



**UNIVERSIDAD CÉSAR VALLEJO**

**FACULTAD DE INGENIERÍA Y ARQUITECTURA  
ESCUELA PROFESIONAL DE INGENIERÍA CIVIL**

“Efecto de la adición de fibras de acero reciclado en las propiedades mecánicas a compresión, tracción y flexión del concreto  $F'_c=210 \text{ kg/cm}^2$ , Lima 2019”

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

**Ingeniera Civil**

**AUTORAS:**

Cordova Cierzo, Danna Esthefany (ORCID: 0000-0002-6835-2593)

Turpo Mamani, Erika (ORCID: 0000-0002-8470-0623)

**ASESOR:**

Mg. Choque Flores, Leopoldo (ORCID: 0000-0003-0914-7159)

**LÍNEA DE INVESTIGACIÓN**

Diseño Sísmico y Estructural

LIMA - PERÚ

2019

## **DEDICATORIA**

El presente proyecto de investigación está dedicado en primer lugar a Dios por guiar mi camino en todo momento.

A mis padres Magally y Juan que fueron el motor principal para no darme por vencido. A mi pequeña hermana Diana que me impulsa a seguir adelante.

### **Danna**

En primer lugar, a mi querido Dios por permitir que todo suceda, a mi madre Lourdes y en memoria de mi padre Gabino Turpo por sus consejos y apoyo incondicional. Así como a mis hermanos Ruth, Tony, Luz Mery Guilmar Ruben y Juan Gabriel por sus consejos y apoyo en cada ciclo.

### **Erika**

### **AGRADECIMIENTO**

Agradezco y expreso mi gratitud a nuestro asesor el Ing. Leopoldo Choque Flores por sus sabias recomendaciones brindadas respecto a la tesis.

Al Ing. Casusol por exigirnos siempre a seguir investigación.

Al Ing. Tacza Zevallos por motivarnos a lo largo de nuestra formación profesional.

## ÍNDICE DE CONTENIDOS

Dedicatoria.....	ii
Agradecimiento .....	iii
Presentación.....	iv
Resumen .....	v
Abstract.....	vi
I. INTRODUCCIÓN .....	1
Realidad problemática .....	2
Trabajos previos .....	3
Teorías relacionadas al tema.....	5
Formulación del problema.....	14
Problema general .....	14
Problemas específicos.....	14
Justificación de estudio.....	15
Justificación teórica .....	15
Justificación practica .....	15
Hipótesis .....	16
Hipótesis general .....	16
Hipótesis específicas.....	16
Objetivos.....	16
Objetivo general .....	16
Objetivos específicos.....	16
II. MÉTODO.....	17
2.1 Diseño de investigación.....	17
2.2 Variables, operacionalización.....	18
2.3 Población y muestra.....	21
2.4 Técnicas e instrumento de recolección de datos.....	23
2.5 Método de análisis de datos.....	24
2.6 Aspecto ético .....	27
III. RESULTADOS .....	28
IV. DISCUSIÓN.....	30
V. CONCLUSIONES .....	32
VI. RECOMENDACIONES .....	34

REFERENCIAS .....	36
ANEXOS .....	38

## ÍNDICE DE TABLAS

Tabla 1: Granulometría del agregado fino.....	12
Tabla 2: Granulometría del agregado grueso.....	13
Tabla 3: Consistencia de mezcla del concreto.....	14
Tabla 4: Matriz de operacionalización.....	20
Tabla 5: Número de probetas de ensayo a compresión.....	22
Tabla 6: Número de probetas de ensayo a tracción.....	23
Tabla 7: Número de probetas de ensayo a flexión.....	23
Tabla 8: Características del cemento Portland Tipo I SOL.....	28
Tabla 9: Análisis granulométrico del agregado grueso.....	30
Tabla 10: Contenido de humedad del agregado grueso.....	31
Tabla 11: Peso específico del agregado grueso.....	31
Tabla 12: Peso unitario suelto y compactado del agregado grueso.....	32
Tabla 13: Análisis granulométrico del agregado fino.....	32
Tabla 14: Contenido de humedad del agregado fino.....	34
Tabla 15: Peso específico del agregado fino.....	34
Tabla 16: Peso unitario suelto y compactado del agregado fino.....	34
Tabla 17: Especificaciones técnicas de las fibras de acero reciclado.....	35
Tabla 18: Resistencia promedio requerida.....	36
Tabla 19: Contenido de humedad.....	36
Tabla 20: Relación agua/ cemento.....	37
Tabla 21: Resumen de agregados.....	38
Tabla 22: Volumen del agregado grueso compactado en seco por m <sup>3</sup> .....	38

Tabla 23: Contenido de humedad – contenido de absorción.....	40
Tabla 24: Cantidad de material para 24 probetas cilíndricas–Ensayo a compresión .....	42
Tabla 25: Cantidad de material para 24 probetas cilíndricas–Ensayo a tracción .....	42
Tabla 26: Cantidad total de material para 40 probetas .....	42
Tabla 27: Cantidad de material para 12 vigas prismáticas – Ensayo a flexión ...	44
Tabla 28: Cantidad de fibras de acero reciclado para 6 probetas. Cilíndricas – Ensayo a compresión.....	44
Tabla 29: Cantidad de fibras de acero reciclado para 6 probetas cilíndricas – ensayo a tracción .....	44
Tabla 30: Cantidad total de fibras de acero reciclado para b12 probetas .....	45
Tabla 31: Cantidad de fibras de acero reciclado para 12 vigas prismáticas – Ensayo a flexión.....	45
Tabla 32: Resumen de dosificación de concreto por probeta - Ensayo a compresión .....	46
Tabla 33: Resumen de dosificación de concreto por probeta - Ensayo a tracción .....	47
Tabla 34: Resumen de dosificación de concreto por viga - Ensayo a flexión.....	48
Tabla 35: Resultado de ensayo de cono de Abrams (sulmp).....	49
Tabla 36: Resultado de ensayo a compresión patrón - 7 días.....	51
Tabla 37: Resultado de ensayo a compresión patrón - 28 días.....	52
Tabla 38: Resultado de ensayo a compresión de 0.50%de fibras de acero reciclado–7 días .....	53

Tabla 39: Resultado de ensayo a compresión de 0.50%de fibras de acero reciclado–28 días.....	54
Tabla 40: Resultado de ensayo a compresión de 1.0%de fibras de acero reciclado–7 días .....	55
Tabla 41: Resultado de ensayo a compresión de 1.0%de fibras de acero reciclado–28 días .....	56
Tabla 42: Resultado de ensayo a compresión de 1.50%de fibras de acero reciclado -7 días.....	57
Tabla 43: Resultado de ensayo a compresión de 1.50%de fibras de acero reciclado–28 días.....	58
Tabla 44: Resultado de ensayo a tracción patrón - 7 días.....	62
Tabla 45: Resultado de ensayo a tracción patrón - 28 días.....	63
Tabla 46: Resultado de ensayo a tracción de 0.50%de fibras de acero reciclado–7 días .....	64
Tabla 47: Resultado de ensayo a tracción de 0.50%de fibras de acero reciclado–28 días .....	65
Tabla 48: Resultado de ensayo a tracción de 1.0%de fibras de acero reciclado–7 días .....	66
Tabla 49: Resultado de ensayo a tracción de 1.0%de fibras de acero reciclado–28 días .....	67
Tabla 50: Resultado de ensayo a tracción de 1.50%de fibras de acero reciclado -7 días .....	68
Tabla 51: Resultado de ensayo a tracción de 1.50%de fibras de acero reciclado–28 días .....	69
Tabla 52: Resultado de ensayo a flexión patrón - 28 días .....	73

Tabla 53: Resultado de ensayo a flexión de 0.50%de fibras de acero reciclado–28 días .....	74
Tabla 54: Resultado de ensayo a flexión de 0.50%de fibras de acero reciclado–28 días .....	75
Tabla 55: Resultado de ensayo a flexión de 1.0%de fibras de acero reciclado–28 días .....	76
Tabla 56: Análisis de varianza de la resistencia a la compresión del concreto a los 7 días .....	78
Tabla 57: Medios de la resistencia a compresión del concreto a los 7 días.....	79
Tabla 58: Agrupación de la información de la resistencia a compresión del concreto a los 7 días, según tratamientos utilizados el Método Tukey y una confianza de 95% .....	79
Tabla 59: Análisis de varianza de la resistencia a la compresión del concreto a los 28 días .....	80
Tabla 60: Medios de la resistencia a compresión del concreto a los 28 días.....	81
Tabla 61: Agrupación de la información de la resistencia a compresión del concreto a los 28 días, según tratamientos utilizados el Método Tukey y una confianza de 95% .....	81
Tabla 62: Análisis de varianza de la resistencia a la tracción del concreto a los 7 días .....	83
Tabla 63: Medios de la resistencia a tracción del concreto a los 7 días .....	83
Tabla 64: Agrupación de la información de la resistencia a tracción del concreto a los 7 días, según tratamientos utilizados el Método Tukey y una confianza de 95% ..	83
Tabla 65: Análisis de varianza de la resistencia a la tracción del concreto a los 28 días .....	84

Tabla 66: Medios de la resistencia a tracción del concreto a los 28 días .....	85
Tabla 67: Agrupación de la información de la resistencia a tracción del concreto a los 28 días, según tratamientos utilizados el Método Tukey y una confianza de 95% ..	85
Tabla 68: Análisis de varianza de la resistencia a la flexión del concreto a los 28 días .....	86
Tabla 69: Medios de la resistencia a flexión del concreto a los 28 días.....	87
Tabla 70: Agrupación de la información de la resistencia a flexión del concreto a los 28 días, según tratamientos utilizados el Método Tukey y una confianza de 95% ..	88

## ÍNDICE DE FIGURAS

Figura 1: Fibras mecánicas recicladas optimas .....	8
Figura 2: Cargas en los puntos tercios ASTM C-78.....	16
Figura 3: Virutas de acero.....	35
Figura 4: Ensayo de cono de Abrams – diseño de mezcla .....	49
Figura 5: Elaboración de probetas para el ensayo de compresión.....	50
Figura 6: Ensayo de resistencia a compresión.....	50
Figura 7: Elaboración de probetas para el ensayo de tracción.....	61
Figura 8: Probetas cilíndricas para el ensayo a tracción.....	61
Figura 9: Medida de vigas prismáticas para el ensayo a flexión .....	72
Figura 10: Ensayo a flexión.....	72

## ÍNDICE DE GRÁFICOS

Grafico 1: Tamizado del agregado grueso.....	30
Grafico 2: Tamizado del agregado fino.....	33
Grafico 3: Resistencia a compresión patrón – 7 días.....	51
Grafico 4: Resistencia a compresión patrón – 28 días.....	52
Grafico 5: Resistencia a compresión de 0.50% de fibras de acero reciclado - 7 días .....	53
Grafico 6: Resistencia a compresión de 0.50% de fibras de acero reciclado - 28 días .....	54
Grafico 7: Resistencia a compresión de 1.0% de fibras de acero reciclado – 7 días .....	55
Grafico 8: Resistencia a compresión de 1.0% de fibras de acero reciclado - 28 días .....	56
Grafico 9: Resistencia a compresión de 1.50% de fibras de acero reciclado - 7 días .....	57
Grafico 10: Resistencia a compresión de 1.50% de fibras de acero reciclado - 28 días .....	58
Grafico 11: Resumen de ensayo a compresión – 7 y 28 días .....	59
Grafico 12: Resistencia a tracción patrón – 7 días .....	62
Grafico 13: Resistencia a tracción patrón – 28 días .....	63
Grafico 14: Resistencia a tracción de 0.50% de fibras de acero reciclado – 7 días .....	64
Grafico 15: Resistencia a tracción de 0.50% de fibras de acero reciclado – 28 días .....	65

Grafico 16: Resistencia a tracción de 1.0% de fibras de acero reciclado – 7 días .....	66
Grafico 17: Resistencia a tracción de 1.0% de fibras de acero reciclado – 28 días .....	67
Grafico 18: Resistencia a tracción de 1.50% de fibras de acero reciclado – 7 días .....	68
Grafico 19: Resistencia a tracción de 1.50% de fibras de acero reciclado – 28 días .....	69
Grafico 20: Resumen de ensayo a tracción – 7 y 28 días .....	70
Grafico 21: Resistencia a flexión patrón – 28 días .....	73
Grafico 22: Resistencia a flexión de 0.50% de fibras de acero reciclado – 28 días .....	74
Grafico 23: Resistencia a flexión de 1.0% de fibras de acero reciclado – 28 días .....	75
Grafico 24: Resistencia a flexión de 1.50% de fibras de acero reciclado – 28 días .....	76
Grafico 25: Resumen de ensayo a flexión – 28 días.....	77
Grafico 26: Grafico de caja de valores de resistencia a compresión de 7 días....	80
Grafico 27: Grafico de caja de valores de resistencia a compresión de 28 días..	82
Grafico 28: Grafico de caja de valores de resistencia a tracción de 7 días.....	84
Grafico 29: Grafico de caja de valores de resistencia a tracción de 28 días.....	86
Grafico 30: Grafico de caja de valores de resistencia a flexión de 28 días .....	88

## RESUMEN

El presente proyecto de investigación plantea como objetivo general determinar las propiedades mecánicas del concreto  $F'_c=210 \text{ kg/cm}^2$  adicionando las fibras de acero reciclado, para ello se realizaron diferentes estudios como los ensayos de agregados, de compresión, tracción y flexión. Siendo el objeto de estudio el concreto endurecido, la población a estudiar fue el concreto adicionando las fibras de acero reciclado en porcentajes de 0.50%, 1.00% y 1.50% que serán curados a 7 y 28 días ante el ensayo patrón convencional.

El método de investigación es experimental, siendo la técnica de recolección de datos la observación y los instrumentos que se utilizaron fueron las fichas de recolección de datos para ello fueron necesarios la elaboración de 48 probetas cilíndricas y 12 probetas de vigas prismáticas. De esta manera la variable independiente es el uso de las fibras de acero reciclado ya que con estas virutas realizaremos los ensayos a compresión, tracción y flexión. El ensayo a compresión del concreto  $F'_c=210 \text{ kg/cm}^2$  a la edad de 28 días adicionándole 0.50%, 1.00% y 1.50% se determinó la resistencia a compresión en  $288 \text{ kg/cm}^2$ ,  $273 \text{ kg/cm}^2$  y  $259 \text{ kg/cm}^2$  respectivamente.

El ensayo a tracción del concreto  $F'_c=210 \text{ kg/cm}^2$  a la edad de 28 días adicionándole 0.50%, 1.00% y 1.50% se determinó la resistencia a tracción en  $38.3 \text{ kg/cm}^2$ ,  $42 \text{ kg/cm}^2$  y  $43 \text{ kg/cm}^2$  respectivamente.

El ensayo a flexión del concreto  $F'_c=210 \text{ kg/cm}^2$  a la edad de 28 días adicionándole 0.50%, 1.00% y 1.50% se determinó la resistencia a flexión en  $41 \text{ kg/cm}^2$ ,  $46 \text{ kg/cm}^2$  y  $49 \text{ kg/cm}^2$  respectivamente.

Palabras claves: concreto, resistencia a Compresión, Tracción y Flexión

## ABSTRACT

This research project aims to determine the mechanical behavior of concrete  $F_c = 210 \text{ kg/cm}^2$  by adding recycled steel fibers, for this purpose Different tests such as aggregate, compression, tensile and flexural tests were performed. Being the object of study the concrete, the population to study was the concrete adding the recycled steel fibers in percentages of 0.50%, 1.00% and 1.50% that will be cured at 7 and 28 days.

The research method is experimental, as the data collection technique is the observation and the instruments that will be used in the data collection sheets so that 48 cylindrical probes and 12 prismatic beam probes are necessary. In this way the independent variable is the use of recycled steel fibers that with these chips we will perform compression, tensile and flexural tests.

The compression test of concrete  $F'_c = 210 \text{ kg/cm}^2$  at the age of 28 days by adding 0.50%, 1.00% and 1.50%, the compressive strength at  $288 \text{ kg/cm}^2$ ,  $273 \text{ kg/cm}^2$  and  $259 \text{ kg/cm}^2$  respectively.

The tensile test of concrete  $F'_c = 210 \text{ kg/cm}^2$  at the age of 28 days by adding 0.50%, 1.00% and 1.50%, the tensile strength at  $38.3 \text{ kg/cm}^2$ ,  $42 \text{ kg/cm}^2$  and  $43 \text{ kg/cm}^2$  respectively.

The flexural test of concrete  $F'_c = 210 \text{ kg/cm}^2$  at the age of 28 days by adding 0.50%, 1.00% and 1.50%, the flexural strength at  $41 \text{ kg/cm}^2$ ,  $46 \text{ kg/cm}^2$  and  $49 \text{ kg/cm}^2$  respectively.

Keywords: concrete, resistance to compression, traction and flexion

## ▪ INTRODUCCIÓN

### **Realidad problemática**

El concreto es un conjunto de materiales que en la hasta en actualidad se aprovecha en la construcción debido a su densidad y buena resistencia a la compresión, sin embargo, también tienen muchas desventajas como, por ejemplo, bajo desempeño en cambios de temperatura como la humedad, baja resistencia a flexión, tracción, entre otros (Huamán, 2015, p.62).

Las características fundamentales del concreto han experimentado relativamente pocos cambios con respecto a la relación entre sus resistencias a tracción y compresión ( $f_{ct}/f'_c$ ) esto significa que la resistencia a tracción es menor en comparación con la resistencia a compresión. Es por ello que las deficiencias y problemáticas que presenta el concreto ocasiona que los elementos de la construcción se fisuren a bajas cargas y relativamente pequeñas así mismo la aplicación del concreto en la construcción es limitada, por lo tanto, se requiere adicionar refuerzos adicionales o acero reforzado.

El diseño de concreto para edificaciones, presas, cimientos profundos entre otros así mismo existe limitada resistencia a la tensión ya que el concreto está sometido a cargas transversales, cargas de aplastamiento esfuerzos sometido a torsión debido a que el concreto está expuesto a esfuerzos en que es necesario mejorar el concreto por ello se implementa materiales que mejoren las propiedades del concreto. Esto es con el fin de disminuir fisuras y agrietamientos.

La construcción ha evolucionado en los últimos años, ya que se han dado nuevos avances tecnológicos con respecto al concreto. Este avance no solo tiene enfoque de alcanzar propiedades de resistencia mayores al tradicional sino también de cumplir con las normas vigentes que benefician tanto al material como a la población.

Es por ello, que debido a lo mencionado anteriormente se han realizado diversas investigaciones que aportan en el avance de la construcción tales como el reforzamiento del concreto con fibras para mejorar la capacidad de resistencia del concreto. Los materiales utilizados en la mejora de un concreto Las diferentes fibras más empleadas en las obras son las fibras de basalto, de acero, de vidrio, plásticos, entre otros, son utilizados por producir alta resistencia estructural.

En nuestro país, es una nueva tecnología usar las fibras de acero e incorporarlo en el diseño de ya que al ser rugoso se adhiere al concreto así mismo es conveniente para mejorar las deficiencias del concreto convencional ya que nos proporciona diferentes

ventajas como por ejemplo mejorar la resistencia a la compresión, tracción y flexión, al impacto, a la corrosión, disminución del peso (Muñoz, 2007, p.35).

Reforzar el concreto endurecido incorporando fibras de acero también conocido como CRFA, es un material que ha evolucionado para implementar y mejorar el concreto convencional, estas fibras mejoran la tenacidad del concreto y controlan las fisuras. En las investigaciones realizadas se ha dado a conocer que el concreto con la incorporación de fibras acero presenta buen comportamiento en la rotura donde muestra una mejora en el esfuerzo a compresión tracción resolviendo el problema al juntar con el cemento, brindando una resistencia a tracción y compresión, creándose un nuevo material constructivo con optimas propiedades mecánicas (Reyes, 2015, p.3).

El concreto con adición de fibras recicladas puede conseguir una mejor capacidad ante cargas en la construcción y que sea factible trabajarlo en estado fresco, como trabajabilidad, la maleabilidad y la colocación de la mezcla en los moldes contribuyen al medio ambiente por el uso de las fibras de acero reciclado (viruta de la industria metálica para nuestra investigación). Este nuevo material será aplicado en cualquier tipo de elemento estructural ya sea losas aligeradas, pavimentos, pisos, etc.

### **Trabajos previos**

Se presenta a continuación los trabajos de investigación que guardan relación con el problema de estudio.

#### **Ámbito internacional**

Mármol (2010), presento un proyecto de “Hormigones con fibras de acero características mecánicas” presento ante la Universidad Politécnica de Madrid, para obtener el grado de Maestría de Ingeniería, el investigador se centró en la mejora por cada porcentaje de fibras incorporado para el análisis de su resultado asimismo en la incorporación de las fibras de acero para los ensayos y en la rotura de cada uno de ellos así mismo hizo seguimiento a los resultados de los cuales presento una mejora en la resistencia de cada incorporación ya que concluyo que tiene buena mejora al esfuerzo de rotura a flexo tracción dúctil, aumentan la tenacidad y mejoran considerablemente la resistencia a la fatiga.

García y Sarmiento (2008), presento un proyecto de investigación “Mejoramiento de un concreto de 3000 PSI con adición de viruta de acero con porcentaje de 6%, 8% y 10% respecto al agregado fino de la mezcla” presentando en la Universidad Pontificia Bolivariana Seccional Bucaramanga, para obtener el título de Ingeniero Civil, el

siguiente resultado determina la incorporación de las virutas mejoran el concreto en estado endurecido que al adicionar las virutas del acero en 6%, 8% y 10% para así reemplazar parte del agregado fino en la edad de 7, 14 y 28 días. Según los ensayos obtenidos se observaron que los porcentajes de adición de viruta que arrojaron lo mejores resultados es el de adición de 10%, alcanzando a los 28 días de edad una resistencia de 36 Mpa y alcanzando un aumento con respecto a la muestra patrón del 62%.

Cando Luis (2016), presento un proyecto de investigación titulado “Análisis de las propiedades físicas y mecánicas del hormigón elaborado con fibras de acero reciclado” presentado en la Universidad Central de Ecuador para obtener el título de Ingeniero Civil, el investigador hizo una comparación del uso de fibras de acero comercial con fibras de acero reciclado para determinar el mejoramiento que este aumenta según la proporción de adición de virutas.

Según los ensayos realizados se demuestra que los hormigones con fibras de acero reciclado tienen un aumento de 42.45% con respecto al concreto sin fibras, y un aumento del 2.94 con respecto a los hormigones con fibras comerciales.

López Jorgue (2015), presento en su investigación “Análisis de las propiedades del concreto reforzado con fibras de cortas de acero y macro fibras de polipropileno: influencia del tipo y consumo de fibras adicionado” presento ante la Universidad Autónoma de México para obtener la maestría en Ingeniería Civil, en su proyecto nos presenta como objetivo estudiar el desempeño y tipo de fibras para mejorar en estado endurecido y fresco del hormigón.

Según los ensayos realizados se demuestra que la trabajabilidad del concreto se reduce debido al consumo de fibras tanto como en el propínelo como en el acero, pero esta es menor cuando se adicionan las fibras cortas de acero. Estos ensayos fueron realizados con la prueba de cono invertido.

Moya y Cando (2018) presentaron en su investigación “Análisis de las propiedades físicas y mecánicas del hormigón elaborado con fibras de acero reciclado” presento ante la universidad central del Ecuador para obtener el título de ingeniero civil. El investigador presento el estudio de incorporación al concreto con porcentajes de fibra recicladas y comerciales con el fin de comprobar si las fibras de acero reciclable pueden reemplazar a las comerciales y así mejorar la capacidad de soportar cargas establecidas así mismo obtuvo un 39.08 % con respecto a un concreto convencional y un 11.64% y

en pruebas a esfuerzo a flexión con adición de fibras de acero reciclado mejora un 25.14% ante un concreto convencional con un 5.90%.

Sandoval (2017) presento su proyecto de investigación titulada “Análisis comparativo de la resistencia a tracción y compresión del hormigón adicionando virutas de acero comercial fundido y el hormigón con fibras de acero comerciales” presento ante la universidad técnica de Ambato de Ecuador, para obtener el título de ingeniero civil, menciona que se obtuvo proporcionar mejores resultados mecánicos en la resistencia ante cargas, esfuerzos así mismo concluye que la trabajabilidad se reduce con la adición mayor porcentaje de las virutas de acero reciclado en el concreto así mismo mejora progresivamente la resistencia con la adición de virutas de acero reciclado así mismo se determinó un porcentaje optimo es de 1.25% más al que se diseñó.

### **Ámbito nacional**

Pacheco (2016) en su investigación “resistencia a compresión axial del concreto  $F'_c = 175 \text{ kg/cm}^2$  incorporando diferentes porcentajes de viruta de acero ensayadas a diferentes edades, UPN – 2016” ante la universidad privada del norte en Perú. Para obtener el título profesional de ingeniero civil, en su proyecto del investigador menciona que al incorporarle fibras recicladas en porcentaje de 6 % provee la mayor cantidad de resistencia a prueba de compresión axial a 28 días con una mayor capacidad de resistencia de 15.58% ante un concreto modelo de 175 kg/cm<sup>2</sup> concluyendo así que si cumple parcialmente el incremento de resistencia a edades de 7 14 y 28 días

Condori y Palomares (2018) en su investigación “Análisis del comportamiento mecánico del concreto con adición de virutas de acero reciclado para pavimentos rígidos en lima, 2018 presento ante la Universidad Cesar Vallejo en Perú para obtener el título profesional de ingeniería civil, en su proyecto el investigador menciona que la incorporación de virutas de acero reciclado para el diseño de mezcla aumenta un 3% de un 236 a 242 y con 5% baja de 236 a 208 de acuerdo al modelo patrón en 7 días así mismo las roturas de los días 14 y 28 días son relativos a las resistencias iniciales así mismo se concluye que la incorporación de viruta reciclable tanto en porcentaje y tamaño del mismo mejoran las propiedades del concreto.

Galarate (2018), presento en su proyecto de investigación titulado “efecto de la viruta de acero en la resistencia del concreto  $F'_c = 210 \text{ kg/cm}^2$ ” para obtener el grado de bachiller en ingeniería civil ante la Universidad Cesar Vallejo en Perú, el investigador menciona que al adicionar el 2% de virutas a un diseño de mezcla mejora la capacidad de resistir a

esfuerzos de compresión sin modificar el diseño de mezcla original así mismo sin tener que generar un incremento de gasto en la incorporación de las virutas de acero de tal forma que se evaluó la resistencia a compresión la cual se comparó que el patrón de la resistencia a la compresión a los 28 días de las cuales se puso a prueba diferentes porcentajes y se hizo los ensayos de rotura, dando como resultado el porcentaje de 2% ya que dio como resultado mayor a diseño realizado sin alterar las proporciones de los materiales así como la trabajabilidad así que también los agregados deben cumplir las normas peruanas.

Carrasca Johan (2018), en su proyecto de investigación titulado “Aplicación de las fibras de acero para mejorar el comportamiento mecánico del concreto  $F'_c=210 \text{ kg/cm}^2$ , en losas industriales en el distrito de Huarochirí-Lima” presentado ante la Universidad Cesar Vallejo para obtener el Título de Ingeniero Civil, el investigador tuvo como finalidad verificar la capacidad de resistir ante sus diversos esfuerzos. Tiene como método hipotético – deductivo ya que dio a conocer que se elaboró por medio de la observación y la creación de una hipótesis.

Se concluye que al adicionar las fibras mejoran la resistencia en losas ya que se genera mayor esfuerzo y requiere de mayor resistencia así mismo concluye que la incorporación de 5,2% fue factible para su investigación y así se puede reducir el espesor.

Pacheco (2016), presento en su proyecto de investigación titulado “Resistencia a compresión axial del concreto  $F'_c=175 \text{ kg/cm}^2$  incorporando diferentes porcentajes de virutas de acero ensayados a diferentes edades, UPN-216” para obtener el título profesional de Ingeniero Civil ante la Universidad Privada del Norte, el autor presenta la investigación que tiene como finalidad determinar la mejora del concreto a esfuerzos de resistencia con la adición de virutas en porcentajes de 2%,4% y 6% ensayadas a diferentes edades. Se realizaron los ensayos en la cual se obtuvo como conclusión que las virutas del acero en un 6% mejora y se obtiene un 15.58% de mayor resistencia frente al diseño patrón.

Muñoz y Pacheco (2018), presento en su proyecto de investigación titulado “Estudio para la optimización del diseño de un concreto autocompactante reforzado con fibras de acero” para obtener el título profesional de Ingeniero Civil ante la Universidad de San Agustín, esta investigación tiene como objetivo encontrar un concreto autocompactante reforzado con fibras acero de resistencia moderada, variando el porcentaje de adición de fibra y comparando la prueba de slum para determinar la maleabilidad del concreto así

mismo para aumentar la resistencia del concreto y disminuir las fisuras. En conclusión, se determinó que el aporte importante de la fibra corta de acero en las propiedades en estado endurecido es la falla dúctil y el incremento de la deformidad al momento de fisurarse hasta el agotamiento, esta propiedad es proporcional al incremento de fibra en el concreto.

Vilchez (2017), en su proyecto de investigación titulado “Influencia de la adición de fibras de acero en la ductilidad de una columna de concreto reforzado” presentado ante la Universidad Privada Antenor Orrego para obtener el Título profesional en Ingeniería Civil, tiene como objetivo determinar la capacidad del acero en la resistencia de ductilidad asimismo la mejora de un concreto modelo a uno con adición de fibras.

Y tuvo como objetivo mejorar el concreto con un 1.35 veces en la prueba de ductilidad generando así mayor resistencia a compresión y mejorando su capacidad.

### **Teorías relacionadas al tema**

#### **Fibras de acero reciclado**

Según Cando (2016), las “fibras de acero reciclado son obtenidas de aquellos desperdicios que generan el industrial metal, esencialmente las que se encargan de la fabricación y montaje del acero” (p.72).

En el Perú de la ciudad de Lima, distrito de Huachipa cuenta con cuatro locales dedicados a esta actividad comercial. El desperdicio de que se genera por estas industrias se almacena en lugares de acopio para que luego sean llevados a las recicladoras.

La finalidad de este proyecto de investigación es disminuir el impacto ambiental que se genera por los desperdicios del metal (virutas de acero), con el fin de reutilizar este material en el refuerzo del hormigón, y así poder reducir el gran volumen de virutas de acero.

#### **Virutas de acero**

Las virutas de acero son laminas pequeñas de aproximadamente 2mm de espesor con diferentes tamaños de largo son obtenidas por medio de trabajos de máquinas en esculpir metales de acero. Mediante el proceso de maquinado se obtiene la viruta como desecho de material.

## **Torno**

El torno es una maquina industrial que transforma un material en cualquier elemento definido dependiendo de su forma o dimensiones. Para ello se realiza el giro de dicho material alrededor del eje de la forma deseada y termina en un elemento en forma de viruta (Ergometal, 2014, p.4).

El principal movimiento es la rotación, por lo que se permite realizar las siguientes operaciones:

- Refrendado
- Cilindrado
- Taladrado
- Tronzado
- Roscado

## **Clases de virutas**

Para Cando (2016), el “tipo de las virutas depende generalmente del tipo de material, geometría y condiciones de maquinado, por ello se conoce cuatro tipos de virutas” (p.78).

### **Viruta continúa**

Para Cando (2016), esta clase de viruta permite tener lugar al corte sin fractura en los materiales dúctiles, esto se realiza por velocidades altas” (p78).

### **Viruta escalonada**

Para Cando (2016), “Este tipo de viruta se obtiene al producir aceros de dureza alta esto se realiza por velocidades medias” (p.9).

### **Viruta en forma de zuncho**

Para Cando (2016), “Esta clase de viruta se obtiene del proceso de taladrado, se extrae mediante la introducción o giro de la broza en el sólido para recolectar los huecos redondos” (p.79).

### **Viruta fraccionada**

Para Cando (2016), “Esta clase de viruta se obtiene por el corte de los materiales frágiles, este corte del solido provoca la fractura de dicho elemento” (p.80).

## **Elección de virutas**

Las diversidades de estos desperdicios metálicos son producidas por el largo del acero y el tipo de desgaste que realiza el torno, de aquello se seleccionara las fibras más adecuadas para la investigación de la tesis

La elección de las fibras de acero reciclado óptimo serán las fibras de tipo continuo con una longitud de 5 cm. Este tipo de fibra permite la maleabilidad del concreto en el estado fresco y así mismo proporciona mejores resultados en el estado endurecido.

Si el concreto tiene buena maleabilidad en estado fresco entonces proporciona mejores resultados para estado endurecido.

Figura 1: *Fibras metálicas recicladas óptimas*



Fuente: Cando Lara Luis Fernando

### **Diseño de mezcla del concreto**

Para un diseño de mezcla es necesario hacer diversas pruebas en las cuales se determina el tipo y la densidad de los materiales, los materiales son importantes por sus propiedades de la absorción o saturación de los agregados así como los tamaños de las partículas, el factor de seguridad en el diseño para asegurar la resistencia y asegurar la calidad así como obtener una buena manejabilidad en estado fresco y adquirir una resistencia deseada y establecida.

## **Análisis granulométrico**

Los agregados pueden ser de origen natural (ríos, canteras), también puede ser artificial (triturado) según su tamaño puede ser agregado fino y agregado grueso, y según su forma puede ser redondeado planos angulares de diferentes espesores.

Los agregados se clasifican por sus propiedades, densidad, capacidad de absorción, el reacomodo de las partículas, su peso, y determinan su aplicación en determinados diseños de mezcla.

Así mismo el agregado pasante de las malla 6 es denominada piedra, los agregados pasantes de la malla 4 hasta la malla 6 es denominada agregado grueso y las retenidas en la malla 200 y pasantes de la malla 4 son denominados agregado fino.

Esta granulometría de los materiales son aptos para la mezcla de un concreto para obra

## **Peso específico y absorción de la absorción del agregado fino**

Para este proceso tendremos como referencia la norma de ASTM C-127/ NTP 400.021 y ASTM C-128/ NTP 400.022.

- Peso específico de masa

$$\frac{A}{B - C}$$

- Peso específico de masa superficial seca

$$\frac{B}{B - C}$$

- Peso específico nominal

$$\frac{A}{A - C}$$

- Porcentaje de absorción

$$\frac{B - A}{A} \times 100$$

### **Peso específico y absorción del agregado grueso**

Para este proceso tendremos como referencia la norma de ASTM C-127/ NTP 400.021 y ASTM C-128/ NTP 400.021.

La norma C127 del ASTM, estudia el peso específico de masa, saturada y aparente, estos pesos específicos establece las características de los agregados ensayadas bajo temperatura del medio ambiente, por su contenido de humedad y como se encuentra en el porcentaje de absorción.

