



# UNIVERSIDAD CÉSAR VALLEJO

FACULTAD DE INGENIERÍA Y ARQUITECTURA

ESCUELA PROFESIONAL DE INGENIERÍA CIVIL

**Evaluación de las propiedades físicas y mecánicas del concreto  $f'c$   
=210 kg/cm<sup>2</sup> adicionando virutas de acero, Andahuaylas 2022**

TESIS PARA OBTENER EL TÍTULO PROFESIONAL DE:

Ingeniero Civil

**AUTORES:**

Husco Utani, Edwin (ORCID: 0000-0002-3855-2105)

Retamozo Espinoza, Abraham (ORCID: 0000-0002-5276-0461)

**ASESOR:**

Mg. Arevalo Vidal, Samir Augusto (ORCID: 0000-0002-6559-0334)

**LÍNEA DE INVESTIGACIÓN:**

Diseño Sísmico y Estructural

LIMA – PERÚ

2022

## **Dedicatoria**

A mis padres por sus apoyos incondicionales; mucho de mis éxitos gracias a sus exigencias de seguir adelante y la presencia en los momentos difíciles alentándome que nada es imposible y que se puede lograr la meta. Me inculcaron con virtudes de tolerancia y respeto a los demás

Gracias padre y madre, les considero mi gratitud excepcional.

Edwin

A Dios por su amor infinito, a mis amados padres Marino Retamozo y Rosa Espinoza; a mis hermanos Richard, Noemi, Moisés y Rebeca; a mi querida esposa Renee Cañarí y mis hermosos hijos Jesús Smith, Saraí Valentina y Abraham mateo; por su amor, apoyo, aliento y motivación diaria de seguir adelante pese a los diferentes obstáculos que se presentan con cada paso que doy.

Gracias infinitamente.

Abraham

## **Agradecimiento**

En primer lugar, agradecer a Dios por permitirnos estar aún con vida y su derrame de bendiciones.

En segundo lugar, damos gracias a la Universidad Cesar vallejo por la oportunidad de formar parte de esta casa de estudios, y brindarnos el programa de titulación.

Al Mg. Arevalo Vidal, Samir Augusto por el asesoramiento con la presente investigación, quien ha sido nuestro guía en el proceso de elaboración de esta tesis, disponiendo su valioso tiempo y conocimiento.

Edwin y Abraham

## Índice de contenidos

Dedicatoria .....	ii
Agradecimiento .....	iii
Índice de contenidos .....	iv
Índice de tablas .....	vi
Índice de Figuras.....	vii
Índice de Gráficas .....	viii
Resumen.....	ix
Abstract.....	x
I INTRODUCCIÓN .....	1
II MARCO TEÓRICO.....	5
III METODOLOGÍA.....	20
3.1 Tipo y Diseño de investigación.....	21
3.2 Variables y operacionalización.....	22
3.3 Población, muestra y muestreo.....	24
3.4 Técnicas e instrumentos de recolección de datos.....	25
3.5 Procedimientos .....	26
3.6 Método de análisis de datos .....	39
3.7 Aspectos éticos .....	39
IV RESULTADOS.....	40
4.1 UBICACIÓN .....	41
4.2 LABORES EN LABORATORIO .....	45
4.3 ENSAYO DE CONCRETO FRESCO.....	55
4.4 ENSAYO DE COMPRESIÓN.....	56
4.5 ENSAYO DE FLEXIÓN.....	66

V	DISCUSIÓN .....	75
VI	CONCLUSIONES .....	78
VII	RECOMENDACIONES .....	80
	REFERENCIAS .....	82
	ANEXOS.....	90

## Índice de tablas

Tabla 1 Comportamiento del en estado fresco.....	16
Tabla 2 Limites granulométricos para agregado fino. ....	45
Tabla 3 Granulometría de agregado fino obtenido.....	46
Tabla 4 Limites granulométricos para agregado grueso. ....	47
Tabla 5 Granulometría de agregado fino obtenido.....	47
Tabla 6 Humedad natural agregado fino. ....	48
Tabla 7 Humedad natural agregado Grueso. ....	49
Tabla 8 Peso específico agregado fino. ....	50
Tabla 9 Resultado de ensayo agregado fino.....	50
Tabla 10 Peso específico agregado grueso. ....	51
Tabla 11 Resultado de ensayo agregado grueso.....	51
Tabla 12 Peso unitario agregado fino.....	52
Tabla 13 Peso unitario compactado agregado fino. ....	52
Tabla 14 Peso unitario agregado grueso. ....	53
Tabla 15 Peso unitario compactado agregado grueso. ....	53
Tabla 16 Características de los materiales .....	54
Tabla 17 Dosificación de proporciones en peso por m <sup>3</sup> concreto patrón.....	55
Tabla 18 Adición de virutas de acero en peso por m <sup>3</sup> al concreto patrón.....	55
Tabla 19 Ensayo de slump.....	55
Tabla 20 Ensayo de compresión de las probetas cilíndricas del concreto convencional. ....	57
Tabla 21 Ensayo de compresión de las probetas cilíndricas con 9% de adición de virutas.....	59
Tabla 22 Ensayo de compresión de las probetas cilíndricas con 11%de adición virutas.....	61
Tabla 23 Ensayo de flexión de vigas concreto convencional. ....	66
Tabla 24 Ensayo de flexión de vigas concreto con 9% de adición de virutas. ....	68
Tabla 25 Ensayo de flexión de vigas concreto con 11% de adición de virutas. ....	70

## Índice de Figuras

Figura 1 Virutas de acero .....	14
Figura 2 Tipos de viruta de viruta por su forma según la Norma ISO 3685.....	15
Figura 3 Resistencia a compresión.....	16
Figura 4 Resistencia a flexión.....	17
Figura 5 Virutas onduladas.....	19
Figura 6 Ubicación de empresa mecánica el triunfo .....	27
Figura 7 Recolección de residuos de virutas de acero.....	28
Figura 8 Ubicación de la cantera Andia de la empresa de agregados roca firme. ...	29
Figura 9 Ubicación de acumulación de los agregados y materiales.....	30
Figura 10 Ubicación de laboratorio de suelos y concreto.....	31
Figura 11 Muestra de agregado grueso y fino para el diseño de mezcla.....	31
Figura 12 Granulometría arena.....	32
Figura 13 Pesaje de los agregados después del secado.....	32
Figura 14 Llenado de agregado grueso al molde.....	33
Figura 15 Compactado de agregado fino en el molde.....	33
Figura 16 Muestra de agregado grueso saturado.....	34
Figura 17 Peso específico de arena.....	34
Figura 18 Mezclado de concreto con incorporación de virutas de acero.....	35
Figura 19 Registro de trabajabilidad del concreto patrón.....	35
Figura 20 Elaboración de briqueta cilíndrica y viga con adición de virutas en 9%. ..	36
Figura 21 Curado de probetas cilíndricas.....	37
Figura 22 Curado de probetas en forma de vigas.....	37
Figura 23 Ensayo de compresión probetas cilíndricas.....	38
Figura 24 Ensayo de flexión vigas.....	39
Figura 25 Ubicación del departamento de Apurímac.....	41
Figura 26 Ubicación de la provincia de Andahuaylas.....	42
Figura 27 Vista aérea de la ciudad de Andahuaylas .....	43

## Índice de Gráficas

Grafica 1 Curva granulometrica agregado fino.....	46
Grafica 2 Curva granulométrica agregado grueso. ....	48
Grafica 3 Evolución de slump entre concreto patrón y adición de virutas. ....	56
Grafica 4 Mezcla con 9% de adición resistencia a compresión.....	60
Grafica 5 Mezcla con 11% de adición resistencia a compresión.....	62
Grafica 6 resistencia a compresión de concreto convencional, 11 % y 9 % de adición .....	63
Grafica 7 Resumen de resultados de ensayo de compresión. ....	63
Grafica 8 Porcentaje de resistencia a los 7 días. ....	64
Grafica 9 Porcentaje de resistencia a los 14 días. ....	64
Grafica 10 Porcentaje de resistencia a los 28 días. ....	65
Grafica 11 Mezcla de concreto patrón resistencia a flexión. ....	67
Grafica 12 Mezcla con adición de 9% resistencia a flexión.....	69
Grafica 13 Mezcla con adición de 11% resistencia a flexión.....	71
Grafica 14 Resistencia a flexión de concreto convencional, 11 % y 9 % de adición.	72
Grafica 15 Resumen de resultados de ensayo de flexión. ....	72
Grafica 16 Porcentaje de resistencia a flexión a los 7 días. ....	73
Grafica 17 Porcentaje de resistencia a flexión a los 14 días. ....	73
Grafica 18 Porcentaje de resistencia a flexión a los 28 días. ....	74



## Resumen

La presente investigación busca la evaluación de las propiedades físicas y mecánicas del concreto  $f'c=210\text{kg/cm}^2$  en la ciudad de Andahuaylas adicionando virutas de acero. Tiene como problema general ¿De qué manera la adición de virutas de acero influye en las propiedades físicas y mecánicas del concreto  $f'c =210 \text{ kg/cm}^2$ ?, en tal sentido el tipo de estudio ha sido aplicada de diseño cuasi experimental con una propalación y muestra conformada por 03 ensayos físicos para la evaluación de asentamientos, 27 probetas cilíndricas de concreto que serán sometidas a ensayos de compresión y 27 vigas de concreto que serán sometidas a ensayos de flexión, las cuales conforman concreto convencional y concreto con adición de virutas de acero reciclado en 9% y 11% del peso del concreto con diseño de  $f'c 210 \text{ kg/cm}^2$ , como resultado la adición de virutas en porcentajes mencionadas produce la pérdida de trabajabilidad, convirtiendo al concreto de consistencia seca, la resistencia a compresión del concreto con adición a los 28 días es inferior en 2% y 25% con respecto al concreto patrón llegando al 101% y 78% respectivamente de resistencia del diseño, mientras tanto la resistencia a flexión tiende también a reducir mientras mayor dosis de adición.

Palabras clave: Concreto, virutas de Acero, propiedades físicas y mecánicas, trabajabilidad, compresión, flexión.

## Abstract

The present investigation seeks the evaluation of the physical and mechanical properties of concrete  $f'_c=210\text{kg/cm}^2$  in the city of Andahuaylas by adding steel shavings. Its general problem is how the addition of steel chips influences the physical and mechanical properties of concrete  $f'_c = 210 \text{ kg/cm}^2$ ? In this sense, the type of study has been applied as a quasi-experimental design with a propagation and sample made up of 03 physical tests for the evaluation of settlements, 27 cylindrical concrete specimens that will be subjected to compression tests and 27 concrete beams that will be subjected to bending tests, which make up conventional concrete and concrete with the addition of wood shavings. recycled steel in 9% and 11% of the weight of the concrete with design of  $f'_c 210 \text{ kg/cm}^2$ , as a result the addition of shavings in percentages mentioned produces the loss of workability, converting the concrete of dry consistency, the compressive strength of the concrete with addition at 28 days is lower by 2% and 25% with respect to the standard concrete, reaching 101% and 78% respectively of design resistance, meanwhile the resistance Flexural strength also tends to reduce the higher the dose of addition.

Keywords: Concrete, steel chips, physical and mechanical properties, workability, compression, bending.

## I INTRODUCCIÓN

**A nivel internacional.** Ha desempeñado un papel muy importante la producción de cemento a lo largo de la historia de la civilización, como el material de construcción. Tiene un valor significativo en la construcción de edificios, túneles, puentes, carreteras, torres, etc. El cemento utilizado en diversos proyectos debe tener ciertas cualidades para poder desempeñar su papel de forma efectiva en las estructuras. Los ingenieros se sienten más satisfechos y confiados, garantizando así un trabajo de buena calidad si sus propiedades se encuentran dentro de un rango determinado de valores de estándar, tal como lo expresan Falah (2011), Humphrey (2015), Salim y otros (2019). Además, basándose en estas propiedades, es posible comparar la calidad del cemento de diferentes fuentes. En los laboratorios de las industrias cementeras se llevan a cabo numerosas pruebas para garantizar que el cemento tenga la calidad deseada y cumple las normas y reglamentos recomendados por los códigos y estándares pertinentes, así lo confirman Faleye, (2009), Sajjad y otros (2019), Sajjad y otros (2019). La utilización de cemento de baja calidad en los proyectos de infraestructura puede causar la pérdida de vidas humanas y materiales. Por ello, la evaluación de la calidad del cemento es un factor de suma importante y crítico.

En el mundo en el sector de la construcción usan distintos materiales residuales para reemplazar total o parcialmente a los áridos con el objetivo de aumentar las propiedades mecánicas del concreto, en España Sanz (2019), señala que, para evitar la fractura frágil en el hormigón, es importante mejorar la capacidad de absorción de energía del hormigón a partir del aumento del número de fibras de acero, ya que éstas son capaces de transferir las tensiones a través de las grietas, lo que da lugar a un comportamiento supuesto-dúctil del hormigón durante el alargamiento de las fibras. también señala que las fibras pueden utilizarse en el revestimiento de carreteras y túneles, también determina que las fibras no sólo mejoran las propiedades materiales del hormigón, sino que también aumentan su adherencia y reducen la apertura de grietas provocadas por la carga.

En América del Sur, hay un crecimiento proporcional a la demanda de los recursos naturales que no son renovables, es por lo que en Ecuador se utiliza un subproducto de la industria metalmeccánica, como señala Briones y otros (2020), que la utilización de los materiales residuales obtenidos en forma de chapas dobladas y en espiral procedentes de las operaciones de cepillamiento o desbaste en talleres de torneado

de industria metalúrgica aminora una gran cantidad de residuos que por común se eliminan en los vertederos municipales y beneficia al medio ambiente en una gran medida, lo que conduce a un desarrollo sostenible y reduce la extracción de las materias primas para la construcción civil.

**A nivel Nacional.** los subproductos de la industria metalúrgica, como las virutas, limaduras y fibras de acero, apenas son utilizadas actualmente en las estructuras de concreto convencional en Perú, ya que no existe ninguna normativa para su uso ni la concientización. Dada la demanda muy alta y la baja calidad en la construcción, este subproducto de la industria del metalúrgica es posible que podría ser una de las soluciones en el sector de la construcción, y que puede mejorar las características físicas y las características mecánicas del concreto. De igual modo, Alor y Alfaro (2020), obtuvieron un aumento significativo en las características del concreto, así como mecánicas estando el concreto con un 10% de virutas de acero, el óptimo.

**A nivel Local.** Actualmente algunas de las construcciones en el sector privado en la ciudad de Andahuaylas no cumplen con la norma técnica peruana establecido, con respecto a la dosificación del concreto, esto se debe a varios factores como: uso de agregados de baja calidad, malas prácticas de dosificación como es; reducción o uso excesivo de agua en la mezcla para controlar la trabajabilidad, la reducción de la cantidad de bolsas de cemento por m<sup>3</sup> de concreto para ahorrar costos. Por ende, el concreto no llega a su respectiva resistencia.

Por eso es importante buscar elementos innovadores que mejoren principalmente las propiedades mecánicas como es la resistencia a flexión y resistencia a compresión del concreto. Por ello, se propone el uso de virutas de acero reciclado como reforzante para fortalecer las propiedades mencionadas anteriormente y aumentar su resistencia y vida útil.

Ante este contexto, planteamos el **problema general:** ¿De qué manera la adición de virutas de acero influye en las propiedades físicas y mecánicas del concreto  $f'c = 210 \text{ kg/cm}^2$ ?, de igual forma se plantean los siguientes **problemas específicos:** (1) ¿Cómo influye la adición de virutas de acero en un 9% y 11% en la trabajabilidad del concreto?, (2), ¿De qué manera la adición de virutas de acero en un 9% y 11% influye en la resistencia a la compresión del concreto? y (3) ¿De qué manera la adición de virutas de acero en un 9% y 11% influye en la resistencia a la flexión del concreto?

Por ende, el presente proyecto de investigación tiene como **justificación teórica** por ser un conjunto de estudios, teorías y artículos sobre la adición de virutas de acero al concreto  $f'c:210 \text{ kg/cm}^2$  para mejorar las propiedades mecánicas y físicas, y como **justificación práctica** de este proyecto será los resultados obtenidos según los porcentajes de aumento de virutas de acero al concreto y profundizar la información de nuevas tecnologías en el concreto para mejorar el sector de la construcción.

Y como **justificación social** esta investigación tendrá seriedad científica y mejorará el conocimiento y potestad de aquellos que tengan a su custodia la implementación de un nuevo concreto con menor cantidad de recursos naturales que cumpla la misma resistencia que un concreto convencional, de fácil acceso económico para la población y que ayude a reducir el impacto a la naturaleza a través de nuevas formas de reutilizar materiales que están en desuso como las virutas de acero adicionando al concreto para disminuir la demanda de recursos naturales y como **justificación metodológica** de este proyecto son los instrumentos que serán utilizadas en los protocolos de laboratorio, para las pruebas que serán realizadas, según norma ASTM C143, C39, C293 y las fichas de observación.

Con este fin, nuestro proyecto de investigación, incluye como **objetivo general**: Evaluar las propiedades físicas y mecánicas del concreto  $f'c = 210 \text{ kg/cm}^2$ , Añadiendo virutas de acero, de igual manera se logró plantear los **objetivos específicos**: (1) Determinar cómo influye la adición de virutas de acero en un 9% y 11% en la trabajabilidad del concreto, (2) Determinar la resistencia a la compresión del concreto con la adición de virutas de acero en un 9% y 11% y (3) Determinar la resistencia a la flexión del concreto con la adición de virutas de acero en un 9% y 11%.

De conformidad al problema general y a los problemas específicos planteados, nuestra **hipótesis general**: La adición de virutas de acero, mejora significativamente las propiedades físicas y mecánicas del concreto  $f'c = 210 \text{ kg/cm}^2$  y de la misma manera nuestras **hipótesis específicas**: (1) La adición de virutas de acero en un 9% y 11% mejora la trabajabilidad del concreto, (2) La adición de virutas de acero en un 9% y 11% aumenta la resistencia a la compresión del concreto y (3) La adición de virutas de acero en un 9% y 11% aumenta la resistencia a la flexión del concreto.

## **II MARCO TEÓRICO**

**Antecedentes nacionales**, tenemos a los siguientes:

Choque y Deledesma (2021), el **propósito general** del estudio fue examinar el comportamiento mecánico del hormigón en el que se sustituyeron los áridos finos por virutas y limaduras de acero al 4%, 6% y 8%, ensayados a los 7, 14 y 28 días. De **tipo** aplicada y de **diseño** cuasi experimental. La **población** de estudio ha sido compuesta por diseño de  $f'c=210$  kg/cm<sup>2</sup> y el concreto con reemplazo de áridos finos por virutas y limaduras de acero, el **muestreo** fue no probabilístico, **la muestra** de estudio estuvo conformado por 36 probetas en forma cilíndricas de (150 milímetros de D y 300 milímetros de H) de concreto modelo y concreto de experimento con sustitución de limallas y virutas de acero. Los **instrumentos** empleados han sido los protocolos de laboratorio y la guía de observación y, así como la norma técnica peruana y ASTM C39 para el estudio a compresión. Los principales **resultados** fueron que en un 4% y 6% de sustitución de limallas y virutas de acero mejora las resistencias a compresión y en cuanto a la trabajabilidad en 4% y 6% de sustitución por limallas y virutas de acero también progresa en la trabajabilidad. Se **concluyó** que el reemplazo por limallas y virutas de acero en 6% aumenta la resistencia en 116.6% (244.87kg/cm<sup>2</sup>), sustituyendo limallas y virutas de acero al 4% aumenta la resistencia en 116.59 % (244.83kg/cm<sup>2</sup>), en conclusión son mejores en comparación al concreto estándar, demostrando que la que la sustitución parcial al agregado fino con limallas y virutas de acero aumenta las propiedades mecánicas del concreto convencional; también la sustituyendo de limallas y virutas de acero al 8% llega a una resistencia en 115.62% (242.80kg/cm<sup>2</sup>), el cual es menor resistente al resto, pero mayor respecto al concreto convencional, y en cuanto a su trabajabilidad sustituyendo el agregado fino en 8% por limallas y virutas de acero es menor trabajable, y el remplazo en 4% y 6% por limallas y virutas de acero es mayor trabajable lo mismo que el concreto convencional.

Manrique y Quispe (2021), el **propósito general** del estudio fue examinar las características físicas y mecánicas del concreto  $f'c:210$ kg/cm<sup>2</sup> con sustitucion de gregado grueso por reciclado de alambón en un (11% y 14%). De **tipo** aplicado y de **diseño** cuasi experimental. La **población** del estudio estuvo compuesta por las probetas en forma de cilíndricas de (150 milímetros de D y 300 milímetros de H), de las pruebas de resistencia de compresion, flexion y el de asentamiento. La **muestra** del estudio estuvo compuesto por el conjunto de probetas (15 centímetros x 30



centímetros) del concreto  $f'c$ : 210 kg/cm<sup>2</sup>, con reemplazo de Alambón en 11%, 14%. Los **instrumentos** empleados fueron la norma ASTM C-39 para los ensayos mecánicos del concreto según sus porcentajes de sustitución 11% y 14%. Los principales **resultados** en cuanto a las propiedades físicas; cuando se adiciona alambón de acero reciclado en 11% se logró un asentamiento de 4 ½" y al 14% se logró un asentamiento de 3". En cuanto a las propiedades mecánicas mediante los ensayos, al adicionar en 11% y 14% de alambón reciclado, se afirma que con el 11% de adición aumenta la resistencia a compresión y con el 14% de adición disminuye la resistencia de compresión. Se **Concluyó**, que con la adición del alambón reciclado crece la resistencia mejorando las propiedades físicas y propiedades mecánicas del concreto.

García (2020), el **propósito general** fue investigar las propiedades mecánicas y las propiedades físicas del concreto con añadiendo viruta de aluminio secundario en 0,50%, en 1,50%, en 3,50% y en 5,00% del peso del cemento para una mezcla de (210 y 280)kg/cm<sup>2</sup>. De **tipo** aplicada y de **diseño** cuasi experimental. La **población** de estudio estuvo compuesta de probetas de concreto elaboradas con materiales según requerida en el estudio. La **muestra** de estudio ha estado conformada por dos diseños de  $f'c$ : 210 kg/cm<sup>2</sup> y de  $f'c$ : 280 kg/cm<sup>2</sup> de probetas cilíndricas de (15 centímetros x 15 centímetros) y prismas rectangulares de (15 centímetros x 30 centímetros x 53 centímetros), sumando un total de 360 probetas. Los principales **resultados** mostraron un efecto significativo de cada aditivo sobre el concreto, siendo la trabajabilidad y la fluidez aceptables hasta en 3,5% de aditivo. En cuanto a las propiedades mecánicas, se verifica que las proporciones más bajas de aditivos aumentaban la resistencia a compresión en comparación con las proporciones más altas de aditivos. Mientras que la resistencia a la flexión y a la tracción tiende a aumentar con la adición hasta el 3,5%, disminuye con la adición del 5% por debajo de la norma. Se **concluyó** que añadir virutas de aluminio aumenta las propiedades mecánicas del concreto añadiendo las virutas hasta porcentajes de 3,5%.

**Antecedentes internacionales**, tenemos a los siguientes:

Bonilla y Lascano (2017), el **proposito general** fue analizar la conducta mecánico del concreto reforzado, como es la resistencia a flexion y asi mismo la resistencia a compresión, conaumento de fibras de aluminio reciclado en proporciones de el 0.20%, el 0.25%, el 0.25% el 0.30% y el 0.50%. De **tipo** aplicada y de diseño cuasi experimental. La **población** de estudio estuvo compuesta de 60 probetas en forma cilindro de (15 centímetros x 30 centímetros y 10 centímetros x 20 centímetros) y 10 vigas de (15 centímetros x 15 centímetros x 53 centímetros) en diferentes porcentajes con adición de fibras de aluminio reciclado, el **muestreo** fue no probabilístico. La **muestra** de estudio fue la misma que la población, los **instrumentos** utilizados han sido la norma técnica ecuatoriana, INEN 1578 ASTM C-143 para ensayos físicos y INEN 1573 ASTM C-39 y INEN 2554 ASTM C-78 para los ensayos mecánicos. Los principales **resultado** añadiendo 0.30% de fibra de aluminio al concreto incrementa la resistencia a compresion en 15.69 % (27.90 Mpa) con respecto al concreto sin fibra y en cuanto a la resistencia a flexion incrementa en 6.6% (4.83 Mpa). Con respecto al concreto sin fibra. Se **concluyó** que añadiendo fibra de aluminio reciclado se puede mejorar las propiedades mecanicas como tambien las propiedades fisicas del concreto.

Quintana y Valencia (2016), cuyo **Proposito general** es evaluar el comportamiento del concreto principalmente resietencia a compresion con adicione de 12% y 14% con fibras de acero. De **tipo** aplicada y de **diseño** cuasi experimental. La **población** de estudio ha estado compuesta por 27 probetas en formas de cilindro de (10 centímetros x 20 centímetros) sometidos a compresión, el **muestreo** fue no probabilístico. La muestra de estudio fue la misma que la población. Los **instrumentos** utilizados han sido la norma colombiana NTC-673. Los principales **resultados** fueron que al añadir fibras en 14% aumenta la resistencia superando en un 13.65% (24500kg-f) al concreto patron, en cuanto al añadir fibras en 12% igual prospera la resistencia superando en un 13.03% al concreto patron. Se **concluyó** que añadir fibras de acero en 14% aumenta la resistencia del concreto.

Sarta y Silva (2017), el **propósito general** fue determinar la resistencia del concreto realizando ensayos mecánicos con adición de 4% y 6% de fibras de acero. De **tipo** aplicado y **diseño** cuasi experimental. La **población** de estudio estuvo compuesta de 27 probetas en formas de cilindro de (10 centímetros x 20 centímetros) y 9 vigas de (14.5 centímetros x 15.5 centímetros x 25 centímetros) entre ellas sin incorporación y con adición de fibras de acero, el **muestreo** fue no probabilístico. La **muestra** de estudio estuvo conformado similar a la población. Los **instrumentos** empleados fueron las normativas del instituto nacional de vías (INVIAS). Los principales **resultados** fueron que la incorporación de fibras de acero en 4% aumenta la resistencia a flexión en un 44,98% (5000 psi) y el aumento de fibras en 6% mejora la resistencia a flexión en un 56,26% (5200psi). Se **concluyó** que la resistencia a la flexión de las vigas añadiendo fibras mostró resultados positivos y se adecua a las normas especificadas; además, las vigas variadas en un 6% mostraron un crecimiento del 56,26% en la resistencia a flexión.

