO RECICLADO PLASTIFICADO EN LAS PROPIEDADES MECÁNICAS Y COSTOS DEL CONCRETO EN PAVIMENTOS URBANOS, REGIÓN PUNO – AÑO 2021"  
**SOLICITANTE** : BACHILLER CHURA JUSTO SUSY ELIZABETH  
 : BACHILLER QUISPE MAMANI ALBERTO CLINTON  
**Tipo de Muestra** : CONCRETO ENDURECIDO DE 6"x12"  
**Ubicación** : PUNO  
**Fecha** : 07 DE MARZO 2022

CILINDRO N°	: 3	RESISTENCIA MÁXIMA	: 21.12 Mpa
EDAD	: 28 DIAS	CARGA DE ROTURA	: 38600.00 Kg
MATERIAL	: HORMIGÓN	APRECIACIÓN	: 0.001 mm
CONCERTO	: PATRON	Fc	: 210 kg/cm2
FECHA DE VACIADO	: 7/02/2022	DIAMETRO MEDIDO	: 151.00 mm
FECHA DE ENSAYO	: 7/03/2022	AREA	: 17907.86 mm²
CANTERA	: ISLA	NORMA	: ASTM C-469-94

Nº	CARGA (kg)	ESFUERZO (Mpa)	DEFORMACIÓN (1mmX10-3)	DEF. ESPECIFICA 1mm/mm x 10-6
1	0	0.00	0	0.00
2	1000	0.55	1	6.62
3	2000	1.09	1	7.28
4	3000	1.64	3	19.87
5	4000	2.19	4	26.49
6	5000	2.74	7	46.36
7	6000	3.28	7	47.68
8	7000	3.83	10	66.23
9	8000	4.38	10	66.89
10	9000	4.93	11	73.51
11	10000	5.47	11	73.51
12	11000	6.02	14	92.72
13	12000	6.57	16	105.96
14	13000	7.11	18	119.21
15	14000	7.66	18	121.85
16	15000	8.21	20	132.45
17	16000	8.76	22	145.70
18	17000	9.30	22	146.36
19	18000	9.85	22	148.34
20	19000	10.40	24	158.94
21	20000	10.94	25	165.56
22	21000	11.49	26	172.19
23	22000	12.04	28	185.43
24	23000	12.59	28	187.42
25	24000	13.13	29	192.05
26	25000	13.68	33	218.54
27	26000	14.23	34	225.17
28	27000	14.78	35	231.79
29	28000	15.32	35	233.77
30	29000	15.87	36	238.41
31	30000	16.42	37	245.03
32	31000	16.96	39	258.28

#### MODULO DE ELASTICIDAD EXPERIMENTAL

$$E_c = \frac{0.4 \delta_{max} - \delta(0.00005)}{\epsilon_{esp}(0.4 \delta_{max}) - 0.00005}$$

$$E_c = 20625.47 \text{ Mpa}$$

$$E_c = 210321.28$$

Esfuerzo Correspondiente al 40 % de la Carga Maxima  
 $\delta(0.4 \text{ max})$  : **8.45 Mpa**  
 Esfuerzo Correspondiente a la Deformacion de 0.00005  
 $\delta(0.00005)$  : **5.81 Mpa**  
 Deformacion Correspondiente al 40 % de la Carga Max.  
 $\epsilon(0.4 \text{ max})$  : **177.99 x10<sup>-6</sup> mm/mm**

#### OBSERVACIONES:

1.- LA MUESTRA FUE MOLDEADA EN EL LABORATORIO POR EL BACHILLER.

LOS RESULTADOS SERAN VALIDOS SOLO CON EL SELLO SECO



*Elizabeth Copca Gordillo*  
 Elizabeth Copca Gordillo  
 INGENIERO GEÓLOGO  
 CIP. 121350

**URB. VILLA DEL LAGO MZ - "G" LOTE 14 TEL. 942225341 - 951810504**



### ENSAYO DE ESFUERZO Y DEFORMACIÓN DE BRIQUETA

**PROYECTO** : TESIS "INFLUENCIA DEL USO DE FIBRA DE ACERO RECICLADO PLASTIFICADO EN LAS PROPIEDADES MECÁNICAS Y COSTOS DEL CONCRETO EN PAVIMENTOS URBANOS, REGIÓN PUNO – AÑO 2021"  
**SOLICITANTE** : BACHILLER CHURA JUSTO SUSY ELIZABETH  
: BACHILLER QUISPE MAMANI ALBERTO CLINTON  
**Tipo de Muestra** : CONCRETO ENDURECIDO DE 6"x12"  
**Ubicación** : PUNO  
**Fecha** : 07 DE MARZO 2022

CILINDRO N°	: 2	RESISTENCIA MÁXIMA	: 20.82 Mpa
EDAD	: 28 DIAS	CARGA DE ROTURA	: 37550.00 Kg
MATERIAL	: HORMIGÓN	APRECIACIÓN	: 0.001 mm
CONCERTO	: PATRON	Fc	: 210 kg/cm2
FECHA DE VACIADO	: 7/02/2022	DIAMETRO MEDIDO	: 150.00 mm
FECHA DE ENSAYO	: 7/03/2022	AREA	: 17671.46 mm <sup>2</sup>
CANTERA	: ISLA	NORMA	: ASTM C-469-94

N°	CARGA (kg)	ESFUERZO (Mpa)	DEFORMACIÓN (1mmX10-3)	DEF. ESPECIFICA 1mm/mm x 10-6
1	0	0.00	0	0.00
2	1000	0.55	1	6.67
3	2000	1.11	2	13.33
4	3000	1.66	3	20.00
5	4000	2.22	6	40.00
6	5000	2.77	8	53.33
7	6000	3.33	9	60.00
8	7000	3.88	10	66.67
9	8000	4.44	11	73.33
10	9000	4.99	11	74.67
11	10000	5.55	11	73.33
12	11000	6.10	12	80.00
13	12000	6.65	18	120.00
14	13000	7.21	19	126.67
15	14000	7.76	23	153.33
16	15000	8.32	25	166.67
17	16000	8.87	29	193.33
18	17000	9.43	28	189.33
19	18000	9.98	30	200.00
20	19000	10.54	30	200.67
21	20000	11.09	31	206.67
22	21000	11.65	32	213.33
23	22000	12.20	33	220.00
24	23000	12.76	35	233.33
25	24000	13.31	38	253.33
26	25000	13.86	38	254.67
27	26000	14.42	40	266.67
28	27000	14.97	41	273.33
29	28000	15.53	42	280.00
30	29000	16.08	43	286.67
31	30000	16.64	45	300.00
32	31000	17.19	46	306.67

#### MODULO DE ELASTICIDAD EXPERIMENTAL

$$E_c = \frac{0.4 \delta_{max} - \delta(0.00005)}{E_{esp}(0.4 \delta_{max}) - 0.00005}$$

$$E_c = 19812.28 \text{ Mpa}$$

$$E_c = 202029.00 \text{ kg/cm}^2$$

Esfuerzo Correspondiente al 40 % de la Carga Maxima

$$\delta(0.4 \text{ max}) : 8.33 \text{ Mpa}$$

Esfuerzo Correspondiente a la Deformacion de 0.00005

$$\delta(0.00005) : 5.89 \text{ Mpa}$$

Deformacion Correspondiente al 40 % de la Carga Max.

$$\epsilon(0.4 \text{ max}) : 173.25 \times 10^{-6} \text{ mm/mm}$$

#### OBSERVACIONES:

1.- LA MUESTRA FUE MOLDEADA EN EL LABORATORIO POR EL BACHILLER.

LOS RESULTADOS SERAN VALIDOS SOLO CON EL SELLO SECO



*Elizabeth Copo Gordillo*  
Elizabeth Copo Gordillo  
INGENIERO GEÓLOGO  
CIP 121350

URB. VILLA DEL LAGO MZ - "G" LOTE 14 TEL. 942225341 - 951810504



### ENSAYO DE ESFUERZO Y DEFORMACION DE BRIQUETA

**PROYECTO** : TESIS "INFLUENCIA DEL USO DE FIBRA DE ACERO RECICLADO PLASTIFICADO EN LAS PROPIEDADES MECÁNICAS Y COSTOS DEL CONCRETO EN PAVIMENTOS URBANOS, REGIÓN PUNO – AÑO 2021"  
**SOLICITANTE** : BACHILLER CHURA JUSTO SUSY ELIZABETH  
 : BACHILLER QUISPE MAMANI ALBERTO CLINTON  
**Tipo de Muestra** : CONCRETO ENDURECIDO DE 6"x12"  
**Ubicación** : PUNO  
**Fecha** : 07 DE MARZO 2022

CILINDRO N°	: 1	RESISTENCIA MÁXIMA	: 20.98 Mpa
EDAD	: 28 DIAS	CARGA DE ROTURA	: 37320.00 Kg
MATERIAL	: HORMIGÓN	APRECIACIÓN	: 0.001 mm
CONCERTO	: PATRON	Fc	: 210 kg/cm2
FECHA DE VACIADO	: 7/02/2022	DIAMETRO MEDIDO	: 149.00 mm
FECHA DE ENSAYO	: 7/03/2022	AREA	: 17436.62 mm²
CANTERA	: ISLA	NORMA	: ASTM C-469-94

N°	CARGA (kg)	ESFUERZO (Mpa)	DEFORMACIÓN (1mmX10-3)	DEF. ESPECIFICA 1mm/mm x 10-6
1	0	0.00	0	0.00
2	1000	0.56	1	6.71
3	2000	1.12	2	13.42
4	3000	1.69	3	20.13
5	4000	2.25	7	46.98
6	5000	2.81	9	60.40
7	6000	3.37	12	80.54
8	7000	3.93	12	80.54
9	8000	4.50	15	100.67
10	9000	5.06	16	107.38
11	10000	5.62	17	114.09
12	11000	6.18	17	114.77
13	12000	6.74	20	134.23
14	13000	7.31	23	154.36
15	14000	7.87	23	154.36
16	15000	8.43	24	161.07
17	16000	8.99	26	174.50
18	17000	9.55	28	189.93
19	18000	10.12	28	190.60
20	19000	10.68	29	194.63
21	20000	11.24	30	201.34
22	21000	11.80	31	208.05
23	22000	12.36	32	214.77
24	23000	12.93	35	234.90
25	24000	13.49	37	248.32
26	25000	14.05	37	249.66
27	26000	14.61	38	255.03
28	27000	15.17	39	261.74
29	28000	15.74	40	268.46
30	29000	16.30	42	281.88
31	30000	16.86	42	281.88
32	31000	17.42	43	288.59

#### MODULO DE ELASTICIDAD EXPERIMENTAL

$$E_c = \frac{0.4 \delta_{max} - \delta(0.00005)}{\epsilon_{esp}(0.4 \delta_{max}) - 0.00005}$$

$$E_c = 21416.44 \text{ Mpa}$$

$$E_c = 218386.96 \text{ kg/cm}^2$$

Esfuerzo Correspondiente al 40 % de la Carga Maxima

$$\delta(0.4 \text{ max}) : 8.39 \text{ Mpa}$$

Esfuerzo Correspondiente a la Deformacion de 0.00005

$$\delta(0.00005) : 6.03 \text{ Mpa}$$

Deformacion Correspondiente al 40 % de la Carga Max.

$$\epsilon(0.4 \text{ max}) : 160.11 \times 10^{-6} \text{ mm/mm}$$

#### OBSERVACIONES:

1.- LA MUESTRA FUE MOLDEADA EN EL LABORATORIO POR EL BACHILLER.