### **Peso unitario o volumétrico del agregado**

Para este proceso tendremos como referencia la norma de ASTM C-29, NTP 400.017, esto incluye los cálculos del peso unitario seco compactado y suelto del agregado. Es la cantidad que contiene en un determinado espacio ya sea de manera ligera en donde hay mucha presencia de vacíos o compacta en donde hay una reducción de vacíos dentro del molde deseado.

- Peso unitario compactado

Es la compactación que se realiza en un molde en el cual el material es llenado con el agregado tres veces en tamaños iguales y apisonado con 25 golpes por una varilla de acero para acomodar las partículas del material, así mismo se hace para las tres capas una vez terminada la tercera capa se efectúa el retiro de las partículas restantes usando así la varilla como regla. Así podemos efectuar la cantidad que logra entrar a un determinado espacio.

Se hacen los cálculos en este caso se efectúa el peso del material (se pesa el molde y se quita el peso del molde)

#### **Peso unitario suelto**

Se determina en un recipiente y para realizarlo es necesario llenar el molde con material del agregado descargándolo continuamente con una altura de 50mm aproximadamente una vez completado el material en el molde se retira el sobrante usando la varilla como

regla del mismo modo para los cálculos a realizar son de pesar y obtener dicho peso restando el peso del recipiente en este caso el molde.

### **Contenido de humedad**

Este proceso tendremos como referencia la norma de ASTM C-566, esta norma nos indica el porcentaje de líquido que contiene el agregado en su estado natural del medio ambiente o la humedad asimismo en el estado seco.

- Peso del agua

$$P_{agua} = P1 - P2$$

- Peso de muestra seca

$$P_{ms} = P1 - P_{tara}$$

- Contenido de humedad

$$W = \frac{P_{agua} \times 100}{P_{ms}}$$

### **Componentes del concreto**

#### **Cemento**

Para Harmsen (2017, p.11), este “material es obtenido de la piedra caliza en la cual entra en un proceso de trituración y calcinación hasta llegar a formarse un material fino en donde al exponerse al agua crea reactivos y forma la pasta con la mezcla de los agregados”.

Según la norma ASTM-C-150-99, hay V tipos de cemento las cuales se usan de acuerdo donde se dispone la obra y la exposición que va a tener el concreto de las cuales el tipo I se usa para viviendas en general donde no requieren de capacidades. Del mismo modo se determina según el uso los restantes.

#### **Agua**

Para Harmsen (2017, p. 13), el “agua potable es adecuada para el hormigón, esta deberá estar libre de ácidos, sales, aceites y materiales orgánicos”

La función principal del agua es hidratar al cemento, y así poder mejorar la trabajabilidad del diseño de mezcla empleado.

### **Agregado fino**

El agregado fino complementa en el concreto ya que los tamaños de la partícula se acomodan en una mezcla de concreto.

Según Harmsen (2017, p. 12), el “agregado fino debe tener las siguientes características fuerte, limpio, duro, durable, libre de limo, polvo, pizarra, materias orgánicas y álcalis. No debe tener el 1.5% de materias orgánicas ni el 5% de álcalis.

Según la norma ASTM-C-33-99a, las partículas deberán tener un tamaño menor a  $\frac{1}{4}$ ”.

Tabla 1: *Granulometría del agregado fino*

Tamiz estándar	% de peso del material que pasa por el tamiz
3/8"	100
#4	95 a 100
#8	80 a 100
#16	50 a 85
#30	25 a 60
#50	5 a 30(AASHTO 10 a 30)
#100	0 a 10(AASHTO 2 a 10)

Fuente: ASTM-C-33-99 a

En la tabla número 1, se presenta los números de tamices estándar y el porcentaje del peso del agregado para la granulometría.

### **Agregado grueso**

Según Harmsen (2017, p. 13), el “agregado grueso está formado por dioríticas, sieníticas, rocas graníticas. Pueden emplearse para el diseño de mezcla piedra partida, grava zarandeada”. La norma ASTM-C-33-99 a, establece también un conjunto de requisitos para su gradación.

Tabla 2: Granulometría del agregado grueso

HUSO	TAMAÑO MAXIMO NOMINAL	Requisitos Granulométricos del Agregado Grueso Porcentaje que pasa por los Tamices Normalizados													
		100 mm	90m m	75 m m	63m m	50m m	37.5 mm	25.0 mm	19.0 mm	12.5 mm	9.5 mm	4.75 mm	2.36 mm	1.18 mm	300 um
		4pu lg	3 1/2p ulg	3p ulg	2 1/2p ulg	2pul g	1 1/2p ulg	1pul g	3/4p ulg	1/2p ulg	3/8p ulg	Nº4	Nº8	Nº16	Nº50
1	90mm a 37.5mm	100	90 a 100	-	25 a 60	-	0 a 15	-	0 a 15	-	-	-	-	-	
2	63mm a 37.5mm	-	-	10 0	90 a 100	35 a 70	0 a 15	-	0 a 5	-	-	-	-	-	
3	50mm a 25.0mm	-	-	-	100	90 a 100	35 a 70	0 a 15	-	0 a 15	-	-	-	-	
357	50mm a 4.75mm	-	-	-	100	95 a 100	-	35 a 70	-	10 a 30	-	0 a 5	-	-	
4	37.5mm a 19.0mm	-	-	-	-	100	90 a 100	20 a 55	0 a 5	-	0 a 5	-	-	-	
467	37.5mm a 4.75mm	-	-	-	-	100	95 a 100	-	35 a 70	-	10 a 30	0 a 5	-	-	
5	25mm a 9.5mm	-	-	-	-	-	100	90 a 100	20 a 55	0 a 10	0 a 5	-	-	-	
56	25mm a 9.5mm	-	-	-	-	-	100	90 a 100	40 a 85	10 a 40	0 a 15	0 a 5	-	-	
57	25mm a 4.75mm	-	-	-	-	-	100	95 a 100	-	25 a 60	-	0 a 10	0 a 5	-	
6	19mm a 9.5mm	-	-	-	-	-	-	100	90 a 100	20 a 55	0 a 15	0 a 5	-	-	
67	19mm a 4.75mm	-	-	-	-	-	-	100	90 a 100	-	20 a 55	0 a 10	0 a 5	-	
7	12.5mm a 4.75mm	-	-	-	-	-	-	-	100	90 a 100	40 a 70	0 a 15	0 a 5	-	
8	9.5mm a 2.36mm	-	-	-	-	-	-	-	-	100	85 a 100	10 a 30	0 a 10	0 a 5	
89	9.5mm a 1.18mm	-	-	-	-	-	-	-	-	100	90 a 100	25 a 55	5 a 30	0 a 10	0 a 5
9	4.75mm a 1.18mm	-	-	-	-	-	-	-	-	-	100	85 a 100	10 a 40	0 a 10	0 a 5

Fuente: ASTM-C-33-99 a

En la tabla número 2, presenta números de tamices normalizados y el porcentaje del peso del agregado que pasa de la malla superior por la granulometría del agregado.

### Comportamiento mecánico del hormigón $f'c = 210 \text{kg/cm}^2$

Según Rivva (2015, p.37), para “el comportamiento mecánico del hormigón es importante tener en cuenta las propiedades y las características del material de los agregados ya que este tiene que cumplir con los estándares del proceso ACI, el cual establece las características de los materiales para la mezcla de diseñando”.

## Propiedades físicas del concreto

### Trabajabilidad

Según Diseño de mezclas (2015, p.16), la trabajabilidad en la mezcla del concreto se determina con la manejabilidad que tiene el concreto en estado fresco así mismo la manipulación de la mezcla de concreto debe ser óptima para la colocación y el transporte para su colocación en el lugar donde se disolverá el concreto así mismo la homogeneidad sin que se presente segregación”.

Algunas consideraciones que se deberá tener en cuenta para el diseño de mezcla:

- La fineza del clincker  $3300\text{cm}^2$  son las más recomendables.
- Es recomendable trabajar con un la cantidad necesaria de agua para tener una consistencia dentro del ensayo de slump.

### Consistencia

Según Rivva (2015)<sup>1</sup>, “la consistencia se mide por medio de la prueba del slump en la que se determina si está dentro del margen de aceptación asimismo podemos asegurar su maleabilidad en el momento de la manipular la mezcla” (p.40).

El ACI 116 R (Terminología para el cemento y Concreto) la manera más usual para evaluarla es por medio de la prueba de revenimiento o Slump.

En este ensayo de acuerdo a la norma mencionado anteriormente se realiza en un molde de base mayor de 200 mm, base menor de 100 mm y altura de 300mm.

Tabla 3: *Consistencia de mezcla del concreto*

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: Tecnología del concreto

En la tabla número 3, se muestran la interpretación de los resultados, el asentamiento o Slump será la diferencia en centímetro y el tipo de consistencia que corresponde con ese asentamiento.

## **Propiedades mecánicas del hormigón**

### **Resistencia a la compresión**

Según Carranza (2018), para “la capacidad del concreto ante cargas de pesos se requiere una mezcla de materiales de buena densidad y resistencia a la compresión así mismo la calidad del cemento como también las características del agregado grueso, fino, para determinar estos parámetros se debe emplear la norma ASTM C39” (p.28).

### **Resistencia a la tracción**

La capacidad de resistencias traccionarias sus esfuerzos están sometidos a tensión donde la rotura se produce por medio de esfuerzos de tracción del mismo modo el esfuerzo de tracción es el 10% del esfuerzo a compresión.

### **Resistencia a la flexión**

El esfuerzo a flexión determina el módulo de rotura, así como es esfuerzo de tracción este esfuerzo es determinado mediante la fuerza de tensión así mismo determinar el punto de agrietamiento en el momento que se realiza falla de la probeta la resistencia a flexión tiene un 10 a 20 % de la resistencia a compresión.

El esfuerzo a flexión se determina con el siguiente formula.

MR: módulo de rotura de la viga

$$MR = \frac{P \times L}{B \times h^2}$$

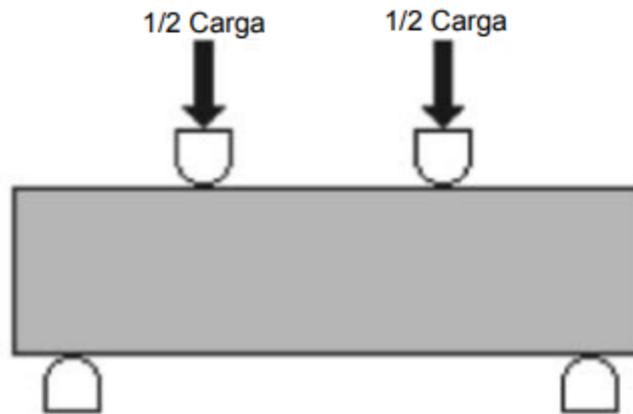
P: carga máxima aplicada

L: distancia entre apoyos

b: ancho de viga

b: altura de viga

Figura 2: Cargas en los puntos tercios ASTM C-78



Fuente: National Ready Mixed Concrete Association

Esta imagen muestra la determinación del esfuerzo a flexión donde se mide la resistencia mediante el esfuerzo del mismo modo muestra el punto tercio y la aplicación del esfuerzo en el punto medio de la viga.

### **Formulación del problema**

#### **Problema general**

- ¿Qué efecto produce la adición de fibras de acero reciclado en las propiedades mecánicas del concreto  $F'_c=210 \text{ kg/cm}^2$ ?

#### **Problemas específicos**

- ¿Qué efecto produce en la resistencia a compresión del concreto  $F'_c=210 \text{ kg/cm}^2$  la adición de las fibras de acero reciclado en porcentajes de 0.50%; 1.00% y 1.50%?
- ¿Qué efecto produce en la resistencia a flexión del concreto  $F'_c=210 \text{ kg/cm}^2$  el uso de las fibras de acero reciclado en porcentajes de 0.50%; 1.00% y 1.50%?
- ¿En cuánto mejora la resistencia a tracción del concreto  $F'_c=210 \text{ kg/cm}^2$  incrementando las fibras de acero reciclado en porcentajes 0.50%; 1.00% y 1.50%?

#### **Justificación de estudio**

El tema de investigación es referido a la implementación de las fibras de acero reciclado para mejorar la resistencia del concreto a esfuerzos de compresión fue elegido porque se requiere materiales para mejorar el medio ambiente e implementar material reciclado cada vez es más empleado en la construcción de edificaciones de diferentes tipos.

Se ha visto con gran notoriedad que el hormigón presenta como principal característica el comportamiento mecánico en resistir esfuerzos como de sismos, las fibras de acero reciclado son implementados en el concreto de la actualidad, la aplicación de fibras metálicas de uso reciclado y limpio aportar el mejoras ante cargas producidas ya sea a compresión, tracción, flexión específicamente su aplicación en diferentes elementos estructurales. Implementando nuevos datos relacionados al concreto, estas fibras de acero reciclado serán obtenidas de las virutas del acero con la finalidad de contribuir con el medio ambiente.

### **Justificación teórica**

Con el presente proyecto de investigación se quiere conseguir nuevos datos e información clasificada respecto a mejorar la capacidad del concreto ante cargas y adicionarle las fibras de acero reciclado al diseño de mezcla así conseguir un óptimo porcentaje en la que el concreto no altere su y trabajabilidad en el momento de la mezcla.

### **Justificación social**

Al aplicar las fibras de acero reciclado estamos contribuyendo con minimizar la contaminación medio ambiente ya que se está empleando el concepto de las 3R, reduce, recicla y reutiliza como también el mejoramiento para la construcción de estructuras con óptimas propiedades mecánicas que las harán aún más seguras, este proyecto beneficiara a la sociedad y el medio ambiente.

### **Justificación técnica**

El presente proyecto de investigación no solo beneficiara el rehusó de los materiales sino también al medio ambiente ya que estas virutas serán obtenidas de los desperdicios que generan las industriales metálicas.

Este estudio busca mejorar la capacidad de resistir cargas a compresión, tracción y flexión incorporando diferentes porcentajes de fibras de tal manera que al crear este tipo de concreto se obtenga trabajabilidad, durabilidad y resistencias en el concreto.

### **Hipótesis**

#### **Hipótesis general**

- La adición de las fibras de acero reciclado influye significativamente en las propiedades mecánicas del concreto  $F'_c=210 \text{ kg/cm}^2$ .

#### **Hipótesis específicas**

- La aplicación de las fibras de acero reciclado en porcentajes de 0.50%; 1.00% y 1.50% incrementa la resistencia a compresión del concreto  $F'_c=210 \text{ kg/cm}^2$  .

- El uso de las fibras de acero reciclado en los porcentajes de 0.50%; 1.00% y 1.50% aumenta la resistencia a la flexión del concreto  $F'_c=210 \text{ kg/cm}^2$  .
- El incremento de las fibras de acero reciclado en los porcentajes de 0.50%; 1.00% y 1.50% mejora la resistencia a tracción del concreto  $F'_c=210 \text{ kg/cm}^2$  .

## **Objetivos**

### **Objetivo general**

- Determinar el efecto que produce la adición de las fibras de acero reciclado en las propiedades mecánicas del concreto  $F'_c=210 \text{ kg/cm}^2$  .

### **Objetivos específicos**

- Calcular la resistencia a compresión del concreto  $F'_c=210 \text{ kg/cm}^2$  aplicando las fibras de acero reciclado en porcentajes de 0.50%; 1.00% y 1.50%.
- Evaluar la resistencia a flexión del concreto  $F'_c=210 \text{ kg/cm}^2$  usando las fibras de acero reciclado en los porcentajes de 0.50%; 1.00% y 1.50%.
- Determinar la resistencia a tracción del concreto  $F'_c=210 \text{ kg/cm}^2$  incrementando las fibras de acero reciclado en porcentajes de 0.50%; 1.00% y 1.50%.

## ▪ **MÉTODO**

### **.1. Diseño de investigación**

#### **.1.1. Método de investigación**

El proyecto tiene enfoque cuantitativo, es una investigación científica.

Borja (2016, p. 11), “el autor menciona que se pueden determinar un resultado confiable en base de los datos realizados en campo como mediciones de valores numéricos, con estos datos se pueden probar las hipótesis”.

La investigación presentada pretende recolectar datos numéricos que se enfocan en la recolección de resultados en laboratorio de un conjunto de molde (probetas), esto se realiza para obtener datos reales de resistencia.

#### **.1.2. Tipo de investigación**

El tipo es aplicada.

Según Jiménez. (1998, p.14) “si se determina que existe un problema social y se concluye que al aplicar un determinado material en el ámbito en donde se realiza la aplicación, en este tipo de investigación se determina aplicada los resultados se consideran una utilidad para aplicaciones practicas”. Este proyecto de investigación es aplicado porque analiza las probabilidades de usar una teoría nueva para dar solución a un problema de la sociedad, de la vida real, y entre otros.

#### **.1.3. Diseño de investigación**

El diseño es Experimental: Parot (2015, p.25), el “método es experimental porque el que investiga controla las variables deliberadamente esto para guardar una relación entre ellas”.

En este método se recopilan los datos para realizar una comparación entre el comportamiento de un grupo experimental. En este proyecto de investigación se describen las variables dependiente e independiente, las variables dependientes son las que deseamos medir o el objeto de estudio de investigación y las variables independientes son las que el investigador manipula para que este tenga una relación con la dependiente. En este caso se realizarán ensayos de laboratorio con especímenes elaborando con porcentajes de fibras recicladas.

### **.2. Variable, operacionalización**

Las variables se definen según el título de investigación las cuales son las siguientes:

V1: Adición de Fibras de acero reciclado

V2: Propiedades mecánicas del concreto  $F'_c=210 \text{ kg/cm}^2$

Tabla 4: Matriz de operacionalización

<b>MATRIZ DE OPERACIONALIZACIÓN</b>				
<b>VARIABLE</b>	<b>DEFINICIÓN CONCEPTUAL</b>	<b>DEFINICIÓN OPERACIONAL</b>	<b>DIMENSIONES</b>	<b>INDICADORES</b>
<b>VARIABLE INDEPENDIENTE: ADICIÓN DE FIBRAS DE ACERO RECICLADO</b>	Para Cando (2016), las "fibras de acero reciclado son obtenidas de aquellos desperdicios que genera la industria metal, especialmente las que se encargan de la fabricaron y montaje de acero" (p.72).	Se deberá seleccionar las fibras de acero reciclado en función al espesor y longitud.	Tipo de fibra de acero reciclado en forma de zuncho: Longitud: 5 cm Espesor: 0.5cm	Porcentaje de 0.50% respecto al peso del agregado fino Porcentaje de 1.00% r respecto al peso del agregado fino Porcentaje de 1.50%r respecto al peso del agregado fino
<b>VARIABLE DEPENDIENTE: PROPIEDADES MECÁNICAS DEL CONCRETO F'c= 210 kg/cm<sup>2</sup></b>	Según Rivva(2015,p.37), para "la propiedades mecánicas del concreto es importante tener en cuenta la selección de las características de la unidad cubica del hormigón este deberá cumplir con los estándares del proceso ACI".	Para definir la resistencia del concreto usando las fibras de acero reciclado se deberán realizar los ensayos de compresión simple, ensayo a flexión y la definición del módulo de elasticidad.	Resistencia a compresión del concreto F'c= 210 kg/cm <sup>2</sup>	Ensayo a compresión (0% ,0.5%,1.0% y1.5%)de las fibras de acero reciclado a la edad de 7 y 28 días.
			Resistencia a flexión del concreto F'c= 210 kg/cm <sup>2</sup>	Ensayo a tracción (0% ,0.5%,1.0% y1.5%)de las fibras de acero reciclado a la edad de 7 y 28 días.
			Resistencia a la tracción del concreto F'c= 210 kg/cm <sup>2</sup>	Ensayo a flexión (0% ,0.5%,1.0% y1.5%)de las fibras de acero reciclado a la edad de 28 días.

Fuente: Elaboración propia

### **.3. Población y muestra**

#### **.3.1. Población**

Según Hurtado y Toro (1998), limita “el conjunto de individuos o todos elementos que integran a todos aquellos que se incluye en el estudio del que se agrupa como un universo entre sí” (p.69).

Para nuestro estudio de investigación la población específicamente es el concreto sin fibras de acero reciclado y el concreto con la adición de fibras de acero reciclado en 0.50%; 1.00% y 1.50% del peso del agregado fino. Por lo tanto, nuestra población es infinita.

#### **.3.2. Muestra**

Según Hernández (2008) en su libro “Metodología de la investigación” indica que:

La muestra en el proceso cuantitativo es un subgrupo de la población o universo que te interesan, sobre la cual se recolectaran los datos pertinentes, y debe ser representativa de dicha población (p.562).

La muestra determinada en la investigación será no probabilística ya que es un sub conjunto de la población a estudiar. Estos elementos no tienen las mismas posibilidades de ser elegidos tomando la perspectiva del investigador y la finalidad del estudio.

Para determinar la cantidad de la muestra para nuestro ensayo debemos de realizar el siguiente cálculo:

$$n = \frac{Z^2 p \cdot q \cdot N}{E^2 (N - 1) + Z^2 \cdot p \cdot q}$$

Z: valor correspondiente al nivel de confianza

p y q: es la probabilidad de que suceda el evento y la probabilidad de que no suceda el evento respectivamente.

E: es el margen de error de muestreo

$$n = \frac{(1.96)^2 \cdot (0.50) \cdot (0.50) \cdot 48}{(0.05)^2 \cdot (60 - 1) + (1.96)^2 \cdot (0.50) \cdot (0.50)} = 57.62$$

$n = 57.62$  Se redondea este valor y se obtendría 58 probetas como mínimo.

Como nuestra población es de 60 y nuestro mínimo es de 58 entonces podemos usar 60 probetas para los siguientes ensayos a realizarse.

Ensayos de compresión, tracción y flexión son realizados con incorporación de % de fibra de acero con respecto al agregado fino.

Los ensayos de la resistencia a compresión del concreto  $F_c = 210 \text{ kg/cm}^2$ .

- Se preparará 3 probetas de hormigón sin fibras de acero reciclado, a 7 y 28 días.
- Se preparará 3 probetas de hormigón en la que se aplicara 0.50% de 7 y 28 días.
- Se preparará 3 probetas de hormigón 1.00% por el peso del agregado fino a 7 y 28 días.
- Se preparará 3 probetas de hormigón en la que se aplicará 1.50% por el peso del agregado fino, a 7 y 28 días.

Tabla 5: *Números de probetas de ensayo a compresión*

NÚMERO DE DÍAS	PORCENTAJE DE FIBRAS DE ACERO RECICLADO			
	0%	0.50%	1.00%	1.50%
7 días	3	3	3	3
28 días	3	3	3	3
Total de probetas				24

Fuente: Elaboración propia

Los ensayos de resistencia a tracción del concreto  $F_c = 210 \text{ kg/cm}^2$ .

- Se preparará 3 probetas de hormigón sin fibras de acero reciclado, a 7 y 28 días.
- Se preparará 3 probetas de hormigón con 0.50% a edades de 7 y 28 días.
- Se preparará 3 probetas de hormigón 1.00% a la edad de 7 y 28 días.
- Se preparará 3 probetas de hormigón 1.50% a la edad de 7 y 28 días.

Tabla 6: *Números de probetas de ensayo a tracción*

NÚMERO DE DÍAS	PORCENTAJE DE FIBRAS DE ACERO RECICLADO			
	0%	0.50%	1.00%	1.50%
7 días	3	3	3	3
28 días	3	3	3	3
Total de probetas				24

Fuente: Elaboración propia

Los ensayos de la resistencia a flexión del concreto  $F_c = 210 \text{ kg/cm}^2$ .

- Se preparará 3 probetas de hormigón sin fibras de acero reciclado, a la edad de 28 días.
- Se preparará 3 probetas de hormigón 0.50%, a la edad de 28 días.
- Se preparará 3 probetas de hormigón 1.00%, a la edad de 28 días.
- Se preparará 3 probetas de hormigón 1.50%, a la edad de 28 días.

Tabla 7: *Número de probetas de ensayo a flexión*

NÚMERO DE DÍAS	PORCENTAJE DE FIBRAS DE ACERO RECICLADO			
	0%	0.50%	1.00%	1.50%
28 días	3	3	3	3
Total de probetas				12

Fuente: Elaboración propia

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

Este proyecto de investigación está basado de fuentes confiables del cual se recoge información veraz que define la investigación en las cuales se usa técnicas de recolección de datos y verifica resultados reales para implementar en la práctica de la tesis.

##### **.4.1. Técnicas de recolección de datos**

En la investigación técnica que emplearemos y se recopila la información con la observación- experimental ya que será un registro visual que ocurre en una situación real y clasificada. En el que se estudiara la resistencia mecánica en estado fresco y endurecido así mismo se adicionara las fibras recicladas de 60 probetas, entre probetas cilíndricas y prismáticas, que se someterán a experimentación.

##### **.4.2. Instrumentos de recolección de datos**

Para la recolección de datos utilizaremos un instrumento o ficha, el cual se puso a opinión de un metodólogo quien valido el instrumento de recolección de datos.

La confiabilidad de dicho instrumento se prueba a través de los datos que determinaremos en campo para que luego sea analizado en laboratorio con los instrumentos confiables.

##### **.4.3. Validez y confiabilidad**

Según Sampieri (2014), “los instrumentos de investigación deben tener validez para obtener resultados óptimos por las mediciones de la variable a estudiar” (p.98).

Con lo mencionado, se puede determinar que los instrumentos a usarse para identificar el progreso de la investigación, así mismo los instrumentos pueden ser equipos de medición, fichas técnicas, maquinas que acrediten documentos de certificación correspondiente, por lo cual que la validez del instrumento sea garantizada.

Podemos decir que la ficha de recolección y procesamiento de datos son evaluadas por especialistas en ingeniería civil, los que determinan la veracidad de los resultados de los instrumentos que se van a realizar en la investigación.

Según Whitten (2015), “La confiabilidad de un instrumento de medición y se describe por medio de los resultados que son aplicados en un mismo objeto e individuo y obtenemos resultados iguales” (p.85).

Para determinar la confiabilidad también se requiere usar maquinas o equipos con garantía que dispongan de una serie de documentación en la cual garanticen la confiabilidad mediante los requisitos de certificación y profesionales experimentados.

## **.5. Método de análisis de datos**

Para este proyecto se analiza las fibras de acero reciclado en diferentes proporciones para un determinado diseño de concreto y se realizaran los siguientes estudios.

### **.5.1. Ensayos preliminares de agregados a la mezcla del concreto**

Primero se desarrollarán una serie de ensayos de laboratorios aplicados al agregado grueso y al agregado fino:

- Granulometría
- Contenido de Humedad
- Peso específico y absorción
- Masa unitaria

### **.5.2. Diseño de mezcla**

Para realizar el diseño de mezcla se requiere hacer una serie de ensayos a los agregados e identificar los resultados en un laboratorio se realizara siguiendo las especificaciones de la norma E.060, ACI 211.1, que, a su vez, está basada en la norma ASTM C-33.

### **.5.3. Elaboración de muestras**

En este proceso se elabora probetas para el análisis de la siguiente manera.

#### **.5.3.1. Muestras a 7 días.**

Para 28 días de curado se elaboraron:

Ensayo a compresión

- 3 cilindros sin adición de fibras de acero reciclado

- 3 cilindros con 0.50% con fibras de acero reciclado.
- 3 cilindros con 1.00% con fibras de acero reciclado.
- 3 cilindros con 1.50% con fibras de acero reciclado.

Ensayo a flexión

- 3 viguetas con 0.50% con fibras de acero reciclado.
- 3 viguetas con 1.00% con fibras de acero reciclado.
- 3 viguetas con 1.50% con fibras de acero reciclado.

Ensayo a tracción

- 3 cilindros sin fibras de acero reciclado
- 3 cilindros con 0.50% con fibras de acero reciclado.
- 3 cilindros con 1.00% con fibras de acero reciclado.
- 3 cilindros con 1.50% con fibras de acero reciclado.

#### .5.3.2. Muestras a los 28 días

Para 7 días de curado se elaboraron:

Ensayo a compresión

- 3 cilindros sin fibras de acero reciclado
- 3 cilindros con 0.50% con fibras de acero reciclado.
- 3 cilindros con 1.00% con fibras de acero reciclado.
- 3 cilindros con 1.50% con fibras de acero reciclado.

Ensayo a tracción

- 3 cilindros sin adición de fibras de acero reciclado
- 3 cilindros con 0.50% con fibras de acero reciclado.
- 3 cilindros con 1.00% con fibras de acero reciclado.
- 3 cilindros con 1.50% con fibras de acero reciclado.

#### **.5.4. Ensayo a compresión**

Para este proceso tendremos como referencia la norma ASTM C39

Este ensayo cuantifica las fibras de acero reciclado sobre la resistencia a compresión. Se empleará probetas cilíndricas de diámetro de 100 mm y longitud de 200 mm.

Los ensayos de resistencia a compresión determina la máxima capacidad que tiene un concreto al resistir cargas a presión así mismo se determina la densidad y las propiedades de los materiales y la aplicación del mismo en determinadas construcciones de obra.

Las probetas estarán curadas en cámara húmeda al medio ambiente durante 7 días o la determinación del proyecto a realizar así mismo para los ensayos determinados tendrán que perder la humedad para ponerlos a ensayos de los especímenes a prueba de rotura deben secarse no más de 3 horas.

Para el ensayo de las probetas es necesario colocarlas en el plato del equipo así mismo se debe tener cuidado para no crear rajadura en los bordes y realizar una presión continua para determinar la carga máxima de la probeta.

Así mismo se debe tener en cuenta las dimensiones de la probeta las cuales son necesarias para el cálculo de resistencia a compresión así como diámetro del cilindro, altura de cilindro, peso propio de la probeta

### **.5.5. Ensayo a flexión**

Para este proceso tendremos como referencia la norma de ASTM C78.

Este ensayo se realiza para cuantificar la influencia de las fibras de acero reciclado para la resistencia a fractura.

Consiste en un ensayo de flexión en tres puntos con probeta entallada. Se empleará probeta prismática de 150x150x500 mm a la que se mecanizará una entalla lateral, la cual al realizar el ensayo en la zona sometida a esfuerzo de tracción.

Las probetas deben estar en cámaras curadas a medio ambiente natural para retirarlas y ponerlas a secar no más de 3 horas y ponerlas a prueba de resistencia de fractura.

Para el ensayo de las probetas prismáticas deben estar alineada de tres puntos así mismo se determina el tipo de rotura que se obtiene y la máxima resistencia a flexión.

El resultado se calcula dividiendo la carga de rotura en  $N_e + w \text{ tons}$ , por la superficie de la base de la probeta en  $\text{mm}^2$ . El valor de resistencia a flexión se expresa en MPa ( $\text{N}/\text{mm}^2$ ).

Después de cumplir con la curación de las vigas prismáticas se debe se iniciar el ensayo de esfuerzo a flexión donde la resistencia es medida mediante esfuerzo de presión a cada uno de las vigas prismáticas.

Del mismo modo es necesario para el cálculo los siguientes datos.

- Longitud de la vigueta
- Altura de la vigueta
- Espesor de la vigueta.
- Peso de vigueta

### **.5.6. Ensayo a tracción**

Para este proceso tendremos como referencia la norma ASTM A371

Este ensayo cuantifica la influencia de la presencia de las fibras de acero reciclado sobre la resistencia a tracción. Se empleará probetas cilíndricas de diámetro de 100mm y longitud de 200mm.

Las probetas deben ser curadas hasta el día en que van a ser ensayadas del mismo modo deben estar sumergidas en agua a un ambiente natural, para el día del ensayo debe secar al aire libre no más de 3 horas

El ensayo de la probeta debe ser con mucho cuidado y tener 3 probetas como mínimo para evaluar los distintos resultados de resistencia a tracción para determinar el valor exacto del esfuerzo en donde presenta la falla por resistencia a tracción

El resultado se calcula dividiendo la carga de rotura en Newtons, por la superficie de la base de la probeta en mm<sup>2</sup>. El valor de resistencia a tracción se expresa en MPa (N/mm<sup>2</sup>).

- Diámetro de la probeta
- Altura de la probeta
- Peso de la probeta.

#### **.5.7. Análisis de resultados**

Se realizará el análisis de resultados, que permitirá verificar con exactitud, la resistencia estadístico mecánico a compresión, tracción y flexión de una mezcla de concreto  $F'c = 210 \text{ kg/cm}^2$  con la incorporación de fibras de acero reciclado.

#### **.6. Aspectos éticos**

Todos los textos utilizados han sido citados según la norma ISO 690, cumpliendo así con los aspectos éticos que demanda la redacción de la presente tesis.

## ▪ RESULTADOS

### .1. Caracterización de los materiales

Los ensayos se realizaran conforma la norma NTP 339.185, basado por la norma ASTM C- 566. Así mismos materiales utilizados en esta investigación deben poseer características propias para así poder incorporarse con los demás materiales y proporcionar una mezcla de concreto predeterminado por ello es necesario evaluar los materiales mediante ensayos en donde se pueda identificar resultados de las propiedades que se proporciona en la mezcla del concreto.

Así mismo tanto el diseño y los ensayos de resistencia se realizaran en el laboratorio de la Universidad Nacional de Ingeniería (UNI) en las cuales se pondrán obtener resultados así también el agua a usar será del Los ensayos de los áridos están realizados por el reglamento nacional de edificaciones (RNE)

#### .1.1. Cemento portland – Tipo I

Este proyecto de investigación decidimos usar el cemento Portland tipo I Sol, porque el cemento usualmente se utiliza en nuestro país, así mismo la empresa describe las características del CEMENTO SOL S.A.C. El cemento presenta como propiedad mecánica una consistencia entre 20-30%, de tal forma que puede soportar un esfuerzo máximo de aplastamiento de 29 MPa a la edad de los 3 días y 35 MPa a los 7 días. Por medio de la norma ASTM

Tabla 8: Características del cemento Portland tipo I Sol

Cemento Portland Tipo I SOL	
Peso específico (g/cm <sup>3</sup> )	3.12
Fineza malla 100%	0.34
Fineza malla 200%	5.66
Superficie específica Baine (cm <sup>2</sup> /g)	3300
Contenido de aire (%)	6.62
Expansión de autoclave (%)	0.02
Fraguado inicial (Vicat)	2h 07 min
Fraguado final (Vicat)	5h 05 min
F`c a 3 días (kg/cm <sup>2</sup> )	297
F`c a 7 días (kg/cm <sup>2</sup> )	357
F`c a 28 días (kg/cm <sup>2</sup> )	427
Calor de hidratación a 7 días (cal/g)	64.93

Fuente: Asocem 2010

Se muestra en la tabla anterior las características del cemento Portland tipo I Sol para tener en cuenta especificaciones del cemento con el cual se va a trabajar durante el proyecto de tesis.