Como **antecedentes en otros idiomas**, tenemos a los siguientes:

Marcin y otros (2021), la cantidad de virutas de acero que generan los tornos y las máquinas CNC es de 1200 millones de toneladas por año, y son difíciles de reciclar. El **propósito general** fue investigar el efecto que produce el agregar virutas de acero sin limpieza previa (cubiertas con lubricantes de producción y aceites de refrigeración) sobre las propiedades del hormigón, adicionando residuos siderúrgicos en vez del agregado fino en cantidades de 5%, de 10% y de 15% del peso de cemento. De **tipo** aplicada y de **diseño** cuasi experimental. La **población** de estudio estuvo compuesto por moldes en forma de cubos de dimensiones de 150 mm x 150 mm x 150 mm para compresión, moldes en forma de cubos con dimensiones de H:100 mm x A:100 mm x L:500 mm para flexión y moldes en forma de cilindros con dimensiones de 150 mm x 300 mm para tracción, el **muestreo** fue no probabilístico. La **muestra** de estudio estuvo compuesto similar a la población, habiéndose utilizado como **instrumentos** Las normas del Comité Europeo de Normalización para la mezcla, así como para los ensayos mecánicos y físicos del concreto del concreto y Organización Internacional de Normalización para la creación de los chips de acero (virutas de acero). Los principales **resultados** fue que la adición de residuos de acero mejora la resistencia a compresión aumentando un 13,9 % para M1, un 20,8 % para M2 y un 36,3 % para M3 con relación a la muestra de referencia (50,40 MPa) y se observó también que

con la adición de residuos de torneado de acero en 5%, en 10% y en 15% del peso del cemento, el mejoramiento de la resistencia a flexión fue de 7,1%, 12,7% y 18,2% respectivamente con respecto a la muestra de referencia (10,83 MPa) Se **concluyó** que con la adición en 5%, 10% y 15% de residuos de toneado de acero al concreto mejora la resistencia a flexion y compresion.

Werkina (2021), el **proposito general** de esta investigación presenta un hallazgo experimental sobre las propiedades del hormigon (mecánicas) con desechos de chatarra acerado con adición de porcentajes de 0%, 0.5%, 0.75%, y 1.5%. De **tipo** aplicado y **diseño** experimental. La **población** de estudio estuvo compuesta de 12 especímenes cúbicos de (150 x 150 x 150) mm y de 12 especímenes cilíndricos de D :100 mm y L:200 mm, entre compresión y tracción respectivamente, el **muestreo** fue no probabilístico. La **muestra** de estudio fue similar a la población, teniendo como **instrumentos** las normas ACI 544.3R-93 para el diseño de mezcla, la norma ACI 544.2R-89 para pruebas de resistencia compresión y pruebas resistencia a tracción. Los principales **resultados** con la adición de chatarra de acero de desecho; de las prubas a la resistencia de la compresión mejoraron en un 26,8 % para el 0,5 %, en un 30,7 % para el 0,75 % y se redujo en un 5,3 % para el 1. 5 % en volumen de hormigón. La resistencia a tracción por hundimiento mejoró en 11,2 % para (0,5 %, 5,8 %) para (0,75 % y 2,5 %) para (1,5 %) por volumen de concreto. Se **concluyó** que las características de resistencia del hormigon aumentan con chatarra de acero, pero, mientras mayor dosis de chatarra de desecho, se reduce la trabajabilidad del hormigon.

Souphavanh y otros (2021), el **proposito general** de este estudio es obtener la tenacidad a flexión del hormigón con remplazo de fibra de acero y neumáticos de desecho de caucho, con la sustitución de 0%, 2,5%, 5% y 7,5% de Dramix Steel Fiber; en 10%, en 20% y en 30% de granulado de caucho y virutas de neumáticos. De **tipo** aplicado y **diseño** experimental. La **población** de estudio estuvo compuesta por 27 probetas con cubos con dimensiones de 100 mm x 100 mm x 400 mm, el **muestreo** fue no probabilístico. La **muestra** de estudio fue similar a la población, teniendo como **instrumentos** la norma del Comité ACI 544 sobre soncretoreforzado con fibra. Los **resultados** principales fueron que la sustitución de 7,5% de fibra de acero aumentó

la tenacidad a flexión tres veces mejor que el concreto patron, mientras que el número de desmenuzados de caucho y virutas de neumáticos son variaciones, lo que da un valor de resistencia a flexión variable. La tenacidad a flexión llegó a un valor perfecto para la sustitución del 10 % de miga de caucho, donde la absorción de energía es de 6386.225 Nmm. Se **concluyó** que a mayor cantidad de adición de fibras de acero en el hormigón, mejor tenacidad a flexión, por otro lado cuanto mayor sea el volumen de astillas de neumáticos de caucho desmenuzados en el hormigón, menor será la absorción de energía (resistencia a la flexión) generada.

Como **Artículos Científicos**, tenemos a los siguientes:

Marwah y otros (2021), el **proposito general** fue mejorar las características del concreto como: el módulo de elasticidad, flexión, tracción y compresión, modificado con polímeros. Esta mejora para polímeros se realiza mediante el uso de relleno de hierro residual como sustituto del agregado fino. Las limaduras y virutas de hierro usadas en esta investigación como porcentajes de arena oscilaron entre 0 % y 40 % De **tipo** aplicativo y **diseño** cuasi experimental. La **población** de estudio ha estado compuesta por moldes cilíndricos de D:150 mm de L:300 mm que han sido sometidos a los ensayos mecánicos entre concreto estándar y concreto con adición de las virutas, el **muestreo** fue no probabilístico. La **muestra** de estudio estuvo conformada similar a la población. Se tomó como **instrumento** las normas del país donde se desarrolló el estudio para la dosificación y ensayos mecánicos del hormigón. Los principales **resultados** en la resistencia a compresión del hormigón polimérico ordinario aumentó de 32,2 MPa a 41,81 MPa en un 40 %, reemplazo de arena con limaduras y virutas de hierro residual, resistencia a la tracción aumentó también de 2,83 MPa a 4,23 MPa en un 40% de reemplazo también. La resistencia a flexión aumentó a 3,7 MPa para la mezcla de referencia a alrededor de 7,1 MPa para las mezclas con un 40 % de reemplazo, el módulo de elasticidad aumentó de 21087 MPa a 25233 MPa utilizando un porcentaje máximo de limaduras de hierro residual. Hay un ligero incremento en las propiedades mecánicas del hormigón modificado con polímeros después de una proporción del 30% de virutas y limaduras de hierro residual. También se investigan mezclas modificadas con mayor dosificación de superplastificante y menor relación agua-cemento para aumentar las características

mecánicas del polímero. Se **concluyó** que la adición hasta 40% de limaduras y virutas de hierro de desecho aumenta la resistencia del concreto.

Sumit y otros (2020), con el **proposito general** el estudio es examinar el hormigón clasificado funcionalmente (FGC) preparado con fibras de neumáticos de caucho de desecho como sustituto de los agregados finos. El porcentaje de sustitución de las fibras de caucho fue de 0 a 20 % a intervalos de 5 % y de 30 % para preparar hormigón de control (CC), hormigón con fibras de caucho (RFC) y hormigón funcionalmente clasificado en caucho (FGRC), siendo de **tipo** aplicativo y **diseño** cuasi experimental. La **población** de estudio estuvo compuesto por los ensayos realizados del concreto convencional el concreto experimento, el **muestreo** fue no probabilístico. La **muestra** de estudio estuvo conformado similar a la población, teniendo como **instrumento** las normas para prueba de las características mecánicas del hormigón resistencia a durabilidad, compresión, flexión y ensayos de las propiedades físicas trabajabilidad. Los principales **resultados** indicaron que la resistencia a la flexión se observó mejor para RFC y FGRC en comparación con CC. Los números de resistencia a compresión, absorción de agua y permeabilidad al agua resultaron ser inferiores al agregar contenido de fibra de caucho en el concreto, sin embargo, FGRC tuvo mejores valores en comparación con RFC. Se **concluyó** que FGRC podría ser una perspectiva persistente hacia una estructura que ejerce mayor resistencia a la flexión.

Farfán y otros (2018), esta investigación tiene como **proposito general** estudiar la consecuencia del fibra de acero en las propiedades del hormigón de 210kg/cm<sup>2</sup> resistencia a compresión a los 14 días, con porcentajes de 25 y de 30 kg/m<sup>3</sup> de contenido de fibra de acero, de **tipo** básica y de **diseño** cuasi experimental. La **población** de estudio estuvo conformado de 9 moldes cilíndricos de D:150 mm y L:300 mm, un diseño de concreto convencional y dos diseños de concreto experimental, el **muestreo** fue no probabilístico. La **muestra** de estudio estuvo conformado similar a la población, teniendo como **instrumento** las normas (NTP 400.012, 400.017, 400.021, 400.022, ASTM D 2216-10 y ACI-Comité 211) los principales **Resultado** muestran que con la proporción de 25 kilogramos por metro cúbico de fibra de acero aumenta la resistencia a compresión con una resistencia de

212,39kg/m<sup>2</sup>, sobrepasando al concreto convencional en 1,1%. Se **concluyó** que las fibras de acero ayudan a mejorar la resistencia a compresión del concreto de 210kg/cm<sup>2</sup>.

Para lograr el objetivo de esta tesis, hay que profundizar en las siguientes bases teóricas que apoyan la investigación.

Como **bases teóricas**, tenemos:

Aumentar base teórica de diseño de mezcla

### **Propiedades físicas y mecánicas del concreto**

Pacheco (2017) la resistencia a compresión y flexión son sus principales propiedades mecánicas y la trabajabilidad propiedades físicas del concreto, porque estos números son los principales factores que se usan indudablemente para construcciones de estructuras de concreto, un ejemplo en la columna resistencias a la compresión y en pavimento resistencia a flexión.

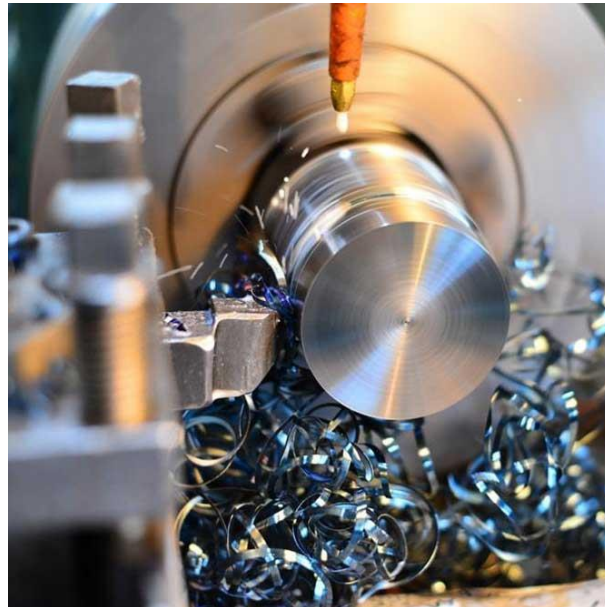
Debido a la existencia de distintos usos del concreto, se deben tener en cuenta las propiedades que hace diferencia particularmente. Es importante para los ingenieros tener en consideración cada una de las propiedades del concreto y vincularlas de acorde las necesidades y uso.

### **Viruta de acero:**

John (2020), señala que las virutas de acero se forman a partir de los procesos de mecanizado con el material denominado acero, también indica que el retiro del material en proceso de mecanizado que son la viruta representa una pérdida, sin embargo, se pueden crear formas complicadas con tolerancias ajustadas y un notable acabado superficial.

## Figura 1

### *Virutas de acero*



Fuente: Procesos de Mecanizado por Arranque de Viruta.

Como puede verse en la figura 1, el objetivo es proveer a la pieza de una rosca, para ello se requiere un proceso de mecanizado de una pieza de acero que consiste suprimir el metal remanente de la pieza en bruto a partir de herramientas de corte de metal

John (2020), indica que el objetivo del mecanizado es crear la forma de la pieza a partir de un material sólido y mejorar las transigencias y el molde superficial de una pieza ya conformada.

#### **Tipos de viruta de acero por su forma:**

ISO:3685 1993, en realidad es muy completa la formación de virutas de acero. La zona de corte se expande por adelante del corte para luego formar una zona de corte secundaria en la superficie de corte de la herramienta.

Este proceso de mecanizado produce dos tipos de virutas: virutas fragmentadas y virutas cortas y de mismo modo virutas continuas, rectas u onduladas, producidas por el mecanizado de materiales que son dúctiles.



**Figura 2**

*Tipos de viruta de viruta por su forma según la Norma ISO 3685.*

1. Virutas rectas	2. Virutas tubulares	3. Virutas espirales	4. Virutas helicoidales planas	5. Virutas helicoidales cónicas	6. Virutas arqueadas	7. Virutas elementales	8. Virutas ahusadas
M	R	B	M	R	B	R	R
1.1 Larga	2.1 Larga	3.1 Plana	4.1 Larga	5.1 Larga	6.1 Conexa		
B	B	B	B	B	R		
1.2 Corta	2.2 Corta	3.2 Cónica	4.2 Corta	5.2 Corta	6.2 Inconexa		
M	M		M	M			
1.3 Enredada	2.3 Enredada		4.3 Enredada	5.3 Enredada			

B Bien  
R Regular  
M Mal

fuente: Norma ISO 3685.

Como **enfoques conceptuales**, tenemos:

**Trabajabilidad:**

ASTM:C143, la trabajabilidad se define por el grado de compactación, cohesión, plasticidad, cohesión o movilidad. La compacidad es la tendencia del hormigón fresco a comprimirse y a reducir el volumen de los huecos; la cohesión es la capacidad de mantener una masa estable sin delaminación; la maleabilidad es el estado de deformación continua sin agrietarse; la trabajabilidad es la capacidad del encofrado que lo contiene para tomar forma y rellenar los huecos alrededor de los elementos absorbidos; y, En otras palabras, la fluidez.

**Tabla 1**

*Comportamiento del en estado fresco*

CONSISTENCIA	ASENTAMIENTO	COMPORTAMIENTO
Seco	0 a 2 pulgadas	Poco trabajable
Plástico	3 a 4 pulgadas	Trabajable
Fluido	>5 pulgadas	Muy trabajable

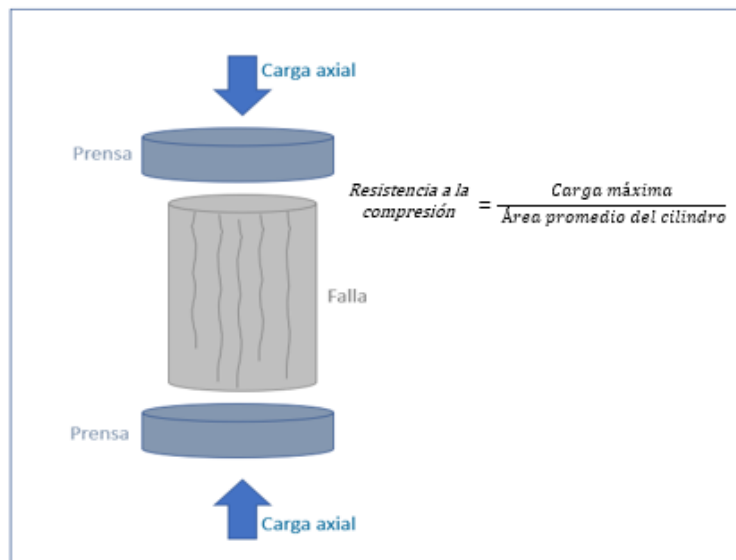
Fuente: Norma ASTM C143.

**Resistencia a compresión:**

ASTM:C39, este procedimiento de estudio se basa en atribuir una carga a compresión axial a los especímenes moldeados en forma de cilindros. La resistencia a compresión de una muestra se mide dividiendo la carga máxima alcanzada durante el estudio por el área de la sección transversal de la espécimen.

**Figura 3**

*Resistencia a compresión.*



fuentes: Alion, cementos Molins Corona.

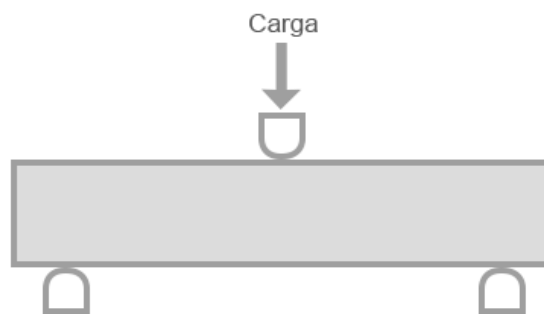
### Resistencia a flexión:

ASTM:C293, este procedimiento de estudio se basa en atribuir una carga en el punto medio de la luz de los cubos moldeadas en forma de vigas hasta que suceda la ruptura. Tensión máxima sólo en el centro de la viga.

### Figura

4

Resistencia a flexión.



fuente: ASTM C293.

### Concreto:

Adrián (2021), material compuesto por dos partes: por un lado, cemento con agua un producto pastoso que es maleable y tiene la propiedad de endurecerse con el tiempo, por otro lado, arena y piedra contenidas en esta pasta, convirtiéndose en un material resistente de construcción.

### Agregados:

Silva (2022), son sustancias o partículas sólidas que se añaden intencionadamente en el concreto y ocupa un espacio de más de un 65% del material de 1m<sup>3</sup> de concreto rodeado de mortero de cemento, que en conjunto aportan la resistencia mecánica del concreto.

**Cemento:**

Becosan(2020), Material que tiene propiedades adhesivas y cohesivas que logra unir fragmentos minerales en un conjunto compacto. Se fabrica con materiales que contienen óxidos de silicio, aluminio y hierro, magnesia, álcalis, yeso y como la piedra caliza, estas son procesados a temperaturas altas.

Puede utilizarse para la construcción de obras viales, infraestructura, etc. El material con presencia de agua tiene la propiedad de solidificarse y endurecerse, y este proceso de reacción química se llama hidratación. El cemento es el ingrediente activo del concreto que afecta a todas sus propiedades.

**Agua para concreto:**

Studocu (2013), Es el principal elemento del concreto, al someterse en conexión con el cemento origina un proceso de hidratación, esta presenta una serie de respuestas convirtiendo al material sus propiedades mecánicas y propiedades físicas.

**Dosificación de virutas de acero:**

Es la forma de adición al concreto, que de este dependerá las características físicas y las características mecánicas del concreto, con el propósito de lograr las propiedades que puedan mejorar, esas propiedades son la resistencia, trabajabilidad, etc. La agregación de las virutas de acero se expresa en kilogramos por metro cúbico.

**Virutas de acero ondulado:**

Luis (2016), Son procedentes de un proceso mecanizado de las maniobras de corte en los materiales de metales, las virutas se desarrollan en formas de onduladas al brotar de la superficie del material a tornease. En general, la forma depende de la dimensión que disminuye la hondura y la utilización de fluidos de corte asimismo el uso de distintos aditivos en el material del trozo.

## Figura 5

*Virutas onduladas.*



fuelle: Dreamstime.

### **Virutas de acero reciclado:**

Luis (2016), Son provenientes de los desechos procedentes de un proceso mecanizado de las operaciones de corte en los talleres de torneado de material metálico. En la actualidad, en algunos países su venta ha ido incrementando. Sin embargo, en Latinoamérica lo más común es despreciarla.

En particular, por cada pieza de material, en la elaboración de un macho se pierde aproximadamente 38.5 gramos. Del cual un 60% se pierde en el torneado. Por tal motivo se debería de buscar recuperar parte de estos desechos a través del reciclado.

### **III METODOLOGÍA**

### **3.1 Tipo y Diseño de investigación**

#### **Tipo de investigación.**

Baena (2017), la investigación es aplicada puesto que se define por propósitos prácticos, que busca resolver problemas destinados a la acción, se investiga para aportar, cambiar o solventar una determinada situación. Una investigación como es la presente, los problemas son planteados a partir de teorías que está dentro de un campo definido de conocimiento.

Por lo descrito anteriormente este proyecto de investigación pertenece a una investigación de tipo aplicada.

#### **Nivel de investigación.**

Condori (2020), dependiendo de su naturaleza o profundidad, el nivel de investigación es el nivel de comprensión que tiene el investigador sobre el problema, evento o fenómeno que se estudia. Así mismo, cada nivel de investigación utiliza estrategias adecuadas para llevar a cabo el procedimiento de la investigación, describiendo los hechos tal cual son, explicando las causas de los fenómenos.

Por lo descrito anteriormente este proyecto se configura al nivel descriptivo por lo que se trata de encontrar una solución a las cuestiones planteadas en la misma, del mismo modo se puede decir que es explicativo por que pretende explicar cómo influye el aumento de virutas de acero en las propiedades mecánicas y propiedades físicas del concreto.

#### **Enfoque de investigación.**

Baena (2017), la investigación cuantitativa tiene como objetivo construir teoría basada en hechos investigados, describir los eventos tal como son, expresa el motivo de los fenómenos o estímulo. Se basa en un enfoque deductivo que enfatiza la comprobación teórica y es conocido por las filosofías empírica y positivista.

Por lo descrito anteriormente este proyecto de investigación pertenece a una investigación de enfoque cuantitativo.

## **Diseño de investigación.**

Valdarrama (2013), afirma que los diseños de investigación de cuasi experimentales manipulan por lo menos una de las variables independientes cuyo cambio y enlace con una o más variables dependientes; se diferencian de los experimentos reales sólo en el grado de certeza o fiabilidad

Por lo descrito anteriormente este proyecto se configura como un diseño cuasi experimental, por lo que se va manipular la variable independiente (virutas de acero). La maniobra de la variable independiente consiste en añadir en porcentajes de 9% y 11% de virutas de acero y así evaluar los cambios.

### **3.2 Variables y operacionalización**

#### **Variable:**

#### **Variable independiente:**

Hernández y otros (2014), describe que es la que determina la variabilidad de la variable dependiente y se determina en dos o más etapas. Por ende, cada nivel de manipulación incluye un grupo en el ensayo.

Por lo tanto, nuestra variable independiente es la siguiente:

#### **Viruta de acero**

#### **Definición conceptual:**

John(2020), las virutas de acero son virutas curvadas o en espiral que se cortan al cepillar con herramientas como las cepilladoras y los taladros de lata, desbastar o perforar metales.



**Definición operacional:**

Fragmentos que mejoran las propiedades mecánicas y propiedades físicas del concreto en base a su dosificación, la forma y el tipo de las partículas.

**Variable Dependiente.**

Hernández y otros (2014), menciona que no se manipula la variable dependiente, se mide para ver cómo afecta la manipulación de la variable independiente.

Por tanto, nuestra variable dependiente es la siguiente:

**Propiedades Físicas y Mecánicas del Concreto 210 kg/cm<sup>2</sup>:****Definición conceptual:**

Pacheco (2017), la resistencia a compresión y flexión son sus principales propiedades mecánicas y la trabajabilidad propiedades físicas del concreto, porque estos números son los principales factores que se usan indudablemente para diseño de estructuras de concreto.

Las propiedades mecánicas de un concreto son aquellas características en estado seco que se demuestran cuando se aplica una carga.

**Definición operacional:**

Se someterán 27 probetas cilíndricas a ensayos mecánicos para la evaluación de compresión y 27 vigas a ensayos mecánicos para la evaluación de flexión, estas serán sometidos a los ensayos adecuados a diferentes edades, 03 ensayos físicos para la evaluación de asentamientos, se preparan de acuerdo con las consideraciones normativas, adicionando la viruta de acero en proporciones especificados de 9% y 11% del peso del concreto.

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

#### **Población:**

Lalagui (2021) define como un conjunto de elementos, individuos y unidades con características similares que se utilizan como unidades de muestreo. También se conoce como el universo.

Por lo descrito anteriormente la población de este estudio está conformada por 03 ensayos físicos para la evaluación de asentamientos, 27 probetas cilíndricas de concreto que serán sometidas a ensayos de compresión y 27 vigas de concreto que serán sometidas a ensayos de flexión, las cuales conforman concreto convencional y concreto con adición de virutas de acero reciclado en 9% y 11% del peso del concreto con diseño de 210 kg/cm<sup>2</sup>.

#### **Muestra:**

Hernández y otros (2014), un subconjunto de la población utilizado para ahorrar tiempo y recursos. Esto incluye definir las unidades de análisis y los extractos necesarios de la población para generalizar los resultados y fijar los parámetros.

La muestra está conformada por 03 ensayos físicos para evaluación de asentamientos, 27 probetas cilíndricas de concreto que serán sometidas a ensayos de compresión y 27 vigas de concreto que serán sometidas a ensayos de flexión, las cuales conforman concreto convencional y concreto con adición de virutas de acero reciclado en 9% y 11% del peso del concreto con diseño de 210 kg/cm<sup>2</sup>.

A continuación, se detalla los siguientes ensayos:

- 1 prueba de trabajabilidad con patrón.
- 1 prueba de trabajabilidad con adición de Virutas de acero con 9%.
- 1 prueba de trabajabilidad con adición de Virutas de acero con 11%.
- 9 probetas para prueba de flexión con patrón.
- 9 probetas para prueba de compresión con patrón.
- 9 probetas para prueba de flexión con adición de Virutas con 9%.
- 9 probetas para prueba de compresión con adición de Virutas con 9%.
- 9 probetas para prueba de flexión con adición de Virutas con 11%.

- 9 probetas para prueba de compresión con adición de Virutas con 11%.

### **Muestreo:**

Hernández y otros (2014), selección de ejemplos representativos para generalizar características e hipótesis utilizando métodos adecuados para generar y probar teorías que expliquen poblaciones y fenómenos

Alperin y Skorupka (2014) muestreo no probabilístico no implican una elección aleatoria de puntos de muestreo, menos mano de obra, más barato y más fácil de hacer.

Por lo descrito anteriormente podemos decir que nuestra muestra es no probabilística.

