



Universidad Nacional José Faustino Sanches Carrión

Facultad de Ingeniería Civil

Escuela Profesional de Ingeniería Civil

**Influencia de la sustitución del agregado fino por virutas de acero
reciclado en las resistencias mecánicas del concreto $f'c = 210\text{kg/cm}^2$,**

2024

Tesis

Para optar el Título Profesional de Ingeniero Civil

Autores

Astrid Sofía Cuadros Paulino

Edgar Adrian Enriquez Escobar

Asesor

Ing. Ulises Robert Martínez Chafalote



Universidad Nacional
"José Faustino Sánchez Carrión"

Martínez Chafalote Ulises Robert
DNI 15616588

Huacho – Perú

2026



Reconocimiento - No Comercial – Sin Derivadas - Sin restricciones adicionales

<https://creativecommons.org/licenses/by-nc-nd/4.0/>

Reconocimiento: Debe otorgar el crédito correspondiente, proporcionar un enlace a la licencia e indicar si se realizaron cambios. Puede hacerlo de cualquier manera razonable, pero no de ninguna manera que sugiera que el licenciante lo respalda a usted o su uso. **No Comercial:** No puede utilizar el material con fines comerciales. **Sin Derivadas:** Si remezcla, transforma o construye sobre el material, no puede distribuir el material modificado. **Sin restricciones adicionales:** No puede aplicar términos legales o medidas tecnológicas que restrinjan legalmente a otros de hacer cualquier cosa que permita la licencia.



UNIVERSIDAD NACIONAL JOSÉ FAUSTINO SANCHES CARRIÓN

LICENCIADA

(Resolución de Consejo Directivo N° 012-2020-SUNEDU/CD de fecha 27/01/2020)

Facultad de Ingeniería Civil
Escuela Profesional de Ingeniería Civil

INFORMACIÓN

DATOS DE LOS AUTOR (ES):		
NOMBRES Y APELLIDOS	DNI	FECHA DE SUSTENTACIÓN
Astrid Sofía Cuadros Paulino Edgar Adrián Enríquez Escobar	76527917 79136328	05-05-2026
DATOS DEL ASESOR		
NOMBRES Y APELLIDOS	DNI	CODIGO ORCID
Ulises Robert Martínez Chafalote	15616588	orcid.org/0000-0002-9523-308X
DATOS DE LOS MIEMBROS DEL JURADO- PREGRADO		
NOMBRES Y APELLIDOS	DNI	CODIGO ORCID
Julio Cesar Barrenechea Alvarado	31923723	orcid.org/0000-0002-4865-3073
Carlos Francisco Goñy Ameri	15726541	orcid.org/0000-0001-5994-6712
Rony Geancarlo Pérez Retuerto	42212783	orcid.org/0009-0003-7870-2539

Cuadros Paulino y Enriquez Escobar 2026-006528 y ...

INFLUENCIA DE LA SUSTITUCIÓN DEL AGREGADO FINO POR VIRUTAS DE ACERO RECICLADO EN LAS RESISTENCIAS MEC...

UI-FIC PREGRADO 2026

Unidad de Investigación de la FIC-2026

Facultad de Ingeniería Civil

Detalles del documento

Identificador de la entrega

trnoid::13491344010

Fecha de entrega

25 feb 2026, 4:47 p.m. GMT-5

Fecha de descarga

25 feb 2026, 4:51 p.m. GMT-5

Nombre del archivo

BORRADOR_DE_TESIS-ENRIQUEZ_ESCOBAR_Y_CUADROS_PAULINO.docx

Tamaño del archivo

5.5 MB

68 páginas

11.926 palabras

63.640 caracteres



Página 2 de 73 - Descripción general de integridad

Identificador de la entrega trnoid::13491344010

17% Similitud general

El total combinado de todas las coincidencias, incluidas las fuentes superpuestas, para ca...

Filtrado desde el informe

- Bibliografía
- Coincidencias menores (menos de 10 palabras)

Fuentes principales

16% Fuentes de Internet

4% Publicaciones

11% Trabajos entregados (trabajos del estudiante)

Marcas de integridad

N.º de alertas de integridad para revisión

No se han detectado manipulaciones de texto sospechosas.

Los algoritmos de nuestro sistema analizan un documento en profundidad para buscar inconsistencias que permitirían distinguirlo de una entrega normal. Si advertimos algo extraño, lo marcamos como una alerta para que pueda revisarlo.

Una marca de alerta no es necesariamente un indicador de problemas. Sin embargo, recomendamos que preste atención y la revise.

DEDICATORIA

Esta tesis se lo dedico a mi madre por confiar en mí, por sus consejos, por su amor y apoyo incondicional a lo largo de nuestra formación profesional.

A mis hermanos por estar en los momentos más difíciles y darme ánimos para poder seguir adelante.

A mis familiares por siempre buscar mi bienestar profesional como personal.

AGRADECIMIENTO

A Dios, por bendecir a toda nuestra familia, por guiarnos, por darnos sabiduría y darnos fuerzas para poder seguir adelante en nuestros estudios.
A mi madre, por ser mi ejemplo y motivo para seguir estudiando y ser excelentes profesionales.