### **.1.2. Agua**

El agua para el proyecto es potable y libre aceites tomadas del laboratorio N° 1 de ensayos de materiales “Universidad Nacional de Ingeniería”.

### **.1.3. Agregados**

Los agregados que se usaran en el proyecto de investigación son provenientes de la arenera San Martín de Porras, ubicada en la Av. Monteverde N° 197 – Ate.

Es indispensable conocer las características físicas y mecánicas de la arena y la piedra chancada para garantiza la mezcla del concreto dado que su propia densidad de los materiales determina el esfuerzo máximo del concreto, los áridos de acuerdo RNE E- 060  
CAPÍTULO 3. “Los tamaños de las partículas del agregado grueso y del fino debe tener la máxima densidad en el concreto así mismo tenga buena manejabilidad en la adecuada forma de colocación de la mezcla en estado fresco”

En el (Reglamento Nacional de Edificaciones E-060 concreto armado) en esta establece parámetros y está en función de la NTP (Norma Técnica Peruana). En donde existen límites superiores e inferiores permisibles de la granulometría de los áridos así mismo los materiales áridos deben estar limpios sin contaminarse de materiales orgánicas o desperdicios de basura o expuestos a líquidos aceitosos.

#### **.1.3.1. Agregado grueso**

##### **Análisis granulométrico del agregado grueso**

Los distintos tamaños de las partículas del agregado grueso influye de manera adecuada en la mezcla de concreto mediante los diferentes tamaños de partículas que presentan se realiza de acuerdo al reglamento de edificaciones RNE E-060, NTP norma técnica peruana, (ASTM –C136).

Naturalmente son partículas extraídas de canteras que asimilan distintos tipos de diámetros que según el transcurso del tiempo estas se produjeron natural o mecánicamente, esto se puede diferenciar debido a que las pruebas de los materiales quedan retenidos en la malla N°4.

Tabla 9: Análisis granulométrico del agregado grueso

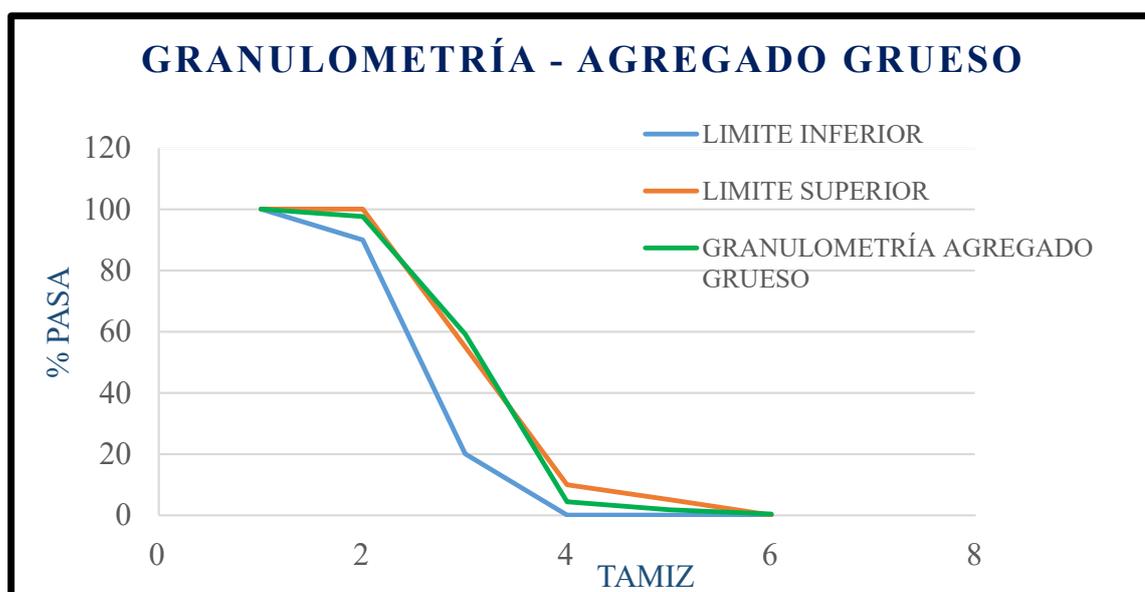
Ensayo del agregado grueso =10 KG								
Tamiz		Peso retenido	Peso retenido (%)	% Ret. Acumulado	%Pasa	%Pasa ASTM C33 HUSO 5	Límite inferior	Límite superior
(pulg)	(mm)							
1 1/2"	37.50	0.0	0.0	0.0	100.0	100	100	100
1"	25.00	234.0	2.3	2.3	97.7	90 - 100	90	100
3/4"	19.00	4398.5	38.5	40.8	59.2	20 - 55	20	55
1/2"	12.50	4939.5	54.7	95.5	4.5	0 - 10	0	10
3/8"	9.50	273.0	2.7	98.3	1.8	0-5	0	5
N°4	4.75	134.0	1.3	99.6	0.4	-	-	-
FONDO		21.0	0.4	100.0				

Fuente: Elaboración propia

Módulo de finura: 7.37

La piedra chancada proviene de la cantera San Martín de Porras se determinó por la norma ASTM C 33, HUSO 5, los cuales pasaron por los tamices demostrando que son de carácter positivo para su utilización.

Gráfico 1: Tamizado del agregado grueso



Fuente: Elaboración propia

Este gráfico nos muestra e indica que tan aceptable es el tipo de material proveniente de la cantera San Martin de Porras, para ello se realizó una serie de ensayos en el cual obtuvimos como tamaño máximo nominal de:

$$TMN= 3/4''$$

### Contenido de humedad

La prueba del contenido de humedad se verifica conforme la norma NTP 339.185, basada a la norma ASTM C-566. En este ensayo se realiza el cuarteto del material a extraer (muestra representativa) se pesa el material después de sacar del horno ya pesado así mismo dejarlo que enfrié para pesar el material seco, se describe a este fenómeno como propio de cada muestra debido a que cada material tiene un origen distinto, ya que este proceso indica el porcentaje de humedad atrapado en las partículas de los agregados, la prueba se determinó de acuerdo a la norma ASTM C566.

Tabla 10: Contenido de humedad del agregado grueso

Contenido de Humedad agregado grueso ASTM C-566		
Peso Húmedo(g)	Peso Seco (g)	Promedio Humedad
3000	2987	0.40
3000	2976	

Fuente: Elaboración propia

### Peso específico y absorción

En este ensayo se establece el peso específico y la absorción del agregado. Mediante la norma NTP 400.022 basado en la norma ASTM C – 128. Los agregados se ponen al horno el material a una temperatura 110°C +- 5°C así mismo se seca la piedra después de estar sumergida en agua, pesamos, pesamos sumergido en agua.

Tabla 11: *Peso Específico del agregado grueso*

Elemento	Peso Específico (g/cm <sup>3</sup> )	Absorción (%)
Piedra	2.62	0.90

Fuente: Elaboración propia

### Peso Unitario

Este ensayo se determina mediante la norma NTP 400.017, ya que se encuentran basados por la norma ASTM C- 29 para ello se realizará dos pruebas de peso unitario compactado así como el peso unitario suelto, el material se incorpora en un balde de acero en donde se llena hasta el borde sin compactar y compactado así mismo se pesa el agregado.

Tabla 12: Peso Unitario Suelto y Compactado del agregado grueso

Elemento	Peso Unitario Suelto (kg/cm <sup>3</sup> )	Peso Unitario Compactado (kg/cm <sup>3</sup> )
Piedra	1353	1573

Fuente: Elaboración propia

### 1.3.2. Agregado fino

#### Análisis granulométrico del agregado fino

La prueba se realizó mediante la información de la norma ASTM C33 HUSO AGREGADO FINO. El objetivo de los ensayos es de conseguir la curva granulométrica, y con ello determinar el módulo de fineza de la arena.

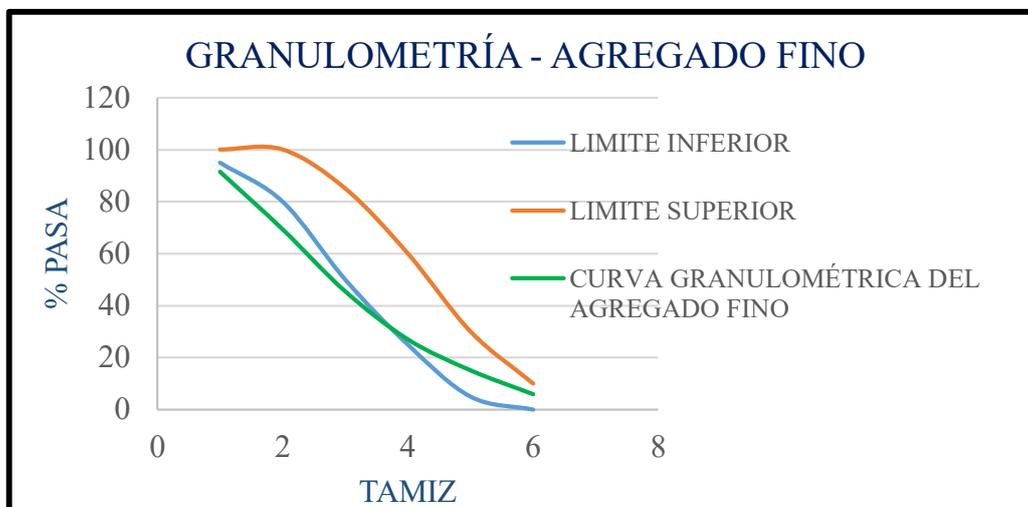
Tabla 13: Análisis granulométrico del agregado fino

Ensayo del agregado grueso =600 gramos								
Tamiz		Peso Retenido (gr)	(%) Retenido	(%) Ret. Acumulado	%Pasa	%Pasa ASTM C33 HUSO 5	Límite Inferior	Límite Superior
(pulg)	(mm)							
3/8"	9.5	0.0	0.0	0.0	100.0	100		
N°4	4.75	50.4	8.4	8.4	91.6	95-100	95	100
N°8	2.36	133.2	22.2	30.6	69.4	80-100	80	100
N°16	1.18	143.4	23.9	54.5	45.5	50-85	50	85
N°30	0.60	111.0	18.5	73.0	27.0	25-60	25	60
N°50	0.30	71.4	11.9	84.9	15.1	5-30	5	30
N°100	0.15	55.8	9.3	94.1	5.9	0-10	0	10
FONDO		35.4	5.9	100.0	0.0			

Fuente: Elaboración propia

Según el gráfico mostrado, la determinación granulométrica de la arena proveniente de la cantera San Martín de Porras mediante la norma ASTM C33 HUSO 5, los cuales pasaron por los tamices demostrando que son de carácter positivo para su utilización.

Gráfico 2: Tamizado del agregado fino



Fuente: Elaboración propia

El módulo de fineza está basado con la normativa peruana es un parámetro que indica que tan fino es el agregado estudiado, se alcanza mediante el proceso de tamizado y pesado del agregado fino en cada malla como N°4, N°8, N°16, N°30, N°50 y N°100, dividimos por cien, el cual dio como resultado lo siguiente:

$$\text{Módulo de Fineza} = 3.45$$

### Contenido de Humedad

Esta prueba se ejecuta conforme la norma NTP 339.185, basada acorde a la norma ASTM C-70. En este ensayo se realiza el cuarteto del material a extraer (muestra representativa) se pesa el material después de sacar del horno ya pesado así mismo dejarlo que enfrié para pesar el material seco, se describe a este fenómeno como propio de cada muestra debido a que cada material tiene un origen distinto, ya que este proceso precisa la cantidad de agua que contiene un en su estado natural en las partículas de los agregados.

Tabla 14: *Contenido de Humedad del agregado fino*

Contenido de Humedad agregado fino ASTM C-70		
Peso Húmedo(g)	Peso Seco (g)	Promedio Humedad
500	479	2.77
500	488	

Fuente: Elaboración propia

### **Peso específico**

En este ensayo se estableció el peso específico y la absorción del agregado. Mediante la norma NTP 400.022 basado a la norma ASTM C – 128. Los agregados se ponen al horno el material a una temperatura 110°C +- 5°C así mismo se seca la piedra después de estar sumergida en agua, pesamos, pesamos sumergido en agua.

En este ensayo se determinó el peso específico y la absorción del agregado.

Tabla 15: *Peso Específico del agregado fino*

Elemento	Peso Específico (g/cm <sup>3</sup> )	Absorción
Arena	2.61	1.30

Fuente: Elaboración propia

### **Peso Unitario**

Esta prueba se estableció mediante la norma NTP 400.017, ya que se encuentran basados por la norma ASTM c- 29 para ello se realizará dos pruebas para el peso unitario compactado y suelto por lo que debemos incorporar en un balde de acero en donde se llena hasta el borde sin compactar y compactado así mismo se pesa el agregado.

Tabla 16: *Peso Unitario Suelto y Compactado del agregado fino*

Elemento	Peso Unitario Suelto (kg/cm <sup>3</sup> )	Peso Unitario Compactado (kg/cm <sup>3</sup> )
Arena	1582	1785

Fuente: Elaboración propia

#### .1.4. Fibras de acero reciclado

Estas virutas de acero reciclado son láminas pequeñas de diferentes espesores y tamaños que se encuentran generalmente en los tornos o industrias que se dediquen al rubro, el tipo de viruta a utilizar es la de en forma de zuncho.

Tabla 17: *Especificaciones técnicas de las fibras de acero reciclado*

Especificaciones técnicas de las virutas de acero	
Espesor: E	0.5 cm
Longitud: L	5.0 cm
Cantidad de elementos por gramos	1805

Fuente: Elaboración propia

Forma:

Se caracterizan por ser de longitudes grandes, presentan una forma helicoidal, tiene mayor facilidad de ser manipuladas.

Figura 3: *Virutas de acero*



Fuente: Elaboración propia

## .2. Diseño de mezcla $F'c = 210 \text{ kg/cm}^2$

Para efectuar el diseño de mezcla establecemos los pasos de la norma ACI 211.1, el cual se distingue ya que el concreto resulta más cómodo de trabajar, esta una característica importante debido a la adición de las virutas de acero reciclado a la mezcla del concreto, debido al aumento de porcentajes de las virutas se reduce la trabajabilidad.

- **En primer lugar se selecciona la resistencia de diseño ( $f'cr$ ),** como se indica en la norma ACI:

Tabla 18: Resistencia promedio requerida

$F'c$	$F'cr$
Menos de 210	$F'c + 70$
210 - 350	$F'c + 84$
$>350$	$1.2xF'c$

Fuente: ACI 211.1

Se tomó el valor mayor de  $F'cr = 294 \text{ kg/cm}^2$ .

- **Elección de revenimiento:** la prueba de revenimiento es medida de acuerdo al uso que se dará a la mezcla de concreto en función a la manejabilidad que tiene para implementar en el diseño así mismo se determina la consistencia de la prueba del (SLUMP)

Consistencia plástica de 3" – 4"

- **Elección de tamaño máximo del agregado:**

$$TMN = 3/4''$$

- **Cantidad de agua y aire atrapado para el concreto:** Estas cantidades son aproximadas para la mezcla del concreto en litros por  $1\text{m}^3$  de concreto en medida del tamaño máximo nominal del agregado.

Tabla 19: Contenido de humedad

Asentamiento	Tamaño máximo del agregado							
	3/8"	1/2"	3/4"	1"	1 1/2"	2"	3"	4"
1" a 2"	207	199	190	179	166	154	130	113
3" a 4"	228	216	205	193	181	169	145	124
6" a 7"	243	228	216	202	190	178	150	
% de aire atrapado	3.00	2.50	2.00	1.50	1.00	0.50	0.30	0.20

Fuente: ACI 211.1,202

La cantidad de agua a utilizarse por m<sup>3</sup> es de 219 Lts.

El contenido de aire es de: 2.00%

▪ **Selección de la relación de agua-cemento**

Tabla 20: *Relación agua/cemento*

Relación agua/cemento en peso vs F'c		
F'c (kg/cm <sup>2</sup> ) a 28 días	Sin aire incorporado	Con aire incorporado
150	0.79	0.71
200	0.70	0.61
250	0.62	0.53
300	0.55	0.46
350	0.48	0.40
400	0.43	0.00
450	0.38	0.00

Fuente: ACI 211.1

250 kg/cm<sup>2</sup> .....0.62

294 kg/cm<sup>2</sup> .....x

300 kg/cm<sup>2</sup> .....0.55

Interpolamos:

x= 0.52

Por lo tanto, la relación agua cemento es 0.52

▪ **Calculo para determinar la cantidad de cemento con relación al agua**

$$\frac{\text{agua}}{\text{cemento}} = 0.52$$

$$\frac{219}{0.52} = \text{cemento}$$

$$420 \text{ kg/m}^3 = \text{cemento}$$

Cantidad de cemento expresado en bolsas:

$$\frac{420.0}{42.5} = 9.88 \text{ bolsas de cemento}$$

▪ **Calculo de la cantidad de agregado grueso inicial (G1)**

$$PESO a. g = \frac{b}{b0} \times peso u. s. c$$

Tabla 21: Resumen de agregados

Agregados	AF	AG
Peso unitario suelto (kg/m3)	1582	1353
Peso unitario compactado (kg/m3)	1785	1573
Peso específico (kg/m3)	2.61	2.62
Módulo de fineza	3.45	7.37
TMN		3/4"
%abs	1.30	0.90
%w	2.77	0.40

Fuente: Elaboración propia

Tabla 22: Volumen del agregado grueso compactado en seco por 1m3

Tamaño máximo del agregado grueso	Módulo de fineza de la arena			
	2.4	2.6	2.8	3
3/8"	0.50	0.48	0.46	0.44
1/2"	0.59	0.57	0.55	0.53
3/4"	0.66	0.64	0.62	0.60
1"	0.71	0.69	0.67	0.65
1 1/2"	0.76	0.74	0.72	0.70
2"	0.78	0.76	0.74	0.72
3"	0.81	0.79	0.77	0.75
4"	0.87	0.85	0.83	0.81

Fuente: ACI 211.1,202

3                      0.60

3.45                    x

Calculamos:

$$x = 0.52$$

$$\frac{b}{b0} = x = 0.52$$

Reemplazamos:

$$PESO a. g = \frac{b}{b0} \times peso u. s. c$$

$$ESO \text{ a. } g = 0.52 \times 1573 = 817.96 \text{ kg/m}^3$$

▪ **Calculo de la cantidad de agregado fino inicial**

Datos:

$$\text{AGUA} = 219/1000 = 0.219 \text{ m}^3$$

$$\text{CEMENTO} = 420/3110 = 0.135 \text{ m}^3$$

$$\text{AIRE} = 2.0\% = 0.020 \text{ m}^3$$

$$\text{AGREGADO GRUESO} = 817.96/2701 = 0.303 \text{ m}^3$$

$$\text{Sumatoria de volumen absoluto} = 0.677 \text{ m}^3$$

$$\text{Volumen Absoluto AF} = 1 \text{ m}^3 - 0.677 = 0.323 \text{ m}^3$$

Por último, para lograr el peso del agregado fino se multiplica el valor del peso específico por el volumen absoluto del agregado fino:

$$0.323 \times 2610 = 843.03 \text{ kg/ m}^3$$

▪ **Contenido de humedad de los agregados:**

Valores obtenidos anteriormente:

$$\text{AGUA} = 219 \text{ lts/ m}^3$$

$$\text{AIRE} = 2.00\%$$

$$\text{CEMENTO} = 420 \text{ kg/ m}^3$$

$$\text{AF. SECO} = 775.52 \text{ kg/ m}^3$$

$$\text{AG SECO} = 824.701 \text{ kg/ m}^3$$

*peso seco(1 + w%), donde w es el porcentaje de humedad.*

Peso húmedo:

$$\text{AF} = 775.52 \times (1 + (2.77/100))$$

$$\text{AF} = 797 \text{ kg/ m}^3$$

$$\text{AG} = 824.701 \times (1 + (0.40/100))$$

$$\text{AG} = 828 \text{ kg/ m}^3$$

- **Calculo de humedad superficial de los agregados:**

*humedad superficial = porcentaje de humedad – porcentaje de absorción*

Tabla 23: *Contenido de humedad - contenido de absorción*

Agregados	w%	Abs %
AF	2.77	1.3
AG	0.40	0.90

Fuente: Elaboración propia

$$AF = 1.47\%$$

$$AG = -0.5\%$$

$$AF \text{ SECO} = 797 \text{ kg/ m}^3 \times 0.0147 = 11.7159 \text{ lts/ m}^3$$

$$AG \text{ SECO} = 828 \text{ kg/ m}^3 \times 0.005 = -4.14 \text{ lts/ m}^3$$

$$\text{Agua efectiva} = 219 - 7.5759 \text{ lts/ m}^3 = 211.4241 \text{ lts/ m}^3$$

- **Valores de diseño:**

$$\text{CEMENTO} = 420 \text{ kg/ m}^3$$

$$\text{AGUA EFECTIVA} = 219 \text{ lts/ m}^3$$

$$\text{AF HUMEDO} = 797 \text{ kg/ m}^3$$

$$\text{AG HUMEDO} = 828 \text{ kg/ m}^3$$

- **Proporcionamiento de la mezcla:**

$$\frac{420}{420}; \frac{797}{420}; \frac{828}{420}; \frac{219}{9.88} = 1, 1.85, 2.2, 21.31 \text{ lts/bolsa}$$

- **Cantidad de material de diseño por m<sup>3</sup> de concreto**

Cemento	.....	420 kg
Arena	.....	797 kg
Piedra	.....	828 kg
Agua	.....	219 L.

❖ **Cantidad de material para una probeta cilíndrica:**

Para una probeta cilíndrica de medidas:

Diámetro : 10 cm

Alto : 20 cm

Volumen de la probeta cilíndrica:  $\pi \times \left(\frac{0.10}{2}\right)^2 \times 0.20 = 0.001571 \text{ m}^3$

a) Cálculo de cemento que se necesita para una probeta:

m <sup>3</sup>	kg
1	420
0.001571	x

$$x = 0.6598 \text{ kg}$$

Para cada probeta se necesitará 0.6598 kg de cemento.

b) Cálculo de agregado fino que se necesita para una probeta:

m <sup>3</sup>	kg
1	797
0.001571	x

$$x = 1.2521 \text{ kg}$$

Para cada probeta se necesitará 1.2521 kg de cemento.

c) Cálculo de agregado grueso que se necesita para una probeta:

m <sup>3</sup>	kg
1	828
0.001571	x

$$x = 1.3008 \text{ kg}$$

Para cada probeta se necesitará 1.3008 kg de cemento.

d) Cálculo de agua que se necesita para una probeta:

m <sup>3</sup>	Lts
1	219
0.001571	x

$$x = 0.3440 \text{ kg}$$

Para cada probeta se necesitará 0.3440 kg de cemento.

Para 48 probetas se necesitará las siguientes cantidades:

Ensayo a compresión:

Tabla 24: Cantidad de material para 24 probetas cilíndricas – Ensayo a compresión

Material	kg / lts	Cantidad de probetas	Total (kg/lts)
Cemento	0.6598	24	15.84
Agregado fino	1.2521	24	30.05
Agregado grueso	1.3008	24	31.22
Agua	0.334	24	8.02

Fuente: Elaboración propia

Ensayo a tracción:

Tabla 25: Cantidad de material para 24 probetas cilíndricas - Ensayo a tracción

Material	kg / lts	Cantidad de probetas	Total (kg/lts)
Cemento	0.6598	24	15.84
Agregado fino	1.2521	24	30.05
Agregado grueso	1.3008	24	31.22
Agua	0.334	24	8.02

Fuente: Elaboración propia

Para 48 probetas:

Tabla 26: Cantidad total de material para 48 probetas

Material	Total (kg/lts)
Cemento	31.67
Agregado fino	60.10
Agregado grueso	62.44
Agua	16.03

Fuente: Elaboración propia

❖ **Cantidad de material para una viga prismática:**

Para una probeta cilíndrica de medidas:

Ancho : 15 cm

Espesor : 15 cm

Largo : 50 cm

Volumen de la viga prismática:  $0.15 \times 0.15 \times 0.50 = 0.01125 \text{ m}^3$

a) Calculo de cemento que se necesita para una probeta:

m3	kg
1	420
0.01125	x

$$x = 4.725 \text{ kg}$$

Para cada probeta se necesitará 4.725 kg de cemento.

b) Calculo de agregado fino que se necesita para una probeta:

m3	kg
1	797
0.01125	x

$$x = 8.96625 \text{ kg}$$

Para cada probeta se necesitará 8.96625 kg de cemento.

c) Calculo de agregado grueso que se necesita para una probeta:

m3	kg
1	828
0.01125	x

$$x = 9.315 \text{ kg}$$

Para cada probeta se necesitará 9.315 kg de cemento.

d) Calculo de agua que se necesita para una probeta:

m3	Lts
1	219
0.01125	x

$$x = 2.46375 \text{ kg}$$

Para cada probeta se necesitará 2.46375 kg de cemento.

Para 12 vigas prismáticas se necesitará las siguientes cantidades:

Ensayo a flexión

Tabla 27: Cantidad de material para 12 vigas prismáticas - Ensayo a flexión

Material	kg / lts	Cantidad de probetas	Total (kg/lts)
Cemento	4.725	12	56.7
Agregado fino	8.96625	12	107.595
Agregado grueso	9.315	12	111.78
Agua	2.46375	12	29.565

Fuente: Elaboración propia

#### ❖ Cantidad de fibras de acero reciclado

Para 36 probetas cilíndricas se necesitará las siguientes cantidades:

Ensayo a compresión:

Tabla 28: Cantidad de fibras de acero reciclado para 6 probetas cilíndricas - Ensayo a compresión

Dosificación de fibras(%)	Arena (kg)	Fibra de acero (kg) reciclado	Cantidad de probetas ( 7 y 28 días)	Cantidad de fibras (kg)
0.50%	1.2521	0.0062605	6	0.037563
1.00%	1.2521	0.012521	6	0.075126
1.50%	1.2521	0.0187815	6	0.112689

Fuente: Elaboración propia

Ensayo a tracción:

Tabla 29: Cantidad de fibras de acero reciclado para 6 probetas cilíndricas - Ensayo a tracción

Dosificación de fibras(%)	Arena (kg)	Fibra de acero (kg) reciclado	Cantidad de probetas ( 7 y 28 días)	Cantidad de fibras (kg)
0.50%	1.2521	0.0062605	6	0.037563
1.00%	1.2521	0.012521	6	0.075126
1.50%	1.2521	0.0187815	6	0.112689

Fuente: Elaboración propia

Total, de fibras de acero reciclado

Tabla 30: Cantidad total de fibras de acero reciclado para 12 probetas

Dosificación de fibras(%)	Cantidad de probetas ( 7 y 28 días)	Cantidad de fibras (kg)
0.50%	12	0.075126
1.00%	12	0.150252
1.50%	12	0.225378
Total		0.450756

Fuente: Elaboración propia

Para 9 vigas prismáticas se necesitará las siguientes cantidades:

Ensayo a flexión

Tabla 31: Cantidad de fibras de acero reciclado para 12 vigas prismáticas - Ensayo a flexión

Dosificación de fibras(%)	Arena (kg)	Fibra de acero (kg) reciclado	Cantidad de probetas ( 28 días)	Cantidad de fibras (kg)
0.50%	8.96625	0.0448313	3	0.1344938
1.00%	8.96625	0.0896625	3	0.2689875
1.50%	8.96625	0.1344938	3	0.4034813
Total				0.8069625

Fuente: Elaboración propia

**.3. Dosificación del concreto  $F'c = 210 \text{ kg/cm}^2$  con porcentajes de 0.00%, 0.50%, 1.00% y 1.50% respecto al peso del agregado fino.**

**Ensayo a compresión (7 y 28 días)**

*Tabla 32: Resumen de dosificación de concreto por probeta - Ensayo a compresion*

Dosificación del concreto		
Resistencia a compresión		
Mezcla	Dimensiones	Materiales y cantidades (kg) por probetas
Patrón	diámetro: 10cm altura: 20cm	cemento: 0.6598 kg arena: 1.2521 kg piedra: 1.3008 kg agua=0.334 lt
Mezcla 0.50%	diámetro: 10cm altura: 20cm	cemento: 0.6598 kg arena: $1.2521 - 0.0062665 = 1.2458$ kg piedra: 1.3008 kg agua=0.334 lt fibra= 0.0062665kg
Mezcla 1.00%	diámetro: 10cm altura: 20cm	cemento: 0.6598 kg arena: $1.2521 - 0.012521 = 1.2396$ kg piedra: 1.3008 kg agua=0.334 lt fibra= 0.012521kg
Mezcla 1.50%	diámetro: 10cm altura: 20cm	cemento: 0.6598 kg arena: $1.2521 - 0.0187815 = 1.2333$ kg piedra: 1.3008 kg agua=0.334 lt fibra= 0.0187815kg

Fuente: Elaboración propia

## Ensayo a tracción (7 y 28 días)

Tabla 33: Resumen de dosificación de concreto por probeta - Ensayo a tracción

Dosificación del concreto		
Resistencia a tracción		
Mezcla	Dimensiones	Materiales y cantidades (kg) por probetas
Mezcla 0.00%	diámetro: 10cm altura: 20cm	cemento: 0.6598 kg arena: 1.2521 kg piedra: 1.3008 kg agua=0.334 lt
Mezcla 0.50%	diámetro: 10cm altura: 20cm	cemento: 0.6598 kg arena: $1.2521 - 0.0062665 = 1.2458$ kg piedra: 1.3008 kg agua=0.334 lt fibra= 0.0062665kg
Mezcla 1.00%	diámetro: 10cm altura: 20cm	cemento: 0.6598 kg arena: $1.2521 - 0.012521 = 1.2396$ kg piedra: 1.3008 kg agua=0.334 lt fibra= 0.012521kg
Mezcla 1.50%	diámetro: 10cm altura: 20cm	cemento: 0.6598 kg arena: $1.2521 - 0.0187815 = 1.2333$ kg piedra: 1.3008 kg agua=0.334 lt fibra= 0.0187815kg

Fuente: Elaboración propia

## Ensayo a flexión (28 días)

Tabla 34: Resumen de dosificación de concreto por viga - Ensayo a flexión

Dosificación del concreto		
Resistencia a flexión		
Mezcla	Dimensiones	Materiales y cantidades (kg) por probetas
Mezcla 0.00%	15cmx15cmx50cm	cemento: 4.725 kg arena: 8.96625 kg piedra: 9.315kg agua=2.46375lt
Mezcla 0.50%	15cmx15cmx50cm	cemento: 4.725 kg arena: 8.96625- 0.0448313=8.9214kg piedra: 9.315kg agua=2.46375lt fibra= 0.0448313kg
Mezcla 1.00%	15cmx15cmx50cm	cemento: 4.725 kg arena: 8.96625- 0.0896625=8.8766kg piedra: 9.315kg agua=2.46375lt fibra= 0.0896625kg
Mezcla 1.50%	15cmx15cmx50cm	cemento: 4.725 kg arena: 8.96625- 0.1344938=8.8318kg piedra: 9.315kg agua=2.46375lt fibra= 0.1344938kg

Fuente: Elaboración propia

#### .4. Trabajabilidad del concreto

Se entiende como trabajabilidad al esfuerzo que se requiere para ser compactado, colocado y transportado en el estado fresco.

Para medir esta propiedad se ejecutó la prueba de cono de Abrams, este consiste en establecer la consistencia del concreto en su estado fresco.

Tabla 35: Resultados de ensayos de cono de Abrams (Slump)

Dosificación	Slump
Diseño	3"
Patrón	1.88"
CRFAR 0.50%	1.46"
CRFAR 1.00%	1.22"
CRFAR 1.50%	1"

Fuente: Elaboración propia

Figura 4: Ensayo de cono de Abrams – Diseño de mezcla



Fuente: Elaboración propia

## .5. Resultados de la resistencia a compresión

Se realizaron 24 probetas cilíndricas de dimensiones 10" x 20", estos ensayos están garantizados según la norma NTP 339.034:2015; a edades de 7 y 28 días.

Figura 5: *Elaboración de probetas para el ensayo a compresión*



Fuente: Elaboración propia

Figura 6: *Ensayo de resistencia a compresión*



Fuente: Elaboración propia

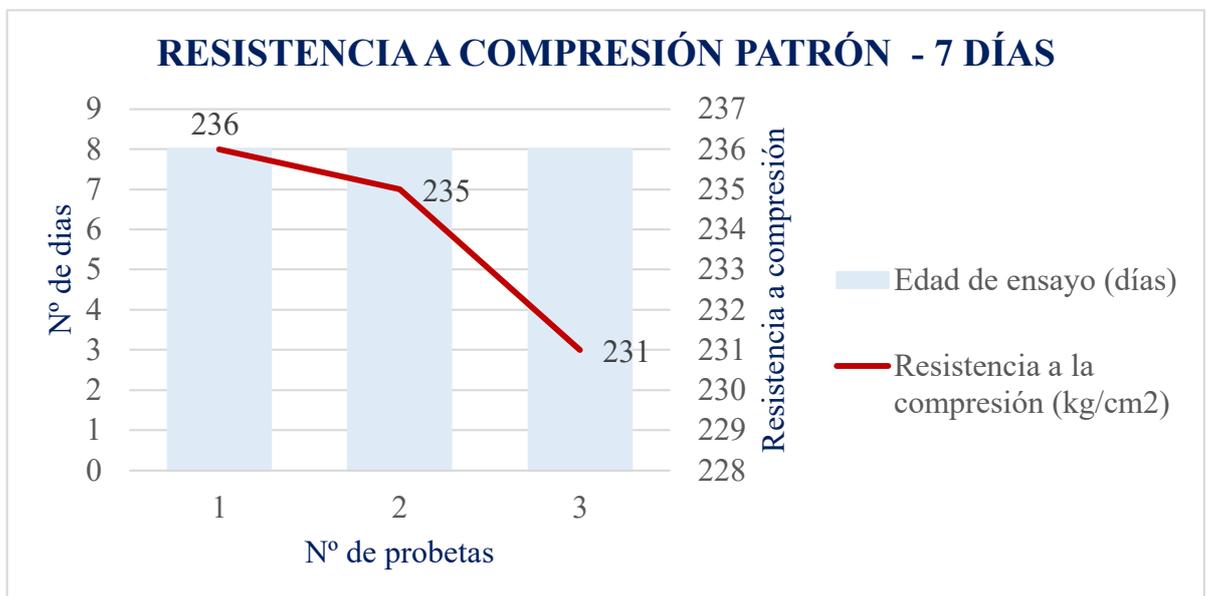
Tabla 36: Resultado de ensayo a compresión patrón – 7 días

Muestra	Edad de ensayo (días)	Diámetro promedio (cm)	Área (cm <sup>2</sup> )	Carga de rotura	Resistencia a la compresión (kg/cm <sup>2</sup> )	Resistencia promedio (kg/cm <sup>2</sup> )	Coefficiente de Variación	Rango
Patrón 1	7	10.00	78.46	18485	236	234	1.10%	2.00%
Patrón 2	7	10.00	78.54	18462	235			
Patrón 3	7	10.03	78.93	18234	231			

Fuente: Elaboración propia

El grafico se muestra los ensayos realizados a los 7 días, muestra patrón sin virutas de acero reciclado con resultados de resistencia a compresión promedio de 234 kg/cm<sup>2</sup>.