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

### **Técnicas**

Tamayo y Silva (2022), la verificación experimental se utiliza como técnica de elección, porque las evaluaciones de los elementos deben registrarse de forma selectiva, cuidadosa y experta ya que las técnicas de adquisición de datos son métodos que sirven de solución al problema y esta consolida los resultados confiables.

### **Instrumentos:**

Los instrumentos utilizados para este estudio están conformados por normas y fichas de observación; (método ACI 211) para diseño de mezcla, (ASTM: C143) para prueba de asentamiento, (ASTM: C39) para prueba de resistencia a compresión, (ASTM: C293) para prueba de resistencia a flexión y así como ficha de observación para la dosificación y tipo de las virutas de acero y (ISO 3685) para la forma de virutas.

- **Protocolo de Vaciado:** Se pueden aportar pruebas de lo que se observó el día en que se preparó la mezcla de ensayo, los materiales utilizados, el número de probetas, los costes de material, el programa de fractura, etc.

- **Certificado de Rotura:** Este instrumento registra las observaciones realizadas en las muestras el día de la prueba de fractura y determina la edad de la muestra y las resistencias alcanzadas.

### 3.5 Procedimientos

Los medios realizados según el orden del tiempo de los siguientes trabajos para los resultados, están expresadas en las siguientes fases:

1. recolección de virutas de acero
2. Elección de cantera de los agregados
3. Acopio de los agregados y materiales.
4. Diseño de Mezcla (ACI 211).
5. Elaboración de ensayo de asentamiento (ASTM: C143)
6. Elaboración de probetas cilíndricas y vigas (ASTM: C31)
7. Proceso de curado (ASTM C31).
8. Elaboración de ensayo de compresión (ASTM: C39)
9. Elaboración de ensayo de flexión (ASTM: C293)

Asimismo, los ensayos que se desarrollarán, serán los siguientes:

- ✓ 1 prueba de trabajabilidad con patrón.
- ✓ 1 prueba de trabajabilidad con adición de Virutas de acero con 9%.
- ✓ 1 prueba de trabajabilidad con adición de Virutas de acero con 11%.
- ✓ 9 prueba de flexión con patrón.
- ✓ 9 prueba de compresión con patrón.
- ✓ 9 prueba de flexión con adición de Virutas con 9%.
- ✓ 9 prueba de compresión con adición de Virutas con 9%.
- ✓ 9 prueba de flexión con adición de Virutas con 11%.
- ✓ 9 prueba de compresión con adición de Virutas con 11%.

## FASE 01: Recolección de virutas de acero para adicionar al concreto

### Recolección de virutas de acero

Se ha recolectado las virutas recicladas en formas onduladas para adicionar al concreto  $f'c = 210 \text{ kg/cm}^2$ , esta fue recolectada de la empresa "MECANICA EL TRIUNFO" en el cual hacen proceso de mecanizado con bloques de acero.

### Ubicación Geográfica

Distrito	: Andahuaylas
Provincia	: Andahuaylas
Departamento	: Apurímac
Coordenadas	: $13^{\circ} 39.955'S$ $73^{\circ} 24.719'O$

### Figura 6

*Ubicación de empresa mecánica el triunfo*



Fuente: elaboración propia y Google Earth.

Seguidamente se recogieron los residuos de la máquina de proceso de mecanizado de las virutas. Se recogió 95 kilos de virutas para adicionar al concreto.

## Figura 7

*Recolección de residuos de virutas de acero.*



Fuente: Elaboración propia

A continuación, fue llevada a la acumulación de los materiales para posterior adición al concreto en los porcentajes respectivos de 9% 11%.

### **FASE 02: Elección de cantera de los agregados**

Los agregados fueron elegidos de la cantera Andia perteneciente a la empresa “ROCA FIRME” esta fue elegida por la cercanía al lugar donde se desarrolla el proyecto de investigación.

### **Ubicación Geográfica**

Distrito	: Andahuaylas
Provincia	: Andahuaylas
Departamento	: Apurímac
Coordenadas	: 13° 39.834'S 73° 24.592'O

## Figura 8

*Ubicación de la cantera Andía de la empresa de agregados roca firme.*



Fuente: Elaboración propia

Luego de adquirir los agregados se realizó la compra de cemento del cemento Apu tipo I y estos fueron llevadas al acopio de los agregados y materiales.

### **FASE 03: Acumulación de los agregados y materiales.**

Los agregados y los materiales han sido acumulado en buen recaudo para posterior desarrollo de la tesis.

### **Ubicación Geográfica**

Distrito	: Andahuaylas
Provincia	: Andahuaylas
Departamento	: Apurímac
Coordenadas	: 13° 39.972'S 73° 24.700'O

## Figura 9

*Ubicación de acumulación de los agregados y materiales.*



Fuente: Elaboración propia

Luego de acumular los agregados, cemento, virutas de acero, moldes de briquetas, moldes de vigas, etc., los agregados fueron llevados al laboratorio del concreto para el diseño de mezcla.

### **FASE 04: Diseño de Mezcla (ACI 211).**

se procedió elaborar el diseño de por el método ACI 211 en el laboratorio de la empresa “FAMI CONTRATISTAS”

#### **Ubicación Geográfica**

Distrito	: Andahuaylas
Provincia	: Andahuaylas
Departamento	: Apurímac
Coordenadas	: 13° 39.335'S 73° 23.325'O



**Figura 10**

*Ubicación de laboratorio de suelos y concreto.*



Fuente: Elaboración propia

**Figura 11**

*Muestra de agregado grueso y fino para el diseño de mezcla.*



Fuente: Elaboración propia

Para el diseño se ha requerido obtener los siguientes ensayos:

### **Ensayo de granulometría**

Se desarrollo el análisis granulométrico por tamizado de arena y agregado grueso que no permitió conocer las características físicas de la arena y el agrado grueso para concreto.

**Figura 12**

*Granulometría arena.*



Fuente: Elaboración propia

### **Ensayo de humedad natural**

El ensayo se desarrolló por método convencional de secado y posteriormente obtener el porcentaje de contenido de humedad natural del agregado a partir del pesado.

**Figura 13**

*Pesaje de los agregados después del secado*



Fuente: Elaboración propia

## **Ensayo gravedad específica - absorción y peso unitario**

Realizamos el cuarteo de los agregados y posteriormente se desarrolla el ensayo, para ello se determina la gravedad específica (bulk) y la gravedad específica aparente, el porcentaje de absorción, así como el peso unitario varillado.

**Figura 14**

*Llenado de agregado grueso al molde.*



Fuente: Elaboración propia

**Figura 15**

*Compactado de agregado fino en el molde.*



Fuente: Elaboración propia

**Figura 16**

*Muestra de agregado grueso saturado.*



Fuente: Elaboración propia

**Figura 17**

*Peso específico de arena.*



Fuente: Elaboración propia

### **FASE 05: Elaboración de concreto**

Después de calcular el diseño se procede a elaborar el concreto en tres diseños de: concreto patrón de  $f'c$ : 210 kg/cm<sup>2</sup> y dos concretos con adición de virutas de acero en 9% y 11%.

**Figura 18**

*Mezclado de concreto con incorporación de virutas de acero.*



Fuente: Elaboración propia

#### **FASE 06: Elaboración de ensayo de asentamiento (ASTM C143)**

Una vez colocado el cono en el centro de la placa se procedió a llenar en tres capas de volúmenes iguales hasta llenar y varillados cada capa de 25 golpes luego se levantó el cono. esto tuvo como objetivo principal registrar la fluidez o trabajabilidad del concreto en estado fresco, esto con el objetivo de llevar un buen control de calidad al momento de vaciar las briquetas y vigas de concreto.

**Figura 19**

*Registro de trabajabilidad del concreto patrón.*



Fuente: Elaboración propia

## FASE 07: Elaboración de probetas cilíndricas y vigas de concreto (ASTM C31)

Posterior a la preparación de mezclas del concreto; concreto estándar, concreto más virutas en diferentes porcentajes de 9% y 11% cada una de ellas antes que exceda 15 min se procedió a llenar a los moldes cilíndricas y vigas en tres capas de volúmenes iguales hasta llenar y varillados cada capa con 25 golpes.

**Figura 20**

*Elaboración de briqueta cilíndrica y viga con adición de virutas en 9%.*



Fuente: Elaboración propia

## FASE 08: Proceso de curado (ASTM C31).

Pasado las 24 horas después del vaciado de las probetas cilíndricas y vigas se procedió a desencofrar los moldes e inmediatamente se condujo al proceso de curado en pozos con agua totalmente sumergidos a temperatura de 23° y 25° grados Celsius.

## Figura 21

*Curado de probetas cilíndricas.*



Fuente: Elaboración propia

## Figura 22

*Curado de probetas en forma de vigas.*



Fuente: Elaboración propia

### **FASE 09: Elaboración de ensayo de compresión (ASTM C39)**

Después de estar en curado se procedió a realizar la prueba de compresión a diferentes edades en días de 7, 14 y 28, tres briquetas por cada diseño de; patrón, adición con 9% y adición con 11%.

**Figura 23**

*Ensayo de compresión probetas cilíndricas.*



Fuente: Elaboración propia

### **FASE 10: Elaboración de ensayo de flexión (ASTM C293)**

Del mismo modo después de estar en curado se procedió a realizar el ensayo de flexión a diferentes edades de 7, 14 y 28 días, dos briquetas por cada diseño de; patrón, adición con 9% y adición con 11%.



## Figura 24

*Ensayo de flexión vigas.*



Fuente: Elaboración propia

### 3.6 Método de análisis de datos

Para la elección de los datos se desarrollará a partir de los ensayos físicos y mecánicos, a través de ello permitirá visualizar cada una de las pruebas de concreto que serán ensayados en el laboratorio, posteriormente los datos de los resultados se procesarán en hoja de cálculo de Excel y esta será contrastado con las hipótesis.

Cálculo de la resistencia del concreto estándar y de experimento (adicionando virutas en porcentajes de 9% y 11% al concreto de  $f'c$ : 210 kg/cm<sup>2</sup>).

### 3.7 Aspectos éticos

La investigación se basa en la originalidad de la investigación, garantizada y comprobada a través de la correcta aplicación de las Normas, de acuerdo a los lineamientos y especificaciones técnicas establecidas por los dictámenes del campo de la investigación, y de acuerdo a un procedimiento que indique su procedencia de manera socialmente responsable.

## **IV RESULTADOS**

**Nombre del proyecto de investigación:** Evaluación de las Propiedades Físicas y Mecánicas del Concreto  $f_c = 210 \text{ kg/cm}^2$  Adicionando Virutas de Acero, Andahuaylas 2022.

#### 4.1 UBICACIÓN

Distrito : Andahuaylas

Provincia : Andahuaylas

Departamento : Apurímac

#### Figura 25

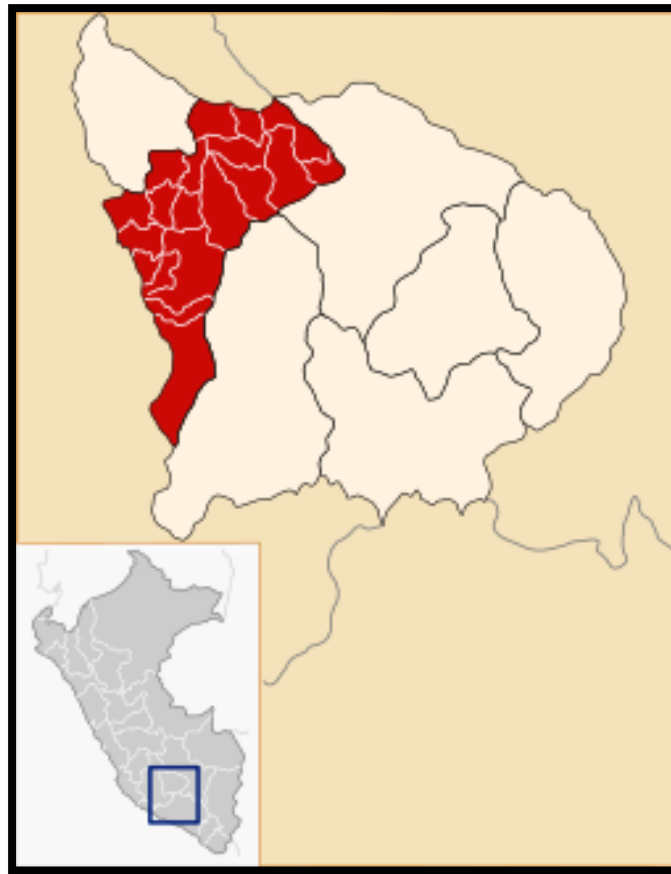
*Ubicación del departamento de Apurímac.*



Fuente: Wikipedia, Perú - Apurímac Departamento.

**Figura 26**

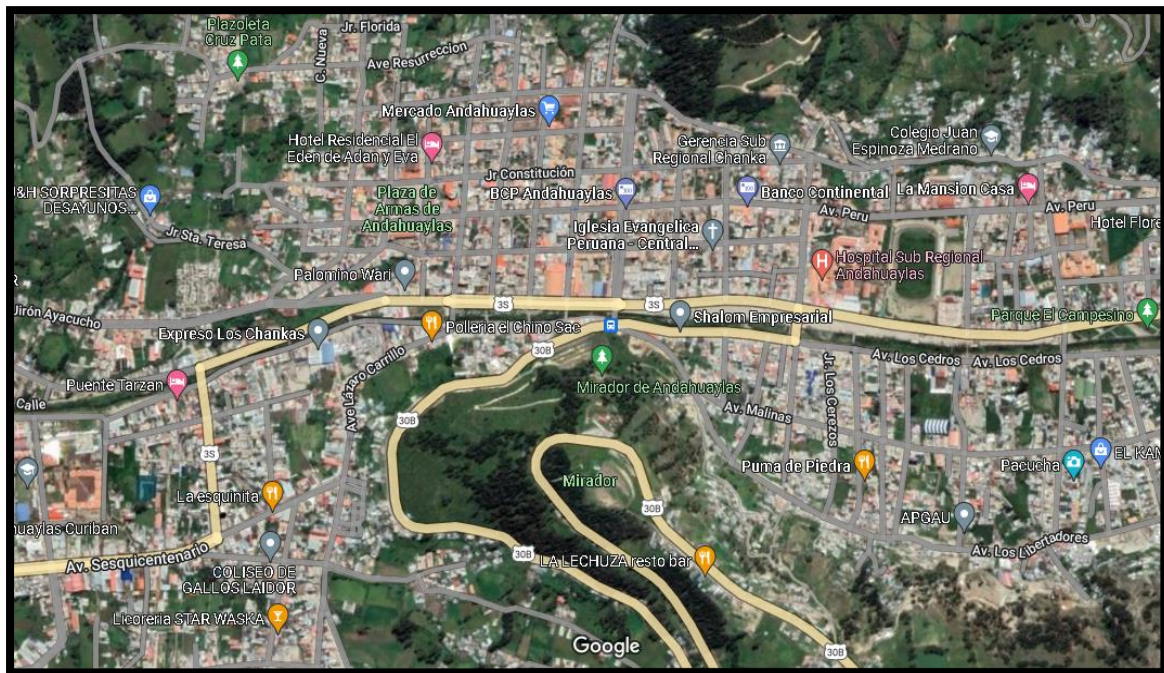
*Ubicación de la provincia de Andahuaylas.*



Fuente: Wikipedia, Apurímac - Andahuaylas Provincia.

**Figura 27**

*Vista aérea de la ciudad de Andahuaylas*



Fuente: Google maps, 2022.

El proyecto de investigación se desarrolló en el distrito de Andahuaylas, provincia de Andahuaylas, región Apurímac, donde se elaboró 03 ensayos físicos para evaluación de asentamientos, 18 probetas cilíndricas de concreto que han sido sometidas a ensayos de compresión y 18 vigas de concreto que han sido sometidas a ensayos de flexión, las cuales conforman concreto estándar y concreto con adición de virutas de acero reciclado en 9% y 11% con diseño de 210 kg/cm<sup>2</sup>. Teniendo las proporciones los siguiente:

### **Dosificación de probetas cilíndricas:**

#### **Presentación: 09 muestras patrón**

- Cemento: 18.17 kg
- Agregado fino: 38.88 kg
- Agregado grueso: 50.33 kg
- Agua de diseño: 9.49 litros

**Presentación: 09 muestras con adición de virutas de 9%**

- Cemento: 18.17 kg
- Agregado fino: 38.88 kg
- Agregado grueso: 50.33 kg
- Agua de diseño: 9.49 litros
- Virutas de acero reciclado: 10.51 kg

**Presentación: 09 muestras con adición de virutas de 11%**

- Cemento: 18.17 kg
- Agregado fino: 38.88 kg
- Agregado grueso: 50.33 kg
- Agua de diseño: 9.49 litros
- Virutas de acero reciclado: 12.86 kg

**Dosificación de vigas:**

**Presentación: 09 muestras patrón**

- Cemento: 38.00 kg
- Agregado fino: 81.30 kg
- Agregado grueso: 105.23 kg
- Agua de diseño: 19.79 litros

**Presentación: 09 muestras con adición de virutas de 9%**

- Cemento: 38.00 kg
- Agregado fino: 81.30 kg
- Agregado grueso: 105.23 kg
- Agua de diseño: 19.79 litros
- Virutas de acero reciclado: 21.99 kg

**Presentación: 09 muestras con adición de virutas de 11%**

- Cemento: 38.00 kg

- Agregado fino: 81.30 kg
- Agregado grueso: 105.23 kg
- Agua de diseño: 19.79 litros
- Virutas de acero reciclado: 26.88 kg

## 4.2 LABORES EN LABORATORIO

### Granulometría de agregado fino

#### Agregado fino

En la siguiente tabla se presenta los límites granulométricos para agregado fino.

**Tabla 2**

*Límites granulométricos para agregado fino.*

Tamiz estándar (abertura)		Porcentaje que pasa	
pulg	mm	min	max
3/8"	9.61	100.00	100
n°4	4.75	95.00	100
n°8	2.38	80.00	100
n°16	1.19	55.00	85
n°30	0.595	25.00	60
n°50	0.297	5.00	30
n°100	0.148	0.00	10

Fuente: ASTM C 136 - 01

En la siguiente tabla se presenta el análisis granulométrico

**Tabla 3**

*Granulometría de agregado fino obtenido.*

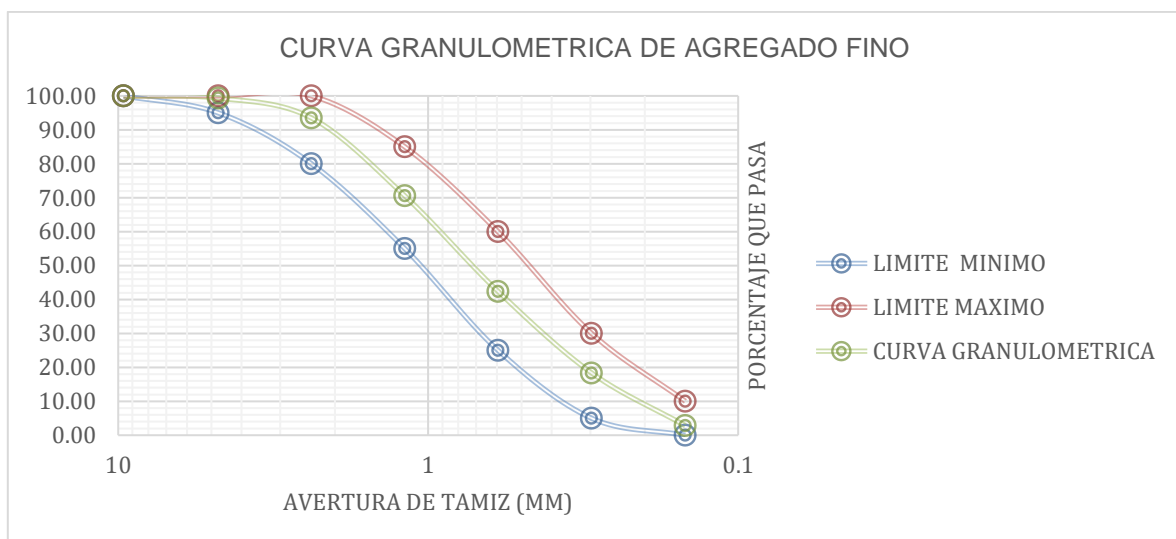
Malla	M1	Promedio	% Retenido	% Retenido acumulado	% Acumulado que pasa
3/8"	0.000	0.000	0.000	0.000	100.000
N°4	12.000	12.000	0.650	0.650	99.350
N°8	108.000	108.000	5.847	6.497	93.503
N°16	424.000	424.000	22.956	29.453	70.547
N°30	520.000	520.000	28.154	57.607	42.393
N°50	444.000	444.000	24.039	81.646	18.354
N°100	287.000	287.000	15.539	97.185	2.815
N°200	48.000	48.000	2.599	99.783	0.217
> N° 200	4.000	4.000	0.217	100.000	0.000
<b>Total</b>	<b>1847</b>	<b>1847</b>	<b>100</b>		

Fuente: elaboración propia

se presenta los resultados de la curva granulométrico

**Grafica 1**

*Curva granulométrica agregado fino.*



Fuente: elaboración propia



**ANALISIS:** la curva granulométrica ha cumplido con las exigencias de la norma ASTM C 136 – 01 con respecto a los límites mínimos y límites máximos.

### Agregado Grueso

En la siguiente tabla se presenta los límites granulométricos para agregado fino.

**Tabla 4**

*Límites granulométricos para agregado grueso.*

Tamiz estándar (abertura)		Porcentaje que pasa	
pulg	mm	min	max
1"	25	95.00	100
3/4"	19	60.00	80
1/2"	12.5	25.00	60
3/8"	9.5	13.00	35
n°4	4.75	0.00	10
n°8	2.63	0.00	5

Fuente: ASTM C 136 - 01

En la siguiente tabla se presenta el análisis granulométrico

**Tabla 5**

*Granulometría de agregado fino obtenido.*

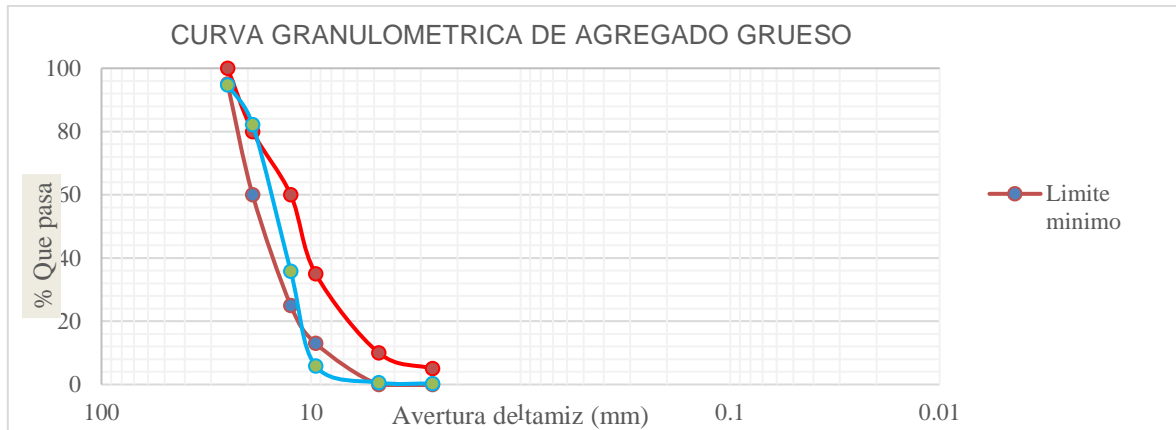
Malla	M1	Promedio	% Retenido	% Retenido acumulado	% Acumulado que pasa
1"	133	133.000	5.265	5.265	94.735
3/4"	316	316.000	12.510	17.775	82.225
1/2"	1173	1173.000	46.437	64.212	35.788
3/8"	756	756.000	29.929	94.141	5.859
n°4	132	132.000	5.226	99.367	0.633
n°8	8	8.000	0.317	99.683	0.317
n°16	8	8.000	0.317	100.000	0.000
Total	2526	2526.000	100.000		

Fuente: elaboración propia

se presenta los resultados de la curva granulométrico

## Grafica 2

*Curva granulométrica agregado grueso.*



Fuente: elaboración propia

**ANÁLISIS:** material grueso con mayor porcentaje retenido en la malla 1/2", dentro de los parámetros según el Huso N° 6.

## Humedad Natural

### Agregado fino

En la siguiente tabla se presenta el resultado de la humedad del agregado fino.

**Tabla 6**

*Humedad natural agregado fino.*

HUMEDAD		
Numero de muestras	M1	M2
Peso de tarro (gr)	14.52	14.75
Peso de la muestra Húmeda + molde (gr)	57.82	55.12
Peso neto de la muestra seca + molde (gr)	55.95	53.30
Peso neto del agua (gr)	1.87	1.82
Peso neto de la muestra seca (gr)	41.43	38.55
Humedad (%)	4.51%	4.72%
Humedad Natural	<b>4.62%</b>	

Fuente: elaboración propia

### **Agregado Grueso**

En la siguiente tabla se presenta el resultado de la humedad del agregado grueso.

**Tabla 7**

*Humedad natural agregado Grueso.*

<b>HUMEDAD</b>		
Numero de muestras	M1	M2
Peso del molde (gr)	13.74	13.98
Peso de la muestra Húmeda + molde (gr)	51.12	63.22
Peso neto de la muestra seca + molde (gr)	51.08	63.18
Peso neto del agua (gr)	0.04	0.04
Peso neto del agua (gr)	37.34	49.20
Humedad (%)	0.11%	0.08%
<b>Humedad Natural</b>	<b>0.09%</b>	

Fuente: elaboración propia

## Peso específico-Absorción

### Agregado fino

En la siguiente tabla se presenta el ensayo de peso específico.

**Tabla 8**

*Peso específico agregado fino.*

N° DE MUESTRA				01
A	PESO FRASCO + AGUA			<b>1398.00</b>
B	PESO MATERIAL			<b>500.00</b>
C	PESO MAT. - FRASCO - AGUA (A+B)			1898.00
D	PESO CON DESPLAZ. DE VOLUMEN			<b>1713.00</b>
E	VOLUMEN MASA - VOL. VACIOS (C-D)			185.00
F	PESO DE MAT. SECO EN ESTUFA A 105°C			<b>488.00</b>
G	VOLUMEN DE LA MASA: E-(B-F)			173.00
H	P.E. BULK (BASE SECA) = F/E			2.638
I	P.E. BULK (BASE SATURADA) =B/E			2.703
J	P.E. APARENTE (BASE SECA) = F/G			2.821
K	% ABSORCIÓN = (B - F)/F*100			2.46

Fuente: elaboración propia

En la siguiente tabla se presenta los resultados del peso específico - absorción del agregado fino.