ÍNDICE DE CONTENIDOS

DEDICATORIA	5
ÍNDICE DE CONTENIDOS	1
ÍNDICE DE TABLAS	4
ÍNDICE DE FIGURAS	6
RESUMEN	7
ABSTRACT	8
INTRODUCCION.....	9
CAPÍTULO I	8
PLANTEAMIENTO DEL PROBLEMA	8
1.1. DESCRIPCIÓN DE LA REALIDAD PROBLEMÁTICA.....	8
1.2. FORMULACIÓN DEL PROBLEMA.....	9
1.2.1. PROBLEMA GENERAL.....	9
1.2.2. PROBLEMAS ESPECÍFICOS.....	9
1.3. OBJETIVOS DE LA INVESTIGACIÓN	10
1.3.1. OBJETIVO GENERAL:.....	10
1.3.2. OBJETIVOS ESPECÍFICOS:.....	10
1.4. JUSTIFICACIÓN DE LA INVESTIGACIÓN.....	10
1.4.1. JUSTIFICACIÓN TEÓRICA.....	10
1.4.2. JUSTIFICACIÓN PRACTICA.....	11
1.4.3. JUSTIFICACIÓN LEGAL.....	11
1.5. DELIMITACIÓN DEL ESTUDIO:	12

1.5.1.	DELIMITACIÓN DE ALCANCE.....	12
1.5.2.	DELIMITACIÓN ESPACIAL.....	12
1.5.3.	DELIMITACIÓN TEMPORAL.....	12
1.6.	VIABILIDAD DEL ESTUDIO:.....	13
1.6.1.	VIABILIDAD FINANCIERO.....	13
1.6.2.	VIABILIDAD TECNOLÓGICO.....	13
	CAPÍTULO II.....	14
	MARCO TEÓRICO.....	14
2.1.	ANTECEDENTES DE LA INVESTIGACIÓN.....	14
2.1.1.	INVESTIGACIONES INTERNACIONALES.....	14
2.1.2.	INVESTIGACIONES NACIONALES.....	16
2.2.	BASES TEÓRICAS.....	18
2.2	BASES FILOSÓFICAS.....	25
2.3.	DEFINICIÓN DE TÉRMINOS BÁSICOS:.....	26
2.4.	HIPÓTESIS DE INVESTIGACIÓN.....	30
2.4.1.	HIPÓTESIS GENERAL.....	30
2.4.2.	HIPÓTESIS ESPECÍFICAS.....	30
2.5.	OPERACIONALIZACIÓN DE LAS VARIABLES.....	27
	CAPÍTULO III.....	29
	METODOLOGÍA.....	29
3.1.	DISEÑO METODOLÓGICO.....	29
3.1.1.	TIPO DE INVESTIGACIÓN.....	29
3.1.2.	DISEÑO DE LA INVESTIGACIÓN.....	29
3.1.3.	ENFOQUE DE LA INVESTIGACIÓN.....	29

3.2. POBLACIÓN Y MUESTRA	30
3.2.1. POBLACIÓN.....	30
3.2.2. MUESTRA.....	30
3.3. TÉCNICAS DE RECOLECCIÓN DE DATOS:	30
3.4. TÉCNICAS PARA EL PROCESAMIENTO DE INFORMACIÓN:.....	31
3.5. MATRIZ DE CONSISTENCIA.....	32
CAPÍTULO IV.....	34
RESULTADOS.....	34
4.1. ANÁLISIS DE RESULTADOS.....	34
4.1.1. DISEÑO DE MEZCLA	34
4.1.2. ANÁLISIS DEL PORCENTAJE ÓPTIMO DE LAS VIRUTAS DE ACERO RESPECTO A LA RESISTENCIA A COMPRESIÓN.	40
4.1.3. ANÁLISIS DEL PORCENTAJE ÓPTIMO DE LAS VIRUTAS DE ACERO RESPECTO A LA RESISTENCIA A FLEXIÓN.	43
4.2. CONTRASTACIÓN DE HIPÓTESIS	47
CAPÍTULO V	49
CONCLUSIONES Y RECOMENDACIONES	49
5.1. CONCLUSIONES.....	49
5.2. RECOMENDACIONES:.....	51
CAPITULO VI: REFERENCIAS BIBLIOGRAFICAS.....	52
ANEXOS	54

ÍNDICE DE TABLAS

Tabla 1: Clasificación de fibras.....	18
Tabla 2: Asentamientos máximos y mínimos en elementos estructurales.	20
Tabla 3: Estimación del agua mezclado.....	21
Tabla 4: Contenido de agregado grueso.....	22
Tabla 5: Límites de porcentaje que pasa el agregado fino	27
Tabla 6: Coeficiente de expansión del agregado.....	27
Tabla 7: Valores máximos admisibles del agua.....	28
Tabla 8: Operacionalización de las variables.....	27
Tabla 9: Técnicas a emplear.....	31
Tabla 10: Matriz de consistencia.....	32
Tabla 11: Caracterización de los agregados	34
Tabla 12: Resistencia a la compresión promedio.....	34
Tabla 13: Relación Agua-material cementante y resistencia a compresión del concreto....	35
Tabla 14: Agua de mezcla y contenido de aire para distintos revenimientos y tamaño máximo nominal del agregado.....	35
Tabla 15: Aire atrapado y Tamaño máximo nominal.....	36
Tabla 16: Módulo de fineza del agregado fino y tamaño máximo nominal del agregado grueso.....	36
Tabla 17: Tabla 7: Materiales de diseño por m ³	38
Tabla 18: Tabla 8: Diseño de mezcla patrón.....	39
Tabla 19: Diseño de mezcla con el 10% de viruta de acero.....	39
Tabla 20: Diseño de mezcla con el 12% de viruta de acero	39
Tabla 21: Diseño de mezcla con el 14% de viruta de acero.....	39

Tabla 22: Cuadro resumen de resistencia a la compresión a distintas edades.....	40
Tabla 23: Cuadro resumen de resistencia a la compresión a distintas edades con virutas de acero reciclado al 10%.....	41
Tabla 24: Cuadro resumen de resistencia a la compresión a distintas edades con virutas de acero reciclado al 12%.....	41
Tabla 25: Cuadro resumen de resistencia a la compresión a distintas edades con virutas de acero reciclado al 14%.....	42
Tabla 26: Cuadro resumen de resistencia a la flexión a distintas edades.....	43
Tabla 27: Cuadro resumen de resistencia a flexión a distintas edades con virutas de acero reciclado al 10%.....	44
Tabla 28: Cuadro resumen de resistencia a flexión a distintas edades con virutas de acero reciclado al 12%.....	44
Tabla 29: Cuadro resumen de resistencia a flexion a distintas edades con virutas de acero reciclado al 14%.....	45