Gráfico 3: Resistencia a compresión patrón – 7 días



Fuente: Elaboración propia

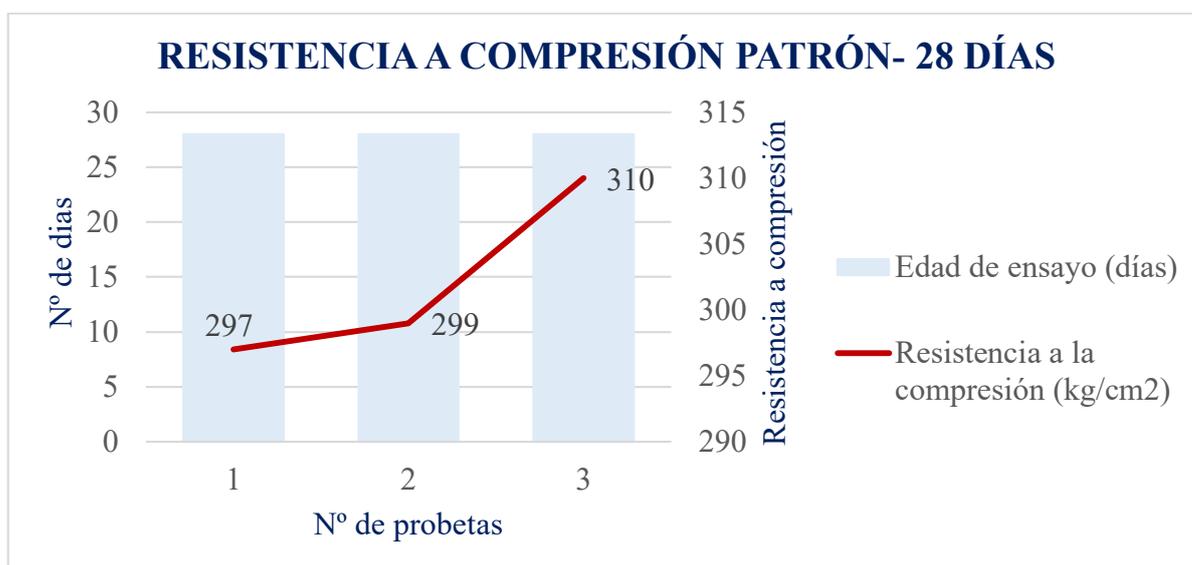
Tabla 37: Resultado de ensayo a compresión patrón - 28 días

Muestra	Edad de ensayo (días)	Diámetro promedio (cm)	Área (cm <sup>2</sup> )	Carga de rotura	Resistencia a la compresión (kg/cm <sup>2</sup> )	Resistencia promedio (kg/cm <sup>2</sup> )	Coefficiente de Variación	Rango
Patrón 1	28	10.04	79.09	23498	297	302	2.20%	4.20%
Patrón 2	28	10.08	79.80	23861	299			
Patrón 3	28	9.97	77.99	24150	310			

Fuente: Elaboración propia

El gráfico muestra resultados de los ensayos realizados a los 28 días, muestra patrón sin virutas de acero reciclado con una resistencia a compresión promedio de 302 kg/cm<sup>2</sup>.

Gráfico 4: Resistencia a compresión patrón - 28 días :



Fuente: Elaboración propia

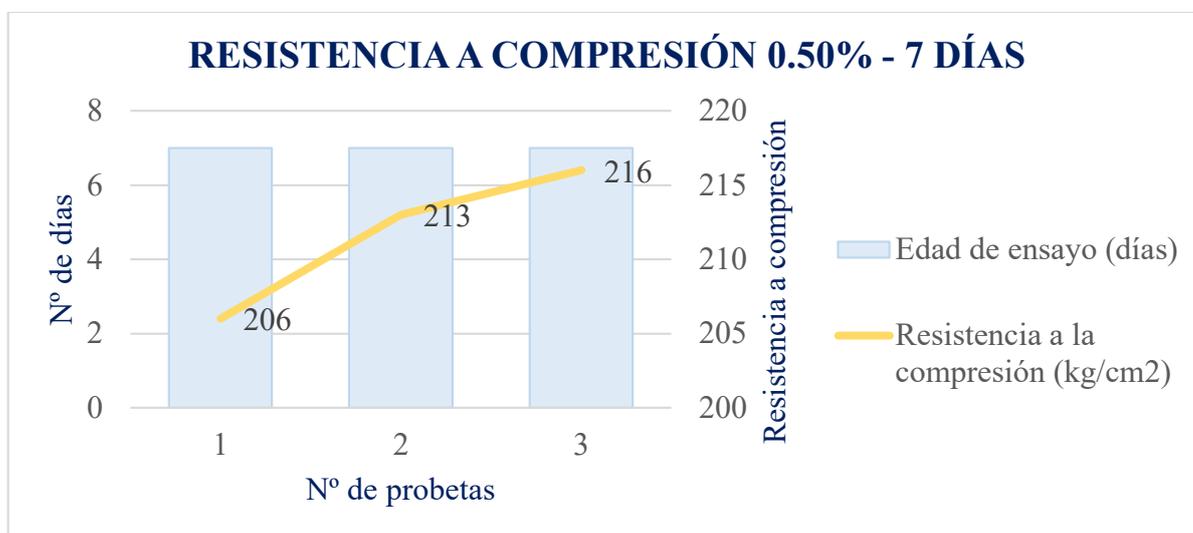
Tabla 38: Resultado de ensayo a compresión de 0.50% de fibras de acero reciclado – 7 días

Muestra	Edad de ensayo (días)	Diámetro promedio (cm)	Área (cm <sup>2</sup> )	Carga de rotura	Resistencia a la compresión (kg/cm <sup>2</sup> )	Resistencia promedio (kg/cm <sup>2</sup> )	Coefficiente de Variación	Rango
0.001-0.5%	7	9.96	77.83	16053	206	212	2.40%	4.70%
0.002-0.5%	7	9.99	78.3	16682	213			
0.003-0.5%	7	9.96	77.91	16838	216			

Fuente: Elaboración propia

El gráfico se muestra los resultados de los ensayos realizados a los 7 días con 0.50% de virutas de acero reciclado, así mismo la resistencia a compresión es un promedio de 212 kg/cm<sup>2</sup>.

Gráfico 5: Resistencia a compresión de 0.50% de fibras de acero reciclado – 7 días



Fuente: Elaboración propia

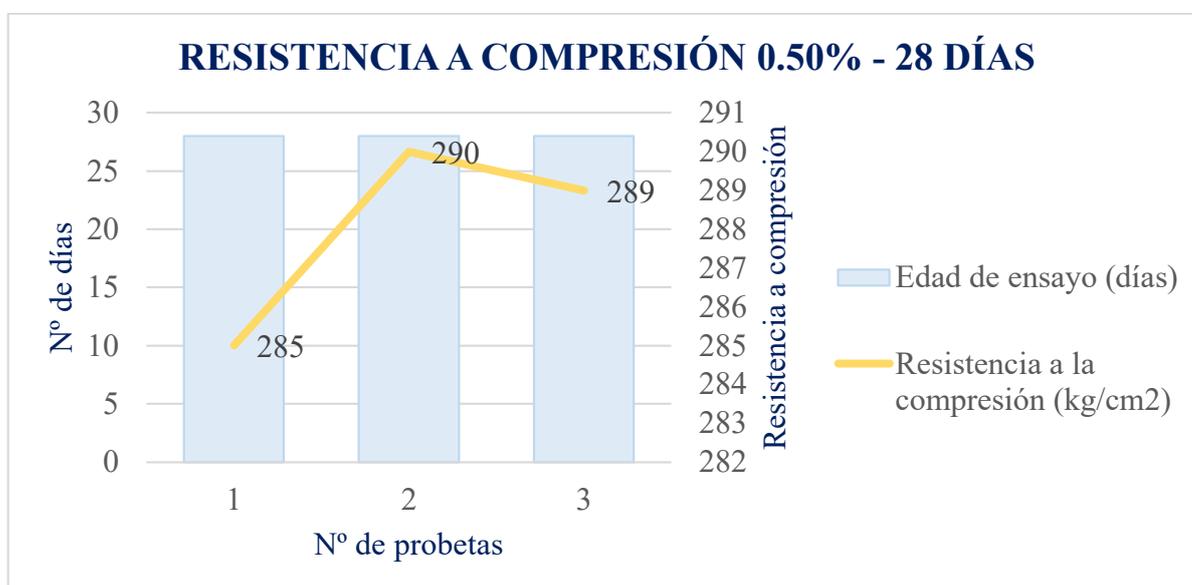
Tabla 39: Resultado de ensayo a compresión de 0.50% de fibras de acero reciclado - 28 días

Muestra	Edad de ensayo (días)	Diámetro promedio (cm)	Área (cm <sup>2</sup> )	Carga de rotura	Resistencia a la compresión (kg/cm <sup>2</sup> )	Resistencia promedio (kg/cm <sup>2</sup> )	Coefficiente de Variación	Rango
0.001-0.5%	28	9.99	78.38	22371	285	288	0.90%	1.80%
0.002-0.5%	28	9.97	77.99	22654	290			
0.003-0.5%	28	10.06	79.41	22920	289			

Fuente: Elaboración propia

El gráfico se muestra los resultados de los ensayos realizados a los 28 días con 0.50% de virutas de acero reciclado, así mismo la resistencia a compresión promedio fue de 288 kg/cm<sup>2</sup>.

Gráfico 6: Resistencia a compresión de 0.50% de fibras de acero reciclado – 28 días



Fuente: Elaboración propia

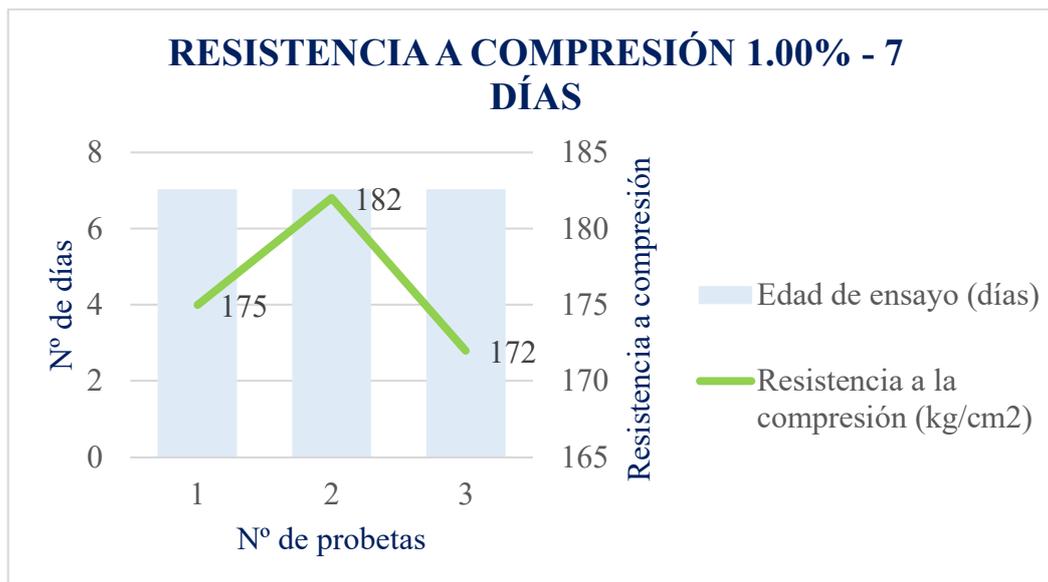
Tabla 40: Resultado de ensayo a compresión de 1.0% de fibras de acero reciclado – 7 días

Muestra	Edad de ensayo (días)	Diámetro promedio (cm)	Área (cm <sup>2</sup> )	Carga de rotura	Resistencia a la compresión (kg/cm <sup>2</sup> )	Resistencia promedio (kg/cm <sup>2</sup> )	Coefficiente de Variación	Rango
0.001- 1.0%	7	10.75	90.76	15898	175	176	2.80%	5.50%
0.002- 1.0%	7	10.35	84.13	153.2	182			
0.003- 1.0%	7	10.43	86.36	14699	172			

Fuente: Elaboración propia

El grafico superior se muestra los resultados de los ensayos a los 7 días con 1.00% de virutas de acero reciclado, por lo cual la resistencia a compresión promedio fue de 176 kg/cm<sup>2</sup>.

Gráfico 7: Resistencia a compresión de 1.0% de fibras de acero reciclado – 7 días



Fuente: Elaboración propia

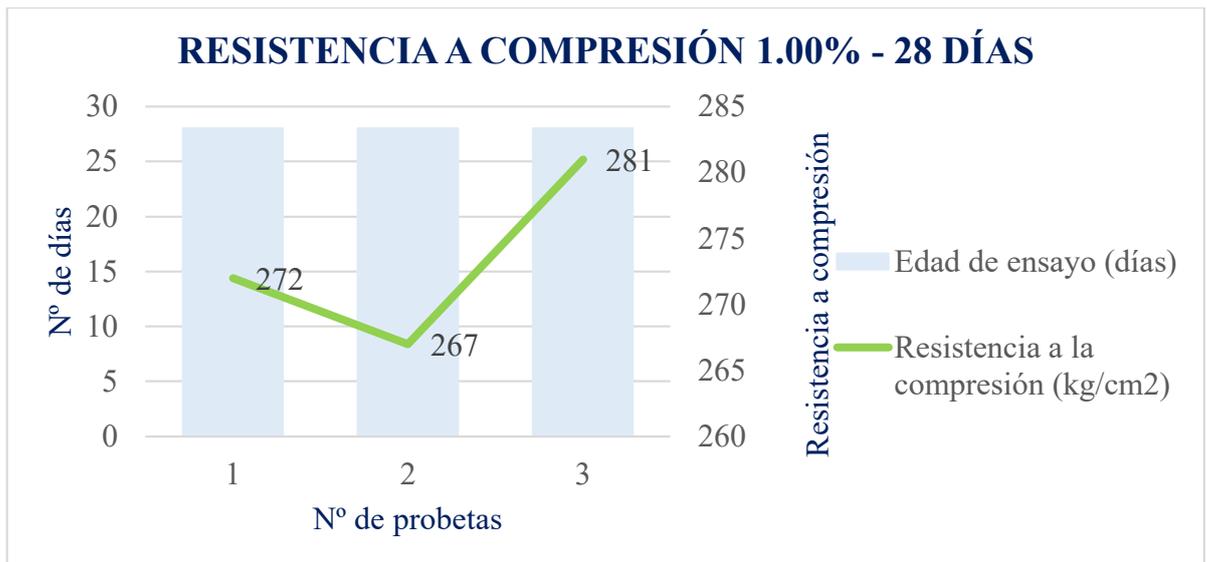
Tabla 41: Resultado de ensayo a compresión de 1.0% de fibras de acero reciclado - 28 días

Muestra	Edad de ensayo (días)	Diámetro promedio (cm)	Área (cm <sup>2</sup> )	Carga de rotura	Resistencia a la compresión (kg/cm <sup>2</sup> )	Resistencia promedio (kg/cm <sup>2</sup> )	Coefficiente de Variación	Rango
0.001-1.0%	28	10.25	82.44	22444	272	273	2.70%	5.30%
0.002-1.0%	28	10.03	79.61	21081	267			
0.003-1.0%	28	10.01	78.62	22107	281			

Fuente: Elaboración propia

El gráfico superior se muestra los resultados de los ensayos a los 28 días con 1.00% de virutas de acero reciclado, por lo cual la resistencia a compresión promedio fue de 273 kg/cm<sup>2</sup>.

Gráfico 8: Resistencia a compresión de 1.0 % de fibras de acero reciclado - 28 días



Fuente: Elaboración propia

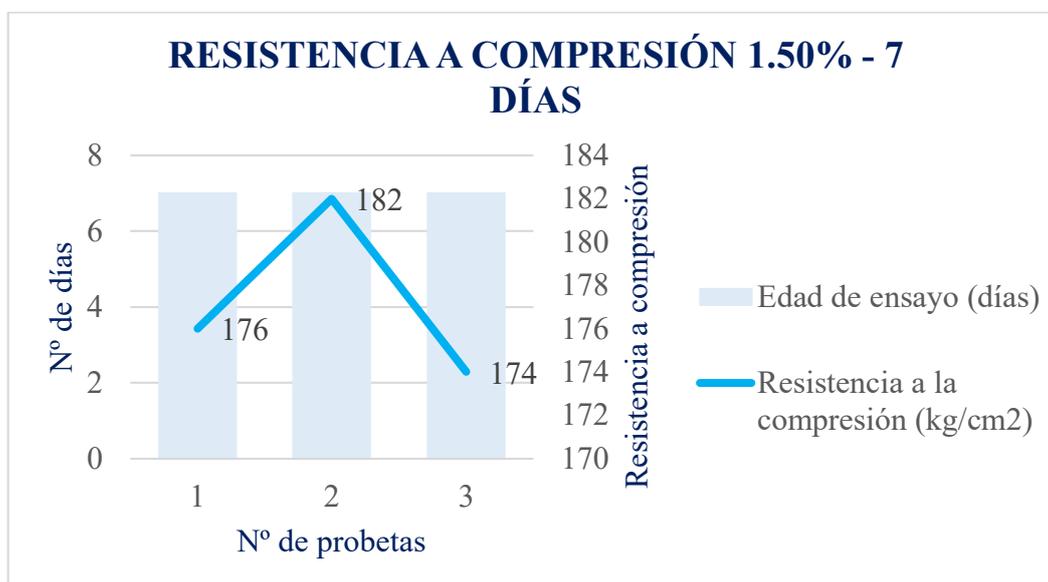
Tabla 42: Resultado de ensayo a compresión de 1.50% de fibras de acero reciclado – 7 días

Muestra	Edad de ensayo (días)	Diámetro promedio (cm)	Área (cm <sup>2</sup> )	Carga de rotura	Resistencia a la compresión (kg/cm <sup>2</sup> )	Resistencia promedio (kg/cm <sup>2</sup> )	Coefficiente de Variación	Rango
0.001- 1.5%	7	10.15	80.83	12695	157	156	0.02%	4.40%
0.002- 1.5%	7	10.02	78.78	12481	158			
0.003- 1.5%	7	10.08	79.72	12088	152			

Fuente: Elaboración propia

El gráfico se muestra los resultados de los ensayos realizados a los 7 días con 1.50% de virutas de acero reciclado, de tal forma la resistencia a compresión promedio es de 156 kg/cm<sup>2</sup>.

Gráfico 9: Resistencia a compresión de 1.5% de fibras de acero reciclado - 7 días



Fuente: Elaboración propia

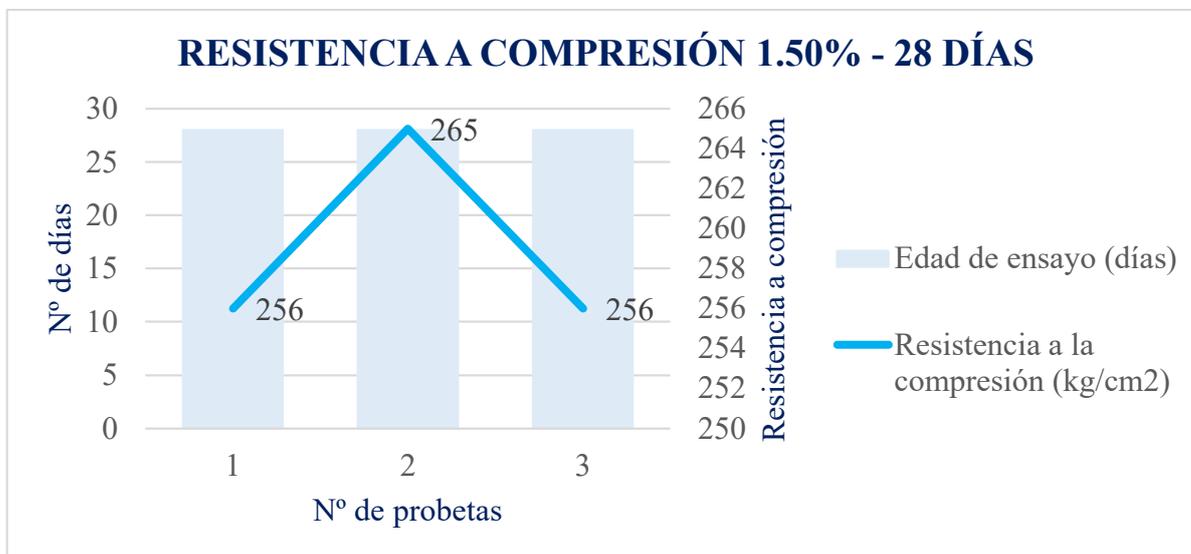
Tabla 43: Resultado de ensayo a compresión de 1.5% de fibras de acero reciclado - 28 días

Muestra	Edad de ensayo (días)	Diámetro promedio (cm)	Área (cm <sup>2</sup> )	Carga de rotura	Resistencia a la compresión (kg/cm <sup>2</sup> )	Resistencia promedio (kg/cm <sup>2</sup> )	Coefficiente de Variación	Rango
0.001-1.5%	28	10.09	79.88	20410	256	259	4.20%	2.2
0.002-1.5%	28	10.05	79.33	20990	265			
0.003-1.5%	28	10.00	78.46	20054	256			

Fuente: Elaboración propia

El gráfico se muestra los resultados de los ensayos realizados a los 28 días con 1.50% de virutas de acero reciclado, de tal forma la resistencia a compresión promedio es de 259 kg/cm<sup>2</sup>.

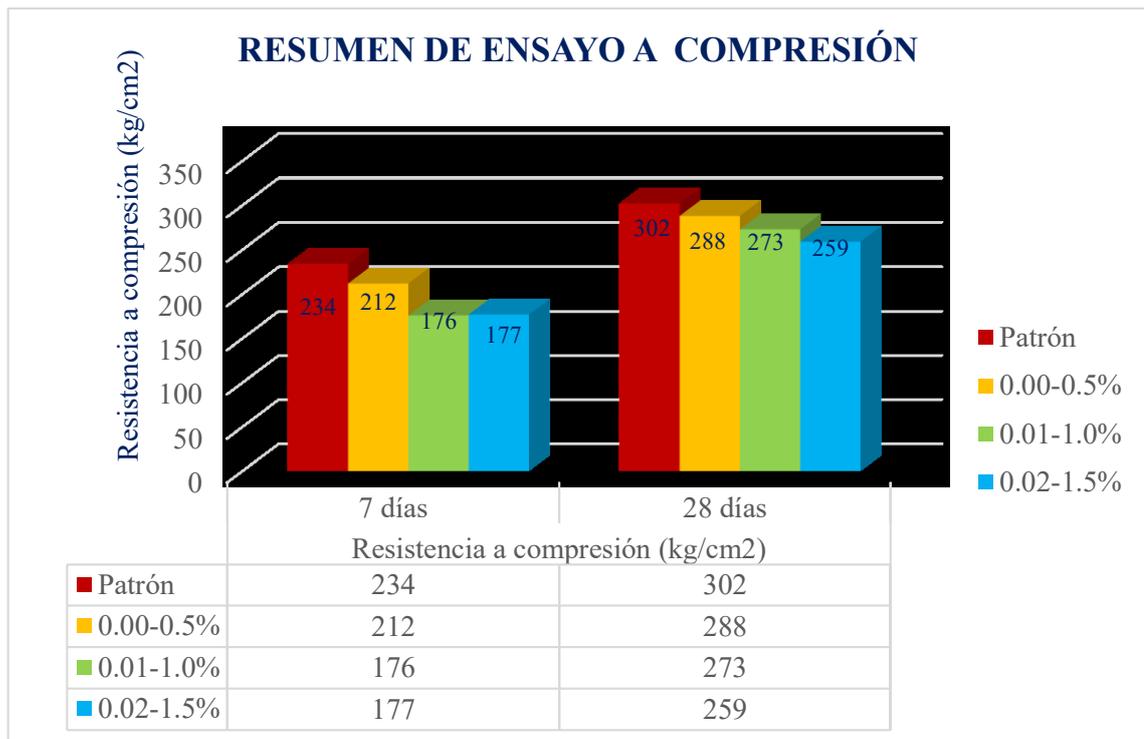
Gráfico 10: Resistencia a compresión de 1.5% de fibras de acero reciclado -28 días



## Resumen de ensayos de Resistencia a compresión con 0.50%, 1.00% y 1.50% de fibras de acero reciclado

Se compara los diferentes resultados de los ensayos realizados a compresión, elaborados en el laboratorio de la UNI (Universidad Nacional de Ingeniería), por el cual tendrá una diferencia del resultado con respecto de un concreto modelo patrón y las adiciones de virutas de acero reciclado en las proporciones de 0.5%, 1.00% y 1.50% en las edades de 7 días y 28 días

Gráfico 11: Resumen de ensayo a compresión - 7 y 28 días



Fuente: Elaboración propia

En consecuencia, del gráfico 11

### Interpretación 7 días

El resultado de ensayo de resistencia a compresión y la representación en porcentajes de

- Resultado con el 0.5% a los 7 días es de 212 kg/cm<sup>2</sup> el cual representa el 90.59% frente al concreto normal de 234 kg/cm<sup>2</sup>.  
Resultando así una disminución de 9.40%.
- Resultado con 1.0% a los 7 días es de 176 kg/cm<sup>2</sup> el cual representa el 75.21% frente al concreto normal de 234 kg/cm<sup>2</sup>.

Resultando así una disminución de 24.79%.

- Resultado con 1.5% a los 7 días es de 177 kg/cm<sup>2</sup> el cual representa el 75.64% frente al concreto normal de 234 kg/cm<sup>2</sup>.

Resultando así una disminución de 24.36%.

### **Interpretación 28 días**

- Resultado con 0.5% a los 28 días es de 288 kg/cm<sup>2</sup> el cual representa el 95.36% frente al concreto normal 302 kg/cm<sup>2</sup>.

Resultando así una disminución de 4.64%.

- Resultado con 1.0% a los 28 días es de 273 kg/cm<sup>2</sup> el cual representa el 90.39% frente al concreto normal 302 kg/cm<sup>2</sup>.

Resultando así una disminución de 9.60%.

- Resultado con 1.5% a los 28 días es de 288 kg/cm<sup>2</sup> el cual representa el 85.76% frente al concreto normal 302 kg/cm<sup>2</sup>.

Resultando así una disminución de 14.24%.

### **Interpretación de comparación de 7 y 28 días**

- El promedio a los 7 días es de 234 kg/cm<sup>2</sup> logrando un aumento de 29.05%  
El promedio a los 28 días es 302 kg/cm<sup>2</sup>.
- El promedio a los 7 días es de 212 kg/cm<sup>2</sup> logrando así un aumento de 35.85%  
El promedio de 28 días es 288 kg/cm<sup>2</sup>.
- El promedio a los 7 días es de 176 kg/cm<sup>2</sup> logrando así un aumento de 55.11%  
El promedio de 28 días es 273 kg/cm<sup>2</sup>.
- El promedio a los 7 días es de 177 kg/cm<sup>2</sup> logrando así un aumento de 43.33%  
El promedio de 28 días es 259 kg/cm<sup>2</sup>.

## **.6. Resultados de la resistencia a tracción por compresión diametral:**

Para el ensayo a compresión se realizaron 24 probetas cilíndricas de dimensiones 10" x 20", estos ensayos están garantizados según la norma NTP 339.084:2017; a edades de 7 y 28 días.

Figura 7: *Elaboración de probetas para el ensayo a tracción*



Fuente: Elaboración propia

Figura 8: *Ensayo a tracción*



Fuente: Elaboración propia

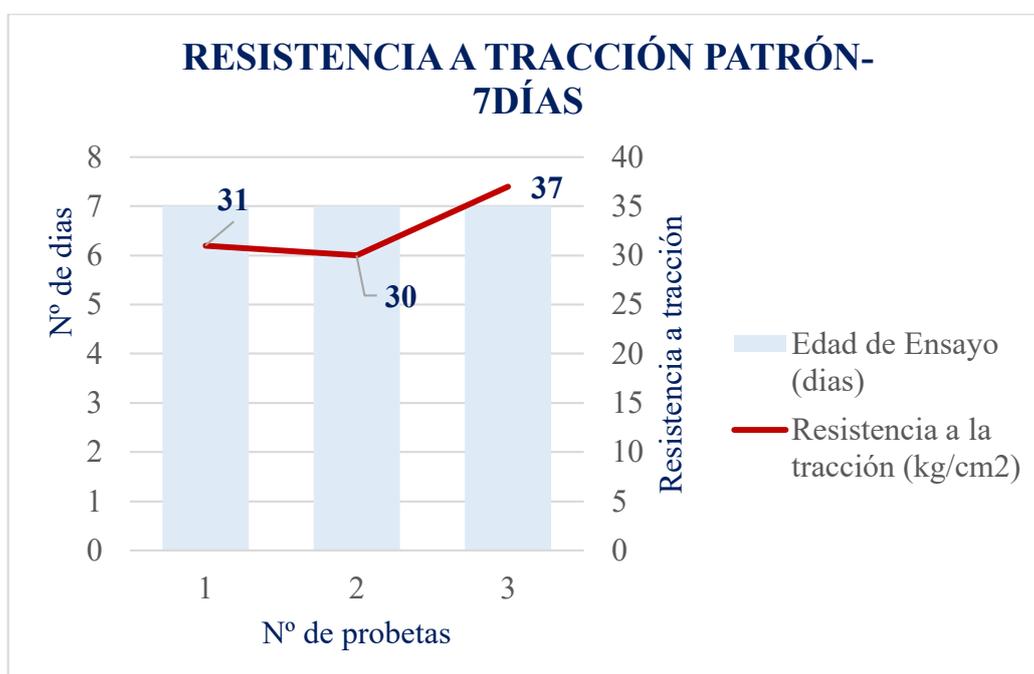
Tabla 44: Resultado de ensayo a tracción patrón – 7 días

Muestra	Edad de Ensayo (días)	Diámetro promedio (cm)	Altura promedio (cm)	Carga de rotura (kg)	Resistencia a la tracción (kg/cm <sup>2</sup> )	Resistencia a la tracción Promedia (kg/cm <sup>2</sup> )
Patrón	7	10.65	21.76	11402	31	32.67
Patrón	7	10.55	21.50	10805	30	
Patrón	7	10.50	21.27	12874	37	

Fuente: Elaboración propia

El gráfico se detalla los resultados a los 7 días sin virutas de acero reciclado respecto al peso del agregado fino, con una resistencia a tracción promedio fue de 32.67 kg/cm<sup>2</sup>.

Gráfico 12: Resistencia a tracción patrón – 7 días



Fuente: Elaboración propia

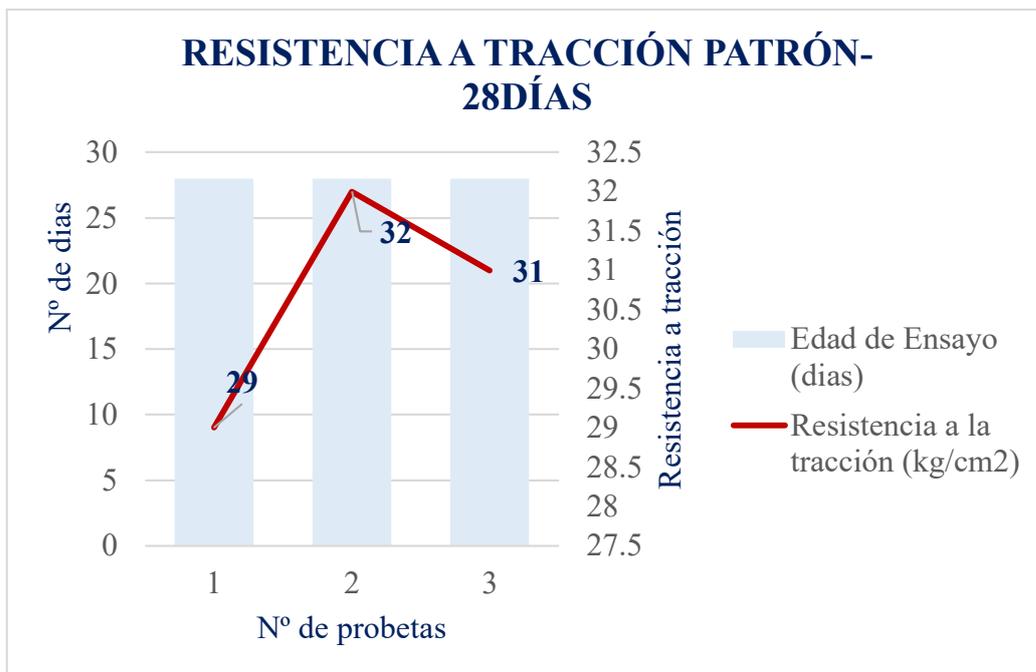
Tabla 45: Resultado de ensayo a tracción patrón - 28 días

Muestra	Edad de Ensayo (días)	Diámetro promedio (cm)	Altura promedio (cm)	Carga de rotura (kg)	Resistencia a la tracción (kg/cm <sup>2</sup> )	Resistencia a la tracción Promedia (kg/cm <sup>2</sup> )
Patrón 1	28	10.16	20.05	9174	29	30.67
Patrón 2	28	10.07	20.04	10269	32	
Patrón 3	28	10.15	20.06	10006	31	

Fuente: Elaboración propia

El grafico se detalla los resultados a los 28 días sin virutas de acero reciclado respecto al peso del agregado fino, con una resistencia a tracción promedio fue de 30.67kg/cm<sup>2</sup>.