**Tabla 9**

*Resultado de ensayo agregado fino.*

P.E. BULK (BASE SECA)	:	<b>2.64 g/cm<sup>3</sup></b>
P.E. BULK (BASE SATURADA)	:	<b>2.70 g/cm<sup>3</sup></b>
P.E. APARENTE (BASE SECA)	:	<b>2.82 g/cm<sup>3</sup></b>
% ABSORCIÓN	:	<b>2.46 %</b>

Fuente: elaboración propia

## Peso específico-Absorción

### Agregado grueso

En la siguiente tabla se presenta el ensayo de peso específico.

**Tabla 10**

*Peso específico agregado grueso.*

N° DE MUESTRA			01
A	PESO FRASCO + AGUA		<b>0.00</b>
B	PESO MATERIAL		<b>500.00</b>
C	PESO MAT. - FRASCO - AGUA (A+B)		500.00
D	PESO CON DESPLAZ. DE VOLUMEN		<b>306.00</b>
E	VOLUMEN MASA - VOL. VACIOS (C-D)		194.00
F	PESO DE MAT. SECO EN ESTUFA A 105°C		<b>498.00</b>
G	VOLUMEN DE LA MASA: E-(B-F)		192.00
H	P.E. BULK (BASE SECA) = F/E		2.567
I	P.E. BULK (BASE SATURADA) =B/E		2.577
J	P.E. APARENTE (BASE SECA) = F/G		2.594
K	% ABSORCIÓN = (B - F)/F*100		0.40

Fuente: elaboración propia

En la siguiente tabla se presenta los resultados del peso específico - absorción del agregado grueso.

**Tabla 11**

*Resultado de ensayo agregado grueso.*

P.E. BULK (BASE SECA)	:	<b>2.57 g/cm<sup>3</sup></b>
P.E. BULK (BASE SATURADA)	:	<b>2.58 g/cm<sup>3</sup></b>
P.E. APARENTE (BASE SECA)	:	<b>2.59 g/cm<sup>3</sup></b>
% ABSORCIÓN	:	<b>0.40 %</b>

Fuente: elaboración propia.

## Peso Unitario

### Agregado fino

En la siguiente tabla se presenta el ensayo de peso unitario.

**Tabla 12**

*Peso unitario agregado fino.*

Numero de muestras	M1
Peso de la muestra + molde (gr)	8499
Peso del molde (gr)	4358
Peso neto de la muestra (gr)	4141
Volumen del molde (cm <sup>3</sup> )	2850
Peso unitario (gr/cm <sup>3</sup> )	1.453
Promedio (gr/cm <sup>3</sup> )	<b>1.453</b>
Peso Unitario Suelto	<b>1453 kg/c<sup>2</sup></b>

Fuente: elaboración propia

En la siguiente tabla se presenta el ensayo de peso unitario compactado.

**Tabla 13**

*Peso unitario compactado agregado fino.*

Numero de muestras	M1
Peso de la muestra + molde (gr)	8956
Peso del molde (gr)	4358
Peso neto de la muestra (gr)	4598
Volumen del molde (cm <sup>3</sup> )	2850
Peso unitario (gr/cm <sup>3</sup> )	1.613
Promedio (gr/cm <sup>3</sup> )	<b>1.613</b>
Peso Unitario Suelto	<b>1613 kg/c<sup>2</sup></b>

Fuente: elaboración propia.

## Agregado grueso

En la siguiente tabla se presenta el ensayo de peso unitario.

**Tabla 14**

*Peso unitario agregado grueso.*

Numero de muestras	M1
Peso de la muestra + molde (gr)	8849
Peso del molde (gr)	4358
Peso neto de la muestra (gr)	4491
Volumen del molde (cm <sup>3</sup> )	2850
Peso unitario (gr/cm <sup>3</sup> )	1.576
Promedio (gr/cm <sup>3</sup> )	<b>1.576</b>
Peso Unitario Suelto	<b>1576 kg/c<sup>2</sup></b>

Fuente: elaboración propia

En la siguiente tabla se presenta el ensayo de peso unitario compactado.

**Tabla 15**

*Peso unitario compactado agregado grueso.*

Numero de muestras	M1
Peso de la muestra + molde (gr)	8953
Peso del molde (gr)	4358
Peso neto de la muestra (gr)	4595
Volumen del molde (cm <sup>3</sup> )	2850
Peso unitario (gr/cm <sup>3</sup> )	1.612
Promedio (gr/cm <sup>3</sup> )	<b>1.612</b>
Peso Unitario Suelto	<b>1612 kg/c<sup>2</sup></b>

Fuente: elaboración propia.

## Diseño De Mezcla

### Características físicas

En el siguiente cuadro se presenta el resumen de los resultados de las características de los materiales.

**Tabla 16**

*Características de los materiales*

<b>DATOS DEL CEMENTO</b>	
CEMENTO PORTLAND	Tipo I
PESO ESPECIFICO	3150 kg/cm <sup>2</sup>
PESO UNITARIO	1500kg/cm <sup>2</sup>
<b>DATOS DEL AGREGADO FINO</b>	
PESO ESPECIFICO	2820 kg/m <sup>3</sup>
MODULO DE FINEZA	2.73
CONTENIDO DE HUMEDAD	4.62%
ABSORCION	2.46%
PESO UNITARIO	1613kg/m <sup>3</sup>
<b>DATOS DEL AGREGADO GRUESO</b>	
PESO ESPECIFICO	2590 kg/m <sup>3</sup>
MODULO DE FINEZA	3.8
CONTENIDO DE HUMEDAD	0.09%
ABSORCION	0.40%
PESO UNITARIO	1612 kg/m <sup>2</sup>

Fuente: elaboración propia

En el siguiente cuadro se presenta el cálculo de dosificación del concreto en kilogramos para  $f_c$  210 kg/cm<sup>2</sup>.



**Tabla 17***Dosificación de proporciones en peso por m3 concreto patrón.*

<b>COMPONENTE</b>	<b>UNIDAD</b>	<b>CANTIDAD</b>	<b>%</b>
Agregado fino	kg	785.57	33.28
Agregado grueso	kg	1016.69	43.07
Agua	kg	191.17	8.10
Cemento	kg	367.12	15.55
<b>total (kg)</b>		<b>2361</b>	<b>100.00</b>

Fuente: elaboración propia

**Tabla 18***Adición de virutas de acero en peso por m3 al concreto patrón.*

<b>COMPONENTE</b>	<b>UNIDAD</b>	<b>CANTIDAD</b>	<b>%</b>
Virutas de acero	kg	212.45	9
Virutas de acero	kg	259.66	11

Fuente: elaboración propia

### 4.3 ENSAYO DE CONCRETO FRESCO

Conforme a los ensayos de trabajabilidad se presenta el cuadro de slump.

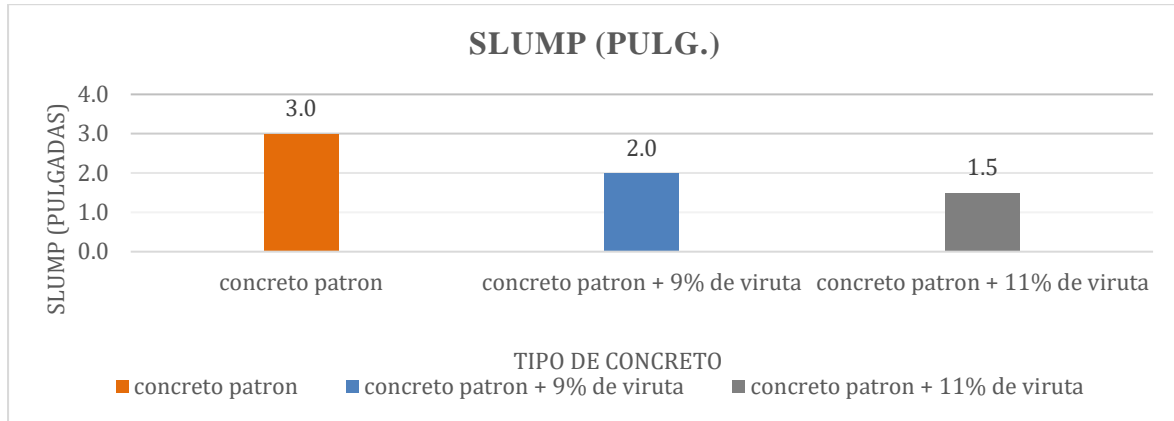
**Tabla 19***Ensayo de slump.*

<b>Descripción</b>	<b>% Adición de Viruta de acero</b>	<b>% Ag. Grueso</b>	<b>% Ag. Fino</b>	<b>Slump (cm)</b>	<b>Slump (pulg.)</b>
concreto patrón	0	43.07	33.28	7.62	3.0
concreto patrón + 9% de viruta	9.00	43.07	33.28	5.08	2.0
concreto patrón + 11% de viruta	11.00	43.07	33.28	3.81	1.5

Fuente: elaboración propia

### Grafica 3

*Evolución de slump entre concreto patrón y adición de virutas.*



Fuente: elaboración propia

**ANALISIS:** en la gráfica se aprecia como el asentamiento ejerce con las diferentes mezclas. Donde se ve que la mezcla del concreto patrón es mejor trabajable con slump de 3" esto indica que las mezcla con adición de virutas en porcentajes de 9% y 11% es menor trabajable que el concreto patrón con slump de 2" y 1.5" respectivamente.

## 4.4 ENSAYO DE COMPRESION

### Mezcla Patrón

Esta mezcla de concreto es el concreto convencional de  $f'c$  210 kg/cm fue elaborada para dar un modelo y evaluar las variaciones que mostraron en el diseño con adición de virutas de acero recicladas.

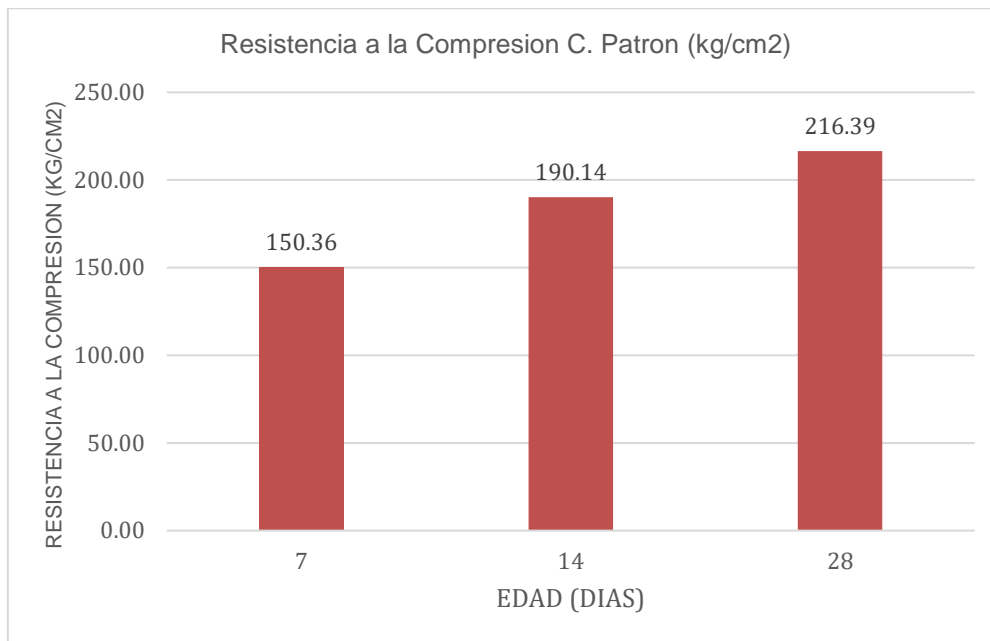
**Tabla 20***Ensayo de compresión de las probetas cilíndricas del concreto convencional.*

N°	Descripción	Medidas (cm)		Fecha		Edad (Días)	Carga (Kg-f)	fc/f'c (kg/cm2)	Tipo de Falla	Pro. fc/f'c (kg/cm2)
		H	R	Moldeo	Ruptura					
1	Concreto Patrón sin Adición de Virutas	30	7.5	29/05/2022	6/06/2022	7	26530	150.12	Tipo 2	150.36
2	Concreto Patrón sin Adición de Virutas	30	7.5	29/05/2022	6/06/2022	7	27850	157.60	Tipo 2	
3	Concreto Patrón sin Adición de Virutas	30	7.5	29/05/2022	6/06/2022	7	25330	143.36	Tipo 2	
4	Concreto Patrón sin Adición de Virutas	30	7.5	29/05/2022	13/06/2022	14	33600	190.13	Tipo 2	190.14
5	Concreto Patrón sin Adición de Virutas	30	7.5	29/05/2022	13/06/2022	14	31300	177.14	Tipo 3	
6	Concreto Patrón sin Adición de Virutas	30	7.5	29/05/2022	13/06/2022	14	35900	203.14	Tipo 2	
7	Concreto Patrón sin Adición de Virutas	30	7.5	29/05/2022	27/06/2022	28	38630	218.60	Tipo 2	216.39
8	Concreto Patrón sin Adición de Virutas	30	7.5	29/05/2022	27/06/2022	28	37800	213.90	Tipo 2	
9	Concreto Patrón sin Adición de Virutas	30	7.5	29/05/2022	27/06/2022	28	38290	216.68	Tipo 3	

Fuente: elaboración propia.

**Figura 29**

*Mezcla patrón resistencia a compresión.*



Fuente: elaboración propia.

**ANALISIS:** en la gráfica se aprecia que la mezcla del concreto patrón empieza con  $f'c$  150.36 kg/cm<sup>2</sup> a los 7 días de edad, logrando el 72 % de resistencia, a los 14 días de edad llega al 91 % de resistencia y a los 28 días de edad llega a una resistencia de  $f'c$  216.39 kg/cm<sup>2</sup> el cual supera su propiedad según al diseño de mezcla con 3%.

### **Mezcla con adición de virutas de 9%**

Esta mezcla de concreto es con adición de virutas de aceros recicladas en 9% al concreto convencional de  $f'c$  210 kg/cm fue elaborada para evaluar las propiedades mecánicas con respecto al concreto convencional.

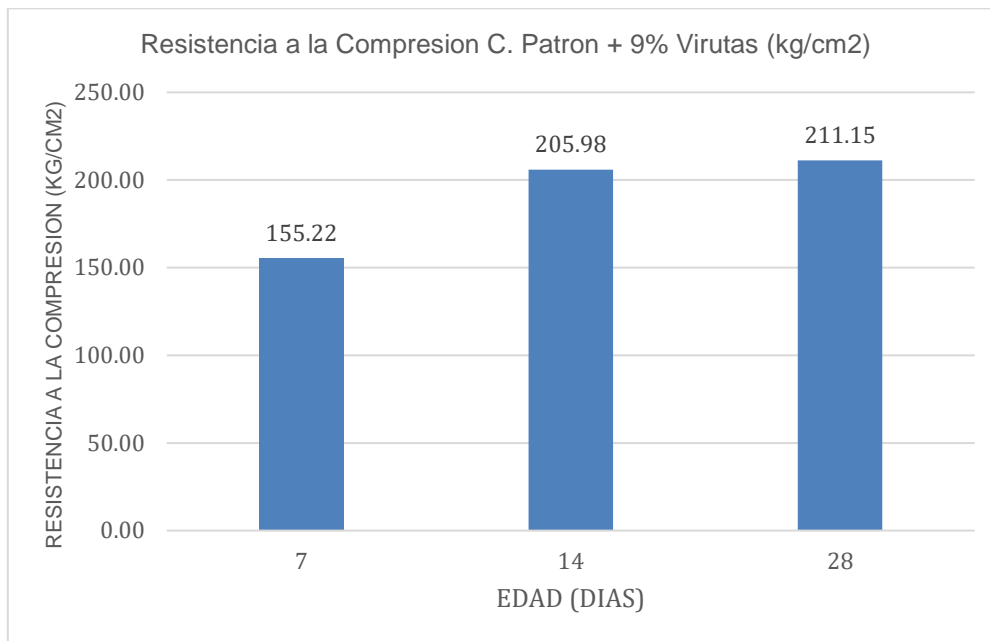
**Tabla 21***Ensayo de compresión de las probetas cilíndricas con 9% de adición*

N°	Descripción	Medidas (cm)		Fecha		Edad (Días)	Carga (Kg-f)	fc/f'c (kg/cm2)	Tipo de Falla	Pro. fc/f'c (kg/cm2)
		H	R	Moldeo	Ruptura					
1	Concreto con Adición de Virutas de 9%	30	7.5	29/05/2022	6/06/2022	7	27640	156.39	Tipo 3	155.22
2	Concreto con Adición de Virutas de 9%	30	7.5	29/05/2022	6/06/2022	7	30730	173.89	Tipo 2	
3	Concreto con Adición de Virutas de 9%	30	7.5	29/05/2022	6/06/2022	7	23920	135.38	Tipo 2	
4	Concreto con Adición de Virutas de 9%	30	7.5	29/05/2022	13/06/2022	14	36780	208.12	Tipo 2	205.98
5	Concreto con Adición de Virutas de 9%	30	7.5	29/05/2022	13/06/2022	14	36050	203.98	Tipo 2	
6	Concreto con Adición de Virutas de 9%	30	7.5	29/05/2022	13/06/2022	14	36380	205.84	Tipo 2	
7	Concreto con Adición de Virutas de 9%	30	7.5	29/05/2022	27/06/2022	28	36780	208.13	Tipo 2	211.15
8	Concreto con Adición de Virutas de 9%	30	7.5	29/05/2022	27/06/2022	28	37630	212.94	Tipo 3	
9	Concreto con Adición de Virutas de 9%	30	7.5	29/05/2022	27/06/2022	28	37530	212.38	Tipo 2	

Fuente: elaboración propia

#### Grafica 4

*Mezcla con 9% de adición resistencia a compresión.*



Fuente: elaboración propia.

**ANALISIS:** en la gráfica se aprecia que la mezcla del concreto con adición de virutas de acero reciclado empieza con  $f'c$  155.22 kg/cm<sup>2</sup> a los 7 días de edad, logrando el 74 % de resistencia, a los 14 días de edad llega al 98 % de resistencia y a los 28 días de edad llega a una resistencia de  $f'c$  211.15 kg/cm<sup>2</sup> el cual supera su propiedad según al  $f'c$  de diseño en con 1%.

#### **Mezcla con adición de virutas de 11%**

Esta mezcla de concreto es con adición de virutas de aceros recicladas en 11% al concreto convencional de  $f'c$  210 kg/cm fue elaborada para evaluar las propiedades mecánicas con respecto al concreto convencional.

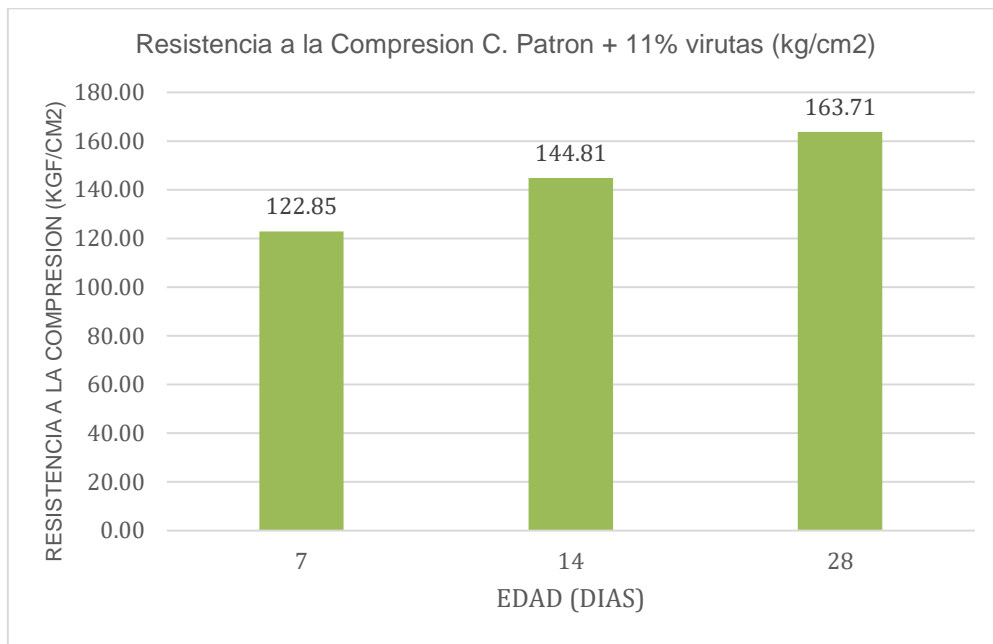
**Tabla 22***Ensayo de compresión de las probetas cilíndricas con 11% de adición*

N°	Descripción	Medidas (cm)		Fecha		Edad (Días)	Carga (Kg-f)	fc/f'c (kg/cm2)	Tipo de Falla	Pro. fc/f'c (kg/cm2)
		H	R	Moldeo	Roptura					
1	Concreto con Adición de Virutas de 11%	30	7.5	29/05/2022	6/06/2022	7	23050	130.42	Tipo 2	122.85
2	Concreto con Adición de Virutas de 11%	30	7.5	29/05/2022	6/06/2022	7	22310	126.24	Tipo 2	
3	Concreto con Adición de Virutas de 11%	30	7.5	29/05/2022	6/06/2022	7	19770	111.89	Tipo 2	
4	Concreto con Adición de Virutas de 11%	30	7.5	29/05/2022	13/06/2022	14	25040	141.69	Tipo 3	144.81
5	Concreto con Adición de Virutas de 11%	30	7.5	29/05/2022	13/06/2022	14	26540	150.20	Tipo 2	
6	Concreto con Adición de Virutas de 11%	30	7.5	29/05/2022	13/06/2022	14	25190	142.54	Tipo 2	
7	Concreto con Adición de Virutas de 11%	30	7.5	29/05/2022	27/06/2022	28	30390	171.97	Tipo 2	163.71
8	Concreto con Adición de Virutas de 11%	30	7.5	29/05/2022	27/06/2022	28	28160	159.35	Tipo 2	
9	Concreto con Adición de Virutas de 11%	30	7.5	29/05/2022	27/06/2022	28	28240	159.81	Tipo 3	

Fuente: elaboración propia

### Grafica 5

Mezcla con 11% de adición resistencia a compresión.



Fuente: elaboración propia.

**ANALISIS:** en la gráfica se aprecia que la mezcla del concreto con adición de virutas de acero reciclado en 11% empieza con  $f'c$  122.85 kg/cm<sup>2</sup> a los 7 días de edad, logrando el 58 % de resistencia, a los 14 días de edad llega al 69 % de resistencia y a los 28 días de edad llega a una resistencia de  $f'c$  163.71 kg/cm<sup>2</sup> el cual reduce la resistencia según al  $f'c$  de diseño de en 22%.

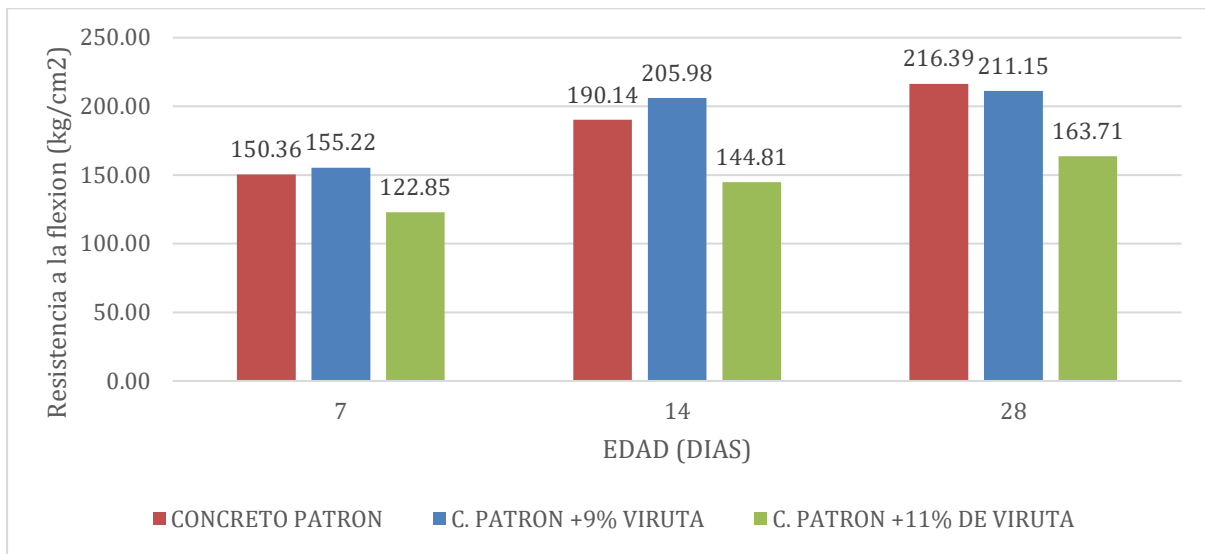
### RESUMEN DE RESISTENCIA A COMPRESIÓN

en los siguientes resultados se aprecia la resistencia a compresión solicitadas y los adquiridos



### Grafica 6

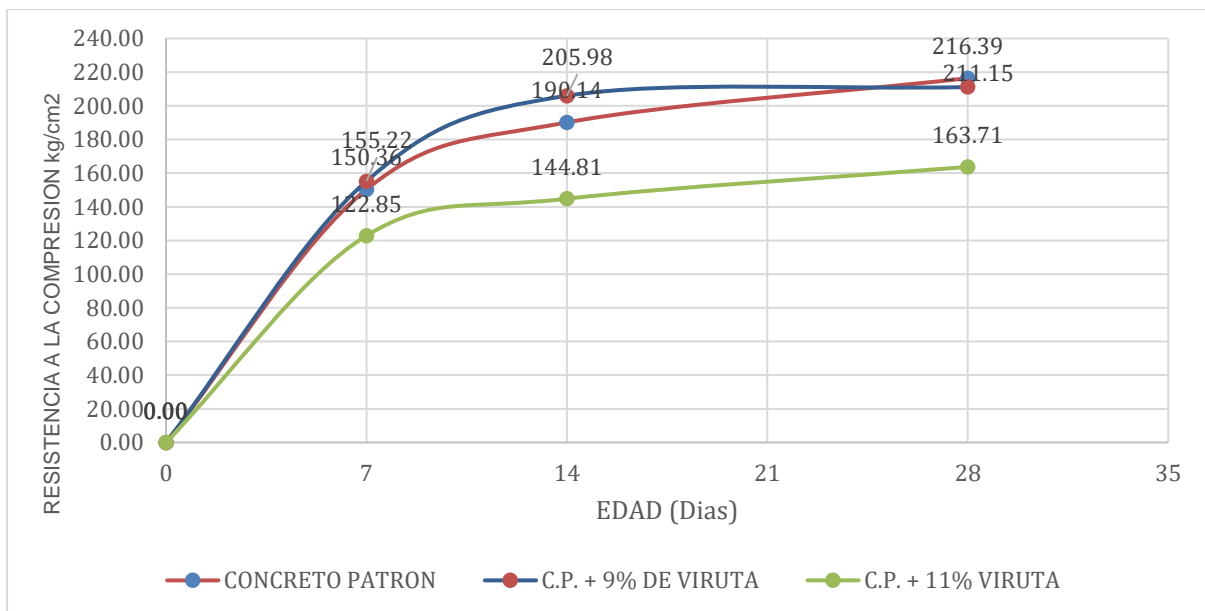
resistencia a compresión de concreto convencional, 11 % y 9 % de adición



Fuente: elaboración propia.