LOS RESULTADOS SERAN VALIDOS SOLO CON EL SELLO SECO



Elizabeth Coopa Gordillo  
INGENIERO GEÓLOGO  
CIP. 121350

**URB. VILLA DEL LAGO MZ - "G" LOTE 14 TEL. 942225341 - 951810504**



### ENSAYO DE ESFUERZO Y DEFORMACION DE BRIQUETA

**PROYECTO** : TESIS "INFLUENCIA DEL USO DE FIBRA DE ACERO RECICLADO PLASTIFICADO EN LAS PROPIEDADES MECÁNICAS Y COSTOS DEL CONCRETO EN PAVIMENTOS URBANOS, REGIÓN PUNO – AÑO 2021"  
**SOLICITANTE** : BACHILLER CHURA JUSTO SUSY ELIZABETH  
 : BACHILLER QUISPE MAMANI ALBERTO CLINTON  
**Tipo de Muestra** : CONCRETO ENDURECIDO DE 6"x12"  
**Ubicación** : PUNO  
**Fecha** : 09 DE MARZO 2022

CILINDRO N°	: 3	RESISTENCIA MÁXIMA	: 21.81 Mpa
EDAD	: 28 DIAS	CARGA DE ROTURA	: 39220.00 Kg
MATERIAL	: HORMIGÓN	APRECIACIÓN	: 0.001 mm
CONCRETO	: FIBRA DE ACERO 0.2%	F <sub>c</sub>	: 210 kg/cm <sup>2</sup>
FECHA DE VACIADO	: 9/02/2022	DIAMETRO MEDIDO	: 149.80 mm
FECHA DE ENSAYO	: 9/03/2022	AREA	: 17624.37 mm <sup>2</sup>
CANTERA	: ISLA	NORMA	: ASTM C-469-94

N°	CARGA (kg)	ESFUERZO (Mpa)	DEFORMACIÓN (1mmX10-3)	DEF. ESPECIFICA 1mm/mm x 10-6
1	0	0.00	0	0.00
2	1000	0.56	1	6.68
3	2000	1.11	2	13.35
4	3000	1.67	3	20.03
5	4000	2.22	4	26.70
6	5000	2.78	8	53.40
7	6000	3.34	10	66.76
8	7000	3.89	10	68.76
9	8000	4.45	11	73.43
10	9000	5.00	11	74.77
11	10000	5.56	12	80.11
12	11000	6.12	15	100.13
13	12000	6.67	16	106.81
14	13000	7.23	16	108.14
15	14000	7.78	18	120.16
16	15000	8.34	19	126.84
17	16000	8.90	26	173.56
18	17000	9.45	26	173.56
19	18000	10.01	26	173.56
20	19000	10.56	27	180.24
21	20000	11.12	27	180.24
22	21000	11.68	27	180.24
23	22000	12.23	28	186.92
24	23000	12.79	28	186.92
25	24000	13.35	29	193.59
26	25000	13.90	30	200.27
27	26000	14.46	30	200.27
28	27000	15.01	33	220.29
29	28000	15.57	36	240.32
30	29000	16.13	38	253.67
31	30000	16.68	40	267.02
32	31000	17.24	43	287.05

#### MODULO DE ELASTICIDAD EXPERIMENTAL

$$E_c = \frac{0.4 \delta_{max} - \delta(0.00005)}{E_{esp}(0.4 \delta_{max}) - 0.00005}$$

$$E_c = 22706.59 \text{ Mpa}$$

$$E_c = 231542.78 \text{ kg/cm}^2$$

Esfuerzo Correspondiente al 40 % de la Carga Maxima  
 $\delta(0.4 \text{ max})$  : **8.72 Mpa**  
 Esfuerzo Correspondiente a la Deformacion de 0.00005  
 $\delta(0.00005)$  : **5.92 Mpa**  
 Deformacion Correspondiente al 40 % de la Carga Max.  
 $\epsilon(0.4 \text{ max})$  : **173.56 x10<sup>-6</sup> mm/mm**

#### OBSERVACIONES:

1- LA MUESTRA FUE MOLDEADA EN EL LABORATORIO POR EL BACHILLER.

LOS RESULTADOS SERAN VALIDOS SOLO CON EL SELLO SECO



*Elizabeth*  
 Elizabeth Coipa Gordillo  
 INGENIERO GEÓLOGO  
 CIP. 121350

**URB. VILLA DEL LAGO MZ - "G" LOTE 14 TEL. 942225341 - 951810504**



**TRIPLE GEO** S.R.L.  
Calidad y Experiencia

**LABORATORIO DE SUELOS Y CONCRETO**  
Geología - Geofísica - Geotecnia

### ENSAYO DE ESFUERZO Y DEFORMACIÓN DE BRIQUETA

**PROYECTO** : TESIS "INFLUENCIA DEL USO DE FIBRA DE ACERO RECICLADO PLASTIFICADO EN LAS PROPIEDADES MECÁNICAS Y COSTOS DEL CONCRETO EN PAVIMENTOS URBANOS, REGIÓN PUNO – AÑO 2021"  
**SOLICITANTE** : BACHILLER CHURA JUSTO SUSY ELIZABETH  
 : BACHILLER QUISPE MAMANI ALBERTO CLINTON  
**Tipo de Muestra** : CONCRETO ENDURECIDO DE 6"x12"  
**Ubicación** : PUNO  
**Fecha** : 09 DE MARZO 2022

CILINDRO N°	: 2	RESISTENCIA MÁXIMA	: 20.98 Mpa
EDAD	: 28 DIAS	CARGA DE ROTURA	: 38850.00 Kg
MATERIAL	: HORMIGÓN	APRECIACIÓN	: 0.001 mm
CONCRETO	: FIBRA DE ACERO 0.2%	F'c	: 210 kg/cm2
FECHA DE VACIADO	: 9/02/2022	DIAMETRO MEDIDO	: 152.00 mm
FECHA DE ENSAYO	: 9/03/2022	AREA	: 18145.84 mm²
CANTERA	: ISLA	NORMA	: ASTM C-469-94

N°	CARGA (kg)	ESFUERZO (Mpa)	DEFORMACIÓN (1mmX10-3)	DEF. ESPECIFICA 1mm/mm x 10-6
1	0	0.00	0	0.00
2	1000	0.54	1	6.58
3	2000	1.08	4	26.32
4	3000	1.62	6	39.47
5	4000	2.16	7	46.05
6	5000	2.70	10	65.79
7	6000	3.24	13	85.53
8	7000	3.78	14	92.11
9	8000	4.32	16	105.26
10	9000	4.86	17	111.84
11	10000	5.40	18	118.42
12	11000	5.94	19	125.00
13	12000	6.48	19	126.97
14	13000	7.02	21	138.16
15	14000	7.56	22	144.74
16	15000	8.10	23	152.63
17	16000	8.64	25	167.11
18	17000	9.18	27	177.63
19	18000	9.72	28	184.21
20	19000	10.26	28	186.18
21	20000	10.80	29	190.79
22	21000	11.34	31	203.95
23	22000	11.88	32	210.53
24	23000	12.42	33	217.11
25	24000	12.96	34	223.68
26	25000	13.50	35	230.26
27	26000	14.04	35	231.58
28	27000	14.58	36	236.84
29	28000	15.12	37	243.42
30	29000	15.66	38	250.00
31	30000	16.20	39	256.58
32	31000	16.74	41	269.74

#### MODULO DE ELASTICIDAD EXPERIMENTAL

$$E_c = \frac{0.4 \delta_{max} - \delta(0.00005)}{\epsilon_{esp}(0.4 \delta_{max}) - 0.00005}$$

$$E_c = 23492.02 \text{ Mpa}$$

$$E_c = 239551.99 \text{ kg/cm}^2$$

Esfuerzo Correspondiente al 40 % de la Carga Maxima  
 $\sigma(0.4 \text{ max})$  : **8.39 Mpa**

Esfuerzo Correspondiente a la Deformación de 0.00005

$\sigma(0.00005)$  : **5.80 Mpa**

Deformación Correspondiente al 40 % de la Carga Max.

$\epsilon(0.4 \text{ max})$  : **160.45 x10<sup>-6</sup> mm/mm**

#### OBSERVACIONES:

1- LA MUESTRA FUE MOLDEADA EN EL LABORATORIO POR EL BACHILLER.