Gráfico 13: Resistencia a tracción patrón - 28 días



Fuente: Elaboración propia

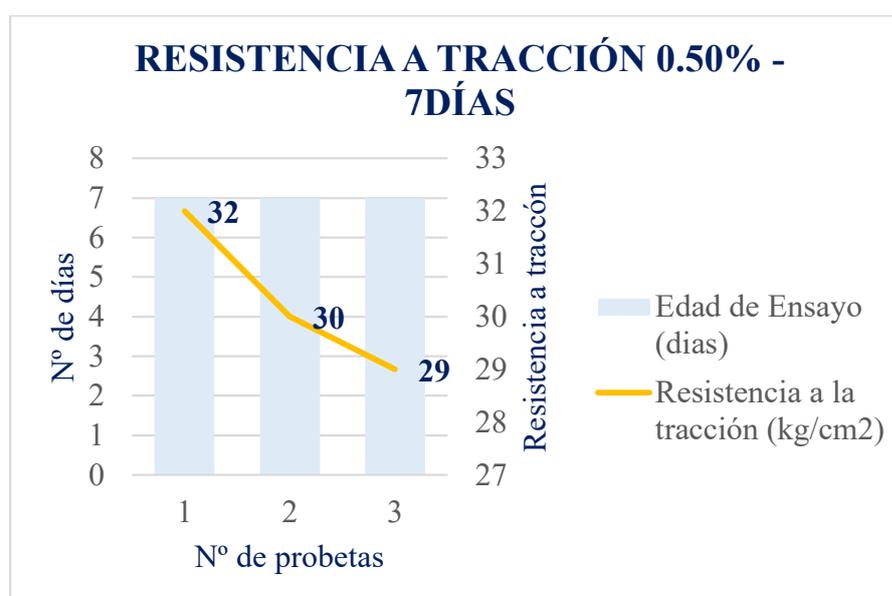
Tabla 46: Resultado de ensayo a tracción de 0.50% de fibras de acero reciclado – 7 días

Muestra	Edad de Ensayo (días)	Diámetro promedio (cm)	Altura promedio (cm)	Carga de rotura (kg)	Resistencia a la tracción (kg/cm <sup>2</sup> )	Resistencia a la tracción Promedia (kg/cm <sup>2</sup> )
0.00-0.5%	7	10.65	21.76	11490	32	30.33
0.01-0.5%	7	10.55	21.50	10570	30	
0.02-0.5%	7	10.50	21.27	10018	29	

Fuente: Elaboración propia

El grafico muestra los resultados detallados a los 7 días con la adición de virutas de acero reciclado con el 0.50% respecto al peso del agregado fino, así mismo el resultado de la resistencia a tracción promedio es de 31.67 kg/cm<sup>2</sup>.

Gráfico 14: Resistencia a tracción de 0.5% de fibras de acero reciclado – 7 días



Fuente: Elaboración propia

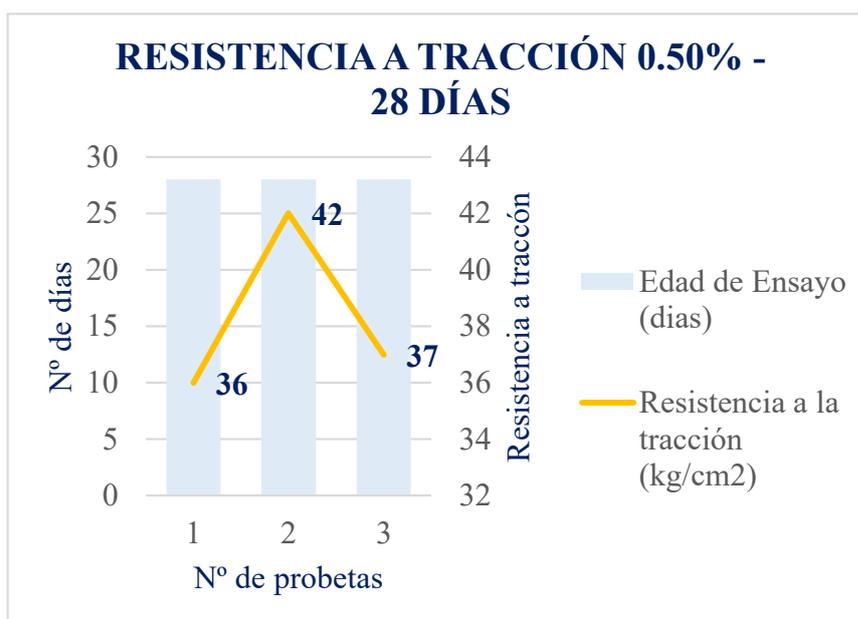
Tabla 47: Resultado de ensayo a tracción de 0.5% de fibras de acero reciclado - 28 días

Muestra	Edad de Ensayo (días)	Diámetro promedio (cm)	Altura promedio (cm)	Carga de rotura (kg)	Resistencia a la tracción (kg/cm <sup>2</sup> )	Resistencia a la tracción Promedia (kg/cm <sup>2</sup> )
0.00-0.5%	28	10.03	20.07	11379	36	38.33
0.01-0.5%	28	10.04	20.04	13188	42	
0.02-0.5%	28	10.07	20.06	11702	37	

Fuente: Elaboración propia

El gráfico muestra los resultados detallados a los 28 días con la adición de virutas de acero reciclado con el 0.50% respecto al peso del agregado fino, así mismo el resultado de la resistencia a tracción promedio es de 38.33 kg/cm<sup>2</sup>.

Gráfico 15: Resistencia a tracción de 0.5% de fibras de acero reciclado - 28 días



Fuente: Elaboración propia

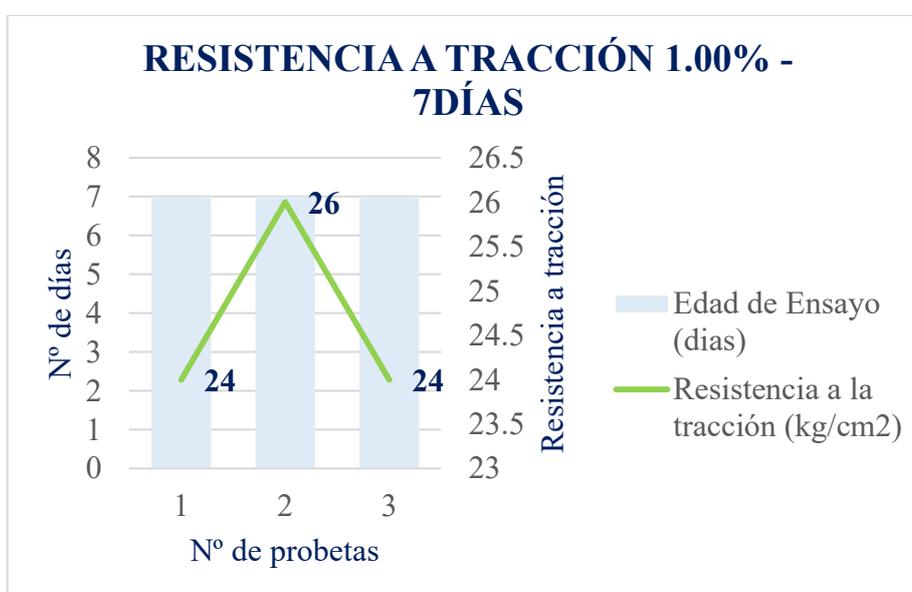
Tabla 48: Resultado de ensayo a tracción de 1.0% de fibras de acero reciclado – 7 días

Muestra	Edad de Ensayo (días)	Diámetro promedio (cm)	Altura promedio (cm)	Carga de rotura (kg)	Resistencia a la tracción (kg/cm <sup>2</sup> )	Resistencia a la tracción Promedia (kg/cm <sup>2</sup> )
0.00-1.0%	7	10.65	21.76	8910	24	24.67
0.01-1.0%	7	10.55	21.50	9383	26	
0.02-1.0%	7	10.50	21.27	8569	24	

Fuente: Elaboración propia

En el cuadro mostrado se detalla la carga de rotura de las probetas ensayadas a los 7 días con adición de virutas de acero reciclado con el 1.00% respecto al peso del volumen del concreto para la resistencia a tracción que se determinó en un promedio es de 26.67 kg/cm<sup>2</sup>.

Gráfico 16: Resistencia a tracción de 1.0% de fibras de acero reciclado – 7 días



Fuente: Elaboración propia

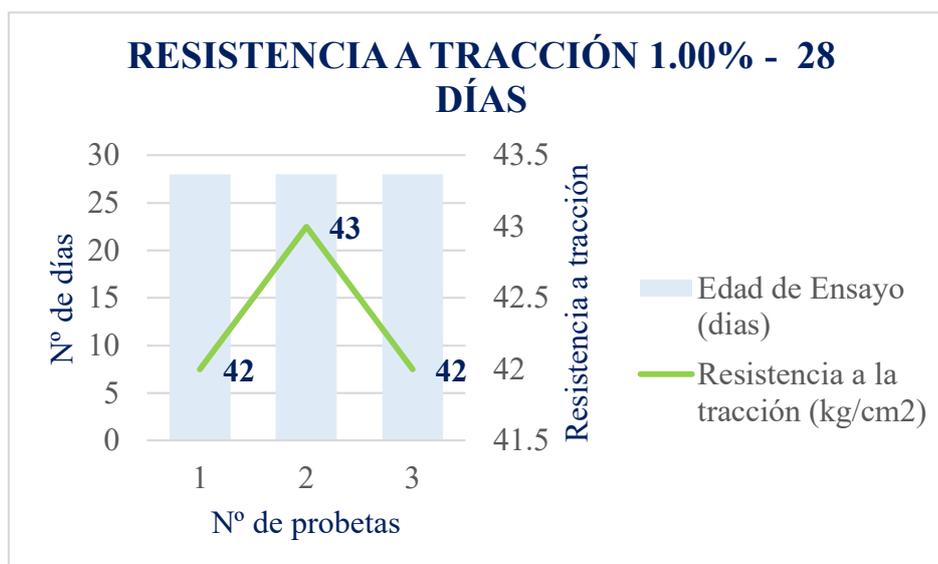
Tabla 49: Resultado de ensayo a tracción de 1.0% de fibras de acero reciclado - 28 días

Muestra	Edad de Ensayo (días)	Diámetro promedio (cm)	Altura promedio (cm)	Carga de rotura (kg)	Resistencia a la tracción (kg/cm <sup>2</sup> )	Resistencia a la tracción Promedia (kg/cm <sup>2</sup> )
0.00-1.0%	28	9.96	20.06	13168	42	42.33
0.01-1.0%	28	10.04	20.07	13486	43	
0.02-1.0%	28	10.04	20.21	13297	42	

Fuente: Elaboración propia

En el cuadro mostrado se detalla la carga de rotura de las probetas ensayadas a los 28 días con adición de virutas de acero reciclado con el 1.00% respecto al peso del volumen del concreto para la resistencia a tracción que se determinó en un promedio es de 42.33 kg/cm<sup>2</sup>.

Gráfico 17: Resistencia a tracción de 1.0% de fibras de acero reciclado - 28 días



Fuente: Elaboración propia

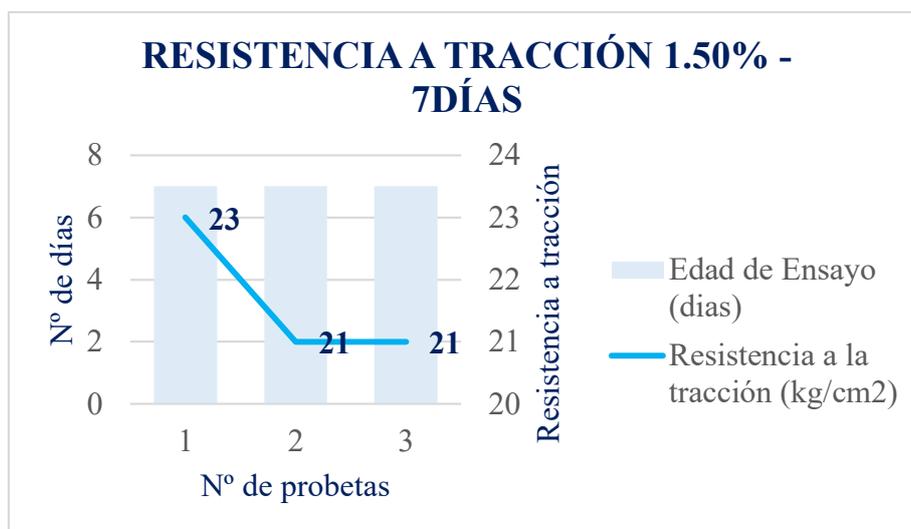
Tabla 50: Resultado de ensayo a tracción de 1.5% de fibras de acero reciclado – 7 días

Muestra	Edad de Ensayo (días)	Diámetro promedio (cm)	Altura promedio (cm)	Carga de rotura (kg)	Resistencia a la tracción (kg/cm <sup>2</sup> )	Resistencia a la tracción Promedia (kg/cm <sup>2</sup> )
0.00-1.5%	7	10.65	21.76	8493	23	21.67
0.01-1.5%	7	10.55	21.50	7487	21	
0.02-1.5%	7	10.50	21.27	7524	21	

Fuente: Elaboración propia

En el cuadro mostrado por los ensayos realizados a los 7 días con adición de virutas de acero reciclado con un 1.50% respecto al peso del agregado fino, la resistencia a tracción promedio es de 24.00 kg/cm<sup>2</sup>.

Gráfico 18 : Resistencia a tracción de 1.5% de acero reciclado – 7 días



Fuente: Elaboración propia

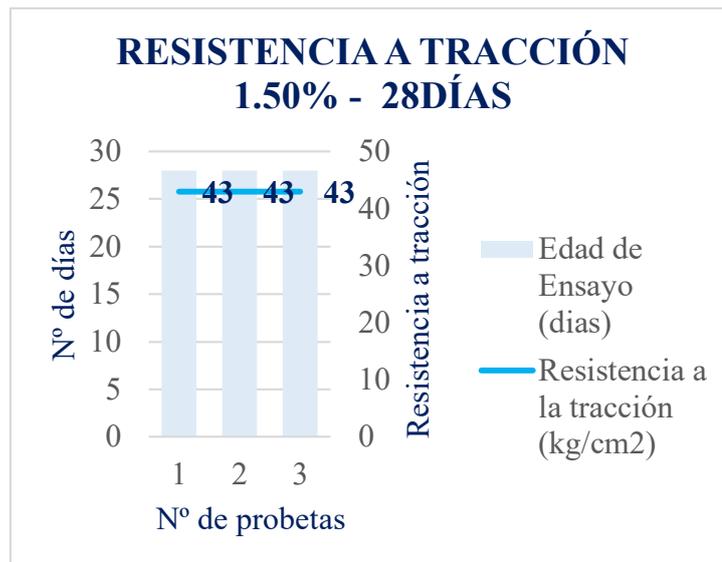
Tabla 51: Resultado de ensayo a tracción de 1.5% de fibras de acero reciclado - 28 días

Muestra	Edad de Ensayo (días)	Diámetro promedio (cm)	Altura promedio (cm)	Carga de rotura (kg)	Resistencia a la tracción (kg/cm <sup>2</sup> )	Resistencia a la tracción Promedia (kg/cm <sup>2</sup> )
0.00-1.5%	28	10.03	20.55	13880	43	43.00
0.01-1.5%	28	9.95	20.85	14037	43	
0.02-1.5%	28	10.09	20.52	13853	43	

Fuente: Elaboración propia

En el cuadro mostrado por los ensayos realizados a los 28 días con adición de virutas de acero reciclado con un 1.50% respecto al peso del agregado fino, la resistencia a tracción promedio es de 43.00 kg/cm<sup>2</sup>.

Gráfico 19: Resistencia a tracción de 1.5% de fibras de acero reciclado - 28 días

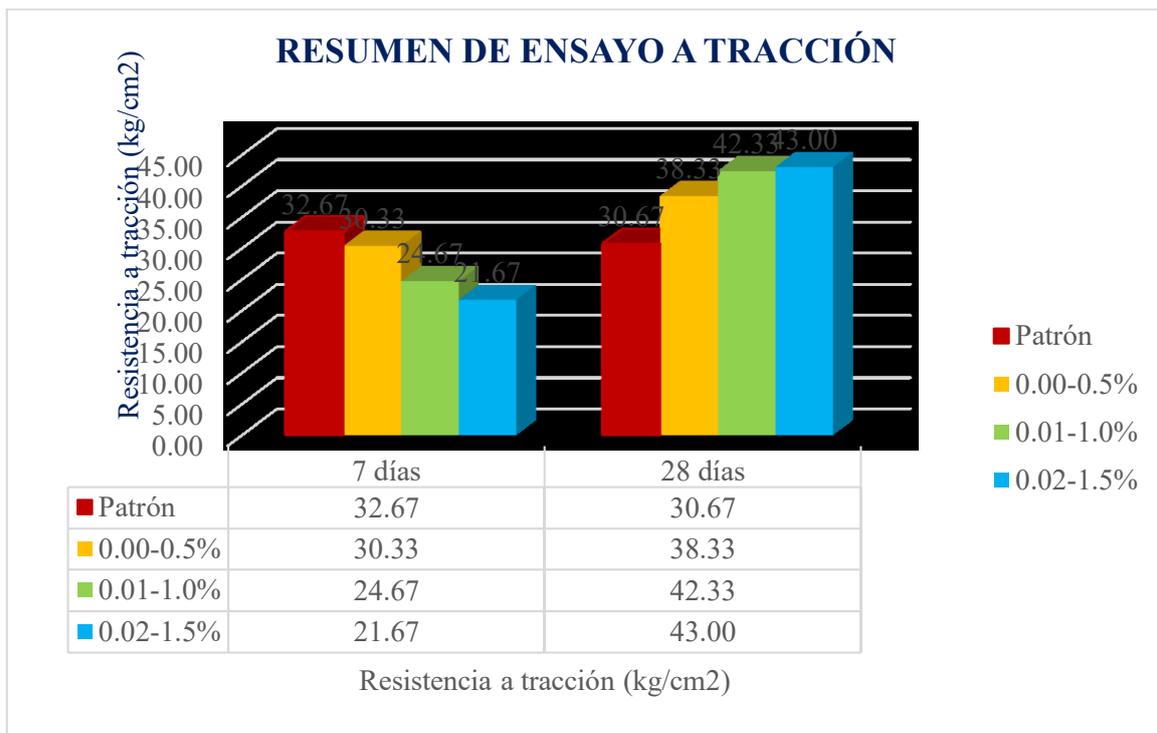


Fuente: Elaboración propia

## Resumen de ensayos de Resistencia a tracción con 0.50%, 1.00% y 1.50% de fibras de acero reciclado

Se compara los diferentes efectos conseguidos de las pruebas de resistencia a la tracción elaborados y realizados en el laboratorio de la UNI (Universidad Nacional de Ingeniería), por lo cual se verifica la diferencia de los resultados de un concreto patrón con las diferentes adiciones de virutas de acero reciclado en 0.5%, 1.00% y 1.50% en las edades de 7 y 28 días.

Gráfico 20: Resumen de ensayo a tracción -7 y 28 días



Fuente: Elaboración propia

En consecuencia, del gráfico 20

### Interpretación 7 días

Resultado de resistencia a tracción

- Resultado con 0.5% a los 7 días es de 30.33 kg/cm<sup>2</sup> el cual representa el 92.83% frente al concreto normal de 32.67 kg/cm<sup>2</sup>.  
Resultando así una disminución de 7.16%.
- Resultado con 1.0% a los 7 días es de 24.67 kg/cm<sup>2</sup> el cual representa el 75.21% frente al concreto normal de 32.67 kg/cm<sup>2</sup>.  
Resultando así una disminución de 24.49%.

- Resultado con 1.5% a los 7 días es de 21.67 kg/cm<sup>2</sup> el cual representa el 63.33% frente al concreto normal de 32.67 kg/cm<sup>2</sup>.

Resultando así una disminución de 33.67%.

### **Interpretación 28 días**

- Resultado con 0.5% es de 38.33 kg/cm<sup>2</sup> el cual representa el 124% frente al concreto normal de 30.67 kg/cm<sup>2</sup>.

Resultando así un aumento de 24.97%.

- Resultado con 1.0% en 28 días es de 42.33 kg/cm<sup>2</sup> el cual representa el 138.02% frente al concreto normal de 30.67 kg/cm<sup>2</sup>.

Resultando así un aumento de 38.02%.

- Resultado con 1.5% en 28 días es de 43 kg/cm<sup>2</sup> el cual representa el 140.20% frente al concreto normal de 30.67 kg/cm<sup>2</sup>.

Resultando así un aumento de 40.20%.

### **Interpretación de comparación de 7 y 28 días**

- El promedio a los 7 días es de 32.67 kg/cm<sup>2</sup> con una disminución de 6.52%

El promedio de 28 días es 30.67 kg/cm<sup>2</sup>.

- El promedio a los 7 días es de 30.33 kg/cm<sup>2</sup> con un aumento de 26.38%

El promedio de 28 días es 38.33 kg/cm<sup>2</sup>.

- El promedio a los 7 días es de 24.67 kg/cm<sup>2</sup> con un aumento de 71.58%

El promedio de 28 días es 42.33 kg/cm<sup>2</sup>.

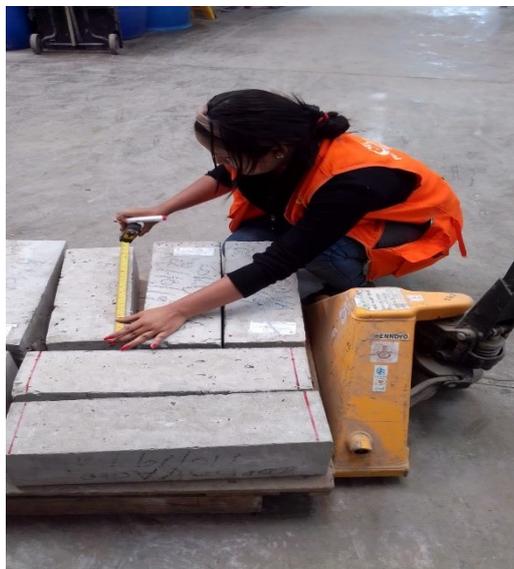
- El promedio a los 7 días es de 21.67 kg/cm<sup>2</sup> con un aumento de 98.43%

El promedio de 28 días siendo esta 43 kg/cm<sup>2</sup>.

## **.7. Resultados de la resistencia a flexión**

Para el ensayo a compresión se realizaron 12 vigas prismáticas de dimensiones 15 x 15 x 50 cm<sup>3</sup>, estos ensayos están garantizados según la norma NTP 339.079:2017; a edades de 28 días.

Figura 9 : *Medida de vigas prismáticas para el Ensayo a flexión*



Fuente: Elaboración propia

Figura 10: *Ensayo a Flexión*



Fuente: Elaboración propia

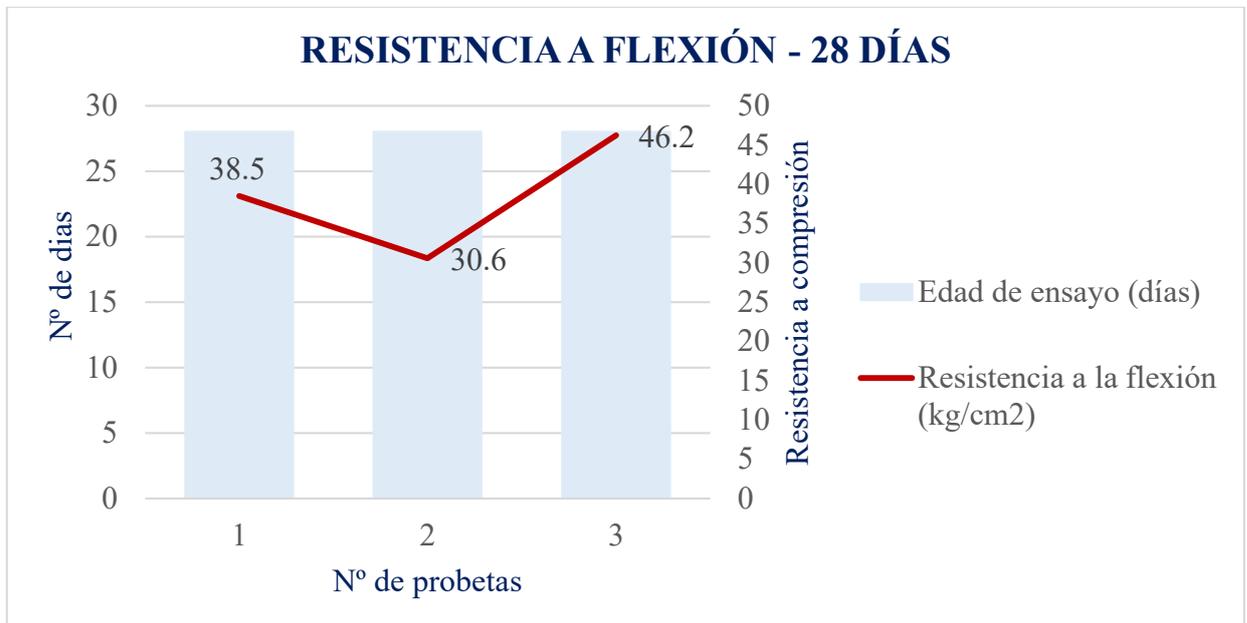
Tabla 52: Resultado de ensayo a flexión patrón - 7 días

Muestra	Edad de ensayo (días)	Distancia entre apoyos (cm)	Largo (cm)	Ancho (cm)	Alto (cm)	Área (cm <sup>2</sup> )	Carga de rotura (kg)	Resistencia a la flexión (kg/cm <sup>2</sup> )	Resistencia promedio (kg/cm <sup>2</sup> )
PATRÓN 1	28	45.00	50.04	15.00	15.50	756.00	3085	38.5	38
PATRÓN 2	28	45.00	50.30	14.90	15.40	749.50	2400	30.6	
PATRÓN 3	28	45.00	50.00	15.60	15.30	780.00	3750	46.2	

Fuente: Elaboración propia

En el cuadro mostrado por los ensayos realizados a los 28 días sin adición de virutas de acero reciclado, la resistencia a flexión promedio es de 38.00 kg/cm<sup>2</sup>.

Gráfico 21: Resistencia a flexión patrón - 28 días



Fuente: Elaboración propia

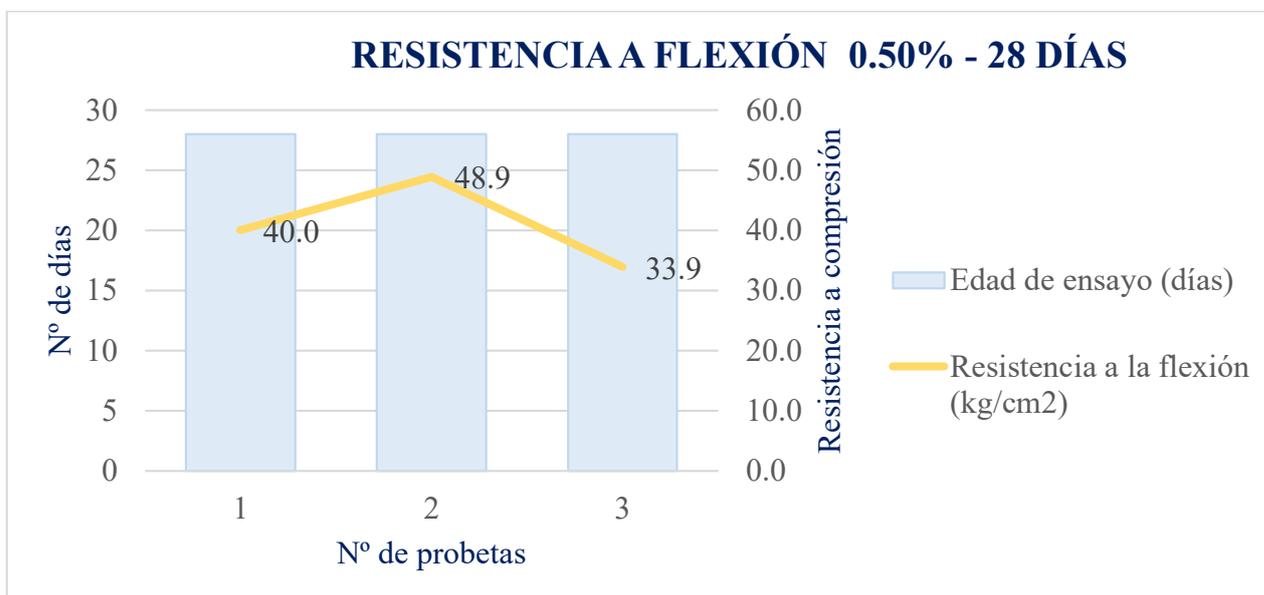
Tabla 53: Resultado de ensayo a flexión 0.5% de fibras de acero reciclado - 28 días

Muestra	Edad de ensayo (días)	Distancia entre apoyos (cm)	Largo (cm)	Ancho (cm)	Alto (cm)	Área (cm <sup>2</sup> )	Carga de rotura (kg)	Resistencia a la flexión (kg/cm <sup>2</sup> )	Resistencia promedio (kg/cm <sup>2</sup> )
0.001-0.5%	28	45.00	50.40	15.70	15.40	791.30	3310	40.0	41
0.002-0.5%	28	40.00	45.20	15.50	15.40	700.60	4490	48.9	
0.003-0.5%	28	45.00	50.50	15.00	15.00	757.50	2545	33.9	

Fuente: Elaboración propia

En el cuadro mostrado por los ensayos realizados a los 28 días con adición de virutas de acero reciclado con un 0.50% respecto al peso del agregado fino, la resistencia a flexión promedio es de 41.00 kg/cm<sup>2</sup>.

Gráfico 22: Resistencia a flexión de 0.5% de fibras de acero reciclado - 28 días



Fuente: Elaboración propia

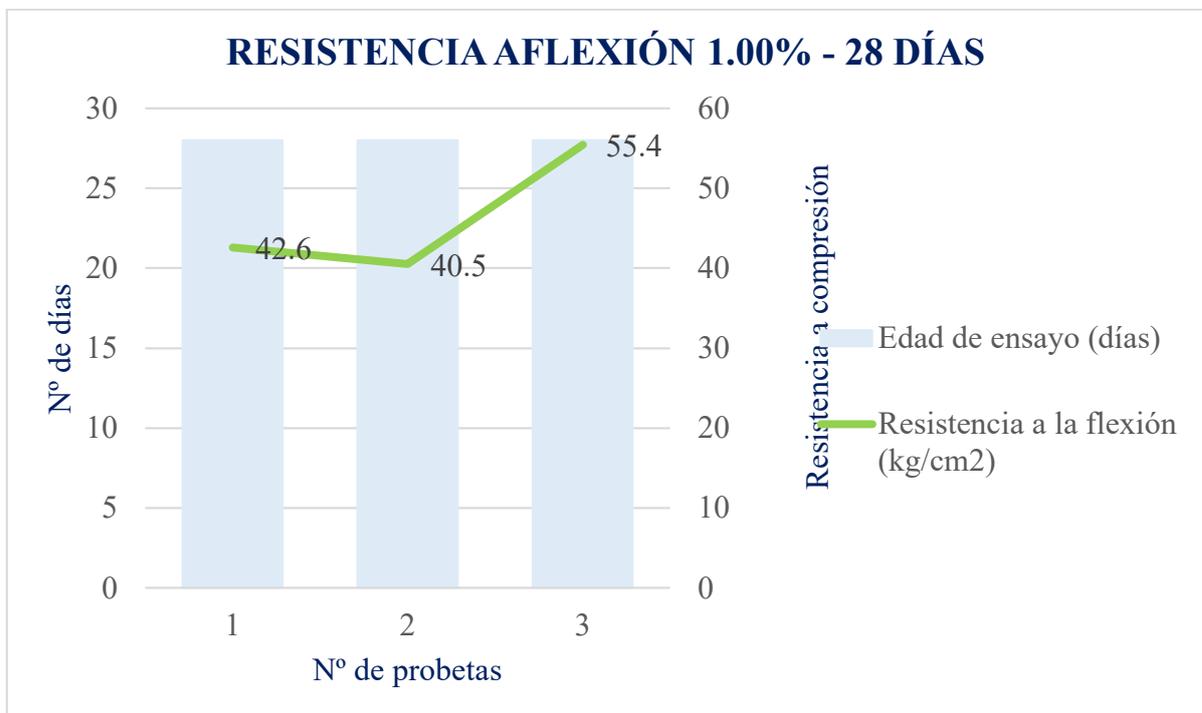
Tabla 54: Resultados de ensayo a flexión 1.0% de fibras de acero reciclado - 28 días

Muestra	Edad de ensayo (días)	Distancia entre apoyos (cm)	Largo (cm)	Ancho (cm)	Alto (cm)	Área (cm <sup>2</sup> )	Carga de rotura (kg)	Resistencia a la flexión (kg/cm <sup>2</sup> )	Resistencia promedio (kg/cm <sup>2</sup> )
0.001-1.0%	28	45.00	50.20	15.40	15.60	773.10	3550	42.6	46
0.002-1.0%	28	45.00	50.00	15.30	15.00	765.00	3100	40.5	
0.003-1.0%	28	40.00	45.20	15.20	15.00	687.00	4740	55.4	

Fuente: Elaboración propia

En el cuadro mostrado por los ensayos realizados a los 28 días con adición de virutas de acero reciclado con un 1.00% respecto al peso del agregado fino, la resistencia a flexión promedio es de 46.00 kg/cm<sup>2</sup>.

Gráfico 23: Resistencia a flexión de 1.0% de fibras de acero reciclado - 28 días



Fuente: Elaboración propia

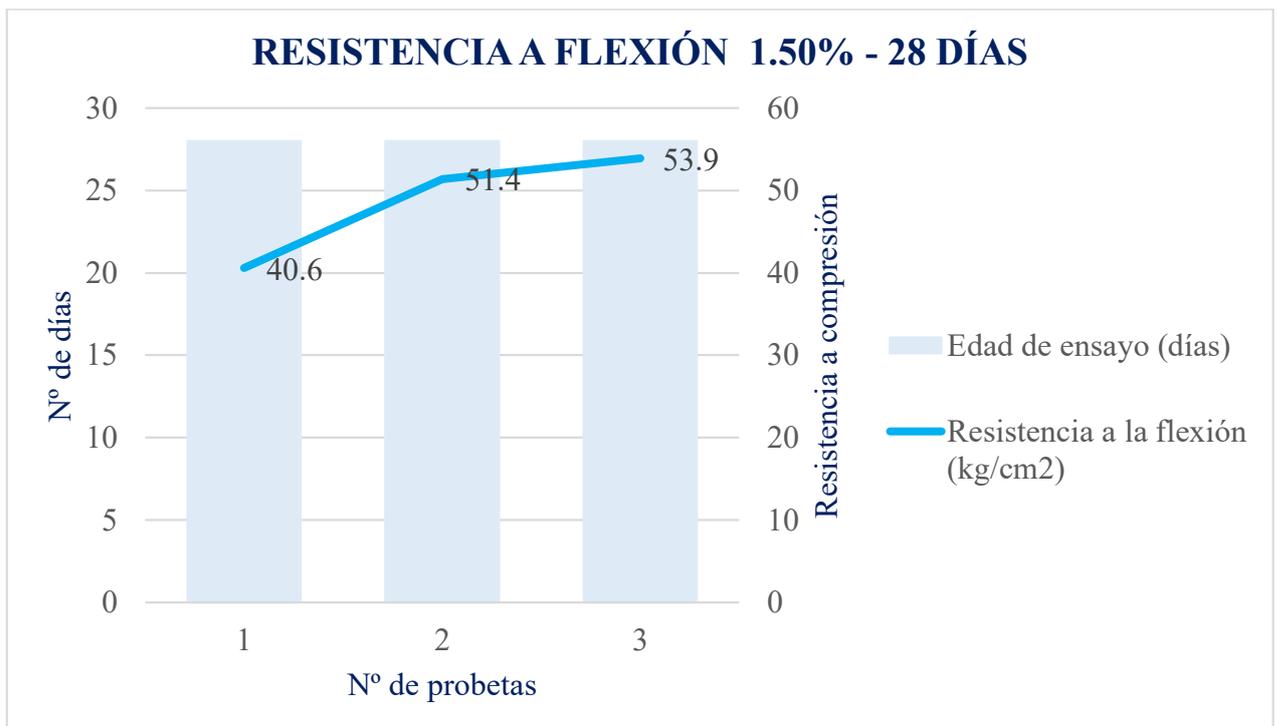
Tabla 55: Resultado de ensayo a flexión 1.5% de fibras de acero reciclado - 28 días

Muestra	Edad de ensayo (días)	Distancia entre apoyos (cm)	Largo (cm)	Ancho (cm)	Alto (cm)	Área (cm <sup>2</sup> )	Carga de rotura (kg)	Resistencia a la flexión (kg/cm <sup>2</sup> )	Resistencia promedio (kg/cm <sup>2</sup> )
0.001-1.5%	28	45.00	50.50	15.50	16.00	782.8	3580	40.6	49
0.002-1.5%	28	40.00	45.50	15.00	15.00	682.50	4340	51.4	
0.003-1.5%	28	40.00	45.20	15.50	15.20	700.6	4830	53.9	

Fuente: Elaboración propia

En el cuadro mostrado por los ensayos realizados a los 28 días con adición de virutas de acero reciclado con un 1.50% respecto al peso del agregado fino, la resistencia a flexión promedio es de 49.00 kg/cm<sup>2</sup>.