### Grafica 7

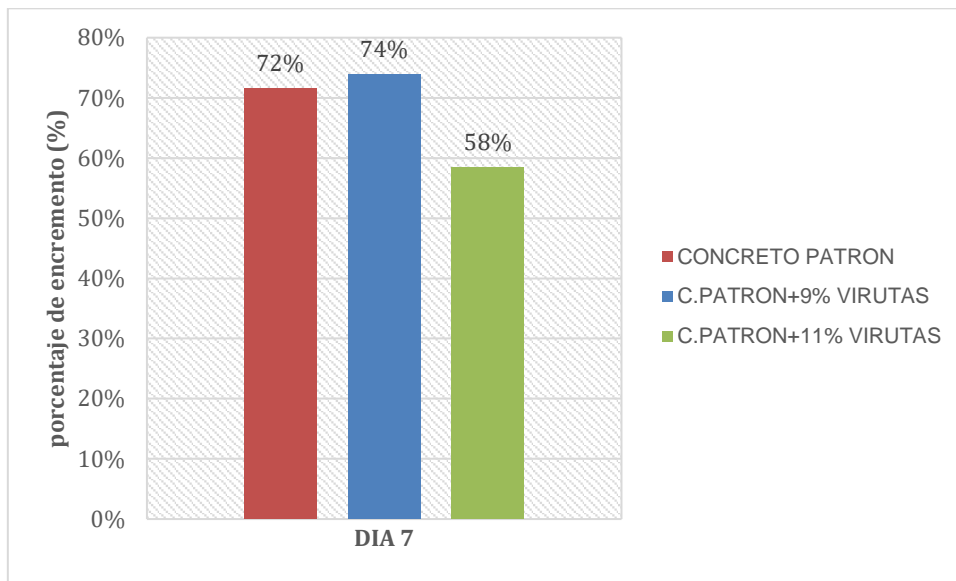
Resumen de resultados de ensayo de compresión.



Fuente: elaboración propia.

### Grafica 8

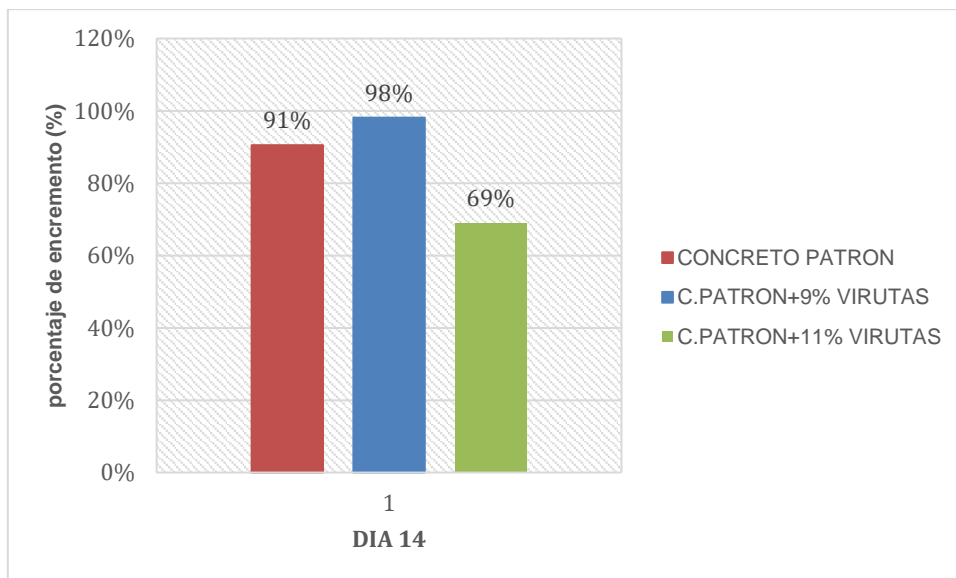
Porcentaje de resistencia a los 7 días.



Fuente: elaboración propia.

### Grafica 9

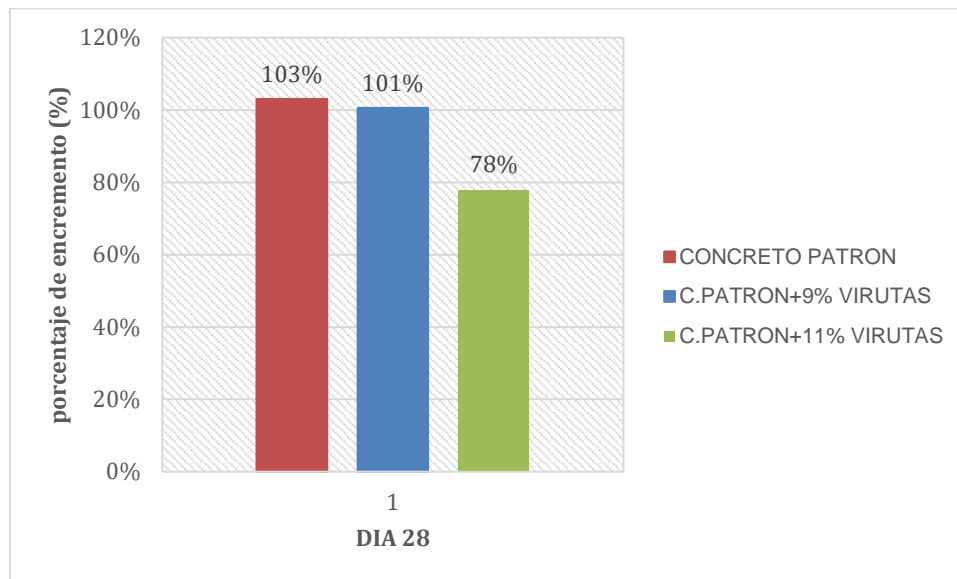
Porcentaje de resistencia a los 14 días.



Fuente: elaboración propia.

## Grafica 10

Porcentaje de resistencia a los 28 días.



Fuente: elaboración propia.

**ANALISIS:** en la gráfica de resumen de resultados se aprecia que la resistencia a compresión del concreto patrón a los 28 días de edad es superior con respecto a los concretos con adición de virutas en 9% y 11% con  $f'c$  216.39 kg/cm<sup>2</sup> equivalente a 103%, mientras el concreto con adición de 9% de virutas es superior su resistencia con respecto al concreto patrón a los 7 y 14 días de edad con  $f'c$  155.22 kg/cm<sup>2</sup> y  $f'c$  205.98 kg/cm<sup>2</sup> equivalente a 74% y 98 %, pero a los 28 días de edad la resistencia es inferior al concreto patrón y superior al concreto con adición de 11% de virutas con  $f'c$  211.13 kg/cm<sup>2</sup> equivalente a 101% de resistencia y el concreto con adición de virutas en 11% a los 7, 14 y 28 días es inferior a la resistencia del concreto patrón y adición en 9% llegando al  $f'c$  163.71 kg/cm<sup>2</sup> equivalente al 78% de resistencia con respecto al  $f'c$  de diseño reduciendo la resistencia en 22%.

## 4.5 ENSAYO DE FLEXION

### Mezcla Patrón

Esta mezcla de concreto es el concreto convencional de  $f'c$  210 kg/cm fue elaborada para dar un modelo y evaluar las variaciones que mostraron en el diseño con adición de virutas de acero recicladas.

**Tabla 23**

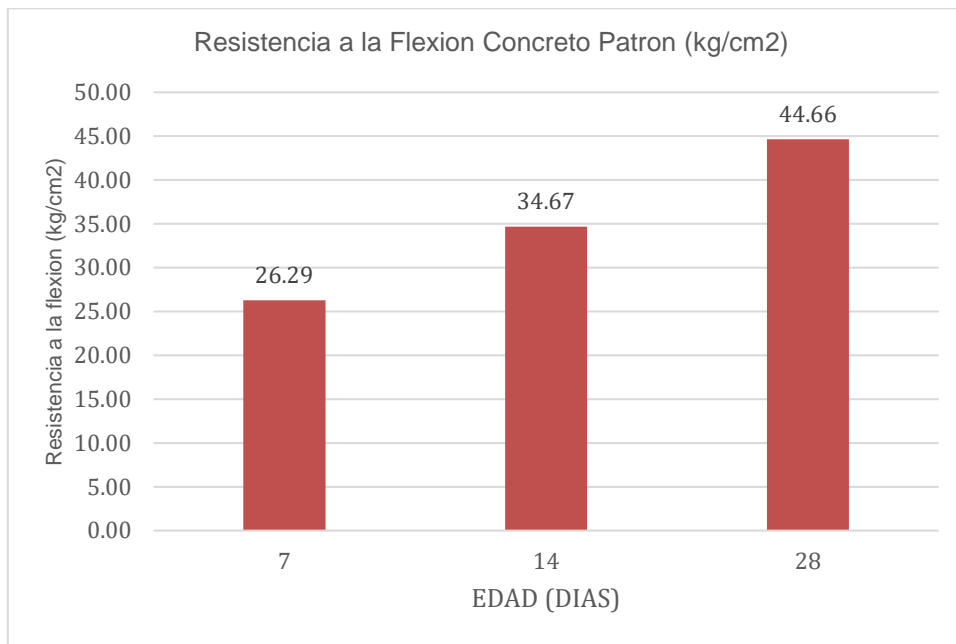
*Ensayo de flexión de vigas concreto convencional.*

N°	Descripción	Medidas Promedio (cm)				Fecha		Edad (Días)	Carga (Kg-f)	M.R. (kg/cm <sup>2</sup> )	Pro. M.R. (kg/cm <sup>2</sup> )
		H	A	L	D. Apoyo	Moldeo	Ruptura				
1	Concreto Patrón sin Adición de Virutas	15.3	15.1	45	2.5	29/05/2022	6/06/2022	7	1130	21.84	26.29
2	Concreto Patrón sin Adición de Virutas	15.1	15.2	45	2.5	29/05/2022	6/06/2022	7	1510	29.12	
3	Concreto Patrón sin Adición de Virutas	15.4	15.1	45	2.5	29/05/2022	6/06/2022	7	1450	27.91	
4	Concreto Patrón sin Adición de Virutas	15.1	15.2	45	2.5	29/05/2022	13/06/2022	14	1640	31.73	34.67
5	Concreto Patrón sin Adición de Virutas	15.4	15.3	45	2.5	29/05/2022	13/06/2022	14	1710	32.02	
6	Concreto Patrón sin Adición de Virutas	15.2	15.4	45	2.5	29/05/2022	13/06/2022	14	2150	40.26	
7	Concreto Patrón sin Adición de Virutas	15.1	15.4	45	2.5	29/05/2022	27/06/2022	28	2620	49.38	44.66
8	Concreto Patrón sin Adición de Virutas	15.3	15.2	45	2.5	29/05/2022	27/06/2022	28	2320	44.30	
9	Concreto Patrón sin Adición de Virutas	15.5	15.1	45	2.5	29/05/2022	27/06/2022	28	2110	40.30	

Fuente: elaboración propia.

## Grafica 11

*Mezcla de concreto patrón resistencia a flexión.*



Fuente: elaboración propia.

**ANALISIS:** en la gráfica se aprecia que la mezcla del concreto patrón a los 7 días de edad arranca con  $f'c$  26.29 kg/cm2 equivalente al 59%, a los 14 días de edad llega a  $f'c$  34.67 kg/cm2 equivalente al 78% y a los 28 días de edad alcanza a una resistencia de 44.66 kg/cm2 equivalente al 100%.

### **Mezcla con adición de virutas de 9%**

Esta mezcla de concreto es con adición de virutas de aceros recicladas en 9% al concreto convencional de  $f'c$  210 kg/cm fue elaborada para evaluar las propiedades mecánicas con respecto al concreto convencional.

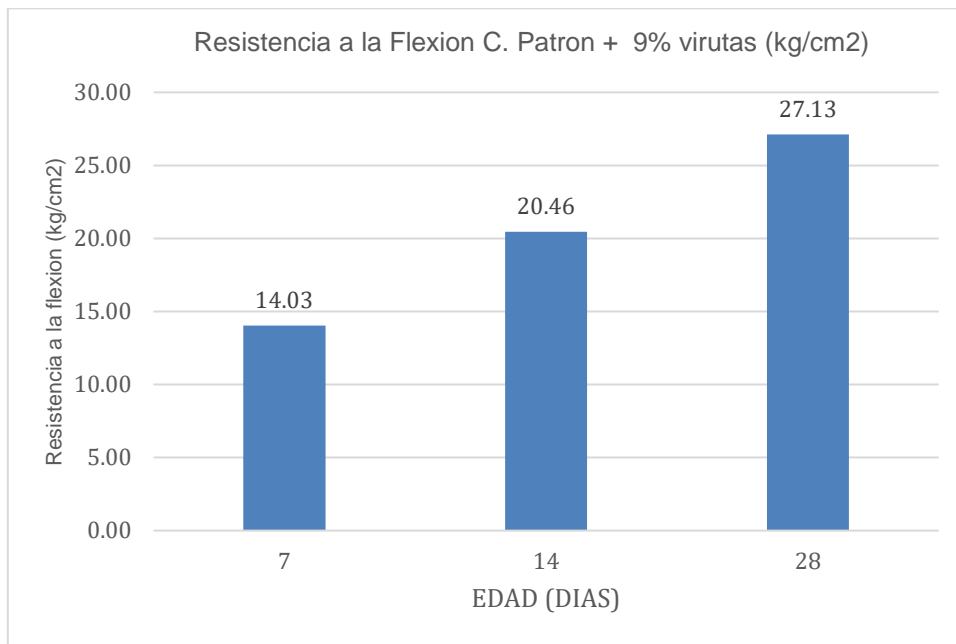
**Tabla 24***Ensayo de flexión de vigas concreto con 9% de adición.*

N°	Descripción	Medidas Promedio (cm)				Fecha		Edad (Días)	Carga (Kg-f)	M.R. (kg/cm2)	Pro. M.R. (kg/cm2)
		H	A	L	D. Apoyo	Moldeo	Ruptura				
1	Concreto con Adición de Virutas de 9%	15.2	15.3	45	2.5	29/05/2022	6/06/2022	7	860	16.26	14.03
2	Concreto con Adición de Virutas de 9%	15.1	15.5	45	2.5	29/05/2022	6/06/2022	7	440	8.21	
3	Concreto con Adición de Virutas de 9%	15.4	15.2	45	2.5	29/05/2022	6/06/2022	7	930	17.62	
4	Concreto con Adición de Virutas de 9%	15.4	15.1	45	2.5	29/05/2022	13/06/2022	14	1230	23.64	20.46
5	Concreto con Adición de Virutas de 9%	15.3	15.1	45	2.5	29/05/2022	13/06/2022	14	890	17.22	
6	Concreto con Adición de Virutas de 9%	15.1	15.2	45	2.5	29/05/2022	13/06/2022	14	1060	20.51	
7	Concreto con Adición de Virutas de 9%	15.2	15.3	45	2.5	29/05/2022	27/06/2022	28	1230	23.33	27.13
8	Concreto con Adición de Virutas de 9%	15.1	15.2	45	2.5	29/05/2022	27/06/2022	28	1440	27.86	
9	Concreto con Adición de Virutas de 9%	15.3	15.1	45	2.5	29/05/2022	27/06/2022	28	1560	30.18	

Fuente: elaboración propia.

## Grafica 12

*Mezcla con adición de 9% resistencia a flexión.*



Fuente: elaboración propia.

**ANALISIS:** en la gráfica se aprecia que la mezcla del concreto patrón a los 7 días de edad arranca con  $f'c$  14.03 kg/cm<sup>2</sup> equivalente al 31%, a los 14 días de edad llega a  $f'c$  20.46 kg/cm<sup>2</sup> equivalente al 46% y a los 28 días de edad alcanza a una resistencia de 27.13 kg/cm<sup>2</sup> equivalente al 61% respecto al concreto patrón.

### **Mezcla con adición de virutas de 11%**

Esta mezcla de concreto es con adición de virutas de aceros recicladas en 11% al concreto convencional de  $f'c$  210 kg/cm fue elaborada para evaluar las propiedades mecánicas con respecto al concreto convencional.

**Tabla 25***Ensayo de flexión de vigas concreto con 11% de adición.*

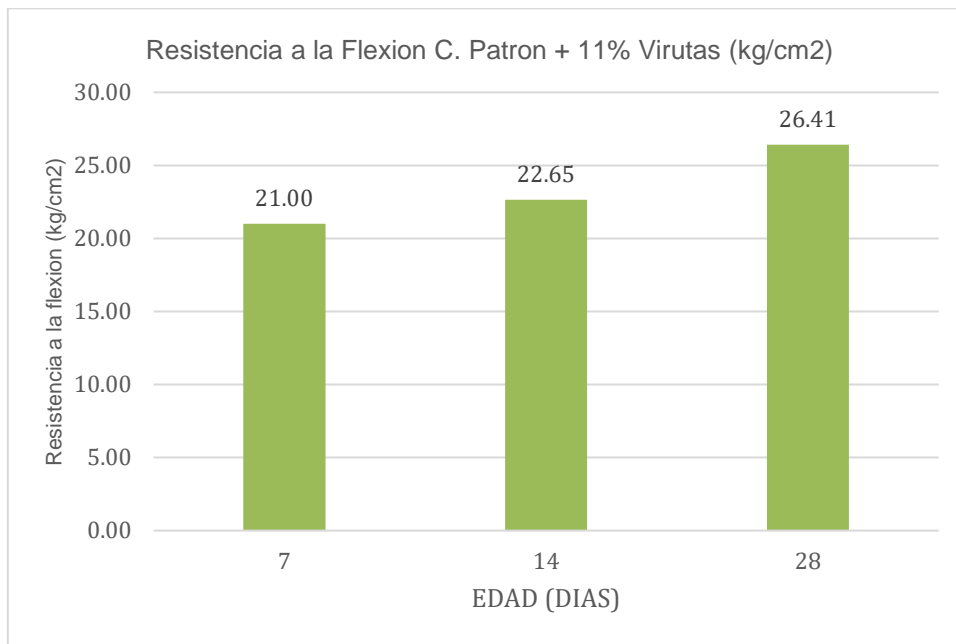
N°	Descripción	Medidas Promedio (cm)				Fecha		Edad (Días)	Carga (Kg-f)	M.R. (kg/cm2)	Pro. M.R. (kg/cm2)
		H	A	L	D. Apoyo	Moldeo	Ruptura				
1	Concreto con Adición de Virutas de 11%	15.3	15.4	45	2.5	29/05/2022	6/06/2022	7	1010	18.84	21.00
2	Concreto con Adición de Virutas de 11%	15.2	15.1	45	2.5	29/05/2022	6/06/2022	7	1160	22.55	
3	Concreto con Adición de Virutas de 11%	15.3	15.2	45	2.5	29/05/2022	6/06/2022	7	1130	21.61	
4	Concreto con Adición de Virutas de 11%	15.2	15.4	45	2.5	29/05/2022	13/06/2022	14	1040	19.47	22.65
5	Concreto con Adición de Virutas de 11%	15.4	15.1	45	2.5	29/05/2022	13/06/2022	14	1340	25.76	
6	Concreto con Adición de Virutas de 11%	15.1	15.3	45	2.5	29/05/2022	13/06/2022	14	1190	22.72	
7	Concreto con Adición de Virutas de 11%	15.2	15.3	45	2.5	29/05/2022	27/06/2022	28	1340	25.42	26.41
8	Concreto con Adición de Virutas de 11%	15.3	15.2	45	2.5	29/05/2022	27/06/2022	28	1460	27.88	
9	Concreto con Adición de Virutas de 11%	15.3	15.1	45	2.5	29/05/2022	27/06/2022	28	1340	25.93	

Fuente: elaboración propia.



### Grafica 13

*Mezcla con adición de 11% resistencia a flexión.*



Fuente: elaboración propia.

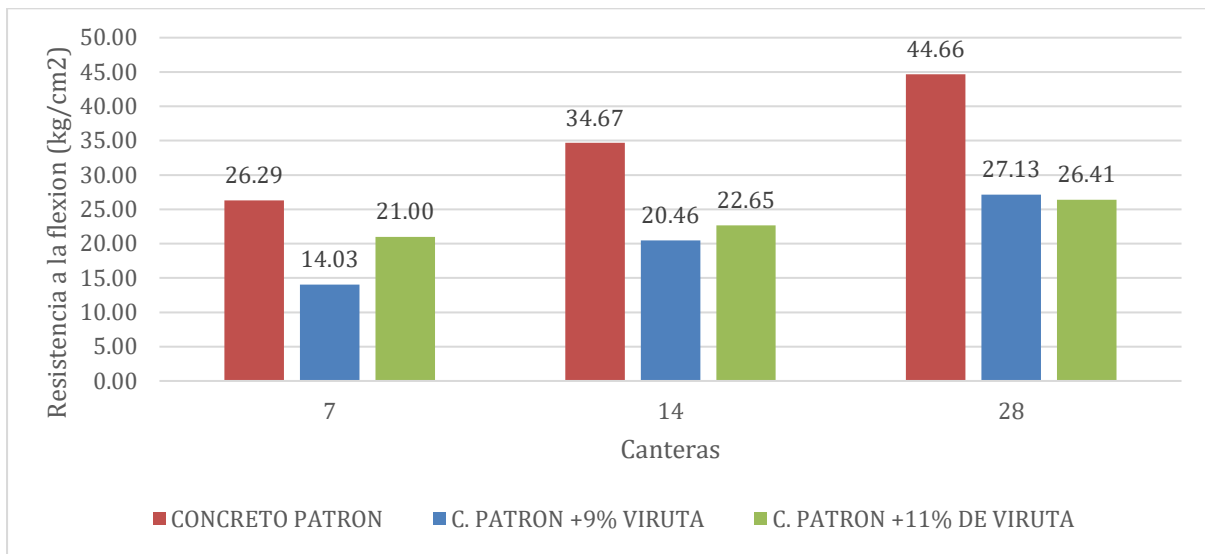
**ANÁLISIS:** en la figura se aprecia que la mezcla del concreto con adición de virutas de acero reciclado a los 7 días de edad arranca con  $f'c$  21.00 kg/cm<sup>2</sup> equivalente al 47%, a los 14 días de edad llega a  $f'c$  22.65 kg/cm<sup>2</sup> equivalente al 51% y a los 28 días de edad alcanza a una resistencia de 26.41 kg/cm<sup>2</sup> equivalente al 59 % respecto al concreto patrón.

### RESUMEN DE RESISTENCIA A FLEXIÓN

en los siguientes resultados se aprecia la resistencia a flexión solicitadas y los adquiridos

### Grafica 14

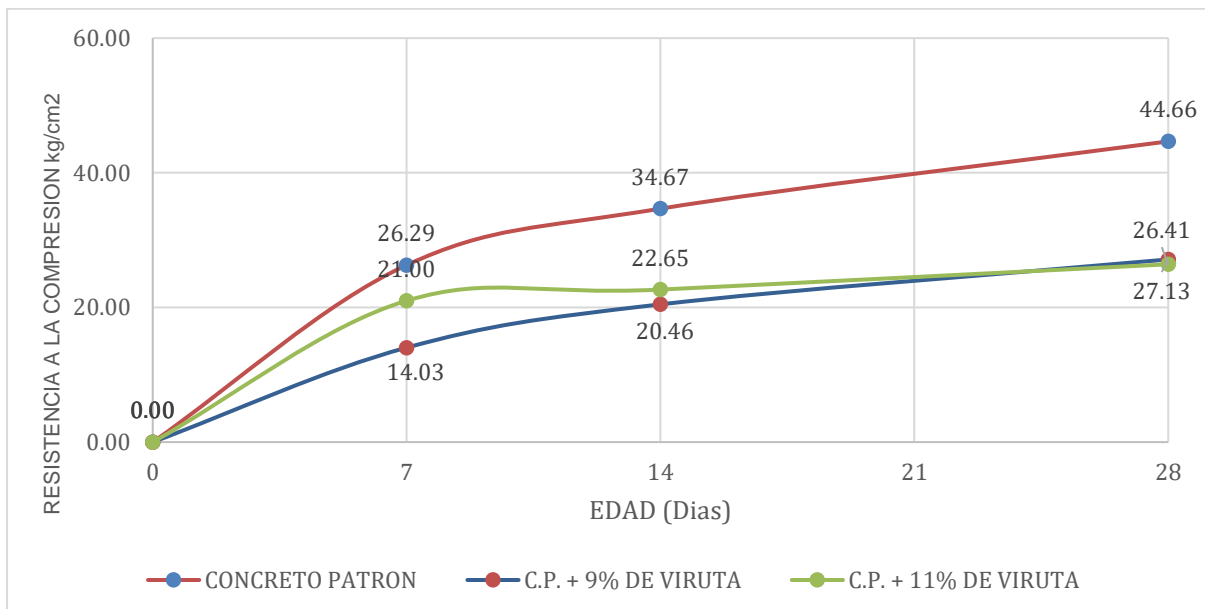
Resistencia a flexión de concreto convencional, 11 % y 9 % de adición.