LOS RESULTADOS SERAN VALIDOS SOLO CON EL SELLO SECO



*Elizabeth C. Gordillo*  
 Elizabeth C. Gordillo  
 INGENIERO GEÓLOGO  
 CIP 121350

**URB. VILLA DEL LAGO MZ - "G" LOTE 14 TEL. 942225341 - 951810504**



### ENSAYO DE ESFUERZO Y DEFORMACION DE BRIQUETA

**PROYECTO** : TESIS "INFLUENCIA DEL USO DE FIBRA DE ACERO RECICLADO PLASTIFICADO EN LAS PROPIEDADES MECÁNICAS Y COSTOS DEL CONCRETO EN PAVIMENTOS URBANOS, REGIÓN PUNO – AÑO 2021"  
**SOLICITANTE** : BACHILLER CHURA JUSTO SUSY ELIZABETH  
 : BACHILLER QUISPE MAMANI ALBERTO CLINTON  
**Tipo de Muestra** : CONCRETO ENDURECIDO DE 6"x12"  
**Ubicación** : PUNO  
**Fecha** : 09 DE MARZO 2022

CILINDRO N°	: 1	RESISTENCIA MÁXIMA	: 21.88 Mpa
EDAD	: 28 DIAS	CARGA DE ROTURA	: 39200.00 Kg
MATERIAL	: HORMIGÓN	APRECIACIÓN	: 0.001 mm
CONCRETO	: FIBRA DE ACERO 0.2%	F <sub>c</sub>	: 210 kg/cm <sup>2</sup>
FECHA DE VACIADO	: 9/02/2022	DIAMETRO MEDIDO	: 149.50 mm
FECHA DE ENSAYO	: 9/03/2022	AREA	: 17553.85 mm <sup>2</sup>
CANTERA	: ISLA	NORMA	: ASTM C-469-94

N°	CARGA (kg)	ESFUERZO (Mpa)	DEFORMACIÓN (1mmX10-3)	DEF. ESPECIFICA 1mm/mm x 10-6
1	0	0.00	0	0.00
2	1000	0.56	0	0.00
3	2000	1.12	1	6.69
4	3000	1.67	1	6.69
5	4000	2.23	2	13.38
6	5000	2.79	2	16.05
7	6000	3.35	5	33.44
8	7000	3.91	8	53.51
9	8000	4.47	10	66.89
10	9000	5.02	12	80.27
11	10000	5.58	15	100.33
12	11000	6.14	18	120.40
13	12000	6.70	19	127.09
14	13000	7.26	21	140.47
15	14000	7.82	23	153.85
16	15000	8.37	25	167.22
17	16000	8.93	26	173.91
18	17000	9.49	27	180.60
19	18000	10.05	28	187.29
20	19000	10.61	30	200.67
21	20000	11.17	31	207.36
22	21000	11.72	32	214.05
23	22000	12.28	32	214.05
24	23000	12.84	33	220.74
25	24000	13.40	34	227.42
26	25000	13.96	36	240.80
27	26000	14.52	36	240.80
28	27000	15.07	37	247.49
29	28000	15.63	39	260.87
30	29000	16.19	40	267.56
31	30000	16.75	41	274.25
32	31000	17.31	42	280.94

#### MODULO DE ELASTICIDAD EXPERIMENTAL

$$E_c = \frac{0.4 \delta_{max} - \delta(0.00005)}{\epsilon_{esp}(0.4 \delta_{max}) - 0.00005}$$

$$E_c = 22824.85 \text{ Mpa}$$

$$E_c = 232748.67 \text{ kg/cm}^2$$

Esfuerzo Correspondiente al 40 % de la Carga Maxima  
 $\delta(0.4 \text{ max})$  : 8.75 Mpa

Esfuerzo Correspondiente a la Deformacion de 0.00005

$\delta(0.00005)$  : 5.97 Mpa

Deformacion Correspondiente al 40 % de la Carga Max.

$\epsilon(0.4 \text{ max})$  :  $171.77 \times 10^{-6} \text{ mm/mm}$

#### OBSERVACIONES:

1.- LA MUESTRA FUE MOLDEADA EN EL LABORATORIO POR EL BACHILLER.

LOS RESULTADOS SERAN VALIDOS SOLO CON EL SELLO SECO



*Elizabeth Gopa Gordillo*  
 Elizabeth Gopa Gordillo  
 INGENIERO GEÓLOGO  
 CIP: 121350

**URB. VILLA DEL LAGO MZ - "G" LOTE 14 TEL. 942225341 - 951810504**





**TRIPLE GEO** S.R.L.  
Calidad y Experiencia

**LABORATORIO DE SUELOS Y CONCRETO**  
Geología - Geofísica - Geotecnia

### ENSAYO DE ESFUERZO Y DEFORMACIÓN DE BRIQUETA

**PROYECTO** : TESIS "INFLUENCIA DEL USO DE FIBRA DE ACERO RECICLADO PLASTIFICADO EN LAS PROPIEDADES MECÁNICAS Y COSTOS DEL CONCRETO EN PAVIMENTOS URBANOS, REGIÓN PUNO – AÑO 2021"  
**SOLICITANTE** : BACHILLER CHURA JUSTO SUSY ELIZABETH  
 : BACHILLER QUISPE MAMANI ALBERTO CLINTON  
**Tipo de Muestra** : CONCRETO ENDURECIDO DE 6"x12"  
**Ubicación** : PUNO  
**Fecha** : 10 DE MARZO 2022

CILINDRO N°	: 2	RESISTENCIA MÁXIMA	: 21.65 Mpa
EDAD	: 28 DIAS	CARGA DE ROTURA	: 40040.00 Kg
MATERIAL	: HORMIGÓN	APRECIACIÓN	: 0.001 mm
CONCRETO	: FIBRA DE ACERO 0.5%	F <sub>c</sub>	: 210 kg/cm <sup>2</sup>
FECHA DE VACIADO	: 10/02/2022	DIAMETRO MEDIDO	: 151.90 mm
FECHA DE ENSAYO	: 10/03/2022	AREA	: 18121.97 mm <sup>2</sup>
CANTERA	: ISLA	NORMA	: ASTM C-469-94

N°	CARGA (kg)	ESFUERZO (Mpa)	DEFORMACIÓN (1mmX10-3)	DEF. ESPECIFICA 1mm/mm x 10-6
1	0	0.00	0	0.00
2	1000	0.54	1	6.58
3	2000	1.08	1	6.58
4	3000	1.62	5	32.92
5	4000	2.16	5	32.92
6	5000	2.70	8	52.67
7	6000	3.24	9	59.25
8	7000	3.79	13	85.58
9	8000	4.33	14	92.17
10	9000	4.87	16	105.33
11	10000	5.41	15	98.75
12	11000	5.95	17	111.92
13	12000	6.49	20	131.67
14	13000	7.03	22	144.83
15	14000	7.57	22	146.81
16	15000	8.11	24	159.97
17	16000	8.65	26	171.17
18	17000	9.19	27	177.75
19	18000	9.73	27	177.75
20	19000	10.27	28	184.33
21	20000	10.82	28	186.31
22	21000	11.36	28	186.97
23	22000	11.90	30	197.50
24	23000	12.44	31	206.71
25	24000	12.98	32	210.66
26	25000	13.52	33	217.25
27	26000	14.06	34	223.83
28	27000	14.60	36	237.00
29	28000	15.14	37	243.58
30	29000	15.68	38	250.16
31	30000	16.22	38	250.16
32	31000	16.76	40	263.33

#### MODULO DE ELASTICIDAD EXPERIMENTAL

$$E_c = \frac{0.4 \delta_{max} - \delta(0.00005)}{E_{sp}(0.4 \delta_{max}) - 0.00005}$$

$$E_c = 23733.06 \text{ Mpa}$$

$$E_c = 242009.86 \text{ kg/cm}^2$$

Esfuerzo Correspondiente al 40 % de la Carga Maxima  
 $\delta(0.4 \text{ max})$  : **8.66 Mpa**

Esfuerzo Correspondiente a la Deformacion de 0.00005  
 $\delta(0.00005)$  : **5.78 Mpa**

Deformacion Correspondiente al 40 % de la Carga Max.  
 $E(0.4 \text{ max})$  : **171.27 x10<sup>-6</sup> mm/mm**

#### OBSERVACIONES:

1.- LA MUESTRA FUE MOLDEADA EN EL LABORATORIO POR EL BACHILLER.

LOS RESULTADOS SERAN VALIDOS SOLO CON EL SELLO SECO



*Elizabeth C. Topa Gordillo*  
 Elizabeth C. Topa Gordillo  
 INGENIERO GEÓLOGO  
 CIP. 121.350

**URB. VILLA DEL LAGO MZ - "G" LOTE 14 TEL. 94225341 - 951810504**



### ENSAYO DE ESFUERZO Y DEFORMACION DE BRIQUETA

**PROYECTO** : TESIS "INFLUENCIA DEL USO DE FIBRA DE ACERO RECICLADO PLASTIFICADO EN LAS PROPIEDADES MECÁNICAS Y COSTOS DEL CONCRETO EN PAVIMENTOS URBANOS, REGIÓN PUNO – AÑO 2021"  
**SOLICITANTE** : BACHILLER CHURA JUSTO SUSY ELIZABETH  
 : BACHILLER QUISPE MAMANI ALBERTO CLINTON  
**Tipo de Muestra** : CONCRETO ENDURECIDO DE 6"x12"  
**Ubicación** : PUNO  
**Fecha** : 10 DE MARZO 2022

CILINDRO N°	: 1	RESISTENCIA MÁXIMA	: 21.69 Mpa
EDAD	: 28 DIAS	CARGA DE ROTURA	: 39220.00 Kg
MATERIAL	: HORMIGÓN	APRECIACIÓN	: 0.001 mm
CONCERTO	: FIBRA DE ACERO 0.5%	F'c	: 210 kg/cm2
FECHA DE VACIADO	: 10/02/2022	DIAMETRO MEDIDO	: 150.20 mm
FECHA DE ENSAYO	: 10/03/2022	AREA	: 17718.61 mm²
CANTERA	: ISLA	NORMA	: ASTM C-469-94

N°	CARGA (kg)	ESFUERZO (Mpa)	DEFORMACIÓN (1mmX10-3)	DEF. ESPECIFICA 1mm/mm x 10-6
1	0	0.00	0	0.00
2	1000	0.55	0	0.00
3	2000	1.11	1	6.66
4	3000	1.66	2	13.32
5	4000	2.21	3	19.97
6	5000	2.77	6	39.95
7	6000	3.32	7	46.60
8	7000	3.87	8	53.26
9	8000	4.42	10	66.58
10	9000	4.98	12	79.89
11	10000	5.53	13	89.21
12	11000	6.08	15	99.87
13	12000	6.64	18	119.84
14	13000	7.19	20	133.16
15	14000	7.74	21	139.81
16	15000	8.30	25	166.44
17	16000	8.85	25	167.11
18	17000	9.40	25	169.11
19	18000	9.96	27	179.76
20	19000	10.51	28	186.42
21	20000	11.06	29	193.08
22	21000	11.61	33	219.71
23	22000	12.17	33	221.04
24	23000	12.72	34	226.36
25	24000	13.27	35	233.02
26	25000	13.83	37	246.34
27	26000	14.38	37	247.67
28	27000	14.93	38	253.00
29	28000	15.49	39	259.65
30	29000	16.04	41	272.97
31	30000	16.59	43	286.28
32	31000	17.15	44	292.94

#### MODULO DE ELASTICIDAD EXPERIMENTAL

$$E_c = \frac{0.4 \delta_{max} - \delta(0.00005)}{\epsilon_{esp}(0.4 \delta_{max}) - 0.00005}$$

$$E_c = 23737.94 \text{ Mpa}$$

$$E_c = 242059.65 \text{ kg/cm}^2$$

Esfuerzo Correspondiente al 40 % de la Carga Maxima  
 $\delta(0.4 \text{ max})$  : **8.68 Mpa**

Esfuerzo Correspondiente a la Deformacion de 0.00005

$\delta(0.00005)$  : **5.90 Mpa**

Deformacion Correspondiente al 40 % de la Carga Max.