Gráfico 24: Resistencia a flexión de 1.5% de fibras de acero reciclado - 28 días

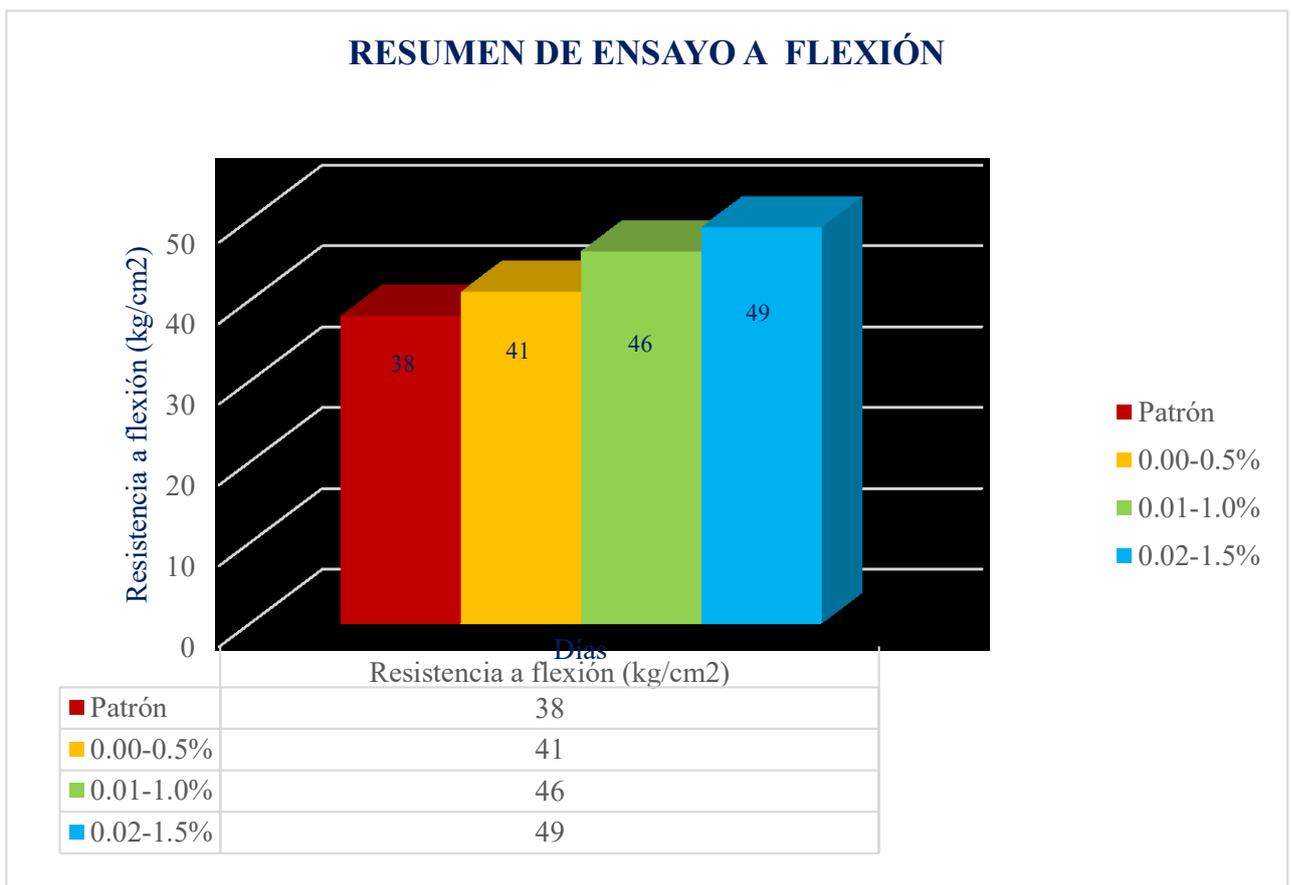


Fuente: Elaboración propia

## Resumen de ensayos de Resistencia a flexión con 0.50%, 1.00% y 1.50% de fibras de acero reciclado

Se compara los diferentes efectos conseguidos de las pruebas de resistencia a la flexión elaborados y realizados en el laboratorio de la UNI (Universidad Nacional de Ingeniería), por lo cual se verifica la diferencia de los resultados de un concreto patrón con las diferentes adiciones de virutas de acero reciclado en 0.5%, 1.00% y 1.50% en las edades de 28 días.

Gráfico 25: Resumen de ensayo a flexión - 28 días



Fuente: Elaboración propia

Teniendo en cuenta el gráfico 25.

### Interpretación 28 días

El resultado de resistencia a flexión

- El resultado con 0.5% a 28 días es de 41 kg/cm<sup>2</sup> el cual representa el 107.89% frente al concreto normal de 38 kg/cm<sup>2</sup>.

Resultando así un aumento de 7.89%.

- El promedio con 1.0% a 28 días es de 46 kg/cm<sup>2</sup> el cual representa el 121.05% frente al concreto normal de 38 kg/cm<sup>2</sup>.

Resultando así un aumento de 21.05%.

- El promedio con 1.5% a 28 días es de 49 kg/cm<sup>2</sup> el cual representa el 128.95% frente al concreto normal de 38 kg/cm<sup>2</sup>.

Resultando así un aumento de 28.95%.

## **.8. Análisis estadístico e interpretación de resultados**

### **.8.1. Análisis estadístico de la resistencia a compresión - 7 días**

Se efectuó la medición de datos por análisis de varianza (ANOVA) de las variables del tema de investigación del mismo modo la incorporación de los porcentajes del acero reciclado, la medición del rango múltiple de Tukey define estadísticamente cada porcentaje de fibras de acero reciclado.

Tabla 56: *Análisis de la varianza de la resistencia a la compresión del concreto a los 7 días*

Resistencia a compresión kg/cm <sup>2</sup>					
	Suma de cuadrados	gl	Media cuadrática	F	Sig. P
Entre grupos	7097,667	3	2365,889	122,903	,000
Dentro de grupos	154,000	8	19,250		
Total	7251,667	11			

El grafico muestra el análisis de los datos incorporados mediante el estudio estadístico en donde el ANOVA

Tabla 57: Medias de la resistencia a compresión del concreto a los 7 días

Resistencia a compresión kg/cm <sup>2</sup>								
	N	Media	Desv. Desviación	Desv. Error	95% del intervalo de confianza para la media		Mínimo	Máximo
					Límite inferior	Límite superior		
Patrón	3	234,00	2,646	1,528	227,43	240,57	231	236
0.5%	3	211,67	5,132	2,963	198,92	224,41	206	216
1.0%	3	176,33	5,132	2,963	163,59	189,08	172	182
1.5%	3	177,33	4,163	2,404	166,99	187,68	174	182
Total	12	199,83	25,676	7,412	183,52	216,15	172	236

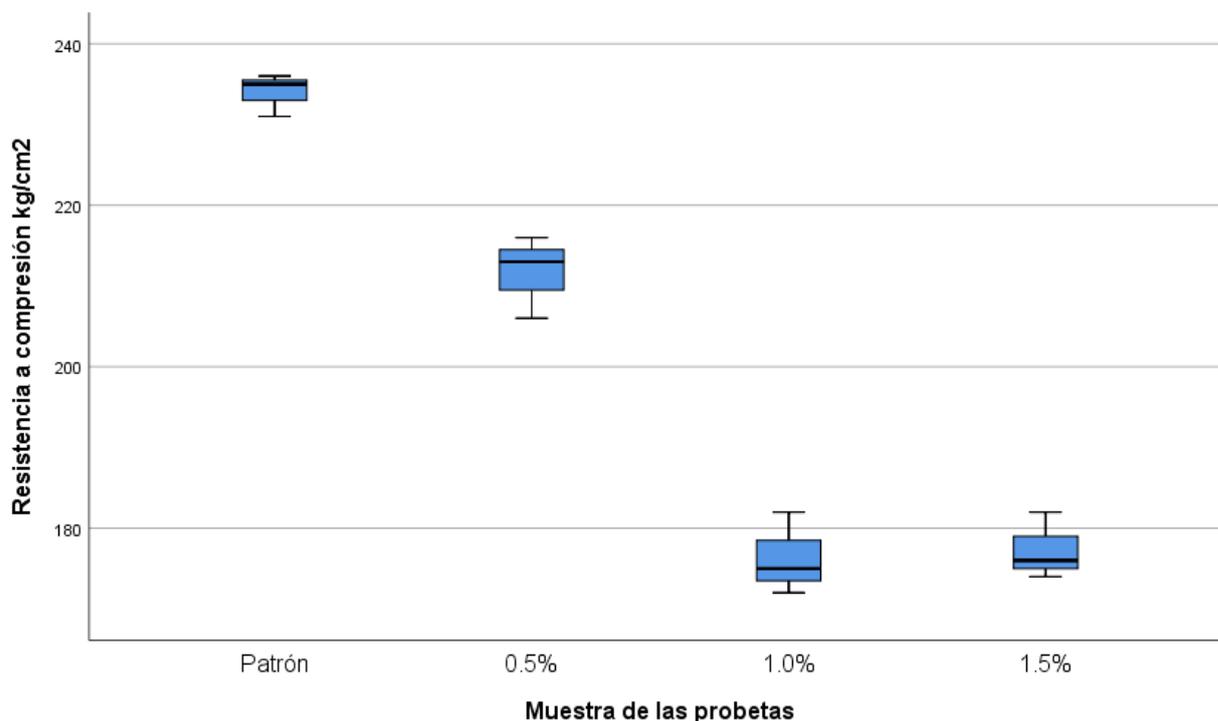
En la tabla se determina el nivel de confianza con los datos incorporados ya que demuestran las medias para cada incorporación de cada porcentaje y los se verifica entre un límite inferior y el límite superior.

Tabla 58: Agrupación de la información de la resistencia a compresión del concreto a los 7 días, según tratamientos utilizados el Método Tukey y una confianza de 95%

HSD Tukey <sup>a</sup>				
Muestra de las probetas	N	Subconjunto para alfa = 0.05		
		1	2	3
1.0%	3	176,33		
1.5%	3	177,33		
0.5%	3		211,67	
Patrón	3			234,00
Sig.		,992	1,000	1,000

En la tabla anterior se muestra el análisis estadístico también se puede mostrar que la capacidad máxima de resistir a esfuerzos de compresión en la muestra, y se puede observar los porcentajes como de 0.5%, 1.5% 1.0%.

Gráfico 26: Gráfico de caja de valores de resistencia a compresión de 7 días



El gráfico 26 se muestra que la media más baja es el 1.0% y la media más alta es el que tiene el patrón modelo

### .8.2. Análisis estadístico de la resistencia a compresión - 28 días

Se efectuó la medición de datos por análisis de varianza (ANOVA) de las variables del tema de investigación del mismo modo la incorporación de los porcentajes del acero reciclado, la medición del rango múltiple de Tukey define estadísticamente cada porcentaje de fibras de acero reciclado

Tabla 59: Análisis de la varianza de la resistencia a la compresión del concreto a los 28 días

Resistencia a compresión kg/cm2
---------------------------------

	Suma de cuadrados	gl	Media cuadrática	F	Sig.
Entre grupos	3096,250	3	1032,083	30,963	,000
Dentro de grupos	266,667	8	33,333		
Total	3362,917	11			

Con significación estadística en el ANOVA ( $0.01 < P < 0.05$ ); \*\* con alta significación estadística en el ANOVA ( $P < 0.01$ ); ns: sin diferencia estadística en el ANOVA ( $P < 0.05$ ); GL (Grados de Libertad); SC (Suma de cuadrado); CM (Cuadrado Medio), F (F calculado).

Tabla 60: Medias de la resistencia a compresión del concreto a los 28 días

Resistencia a compresión kg/cm <sup>2</sup>								
	N	Media	Desv. Desviación	Desv. Error	95% del intervalo de confianza para la media		Mínimo	Máximo
					Límite inferior	Límite superior		
Patrón	3	302,00	7,000	4,041	284,61	319,39	297	310
0.5%	3	288,00	2,646	1,528	281,43	294,57	285	290
1.0%	3	273,33	7,095	4,096	255,71	290,96	267	281
1.5%	3	259,00	5,196	3,000	246,09	271,91	256	265
Total	12	280,58	17,485	5,047	269,47	291,69	256	310

En la tabla se determina el nivel de confianza con los datos incorporados ya que demuestran las medias para cada incorporación de cada porcentaje y los se verifica entre un límite inferior y el límite superior.

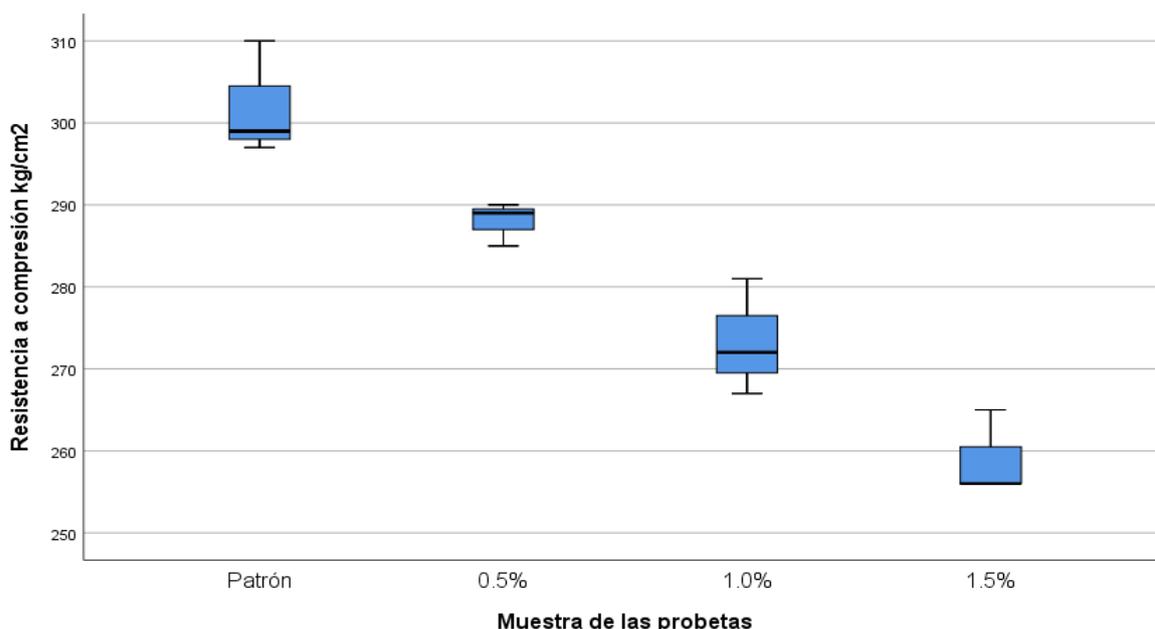
Tabla 61: Agrupación de la información de la resistencia a compresión del concreto a los 28 días, según tratamientos utilizados el Método Tukey y una confianza de 95%

HSD Tukey <sup>a</sup>				
Muestra de las probetas	N	Subconjunto para alfa = 0.05		
		1	2	3

1.5%	3	259,00		
1.0%	3	273,33	273,33	
0.5%	3		288,00	288,00
Patrón	3			302,00
Sig.		,063	,057	,069

En la tabla anterior se muestra el análisis estadístico también se puede mostrar que la capacidad máxima de resistir a esfuerzos de compresión en la muestra, y se puede observar los porcentajes como de 0.5%, 1.5% 1.0%.

Gráfico 27: Grafico de caja de valores de resistencia a compresión de 28 días



El gráfico 27 se muestra que la media más baja es el 1.5% y la media más alta es el que tiene el patrón modelo

### .8.3. Análisis estadístico de la resistencia a tracción – 7 días

Se efectuó la medición de datos por análisis de varianza (ANOVA) de las variables del tema de investigación del mismo modo la incorporación de los porcentajes del acero reciclado, la medición del rango múltiple de Tukey define estadísticamente cada porcentaje de fibras de acero reciclado

Tabla 62: *Análisis de la varianza de la resistencia a la tracción del concreto a los 7 días*

RESISTENCIA A TRACCIÓN (kg/cm <sup>2</sup> )					
	Suma de cuadrados	gl	Media cuadrática	F	Sig.
Entre grupos	230,000	3	76,667	15,862	,001
Dentro de grupos	38,667	8	4,833		
Total	268,667	11			

Con significación estadística en el ANOVA ( $0.01 < P < 0.05$ ); \*\* con alta significación estadística en el ANOVA ( $P < 0.01$ ); ns: sin diferencia estadística en el ANOVA ( $P < 0.05$ ); GL (Grados de Libertad); SC (Suma de cuadrado); CM (Cuadrado Medio), F (F calculado).

Tabla 63: *Medias de la resistencia a tracción del concreto a los 7 días*

RESISTENCIA A TRACCIÓN (kg/cm <sup>2</sup> )								
	N	Media	Desviación estándar	Error estándar	95% del intervalo de confianza para la media		Mínimo	Máximo
					Límite inferior	Límite superior		
Patrón	3	32,67	3,786	2,186	23,26	42,07	30	37
0.5%	3	30,33	1,528	,882	26,54	34,13	29	32
1.0%	3	24,67	1,155	,667	21,80	27,54	24	26
1.5%	3	21,67	1,155	,667	18,80	24,54	21	23
Total	12	27,33	4,942	1,427	24,19	30,47	21	37

En la tabla se determina el nivel de confianza con los datos incorporados ya que demuestran las medias para cada incorporación de cada porcentaje y los se verifica entre un límite inferior y el límite superior.

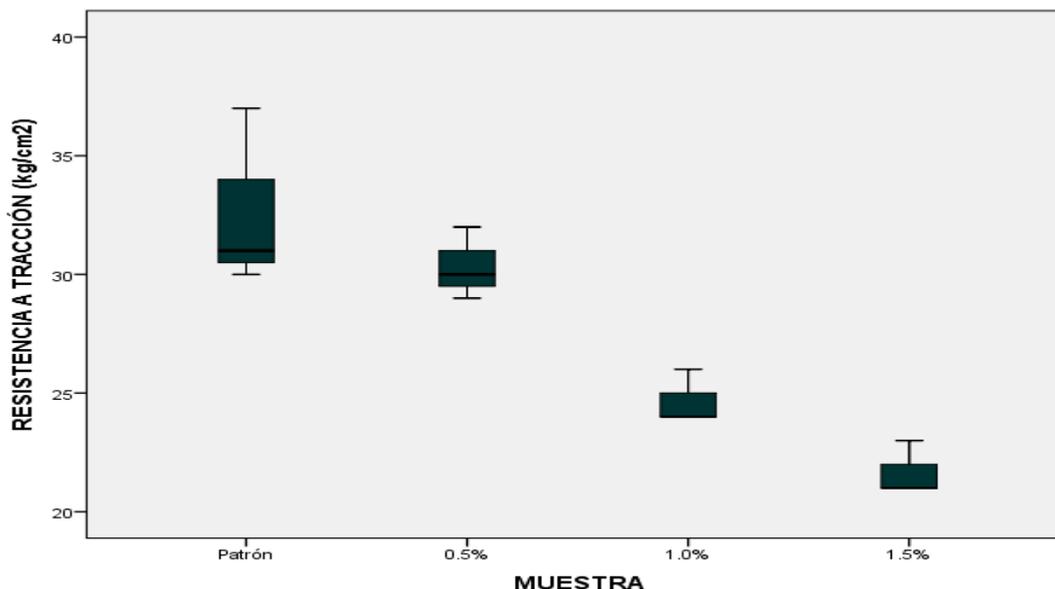
Tabla 64 : *Agrupación de la resistencia a compresión del concreto a los 7 días, según tratamientos utilizados el método turkey y una confianza del 95%*

RESISTENCIA A TRACCIÓN (kg/cm <sup>2</sup> )				
HSD Tukey <sup>a</sup>				
MUESTR	N	Subconjunto para alfa = 0.05		
A		1	2	3
1.5%	3	21,67		
1.0%	3	24,67	24,67	
0.5%	3		30,33	30,33

Patrón	3			32,67
Sig.		,396	,053	,588

En la tabla anterior se muestra el análisis estadístico también se puede mostrar que la capacidad máxima de resistir a esfuerzos de compresión en la muestra, y se puede observar los porcentajes como de 0.5%, 1.5% 1.0%.

Gráfico 28: Grafico de caja de valores de resistencia tracción a los 7 días



En el grafico 28 se muestra que la media más baja es el 1.5% y la media más alta es el que tiene el patrón modelo

#### 8.4. Análisis estadístico de la resistencia a tracción – 28 días

Se efectuó la medición de datos por análisis de varianza (ANOVA) de las variables del tema de investigación del mismo modo la incorporación de los porcentajes del acero reciclado, la medición del rango múltiple de Tukey define estadísticamente cada porcentaje de fibras de acero reciclado

Tabla 65: Análisis de la varianza de la resistencia a tracción del concreto a los 28 días

RESISTENCIA A TRACCIÓN (kg/cm2)					
	Suma de cuadrados	gl	Media cuadrática	F	Sig.
Entre grupos	288,917	3	96,306	29,632	,000
Dentro de grupos	26,000	8	3,250		
Total	314,917	11			

Con significación estadística en el ANOVA ( $0.01 < P < 0.05$ ); \*\* con alta significación estadística en el ANOVA ( $P < 0.01$ ); ns: sin diferencia estadística en el ANOVA ( $P < 0.05$ ); GL (Grados de Libertad); SC (Suma de cuadrado); CM (Cuadrado Medio), F (F calculado).

Tabla 66: *Medias de la resistencia a tracción del concreto a los 28 días*

RESISTENCIA A TRACCIÓN (kg/cm <sup>2</sup> )								
	N	Media	Desviación estándar	Error estándar	95% del intervalo de confianza para la media		Mínimo	Máximo
					Límite inferior	Límite superior		
Patrón	3	30,67	1,528	,882	26,87	34,46	29	32
0.5%	3	38,33	3,215	1,856	30,35	46,32	36	42
1.0%	3	42,33	,577	,333	40,90	43,77	42	43
1.5%	3	43,00	,000	,000	43,00	43,00	43	43
Total	12	38,58	5,351	1,545	35,18	41,98	29	43

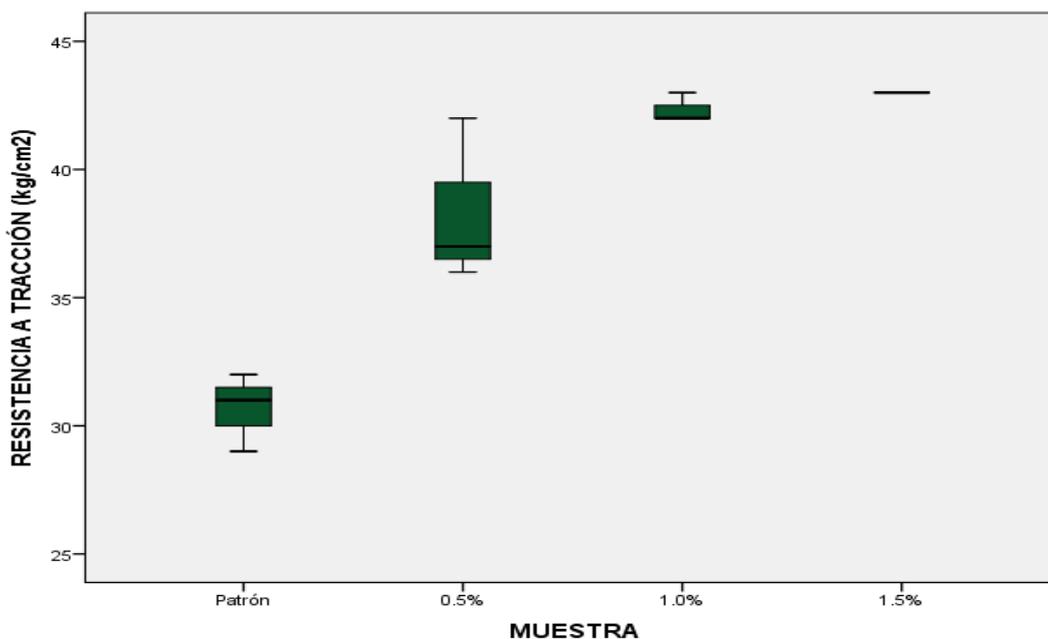
En la tabla se determina el nivel de confianza con los datos incorporados ya que demuestran las medias para cada incorporación de cada porcentaje y los se verifica entre un límite inferior y el límite superior.

Tabla 67: *Agrupación de la resistencia a tracción del concreto a los 28 días, según tratamientos utilizados el método turkey y una confianza del 95%*

HSD Tukey <sup>a</sup>			
MUESTR	N	Subconjunto para alfa = 0.05	
		1	2
Patrón	3	30,67	
0.5%	3		38,33
1.0%	3		42,33
1.5%	3		43,00
Sig.		1,000	,052

En la tabla anterior se muestra el análisis estadístico también se puede mostrar que la capacidad máxima de resistir a esfuerzos de compresión en la muestra, y se puede observar los porcentajes como de 0.5%, 1.5% 1.0%.

Gráfico 29: Grafico de caja de valores de resistencia tracción a los 28 días



En el grafico 29 se muestra que la media más baja es el modelo patrón y la media más alta es el porcentaje 1.5%.

### .8.5. Análisis estadístico de la resistencia a flexión – 28 días

Se efectuó la medición de datos por análisis de varianza (ANOVA) de las variables del tema de investigación del mismo modo la incorporación de los porcentajes del acero reciclado, la medición del rango múltiple de Tukey define estadísticamente cada porcentaje de fibras de acero reciclado

Tabla 68: Análisis de la varianza de la resistencia a la flexión del concreto a los 28 días

Resistencia a flexión kg/cm2					
	Suma de cuadrados	gl	Media cuadrática	F	Sig.
Entre grupos	198,740	3	66,247	1,144	,389
Dentro de grupos	463,427	8	57,928		
Total	662,167	11			

Con significación estadística en el ANOVA (0.01<P0.05); \*\* con alta significación estadística en el ANOVA (P<0.01); ns: sin diferencia estadística en el ANOVA (P<0.05);

GL (Grados de Libertad); SC (Suma de cuadrado); CM (Cuadrado Medio), F (F calculado).

Tabla 69: Medias de la resistencia a compresión del concreto a los 28 días

Resistencia a flexión kg/cm <sup>2</sup>								
4								
	N	Media	Desv. Desviación	Desv. Error	95% del intervalo de confianza para la media		Mínimo	Máximo
					Límite inferior	Límite superior		
Patrón	3	38,433	7,8002	4,5035	19,057	57,810	30,6	46,2
0.5%	3	40,933	7,5434	4,3552	22,194	59,672	33,9	48,9
1.0%	3	46,267	8,0002	4,6189	26,393	66,140	40,5	55,4
1.5%	3	48,633	7,0685	4,0810	31,074	66,192	40,6	53,9
Total	12	43,567	7,7587	2,2397	38,637	48,496	30,6	55,4

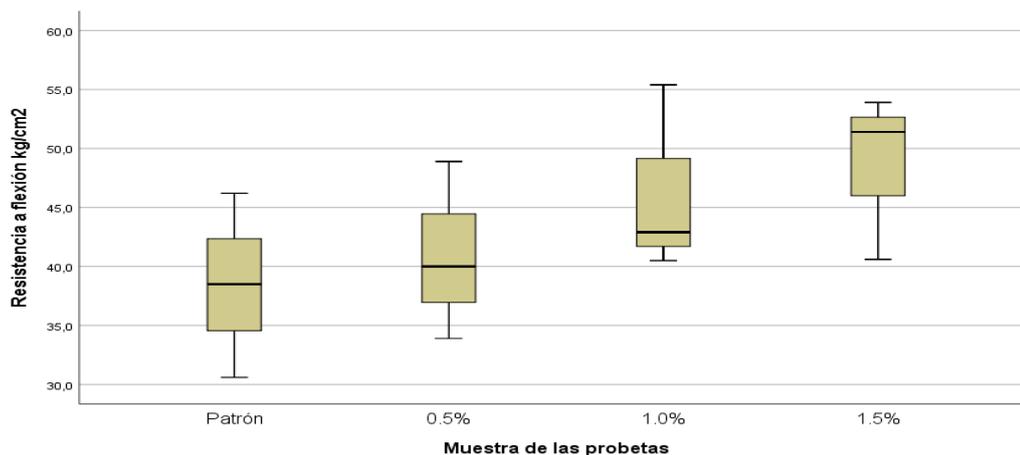
En la tabla se determina el nivel de confianza con los datos incorporados ya que demuestran las medias para cada incorporación de cada porcentaje y los se verifica entre un límite inferior y el límite superior.

Tabla 70: Agrupación de la información de la resistencia a flexión del concreto a los 28 días, según tratamientos utilizados el Método Tukey y una confianza de 95%

HSD Tukey <sup>a</sup>		
Muestra de las probetas	N	Subconjunto para alfa = 0.05
		1
Patrón	3	38,433
0.5%	3	40,933
1.0%	3	46,267
1.5%	3	48,633
Sig.		,410

En la tabla anterior se muestra el análisis estadístico también se puede mostrar que la capacidad máxima de resistir a esfuerzos de compresión en la muestra, y se puede observar los porcentajes como de 0.5%, 1.5% 1.0%.

Gráfico 30: Grafico de caja de valores de resistencia a flexión de 28 días



El gráfico 30 se muestra que la media más baja en el modelo patrón y la media más alta es el porcentaje de 1.5%

## ▪ **DISCUSIÓN**

- Cando Lara, Luis en su tesis con el título “*Análisis de propiedades físicas y mecánicas del hormigón elaborado con fibras de acero reciclado*” la finalidad de la investigación tiene como finalidad estudiar las propiedades del concreto mediante los resultados de ensayos de rotura a compresión tracción y flexión con adición de fibras de acero reciclado de 5 cm de longitud para que se asemeje a las fibras comerciales. Existen 4 tipos de virutas de acero reciclado las cuales son virutas continuas, escalonadas, en forma de zuncho y fraccionadas; para este proyecto de investigación se seleccionó la viruta continua ya que tienen mayor facilidad de ser manipuladas.

Con respecto a nuestra tesis la incorporación de virutas de acero reciclado obtenida de los tornos del distrito de Huachipa las cuales fueron cortadas en 5cm de longitud siendo seleccionadas las virutas del tipo continuo para su mejor dispersión en las probetas cilíndricas y prismáticas del concreto cabe mencionar que en la recolección de estas virutas no se presentó ningún inconveniente y fueron fáciles de manipularlas.

- Pacheco Cruzado, German Agustín en su tesis “*Resistencia a compresión axial del concreto  $f'c=175$  kg/cm<sup>2</sup> incorporando diferentes porcentajes de viruta de acero*

*ensayadas a diferentes edades, UPN - 2016*”, fijo como objetivo realizar y comprobar la resistencia a la compresión axial del concreto adicionando diferentes porcentajes de 2%, 4% y 6% de virutas de acero a edades de 7, 14 y 28 días. Así mismo se dio seguimiento al concreto en estado fresco tanto en la maleabilidad que presenta el concreto en estado fresco como la implementación de la mezcla en determinado molde del mismo modo se realizó el ensayo de cono de Abrams donde se determina el asentamiento del concreto con la incorporación de diferentes porcentajes de virutas de acero reciclado

Analizando y comparando con nuestro proyecto de investigación se observó que en cuanto a proporciones de porcentajes de las muestras no concuerdan ya que en nuestra tesis las dosificaciones de las fibras de acero reciclado son de 0.5%, 1.0% y 1.5% respecto del agregado fino de la mezcla. Se realizó los ensayos de Cono de Abrams del concreto patrón, 0.5%, 1.0% y 1.5% obteniendo como resultado asentamiento de 1.88”, 1.46”, 1.22” y 1” respectivamente. Eso quiere decir que la trabajabilidad del concreto se vio afectada con la incorporación de los porcentajes de adición de fibras de acero reciclado.

- Condori y Palomares (2018), en su tesis con el título “*Análisis del comportamiento mecánico del concreto con adición de virutas de acero recicladas para pavimentos rígidos en Lima, 2018*” tenía como objetivo investigar calcular la incidencia de la incorporación de virutas de acero recicladas al concreto en el comportamiento mecánico del concreto para pavimentos rígidos para ello empleo su metodología la cual consistió en la realización de ensayos con probetas cilíndricas y prismáticas. Para realizar el ensayo a la edad de 28 días la resistencia a compresión del concreto patrón de 315 kg/cm<sup>2</sup> logrando así alcanzar la resistencia requerida, la resistencia del concreto adicionando las virutas del acero reciclado de 3% alcanza una resistencia de 285.5 kg/cm<sup>2</sup> y añadiendo las virutas del acero reciclado de 5% alcanza una resistencia de 270 kg/cm<sup>2</sup> no logrando alcanzar en ambos casos con la resistencia del concreto patrón. Finalmente llegaron a la conclusión que la incorporación de las virutas en la resistencia a compresión disminuye con respecto al concreto patrón.