ÍNDICE DE FIGURAS

Figura 1: Resistencia a Compresión Patrón.....	40
Figura 2: Resistencias a Compresión Virutas de Acero 10%.....	41
Figura 3: Resistencia a Compresión Virutas de Acero 12%.....	42
Figura 4: Resistencias a Compresión Virutas de Acero 14%.....	42
Figura 5: Resistencia a Flexión Patrón.....	43
Figura 6: Resistencias a Flexión Virutas de Acero 10%.....	44
Figura 7: Resistencia a Flexión Virutas de Acero 12%.....	45
Figura 8: Resistencias a Flexión Virutas de Acero 14%.....	46

RESUMEN

Se realizó el diseño de mezcla de concreto sustituyendo el agregado fino por reciclado viruta de acero considerando las proporciones 10%, 12% y 14% para el diseño del concreto de estudio, se tuvo como objetivo general determinar la influencia en sustituir agregado fino por viruta de acero reciclado en la resistencia mecánica del concreto 210kg/cm² en sus dimensiones resistencia a la compresión (f_c) y resistencia a la flexión (f_g), se realizaron ensayos y análisis estadístico a los resultados.

El estudio de la ingeniería civil es hallar alternativas que conlleve a reciclar y emplear materiales basado a un diseño específico de normativas vigentes elaborando mezclas con mejoras en resistencia, durabilidad, transportabilidad, para construcciones con resistencia mecánica del concreto optimizando la composición del concreto mediante empleo de residuos sólidos de metal, cuidando el medio ambiente, minimizando costos y gastos en la elaboración del nuevo concreto con material alternativo.

La principal conclusión fue que al colocar diferentes porcentajes de viruta de acero en el concreto convencional reemplazando al agregado fino 10%, 12% y 14%, se obtiene como resultado el porcentaje óptimo 12% de VA, logrando un $f_c=190$ kg/cm² a sus 28 días de curado. Finalmente se determina la influencia de la viruta de acero en el concreto convencional, bajo un 12% respecto al concreto patrón.

Palabras clave: Probetas de concreto, viruta de acero reciclado, flexo – compresión y experimental.

ABSTRACT

The concrete mix design was carried out by replacing fine aggregate with recycled steel shavings, considering proportions of 10%, 12%, and 14% for the study concrete mix. The general objective was to determine the influence of replacing fine aggregate with recycled steel shavings on the mechanical strength of 210 kg/cm² concrete, specifically in terms of compressive strength (f'_c) and flexural strength (f'_g). Tests were conducted, and statistical analysis was applied to the obtained results.

The field of civil engineering seeks to identify alternatives that promote recycling and the use of materials based on specific designs and current standards, developing mixtures with improved strength, durability, and workability for construction purposes. This involves optimizing concrete composition through the use of solid metal waste, protecting the environment, and minimizing costs and expenses in the production of new concrete using alternative materials.

The main conclusion was that by placing different percentages of steel shavings in conventional concrete replacing fine aggregate 10%, 12% and 14%, the optimal percentage of 12% of VA is obtained as a result, achieving a $f'_c=190$ kg/cm² at 28 days of curing. Finally, the influence of steel chips on conventional concrete is determined, under 12% with respect to the standard concrete.

Keywords: Concrete specimens, recycled steel chips, flexo-compression and experimental.

INTRODUCCION

El modelo para la mezcla del concreto, se tuvo que emplear reciclado viruta de acero considerando las proporciones 10%, 12% y 14% para el diseño del concreto de estudio en sustitución del agregado fino, se tuvo como objetivo general determinar la influencia en sustituir agregado fino por viruta de acero reciclado en la resistencia mecánica del concreto 210kg/cm² en sus dimensiones resistencia a la compresión (fe) y resistencia a la flexión (fg), se realizaron ensayos y análisis estadístico a los resultados.

El estudio de la ingeniería civil es hallar alternativas que conlleve a reciclar y emplear materiales basado a un diseño específico de normativas vigentes elaborando mezclas con mejoras en resistencia, durabilidad, transportabilidad, para construcciones con resistencia mecánica del concreto optimizando la composición del concreto mediante empleo de residuos sólidos de metal, cuidando el medio ambiente, minimizando costos y gastos en elaborar el nuevo concreto con material alternativo.

CAPÍTULO I

PLANTEAMIENTO DEL PROBLEMA

1.1. Descripción de la realidad problemática

En el imperio romano el concreto estuvo presente siendo resistente a la compresión y flexible, por eso el hombre a pesar del tiempo busca mejorar los componentes y características del concreto (Fanzo, 2021).

El empleo de fibras en concretos resulto novedoso desde las civilizaciones antiguas, por décadas lo usaron para obtener resistencia en ladrillos. El empleo de diferentes fibras originados por distintos materiales hasta el día de hoy se utiliza, por ser adecuado, accesible y de bajo costo en lugares en vía de desarrollo (Vidaud et al.,2015).

Porter (1910) y Ficklen (1914) son los que ingresaron el conocimiento en añadir fibras de acero en el concreto para optimizarlo en Reyno Unido puso en práctica en 1963 demostrando la adición de fibra de acero actúa como elemento inhibidores agrietamiento.

El concreto es el material más usado a nivel global en construcción de edificios, viviendas, puentes, canales de irrigación, presas, túneles, pistas y carreteras, por tal motivo empleara el reciclado de viruta para lograr resistencia en la construcción (Palomino & Palomino, 2022).