$\epsilon(0.4 \text{ max})$  : **166.90 x10<sup>-6</sup> mm/mm**

#### OBSERVACIONES:

1.- LA MUESTRA FUE MOLDEADA EN EL LABORATORIO POR EL BACHILLER.

LOS RESULTADOS SERAN VALIDOS SOLO CON EL SELLO SECO



*Elizabeth*  
 Elizabeth Copa Gordillo  
 INGENIERO GEÓLOGO  
 R.P. 121350

**URB. VILLA DEL LAGO MZ - "G" LOTE 14 TEL. 942225341 - 951810504**



**TRIPLE GEO** S.R.L.  
Calidad y Experiencia

**LABORATORIO DE SUELOS Y CONCRETO**  
Geología - Geofísica - Geotecnia

### ENSAYO DE ESFUERZO Y DEFORMACIÓN DE BRIQUETA

**PROYECTO** : TESIS "INFLUENCIA DEL USO DE FIBRA DE ACERO RECICLADO PLASTIFICADO EN LAS PROPIEDADES MECÁNICAS Y COSTOS DEL CONCRETO EN PAVIMENTOS URBANOS, REGIÓN PUNO – AÑO 2021"  
**SOLICITANTE** : BACHILLER CHURA JUSTO SUSY ELIZABETH  
 : BACHILLER QUISPE MAMANI ALBERTO CLINTON  
**Tipo de Muestra** : CONCRETO ENDURECIDO DE 6"x12"  
**Ubicación** : PUNO  
**Fecha** : 11 DE MARZO 2022

CILINDRO N°	: 1	RESISTENCIA MÁXIMA	: 22.51	Mpa
EDAD	: 28 DIAS	CARGA DE ROTURA	: 40260.00	Kg
MATERIAL	: HORMIGÓN	APRECIACIÓN	: 0.001	mm
CONCRETO	: FIBRA DE ACERO 0.8%	F <sub>c</sub>	: 210	kg/cm <sup>2</sup>
FECHA DE VACIADO	: 11/02/2022	DIAMETRO MEDIDO	: 149.40	mm
FECHA DE ENSAYO	: 11/03/2022	AREA	: 17530.37	mm <sup>2</sup>
CANTERA	: ISLA	NORMA	: ASTM C-469-94	

N°	CARGA (kg)	ESFUERZO (Mpa)	DEFORMACIÓN (1mmX10-3)	DEF. ESPECIFICA 1mm/mm x 10-6
1	0	0.00	0	0.00
2	1000	0.56	1	6.69
3	2000	1.12	1	6.69
4	3000	1.68	1	6.69
5	4000	2.24	1	6.69
6	5000	2.80	2	13.39
7	6000	3.35	3	20.08
8	7000	3.91	5	33.47
9	8000	4.47	6	40.16
10	9000	5.03	7	46.85
11	10000	5.59	17	115.80
12	11000	6.15	18	120.48
13	12000	6.71	19	127.18
14	13000	7.27	19	128.51
15	14000	7.83	20	133.87
16	15000	8.39	23	156.63
17	16000	8.94	25	167.34
18	17000	9.50	28	187.42
19	18000	10.06	29	194.11
20	19000	10.62	29	194.11
21	20000	11.18	30	200.80
22	21000	11.74	31	207.50
23	22000	12.30	31	209.50
24	23000	12.86	33	220.88
25	24000	13.42	34	227.58
26	25000	13.98	35	234.27
27	26000	14.53	37	247.66
28	27000	15.09	38	254.35
29	28000	15.65	39	261.04
30	29000	16.21	40	267.74
31	30000	16.77	41	274.43
32	31000	17.33	41	274.43

#### MODULO DE ELASTICIDAD EXPERIMENTAL

$$E_c = \frac{0.4 \delta_{max} - \delta(0.00005)}{\epsilon_{sp}(0.4 \delta_{max}) - 0.00005}$$

$$E_c = 25132.49 \text{ Mpa}$$

$$E_c = 256280.08$$

Esfuerzo Correspondiente al 40 % de la Carga Maxima  
 $\delta(0.4 \text{ max})$  : **9.00 Mpa**

Esfuerzo Correspondiente a la Deformación de 0.00005

$\delta(0.00005)$  : **6.00 Mpa**

Deformación Correspondiente al 40 % de la Carga Max.

$\epsilon(0.4 \text{ max})$  : **169.42 x 10<sup>-6</sup> mm/mm**

#### OBSERVACIONES:

1.- LA MUESTRA FUE MOLDEADA EN EL LABORATORIO POR EL BACHILLER.

LOS RESULTADOS SERAN VALIDOS SOLO CON EL SELLO SECO



*Elizabeth Copca Gordillo*  
 Elizabeth Copca Gordillo  
 INGENIERO GEÓLOGO  
 CIP. 121350

**URB. VILLA DEL LAGO MZ - "G" LOTE 14 TEL. 942225341 - 951810504**



**TRIPLE GEO** S.R.L.  
Calidad y Experiencia

**LABORATORIO DE SUELOS Y CONCRETO**  
Geología - Geofísica - Geotecnia

### ENSAYO DE ESFUERZO Y DEFORMACIÓN DE BRIQUETA

**PROYECTO** : TESIS "INFLUENCIA DEL USO DE FIBRA DE ACERO RECICLADO PLASTIFICADO EN LAS PROPIEDADES MECÁNICAS Y COSTOS DEL CONCRETO EN PAVIMENTOS URBANOS, REGIÓN PUNO – AÑO 2021"  
**SOLICITANTE** : BACHILLER CHURA JUSTO SUSY ELIZABETH  
 : BACHILLER QUISPE MAMANI ALBERTO CLINTON  
**Tipo de Muestra** : CONCRETO ENDURECIDO DE 6"x12"  
**Ubicación** : PUNO  
**Fecha** : 11 DE MARZO 2022

CILINDRO N°	: 3	RESISTENCIA MÁXIMA	: 22.54 Mpa
EDAD	: 28 DIAS	CARGA DE ROTURA	: 40380.00 Kg
MATERIAL	: HORMIGÓN	APRECIACIÓN	: 0.001 mm
CONCRETO	: FIBRA DE ACERO 0.8%	F <sub>c</sub>	: 210 kg/cm <sup>2</sup>
FECHA DE VACIADO	: 11/02/2022	DIAMETRO MEDIDO	: 149.50 mm
FECHA DE ENSAYO	: 11/03/2022	AREA	: 17553.85 mm <sup>2</sup>
CANTERA	: ISLA	NORMA	: ASTM C-469-94

N°	CARGA (kg)	ESFUERZO (Mpa)	DEFORMACIÓN (1mmX10-3)	DEF. ESPECIFICA 1mm/mm x 10-6
1	0	0.00	0	0.00
2	1000	0.56	1	6.69
3	2000	1.12	2	13.38
4	3000	1.67	2	13.38
5	4000	2.23	2	13.38
6	5000	2.79	3	20.07
7	6000	3.35	3	20.07
8	7000	3.91	3	20.07
9	8000	4.47	6	40.13
10	9000	5.02	7	46.82
11	10000	5.58	16	107.02
12	11000	6.14	19	127.09
13	12000	6.70	19	127.09
14	13000	7.26	20	133.78
15	14000	7.82	21	140.47
16	15000	8.37	21	140.47
17	16000	8.93	26	173.91
18	17000	9.49	27	180.60
19	18000	10.05	28	187.29
20	19000	10.61	28	187.29
21	20000	11.17	29	193.98
22	21000	11.72	29	193.98
23	22000	12.28	29	193.98
24	23000	12.84	33	220.74
25	24000	13.40	34	227.42
26	25000	13.96	34	227.42
27	26000	14.52	37	247.49
28	27000	15.07	38	254.18
29	28000	15.63	38	254.18
30	29000	16.19	41	274.25
31	30000	16.75	41	274.25
32	31000	17.31	41	274.25

#### MODULO DE ELASTICIDAD EXPERIMENTAL

$$E_c = \frac{0.4 \delta_{max} - \delta(0.00005)}{E_{sp}(0.4 \delta_{max}) - 0.00005}$$

$$E_c = 24288.35 \text{ Mpa}$$

$$E_c = 247672.22 \frac{\text{kg}}{\text{cm}^2}$$

Esfuerzo Correspondiente al 40 % de la Carga Maxima  
 $\delta(0.4 \text{ max})$  : **9.02 Mpa**  
 Esfuerzo Correspondiente a la Deformación de 0.00005  
 $\delta(0.00005)$  : **5.98 Mpa**  
 Deformación Correspondiente al 40 % de la Carga Max.  
 $\epsilon(0.4 \text{ max})$  : **174.93 x10<sup>-6</sup> mm/mm**