Con respecto a nuestro proyecto de investigación realizando los ensayos a compresión se obtuvo como resultados de las muestras del concreto patrón, de adición del 0.5%, 1.0% y 1.5% de fibras de acero reciclado las siguientes

resistencias 302 kg/cm<sup>2</sup>, 288 kg/cm<sup>2</sup>, 273 kg/cm<sup>2</sup> y 259 kg/cm<sup>2</sup> respectivamente. Con los resultados obtenidos se puede mencionar que los porcentajes pequeños favorecen a la resistencia a compresión cada vez que se le adiciona más porcentaje de fibras de acero reciclado no se observa mejora alguna.

- Sandoval en su tesis titulada “*Análisis comparativo de la resistencia a tracción y compresión del hormigón adicionando virutas de acero comercial fundido y el hormigón con fibras de acero comerciales*” tiene como finalidad analizar la resistencia del hormigón con la inclusión de virutas de acero comerciales y fibras de acero realizando los ensayos respectivos en laboratorio. Se obtuvo como resultado los ensayos a tracción del hormigón a la edad de 28 días con porcentajes de 0%, 1.00%, 1.25% y 1.50% adicionando las virutas del acero se obtuvo las siguientes resistencias 27,58 kg/cm<sup>2</sup>, 27,06 kg/cm<sup>2</sup>, 28.61 kg/cm<sup>2</sup> y 30.68 kg/cm<sup>2</sup> respectivamente. Realizando el análisis comparativo se determina que el mejor porcentaje de adición de virutas de acero es el 1.50% ya que aumenta en 11.24% respecto del concreto patrón.

A diferencia de nuestro proyecto de investigación en cuanto a los resultados de los ensayos a tracción a la edad de 28 días, sin la adición de fibras de acero reciclado se obtuvo 30.67 kg/cm<sup>2</sup>, las probetas cilíndricas de 0.5%, 1.0% y 1.5% se consiguió una resistencia a tracción 38.33 kg/cm<sup>2</sup>, 42.33 kg/cm<sup>2</sup> y 43.00 kg/cm<sup>2</sup>, Con el resultados obtenidos se puede mencionar que la resistencia a tracción aumenta cada vez que se le adiciona las virutas de acero, observándose así mejoras y la que obtuvo mejores resultados es del porcentaje del 1.50%.

- Moya en su artículo titulada “*Análisis de las propiedades físicas y mecánicas del hormigón elaborado con fibras de acero reciclado*” tiene como objetivo definir los resultados de los ensayos de resistencia a flexión con adición de fibras de acero reciclado así mismo concluye que las fibras recicladas dentro del concreto en estado endurecido de hormigón ayudan a reducir las fisuras por contracción, mejoran la resistencia a flexión de la misma forma afirma que para la resistencia a compresión no necesita mayores porcentajes de fibras de acero reciclado ya que absorbe mayor esfuerzo de aplastamiento sin embargo es eficiente incorporar mayores porcentajes para esfuerzo a flexión ya que las fibras soportan mayores

esfuerzos teniendo elementos con mayor resistencia a su ruptura de tal forma que proporciona mayor confinamiento al hormigón y aumenta la fricción con las fibras recicladas. Según sus resultados de los ensayos a flexión a la edad de 28 días en el laboratorio, se realizó dichos ensayos con diferentes porcentajes de fibras de acero reciclado de 0%, 0.25%, 0.50%, 1.0% y 1.5% obteniendo el mejor porcentaje óptimo de 1.15% , para alcanzar la resistencia máxima del concreto de 48.97 kg/cm<sup>2</sup>

A diferencia de nuestro proyecto de investigación en cuanto a los resultados de los ensayos a flexión a los 28 días, sin la adición de fibras de acero reciclado se obtuvo 38 kg/cm<sup>2</sup>, las probetas cilíndricas de 0.5%, 1.0% y 1.5% se obtuvo resistencia a tracción 41 kg/cm<sup>2</sup>, 46 kg/cm<sup>2</sup> y 49 kg/cm<sup>2</sup>, respectivamente. Con los resultados determinados se puede mencionar que en este caso la resistencia a flexión aumenta cada vez que se le adiciona las virutas de acero, observándose así mejoras y la que obtuvo mejores resultados es del porcentaje del 1.50%.

## V. CONCLUSIONES

### Conclusión general

- Se efectuó el diseño de una nueva mezcla de concreto de  $F'_c=210$  kg/cm<sup>2</sup>, y por ello el diseño esta efectuado con un  $f'_{cr} >294$  kg/cm<sup>2</sup> de seguridad, se realizara ensayos de rotura a compresión, tracción y flexión para determinar el efecto que produce la adición de las fibras de acero reciclado en las propiedades mecánicas del concreto. Para el ensayo a compresión a la edad de 28 días se visualiza que la resistencia patrón es de 234 kg/cm<sup>2</sup>, adicionando el 0.5%, 1.0, 1.5% de fibras de acero reciclado resulta que al aumentar el porcentaje de fibras la resistencia a compresión ira descendiendo. En el ensayo a tracción a la edad de 28 días se alcanzó una resistencia patrón de 30.67 kg/cm<sup>2</sup>, adicionando el 0.5%, 1.0, 1.5% de fibras de acero reciclado resulta una resistencia tracción de 38.33 kg/cm<sup>2</sup>, 42.33 kg/cm<sup>2</sup> y 43.00 kg/cm<sup>2</sup>. Por ultimo para la prueba de rotura a flexión a la edad de 28 días se visualiza la resistencia del modelo patrón es de 38 kg/cm<sup>2</sup>, adicionando el 0.5%, 1.0, 1.5% de fibras de acero reciclado resulta una resistencia tracción de 41 kg/cm<sup>2</sup>, 46 kg/cm<sup>2</sup> y 49 kg/cm<sup>2</sup> respectivamente. Concluyendo de manera

general que efectivamente, la adición de fibras de acero reciclado mejor significativamente en la resistencia a tracción y flexión.

### Conclusiones específicas

- De acuerdo a los resultados alcanzados para los ensayo a compresión se calculó el  $F'_c$  promedio de la resistencia a compresión del concreto con adición 0.5% de fibras de acero reciclado a edad de 28 días es de 288 kg/cm<sup>2</sup> el cual representa el 95.36% con respecto a la resistencia lograda del concreto patrón de 302 kg/cm<sup>2</sup>. Resultando así una disminución de 4.64% de resistencia a la compresión.

El promedio para la resistencia a la compresión del concreto con adición 1.0% de fibras de acero reciclado a edad de 28 días es 273 kg/cm<sup>2</sup> por el cual representa el 90.39% respecto a la resistencia lograda del concreto patrón de 302 kg/cm<sup>2</sup>. Resultando así una disminución de 9.60% de resistencia a compresión.

El promedio para la resistencia a la compresión del concreto con la adición 1.5% de fibras de acero reciclado a la edad de 28 días es de 288 kg/cm<sup>2</sup> el cual representa el 85.76% con respecto a la resistencia lograda del concreto patrón de 302 kg/cm<sup>2</sup>. Resultando así una disminución de 14.24% de resistencia a la compresión.

Concluyendo de manera general que al adicionar las fibras de acero reciclado en diferentes porcentajes la resistencia a compresión ira disminuyendo.

- De los resultados alcanzados en los ensayos de rotura a flexión se determinó el  $F'_c$  promedio de resistencia a flexión de la viga prismática con la adición 0.5% de fibras de acero reciclado a la edad de 28 días es de 41 kg/cm<sup>2</sup> el cual representa el 107.89% con respecto a la resistencia lograda concreto normal de 38 kg/cm<sup>2</sup>. Resultando así un aumento de 7.89% de resistencia a la flexión.

El  $F'_c$  promedio para la resistencia a flexión del concreto con adición 1.0% de fibras de acero reciclado a edad de 28 días es de 46 kg/cm<sup>2</sup> el cual representa el 121.05% con respecto a la resistencia lograda del concreto patron de 38 kg/cm<sup>2</sup>. Resultando así un aumento de 21.05% de resistencia a la flexión.

El  $F'_c$  promedio para la resistencia a la flexión del concreto con la adición 1.5% de fibras de acero reciclado a la edad de 28 días es de 49 kg/cm<sup>2</sup> el cual representa el 128.95% con respecto a la resistencia lograda del concreto normal de 38 kg/cm<sup>2</sup>. Resultando así un aumento de 28.95% de resistencia a la flexión.

Concluyendo de manera general, se puede mencionar que en este caso la resistencia a flexión aumenta cada vez que se le adiciona las virutas de acero, observándose así mejoras, por lo tanto, el porcentaje que obtuvo mejores resultados es del porcentaje del 1.50%.

- De acuerdo en los resultados alcanzados para el ensayo a tracción se evaluó el  $F'_c$  promedio para la resistencia a la tracción del concreto con la adición 0.5% de fibras de acero reciclado a la edad de 28 días es de 38.33 kg/cm<sup>2</sup> el cual representa el 124% con respecto a la resistencia lograda del concreto patrón de 30.67 kg/cm<sup>2</sup>. Resultando así un aumento de 24.97% de resistencia a la tracción.

El  $F'_c$  promedio para la resistencia a la tracción del concreto con la adición 1.0% de fibras de acero reciclado a la edad de 28 días es de 42.33 kg/cm<sup>2</sup> el cual representa el 138.02% con respecto a la resistencia lograda del concreto patrón de 30.67 kg/cm<sup>2</sup>. Resultando así un aumento de 38.02% de resistencia a la tracción.

El  $F'_c$  promedio para la resistencia a la tracción del concreto con la adición 1.5% de fibras de acero reciclado a la edad de 28 días es de 43 kg/cm<sup>2</sup> el cual representa el 140.20% con respecto a la resistencia lograda del concreto patrón de 30.67 kg/cm<sup>2</sup>. Resultando así un aumento de 40.20% de resistencia a la tracción.

Concluyendo de manera general, se puede mencionar que la resistencia a tracción aumenta cada vez con se le adiciona las virutas de acero, observándose así mejoras por lo tanto el porcentaje que obtuvo mejores resultados es del porcentaje del 1.50%.

## **VI. RECOMENDACIONES**

- Para ensayos de laboratorio en la fabricación de probetas y manipulación de materiales en agregados finos, gruesos y virutas de acero reciclado, es de suma importancia utilizar los equipos de protección personal como gafas, guantes y mascarilla; así evitar futuros accidentes que ponen en riesgo nuestra salud.
- Para no alterar la trabajabilidad del concreto es necesario incorporar aditivos plastificantes que ayuden al manejo y manejabilidad del concreto, con las incorporaciones de las virutas de acero reciclado así mismo para compactar el concreto en el vaciado de las probetas es muy importante dar los 25 golpes para no generar burbujas aire el mejor reacomodo de la mezcla de concreto.

- Trabajar con materiales que se encuentren en un mismo estado de saturación (que los cálculos para las dosificaciones sean exactos que no falte para un determinado proyecto) de una cantera que cumplan con los requisitos de límite superior e inferior de los agregados fino como en el agregado grueso para garantizar la calidad del concreto.
- En el estado de compresión no es necesario utilizar una gran cantidad de fibras, debido que el concreto absorbe la mayor cantidad de esfuerzo de resistencia a compresión, el esfuerzo de resistencia a tracción si es requerible las fibras de acero reciclado ya que esta actúa perpendicular a la carga de compresión y a mas porcentaje mayor resistencia a tracción todo lo contrario para el esfuerzo a compresión.
- Se recomienda mantener en un buen estado de curado y la temperatura favorable para las probetas ya sea en una cámara de rociado de agua o sumergido en agua al ambiente ya que el buen curado brindara la hidratación necesaria para reactivar la reacción química del cemento que conlleva para la resistencia mecánica del concreto para evitar fisuras por contracción plástica las cuales se producen por pérdida del agua de exudación por evaporación
- Se recomienda no alterar ni en el mínimo posible las dosificaciones de diseño de mezcla de tal manera que permitan mantener la trabajabilidad del concreto, ya que si esta se ve alterada también la relación de agua cemento (a/c) se altera y con ello afecta las propiedades de la mezcla de concreto en estado fresco, el Slump del concreto, la exudación del concreto, entre otros, lo cual conllevaría posteriormente a malos resultados de pruebas de resistencia mecánica del concreto como flexión, tracción y compresión.
- Lo más importante de este trabajo es continuar con las investigaciones, y buscar nuevas aplicaciones de la viruta de acero.

## REFERENCIAS

- BAEZOKOCUSKI, B. (2007). Steel fiber reinforced concrete coupling beams. Ph.D.thesis, University of Science and Tecnology, Hong Kong.
- BORJA, Manuel. Metodología de la investigación científica para ingenieros. Chiclayo, 2012. 40pp.  
ISBN: 9958-52-756-3
- CANDO, Luis. 2016. Análisis de las propiedades físicas y mecánicas del hormigón elaborado con fibras de acero reciclado. Título profesional de Ingeniería Civil. Universidad Central del Ecuador. Quito.
- CARRANZA Vergaray, Johan. Aplicación de fibras de acero para mejorar el comportamiento mecánico del concreto  $F'c = 210 \text{ kg/cm}^2$ , en losas industriales en el distrito de Huarochirí-lima. Tesis (Título profesional en Ingeniería Civil).
- CARRAZGA, Johan. 2018. Aplicación de las fibras de acero para mejorar el comportamiento mecánico del concreto  $F'c = 210 \text{ kg/cm}^2$  en losas industriales en el distrito de Huarochirí-lima. Título profesional de Ingeniería Civil. Universidad Cesar Vallejo. Lima.
- CARREIRA, D. (2004). Stress-strain relationship for plain concrete in compresión. En: ACI Journal, vol n°6, pp.797-804.
- CARRILLO, Julián. 2015. Efecto del ion cloruro sobre las propiedades mecánicas a compresión del concreto reforzado con fibras de acero RC-65135.BN. ingeniería y desarrollo. vol. 33, n°2. Colombia.  
<http://dx.doi.org/10.14482/inde.332-7075>
- CONDORI, Elizabeth y PALOMARES, Veronica. Analisis del comportamiento mecánico del concreto con adición de virutas de acero recicladas para pavimentos rígidos en Lima, 2018. Tesis (título profesional de ingeniería civil). Peru: Universidad Cesar Vallejo, 2018 Lima. pp 24.
- EZELDIN, A. (2006). Normal and high-strength fiber-reinforced concrete under compression. En: Journal of materials in civil engineering, vol.4, n°4, pp.415-429.
- FUENTES, J. 2017. Concreto reforzado con fibras. Sika. Vol 1. pág. 1-pag 23. Colombia.
- GALLO, L. comportamiento del concreto reforzado con fibras de acero ZP-306 sometidos a esfuerzos de compresión. Ciencia e ingeniería Neogranadina. Vol.2.pag 118-pag133.Colombia.

GARATE, Melissa. Efecto de la viruta de acero en la resistencia a la compresión del concreto  $F'c = 210 \text{ kg/cm}^2$ . Tesis (título profesional de ingeniería civil). Perú: universidad cesar vallejo, 2018 Trujillo. pp 33.

GARCIA, Heyner y Sarmiento, Jhon. Mejoramiento de un concreto de 3000 PSI con adición de viruta de acero con porcentajes de 6%, 8% y 10% respecto al agregado fino de la mezcla. Tesis (título profesional de Ingeniería Civil). Bolivia: Universidad Pontificia Bolivariana Seccional Bucaramanga, 2008. Pp. Bucaramanga.

HARMSSEN, T. 2002. Diseño de estructuras de concreto armado (tercera edición). Perú. Pontificia Universidad Católica del Perú.

HARMSSEN, Teodoro. Diseño de estructuras de concreto armado. Lima, 2017. 680pp.  
ISBN:9972-42-730-7

LEO, Wendy. 2007. Utilización de fibras metálicas para la construcción de concreto reforzado en la ciudad de Pucallpa. Título profesional de ingeniería Civil. Universidad Ricardo Palma. Lima.

LOPEZ, Jorgue. 2015. Análisis de las propiedades del concreto reforzado con fibras cortas de acero y macro fibras de polipropileno. Influencia del tipo y consumo de fibra adicionado. Maestría en Ingeniería. Universidad Autónoma de México. México DF.

MANSUR, M. (2010). Stress- strain relation ship of high-strength fiber concrete in compression. En: Journal of material in civil engineering, Vol 11, nº1, pp.21-29.

MARMOL, Patricia. 2010. hormigón con fibras de acero características mecánicas. Maestría en Ingeniería de estructuras, cimentaciones y materiales. Universidad Politécnica de Madrid. Madrid.

MCCORMAC, Jack, Diseño de concreto reforzado. Lima, 2018. 710pp.  
ISBN: 978-670-707-231-7

MOYA, J. Análisis de las propiedades físicas y mecánicas del hormigón elaborado con fibras de acero reciclado. Ingenio. Vol. 1.pag 7 – pág. 16. Ecuador.

ORBE, A.2015. Estudio para la optimización de la compresión de HACFRA hormigón autocompactante reforzado con fibras de acero estructuras. Informes de la construcción. vol. 67, 537, España. /<http://dx.doi.org/10.3989/ic:13.080>

OSPINA, Sandra, LOPEZ, Lucio y CARRILLO, Jeinner. Afectación de la resistencia a flexión en concretos modificados con reciclado de concreto, Colombia: Revista Infraestructura Vial, (18):14-19, 2016.

ISSN: 2215-3705

PACHECO, German. Resistencia a compresión axial del concreto  $F'_c=175 \text{ kg/cm}^2$  incorporando diferentes porcentajes de virutas de acero ensayadas a diferentes edades, UPN-216. Tesis (título profesional en Ingeniería Civil). Perú: Universidad Privada del Norte, 2016. pp 130. Cajamarca.

POPOVICS, S. (2008). A numerical approach to the complete stress-strain urve of concrete. En: cement and concrete research, vol 3, n° 5, pp.583-599.

RAMOS, Hesisin. Aplicación de fibras estructurales a os pilotes tipo CPI8. Maestría de Ingeniería Civil. Universidad Politécnica de Catalunya. Barcelona.

REMUZGO Y MOY, José y Noelia. 2013. Influencia de las fibras de acero en las propiedades del concreto en losas aligeradas a 3200 m.s.n.m. Título profesional de Ingeniería Civil. Universidad Nacional del centro del Perú. Huancayo.

REYES, F. 2015. Efecto de la adición en losas de concreto. Geotecnia. Universidad Javeriana. <http://www.researchgate.net/publication/272164660>

REYES, Juan y RODRIGUEZ, Yamid. Análisis de la resistencia a la compresión del concreto al adicionar limalla fina en un 3%, 4% y 5% respecto al peso de la mezcla. Tesis (Título profesional de Ingeniería Civil). Bolivia: Universidad Pontificia Secciones Bucaramanga, 2010. Pp147. Bucaramanga.

RIVVA, Enrique. Diseño de mezclas. Lima, 2015. 292pp.

SANDOVAL, Franklin. Análisis comparativo de la resistencia a tracción y compresión del hormigón adicionando virutas de acero comercial fundido y el hormigón con fibras de acero comerciales. Tesis (título profesional de ingeniería civil). Ecuador: Universidad técnica de Ambato facultad de ingeniería civil y mecánica 2017.pp 97 Ambato.

SEGERER, M. (09 de 11 de 2010). El hormigón elaborado y su historia. [http://www.hormigonelaborado.com/archivos/presentación\\_historio\\_delhormigon-mar\\_del\\_plata.pdf](http://www.hormigonelaborado.com/archivos/presentación_historio_delhormigon-mar_del_plata.pdf).

SMPIERI, Roberto. Metodología de la investigación: Las rutas cuantitativas, cualitativas y mixtas. México, 2018. 714pp. ISBN:978-1-4562-6096-5

TEPANTASIG, S. (2014). Comportamiento del hormigón reforzado con fibras de acero y su influencia en sus propiedades mecánicas en el Cantón de Ambato, provincia de Ingurahua. Ambato, ecuador. Trujillo: Universidad Privada Antenor Orrego, 2017. 98pp.

VASQUEZ, Oscar, Reglamento nacional de edificaciones. Lima, 2015. 636pp. ISBN: 956-852-425-152-6

VILCHEZ Ulloa, Frank. Influencia de la adición de fibras de acero en la ductilidad de columnas de concreto reforzado. Tesis (Título profesional en Ingeniería Civil).

ZERBINO, R. hormigón autocompactante con fibras. Conicet. Vol 34. Argentina.

## **ANEXOS**

Anexo 1: Matriz de consistencia

Anexo 2: Diseño de mezcla  $f_c=210 \text{ kg/cm}^2$

Anexo 3: Resultado de ensayo a compresión y tracción a edad de 7 y 28 días – Patrón

Anexo 4: Resultado de ensayo a compresión y tracción a edad de 7 y 28 días – 0.5% FAR

Anexo 5: Resultado de ensayo a compresión y tracción a edad de 7 y 28 días – 1.0% FAR

Anexo 6: Resultado de ensayo a compresión y tracción a edad de 7 y 28 días – 1.5% FAR

Anexo 7: Resultado de ensayo a flexión de 28 días

Anexo 8: Certificado de calibración de maquina universal N° 2

Anexo 9: Certificado de calibración de máquina de ensayo universal N° 3

Anexo 10: Certificado de calibración de máquina de compresión axial electro-hidráulica

Anexo 11: Recolección de virutas de acero

Anexo 12: Visita de campo a la cantera San Martin de Porras

Anexo 13: Análisis granulométrico de agregados

Anexo 14: Ensayo a compresión

Anexo 15: Ensayo a tracción

Anexo 16: Ensayo a flexión

Anexo 17: Elaboración de probetas

## Anexo 1: Matriz de consistencia

MATRIZ DE CONSISTENCIA					
PROBLEMAS	OBJETIVOS	HIPÓTESIS	VARIABLES	DIMENSIONES	INDICADORES
PROBLEMA GENERAL	OBJETIVO GENERAL	HIPÓTESIS GENERAL	Adición de fibras de acero reciclado	Tipo de fibra de acero reciclado: en forma de zuncho Longitud: 5cm Espesor: 0.5cm	Porcentaje de 0.50% respecto al peso del agregado fino Porcentaje de 1.00% respecto al peso del agregado fino Porcentaje de 1.50% respecto al peso del agregado fino
¿Qué efecto produce la adición de fibras de acero reciclado en las propiedades mecánicas del concreto $F'c=210\text{kg/cm}^2$ ?	Determinar el efecto que produce la adición de fibras de acero reciclado en las propiedades mecánicas del concreto $F'c=210\text{kg/cm}^2$ .	La adición de fibras de acero reciclado influye significativamente en las propiedades mecánicas del concreto $F'c=210\text{kg/cm}^2$ .			
PROBLEMAS ESPECÍFICOS	OBJETIVOS ESPECÍFICOS	HIPÓTESIS ESPECÍFICOS	Propiedades mecánicas del concreto $F'c=210\text{kg/cm}^2$	Resistencia a compresión del concreto $F'c=210\text{ kg/cm}^2$	Ensayo a compresión (0% ,0.5%,1.0% y1.5%)de las fibras de acero reciclado a la edad de 7 y 28 días.
¿Qué efecto produce en la resistencia a compresión $F'c=210\text{kg/cm}^2$ la aplicación de las fibras de acero reciclado en porcentajes de 0.50%; 1.00% y 1.50%?	Calcular la resistencia a compresión del concreto $F'c=210\text{kg/cm}^2$ aplicando las fibras de acero reciclado en porcentajes de 0.50%; 1.00% y 1.50%.	La aplicación de las fibras de acero reciclado en porcentajes de 0.50%; 1.00% y 1.50% incrementa la resistencia a compresión del concreto $F'c=210\text{kg/cm}^2$ .		Resistencia a tracción del concreto $F'c=210\text{ kg/cm}^2$	Ensayo a tracción (0% ,0.5%,1.0% y1.5%)de las fibras de acero reciclado a la edad de 7 y 28 días.
¿Qué efecto produce en la resistencia a la flexión del concreto $F'c=210\text{kg/cm}^2$ el uso de las fibras de acero reciclado en porcentajes de 0.50%; 1.00% y 1.50%?	Evaluar la resistencia a flexión del concreto $F'c=210\text{kg/cm}^2$ usando las fibras de acero reciclado en porcentajes de 0.50%; 1.00% y 1.50%.	El uso de las fibras de acero reciclado en los porcentajes de 0.50%; 1.00% y 1.50% aumentara la resistencia a la flexión del concreto $F'c=210\text{kg/cm}^2$ .		Resistencia a flexión del concreto $F'c=210\text{ kg/cm}^2$	Ensayo a flexión (0% ,0.5%,1.0% y1.5%)de las fibras de acero reciclado a la edad de 28 días.
¿En cuánto mejora la resistencia a tracción del concreto $F'c=210\text{kg/cm}^2$ incrementando las fibras de acero reciclado en porcentajes de 0.50%; 1.00% y 1.50%?	Determinar la resistencia a tracción del concreto $F'c=210\text{kg/cm}^2$ incrementando las fibras de acero reciclado en porcentajes de 0.50%; 1.00% y 1.50%.	El incremento de las fibras de acero reciclado en porcentajes de 0.50%; 1.00% y 1.50% mejora la resistencia a tracción del concreto $F'c=210\text{kg/cm}^2$ .			

Fuente: Elaboración propia

## Anexo 2: Diseño de mezcla $F'c=210\text{kg/cm}^2$

 **UNIVERSIDAD NACIONAL DE INGENIERÍA**  
**Facultad de Ingeniería Civil**  
**LABORATORIO N° 1 DE ENSAYO DE MATERIALES "ING. MANUEL GONZÁLES DE LA COTERA"**

Carrera de Ingeniería Civil Acreditada por  
 **ABET**  
Engineering  
Technology  
Accreditation  
Commission

Pág. 1 de 5

### INFORME

**Del** : Laboratorio N°1 Ensayo de Materiales  
**A** : - CORDOVA CIERTO DANNA ESTHEFANY - TURPO MAMANI ERIKA  
**Obra** : ADICIÓN DE LAS FIBRAS DE ACERO RECICLADO PARA MEJORAR EL COMPORTAMIENTO MECÁNICO A COMPRESIÓN, TRACCIÓN Y FLEXIÓN DEL CONCRETO  $F'c=210\text{ KG/CM}^2$   
**Ubicación** : UCV-ATE  
**Asunto** : Diseño de mezcla  $f'c = 210\text{ Kg/cm}^2$   
**Expediente N°** : 19-3948  
**Recibo N°** : 67909  
**Fecha de emisión** : 18/10/2019

#### 1.0 DE LOS MATERIALES

##### 1.1 Cemento:

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

##### 1.2 Agregado Fino:

Consistente en una Muestra de ARENA GRUESA procedente de la cantera SAN MARTIN DE PORRAS SAC.  
Las características se indican en el ANEXO 1.

##### 1.3 Agregado Grueso:

Consistente en una Muestra de PIEDRA CHANCADA procedente de la cantera SAN MARTIN DE PORRAS SAC.  
Las características se indican en el ANEXO 2.

##### 1.4 Combinación de Agregados:

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

##### 1.5 Agua:

Se usó agua potable procedente de la red UNI.



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

#### NOTAS:

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

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



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



(511) 381-3343



(511) 481-1070 Anexo: 4058 / 4046



[www.lem.uni.edu.pe](http://www.lem.uni.edu.pe)



[lem@uni.edu.pe](mailto:lem@uni.edu.pe)



Laboratorio de Ensayo  
de Materiales - UNI





Expediente N° : 19-3948

**2.0 DISEÑO DE MEZCLA FINAL ( f'c = 210 Kg/cm<sup>2</sup> ) CEMENTO SOL Tipo I**

**2.1 CARACTERÍSTICAS GENERALES**

Denominación	.....	f'c = 210 Kg/cm <sup>2</sup>
Asentamiento	.....	3" - 4"
Relación a/c de diseño	.....	0.52
Relación a/c de obra	.....	0.50
Proporciones de diseño	.....	1 : 1.90 : 1.97
Proporciones de obra	.....	1 : 1.95 : 1.98

**2.2 CANTIDAD DE MATERIAL DE DISEÑO POR m<sup>3</sup> DE CONCRETO**

Cemento	.....	420 Kg.
Arena	.....	797 Kg.
Piedra	.....	828 Kg.
Agua	.....	219 L.

**2.3 CANTIDAD DE MATERIAL POR m<sup>3</sup> DE CONCRETO EN OBRA**

Cemento	.....	420 Kg.
Arena	.....	819 Kg.
Piedra	.....	832 Kg.
Agua	.....	211 L.

**2.4 CANTIDAD DE MATERIAL POR BOLSA DE CEMENTO EN OBRA**

Cemento	.....	42.50 Kg.
Arena	.....	82.84 Kg.
Piedra	.....	84.09 Kg.
Agua	.....	21.32 L.

**2.5 PROPORCIONES APROXIMADAS EN VOLUMEN**

Proporciones	.....	CEMENTO	ARENA	PIEDRA
Agua	.....	1	1.85	2.20
		21.32	L/bolsa	

**3.0 OBSERVACIONES:**

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

Hecho por : Ing. M. A. Tejada S.  
 Técnico : Sr. G.P.L.



**NOTAS:**

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

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



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



(511) 481-1070 Anexo: 4058 / 4046



www.lem.uni.edu.pe



lem@uni.edu.pe



Laboratorio de Ensayo  
 de Materiales - UNI





**UNIVERSIDAD NACIONAL DE INGENIERÍA**  
**Facultad de Ingeniería Civil**

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



**ANEXO 1**

EXPEDIENTE N° : 19-3948

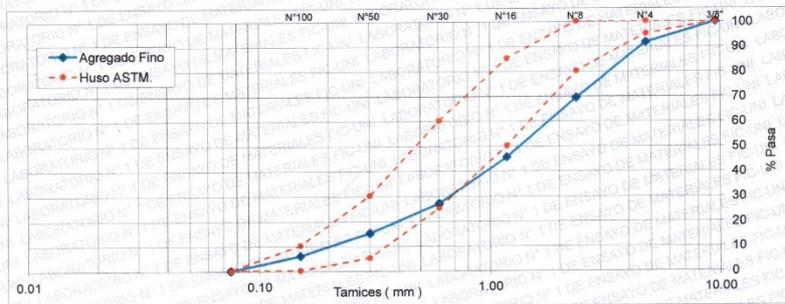
**1. CARACTERÍSTICAS DEL AGREGADO FINO :**

Consiste en una Muestra de ARENA GRUESA procedente de la cantera SAN MARTIN DE PORRAS SAC.

**A) ANÁLISIS GRANULOMÉTRICO**

TAMIZ		% RET.	% RET. ACUM.	% PASA	% PASA. ASTM C 33 HUSO AGR. FINO
3/8"	9.50	0.0	0.0	100.0	100
N°4	4.75	8.4	8.4	91.6	95 - 100
N°8	2.36	22.2	30.6	69.4	80 - 100
N°16	1.18	23.9	54.5	45.5	50 - 85
N°30	0.60	18.5	73.0	27.0	25 - 60
N°50	0.30	11.9	84.9	15.1	5 - 30
N°100	0.15	9.3	94.1	5.9	0 - 10
FONDO		5.9	100.0	0.0	

**B) CURVA DE GRANULOMETRÍA**



**C) PROPIEDADES FÍSICAS**

Módulo de Fineza	3.45
Peso Unitario Suelto (kg/m <sup>3</sup> )	1582
Peso Unitario Compactado (kg/m <sup>3</sup> )	1785
Peso Especifico (g/cm <sup>3</sup> )	2.61
Contenido de Humedad (%)	2.77
Porcentaje de Absorción (%)	1.30

**2. OBSERVACIONES:**

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

Hecho por : Ing. M. A. Tejada S.  
 Técnico : Sr. G.P.L.

**NOTAS:**

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

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



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



www.lem.uni.edu.pe



lem@uni.edu.pe



Laboratorio de Ensayo de Materiales - UNI





**ANEXO 2**

EXPEDIENTE N° : 19-3948

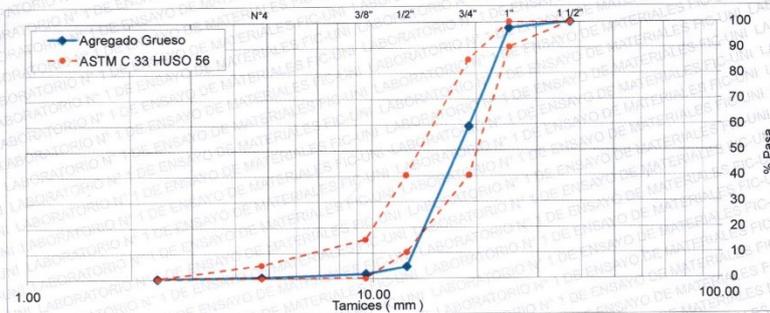
**1. CARACTERÍSTICAS DEL AGREGADO GRUESO :**

Consiste en una Muestra de PIEDRA CHANCADA procedente de la cantera SAN MARTIN DE PORRAS SAC.

**A) ANÁLISIS GRANULOMÉTRICO**

TAMIZ		% RET.	% RET. ACUM.	% PASA	% PASA. ASTM C 33 HUSO 56
(Pulg)	(mm)				
1 1/2"	37.50	0.0	0.0	100.0	100
1"	25.00	2.3	2.3	97.7	90 - 100
3/4"	19.00	38.5	40.8	59.2	40 - 85
1/2"	12.50	54.7	95.5	4.5	10 - 40
3/8"	9.50	2.7	98.3	1.8	0 - 15
N°4	4.75	1.3	99.6	0.4	0 - 5
FONDO		0.4	100.0	0.0	

**B) CURVA DE GRANULOMETRÍA**



**C) PROPIEDADES FÍSICAS**

Módulo de Fineza	7.37
Peso Unitario Suelto (kg/m <sup>3</sup> )	1353
Peso Unitario Compactado (kg/m <sup>3</sup> )	1573
Peso Específico (g/cm <sup>3</sup> )	2.62
Contenido de Humedad (%)	0.40
Porcentaje de Absorción (%)	0.90

**2. OBSERVACIONES:**

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

Hecho por : Ing. M. A. Tejada S.  
 Técnico : Sr. G.P.L.