Así mismo la responsabilidad del hombre en la protección del medio ambiente es importante por calidad de vida en el futuro (Rodríguez, Bustamante, & Mirabal, 2011), una de las medidas que se pueden llevar a cabo es la reutilización de materiales de desecho utilizando métodos de reciclaje adecuado, como el reciclaje de las virutas de acero que resultan del proceso de fabricación industrial, que generalmente son desechos que tienen bajos costos comerciales,

por lo tanto, el uso es posible sin la necesidad de derretir para restaurar el acero. (Briceño, Tolosa, Sarache, & Gil, 2011).

García (2013), observo, si agregar reciclado de viruta de acero de 12% y 14% por agregado fino, alcanzo fuerza de presión, aumento resistencia de 1.78 debido al curado de 28 días el de 12% y el de 14% disminuyo fuerza a presión a medida que pasan los días.

En resistencia a la tracción de concreto pasado 28 días indico logro al obtener valores altos debido al procesamiento de viruta de acero recibiendo un aumento de 39.08% estaría directamente vinculada en la pasta del concreto alcanzando mayor resistencia por forma y rugosidad que tiene su superficie (Huamán, Rodriguez, & Díaz, 2022).

Analizando los datos, debido al remplazo de agregado fino por viruta de acero reciclada el resultado es mejora de resistencia a la compresión del concreto de acuerdo con las porciones y tiempo de curado considerando la estructura de la mezcla como factor importante y la calidad del material.

La búsqueda de material compatible del hormigón aumenta resistencia y compresión y la ventaja es de bajo costo su adquisición. Resultado estudiar el efecto que genera la viruta de acero reciclado en el concreto $f_c=210\text{kg/cm}^2$.

1.2. Formulación del problema

1.2.1. Problema general.

¿Cuál es la influencia de la sustitución del agregado fino por virutas de acero reciclado en la resistencia mecánicas del concreto 210 kg/cm², 2024?

1.2.2. Problemas específicos.

¿Cuál es la influencia de la sustitución del agregado fino por virutas de acero reciclado en la resistencia a compresión del concreto 210 kg/cm², 2024?

¿Cuál es la influencia de la sustitución del agregado fino por virutas de acero reciclado en la resistencia a flexión del concreto 210 kg/cm², 2024?

1.3. Objetivos de la Investigación

1.3.1. Objetivo general:

Evaluar la influencia de la sustitución del agregado fino por virutas de acero reciclado en la resistencia mecánicas del concreto 210 kg/cm², 2024.

1.3.2. Objetivos específicos:

Evaluar la influencia de la sustitución del agregado fino por virutas de acero reciclado en la resistencia a compresión del concreto 210 kg/cm², 2024.

Evaluar la influencia de la sustitución del agregado fino por virutas de acero reciclado en la resistencia a flexión del concreto 210 kg/cm², 2024.

1.4. Justificación de la investigación

1.4.1. Justificación Teórica.

Se sustenta con teorías e investigaciones ya existente así mismo con normativas de construcción, mezcla, materiales, ensayos, aportó conocimiento nuevo sobre resistencia mecánica del concreto optimizando la composición del concreto mediante empleo de residuos sólidos de metal, cuidado del medio ambiente, minimizo costos y gastos en elaboración del nuevo concreto con material alternativo. Bernal (2010) es importante que el estudio este en función al conocimiento actual y el aporte sea un avance científico en el campo que preside.

1.4.2. Justificación Práctica.

Se evaluó características mecánicas del concreto de resistencia al flexo y a la compresión en 210kg/cm² agregando 10%, 12% y 14% viruta de acero por agregado fino, se obtuvo, optimización en la composición del concreto, promoviendo el uso de serrín en acero reciclado, generó beneficio económico y cuidado ambiental. Para Bernal (2010) es importante investigar y encontrar solución a problemas concretos en mejora y calidad en el bienestar del hombre y la sociedad.

1.4.3. Justificación Legal.

En este proyecto se utilizó las siguientes normas, Reglamento Nacional de Edificaciones y el ACI (American Concrete Institute) para el diseño de mezcla de las probetas, la Norma Técnica Peruana y ASTM (American Society for Testing and Materials) para realizar los ensayos correspondientes de los agregados.

El Reglamento Nacional de Edificaciones (RNE) es un conjunto de normativas que establecen los requisitos técnicos y legales para el diseño, construcción, mantenimiento y seguridad de edificaciones en el Perú. Su objetivo principal es garantizar la seguridad estructural, accesibilidad y sostenibilidad de las construcciones. (Ministerio de Vivienda, 2021).

El American Concrete Institute (ACI) es una organización internacional que desarrolla estándares y códigos relacionados con el diseño, construcción y mantenimiento de estructuras de concreto. Sus normas son ampliamente utilizadas en proyectos de ingeniería civil para garantizar la calidad y seguridad de las construcciones de concreto. (Institute., 2021).

Las Normas Técnicas Peruanas (NTP) son documentos técnicos que establecen criterios, requisitos y metodologías para garantizar la calidad y seguridad de productos y servicios en diversas industrias, incluyendo la construcción. Son elaboradas por el Instituto Nacional de Calidad (INACAL) y abarcan materiales de construcción, métodos de ensayo y procedimientos de diseño. (Instituto Nacional de Calidad., 2021).

American Society for Testing and Materials (ASTM) es una organización internacional que desarrolla y publica estándares técnicos para una amplia variedad de materiales, productos, sistemas y servicios. Sus normas son fundamentales en la industria de la construcción para definir especificaciones de calidad y ensayos de materiales como acero, concreto y asfaltos. (Materials., 2021).

1.5. Delimitación del estudio:

1.5.1. Delimitación de alcance.

Se elaboro diseño y mezcla para concreto 210kgcm^2 con viruta de acero reciclado por agregado fino, y lograr la dosificación para concreto

1.5.2. Delimitación Espacial.

El estudio se llevará acabado en el Departamento de Lima, Provincia de Huaura, Distrito de Huacho, donde se realizará las pruebas experimentales y análisis de resultados.