#### OBSERVACIONES:

1.- LA MUESTRA FUE MOLDEADA EN EL LABORATORIO POR EL BACHILLER

LOS RESULTADOS SERAN VALIDOS SOLO CON EL SELLO SECO



*Elizabeth*  
 Elizabeth Copca Gordillo  
 INGENIERO GEÓLOGO  
 CIP 121350

**URB. VILLA DEL LAGO MZ - "G" LOTE 14 TEL. 942225341 - 951810504**



**TRIPLE GEO** S.R.L.  
Calidad y Experiencia

**LABORATORIO DE SUELOS Y CONCRETO**  
Geología - Geofísica - Geotecnia

### ENSAYO DE ESFUERZO Y DEFORMACION DE BRIQUETA

**PROYECTO** : TESIS "INFLUENCIA DEL USO DE FIBRA DE ACERO RECICLADO PLASTIFICADO EN LAS PROPIEDADES MECÁNICAS Y COSTOS DEL CONCRETO EN PAVIMENTOS URBANOS, REGIÓN PUNO – AÑO 2021"  
**SOLICITANTE** : BACHILLER CHURA JUSTO SUSY ELIZABETH  
 : BACHILLER QUISPE MAMANI ALBERTO CLINTON  
**Tipo de Muestra** : CONCRETO ENDURECIDO DE 6"x12"  
**Ubicación** : PUNO  
**Fecha** : 11 DE MARZO 2022

CILINDRO N°	: 2	RESISTENCIA MÁXIMA	: 22.32 Mpa
EDAD	: 28 DIAS	CARGA DE ROTURA	: 40240.00 Kg
MATERIAL	: HORMIGÓN	APRECIACIÓN	: 0.001 mm
CONCRETO	: FIBRA DE ACERO 0.8%	F <sub>c</sub>	: 210 kg/cm <sup>2</sup>
FECHA DE VACIADO	: 11/02/2022	DIAMETRO MEDIDO	: 150.00 mm
FECHA DE ENSAYO	: 11/03/2022	AREA	: 17671.46 mm <sup>2</sup>
CANTERA	: ISLA	NORMA	: ASTM C-469-94

N°	CARGA (kg)	ESFUERZO (Mpa)	DEFORMACIÓN (1mmX10-3)	DEF. ESPECIFICA 1mm/mm x 10-6
1	0	0.00	0	0.00
2	1000	0.55	1	6.67
3	2000	1.11	2	13.33
4	3000	1.66	2	13.33
5	4000	2.22	2	13.33
6	5000	2.77	3	20.00
7	6000	3.33	3	20.00
8	7000	3.88	3	20.00
9	8000	4.44	5	33.33
10	9000	4.99	10	66.67
11	10000	5.55	18	120.00
12	11000	6.10	19	126.67
13	12000	6.65	19	126.67
14	13000	7.21	19	128.00
15	14000	7.76	20	133.33
16	15000	8.32	23	153.33
17	16000	8.87	26	173.33
18	17000	9.43	27	180.00
19	18000	9.98	26	173.33
20	19000	10.54	29	193.33
21	20000	11.09	30	200.00
22	21000	11.65	32	213.33
23	22000	12.20	32	213.33
24	23000	12.76	33	220.00
25	24000	13.31	33	220.00
26	25000	13.86	35	233.33
27	26000	14.42	38	253.33
28	27000	14.97	38	253.33
29	28000	15.53	39	260.00
30	29000	16.08	42	280.00
31	30000	16.64	43	286.67
32	31000	17.19	43	286.67

#### MODULO DE ELASTICIDAD EXPERIMENTAL

$$E_c = \frac{0.4 \delta_{max} - \delta(0.00005)}{\epsilon_{esp}(0.4 \delta_{max}) - 0.00005}$$

$$E_c = 23950.59 \text{ Mpa}$$

$$E_c = 244228.01 \text{ kg/cm}^2$$

Esfuerzo Correspondiente al 40 % de la Carga Maxima

$$\delta(0.4 \text{ max}) : 8.93 \text{ Mpa}$$

Esfuerzo Correspondiente a la Deformacion de 0.00005

$$\delta(0.00005) : 5.96 \text{ Mpa}$$

Deformacion Correspondiente al 40 % de la Carga Max.

$$\epsilon(0.4 \text{ max}) : 173.97 \times 10^{-6} \text{ mm/mm}$$

#### OBSERVACIONES:

1.- LA MUESTRA FUE MOLDEADA EN EL LABORATORIO POR EL BACHILLER.

LOS RESULTADOS SERAN VALIDOS SOLO CON EL SELLO SECO

**URB. VILLA DEL LAGO MZ - "G" LOTE 14 TEL. 942225341 - 951810504**



*Elizabeth Córdova Gordillo*  
Elizabeth Córdova Gordillo  
INGENIERO GEÓLOGO  
CIP. 121350



### ENSAYO DE ESFUERZO Y DEFORMACIÓN DE BRIQUETA

**PROYECTO** : TESIS "INFLUENCIA DEL USO DE FIBRA DE ACERO RECICLADO PLASTIFICADO EN LAS PROPIEDADES MECÁNICAS Y COSTOS DEL CONCRETO EN PAVIMENTOS URBANOS, REGIÓN PUNO – AÑO 2021"  
**SOLICITANTE** : BACHILLER CHURA JUSTO SUSY ELIZABETH  
: BACHILLER QUISPE MAMANI ALBERTO CLINTON  
**Tipo de Muestra** : CONCRETO ENDURECIDO DE 6"x12"  
**Ubicación** : PUNO  
**Fecha** : 12 DE MARZO 2022

CILINDRO N° : 3 RESISTENCIA MÁXIMA : 22.08 Mpa  
EDAD : 28 DIAS CARGA DE ROTURA : 41100.00 Kg  
MATERIAL : HORMIGÓN APRECIACIÓN : 0.001 mm  
CONCERTO : FIBRA DE ACERO 1.1% F'c : 210 kg/cm2  
FECHA DE VACIADO : 12/02/2022 DIAMETRO MEDIDO : 152.40 mm  
FECHA DE ENSAYO : 12/03/2022 AREA : 18241.47 mm²  
CANTERA : ISLA NORMA : ASTM C-469-94

N°	CARGA (kg)	ESFUERZO (Mpa)	DEFORMACIÓN (1mmX10-3)	DEF. ESPECIFICA 1mm/mm x 10-6
1	0	0.00	0	0.00
2	1000	0.54	0	0.00
3	2000	1.07	1	6.56
4	3000	1.61	2	13.12
5	4000	2.15	4	26.25
6	5000	2.69	4	26.25
7	6000	3.22	5	32.81
8	7000	3.76	5	32.81
9	8000	4.30	7	45.93
10	9000	4.84	9	59.06
11	10000	5.37	13	85.30
12	11000	5.91	19	124.67
13	12000	6.45	19	124.67
14	13000	6.98	21	137.80
15	14000	7.52	21	137.80
16	15000	8.06	23	150.92
17	16000	8.60	26	170.60
18	17000	9.13	28	183.73
19	18000	9.67	28	183.73
20	19000	10.21	30	196.85
21	20000	10.74	30	196.85
22	21000	11.28	32	209.97
23	22000	11.82	32	209.97
24	23000	12.36	33	216.54
25	24000	12.89	35	229.66
26	25000	13.43	35	229.66
27	26000	13.97	36	236.22
28	27000	14.51	37	242.78
29	28000	15.04	38	249.34
30	29000	15.58	40	262.47
31	30000	16.12	42	275.59
32	31000	16.65	42	275.59

#### MODULO DE ELASTICIDAD EXPERIMENTAL

$$E_c = \frac{0.4 \delta_{max} - \delta(0.00005)}{\epsilon_{exp}(0.4 \delta_{max}) - 0.00005}$$

$$E_c = 24589.12 \text{ Mpa}$$

$$E_c = 250739.25 \text{ kg/cm}^2$$

Esfuerzo Correspondiente al 40 % de la Carga Maxima  
 $\delta(0.4 \text{ max})$  : **8.83 Mpa**  
Esfuerzo Correspondiente a la Deformación de 0.00005  
 $\delta(0.00005)$  : **5.72 Mpa**  
Deformación Correspondiente al 40 % de la Carga Max.  
 $\epsilon(0.4 \text{ max})$  : **176.38 x 10<sup>-6</sup> mm/mm**

#### OBSERVACIONES:

1.- LA MUESTRA FUE MOLDEADA EN EL LABORATORIO POR EL BACHILLER.

LOS RESULTADOS SERAN VALIDOS SOLO CON EL SELLO SECO



*Elizabeth C. C. Gordillo*  
Elizabeth C. C. Gordillo  
INGENIERO GEÓLOGO  
CIP 121350

URB. VILLA DEL LAGO MZ - "G" LOTE 14 TEL. 942225341 - 951810504



### ENSAYO DE ESFUERZO Y DEFORMACIÓN DE BRIQUETA

**PROYECTO** : TESIS "INFLUENCIA DEL USO DE FIBRA DE ACERO RECICLADO PLASTIFICADO EN LAS PROPIEDADES MECÁNICAS Y COSTOS DEL CONCRETO EN PAVIMENTOS URBANOS, REGIÓN PUNO – AÑO 2021"  
**SOLICITANTE** : BACHILLER CHURA JUSTO SUSY ELIZABETH  
: BACHILLER QUISPE MAMANI ALBERTO CLINTON  
**Tipo de Muestra** : CONCRETO ENDURECIDO DE 6"x12"  
**Ubicación** : PUNO  
**Fecha** : 12 DE MARZO 2022

CILINDRO N°	: 1	RESISTENCIA MÁXIMA	: 22.42 Mpa
EDAD	: 28 DIAS	CARGA DE ROTURA	: 41020.00 Kg
MATERIAL	: HORMIGÓN	APRECIACIÓN	: 0.001 mm
CONCRETO	: FIBRA DE ACERO 1.1%	F <sub>c</sub>	: 210 kg/cm <sup>2</sup>
FECHA DE VACIADO	: 12/02/2022	DIAMETRO MEDIDO	: 151.10 mm
FECHA DE ENSAYO	: 12/03/2022	AREA	: 17931.59 mm <sup>2</sup>
CANTERA	: ISLA	NORMA	: ASTM C-469-94