Fuente: elaboración propia.

### Grafica 15

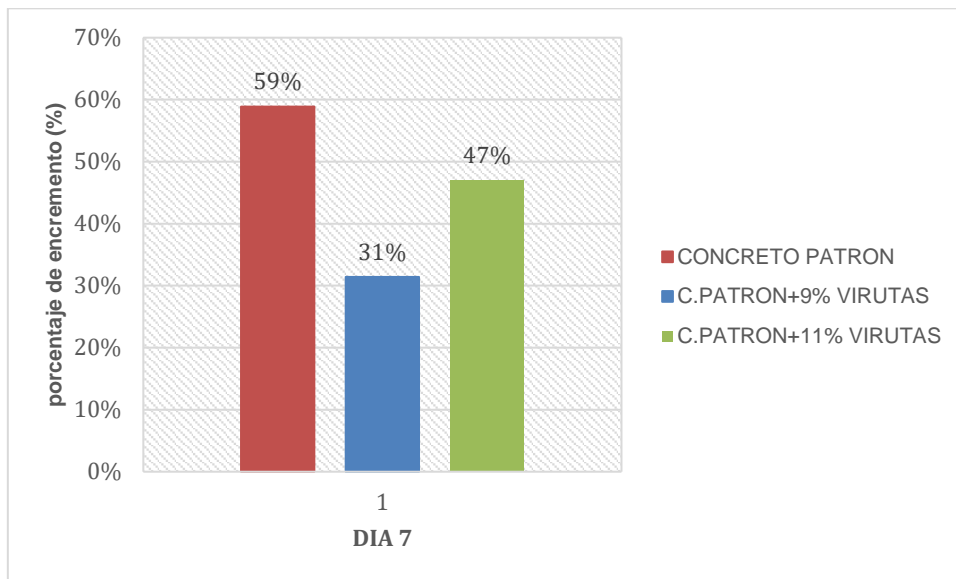
Resumen de resultados de ensayo de flexión.



Fuente: elaboración propia.

## Grafica 16

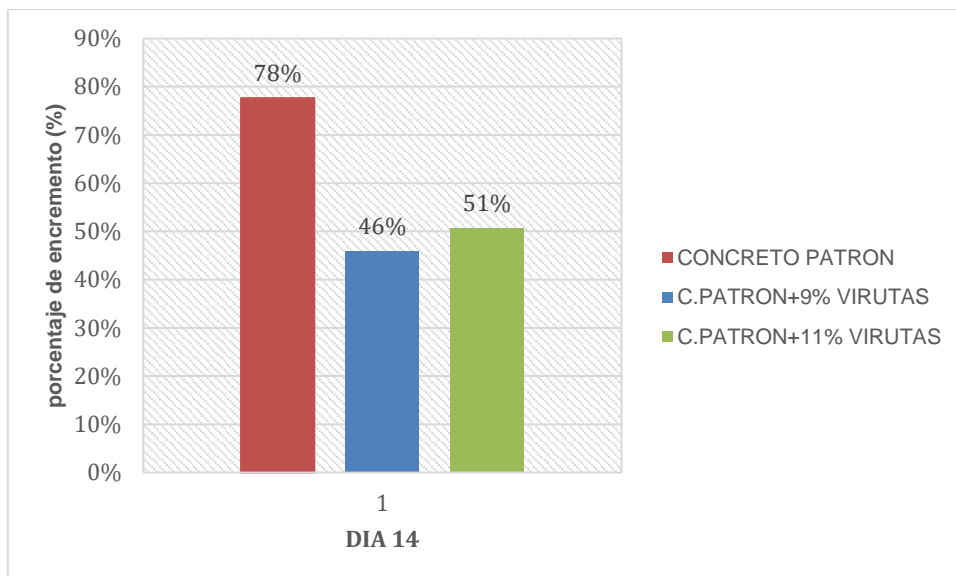
Porcentaje de resistencia a flexión a los 7 días.



Fuente: elaboración propia.

## Grafica 17

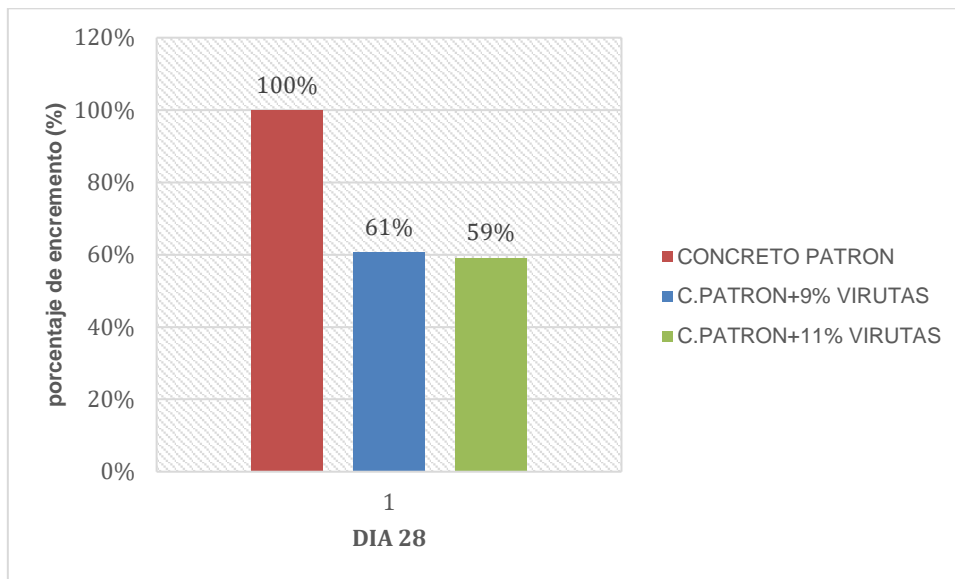
Porcentaje de resistencia a flexión a los 14 días.



Fuente: elaboración propia.

## Grafica 18

Porcentaje de resistencia a flexión a los 28 días.



Fuente: elaboración propia.

**ANÁLISIS:** en la gráfica de resumen de resultados se aprecia que la evolución de la resistencia a flexión del concreto patrón a los 7, 14 y 28 días de edad es superior al concreto con adición de virutas en 9 y 11% llegando a su resistencia en los 28 días de edad a  $f'c$  44.66 kg/cm<sup>2</sup> equivalente a 100% mientras el concreto con adición de 9% de virutas es inferior al patrón y adición en 11% a los 7 y 14 días de edad con  $f'c$  14.03 kg/cm<sup>2</sup> y  $f'c$  20.46 kg/cm<sup>2</sup> equivalente a 31% y 46% respectivamente pero a los 28 días de edad supera al concreto con adición de 11% con  $f'c$  27.13 kg/cm<sup>2</sup> en 2% equivalente al 61%, pero reduce la resistencia en 39%, por lo tanto el concreto con adición de 11% es superior al concreto con 9% de adición temprana edad de 7 y 14 días con  $f'c$  21.00 kg/cm<sup>2</sup> y  $f'c$  22.65 kg/cm<sup>2</sup> equivalente a 47% y 51% e inferior al final de los resultados con  $f'c$  26.41 kg/cm<sup>2</sup> equivalente a 59%, reduciendo la resistencia a flexión en 41%.

## **V DISCUSIÓN**

1 para el indicador de **asentamiento** en el actual proyecto de investigación no se efectuaron ajustes en el diseño de mezcla puesto que se buscó evaluar el efecto que tiene la adición de virutas de acero recicladas. Por ello se trabajó con el diseño de mezcla del concreto patrón para las siguientes dos mezclas, adquiriendo para el concreto patrón un asentamiento de 3" de consistencia plástica, en tanto para el concreto con adición de 9% de virutas un asentamiento de 2" de consistencia seca para el concreto con adición de 11% de virutas un asentamiento de 1.52" también de consistencia seca estas dos últimas tiene comportamiento poco trabajable. De acuerdo a Marcin y otros (2021), en su investigación que adiciona residuos de tornos metálicos sobre las propiedades mecánicas y térmicas del hormigón, obtuvo que con la adición de virutas de acero en la cantidad de 5% a 15% de la masa de cemento, la trabajabilidad de la mezcla disminuyó, por lo referido anteriormente son parecidos los resultados, por que la trabajabilidad se reduce a medida que se va incrementando el porcentaje de virutas esto puesto que las virutas de acero son onduladas y estas ondulaciones retienen la fluidez de la mezcla y hace que la mezcla sea menos trabajable en mayores porcentajes.

2 para el indicador de la **resistencia a la compresion** en el actual proyecto de investigación se planteo evaluar las propiedades físicas y mecánicas del concreto adicionando en porcentajes de 9% y 11% del peso del concreto por m<sup>3</sup> con virutas de acero recicladas, se ha obtenido una resistencia del concreto patrón a los 28 días de edad con  $f'c$  216.39 kg/cm<sup>2</sup>, en tanto el porcentaje de adición de 9% y 11% fue menor al concreto patrón con  $f'c$  211.15 kg/cm<sup>2</sup> y  $f'c$  163.71 kg/cm<sup>2</sup> respectivamente, en cambio a los 7 y 14 días de edad el concreto con adición de 9% fue superior al concreto patrón con  $f'c$  155.22 kg/cm<sup>2</sup> y  $f'c$  205.98 kg/cm<sup>2</sup> respectivamente esto indica que mientras mayor cantidad de adición de virutas reduce la resistencia a compresión, por otra parte Werkina (2021), en su investigación presenta un hallazgo experimental sobre las propiedades del hormigón (mecánicas) con desechos de chatarra acerado con adición de porcentajes de 0%, 0.5%, 0.75%, y 1.5%, obtuvo que con la adición de chatarra de acero de desecho; de las pruebas a la resistencia de la compresión mejoraron en un 26,8 % para el 0,5 %, en un 30,7 % para el 0,75 % y se redujo en un 5,3 % para el 1.5 % en volumen de hormigón, por lo referido anteriormente guardan relación los resultados y se concuerda que menor adición de porcentajes de virutas aumenta la resistencia.

3 para el indicador de la **resistencia a la flexión** en este proyecto de investigación los resultados finales de las muestras con adición de 9% y 11% del peso del concreto por m<sup>3</sup> con virutas de acero reciclado han sido evaluados con respecto al concreto patrón, donde este último concreto ha alcanzado la resistencia con  $f'c$  44.66 kg/cm<sup>2</sup>, la adición de virutas en 9% y 11% ha reducido la resistencia a flexión en porcentajes de 39% y 41% respectivamente, por otro lado Werkina S. (2021) en su investigación con la adición de chatarra de acero de desecho al concreto obtiene los resultados e indica que la resistencia a tracción por hundimiento mejoró en 11,2 % para (0,5 %, 5,8 %) para (0,75 % y 2,5 %) para (1,5 %) por volumen de concreto, esto concuerda que las propiedades de resistencia del hormigón aumentan con chatarra de acero, pero, mientras mayor dosis de chatarra de desecho reduce la resistencia esto indica claramente que mayor adición de virutas reduce la resistencia a flexión.

## **VI CONCLUSIONES**



1 se concluyó que la adición de virutas en 9% ocasiono una pérdida de trabajabilidad en 33% y con la adición de virutas en 11% ocasiona una pérdida de trabajabilidad en 50% con respecto al concreto patrón, esto según los resultados obtenidos. Por ende, mientras mayor dosis de adición de virutas produce la perdida de trabajabilidad, convirtiendo al concreto de consistencia seca.

2 se concluyó que la adición de virutas en 9% supera la resistencia a compresión al concreto patrón en 2% y 7% a la temprana edad de 7 y 14 días con  $f'c$  155.22 kg/cm<sup>2</sup> y  $f'c$  205.98 kg/cm<sup>2</sup> respectivamente y a los 28 días es inferior en 2% con  $f'c$  211.15 kg/cm<sup>2</sup> llegando al 101% de resistencia del diseño, mientras tanto el concreto con adición de 11% de virutas es inferior en 22 % a los 28 días edad con  $f'c$  163.71 kg/cm<sup>2</sup> al 78 % de resistencia de  $f'c$  de diseño.

3 se concluyó que la adición de 9% de virutas de acero al concreto reduce la resistencia a flexión a los 28 días de edad en 39% con respecto al concreto patrón, pero supera en 2% al concreto con adición de 11% de virutas con  $f'c$  26.41 kg/cm<sup>2</sup>, mientras tanto el concreto con adición de 11% de viruta a los 7 y 14 días de edad supera en 18 % y 3% al concreto con adición de 9% de virutas con  $f'c$  21.00 kg/cm<sup>2</sup> y  $f'c$  22.65 kg/cm<sup>2</sup> respectivamente.

Este documento es parte de un proyecto de investigación más amplio destinado a desarrollar concreto respetuoso con el medio ambiente de acuerdo con los principios del desarrollo sostenible y la economía de circuito cerrado mediante el uso de materiales metálico reciclados en el concreto. Teniendo en cuenta las mejoras en las propiedades mecánicas del concreto mediante la adición de virutas.

## **VII RECOMENDACIONES**

1 se recomienda ajustar la relación agua cemento para controlar el asentamiento y así tener un comportamiento trabajable ya que las ondulaciones de virutas de acero tienden a retener la consistencia del concreto afectando su trabajabilidad.

2 se recomienda el uso del concreto con adición de viruta de acero reciclada en concretos con recubrimiento o en construcciones que no tenga contacto con el agua ni el suelo por lo que algunas virutas de acero pueden presentar corrosión y esto ocasionaría mayor desgaste del concreto al contacto permanente con el agua.

3 se recomienda que en las próximas investigaciones realicen evaluaciones de las propiedades del concreto con porcentajes menores al 9% ya que el resultado obtenido con dosis de 9% de adición reduce la resistencia y con dosis 11% de acción de virutas acero aún más reducen la resistencia.

4 se recomienda para las futuras investigaciones distribuir a mayor precisión los volúmenes de capas para el varillado en el moldeo o vaciado de las probetas esto para que no presente cangrejas en la muestra de concreto endurecido.

## REFERENCIAS

- Souphavanh , S., Ali , S., Saied , K., Bintul , Z., & Zoltan , O. (2021). The effect of recycled tyre steel fibers on the properties of concrete. (*Articulo*). University of Pécs, Hungary. Obtenido de <https://akjournals.com/view/journals/606/17/1/article-p43.xml>
- Adrián, Y. (2021). *concreto*. Obtenido de Concepto Definicion: <https://conceptodefinicion.de/concreto/>
- Alor Suarez, J. S., & Alfaro Paredes, J. C. (2020). Mejoramiento a la compresión, flexión y tracción del concreto con agregado grueso reciclado, fino natural y virutas de acero para el uso de viviendas en Lima Metropolitana. (*Tesis de grado*). Universidad Peruana de Ciencias Aplicadas (UPC), lima. Obtenido de <https://repositorioacademico.upc.edu.pe/handle/10757/653421>
- Alperin, M., & Skorupka, C. (2014). *Cátedra de Estadística*. Obtenido de Métodos de muestreo: <https://www.fcnym.unlp.edu.ar/catedras/estadistica/Procedimientos%20de%20muestreo%20A.pdf>
- ASTM:C143. (s.f.). Ensayo de Slump. (*NORMA*). ASTM C143. Obtenido de <https://owlcation.com/humanities/ASTM-C143-The-Concrete-Slump-Test>
- ASTM:C293. (s.f.). Ensayo de resistencia a flexion. (*Norma*). ASTM:C293. Obtenido de <https://concretesupplyco.com/wp-content/uploads/2017/01/16pes.pdf>
- ASTM:C39. (s.f.). Ensayo de resistencia a compresion. (*Norma*). ASTM:C39. Obtenido de [https://www.academia.edu/16092882/CIP\\_35\\_Prueba\\_de\\_Resistencia\\_a\\_la\\_Compresi%C3%B3n](https://www.academia.edu/16092882/CIP_35_Prueba_de_Resistencia_a_la_Compresi%C3%B3n)

Baena Paz, G. (2017). *Metodología de la investigación*. Mexico: 3ra Edición.

Obtenido de

[http://www.biblioteca.cij.gob.mx/Archivos/Materiales\\_de\\_consulta/Drogas\\_de\\_Abuso/Articulos/metodologia%20de%20la%20investigacion.pdf](http://www.biblioteca.cij.gob.mx/Archivos/Materiales_de_consulta/Drogas_de_Abuso/Articulos/metodologia%20de%20la%20investigacion.pdf)

Becosan, F. (2020). *Cemento, el principal conglomerante de la construcción*.

Obtenido de Becosan: <https://www.becosan.com/es/que-es-el-cemento-en-la-construccion/>

Bonilla Solano, A. W., & Lascano Fernández, E. L. (2017). Comportamiento

mecánico del hormigón con fibras de aluminio reciclado. (*Tesis de grado*).

Universidad politécnica Salesiana, Ecuador. Obtenido de

<https://dspace.ups.edu.ec/handle/123456789/14415>

Briones Ponce , A. N., Zambrano Macías , J. C., Muñoz Macías , J. A., Ruiz Párraga

, W. E., & Panchana de Calderero , R. A. (2020). Análisis de la prestación mecánica del hormigón. (*Revista*). Universidad Técnica de Manabí, Ecuador.

Obtenido de <file:///C:/Users/User/Downloads/2498-Art%C3%ADculo-8404-2-10-20210929.pdf>

Choque Flores, L., & Deledesma Carrera , Y. (2021). Resistencia a la compresión de

un concreto  $f'c=210\text{kg/cm}^2$  sustituyendo parcialmente el agregado fino por virutas y limallas de acero, Huaraz - 2021. (*Tesis de Grado*). Universidad

César Vallejo, Huaraz. Obtenido de

<https://repositorio.ucv.edu.pe/handle/20.500.12692/61609?show=full&locale-attribute=es>

Condori Ojeda, P. (2020). *Niveles de investigación*. Obtenido de Acta Académica:

<https://www.aacademica.org/cporfirio/17>

- F. J. Faleye, S. O. (2009). Chemical and Physical Analyses of Selected Cement Samples in Nigerian Market. (*Artículo*). University of Ado-Ekiti, Nigeria. Obtenido de <https://www.banglajol.info/index.php/BJSir/article/view/2712>
- Falah F Bani, H. (2011). chemical analysis of ordinary portland cement of Jordan. (*Artículo*). Al-Balqa Applied University, Jordan. Obtenido de [https://journals.ekb.eg/article\\_148886.html](https://journals.ekb.eg/article_148886.html)
- Farfán Córdova, M., Pinedo Díaz, D. I., Araujo Novoa, J., & Orbegoso Alayo, J. (2018). Fibras de acero en la resistencia a la compresión del concreto. (*Artículo*). Universidad César Vallejo, Trujillo. Obtenido de <https://biblat.unam.mx/hevila/Gacetatecnica/2019/vol20/no2/2.pdf>
- García Chumacero, J. M. (2020). Evaluación de las propiedades físicas y mecánicas del concreto adicionando viruta de aluminio secundario, Lambayeque, 2020. (*Tesis de Grado*). Universidad de Señor de Sipán, Lambayeque. Obtenido de <https://repositorio.uss.edu.pe/handle/20.500.12802/8075>
- Hernández, S. R., Fernández, C. C., & Baptista, L. P. (2014). *Metodología de la Investigación*. México: 6ta Edición. Obtenido de [http://metabase.uaem.mx:8080/bitstream/handle/123456789/2775/506\\_5.pdf?sequence=1](http://metabase.uaem.mx:8080/bitstream/handle/123456789/2775/506_5.pdf?sequence=1)
- Humphrey Danso, I. B. (2015). Quality of Type I Portland Cement from Ghana and UK. (*Artículo*). University of Education Winneba, Kumasi. Obtenido de <https://citeseerx.ist.psu.edu/viewdoc/download?doi=10.1.1.677.3414&rep=rep1&type=pdf>
- ISO:3685. (1993). Tipos de virutas de proceso de mecanizado. (*Norma*). ISO:3685. Obtenido de <https://www.iso.org/standard/9151.html>

John A , S. (2020). *Procesos De Manufactura*. Ontario: 3ra Edicion. Obtenido de <https://www.elsolucionario.org/procesos-de-manufactura-john-a-schey-3ra-edicion/>

Lalagui D., D. (2021). *Población y Muestra de Tesis*. Obtenido de Emprendimiento contable Peru: <https://www.emprendimientocontperu.com/poblacion-y-muestra-de-tesis/>

Luis, S. (2016). *Virutas metalicas y residuos del mecanizado: como reducirlo*. Obtenido de Teoriadeconstruccion: [https://teoriadeconstruccion.net/blog/viruta\\_metalica/](https://teoriadeconstruccion.net/blog/viruta_metalica/)

Manrique Aguilar, W. M., & Quispe Fanegas, C. S. (2021). Evaluación de las propiedades físico mecánicas del concreto F'C=210 Kg/Cm<sup>2</sup> sustituyendo el agregado grueso por alambrón reciclado, Huaraz - Ancash - 2021. (*Tesis de grado*). Universidad César Vallejo, Huaraz. Obtenido de <https://repositorio.ucv.edu.pe/handle/20.500.12692/66285>

Marcin , M., Marta , K., Michał , T., Tomasz , S., Waldemar , Ł., & Paweł , M. (2021). Effect of Metal Lathe Waste Addition on the Mechanical and Thermal Properties of Concrete. (*Articulo*). Military University of Technology in Warsaw, Building Research Institute (ITB), Warsaw. Obtenido de <https://www.ncbi.nlm.nih.gov/pmc/articles/PMC8197122/>

Marwah Jaafar , K., Wisam Abdulilah , A., Qusay A. , J., Layth Abdul , R. A., & Jaber Kadhim , A. (2021). Some Mechanical Properties of Polymer Modified Concrete by Adding Waste Iron Filings and Chips. (*Articulo*). University of Kufa, Iraq. Obtenido de <https://www.scientific.net/KEM.895.110>



- Pacheco Flores, L. M. (2017). Propiedades del concreto en estado fresco y endurecido. (*Suficiencia profesional*). Universidad José Carlos Mariátegui, Moquegua. Obtenido de <http://repositorio.ujcm.edu.pe/handle/20.500.12819/226>
- Quintana Cruz, C. D., & Valencia Castro, P. A. (2016). Análisis comparativo entre el concreto simple y el concreto con adición de fibra de acero al 12% y 14%. (*Tesis de grado*). Universidad Católica de Colombia, Colombia. Obtenido de <https://repositorioslatinoamericanos.uchile.cl/handle/2250/88662>
- Sajjad Ali, M., Norwati Binti, J., Zuhaib, S., & Sheeraz Ahmed, M. (2019). Utilization of Sawdust in Concrete Masonry Blocks. (*Artículo*). Mehran University Research Journal of Engineering and Technology, Malasia. Obtenido de <https://publications.muet.edu.pk/index.php/muetrj/article/view/981>
- Sajjad, A., Mohd Haziman, W. I., Norwati, J., Mohd Fadzil, A., & Ramadhansyah Putra, J. (2019). Short-term effects of sulphate and chloride on the concrete containing coal bottom ash as supplementary cementitious material. (*Artículo*). Universiti Tun Hussein Onn Malaysia, Universiti Teknologi MARA, Universiti Malaysia Pahang 26300, Malasia. Obtenido de <https://www.sciencedirect.com/science/article/pii/S2215098618314381>
- Salim, K., Janet, R., & Azadeh, P. (2019). Experimental Investigation on the Properties of Recycled Concrete Using Hybrid Fibers. (*Artículo*). The University of Toledo, Usa. Obtenido de [https://www.scirp.org/html/7-1810283\\_91812.htm](https://www.scirp.org/html/7-1810283_91812.htm)
- Sanz Diez de Ulzurrun, C. G. (2019). Capacidad resistente de elementos lineales de hormigón armado reforzado con fibras bajo cargas de impacto. (*Tesis*

*Doctoral*). Universidad Politécnica de Madrid, España. Obtenido de <https://oa.upm.es/58074/>

Sarta Forero, H. N., & Silva Rodríguez, J. L. (2017). Análisis comparativo entre el concreto simple y el concreto con adición de fibra de acero al 4% y 6%. (*Tesis de grado*). Universidad Católica de Colombia, Colombia. Obtenido de <https://repository.ucatolica.edu.co/bitstream/10983/14513/1/AN%C3%81LISIS%20COMPARATIVO%20ENTRE%20EL%20CONCRETO%20SIMPLE%20Y%20EL%20CONCRETO%20CON%20ADICI%C3%93N%20DE%20FIBRA%20DE%20ACERO%20AL%204%25%20Y.pdf>

Silva, O. J. (2022). *Tipos de agregados y su influencia en el diseño de mezcla del concreto*. Obtenido de 360 en concreto: <https://360enconcreto.com/blog/detalle/tipos-de-agregados-y-su-influencia-en-mezcla-de-concreto/>

Studocu. (2013). *Importancia del agua en el concreto*. Obtenido de Studocu: <https://www.studocu.com/pe/document/universidad-tecnologica-del-peru/fisica/168694968-importancia-del-agua-en-el-concreto/10767394>

Sumit , C., Sandeep , C., Abhishek , J., & Rajesh , G. (2020). Assessment of effect of rubber tyre fiber on functionally graded concrete. (*Articulo*). Malaviya National Institute of Technology Jaipur, ndian Institute of Technology Indore, Swami Keshvanand Institute of Technology Management and Gramothan (SKIT). Obtenido de [https://www.researchgate.net/publication/341631824\\_Assessment\\_of\\_effect\\_of\\_rubber\\_tyre\\_fiber\\_on\\_functionally\\_graded\\_concrete](https://www.researchgate.net/publication/341631824_Assessment_of_effect_of_rubber_tyre_fiber_on_functionally_graded_concrete)

Tamayo Ly, C., & Silva Siesquén, I. (2022). *Técnicas e instrumentos de recolección de datos*. Obtenido de Postgradoune:

<https://www.postgradoune.edu.pe/pdf/documentos-academicos/ciencias-de-la-educacion/22.pdf>

Valdarrama Mendoza, S. (2013). *Pasos para Elaborar Proyectos de Investigación Científica Cualitativa, Cuantitativa y Mixta*. 2da Edición. Obtenido de

[http://www.editorialsanmarcos.com/index.php?id\\_product=211&controller=product](http://www.editorialsanmarcos.com/index.php?id_product=211&controller=product)

Werkina Shewalul, Y. (2021). Experimental study of the effect of waste steel scrap as reinforcing material on the mechanical properties of concrete. (*Artículo*).