1.5.3. Delimitación Temporal.

Este estudio es realizado en el periodo comprendido entre septiembre del 2024 hasta abril del 2025, cubriendo las fases de recolección de materiales, diseño de mezclas, elaboración de probetas, curado y ensayos de resistencia.

1.6. Viabilidad del estudio:

1.6.1. Viabilidad Financiero.

Este estudio será financiado por los mismos tesisistas para poder realizar de manera exitosa este proyecto de tesis.

1.6.2. Viabilidad Tecnológico.

Este estudio cuenta con los equipos necesarios en el laboratorio particular para realizar los ensayos correspondientes bajo las normas respectivas indicadas.

CAPÍTULO II

MARCO TEÓRICO

2.1. Antecedentes de la investigación

2.1.1. Investigaciones internacionales

Briones, Muñoz y Panchana de Calderón (2020) su finalidad fue explorar nuevas opciones de integración en el proceso constructivo, analizando el desempeño mecánico del hormigón con ensayos de resistencia a la compresión de acuerdo a la norma NTE INEN 1573(2010) se incorporo viruta de acero sustituyendo al agregado fino en proporción del 5% 10% y 15% inicialmente evaluaron la composición física del agregado, luego procedió con el diseño de mezclas para el hormigón de control y probetas, sustitución parcial de viruta de acero, las probetas se sometieron a ensayos de resistencia a la compresión y 28 días de curado en condiciones húmedas. Al comparar el hormigón de control con mezclas modificadas, los resultados muestran buen desempeño mecánico los que contenían viruta de acero, a los 28 días de curado registro resistencia en $f_c=306.21\text{kg/cm}^2$, $f_e=311.60\text{kg/cm}^2$ y $f_e=369.02\text{kg/cm}^2$ para las mezclas de 5%, 10% y 15% con virutas de acero superan la resistencia del hormigón de control alcanzando $f_e=297\text{kg/cm}^2$. Estos hallazgos sugieren viabilidad de realizar futuras investigaciones con mayores porcentajes de sustitución.

Moya & Lara (2019) Brindaron informaciones técnicas alternativas de productos comerciales en procesamientos y uso de viruta de acero en mejora de la propiedad física y mecánica del concreto, analizándolo en el concreto fresco y endurecido para lo cual empleo tres muestras el primero fue concreto simple sin ningún refuerzo, segundo concreto con viruta de acero comercial y tercero concreto con viruta de acero reciclado a los cuales se le

realizaron el ensayo correspondiente de compresión simple de 7, 14 y 28 días, el resultado para la tercera combinación logro resistencia de 30,70% con respecto a la primera y 22.28% con respecto al segundo.

Guzmán & Reyes (2022) analizó la influencia, resistencia en compresión y flexión en concreto convencional de 210kgf/cm² incorporando viruta de acero en proporción 5%, 10% y 15% suprimiendo al agregado fino en la mezcla, se obtuvieron 12 probetas de concreto que fueron sometidos al ensayo de compresión a maduración 7, 14 y 28 días. Concluyo, el reciclado de viruta de acero en remplazo de 10% por agregado fino presento mejora positiva en el ensayo a la compresión y flexión, llego obtener 22.79MPa y 2.43 MPa en resistencia a la compresión y modulo de rotura en 28 días de maduración.

Armijo & Cruz (2024) tuvo como objetivo evaluar incidencia de la viruta de acero en conducta de flexión del hormigón en pavimento rígido, realizo diseño de mezcla con resistencia a la compresión 350kgf/cm² de acuerdo ASTM C78 reemplazó agregado fino por viruta de acero 3%, 6% y 9% para obtener resultado favorable comportamiento del concreto 350kgf/cm². Concluyo, el concreto con reemplazo 9% de viruta con respecto a agregado fino presenta incremento de 15.6% en modulo de rotura comparado con el concreto tradicional, siendo 46.929kgf/cm² de modulo de rotura con 9% de viruta frente a 40.596kgf/cm² del concreto tradicional.

Arroyo & Pertuz (2022) investigo valuación de resistencia en compresión del concreto 21MPa cambiando porcentaje de árido fino por serrín de acero al carbono, su objetivo evaluar propiedades mecánicas del concreto convencional 21 MPa en remplazo de agregado fino por viruta de acero al carbono porcentaje 0.5%, 10% y 15% los ensayos se

evaluaron 7, 14 y 28 días de maduración, concluyo, las virutas de acero al carbono en reemplazo del agregado fino incrementa su resistencia en 22.8, 20.6 y 26.8% en lo que corresponde a días de maduración 7, 14 y 28 con respecto a la muestra testigo estándar.

2.1.2. Investigaciones nacionales

Aquino & Mosqueira (2019) determino durante el refuerzo cambios a fuerza de flexión en 20 vigas de hormigón armado, 10 fueron fabricados con concreto de $f_c=210\text{kg/cm}^2$ y el resto $f_c=280\text{kg/cm}^2$ considerado como viga estándar de tipo I y II, posteriormente se amplifica 50% por tipo de muestra. La resistencia media en las vigas estándar y reforzadas con fibra de carbono tipo I y II es: 3,99tn ; 6,53tn, respectivamente: 4,36tn; 6,96tn el momento flector creado por cada uno de ellos es 1,11tn-m; 1,81tn-m; 1,21tn-; 1,93tn-m. Concluye, fuerza flexión de vigas de concreto armado aumento 59,8% a 63,65 después del refuerzo con placas de fibra de carbono.