N°	CARGA (kg)	ESFUERZO (Mpa)	DEFORMACIÓN (1mmX10-3)	DEF. ESPECIFICA 1mm/mm x 10-6
1	0	0.00	0	0.00
2	1000	0.55	0	0.00
3	2000	1.09	1	6.62
4	3000	1.64	2	13.24
5	4000	2.19	3	19.85
6	5000	2.73	3	19.85
7	6000	3.28	4	26.47
8	7000	3.83	4	26.47
9	8000	4.37	5	33.09
10	9000	4.92	8	52.95
11	10000	5.47	12	79.42
12	11000	6.01	18	119.13
13	12000	6.56	19	125.74
14	13000	7.10	20	132.36
15	14000	7.65	21	138.98
16	15000	8.20	22	145.60
17	16000	8.74	25	165.45
18	17000	9.29	29	191.93
19	18000	9.84	29	191.93
20	19000	10.38	30	198.54
21	20000	10.93	30	198.54
22	21000	11.48	31	205.16
23	22000	12.02	31	205.16
24	23000	12.57	33	218.40
25	24000	13.12	34	225.02
26	25000	13.66	35	231.63
27	26000	14.21	37	244.87
28	27000	14.76	38	251.49
29	28000	15.30	38	251.49
30	29000	15.85	39	258.11
31	30000	16.40	42	277.96
32	31000	16.94	42	277.96

#### MODULO DE ELASTICIDAD EXPERIMENTAL

$$E_c = \frac{0.4 \delta_{max} - \delta(0.00005)}{\epsilon_{sp}(0.4 \delta_{max}) - 0.00005}$$

$$E_c = 24976.63 \text{ Mpa}$$

$$E_c = 254690.72$$

Esfuerzo Correspondiente al 40 % de la Carga Maxima  
 $\delta(0.4 \text{ max})$  : **8.97 Mpa**  
Esfuerzo Correspondiente a la Deformacion de 0.00005  
 $\delta(0.00005)$  : **5.81 Mpa**  
Deformacion Correspondiente al 40 % de la Carga Max.  
 $\epsilon(0.4 \text{ max})$  :  **$176.25 \times 10^{-6}$  mm/mm**

#### OBSERVACIONES:

1.- LA MUESTRA FUE MOLDEADA EN EL LABORATORIO POR EL BACHILLER.

LOS RESULTADOS SERAN VALIDOS SOLO CON EL SELLO SECO



Elizabeth Coopa Gordillo  
INGENIERO GEÓLOGO  
CIR. 121550

**URB. VILLA DEL LAGO MZ - "G" LOTE 14 TEL. 942225341 - 951810504**



### ENSAYO DE ESFUERZO Y DEFORMACION DE BRIQUETA

**PROYECTO** : TESIS "INFLUENCIA DEL USO DE FIBRA DE ACERO RECICLADO PLASTIFICADO EN LAS PROPIEDADES MECÁNICAS Y COSTOS DEL CONCRETO EN PAVIMENTOS URBANOS, REGIÓN PUNO – AÑO 2021"  
**SOLICITANTE** : BACHILLER CHURA JUSTO SUSY ELIZABETH  
 : BACHILLER QUISPE MAMANI ALBERTO CLINTON  
**Tipo de Muestra** : CONCRETO ENDURECIDO DE 6"x12"  
**Ubicación** : PUNO  
**Fecha** : 12 DE MARZO 2022

CILINDRO N°	: 2	RESISTENCIA MÁXIMA	: 22.08 Mpa
EDAD	: 28 DIAS	CARGA DE ROTURA	: 40890.00 Kg
MATERIAL	: HORMIGÓN	APRECIACIÓN	: 0.001 mm
CONCRETO	: FIBRA DE ACERO 1.1%	F <sub>c</sub>	: 210 kg/cm <sup>2</sup>
FECHA DE VACIADO	: 12/02/2022	DIAMETRO MEDIDO	: 152.00 mm
FECHA DE ENSAYO	: 12/03/2022	AREA	: 18145.84 mm <sup>2</sup>
CANTERA	: ISLA	NORMA	: ASTM C-469-94

N°	CARGA (kg)	ESFUERZO (Mpa)	DEFORMACIÓN (1mmX10-3)	DEF. ESPECIFICA 1mm/mm x 10-6
1	0	0.00	0	0.00
2	1000	0.54	1	6.58
3	2000	1.08	1	6.58
4	3000	1.62	3	19.74
5	4000	2.16	3	19.74
6	5000	2.70	4	26.32
7	6000	3.24	4	26.32
8	7000	3.78	5	32.89
9	8000	4.32	5	32.89
10	9000	4.86	8	52.63
11	10000	5.40	13	85.53
12	11000	5.94	17	111.84
13	12000	6.48	19	125.00
14	13000	7.02	20	131.58
15	14000	7.56	20	131.58
16	15000	8.10	21	138.16
17	16000	8.64	26	171.05
18	17000	9.18	28	184.21
19	18000	9.72	29	190.79
20	19000	10.26	31	203.95
21	20000	10.80	31	203.95
22	21000	11.34	32	210.53
23	22000	11.88	32	210.53
24	23000	12.42	33	217.11
25	24000	12.96	34	223.68
26	25000	13.50	35	230.26
27	26000	14.04	37	243.42
28	27000	14.58	41	269.74
29	28000	15.12	41	269.74
30	29000	15.66	42	276.32
31	30000	16.20	43	282.89
32	31000	16.74	43	282.89

#### MODULO DE ELASTICIDAD EXPERIMENTAL

$$E_c = \frac{0.4 \delta_{max} - \delta(0.00005)}{E_{sp}(0.4 \delta_{max}) - 0.00005}$$

$$E_c = 24478.58 \text{ Mpa}$$

$$E_c = 249612.00 \text{ kg/cm}^2$$

Esfuerzo Correspondiente al 40 % de la Carga Maxima  
 $\delta(0.4 \text{ max})$  : **8.83 Mpa**  
 Esfuerzo Correspondiente a la Deformacion de 0.00005  
 $\delta(0.00005)$  : **5.76 Mpa**  
 Deformacion Correspondiente al 40 % de la Carga Max.  
 $\epsilon(0.4 \text{ max})$  : **175.74 x10<sup>-6</sup> mm/mm**

#### OBSERVACIONES:

1.- LA MUESTRA FUE MOLDEADA EN EL LABORATORIO POR EL BACHILLER.

LOS RESULTADOS SERAN VALIDOS SOLO CON EL SELLO SECO

Elizabeth Copá Gordillo  
 INGENIERO GEÓLOGO  
 CIP: 121350

**URB. VILLA DEL LAGO MZ - "G" LOTE 14 TEL. 942225341 - 951810504**



**CERTIFICADO DE CALIBRACIÓN**  
**CA - LF - 015 - 2022**

Área de Metrología  
Laboratorio de Fuerza

Página 1 de 3

1. Expediente	0105-2022	Este certificado de calibración documenta la trazabilidad a los patrones nacionales o internacionales, que realizan las unidades de la medición de acuerdo con el Sistema Internacional de Unidades (SI).
2. Solicitante	TRIPLE GEO EIRL	
3. Dirección	LT. 14 MZ. G URB. VILLA DEL LAGO - PUNO PUNO PUNO	
4. Equipo	PRENSA DE CONCRETO	Los resultados son validos en el momento de la calibración. Al solicitante le corresponde disponer en su momento la ejecución de una recalibración, la cual está en función del uso, conservación y mantenimiento del instrumento de medición o a reglamento vigente.
Capacidad	120000 kgf	
Marca	PERUTEST	
Modelo	PC-120	
Número de Serie	1080	
Procedencia	PERÚ	
Identificación	NO INDICA	
Indicación	DIGITAL	
Marca	HIGH WEIGHT	
Modelo	315-X5P	
Número de Serie	1080	
Resolución	10 kgf	
Ubicación	NO INDICA	Este certificado de calibración no podrá ser reproducido parcialmente sin la aprobación por escrito del laboratorio que lo emite.
5. Fecha de Calibración	2022-01-10	El certificado de calibración sin firma y sello carece de validez.

Fecha de Emisión

2022-01-11

Jefe del Laboratorio de Metrología

  
MANUEL ALEJANDRO ANAGA TORRES

Sello



**CERTIFICADO DE CALIBRACIÓN**  
**CA - LF - 015 - 2022**

Área de Metrología  
Laboratorio de Fuerza

Página 2 de 3

**6. Método de Calibración**

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

**7. Lugar de calibración**

En las instalaciones del cliente.  
LT. 14 MZ. G URB. VILLA DEL LAGO - PUNO PUNO PUNO

**8. Condiciones Ambientales**

	Inicial	Final
Temperatura	14.8 °C	14.8 °C
Humedad Relativa	65 % HR	65 % HR

**9. Patrones de referencia**

Trazabilidad	Patrón utilizado	Informe de calibración
Celdas patrones calibradas en PUCP - Laboratorio de estructuras antisísmicas	Celda de Carga Código: PF-001 Capacidad: 150,000 kg.f	INF-LE -038 - 21 A

**10. Observaciones**

- Se colocó una etiqueta autoadhesiva con la indicación CALIBRADO.
- Durante la realización de cada secuencia de calibración la temperatura del equipo de medida de fuerza permanece estable dentro de un intervalo de  $\pm 2,0$  °C.
- El equipo no indica clase sin embargo cumple con el criterio para máquinas de ensayo uniaxiales de clase de 1.0 según la norma UNE-EN ISO 7500-1.



## CERTIFICADO DE CALIBRACIÓN CA - LF - 015 - 2022

Área de Metrología  
Laboratorio de Fuerza

Página 3 de 3

### 11. Resultados de Medición

Indicación del Equipo		Indicación de Fuerza (Ascenso) Patrón de Referencia			
%	$F_i$ (kgf)	$F_1$ (kgf)	$F_2$ (kgf)	$F_3$ (kgf)	$F_{promedio}$ (kgf)
10	12000	12063	12068	12068	12066
20	24000	24112	24107	24082	24101
30	36000	36132	36127	36127	36129
40	48000	48178	48188	48183	48183
50	60000	60238	60238	60243	60240
60	72000	72284	72284	72294	72288
70	84000	84356	84356	84361	84357
80	96000	96412	96493	96478	96461
90	108000	108525	108515	108525	108521
100	120000	120572	120572	120577	120574
Retorno a Cero		100.0	100.0	120.0	

Indicación del Equipo $F$ (kgf)	Errores Encontrados en el Sistema de Medición				Incertidumbre $U$ (k=2) (%)
	Exactitud $a$ (%)	Repetibilidad $b$ (%)	Reversibilidad $v$ (%)	Resol. Relativa $\theta$ (%)	
12000	-0.54	0.04	0.04	0.08	0.34
24000	-0.30	0.12	0.50	0.04	0.42
36000	-0.25	0.01	0.44	0.03	0.41
48000	-0.27	0.02	0.45	0.02	0.40
60000	-0.29	0.01	0.45	0.02	0.41
72000	-0.28	0.01	0.47	0.01	0.42
84000	-0.30	0.01	0.51	0.01	0.43
96000	-0.35	0.08	0.54	0.01	0.43
108000	-0.33	0.01	0.58	0.01	0.45
120000	-0.32	0.00	0.61	0.01	0.46

MÁXIMO ERROR RELATIVO DE CERO ( $f_0$ )	0.10 %
---	--------



### 12. Incertidumbre

La incertidumbre expandida de medición se ha obtenido multiplicando la incertidumbre estándar de la medición por el factor de cobertura  $k=2$ , el cual corresponde a una probabilidad de cobertura de aproximadamente 95%.