Jimma University, Ethiopia. Obtenido de

<https://www.sciencedirect.com/science/article/pii/S221450952100005X#bbib0015>

**ANEXOS**

## Anexo 1: Matriz de Consistencia

<b>Título:</b> Evaluación de las Propiedades Físicas y Mecánicas del Concreto $f'c = 210$ kg/cm <sup>2</sup> Adicionando Virutas de Acero, Andahuaylas 2022							
<b>Autores:</b> Huasco Utani, Edwin y Retamozo Espinoza, Abraham							
<b>Problema</b>	<b>Objetivos</b>	<b>Hipótesis</b>	<b>Variables</b>	<b>Dimensiones</b>	<b>Indicadores</b>	<b>Instrumentos</b>	<b>Metodología</b>
<b>Problema General:</b>	<b>Objetivo general:</b>	<b>Hipótesis general:</b>	<b>Variable dependiente:</b> PROPIEDADES FÍSICAS Y MECÁNICAS DEL CONCRETO	Trabajabilidad	ensayo de asentamiento (plg)	ASTM C143	Tipo de investigación: Aplicado  Enfoque de investigación: Cuantitativo  El diseño de la investigación Experimental  El nivel de la investigación: Descriptivo-Explicativo  Población: 54 briquetas de concreto y 3 ensayos físicos  Muestra: Población: 54 briquetas de concreto y 3 ensayos físicos  Muestreo: No probabilístico
¿De qué manera la adición de virutas de acero influye en las propiedades físicas y mecánicas del concreto $f'c = 210$ kg/cm <sup>2</sup> ?	Evaluar las propiedades físicas y mecánicas del concreto $f'c = 210$ kg/cm <sup>2</sup> , Adicionando Virutas de Acero	La adición de virutas de acero, mejora las propiedades físicas y mecánicas del concreto $f'c = 210$ kg/cm <sup>2</sup>		Resistencia a la compresión	ensayo de resistencia a compresión (kg/cm <sup>2</sup> )	ASTM C39	
				Resistencia a la flexión	ensayo de resistencia a flexión (kg/cm <sup>2</sup> )	ASTM C293	
<b>Problemas Específicos:</b>	<b>Objetivos específicos:</b>	<b>Hipótesis específicas:</b>		dosificación	Adición en 9%	Ficha de observación	
¿Cómo influye la adición de virutas de acero en un 9% y 11% en la trabajabilidad del concreto?	Determinar cómo influye la adición de virutas de acero en un 9% y 11% en la trabajabilidad del concreto	La adición de virutas de acero en un 9% y 11% mejora la trabajabilidad del concreto		Adición en 11%			
¿De qué manera la adición de virutas de acero en un 9% y 11% influye en la resistencia a la compresión del concreto?	Determinar la resistencia a la compresión del concreto con la adición de virutas de acero en un 9% y 11%	La adición de virutas de acero en un 9% y 11% aumenta la resistencia a la compresión del concreto	<b>Variable independiente:</b> VIRUTAS DE ACERO	forma	ondulado	Norma ISO 3685:1993	
¿De qué manera la adición de virutas de acero en un 9% y 11% influye en la resistencia a la flexión del concreto?	Determinar la resistencia a la flexión del concreto con la adición de virutas de acero en un 9% y 11%	La adición de virutas de acero en un 9% y 11% aumenta la resistencia a la flexión del concreto		tipo	reciclado	Ficha de observación	


Fuente: Elaboración propia

## Anexo 2: Matriz de Consistencia

<b>Título:</b> Evaluación de las Propiedades Físicas y Mecánicas del Concreto $f'c = 210 \text{ kg/cm}^2$ Adicionando Virutas de Acero, Andahuaylas 2022					
<b>Autor:</b> Huasco Utani, Edwin y Retamozo Espinoza, Abraham					
<b>VARIABLES DE ESTUDIO</b>	<b>DEFINICION CONCEPTUAL</b>	<b>DEFINICION OPERACIONAL</b>	<b>DIMENSION</b>	<b>INDICADOR</b>	<b>ESCALA DE MEDICION</b>
<b>Variable dependiente</b> propiedades físicas y mecánicas del concreto	(Pacheco F. (2017), la resistencia a compresión y flexión son sus principales propiedades mecánicas y la trabajabilidad propiedades físicas del concreto, porque estos números son los principales factores que se usan indudablemente para diseño de estructuras de concreto. Las propiedades mecánicas son aquellas características de los sólidos que se demuestran cuando se aplica una fuerza.	Se someterán 27 probetas cilíndricas a ensayos mecánicos para la evaluación de compresión y 27 vigas a ensayos mecánicos para la evaluación de flexión, estas serán sometidos a los ensayos adecuados a diferentes edades, 03 ensayos físicos para la evaluación de asentamientos, se preparan de acuerdo con las consideraciones normativas, adicionando la viruta de acero en los porcentajes especificados de 9% y 11% del peso del concreto.	Trabajabilidad	ensayo de asentamiento (plg)	de razón o relación
			Resistencia a la compresión	ensayo de resistencia a compresión ( $\text{kg/cm}^2$ )	de razón o relación
			Resistencia a la flexión	ensayo de resistencia a flexión ( $\text{kg/cm}^2$ )	de razón o relación
			dosificación	adición en 9%	de razón o relación
adición en 11%	de razón o relación				
<b>Variable independiente</b> Virutas de acero	John A. (2020), las virutas de acero son virutas curvadas o en espiral que se cortan al cepillar con herramientas como las cepilladoras y los taladros de lata, desbastar o perforar metales.	Fragmentos que mejoran las propiedades mecánicas y propiedades físicas del concreto en base a su dosificación, la forma y el tipo de las partículas.	forma	ondulado	de razón o relación
			tipo	reciclado	de razón o relación

Fuente: Elaboración propia

### Anexo 3: ficha técnica de recolección de datos

 Universidad César Vallejo		FICHA TECNICA DE RECOLECCION DE DATOS			
ENSAYO		SLUMP ASTM C143			
TESIS		Evaluacion de las Propiedades Fisicas y Mecanicas del Concreto f'c =210 kg/cm2 Adicionando Virutas de Acero, Andahuaylas 2022			
AUTORES		Huasco Utani, edwin y Retamozo Espinoza, Abraham			
Descripcion	N°	Asentamiento		Promedio	
Concreto Patron sin Adicion de Virutas	1				
	2				
Concreto con Adicion de Virutas de 9%	3				
	4				
Concreto con Adicion de Virutas de 11%	5				
	6				

CONSISTENCIA	ASENTAMIENTO	COMPORTEAMIENTO
<b>Seco</b>	0" a 2"	Poco trabajable
<b>Plastico</b>	3" a 4"	Trabajable
<b>Fluido</b>	>5"	Muy trabajable


VALIDACION DE INSTRUMENTOS		
APELLIDOS Y NOMBRES		PUNTAJE
EXPERTO N° 01:	Vela Fernández José Rafael	19
EXPERTO N° 02:	Leon Leguia Pablo Cesar	18
EXPERTO N° 03:	Parino Andia Katherine Prada	20
PROMEDIO		

FIRMA EXPERTO 01

 José R. Vela Fernández  
 INGENIERO CIVIL  
 CIP: 227563

FIRMA EXPERTO 02


  

 Pablo Cesar Leon Leguia  
 ING. CIVIL  
 CIP N° 250557

FIRMA EXPERTO 03

 Katherine Prada Andia  
 Ingeniero Civil  
 CIP: 195527

 Universidad César Vallejo		<b>FICHA TECNICA DE RECOLECCION DE DATOS</b>							
<b>ENSAYO</b>		<b>ENSAYO DE RESISTENCIA A COMPRESIÓN ASTM C39</b>							
<b>TESIS</b>		Evaluación de las Propiedades Físicas y Mecánicas del Concreto $f'c = 210 \text{ kg/cm}^2$ Adicionando Virutas de							
<b>AUTORES</b>		Huasco Utani, Edwin y Retamozo Espinoza, Abraham							
<b>F'c de diseño</b>		210 $\text{kg/cm}^2$		<b>Tipo de muestra</b>			Concreto endurecido		
<b>F'c requerida</b>		295 $\text{kg/cm}^2$		<b>Presentación</b>			cilíndrica de 30x7.5cm		
Descripción	N°	Medidas (cm)		Fecha		Edad (Días)	Carga (Kg-f)	fc/f'c (kg/cm <sup>2</sup> )	Pro. fc/f'c (kg/cm <sup>2</sup> )
		H	R	Moldeo	Ruptura				
Concreto Patron sin Adición de Virutas	1								
	2								
	3								
Concreto con Adición de Virutas de 9%	4								
	5								
	6								
Concreto con Adición de Virutas de 11%	7								
	8								
	9								


VALIDACION DE INSTRUMENTOS		
APELLIDOS Y NOMBRES		PUNTAJE
EXPERTO N° 01:	Vela Fernández José Rafael	19
EXPERTO N° 02:	LEON LEGUIA Pablo Cesar	18
EXPERTO N° 03:	Maño Andía Katherine Frida	20
PROMEDIO		

FIRMA EXPERTO 01


FIRMA EXPERTO 02

FIRMA EXPERTO 03



  
 José R. Vela Fernández  
 INGENIERO CIVIL  
 CIP: 227563




  
 Pablo Cesar León Leguía  
 ING. CIVIL  
 CIP: N° 250557



  
 Katherine Frida Maño Andía  
 CIP: 195527



 Universidad César Vallejo		<b>FICHA TECNICA DE RECOLECCION DE DATOS</b>									
<b>ENSAYO</b>		<b>ENSAYO DE RESISTENCIA A FLEXIÓN ASTM C293</b>									
<b>TESIS</b>		Evaluación de las Propiedades Físicas y Mecánicas del Concreto $f'c = 210 \text{ kg/cm}^2$ Adicionando Virutas									
<b>AUTORES</b>		Huasco Utani, Edwin y Retamozo Espinoza, Abraham									
<b>F'c de diseño</b>		210 kg/cm <sup>2</sup>				<b>Tipo de muestra</b>			Concreto endurecido		
<b>F'c requerida</b>		295 kg/cm <sup>2</sup>				<b>Presentación</b>			viga de 50x15x15 cm		
Descripción	N°	Medidas Promedio (cm)				Fecha		Edad (Días)	Carga (Kg-f)	M.R. (kg/cm <sup>2</sup> )	Pro. M.R. (kg/cm <sup>2</sup> )
		H	A	L	D. Apoyo	Moldeo	Ruptura				
Concreto Patron sin Adición de Virutas	1										
	2										
	3										
Concreto con Adición de Virutas de 9%	4										
	5										
	6										
Concreto con Adición de Virutas de 11%	7										
	8										
	9										

VALIDACION DE INSTRUMENTOS		
APELLIDOS Y NOMBRES		PUNTAJE
EXPERTO N° 01:	Vela Fernández José Rafael	19
EXPERTO N° 02:	Leon Leguía Pablo Cesar	18
EXPERTO N° 03:	Yarino Andía Katherine Erida	20
PROMEDIO		

FIRMA EXPERTO 01

  
  
 José R. Vela Fernández  
 INGENIERO CIVIL  
 CIP: 227563

FIRMA EXPERTO 02

  
  
 Pablo Cesar Leon Leguia  
 ING. CIVIL  
 CIP: N° 250557

FIRMA EXPERTO 03

  
  
 Katherine Erida Yarino Andia  
 Ingeniero Civil  
 CIP: 195527

## Anexo 4: Ensayos de diseño de mezcla



### FAMI CONTRATISTAS GENERALES S.R.L.

- ELABORACION Y EJECUCION DE PROYECTOS DE INGENIERIA
- EDIFICACIONES
- OBRAS HIDRAULICAS
- ALQUILER Y VENTA DE INSUMOS DE INGENIERIA Y OTROS
- CARRETERAS
- PUENTES
- LABORATORIO DE MECANICA DE SUELOS
- GEOLOGIA
- GEOTECNIA
- LABORATORIO DE MECANICA DE SUELOS
- ASESORIA, CONSULTORIA Y EJECUTORIA DE OBRA
- MINERIA
- IMPACTO AMBIENTAL
- TRANSPORTES

#### ANALISIS GRANULOMETRICO POR TAMIZADO ARENA PARA CONCRETO

PROYECTO: "EVALUACION DE LAS PROPIEDADES FISICAS Y MECANICAS DEL CONCRETO Fc=210Kg/cm2 ADICIONANDO VIRUTAS DE ACERO, ANDAHUAYLAS 2022"

CANTERA: ANDIA

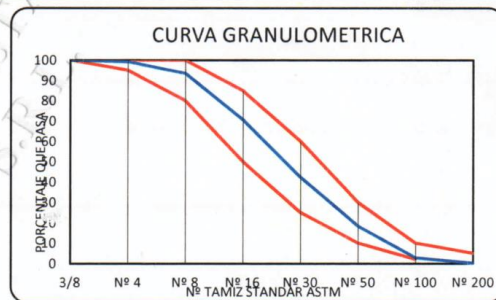
UBICACIÓN: DISTRITO DE ANDAHUAYLAS, PROVINCIA DE ANDAHUAYLAS.  
DEPARTAMENTO DE APURIMAC

SOLICITANTE: BACH. EDWIN HUASCO UTANI, BACH. ABRAHAM RETAMOZO ESPINOZA

FECHA: ABRIL DEL 2022

GRANULOMETRIA					CARACTERISTICAS FISICAS		V. Usuales	Calculado
MALLA	PESO RETENIDO (gr)	(%) RETENIDO	(%) RETENIDO ACUMUL.	(%) PASA ACUMUL.	1) Modulo de fineza	(2.4-3.0)	2.73	
3/8	0	0	0	100	2) Peso especifico (gr./cm <sup>3</sup> .)	(2.4 - 2.8)	2.82	
Nº 4	12	1	1	99	3) Peso unitario suelto (gr./cm <sup>3</sup> .)	(1300 - 1800 )	1453	
Nº 8	108	6	6	94	4) Peso unitario compacto (gr./cm <sup>3</sup> .)	(1400-1900)	1613	
Nº 16	424	23	29	71	5) (%) Humedad	(0.0 - 20)	4.62%	
Nº 30	520	28	58	42	6) (%) Absorción	(0.2 - 4.0)	2.46%	
Nº 50	444	24	82	18	LIMITES PARA SUSTANCIAS		ASTM-C33	
Nº 100	287	16	97	3	PERJUDICIALES EN AGREG. FINO		Máximo	
Nº 200	48	3	100	0.2	1) Lentes de arcillas y particulas desmenuzadas		Calculado	
<Nº 200	4	0	100	0	2) Material menor a la malla 200 (a)			
TOTAL	1847	100			OBSERVACIONES:			
					(a) 3% para concreto sujeto a la abrasion y 5% para los demas			
					CLASIFICACION: AG-3			

100	100	3/8	100
95	100	Nº 4	99
80	100	Nº 8	94
50	85	Nº 16	71
25	60	Nº 30	42
10	30	Nº 50	18
2	10	Nº 100	3
0	5	Nº 200	0
0	5	<Nº 200	0



Nota: muestra proporcionada por el interesado


**FAMI** CONTRATISTAS  
 GENERALES S.R.L.  
 Ing. Edwin Miranda Palomino  
 CIP: Nº 7737  
 GERENTE



## FAMI CONTRATISTAS GENERALES S.R.L.

- ELABORACION Y EJECUCION DE PROYECTOS DE INGENIERIA
- EDIFICACIONES
- OBRAS HIDRAULICAS
- ALQUILER Y VENTA DE INSUMOS DE INGENIERIA Y OTROS
- CARRETERAS
- PUENTES
- LABORATORIO DE MECANICA DE SUELOS
- GEOLOGIA
- GEOTECNIA
- ASESORIA, CONSULTORIA Y EJECUTORIA DE OBRA
- MINERIA
- IMPACTO AMBIENTAL
- TRANSPORTES

### CARACTERISTICAS FISICAS Y GRANULOMETRICAS DE AGREGADO GRUESO PARA CONCRETO

**PROYECTO:** "EVALUACION DE LAS PROPIEDADES FISICAS Y MECANICAS DEL CONCRETO  $F_c=210\text{Kg/cm}^2$  ADICIONANDO VIRUTAS DE ACERO, ANDAHUAYLAS 2022"

**CANTERA:** ANDIA

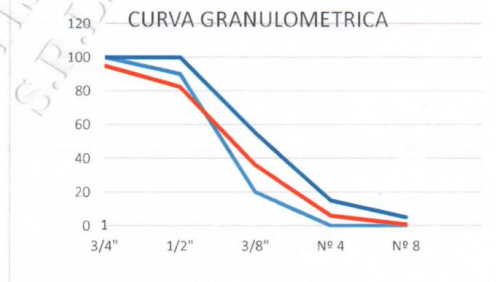
**UBICACIÓN:** DISTRITO DE ANDAHUAYLAS, PROVINCIA DE ANDAHUAYLAS.  
DEPARTAMENTO DE APURIMAC

**SOLICITANTE:** BACH. EDWIN HUASCO UTANI, BACH. ABRAHAM RETAMOZO ESPINOZA

**FECHA :** ABRIL DEL 2022

GRANULOMETRIA PIEDRA CHANCADA TAMAÑO MAXIMO 3/4"					CARACTERISTICAS FISICAS	V. Usuales	Calculado
MALLA	PESO RETENIDO (gr)	RETENIDO (%)	RETENIDO ACUMUL. (%)	PASA ACUMUL. (%)	1) Modulo de fineza	(5.5-8.5)	6.05
					2) Peso especifico (gr./cm <sup>3</sup> )	(2.4 - 2.8)	2.59
					3) Peso unitario suelto (gr./cm <sup>3</sup> )	(1300 - 1800)	1576
					4) Peso unitario compacto (gr./cm <sup>3</sup> )	(1400-1900)	1612
2"	0	0	0	100	5) (%) Humedad	(0.0 - 20)	0.1%
1 1/2"	0	0	0	100	6) (%) Absorción	(0.2 - 4.0)	0.4%
1"	133	5	5	95	LIMITES PARA SUSTANCIAS	ASTM-C33	
3/4"	316	13	18	82	PERJUDICIALES EN AGREG. FINO	Máximo	Calculado
1/2"	1173	46	64	36	Abrasión maquina de los angeles 28.0%		
3/8"	756	30	94	5.9	OBSERVACIONES:		
Nº 4	132	5	99	0.6	Material grueso con mayor porcentaje retenido en la malla: 1/2"		
Nº 8	8	0	100	0.3	HUSO Nº 6		
Nº 16	8	0	100	0			
TOTAL	2526	100					

PARAMETROS	MALLA	RESULTADOS	
100	100	3/4"	95
90	100	1/2"	82
20	55	3/8"	36
0	15	Nº 4	6
0	5	Nº 8	1



Nota: muestra proporcionada por el interesado

**FAMI** CONTRATISTAS  
GENERALES S.R.L.  
Ing. Edwin Miranda Espinoza  
CIP. Nº 77317  
GERENTE



## FAMI CONTRATISTAS GENERALES S.R.L.

- ELABORACION Y EJECUCION DE PROYECTOS DE INGENIERIA
- EDIFICACIONES
- OBRAS HIDRAULICAS
- ALQUILER Y VENTA DE INSUMOS DE INGENIERIA Y OTROS
- CARRETERAS
- PUENTES
- LABORATORIO DE MECANICA DE SUELOS
- GEOLOGIA
- GEOTECNIA
- LABORATORIO DE MECANICA DE SUELOS
- ASESORIA, CONSULTORIA Y EJECUTORIA DE OBRA
- MINERIA
- IMPACTO AMBIENTAL
- TRANSPORTES

### ENSAYO DE HUMEDAD NATURAL

**PROYECTO:** "EVALUACION DE LAS PROPIEDADES FISICOS Y MECANICAS DEL CONCRETO  $F_c=210\text{Kg/cm}^2$  ADICIONANDO VIRUTAS DE ACERO, ANDAHUAYLAS 2022"

**CANTERA:** ANDIA

**UBICACIÓN:** DISTRITO DE ANDAHUAYLAS, PROVINCIA DE ANDAHUAYLAS.  
DEPARTAMENTO DE APURIMAC

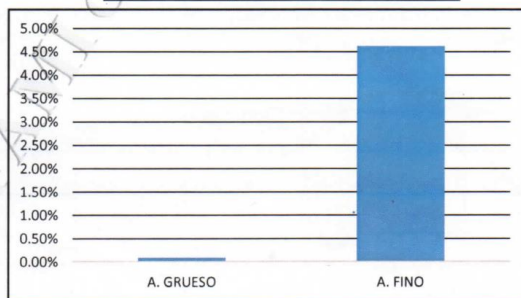
**SOLICITANTE:** BACH. EDWIN HUASCO UTANI, BACH. ABRAHAM RETAMOZO ESPINOZA

**FECHA :** ABRIL DEL 2022

PORCENTAJE DE HUMEDAD			
MUESTRA :		1	2
A. GRUESO		A	B
1	Peso del tarro	13.74	13.98
2	Peso del T + suelo Humedo	51.12	63.22
3	Peso del t. + suelo seco	51.08	63.18
4	Peso del agua	0.04	0.04
5	Peso del suelo seco	37.34	49.2
6	Contenido de humedad	0.11%	0.08%
7	% W PROMEDIO	0.09%	

PORCENTAJE DE HUMEDAD			
MUESTRA :		1	2
A. FINO		A	B
1	Peso del tarro	14.52	14.75
2	Peso del T + suelo Humedo	57.82	55.12
3	Peso del t. + suelo seco	55.95	53.3
4	Peso del agua	1.87	1.82
5	Peso del suelo seco	41.43	38.55
6	Contenido de humedad	4.51%	4.72%
7	% W PROMEDIO	4.62%	

CANTERA	CONTENIDO DE HUMEDAD
A. GRUESO	0.09%
A. FINO	4.62%



Nota: muestra proporcionada por el interesado

**FAMI** CONTRATISTAS GENERALES S.R.L.  
Ing. Edwin Miranda Palomino  
CIP. N° 73317  
GERENTE



# FAMI CONTRATISTAS GENERALES S.R.L.

- ELABORACION Y EJECUCION DE PROYECTOS DE INGENIERIA
- EDIFICACIONES
- OBRAS HIDRAULICAS
- ALQUILER Y VENTA DE INSUMOS DE INGENIERIA Y OTROS
- CARRETERAS
- PUENTES
- LABORATORIO DE MECANICA DE SUELOS
- GEOLOGIA
- GEOTECNIA
- MINERIA
- IMPACTO AMBIENTAL
- TRANSPORTES
- ASESORIA, CONSULTORIA Y EJECUTORIA DE OBRA

## ENSAYO GRAVEDAD ESPECIFICA - ABSORCION Y PESO UNITARIO

PROYECTO: "EVALUACION DE LAS PROPIEDADES FISICAS Y MECANICAS DEL CONCRETO  $F_c=210\text{Kg/cm}^2$  ADICIONANDO VIRUTAS DE ACERO, ANDAHUAYLAS 2022"

CANTERA: ANDIA


UBICACIÓN: DISTRITO DE ANDAHUAYLAS, PROVINCIA DE ANDAHUAYLAS.  
DEPARTAMENTO DE APURIMAC

SOLICITANTE: BACH. EDWIN HUASCO UTANI, BACH. ABRAHAM RETAMOZO ESPINOZA

FECHA : ABRIL DEL 2022

Objeto: determinar la gravedad especifica (bulk) y la gravedad especifica aparente, el porcentaje de absorcion del agregado asi como el peso unitario varillado

DATOS: AGREGADO ARENA		AGREGADO FINO RESULTADOS		
Peso del material seco al horno a 105 °C	A 488.00	Gravedad especifica bulk (Base seca)	Gs= 2.64	
Peso probeta + agua	B 1398.00	Gravedad especifica bulk (Base satur.)	Gs= 2.70	
Peso material saturado superficialmente seco (SSS)	C 500.00	Gravedad especifica aparente	Gs= 2.820	
Peso del material SSS (sumergido al agua)	D 1713.00	porcentaje de Absorción	%Abs 2.46%	
Peso del material SSS +Probeta + Agua	E 1898.00	<b>DATOS: ENSAYO PESO UNIT. SUELTO</b>		
volumen del material	F 185.00	Peso material seco al horno mas molde (gr)	A. FINO A. GRUESO 8499 8849	
volumen de la masa	G 173.00	Peso del molde (gr)	4358 4358	
P.E.bulk (Base seca)	A/F 2.64	Peso del material seco al horno (gr)	4141 4491	
P.E.bulk (Base saturada)	C/F 2.70	Volúmen del molde	2850.0 2850.0	
P.E. Aparente (Base seca)	A/G 2.82	Peso Unitario (kg/m3)	1453 1576	
% de Absorción	(C-A)100/A 2.46%	<b>RESULTADOS AGREGADO GRUESO</b>		
<b>DATOS</b>		Gravedad especifica bulk (Base seca)	Gs= 2.57	
Peso del material seco al horno a 105 °C	A 498	Gravedad especifica bulk (Base saturada)	Gs= 2.58	
Peso del material SSS (Sumergido enl Agua)	B 306	Gravedad especifica aparente	Gs= 2.59	
Peso del material saturado superficialmente seco (SSS)	C 500	porcentaje de Absorción	%Abs 0.40%	
<b>PROCESO</b>		<b>OBSERVACIONES:</b>		
Peso del material SSS+Probeta + agua	500.00	Muestra proporcionada por el interesado		
Volumen del material	194.00			
Volumende la masa	192.00			
% de Absorción	0.4%			
P.E.bulk (Base seca)	A/F 2.57			
P.E.bulk (Base saturada)	C/F 2.58			
P.E. Aparente (Base seca)	A/G 2.59			
% de Absorción	(C-A)100/A 0.4%			
<b>DATOS: ENSAYO PESO UNIT. VARILLADO</b>		<b>AGREG. FINO</b>	<b>AGREG. GRUESO</b>	<b>MEDIDAS MOLDE</b>
Peso del material seco al horno mas molde (gr)		8956	8953	ALT = 17 Cm
Peso del molde (gr)		4358	4358	DIAM= 15 Cm.
Peso del material seco al horno (gr)		4598	4595	
Volúmen del molde		2850.0	2850.0	Volumen (cm3): 2850.0
Peso Unitario (kg/m3)		1613	1612	