Hinostroza (2022) el objetivo del estudio comparar los resultados al incorporar serrín de acero a la mezcla y reacción a las propiedades físicas y mecánicas del concreto, la muestra no probabilística estuvo constituida de concreto convencional $f_c=280\text{kg/cm}^2$ integrado de viruta de acero reciclado conformado de 40 componentes de ensayo, 36 cilindros y 4 vigas en proporción 0%, 3%, 6% y 9% sometidos: ensayos de compresión 7, 14, 28 días y ensayo de flexión 28 días. Resultados, optimo con adiciones de viruta de acero reciclado 6%, 9% por agregado fino, agregado grueso y cemento, conclusión, al agregar 9% resistencia a la compresión promedio llega 388kg/cm^2 y adicionar 6% obteniendo resistencia a la flexión promedio 6,42MPa.

Chambi & Gutiérrez (2021) su objetivo es utilizar nuevo aditivo y aumentar propiedades mecánicas del hormigón $f_c=280.00\text{kg/cm}^2$ centrándose en la estructura del concreto armado empleándose viruta de acero material que cumple con requerimiento de ACI, al diseño de la mezcla se realizaron pruebas de compresión con adición 2%, 4% y 8% fibras de acero. Determino que el uso de serrín de acero $f_e=280\text{kg/cm}^2$ mejora el concreto significativamente las propiedades mecánicas de acuerdo con el porcentaje incorporado donde el 4% tuvo mayor influencia en propiedades de compresión y tracción y el 8% tiene mayor efecto sobre las propiedades de reflexión.

Rojas (2020) analizo el impacto de añadir viruta de acero en resistencia de reflexión en 24 vigas de concreto en diseños estándar y variantes en proporciones de 4%, 6% y 8%. Resultado, añadió 4% de viruta de acero en la mezcla mejoro significativamente resistencia a flexión 14 días de curado, respecto a la primera, segunda y tercera muestra a los 28 días de curado incremento de resistencia por ductilidad y fatiga del concreto con valores 68.02kg/cm^2 , $81,48\text{kg/cm}^2$ y $79,03\text{kg/cm}^2$.

Quispe & Apaza (2023) diseño tres tipos de concreto empleando diseño de mezcla ACI de resistencia $f_e=210\text{kg/cm}^2$, trabajo en concreto patrón y con sustitución parcial de viruta de acero 10%, 15% y 20% por agregado fino su objetivo evaluar el impacto en propiedades físicas y mecánicas. La muestra fueron 42 especímenes cilíndricas y 14 rectangulares evaluados de 7, 14 y 28 días de curado realizo los ensayos conforme a la norma técnica nacional vigente. Como resultado el concreto patrón de 28 días de curado alcanzo resistencia a compresión $f_e=221.97\text{kg/cm}^2$ y resistencia de flexión 30.81kg/cm^2 y el concreto con sustitución parcial registraron resistencia 170.31kg/cm^2 , $182,54\text{kg/cm}^2$ y $201,66\text{kg/cm}^2$

de reemplazos 10%, 15% y 20% mostró mejora con 28 días de curado la resistencia de reflexión 33,56kg/cm², 35,10kg/cm² y 35,56kg/cm².

2.2. Bases teóricas

Agregado Fino

Para ACI 211.1-91 (2009) son partículas inorgánicas de tamaño menor 4.75mm, como la arena empleada para la cohesión del concreto. Por lo tanto Neville (2011) indica que deben cumplir normas de granulometría y limpieza para garantizar la calidad del concreto. Así mismo Condori (2024) lo define como gránulos de rocas por descomposición y por su tamaño pasa por tamiz 3/8" de pulgada.

Viruta de acero o serrín, para Muñoz et al. (2022) son fragmentos de material reciclado granulados o espirales empleadas en el concretos, se adhieren al cemento, de uso fácil, alta rigidez, soporta cargas estáticas y dinámicas, actúa como vibrador y compacta en el concreto premezclado. Según Chanh et al. (2008) vienen hacer partículas residuales de muchas transformaciones se emplean en la resistencia del concreto. Así mismo Bentur & Mindess (2007) son distribuidores de esfuerzos internos y mejoran el desempeño mecánico del concreto. ASTM A820 (2016) esta norma lo clasifica en 4 tipos.

Tabla 1: Clasificación de fibras

Tipo	Descripción
I	Fibras de alambre formadas en frio y fabricadas de acero conformado
II	Fibras cortadas de chapas de acero
III	Fibras extraídas de fundición lo cual fabrican empleando rueda centrifuga
IV	Conformado por otras fibras

Fuente: Norma ASTM A820

Dimensiones de la variable 1

Porcentaje de acero reciclado, es la cantidad que se utiliza en un proceso de construcción según diseño de mezcla, para ACI211.1-91 proporción como elemento del concreto de un subproducto resultante del proceso de fabricación del acero que pueden ser utilizadas en construcciones y en otras actividades de proceso.

Castell (2012) es reutilizar lo que desecha la industria dando buen uso y cuidado ambiental. Por lo tanto la buena reciclabilidad del acero contribuye a la construcción como material sustituto y al cuidado ambiente y por último Moro (2025) reciclao del aserrin de acero es 30 veces mayor que el agregado fino.

Los indicadores de la dimensión porcentaje de viruta reciclado: 0%, 10%, 12% y 14%

Ensayo de los agregados, está relacionado hallar propiedades físicas importantes, necesarias para realizar el diseño y preparar el concreto (LA LEY, 2005).

Rondon (2022) es para garantizar calidad, durabilidad de elementos del concreto, determina características básicas del material físico a la humedad, distribución tamaño de partícula, densidad, absorción, resistencia a compresión, porcentaje en uso de agregado.

Así mismo, el laboratorio certifica requisito del material, rastrea origen, identificar al proveedor, analiza capacidad de carga mecánica del material hasta su rotura, mediante métodos determina comportamiento, características de probetas con material normada, verifica materiales utilizados en una construcción (Rondon, 2022).

Los indicadores de la dimension ensayo de agregados: granulometría, contenido de humedad (%), peso unitario (kg/m³), gravedad especifica y absorción (Gr/cm³-%)

Diseño de mezcla, es un proceso, mediante cálculos se determinan la proporción de los materiales que empleara el concreto de acuerdo con normas ya establecidas.