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

☎ 977 997 385 - 913 028 621  
☎ 913 028 622 - 913 028 623  
☎ 913 028 624

📍 Av. Chillón Lote 50 B - Comas - Lima - Lima  
✉ comercial@calibratec.com.pe  
🏢 CALIBRATEC SAC



# PERUTEST S.A.C

**CALIBRACIÓN Y MANTENIMIENTO DE EQUIPOS E INSTRUMENTOS DE LABORATORIO**

**SUELOS - MATERIALES - CONCRETOS - ASFALTO - ROCAS - FISICA - QUIMICA**

**RUC N° 20602182721**

## CERTIFICADO DE CALIBRACIÓN PT - LT - 066 - 2020

Área de Metrología  
Laboratorio de Temperatura

Página 1 de 5

- Expediente** 01416-2020
- Solicitante** CCOPA GORDILLO ELIZABETH
- Dirección** JR. PICHACANI 114 - SANTA ROSA - PUNO - PUNO - PUNO
- Equipo** HORNO  
**Alcance Máximo** 300 °C  
**Marca** PERUTEST  
**Modelo** PT-H136  
**Número de Serie** 0127  
**Procedencia** CHINA  
**Identificación** NO INDICA  
**Ubicación** NO INDICA

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

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

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

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

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

Descripción	Controlador / Selector	Instrumento de medición
Alcance	30 °C a 300 °C	30 °C a 300 °C
División de escala / Resolución	0.1 °C	0.1 °C
Tipo	CONTROLADOR ELECTRONICO	TERMÓMETRO DIGITAL

- Fecha de Calibración** 2020-11-27

Fecha de Emisión

2020-11-27

Jefe del Laboratorio de Metrología

MANUEL ALEJANDRO ALIAGA TORRES

Sello



913028621 - 913028622  
913028623 - 913028624  
ventas@perutest.com.pe  
www.perutest.com.pe

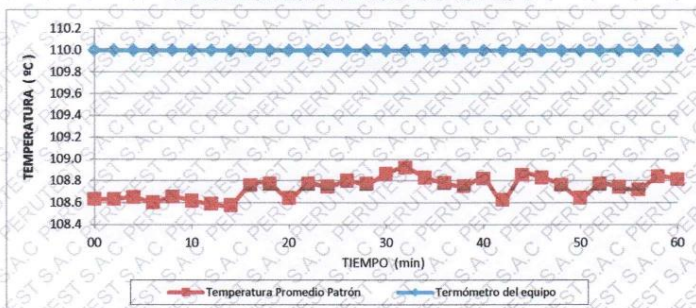
Jr. La Madrid S/N Mz D lote 25 urb Los Olivos  
San Martín de Porres - Lima  
SUCURSAL: Sinchi Roca 1320 - la Victoria - Chiclayo

## CERTIFICADO DE CALIBRACIÓN PT - LT - 066 - 2020

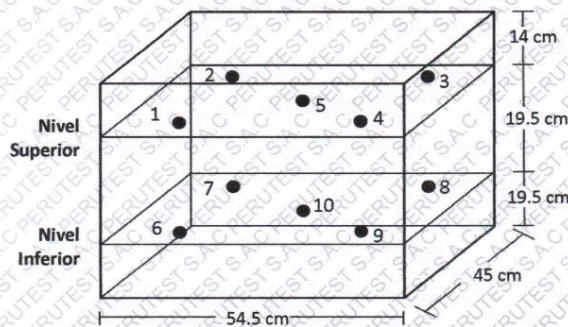
Área de Metrología  
Laboratorio de Temperatura

Página 5 de 5

### DISTRIBUCIÓN DE TEMPERATURAS EN EL EQUIPO TEMPERATURA DE TRABAJO: $110\text{ °C} \pm 10\text{ °C}$



### DISTRIBUCIÓN DE LOS TERMOPARES



Los sensores 5 y 10 están ubicados en el centro de sus respectivos niveles.

Los sensores del 1 al 4 y del 6 al 9 se colocaron a 8 cm de las paredes laterales y a 8 cm del fondo y frente del equipo a calibrar.

### 12. Incertidumbre

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

Fin del documento





## PERUTEST S.A.C.

VENTA Y FABRICACIÓN DE EQUIPOS E INSTRUMENTOS DE LABORATORIO  
SUELOS - MATERIALES - CONCRETOS - ASFALTOS - ROCAS - FÍSICA - QUÍMICA

RUC N° 20602182721

### CERTIFICADO DE FABRICACION ACCESORIO PARA VIGUETA DE FLEXION

MANUFACTURADO POR

**PERUTEST S.A.C.**  
**EQUIPOS DE LABORATORIO**

Rodillos diámetro	38 mm
Rodillos largos	160 mm
Rodillos	4 unidades
Distancia entre rodillos Sup.	100 mm o 150 mm
Distancia entre rodillos Inf.	300 mm o 450 mm
Vigas de concreto	100 x 100 x 400 -500 mm
Vigas de concreto	150 x 150 x 750 mm
Ancho	310 mm
Serie	0108

**El accesorio para vigueta de flexión para concreto ha sido  
Fabricado examinado y ensayado en nuestros talleres de  
acuerdo con las especificaciones de las normas:**

Norma de ensayo: ASTM C78 / ASTM C-293

Lima, 21 de enero del 2022

Aprobado:

  
PEDRO FLORES MINAYA  
DEP. TÉCNICO Y METROLOGÍA



☎ 913 028 621 - 913 028 622  
☎ 913 028 623 - 913 028 624  
🌐 www.perutest.com.pe

📍 Av. Chillón Lote 50 B - Comas - Lima - Lima  
✉ ventas@perutest.com.pe  
🏢 PERUTEST SAC

Área de Metrología  
Laboratorio de Masas

## CERTIFICADO DE CALIBRACIÓN CA - LM - 039 - 2022

Página 1 de 4

1. Expediente	0249-2022
2. Solicitante	TRIPLE GEO EIRL
3. Dirección	LT. 14 MZ. G URB. VILLA DEL LAGO - PUNO - PUNO - PUNO
4. Equipo de medición	BALANZA ELECTRÓNICA
Capacidad Máxima	620 g
División de escala (d)	0.01 g
Div. de verificación (e)	0.01 g
Clase de exactitud	III
Marca	OHAUS
Modelo	NV622ZH
Número de Serie	8342157621
Capacidad mínima	0.2 g
Procedencia	CHINA
Identificación	NO INDICA
5. Fecha de Calibración	2022-01-31

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

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

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

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

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

Fecha de Emisión

2022-01-31

Jefe del Laboratorio de Metrología

MANUEL ALEJANDRO ALIAGA TORRES

Sello



☎ 977 997 385 - 913 028 621  
☎ 913 028 622 - 913 028 623  
☎ 913 028 624

📍 Av. Chillón Lote 50 B - Comas - Lima - Lima  
✉ comercial@calibratec.com.pe  
🏢 CALIBRATEC SAC



# PERUTEST S.A.C

**CALIBRACIÓN Y MANTENIMIENTO DE EQUIPOS E INSTRUMENTOS DE LABORATORIO**

**SUELOS - MATERIALES - CONCRETOS - ASFALTO - ROCAS - FISICA - QUIMICA**

**RUC N° 20602182721**

## CERTIFICADO DE CALIBRACIÓN

**PT - LM - 0231 - 2020**

Área de Metrología  
Laboratorio de Masas

Página 4 de 4

### ENSAYO DE PESAJE

	Inicial	Final
Temperatura	21.3 °C	21.5 °C

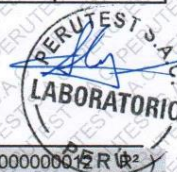
Carga L (g)	CRECIENTES				DECRECIENTES				e.m.p ** (± mg)
	l (g)	ΔL (mg)	E (mg)	Ec (mg)	l (g)	ΔL (mg)	E (mg)	Ec (mg)	
1.0	1.0	50	0						
2.0	2.0	40	10	10	2.0	40	10	10	100
100.0	100.0	60	-10	-10	100.0	50	0	0	100
300.0	300.0	50	0	0	300.0	60	-10	-10	100
500.0	500.0	40	10	10	500.0	50	0	0	200
1000.0	1000.0	50	0	0	1000.0	60	-10	-10	200
2000.0	2000.0	60	-10	-10	2000.0	40	10	10	300
3000.0	3000.0	50	0	0	3000.0	50	0	0	300
4000.0	3999.9	20	-70	-70	4000.0	40	10	10	300
5000.0	4999.9	30	-80	-80	5000.0	60	-10	-10	300
6000.0	5999.9	30	-80	-80	5999.9	30	-80	-80	300

\*\* error máximo permisible

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

ΔL: Carga adicional.  
E: Error encontrado

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



Incertidumbre expandida de medición

$$U = 2 \times \sqrt{(0.003499 \text{ g}^2 + 0.00000000012 \text{ R}^2)}$$

Lectura corregida

$$R_{\text{CORREGIDA}} = R - 0.0000120 R$$

### 12. Incertidumbre

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

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

Fin del documento

913028621 - 913028622  
913028623 - 913028624  
ventas@perutest.com.pe  
www.perutest.com.pe

Jr. La Madrid S/N Mz D lote 25 urb Los Olivos  
San Martín de Porres - Lima  
SUCURSAL: Sinchi Roca 1320 - la Victoria - Chiclayo