**FAMI** CONTRATISTAS  
GENERALES S.R.L.  
Ing. Edwin Miranda Palomino  
GERENTE



## FAMI CONTRATISTAS GENERALES S.R.L.

- ELABORACION Y EJECUCION DE PROYECTOS DE INGENIERIA
- EDIFICACIONES
- OBRAS HIDRAULICAS
- ALQUILER Y VENTA DE INSUMOS DE INGENIERIA Y OTROS
- CARRETERAS
- PUENTES
- LABORATORIO DE MECANICA DE SUELOS
- GEOLOGIA
- GEOTECNIA
- MINERIA
- IMPACTO AMBIENTAL
- TRANSPORTES
- ASESORIA, CONSULTORIA Y EJECUTORIA DE OBRA

### DISEÑO DE MEZCLA

F'C = 210

PROYECTO: "EVALUACION DE LAS PROPIEDADES FISICAS Y MECANICAS DEL CONCRETO Fc=210Kg/cm<sup>2</sup> ADICIONANDO VIRUTAS DE ACERO, ANDAHUAYLAS 2022"

CANtera: ANDIA

UBICACION: DISTRITO DE ANDAHUAYLAS, PROVINCIA DE ANDAHUAYLAS.  
DEPARTAMENTO DE APURIMAC

SOLICITANTE: BACH. EDWIN HUASCO UTANI, BACH. ABRAHAM RETAMOZO ESPINOZA

FECHA : ABRIL DEL 2022

### CARACTERISTICAS FISICO MECANICAS PARA EL DISEÑO

#### DATOS DEL CEMENTO

CEMENTO PORTLAND TIPO = 1

PESO ESPECIFICO 3150 Kg/m<sup>3</sup>

PESO UNITARIO 1500 Kg/m<sup>3</sup>

#### DATOS DEL AGREGADO FINO CANtera

PESO ESPECIFICO 2820 Kg/m<sup>3</sup>

MODULO DE FINEZA 2.73

CONTENIDO DE HUMEDAD 4.62 %

ABSORCION 2.46 %

PESO UNITARIO 1613 Kg/m<sup>3</sup>

#### DATOS DEL AGREGADO GRUESO CANtera

PESO ESPECIFICO 2590 Kg/m<sup>3</sup>

MODULO DE FINEZA 6.05

CONTENIDO DE HUMEDAD 0.09 %

ABSORCION 0.40 %

PESO UNITARIO 1612 Kg/m<sup>3</sup>

#### DATOS PARA EL DISEÑO

RESISTENCIA A LA COMPRESION 210 Kg/Cm<sup>2</sup>

TAMAÑO MAXIMO DEL AGREGADO 3/4"

TIPO DE CONTROL EN OBRA

 **FAMI** CONTRATISTAS GENERALES S.R.L.  
Ing. Edwin Miranda Palomino  
CIF: N° 73377  
GERENTE



## FAMI CONTRATISTAS GENERALES S.R.L.

- |  |  |                     |
|--|--|---------------------|
| - ELABORACION Y EJECUCION DE PROYECTOS DE INGENIERIA | - GEOLOGIA                                   | - MINERIA           |
| - EDIFICACIONES - CARRETERAS - PUENTES               | - GEOTECNIA                                  | - IMPACTO AMBIENTAL |
| - OBRAS HIDRAULICAS                                  | - LABORATORIO DE MECANICA DE SUELOS          | - TRANSPORTES       |
| - ALQUILER Y VENTA DE INSUMOS DE INGENIERIA Y OTROS  | - ASESORIA, CONSULTORIA Y EJECUTORIA DE OBRA |                     |

CALCULO						
RESISTENCIA PROMEDIO REQUERIDA				$f'_{cr} =$	294 Kg/m <sup>2</sup>	
SLUMP O ASENTAMIENTO		3" a 4" (De acuerdo al tipo de obra)				
AGUA DE MEZCLADO				205 Kg/m <sup>3</sup>		
<b>1.- RELACION AGUA CEMENTO A/C</b>						
300	0.55			$f'_{cr} =$	294 Kg/m <sup>2</sup>	
250	0.62			A/C =	0.56	
<b>2.- CONTENIDO DE CEMENTO</b>						
Cemento =		$\frac{205}{0.56}$ Kg/m <sup>3</sup>	=	367.12 Kg/m <sup>3</sup>		
				9 Bolsas		
<b>3.- CONTENIDO DE AGREGADO GRUESO</b>						
VOLUMEN DE AGREGADO GRUESO SECO COMPACTO				=	0.63 m <sup>3</sup>	
AGREGADO GRUESO				=	1015.74 Kg.	
<b>4.- CONTENIDO DE AGREGADO FINO</b>						
AGREGADO FINO				=	750.90 Kg.	
<b>5.- AJUSTE POR HUMEDAD DEL PESO DE LOS AGREGADOS</b>						
AGREGADO GRUESO				=	1017 Kg	
AGREGADO FINO				=	786 Kg	
AGUA EFECTIVA				=	191.17 Kg.	
<b>6.- DOSIFICACION DE PROPORCIONES EN PESO RESULTANTE POR m<sup>3</sup></b>						
CEMENTO				=	367.12 Kg.	
AGREGADO FINO				=	785.57 Kg.	
AGREGADO GRUESO				=	1016.69 Kg.	
AGUA DE MEZCLADO				=	191.17 Litros	
<b>7.- DOSIFICACION DE PROPORCIONES EN VOLUMEN</b>						
CEMENTO				=	0.117 m <sup>3</sup>	
AGREGADO FINO				=	0.266 m <sup>3</sup>	
AGREGADO GRUESO				=	0.392 m <sup>3</sup>	
AGUA DE MEZCLADO				=	0.205 m <sup>3</sup>	
<b>8.- PROPORCION: CEMENTO : HORMIGON / AGUA</b>						
CEMENTO				=	1 P <sup>3</sup>	
AGREGADO FINO				=	2.14 P <sup>3</sup>	
AGREGADO GRUESO				=	2.77 P <sup>3</sup>	
AGUA EFECTIVA				=	22.1 Lts	
<b>9.- PESO POR TANDA DE SACO.</b>						
CEMENTO				=	42.5 Kg/saco	
AGREGADO FINO				=	90.9 Kg/saco	
AGREGADO GRUESO				=	117.7 Kg/saco	
AGUA EFECTIVA				=	22.1 Lts/saco	
<b>10.- C/ARENA/P. CH./AGUA:</b> 1 / 2.1 / 2.8 / 22.1						
<b>11.-</b>						
	CEMENTO	A. FINO	A. GRUESO	AGUA	A. PLAST ml	A. AIRE CM3
	1	2.1	2.8	22.1		

**FAMI** CONTRATISTAS  
 GENERALES S.R.L.  
 Ing. Edwin Miranda Palomino  
 CIP: N° 77317  
 GERENTE

### Anexo 5: Ensayos de resistencia a compresión



## INGENIERÍA, GEOLOGÍA Y LABORATORIOS S.R.L.

Realizamos trabajos en: Elaboración y ejecución de proyectos de Ingeniería (edificaciones, carreteras, puentes, represas, Reservorios, canales de irrigación, etc), Geología, Minería, geotecnia, Impacto Ambiental, Consultoría y asesoría en general.  
**LABORATORIO DE MECANICA DE SUELOS Y MATERIALES**

### ENSAYO DE ROTURA DE PROBETAS DE CONCRETO

**TESIS:**

"EVALUACION DE LAS PROPIEDADES FISICOS Y MECANICAS DEL CONCRETO  $F_c=210\text{kg/cm}^2$  ADICIONANDO VIRUTAS DE ACERO, ANDAHUAYLAS 2022"

**UBICACIÓN:**

DISTRITO DE ANDAHUAYLAS, PROVINCIA DE ANDAHUAYLAS, REGION APURIMAC

**ESTRUCTURA:** LAS QUE SE INDICAN

**SOLICITA:** BACH. EDWIN HUASCO UTANI, BACH. ABRAHAM RETAMOZO ESPINOZA

**FECHA :** JUNIO DEL 2022

N°	Descripcion del Elemento	MEDIDAS (cm)		FECHA		EDAD (DIAS)	CARGA (Kg-f)	ESFUERZO (kg/cm <sup>2</sup> )	TIPO DE FALLA
		H	R	MOLDEO	RUPTURA				
1	Concreto Patron sin Adicion de Virutas	30	7.5	29/05/2022	6/06/2022	7	26530	150.12	Tipo 2
2	Concreto Patron sin Adicion de Virutas	30	7.5	29/05/2022	6/06/2022	7	27850	157.60	Tipo 2
3	Concreto Patron sin Adicion de Virutas	30	7.5	29/05/2022	6/06/2022	7	25330	143.36	Tipo 2
4	Concreto con Adicion de Virutas de 9%	30	7.5	29/05/2022	6/06/2022	7	27640	156.39	Tipo 3
5	Concreto con Adicion de Virutas de 9%	30	7.5	29/05/2022	6/06/2022	7	30730	173.89	Tipo 2
6	Concreto con Adicion de Virutas de 9%	30	7.5	29/05/2022	6/06/2022	7	23920	135.38	Tipo 2
7	Concreto con Adicion de Virutas de 11%	30	7.5	29/05/2022	6/06/2022	7	23050	130.42	Tipo 2
8	Concreto con Adicion de Virutas de 11%	30	7.5	29/05/2022	6/06/2022	7	22310	126.24	Tipo 2
9	Concreto con Adicion de Virutas de 11%	30	7.5	29/05/2022	6/06/2022	7	19770	111.89	Tipo 2







## INGENIERÍA, GEOLOGÍA Y LABORATORIOS S.R.L.

Realizamos trabajos en: Elaboración y ejecución de proyectos de Ingeniería (edificaciones, carreteras, puentes, represas, Reservorios, canales de irrigación, etc), Geología, Minería, geotecnia, Impacto Ambiental, Consultoría y asesoría en general.  
**LABORATORIO DE MECANICA DE SUELOS Y MATERIALES**

### ENSAYO DE ROTURA DE PROBETAS DE CONCRETO

**TESIS:**

"EVALUACION DE LAS PROPIEDADES FISICOS Y MECANICAS DEL CONCRETO  $F_c=210\text{kg/cm}^2$  ADICIONANDO VIRUTAS DE ACERO, ANDAHUAYLAS 2022"

**UBICACIÓN:**

DISTRITO DE ANDAHUAYLAS, PROVINCIA DE ANDAHUAYLAS, REGION APURIMAC

**ESTRUCTURA:** LAS QUE SE INDICAN

**SOLICITA:** BACH. EDWIN HUASCO UTANI, BACH. ABRAHAM RETAMOZO ESPINOZA

**FECHA:** JUNIO DEL 2022

N°	Descripción del Elemento	MEDIDAS (cm)		FECHA		EDAD (DIAS)	CARGA (Kg-f)	ESFUERZO (kg/cm <sup>2</sup> )	TIPO DE FALLA
		H	R	MOLDEO	RUPTURA				
1	Concreto Patron sin Adicion de Virutas	30	7.5	29/05/2022	13/06/2022	14	33600	190.13	Tipo 2
2	Concreto Patron sin Adicion de Virutas	30	7.5	29/05/2022	13/06/2022	14	31300	177.14	Tipo 3
3	Concreto Patron sin Adicion de Virutas	30	7.5	29/05/2022	13/06/2022	14	35900	203.14	Tipo 2
4	Concreto con Adicion de Virutas de 9%	30	7.5	29/05/2022	13/06/2022	14	36780	208.12	Tipo 2
5	Concreto con Adicion de Virutas de 9%	30	7.5	29/05/2022	13/06/2022	14	36050	203.98	Tipo 2
6	Concreto con Adicion de Virutas de 9%	30	7.5	29/05/2022	13/06/2022	14	36380	205.84	Tipo 2
7	Concreto con Adicion de Virutas de 11%	30	7.5	29/05/2022	13/06/2022	14	25040	141.69	Tipo 3
8	Concreto con Adicion de Virutas de 11%	30	7.5	29/05/2022	13/06/2022	14	26540	150.20	Tipo 2
9	Concreto con Adicion de Virutas de 11%	30	7.5	29/05/2022	13/06/2022	14	25190	142.54	Tipo 2





## INGENIERÍA, GEOLOGÍA Y LABORATORIOS S.R.L.

Realizamos trabajos en: Elaboración y ejecución de proyectos de Ingeniería (edificaciones, carreteras, puentes, represas, Reservorios, canales de irrigación, etc), Geología, Minería, geotecnia, Impacto Ambiental, Consultoría y asesoría en general.  
**LABORATORIO DE MECANICA DE SUELOS Y MATERIALES**

### ENSAYO DE ROTURA DE PROBETAS DE CONCRETO

**TESIS:**

"EVALUACION DE LAS PROPIEDADES FISICOS Y MECANICAS DEL CONCRETO Fc=210kg/cm2 ADICIONANDO VIRUTAS DE ACERO, ANDAHUAYLAS 2022"

**UBICACIÓN:**

DISTRITO DE ANDAHUAYLAS, PROVINCIA DE ANDAHUAYLAS, REGION APURIMAC

**ESTRUCTURA:** LAS QUE SE INDICAN

**SOLICITA:** BACH. EDWIN HUASCO UTANI, BACH. ABRAHAM RETAMOZO ESPINOZA

**FECHA:** JUNIO DEL 2022

N°	Descripcion del Elemento	MEDIDAS (cm)		FECHA		EDAD (DIAS)	CARGA (Kg-f)	ESFUERZO (kg/cm2)	TIPO DE FALLA
		H	R	MOLDEO	RUPTURA				
1	Concreto Patron sin Adicion de Virutas	30	7.5	29/05/2022	27/06/2022	28	38630	218.60	Tipo 2
2	Concreto Patron sin Adicion de Virutas	30	7.5	29/05/2022	27/06/2022	28	37800	213.90	Tipo 2
3	Concreto Patron sin Adicion de Virutas	30	7.5	29/05/2022	27/06/2022	28	38290	216.68	Tipo 3
4	Concreto con Adicion de Virutas de 9%	30	7.5	29/05/2022	27/06/2022	28	36780	208.13	Tipo 2
5	Concreto con Adicion de Virutas de 9%	30	7.5	29/05/2022	27/06/2022	28	37630	212.94	Tipo 3
6	Concreto con Adicion de Virutas de 9%	30	7.5	29/05/2022	27/06/2022	28	37530	212.38	Tipo 2
7	Concreto con Adicion de Virutas de 11%	30	7.5	29/05/2022	27/06/2022	28	30390	171.97	Tipo 2
8	Concreto con Adicion de Virutas de 11%	30	7.5	29/05/2022	27/06/2022	28	28160	159.35	Tipo 2
9	Concreto con Adicion de Virutas de 11%	30	7.5	29/05/2022	27/06/2022	28	28240	159.81	Tipo 3





## INGENIERÍA, GEOLOGÍA Y LABORATORIOS S.R.L.

Realizamos trabajos en: Elaboración y ejecución de proyectos de Ingeniería (edificaciones, carreteras, puentes, represas, Reservorios, canales de irrigación, etc), Geología, Minería, geotecnia, Impacto Ambiental, Consultoría y asesoría en general.  
**LABORATORIO DE MECANICA DE SUELOS Y MATERIALES**

### ENSAYO DE ROTURA DE CONCRETO POR FLEXION

**TESIS:**

"EVALUACION DE LAS PROPIEDADES FISICOS Y MECANICAS DEL CONCRETO  $F_{cc}=210\text{kg/cm}^2$  ADICIONANDO VIRUTAS DE ACERO, ANDAHUAYLAS 2022"

**UBICACIÓN:**

DISTRITO DE ANDAHUAYLAS, PROVINCIA DE ANDAHUAYLAS, REGION APURIMAC

**ESTRUCTURA:** LAS QUE SE INDICAN

**SOLICITA:** BACH. EDWIN HUASCO UTANI, BACH. ABRAHAM RETAMOZO ESPINOZA

**FECHA:** JUNIO DEL 2022

N°	Descripción del Elemento	MEDIDAS (cm)				FECHA		EDAD (DIAS)	DIAL CARGA (Kg-f)	ESFUERZO (kg/cm <sup>2</sup> )	LUGAR DE FALLA
		H	A	L	D. Apoyo	MOLDEO	RUPTURA				
1	Concreto Patron sin Adicion de Virutas	15.3	15.1	45	2.5	29/05/2022	6/06/2022	7	1130	21.84	Centro
2	Concreto Patron sin Adicion de Virutas	15.1	15.2	45	2.5	29/05/2022	6/06/2022	7	1510	29.12	Centro
3	Concreto Patron sin Adicion de Virutas	15.4	15.1	45	2.5	29/05/2022	6/06/2022	7	1450	27.91	Centro
4	Concreto con Adicion de Virutas de 9%	15.2	15.3	45	2.5	29/05/2022	6/06/2022	7	860	16.26	Centro
5	Concreto con Adicion de Virutas de 9%	15.1	15.5	45	2.5	29/05/2022	6/06/2022	7	440	8.21	Centro
6	Concreto con Adicion de Virutas de 9%	15.4	15.2	45	2.5	29/05/2022	6/06/2022	7	930	17.62	Centro
7	Concreto con Adicion de Virutas de 11%	15.3	15.4	45	2.5	29/05/2022	6/06/2022	7	1010	18.84	Centro
8	Concreto con Adicion de Virutas de 11%	15.2	15.1	45	2.5	29/05/2022	6/06/2022	7	1160	22.55	Centro
9	Concreto con Adicion de Virutas de 11%	15.3	15.2	45	2.5	29/05/2022	6/06/2022	7	1130	21.61	Centro

INGEOLAB S.R.L.  
  
Ing. Guido Paríjan Quispitapa  
CIP. 78016  
GERENTE



## INGENIERÍA, GEOLOGÍA Y LABORATORIOS S.R.L.

Realizamos trabajos en: Elaboración y ejecución de proyectos de Ingeniería (edificaciones, carreteras, puentes, represas, Reservorios, canales de irrigación, etc), Geología, Minería, geotecnia, Impacto Ambiental, Consultoría y asesoría en general.  
**LABORATORIO DE MECANICA DE SUELOS Y MATERIALES**

### ENSAYO DE ROTURA DE CONCRETO POR FLEXION

**TESIS:**

"EVALUACION DE LAS PROPIEDADES FISICOS Y MECANICAS DEL CONCRETO  $F_c=210\text{kg/cm}^2$  ADICIONANDO VIRUTAS DE ACERO, ANDAHUAYLAS 2022"

**UBICACIÓN:**

DISTRITO DE ANDAHUAYLAS, PROVINCIA DE ANDAHUAYLAS, REGION APURIMAC

**ESTRUCTURA:** LAS QUE SE INDICAN

**SOLICITA:** BACH. EDWIN HUASCO UTANI, BACH. ABRAHAM RETAMOZO ESPINOZA

**FECHA:** JUNIO DEL 2022

N°	Descripción del Elemento	MEDIDAS (cm)				FECHA		EDAD (DIAS)	DIAL CARGA (Kg-f)	ESFUERZO (kg/cm <sup>2</sup> )	LUGAR DE FALLA
		H	A	L	D. Apoyo	MOLDEO	RUPTURA				
1	Concreto Patron sin Adicion de Virutas	15.1	15.2	45	2.5	29/05/2022	13/06/2022	14	1640	31.73	Centro
2	Concreto Patron sin Adicion de Virutas	15.4	15.3	45	2.5	29/05/2022	13/06/2022	14	1710	32.02	Centro
3	Concreto Patron sin Adicion de Virutas	15.2	15.4	45	2.5	29/05/2022	13/06/2022	14	2150	40.26	Centro
4	Concreto con Adicion de Virutas de 9%	15.4	15.1	45	2.5	29/05/2022	13/06/2022	14	1230	23.64	Centro
5	Concreto con Adicion de Virutas de 9%	15.3	15.1	45	2.5	29/05/2022	13/06/2022	14	890	17.22	Centro
6	Concreto con Adicion de Virutas de 9%	15.1	15.2	45	2.5	29/05/2022	13/06/2022	14	1060	20.51	Centro
7	Concreto con Adicion de Virutas de 11%	15.2	15.4	45	2.5	29/05/2022	13/06/2022	14	1040	19.47	Centro
8	Concreto con Adicion de Virutas de 11%	15.4	15.1	45	2.5	29/05/2022	13/06/2022	14	1340	25.76	Centro
9	Concreto con Adicion de Virutas de 11%	15.1	15.3	45	2.5	29/05/2022	13/06/2022	14	1190	22.72	Centro





## INGENIERÍA, GEOLOGÍA Y LABORATORIOS S.R.L.

Realizamos trabajos en: Elaboración y ejecución de proyectos de Ingeniería (edificaciones, carreteras, puentes, represas, Reservorios, canales de irrigación, etc), Geología, Minería, geotecnia, Impacto Ambiental, Consultoría y asesoría en general.  
**LABORATORIO DE MECANICA DE SUELOS Y MATERIALES**

### ENSAYO DE ROTURA DE CONCRETO POR FLEXION

**TESIS:**

"EVALUACION DE LAS PROPIEDADES FISICOS Y MECANICAS DEL CONCRETO  $F_c=210\text{kg/cm}^2$  ADICIONANDO VIRUTAS DE ACERO, ANDAHUAYLAS 2022"

**UBICACIÓN:**

DISTRITO DE ANDAHUAYLAS, PROVINCIA DE ANDAHUAYLAS, REGION APURIMAC

**ESTRUCTURA:** LAS QUE SE INDICAN

**SOLICITA:** BACH. EDWIN HUASCO UTANI, BACH. ABRAHAM RETAMOZO ESPINOZA

**FECHA:** JUNIO DEL 2022

N°	Descripción del Elemento	MEDIDAS (cm)				FECHA		EDAD (DIAS)	DIAL CARGA (Kg-f)	ESFUERZO (kg/cm <sup>2</sup> )	LUGAR DE FALLA
		H	A	L	D. Apoyo	MOLDEO	RUPTURA				
1	Concreto Patron sin Adicion de Virutas	15.1	15.4	45	2.5	29/05/2022	27/06/2022	28	2620	49.38	Centro
2	Concreto Patron sin Adicion de Virutas	15.3	15.2	45	2.5	29/05/2022	27/06/2022	28	2320	44.30	Centro
3	Concreto Patron sin Adicion de Virutas	15.5	15.1	45	2.5	29/05/2022	27/06/2022	28	2110	40.30	Centro
4	Concreto con Adicion de Virutas de 9%	15.2	15.3	45	2.5	29/05/2022	27/06/2022	28	1230	23.33	Centro
5	Concreto con Adicion de Virutas de 9%	15.1	15.2	45	2.5	29/05/2022	27/06/2022	28	1440	27.86	Centro
6	Concreto con Adicion de Virutas de 9%	15.3	15.1	45	2.5	29/05/2022	27/06/2022	28	1560	30.18	Centro
7	Concreto con Adicion de Virutas de 11%	15.2	15.3	45	2.5	29/05/2022	27/06/2022	28	1340	25.42	Centro
8	Concreto con Adicion de Virutas de 11%	15.3	15.2	45	2.5	29/05/2022	27/06/2022	28	1460	27.88	Centro
9	Concreto con Adicion de Virutas de 11%	15.3	15.1	45	2.5	29/05/2022	27/06/2022	28	1340	25.93	Centro



INGEOLAB S.R.L.

Ing. Guido Furlan-Quijsipuma  
CIP. 78616  
GERENTE

## Anexo 7: Calibración de equipos



Laboratorio PP

# PUNTO DE PRECISIÓN S.A.C.

LABORATORIO DE CALIBRACIÓN

## CERTIFICADO DE CALIBRACIÓN N° LFP - 463 - 2022

Página : 1 de 2

Expediente : T 375-2022  
Fecha de emisión : 2022-06-25

1. Solicitante : INGENIERIA GEOLOGIA Y LABORATORIOS S.R.L.

Dirección : JR. GMO.CECERES NRO. 482 CERCADO -  
ANDAHUAYLAS - APURIMAC

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

2. Descripción del Equipo : MÁQUINA DE ENSAYO UNIAXIAL

Marca de Prensa : NO INDICA  
Modelo de Prensa : NO INDICA  
Serie de Prensa : NO INDICA  
Capacidad de Prensa : 100 t

Marca de Indicador : WEIGHT INDICATOR  
Modelo de Indicador : 315-X8  
Serie de Indicador : 985268926

Marca de Transductor : ZEMIC  
Modelo de Transductor : YB15  
Serie de Transductor : 2042

Bomba Hidraulica : ELÉCTRICA

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

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

3. Lugar y fecha de Calibración  
JR. GMO.CECERES NRO. 482 CERCADO - ANDAHUAYLAS - APURIMAC  
23 - JUNIO - 2022

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

5. Trazabilidad

INSTRUMENTO	MARCA	CERTIFICADO O INFORME	TRAZABILIDAD
CELDA DE CARGA	AEP TRANSDUCERS	INF-LE 106-2021	UNIVERSIDAD CATÓLICA DEL PERÚ
INDICADOR	AEP TRANSDUCERS		

6. Condiciones Ambientales

	INICIAL	FINAL
Temperatura °C	20,9	20,6
Humedad %	61	61

7. Resultados de la Medición  
Los errores de la prensa se encuentran en la página siguiente.

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



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

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

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

## **REGISTRO FOTOGRÁFICO**

## Recolección de agregados de la cantera Andia





**Recolección de virutas de acero**



## Elaboración de ensayos para diseño de mezcla



## Elaboración de probetas cilíndricas



## Elaboración de vigas



## Ensayo de compresión y flexión