Para ACI 211.1-91 (2016) son procedimiento que determinan proporciones del concreto. Es considerar base de datos emitidas por un laboratorio garantiza la calidad del material que compondrán la mezcla para un concreto.

Abanto (2018) es un procedimiento de mezcla del diseño se toman en cuenta el cálculo de resistencia promedio (f_{cr}) expresado en kg/cm^2 , la elección del asentamiento (Slump) cuyos valores sujetos al método de consolidación de concreto de vibración

Tabla 2: Asentamientos máximos y mínimos en elementos estructurales.

Tipos de construcción	Máximo	Mínimo
Zapata, muros de cimentación reforzadas	3"	1"
Zapatas simples, cajones y muros de subestructura	3"	1"
Vigas y muros reforzados	4"	1"
Columnas de edificios	4"	1"
Pavimentos y lozas	3"	1"
Concreto ciclópeo	2"	1"

Fuente: Abanto (2018)

Abanto (2018) el tamaño máximo de agregado grueso entre áridos con mayor tamaño requiere menos mortero por unidad de m^3 de concreto. la estimación del agua para mezclado está relacionado a granulometría y características del agregado, estimación de contenido del aire en porcentajes para concreto incorporados y para nada de aire incorporado, la selección de relación agua y cemento son propiedades que determinan la durabilidad y resistencia, y cálculo del contenido del cemento esta expresado en kg/cm^3 en relación con el agua-cemento para la resistencia promedio requerido.

Tabla 3: Estimación del agua mezclado.

Asentamiento Slump	Agua en L/m ³ de concreto en tamaños máximos de agregados gruesos y consistencia indicados						
	3/8"	1/2"	3/4"	1"	1.1/2"	2"	3"
	Concreto sin aire incorporado						
1" a 2"	205	200	185	180	160	155	145
3" a 4"	225	215	200	195	175	170	160
6" a 7"	240	230	210	205	185	180	170
Cantidad aproximada de aire atrapado en porcentaje	3	2.5	2	1.5	1	0.5	0.3
	Concreto con aire incorporado						
1" a 2"	180	175	165	160	145	140	135
3" a 4"	200	190	180	175	160	155	150
6" a 7"	215	205	190	185	170	165	160
Promedio recomendado para el contenido total de aire en porcentaje	8	7	6	5	4.5	4	3.5

Fuente: Abanto (2018)

Abanto (2018) la estimación del contenido del agregado fino, para su cálculo es necesario la suma de todos los componentes ya hallados, el valor que se obtiene de la suma será restado a la unidad de metro cubico del concreto. Los valores de diseño este paso consiste en los valores de diseño del volumen absoluto. Ajustes por contenido de humedad de los agregados es producto del peso seco por porcentaje en humedad menos porcentaje de absorción. Valor obtenido es contenido de agua en los agregados, para el cálculo de agua neta se obtiene a través de la diferencia del agua de diseño menos la suma del peso de los agregados secos. El cálculo de agregado grueso es producto del volumen del agregado, por el peso unitario seco y compactado del agregado grueso, en kg/m³.

Tabla 4: Contenido de agregado grueso.

Tamaño máximo del agregado grueso	Volumen del agregado grueso, seco y compactado por unidad de volumen de concreto, para diferentes módulos de fineza de agregado fino			
	Modulo de fineza del agregado fino			
	2.40	2.60	2.80	3.00
3/8"	0.50	0.48	0.46	0.44
1/2"	0.59	0.57	0.55	0.53
3/4"	0.66	0.64	0.62	0.60
1"	0.71	0.69	0.67	0.65
1 1/2"	0.76	0.74	0.72	0.70
2"	0.78	0.76	0.74	0.72
3"	0.81	0.79	0.77	0.75
6"	0.87	0.85	0.83	0.81

Fuente: Abanto (2018)

Abanto (2018) la estimación del contenido del agregado fino, para su calculo es necesario la suma de todos los componentes ya hallados, el valor que se obtiene de la suma será restado a la unidad de metro cubico del concreto. Los valores de diseño este paso consiste en los valores de diseño del volumen absoluto. Ajustes por contenido de humedad de los agregados es producto del peso seco por porcentaje en humedad menos porcentaje de absorción. Valor obtenido es contenido de agua en los agregados, para el calculo de agua neta se obtiene a través de la diferencia del agua de diseño menos la suma del peso de los agregados secos.

Abanto (2018) el cálculo de proporción en peso se toma como base el peso del cemento, todos los componentes del concreto se dividen entre peso del cemento el valor que se obtiene es proporción de mezcla como base a una bolsa de cemento, y asimismo el cálculo

de cantidad de materiales por tanda se lo inverso del anterior procedimiento, se multiplica el peso de una bolsa de cemento a todos los componentes del concreto.

Mehta & Monteiro (2014) reduce costos y mejora el desempeño del concreto.

Kosmatka & Wilson (2016) influye, determina en el concreto en la trabajabilidad (transporte, colocación, compactado, acabado con cohesividad, compatibilidad y plasticidad), resistencia (asentamiento de la mezcla presente por cantidad de humedad), resistencia (relacionada cantidad de agua y cemento) y durabilidad (calidad y cantidad en uso de cemento y agua de acuerdo con factores de exposición al clima extremo).

Los indicadores de la dimensión fueron: Resistencia de diseño (kg/cm²), Relación agua/cemento, dosificación de concreto (Kg), dosificación de viruta (Kg).

Resistencia mecánica del concreto

Figueiredo (2011) es el resultado de la matriz cementosa reforzada con fibras en proporción adecuada, actúa como mecanismo de puenteo permitiendo reforzar el concreto convencional. La fibra en proporción adecuada sana ciertas deficiencias encontradas en el concreto convencional actúa como componente transmitiendo fuerza al concreto.