Área de Metrología  
Laboratorio de Longitud

## INFORME DE VERIFICACIÓN CA - IV - 0133 - 2021

Página 1 de 2

<b>1. Expediente</b>	<b>1595-2021</b>	Este informe de verificación documenta la trazabilidad a los patrones nacionales o internacionales, que realizan las unidades de la medición de acuerdo con el Sistema Internacional de Unidades (SI).
<b>2. Solicitante</b>	<b>TRIPLE GEO E.I.R.L.</b>	
<b>3. Dirección</b>	<b>MZA. G LOTE. 14 URB. VILLA DEL LAGO - PUNO - PUNO - PUNO</b>	Los resultados son válidos en el momento de la verificación. Al solicitante le corresponde disponer en su momento la ejecución de una reevaluación, la cual está en función del uso, conservación y mantenimiento del instrumento de medición o a reglamento vigente.
<b>4. Instrumento</b>	<b>TAMIZ DE ENSAYO (SIEVE TEST)</b>	
<b>Diametro</b>	<b>8 pulgadas</b>	
<b>Designación</b>	<b>No. 8 2.36 mm</b>	CALIBRATEC S.A.C. no se responsabiliza de los perjuicios que pueda ocasionar el uso inadecuado de este instrumento, ni de una incorrecta interpretación de los resultados de la calibración aquí declarados.
<b>Marca</b>	<b>SOIL TEST, INC</b>	
<b>Número de serie</b>	<b>204669</b>	Este informe de verificación no podrá ser reproducido parcialmente sin la aprobación por escrito del laboratorio que lo emite.
<b>Procedencia</b>	<b>U.S.A.</b>	
<b>Identificación</b>	<b>NO INDICA</b>	El informe de verificación sin firma y sello carece de validez.
<b>5. Fecha de Verificación</b>	<b>2021-08-16</b>	

Fecha de Emisión

2021-08-16

Jefe del Laboratorio de Metrología



MANUEL ALEJANDRO ALIAGA TORRES

Sello



☎ 913 028 621 - 913 028 622  
☎ 913 028 623 - 913 028 624

☑ Av. Chillon Lote 50 B - Comas - Lima - Lima  
✉ ventascalibratec@gmail.com  
📌 CALIBRATEC SAC



# CALIBRATEC S.A.C.

LABORATORIO DE METROLOGIA

CALIBRACIÓN DE  
EQUIPOS E INSTRUMENTOS

RUC: 20606479680

Área de Metrología  
Laboratorio de Longitud

## INFORME DE VERIFICACIÓN CA - IV - 0125 - 2021

Página 1 de 2

1. Expediente 1595-2021

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

2. Solicitante TRIPLE GEO E.I.R.L.

3. Dirección MZA. G LOTE. 14 URB. VILLA DEL LAGO - PUNO - PUNO - PUNO

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

4. Instrumento TAMIZ DE ENSAYO (SIEVE TEST)

Diametro 8 pulgadas

Designación No. 200  
75 µm

Marca FORNEY

Número de serie NO INDICA

Procedencia U.S.A.

Identificación IV-0125

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

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

El informe de verificación sin firma y sello carece de validez.

5. Fecha de Verificación 2021-08-16

Fecha de Emisión

Jefe del Laboratorio de Metrología

Sello

2021-08-16

MANUEL ALEJANDRO ALIAGA TORRES



☎ 913 028 621 - 913 028 622

☎ 913 028 623 - 913 028 624

☑ Av. Chillón Lote 50 B - Comas - Lima - Lima

☑ ventascalibratec@gmail.com

📌 CALIBRATEC SAC

Área de Metrología  
Laboratorio de Longitud

## INFORME DE VERIFICACIÓN CA - IV - 0126 - 2021

Página 1 de 2

<b>1. Expediente</b>	<b>1595-2021</b>	Este informe de verificación documenta la trazabilidad a los patrones nacionales o internacionales, que realizan las unidades de la medición de acuerdo con el Sistema Internacional de Unidades (SI).
<b>2. Solicitante</b>	<b>TRIPLE GEO E.I.R.L.</b>	
<b>3. Dirección</b>	<b>MZA. G LOTE. 14 URB. VILLA DEL LAGO - PUNO - PUNO - PUNO</b>	Los resultados son validos en el momento de la verificación. Al solicitante le corresponde disponer en su momento la ejecución de una reevaluación, la cual está en función del uso, conservación y mantenimiento del instrumento de medición o a reglamento vigente.
<b>4. Instrumento</b>	<b>TAMIZ DE ENSAYO (SIEVE TEST)</b>	
<b>Diametro</b>	<b>8 pulgadas</b>	
<b>Designación</b>	<b>No. 100 150 µm</b>	CALIBRATEC S.A.C. no se responsabiliza de los perjuicios que pueda ocasionar el uso inadecuado de este instrumento, ni de una incorrecta interpretación de los resultados de la calibración aquí declarados.
<b>Marca</b>	<b>SOILTEST, INC.</b>	
<b>Número de serie</b>	<b>205549</b>	Este informe de verificación no podrá ser reproducido parcialmente sin la aprobación por escrito del laboratorio que lo emite.
<b>Procedencia</b>	<b>U.S.A.</b>	
<b>Identificación</b>	<b>NO INDICA</b>	El informe de verificación sin firma y sello carece de validez.
<b>5. Fecha de Verificación</b>	<b>2021-08-16</b>	

Fecha de Emisión

2021-08-16

Jefe del Laboratorio de Metrología

MANUEL ALEJANDRO ALIAGA TORRES

Sello





Área de Metrología  
Laboratorio de Longitud

## INFORME DE VERIFICACIÓN CA - IV - 0127 - 2021

Página 1 de 2

1. Expediente 1595-2021

2. Solicitante TRIPLE GEO E.I.R.L.

3. Dirección MZA. G LOTE. 14 URB. VILLA DEL LAGO -  
PUNO - PUNO - PUNO

4. Instrumento TAMIZ DE ENSAYO  
(SIEVE TEST)

Diametro 8 pulgadas

Designación No. 50  
300 µm

Marca GRAN TEST

Número de serie 21996

Procedencia COLOMBIA

Identificación NO INDICA

5. Fecha de Verificación 2021-08-16

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

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

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

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

El informe de verificación sin firma y sello carece de validez.

Fecha de Emisión

2021-08-16

Jefe del Laboratorio de Metrología

MANUEL ALEJANDRO ALIAGA TORRES

Sello



☎ 913 028 621 - 913 028 622  
☎ 913 028 623 - 913 028 624

☎ Av. Chillon Lote 50 B - Comas - Lima - Lima  
✉ ventascalibratec@gmail.com  
📍 CALIBRATEC SAC

<b>1. Expediente</b>	<b>1595-2021</b>	<p>Este informe de verificación documenta la trazabilidad a los patrones nacionales o internacionales, que realizan las unidades de la medición de acuerdo con el Sistema Internacional de Unidades (SI).</p> <p>Los resultados son validos en el momento de la verificación. Al solicitante le corresponde disponer en su momento la ejecución de una reevaluación, la cual está en función del uso, conservación y mantenimiento del instrumento de medición o a reglamento vigente.</p> <p>CALIBRATEC S.A.C. no se responsabiliza de los perjuicios que pueda ocasionar el uso inadecuado de este instrumento, ni de una incorrecta interpretación de los resultados de la calibración aquí declarados.</p> <p>Este informe de verificación no podrá ser reproducido parcialmente sin la aprobación por escrito del laboratorio que lo emite.</p> <p>El Informe de verificación sin firma y sello carece de validez.</p>
<b>2. Solicitante</b>	<b>TRIPLE GEO E.I.R.L.</b>	
<b>3. Dirección</b>	<b>MZA. G LOTE. 14 URB. VILLA DEL LAGO - PUNO - PUNO - PUNO</b>	
<b>4. Instrumento</b>	<b>TAMIZ DE ENSAYO (SIEVE TEST)</b>	
<b>Diametro</b>	<b>8 pulgadas</b>	
<b>Designación</b>	<b>No. 16 1.18 mm</b>	
<b>Marca</b>	<b>SOIL TEST, INC</b>	
<b>Número de serie</b>	<b>205943</b>	
<b>Procedencia</b>	<b>U.S.A.</b>	
<b>Identificación</b>	<b>NO INDICA</b>	
<b>5. Fecha de Verificación</b>	<b>2021-08-16</b>	

Fecha de Emisión

2021-08-16

Jefe del Laboratorio de Metrología



MANUEL ALEJANDRO ALIAGA TORRES

Sello



<b>1. Expediente</b>	<b>1595-2021</b>	Este informe de verificación documenta la trazabilidad a los patrones nacionales o internacionales, que realizan las unidades de la medición de acuerdo con el Sistema Internacional de Unidades (SI).
<b>2. Solicitante</b>	<b>TRIPLE GEO E.I.R.L.</b>	
<b>3. Dirección</b>	<b>MZA. G LOTE. 14 URB. VILLA DEL LAGO - PUNO - PUNO - PUNO</b>	Los resultados son validos en el momento de la verificación. Al solicitante le corresponde disponer en su momento la ejecución de una reevaluación, la cual está en función del uso, conservación y mantenimiento del instrumento de medición o a reglamento vigente.
<b>4. Instrumento</b>	<b>TAMIZ DE ENSAYO (SIEVE TEST)</b>	
<b>Diametro</b>	<b>8 pulgadas</b>	
<b>Designación</b>	<b>No. 30 600 µm</b>	CALIBRATEC S.A.C. no se responsabiliza de los perjuicios que pueda ocasionar el uso inadecuado de este instrumento, ni de una incorrecta interpretación de los resultados de la calibración aquí declarados.
<b>Marca</b>	<b>ENDECOTTS LTD</b>	
<b>Número de serie</b>	<b>376750</b>	
<b>Procedencia</b>	<b>NO INDICA</b>	Este informe de verificación no podrá ser reproducido parcialmente sin la aprobación por escrito del laboratorio que lo emite.
<b>Identificación</b>	<b>NO INDICA</b>	
<b>5. Fecha de Verificación</b>	<b>2021-08-16</b>	El informe de verificación sin firma y sello carece de validez.

Fecha de Emisión

Jefe del Laboratorio de Metrología

Sello

2021-08-16



MANUEL ALEJANDRO ALIAGA TORRES