**NOTAS:**

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



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



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



www.lem.uni.edu.pe  
 lem@uni.edu.pe



Laboratorio de Ensayo de Materiales - UNI





**ANEXO 3**

EXPEDIENTE N° : 19-3948

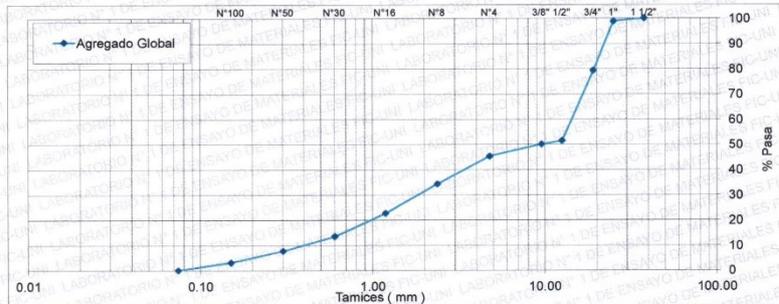
**1. CARACTERÍSTICAS DEL AGREGADO GLOBAL :**

Consiste en una combinación de ARENA GRUESA procedente de la cantera SAN MARTIN DE PORRAS SAC y PIEDRA CHANCADA procedente de la cantera SAN MARTIN DE PORRAS SAC.

**A) ANÁLISIS GRANULOMÉTRICO**

TAMIZ		% RET.	% RET. ACUM.	% PASA
(Pulg)	(mm)			
1 1/2"	37.50	0.0	0.0	100.0
1"	25.00	1.2	1.2	98.8
3/4"	19.00	19.6	20.8	79.2
1/2"	12.50	27.8	48.6	51.4
3/8"	9.50	1.4	50.0	50.0
N°4	4.75	4.8	54.8	45.2
N°8	2.36	10.9	65.7	34.3
N°16	1.18	11.7	77.4	22.6
N°30	0.60	9.1	86.5	13.5
N°50	0.30	5.8	92.4	7.6
N°100	0.15	4.6	96.9	3.1
FONDO		3.1	100.0	0.0

**B) CURVA DE GRANULOMETRÍA**



**C) PROPIEDADES FÍSICAS**

Tamaño Nominal Máximo	3/4"
Módulo de Fineza	5.44
% Agregado Grueso	50.87
% Agregado Fino	49.13

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

Hecho por : Ing. M. A. Tejada S.  
 Técnico : Sr. G.P.L.

**NOTAS:**

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

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

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

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



# Anexo 3: Resultado de ensayo a compresión y tracción a la edad de 7 y 28 días – Patrón



## UNIVERSIDAD NACIONAL DE INGENIERÍA Facultad de Ingeniería Civil LABORATORIO N° 1 DE ENSAYO DE MATERIALES "ING. MANUEL GONZÁLES DE LA COTERA"



Pág. 1 de 5

### INFORME

Del : Laboratorio N°1 Ensayo de Materiales  
 A : - CORDOVA CIERTO DANNA ESTHEFANY - TURPO MAMANI ERIKA  
 Obra : EFECTO DE LA ADICIÓN DE FIBRAS DE ACERO RECICLADO EN LAS PROPIEDADES MECANICAS A COMPRESIÓN, TRACCIÓN Y FLEXIÓN DEL CONCRETO F'c=210 KG/CM2, LIMA 2019  
 Ubicación : UCV-LIMA-ATE  
 Asunto : Verificación de diseño de mezcla, Ensayo de Resistencia a la Compresión y Ensayo de Resistencia a la Tracción por Compresión Diametral.  
 Expediente N° : 19-3992  
 Recibo N° : 67376  
 Fecha de emisión : 20/11/2019

1. DE LA MUESTRA : El solicitante proporcionó al laboratorio los materiales, la dosificación a utilizar en la mezcla es la desarrollada en la solicitud 19-3948.

Dosificación en obra:	
CEMENTO - SOL TIPO I	420 kg
AGUA de la RED UNI	211 kg
ARENA GRUESA CANTERA HUACHIPA	819 kg
PIEDRA CHANCADA CANTERA UNICON	832 kg

2. MÉTODO DEL ENSAYO : Normas de referencia NTP 339.034:2015, NTP 339.084:2017  
 Procedimiento interno AT-PR-12

3. RESULTADOS : Ensayo de Resistencia a la Compresión

Muestra	Edad de Ensayo (días)	Diámetro Promedio (cm)	Área (cm <sup>2</sup> )	Carga de Rotura (kg)	Resistencia a la Compresión (kg/cm <sup>2</sup> )	Resistencia Promedio (kg/cm <sup>2</sup> )	Coefficiente de Variación	Rango
PATRÓN 1 7D	7	10.00	78.46	18485	236	234	1.1%	2.0%
PATRÓN 2 7D	7	10.00	78.54	18462	235			
PATRÓN 3 7D	7	10.03	78.93	18234	231			
PATRÓN 1 28D	28	10.04	79.09	23498	297	302	2.2%	4.2%
PATRÓN 2 28D	28	10.08	79.80	23861	299			
PATRÓN 3 28D	28	9.97	77.99	24150	310			

#### Resistencia a la Tracción por Compresión Diametral.

Muestra	Edad de Ensayo (días)	Diámetro Promedio (cm)	Altura Promedio (cm)	Carga de Rotura (kg)	Resistencia a la Tracción (kg/cm <sup>2</sup> )
PATRÓN 1 7D	7	10.65	21.76	11402	31
PATRÓN 2 7D	7	10.55	21.50	10805	30
PATRÓN 3 7D	7	10.50	21.27	12874	37
PATRÓN 1 28D	28	10.16	20.05	9174	29
PATRÓN 2 28D	28	10.07	20.04	10269	32
PATRÓN 3 28D	28	10.15	20.06	10006	31

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

Hecho por : Ing. M. A. Tejada S.  
 Técnico : Sr. L.O.R.



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

#### NOTAS:

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

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



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



www.lem.uni.edu.pe



lem@uni.edu.pe



Laboratorio de Ensayo de Materiales - UNI



# Anexo 4: Resultado de ensayo a compresión y tracción a la edad de 7 y 28 días – 0.5% FAR



## UNIVERSIDAD NACIONAL DE INGENIERÍA

### Facultad de Ingeniería Civil

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

Carrera de Ingeniería Civil Acreditada por



Engineering  
Technology  
Accreditation  
Commission

---

Pág. 2 de 5

### INFORME

**Del** : Laboratorio N°1 Ensayo de Materiales

**A** : - CORDOVA CIERTO DANNA ESTHEFANY - TURPO MAMANI ERIKA

**Obra** : EFECTO DE LA ADICIÓN DE FIBRAS DE ACERO RECICLADO EN LAS PROPIEDADES MECANICAS A COMPRESIÓN, TRACCIÓN Y FLEXIÓN DEL CONCRETO F'c=210 KG/CM2, LIMA 2019

**Ubicación** : UCV-LIMA-ATE

**Asunto** : Verificación de diseño de mezcla, Ensayo de Resistencia a la Compresión y Ensayo de Resistencia a la Tracción por Compresión Diametral.

**Expediente N°** : 19-3992

**Recibo N°** : 67376

**Fecha de emisión** : 20/11/2019

---

**1. DE LA MUESTRA** : El solicitante proporcionó al laboratorio los materiales, la dosificación a utilizar en la mezcla está basada en la desarrollada en la solicitud 19-3948.

	Dosificación en obra:
CEMENTO - SOL TIPO I	420 kg
AGUA de la RED UNI	211 kg
ARENA GRUESA CANTERA HUACHIPA	819 kg
PIEDRA CHANCADA CANTERA UNICON	832 kg
ADICIÓN - FIBRAS DE ACERO RECICLADO	4.1 Kg

**2. MÉTODO DEL ENSAYO** : Normas de referencia NTP 339.034:2015, NTP 339.084:2017  
Procedimiento interno AT-PR-12

**3. RESULTADOS** : Ensayo de Resistencia a la Compresión

Muestra	Edad de Ensayo (días)	Diámetro Promedio (cm)	Área (cm <sup>2</sup> )	Carga de Rotura (kg)	Resistencia a la Compresión (kg/cm <sup>2</sup> )	Resistencia Promedio (kg/cm <sup>2</sup> )	Coefficiente de Variación	Rango
0.5% 1 7D	7	9.96	77.83	16053	206	212	2.4%	4.7%
0.5% 2 7D	7	9.99	78.30	16682	213			
0.5% 3 7D	7	9.96	77.91	16838	216			
0.5% 1 28D	28	9.99	78.38	22371	285	288	0.9%	1.8%
0.5% 2 28D	28	9.97	77.99	22654	290			
0.5% 3 28D	28	10.06	79.41	22920	289			

Resistencia a la Tracción por Compresión Diametral.

Muestra	Edad de Ensayo (días)	Diámetro Promedio (cm)	Altura Promedio (cm)	Carga de Rotura (kg)	Resistencia a la Tracción (kg/cm <sup>2</sup> )
0.5% 1 7D	7	10.65	21.76	11490	32
0.5% 2 7D	7	10.55	21.50	10570	30
0.5% 3 7D	7	10.50	21.27	10018	29
0.5% 1 28D	28	10.03	20.07	11379	36
0.5% 2 28D	28	10.04	20.04	13188	42
0.5% 3 28D	28	10.07	20.06	11702	37

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

Hecho por : Ing. M. A. Tejada S.

Técnico : Sr. L.O.R.



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

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

---



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

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

(511) 381-3343

(511) 481-1070 Anexo: 4058 / 4046

www.lem.uni.edu.pe

lem@uni.edu.pe

Laboratorio de Ensayo de Materiales - UNI



# Anexo 5: Resultado de ensayo a compresión y tracción a la edad de 7 y 28 días – 1.0%

FAC



## UNIVERSIDAD NACIONAL DE INGENIERÍA

### Facultad de Ingeniería Civil

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

Carretera de Ingeniería Civil Acreditada por



Engineering  
Technology  
Accreditation  
Commission

Pág. 3 de 5

### INFORME

**Del** : Laboratorio N°1 Ensayo de Materiales  
**A** : - CORDOVA CIERTO DANNA ESTHEFANY - TURPO MAMANI ERIKA  
**Obra** : EFECTO DE LA ADICIÓN DE FIBRAS DE ACERO RECICLADO EN LAS PROPIEDADES MECANICAS A COMPRESIÓN, TRACCIÓN Y FLEXIÓN DEL CONCRETO F'c=210 KG/CM2, LIMA 2019  
**Ubicación** : UCV-LIMA-ATE  
**Asunto** : Verificación de diseño de mezcla, Ensayo de Resistencia a la Compresión y Ensayo de Resistencia a la Tracción por Compresión Diametral.  
**Expediente N°** : 19-3992  
**Recibo N°** : 67376  
**Fecha de emisión** : 20/11/2019

---

**1. DE LA MUESTRA** : El solicitante proporcionó al laboratorio los materiales, la dosificación a utilizar en la mezcla está basada en la desarrollada en la solicitud 19-3948.

	Dosificación en obra:
CEMENTO - SOL TIPO I	420 kg
AGUA de la RED UNI	211 kg
ARENA GRUESA CANTERA HUACHIPA	819 kg
PIEDRA CHANCADA CANTERA UNICON	832 kg
ADITIVO - FIBRAS DE ACERO RECICLADO	8.2 Kg

**2. MÉTODO DEL ENSAYO** : Normas de referencia NTP 339.034:2015, NTP 339.084:2017  
 Procedimiento interno AT-PR-12

**3. RESULTADOS** :  
**Ensayo de Resistencia a la Compresión**

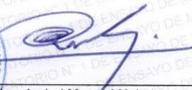
Muestra	Edad de Ensayo (días)	Diámetro Promedio (cm)	Área (cm <sup>2</sup> )	Carga de Rotura (kg)	Resistencia a la Compresión (kg/cm <sup>2</sup> )	Resistencia Promedio (kg/cm <sup>2</sup> )	Coefficiente de Variación	Rango
1.0% 1 7D	7	10.75	90.76	15898	175	176	2.8%	5.5%
1.0% 2 7D	7	10.35	84.13	15302	182			
1.0% 3 7D	7	10.43	85.36	14699	172			
1.0% 1 28D	28	10.25	82.44	22444	272	273	2.7%	5.3%
1.0% 2 28D	28	10.03	79.01	21081	267			
1.0% 3 28D	28	10.01	78.62	22107	281			

**Resistencia a la Tracción por Compresión Diametral.**

Muestra	Edad de Ensayo (días)	Diámetro Promedio (cm)	Altura Promedio (cm)	Carga de Rotura (kg)	Resistencia a la Tracción (kg/cm <sup>2</sup> )
1.0% 1 7D	7	10.65	21.76	8910	24
1.0% 2 7D	7	10.55	21.50	9383	26
1.0% 3 7D	7	10.50	21.27	8569	24
1.0% 1 28D	28	9.96	20.06	13168	42
1.0% 2 28D	28	10.04	20.07	13486	43
1.0% 3 28D	28	10.04	20.21	13297	42

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

Hecho por : Ing. M. A. Tejada S.  
 Técnico : Sr. L.O.R.



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

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



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

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

www.lem.uni.edu.pe  
 lem@uni.edu.pe

Laboratorio de Ensayo de Materiales - UNI



# Anexo 6: Resultado de ensayo a compresión y tracción a la edad de 7 y 28 días – 1.5% FAR

FAR



**UNIVERSIDAD NACIONAL DE INGENIERÍA**  
**Facultad de Ingeniería Civil**  
**LABORATORIO N° 1 DE ENSAYO DE MATERIALES "ING. MANUEL GONZÁLES DE LA COTERA"**

Carrera de Ingeniería Civil Acreditada por  
**ABET** Engineering Technology Accreditation Commission

Pág. 4 de 5

---

**INFORME**

**Del** : Laboratorio N°1 Ensayo de Materiales  
**A** : - CORDOVA CIERTO DANNA ESTHEFANY - TURPO MAMANI ERIKA  
**Obra** : EFECTO DE LA ADICIÓN DE FIBRAS DE ACERO RECICLADO EN LAS PROPIEDADES MECANICAS A COMPRESIÓN, TRACCIÓN Y FLEXIÓN DEL CONCRETO F'c=210 KG/CM2, LIMA 2019  
**Ubicación** : UCV-LIMA-ATE  
**Asunto** : Verificación de diseño de mezcla, Ensayo de Resistencia a la Compresión y Ensayo de Resistencia a la Tracción por Compresión Diametral.  
**Expediente N°** : 19-3992  
**Recibo N°** : 67376  
**Fecha de emisión** : 20/11/2019

---

**1. DE LA MUESTRA** : El solicitante proporcionó al laboratorio los materiales, la dosificación a utilizar en la mezcla está basada en la desarrollada en la solicitud 19-3948.

	Dosificación en obra:
CEMENTO - SOL TIPO I	420 kg
AGUA de la RED UNI	211 kg
ARENA GRUESA CANTERA HUACHIPA	819 kg
PIEDRA CHANCADA CANTERA UNICON	832 kg
ADITIVO - FIBRAS DE ACERO RECICLADO	12.3 Kg

**2. MÉTODO DEL ENSAYO** : Normas de referencia NTP 339.034:2015, NTP 339.084:2017  
Procedimiento interno AT-PR-12

**3. RESULTADOS** :  
Ensayo de Resistencia a la Compresión

Muestra	Edad de Ensayo (días)	Diámetro Promedio (cm)	Área (cm <sup>2</sup> )	Carga de Rotura (kg)	Resistencia a la Compresión (kg/cm <sup>2</sup> )	Resistencia Promedio (kg/cm <sup>2</sup> )	Coefficiente de Variación	Rango
1.5% 1 7D	7	10.45	85.77	15079	176	177	2.2%	4.2%
1.5% 2 7D	7	10.55	87.42	15872	182			
1.5% 3 7D	7	10.55	87.42	15222	174			
1.5% 1 28D	28	10.09	79.88	20410	256	259	2.0%	3.5%
1.5% 2 28D	28	10.05	79.33	20990	265			
1.5% 3 28D	28	10.00	78.46	20054	256			

**Resistencia a la Tracción por Compresión Diametral.**

Muestra	Edad de Ensayo (días)	Diámetro Promedio (cm)	Altura Promedio (cm)	Carga de Rotura (kg)	Resistencia a la Tracción (kg/cm <sup>2</sup> )
1.5% 1 7D	7	10.65	21.76	8493	23
1.5% 2 7D	7	10.55	21.50	7487	21
1.5% 3 7D	7	10.50	21.27	7524	21
1.5% 1 28D	28	10.03	20.55	13880	43
1.5% 2 28D	28	9.95	20.85	14037	43
1.5% 3 28D	28	10.09	20.52	13853	43

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

Hecho por : Ing. M. A. Tejada S.  
Técnico : Sr. L.O.R.



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

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

---

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

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

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



## Anexo 7: Resultado de ensayo a flexión a edad de 28 días



### UNIVERSIDAD NACIONAL DE INGENIERÍA

#### Facultad de Ingeniería Civil

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

Carrera de Ingeniería Civil Acreditada por



Engineering  
Technology  
Accreditation  
Commission

Pág. 5 de 5

### INFORME

**Del A Obra** : Laboratorio N°1 Ensayo de Materiales  
 : - CORDOVA CIERTO DANNA ESTHEFANY - TURPO MAMANI ERIKA  
 : EFECTO DE LA ADICIÓN DE FIBRAS DE ACERO RECICLADO EN LAS PROPIEDADES MECANICAS A COMPRESIÓN, TRACCIÓN Y FLEXIÓN DEL CONCRETO F' C=210 KG/CM2, LIMA 2019

**Ubicación** : UCV-LIMA-ATE  
**Asunto** : Ensayo de Resistencia a la Flexión con cargas a los tercios del tramo  
**Expediente N°** : 19-3992  
**Recibo N°** : 67376  
**Fecha de emisión** : 22/11/2019

- 1. DE LA MUESTRA** : Consistente en 12 vigas de concreto.  
**2. DEL EQUIPO** : Máquina de ensayo universal TOKYOKOKI SEIZOSHO  
 Certificado de Calibración CMC-066-2019  
**3. MÉTODO DEL ENSAYO** : Norma de referencia NTP 339.078:2017.

**4. RESULTADOS**

FECHA DE ENSAYO: 19/11/2019

MUESTRAS	EDAD DE LA MUESTRA (días)	DISTANCIA ENTRE APOYOS (cm)	DIMENSIONES (cm)			ÁREA (cm²)	CARGA DE ROTURA (Kg)	RESISTENCIA A LA FLEXIÓN (Kg/cm²)
			LARGO	ANCHO	ALTURA			
PATRÓN 000-001	28	45.0	50.4	15.0	15.5	756.0	3085	38.5
PATRÓN 000-002	28	45.0	50.3	14.9	15.4	749.5	2400	30.6
PATRÓN 000-003	28	45.0	50.0	15.6	15.3	780.0	3750	46.2
0.5% -001	28	45.0	50.4	15.7	15.4	791.3	3310	40.0
0.5% -002	28	40.0	45.2	15.5	15.4	700.6	4490	48.9
0.5% -003	28	45.0	50.5	15.0	15.0	757.5	2545	33.9
1.0% -001	28	45.0	50.2	15.4	15.6	773.1	3550	42.6
1.0% -002	28	45.0	50.0	15.3	15.0	765.0	3100	40.5
1.0% -003	28	40.0	45.2	15.2	15.0	687.0	4740	55.4
1.5% -001	28	45.0	50.5	15.5	16.0	782.8	3580	40.6
1.5% -002	28	40.0	45.5	15.0	15.0	682.5	4340	51.4
1.5% -003	28	40.0	45.2	15.5	15.2	700.6	4830	53.9

**5. OBSERVACIONES:**

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

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



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

**NOTAS:**

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

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

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

www.lem.uni.edu.pe

lem@uni.edu.pe

Laboratorio de Ensayo de Materiales - UNI



## Anexo 8: Certificado de calibración de maquina universal N° 2



### CERTIFICADO DE CALIBRACIÓN CMC-066-2019

Peticionario : Universidad Nacional de Ingeniería  
Atención : LEM - FIC - Universidad Nacional de Ingeniería  
Lugar de calibración : Laboratorio N° 1 de Ensayo de Materiales " Ing. Manuel Gonzales de la Cotera "  
FIC - UNI Av. Túpac Amaru N° 210 Rimac - Lima.

Tipo de equipo : Máquina Universal N° 2  
Capacidad del equipo : 20,000 kgf ; 50,000 kgf ; 10,000 kgf ; 5,000 kgf ; 100,000 kgf.  
División de escala : 20 kgf ; 100 kgf ; 10 kgf ; 10 kgf ; 100 kgf.  
Marca : TOKYOKOKI SEIZOSHO  
N° de serie del equipo : 177 T 128  
Código Interno UNI : MUNV-2  
Panel digital : Analógico.  
Número serie panel digital : N.I.  
Procedencia : JAPAN.  
Método de calibración : ASTM E-4 "Standard Practices for Force Verification of Testing machines"  
Temp.(°C) y H.R.(%) inicial : 19,8°C / 76%  
Temp.(°C) y H.R.(%) final : 19,8°C / 76%  
Patrón de referencia : Trazabilidad NIST (United States National Institute of Standards & Technology), patrón utilizado Morehouse, N° de serie C-8294, clase A, calibrado de acuerdo a la norma ASTM E74-18, certificado de calibración reporte N° C-8294(ASRET)K0518  
Número de páginas : 3  
Fecha de calibración : 2019-06-17

Este certificado de calibración sólo puede ser difundido sin modificaciones y en su totalidad.  
Las modificaciones y extractos del certificado necesitan autorización de CELDA EIRL.  
El presente certificado sin firmas y sellos carece de validez.

Sello	Fecha	Hecho por	Revisado por
	2019-06-19	 Vladimir Tello Torre TECNICO DE LABORATORIO	 JORGE FRANCISCO RAMIREZ JAPAJA INGENIERO CIVIL Reg. del CIP N° 64286

CMC-066-2019

Página 1 de 4

Av. Circunvalación s/n Mz. B Lt. 1 Urb. Praderas de Huachipa Lurigancho - Chosica Telf.: (01) 540 7661 e-mail: servicios@celda.com.pe

**Resultados de medición**

Dirección de carga : Compresión Escala : 20000 kg

Indicación de fuerza de la máquina de ensayo		Indicación de fuerza en la celda patrón			Promedio	Error	Incertidumbre K=2
(%)	(kgf)	1º ascenso	2º ascenso	3º ascenso			
0	0	0	0	0	0	0,0	0,1
10	2000	2054	2092	2102	2083	-4,0	0,3
20	4000	4057	4084	4112	4084	-2,1	0,2
30	6000	6045	6092	6010	6049	-0,8	0,1
40	8000	8045	7992	8006	8014	-0,2	0,1
50	10000	10056	10011	10003	10024	-0,2	0,1
60	12000	12043	11996	11998	12012	-0,1	0,1
70	14000	13945	13991	13998	13978	0,2	0,1
80	16000	15931	15905	15989	15942	0,4	0,1

Dirección de carga : Compresión Escala : 50000 kg

Indicación de fuerza de la máquina de ensayo		Indicación de fuerza en la celda patrón			Promedio	Error	Incertidumbre K=2
(%)	(kgf)	1º ascenso	2º ascenso	3º ascenso			
0	0	0	0	0	0	0,0	0,1
10	5000	5057	5101	5041	5086	-1,3	0,2
20	10000	10121	10120	10102	10114	-1,1	0,2
30	15000	15137	15107	15071	15105	-0,7	0,1
40	20000	20138	20157	20160	20152	-0,8	0,1
50	25000	25284	25241	25172	25232	-0,9	0,1
60	30000	30173	30154	30059	30129	-0,4	0,1
70	35000	35211	35183	35102	35165	-0,5	0,1
80	40000	40173	40222	40130	40175	-0,4	0,1



CMC-066-2019

Página 2 de 4

**Resultados de medición**

Dirección de carga : Compresión

Escala : 10000 kg

Indicación de fuerza de la máquina de ensayo		Indicación de fuerza en la celda patrón			Promedio	Error	Incertidumbre K=2
(%)	(kgf)	1° ascenso	2° ascenso	3° ascenso			
0	0	0	0	0	0	0,0	0,1
10	1000	1055	1058	1019	1044	-4,2	0,3
20	2000	2017	2006	1964	1996	0,2	0,1
30	3000	3065	3061	2962	3029	-1,0	0,2
40	4000	4024	4014	4043	4027	-0,7	0,1
50	5000	4990	4968	5013	4990	0,2	0,1
60	6000	5973	5964	5961	5966	0,6	0,1
70	7000	7020	6939	7014	6991	0,1	0,1
80	8000	7976	7935	7960	7957	0,5	0,1

0

Dirección de carga : Compresión

Escala : 5000 kg

Indicación de fuerza de la máquina de ensayo		Indicación de fuerza en la celda patrón			Promedio	Error	Incertidumbre K=2
(%)	(kgf)	1° ascenso	2° ascenso	3° ascenso			
0	0	0	0	0	0	0,0	0,1
10	500	527	533	522	527	-5,2	0,3
20	1000	986	980	951	972	2,9	0,2
30	1500	1586	1525	1466	1526	-1,7	0,2
40	2000	1982	1960	1956	1966	1,7	0,2
50	2500	2481	2491	2489	2487	0,5	0,1
60	3000	2966	3020	3007	2998	0,1	0,1
70	3500	3465	3465	3508	3479	0,6	0,1
80	4000	3970	3962	3983	3972	0,7	0,1



**Resultados de medición**

Dirección de carga : Compresión Escala : 100000 kg

Indicación de fuerza de la máquina de ensayo		Indicación de fuerza en la celda patrón			Promedio	Error	Incertidumbre K=2
(%)	(kgf)	1º ascenso (kgf)	2º ascenso (kgf)	3º ascenso (kgf)			
0	0	0	0	0	0	0,0	0,1
10	10000	10392	10462	10329	10394	-3,8	0,4
20	20000	20220	20198	20204	20207	-1,0	0,2
30	30000	30133	29952	29925	30003	0,0	0,1
40	40000	39904	39790	39782	39825	0,4	0,1
50	50000	49695	49650	49765	49703	0,6	0,1
60	60000	59356	59320	59414	59364	1,1	0,2
70	70000	69275	69145	69099	69173	1,2	0,2
80	80000	78988	79091	79124	79067	1,2	0,2

**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 y ha sido determinada de acuerdo a la "Guía para la expresión de la Incertidumbre en la medición".

**Notas**

El usuario esta obligado a tener el equipo verificado en intervalos apropiados de tiempo de acuerdo al uso, mantenimiento y conservación que este expuesto.

El equipo se encuentra calibrado



**Anexo 9: Certificado de calibración de máquina de ensayo universal N° 3**



**CERTIFICADO DE CALIBRACIÓN  
CMC-067-2019**

Peticionario : Universidad Nacional de Ingeniería

Atención : LEM - FIC - Universidad Nacional de Ingeniería

Lugar de calibración : Laboratorio N° 1 de Ensayo de Materiales " Ing. Manuel Gonzales de la Cotera " FIC - UNI Av. Túpac Amaru N° 210 Rimac - Lima.

Tipo de equipo : Máquina de Ensayo Uniaxial N° 3

Capacidad del equipo : 3,000 kN

División de escala : 0,1 kN

Marca : PROETI

Modelo : H0235

N° de serie del equipo : 4H0235/2

Panel digital : DIGITAL

Código Interno UNI : PHEC-3

Procedencia : ESPAÑA

Método de calibración : ASTM E-4 "Standard Practices for Force Verification of Testing Machines"

Temp.(°C) y H.R.(%) inicial : 19,8°C / 76%

Temp.(°C) y H.R.(%) final : 19,8°C / 76%

Patrón de referencia : Trazabilidad NIST (United States National Institute of Standards & Technology), patrón utilizado Morehouse, N° de serie C-8294, clase A, calibrado de acuerdo a la norma ASTM E74-18, certificado de calibración reporte N° C-8294(ASRET)K0518

Número de páginas : 2

Fecha de calibración : 2019-06-17

Este certificado de calibración sólo puede ser difundido sin modificaciones y en su totalidad.

Las modificaciones y extractos del certificado necesitan autorización de CELDA EIRL.  
El presente certificado sin firmas y sellos carece de validez.

Sello	Fecha	Hecho por	Revisado por
	2019-06-19	 Vladimir Tello Torre TECNICO DE LABORATORIO	 JORGE FRANCISCO RAMIREZ JAPAJA INGENIERO CIVIL Reg. del CIP N° 84286

CMC-067-2019

Página 1 de 2

Av. Circunvalación s/n Mz. B Lt. 1 Urb. Praderas de Huachipa Lurigancho - Chosica Telf.: (01) 540 7661 e-mail: servicios@celda.com.pe

**Resultados de medición**

Dirección de carga : Compresión

Indicación de fuerza de la máquina de ensayo		Indicación de fuerza en la celda patrón			Promedio	Error	Incertidumbre K=2
(%)	(kgf)	1° ascenso	2° ascenso	3° ascenso			
0	0	0	0	0	0	0,0	0,1
3	10000	9627	9618	9589	9611	4,0	0,3
7	20000	19550	19502	19570	19540	2,4	0,2
10	30000	29415	29551	29482	29483	1,8	0,2
13	40000	39527	39572	39531	39544	1,2	0,2
16	50000	49502	49417	49497	49472	1,1	0,2
20	60000	59435	59371	59393	59400	1,0	0,2
26	80000	79348	79335	79339	79340	0,8	0,1
33	100000	99079	99282	99187	99183	0,8	0,1
39	120000	119027	119087	119146	119087	0,8	0,1
46	140000	139047	139066	139067	139060	0,7	0,1
52	160000	158954	159077	159126	159052	0,6	0,1

**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 y ha sido determinada de acuerdo a la "Guía para la expresión de la Incertidumbre en la medición".

**Notas**

El usuario esta obligado a tener el equipo calibrado en intervalos apropiados de tiempo de acuerdo al uso, mantenimiento y conservación que este expuesto.

El equipo se encuentra calibrado.



## Anexo 10: Certificado de calibración de máquina de compresión axial electro-hidráulica



### CERTIFICADO DE CALIBRACIÓN CMC-103-2019

**Peticionario** : Universidad Nacional de Ingeniería  
**Atención** : LEM - FIC - Universidad Nacional de Ingeniería  
**Lugar de calibración** : Laboratorio N° 1 de Ensayo de Materiales " Ing. Manuel Gonzales de la Cotera "  
 FIC - UNI Av. Túpac Amaru N° 210 Rimac - Lima.  
**Tipo de equipo** : Máquina de Compresión Axial Eléctro-hidráulica  
**Capacidad del equipo** : 1,112 kN (250,000 lbf. ó 113 TN)  
**División de escala** : 0.1 kN  
**Marca** : ELE - INTERNATIONAL  
**Modelo** : 36-0650/06  
**N° de serie del equipo** : 9913 Código UNI : PHEC-4  
**Lector digital** : ADR TOUCH ELE-INTERNATIONAL  
**N° de serie lector digital** : 1887-1-00089  
**Procedencia** : USA  
**Método de calibración** : ASTM E-4 "Standard Practices for Force Verification of Testing Machines"  
**Temp.(°C) y H.R.(%) inicial** : 19,9°C / 78%  
**Temp.(°C) y H.R.(%) final** : 19,9°C / 78%  
**Patrón de referencia** : Trazabilidad NIST (United States National Institute of Standards & Technology), patrón utilizado Morehouse, N° de serie C-8294, clase A, calibrado de acuerdo a la norma ASTM E74-18, certificado de calibración reporte N° C-8294(ASRET)K0518  
**Número de páginas** : 2  
**Fecha de calibración** : 2019-09-30

Este certificado de calibración sólo puede ser difundido sin modificaciones y en su totalidad.

Las modificaciones y extractos del certificado necesitan autorización de CELDA EIRL.

El presente certificado sin firmas y sellos carece de validez.

Sello	Fecha	Hecho por	Revisado por
	2019-10-02	 Vladimir Tello Torre TECNICO DE LABORATORIO	 JORGE FRANCISCO RAMIREZ JAPAJA INGENIERO CIVIL Reg. del CIP N° 84286

CMC-103-2019

Página 1 de 2

**Resultados de medición**

Dirección de carga : Compresión

Indicación de fuerza de la máquina de ensayo		Indicación de fuerza en la celda patrón			Promedio (kN)	Error (%)	Incertidumbre K=2 U (%)
(%)	(kN)	1° ascenso (kN)	2° ascenso (kN)	3° ascenso (kN)			
0	0	0	0	0	0	0,0	0,1
9	100,0	100,16	100,29	100,17	100,20	-0,2	0,1
18	200,0	200,58	200,23	200,28	200,40	-0,2	0,1
27	300,0	299,83	299,93	299,85	299,90	0,0	0,1
36	400,0	399,51	399,46	399,47	399,50	0,1	0,1
45	500,0	501,14	501,51	501,30	501,30	-0,3	0,1
54	600,0	600,63	600,57	600,61	600,60	-0,1	0,1
63	700,0	700,83	701,50	700,94	701,10	-0,2	0,1
72	800,0	800,38	800,78	800,52	800,60	-0,1	0,1
81	900,0	900,92	901,34	900,97	901,10	-0,1	0,1

**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  $k=2$  y ha sido determinada de acuerdo a la "Guía para la expresión de la Incertidumbre en la medición".

**Notas**

El usuario esta obligado a tener el equipo calibrado en intervalos apropiados de tiempo de acuerdo al uso, mantenimiento y conservación que este expuesto.

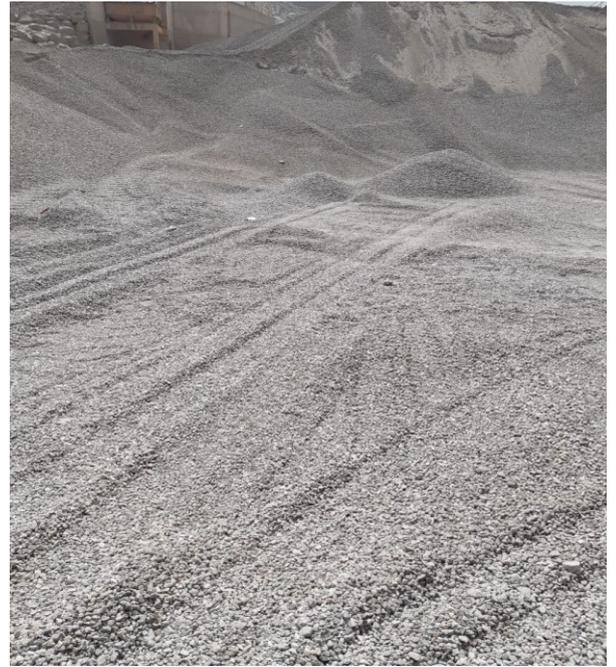
El equipo se encuentra calibrado y cumple con los requisitos de la norma ASTM C-39.



**Anexo 11: Recolección de virutas de acero**



**Anexo 12: Visita de campo a la cantera San Martin de Porras**



### Anexo 13: Análisis granulométrico de agregados



## Anexo 14: Ensayo a compresión



## Anexo 15: Ensayo a tracción



## Anexo 16: ensayo a flexión



## Anexo 17: Elaboración de probetas