Salamanca (2001) las propiedades térmicas del agregado deben componer el 60% a 80% del concreto, siendo un componente principal afecta a las propiedades mecánicas, físicas y la estructura en la mezcla del concreto. ACI 207.4R la propiedad térmica del agregado su coeficiente de expansión térmica millonésima por °C de agregado grueso en cuarcita 13.5, sílice 9,4-11.7, basalto 8.3, caliza 5.4-8.6. así mismo el calor es otra propiedad térmica. Jaramillo (2004) los valores de resistencia están comprendidos 700 a 3500kg/cm² es comparado a la resistencia de compresión del concreto convencional.

Sanchez de Guzman (2001) las propiedades mecánicas varían de acuerdo con el tipo de proyecto, pero la más importante es la tenacidad del agregado, porosidad del agregado,

la textura del agregado es de acuerdo con su composición y estructura del agregado, tienen relación directa en la resistencia del concreto convencional.

Dimensiones de la variable 2.

Resistencia a la compresión (f_c)

Harmsen (2005) es el promedio de resistencia dos probetas a más tomadas de la misma muestra curadas en 28 días de acuerdo con el procedimiento de las normas ASTM-C-192M-95 y C-39-96. Actualmente en base a la norma ASTM-C-39-96 se define como la capacidad del concreto para soportar cargas sin fallar bajo esfuerzo de compresión axial, o es la carga que soporta una determinada área de concreto, se determina también es la calidad de fuerza a compresión medido por 7, 14, 28, 90 días, 6 meses, 1,2,5, años de concreto, o es la medida de resistencia de acuerdo a NTC 72, el comportamiento mecánico del concreto se expresa en kg/cm² y las evaluaciones del concreto se realiza mediante pruebas mecánicas sujeta a la norma (Harmsen, 2005).

Sánchez de Guzmán (2001) se diseña teniendo en cuenta la resistencia de fuerza compresora de acuerdo a normas, porcentajes establecidas en base a resistencia.

Matallana (2019) se mide el ensayo a compresión en cilindros de 150 mm de diámetro por 300mm de altura y con 28 días de edad, en algunos casos se ha medido con cilindros de menor diámetro, v.gr.: 100mm y 75 mm, la ventaja lograr menor consumo de concreto para el programa de control de calidad y menor peso para el transporte de los cilindros; en este caso, el tamaño máximo del agregado debe limitarse a 2,5cm

Areal (2002) Es la fuerza necesaria para aplastar un material y se calcula dividiendo la fuerza de compresión máxima en Newtons por el área del material en metros cuadrados así el resultado se obtiene en pascales según norma ASTM-D695.

Cervera & Blanco (2002) la resistencia a compresión varía significativamente con la variación de algunos parámetros tales como la relación agua cemento, el tamaño máximo de

la grava, las condiciones de humedad durante el curado, la edad del concreto, la velocidad de carga y la relación de esbeltez de la muestra.

Sus indicadores de dimensión resistencia a la compresión: Carga máxima (kg/cm²), Área (cm²), Curva carga/edad (kg/cm²-días).

Resistencia a la flexión

La resistencia a flexión del concreto, o módulo de ruptura f_g , se evalúa mediante el ensayo a flexión de viguetas de concreto simple de 50cm de longitud y sección cuadrada de 15 cm de lado, con cargas aplicadas en los tercios de la luz, este parámetro es usado para controlar el diseño de pavimentos de concreto y la norma NRS-98 sugiere un valor de (Jaramillo, 2004).

Maryori Nuñez (2022) es la tensión máxima de la probeta que puede soportar mientras $2 \sqrt{f'c}$ (kg/cm²). se estira, el esfuerzo máximo que soporta antes de fracturarse o producirse ruptura en su máxima firmeza a la flexión. SAST C78 (2018) es la resistencia del concreto en tracción generados por cargas flexionales. Para Mindess et al. (2003) la resistencia a flexión depende a la calidad en agregados y reacción agua cemento.

Areal (2002) También llamada resistencia a la rotura transversal es una medida de la resistencia al doblado o la liquidez de una probeta de ensayo utilizada como viga simple según la norma ASTM-D790.

Sus indicadores para la dimensión resistencia a la flexión: Carga máxima (kg/cm²), Área (cm²), Curva carga/edad (kg/cm²-días).

2.2 Bases Filosóficas

La ingeniería civil mediante conocimientos científicos, técnicos y prácticos desde el diseño de una mezcla hasta la construcción, velando que la infraestructura cada vez sea mejor, brindando calidad de vida a la sociedad y cuidado del medio ambiente.

La ingeniería civil dentro de la disciplina técnica busca resolver problemas de construcción y diseño de infraestructura, aunque más se considera como diseño y aplicación, su integración en la disciplina filosófica es trascendental y fundamental para abordar desafíos contemporáneos de manera ética y sostenible lo cual es importante de acuerdo al objetivo de desarrollo sostenible (ODS) 9 donde el objetivo es construir infraestructuras sostenibles e innovadoras en la cual la responsabilidad social son aspectos fundamentales, asegurando que las infraestructuras soporten comunidades resilientes y adaptativas conjuntamente con la política y conflicto de intereses y valores en el desarrollo de proyectos a gran escala y disciplina (Ceplan, 2019).

2.3. Definición de términos básicos:

Agregados

McCormac & Brown (2017) Son materiales granulares, naturales o artificial como la arena, grava, piedra triturada son componentes principales en construcción del concreto o asfalto, el agregado proporciona resistencia, volumen, durabilidad, trabajabilidad en la mezcla de construcción, cumplen función en soporte, relleno e imagen en la estructura.

Neville (2011) los tipos de agregado (grueso: grava, piedra triturada) (fino: arena) (naturales: arena de río) (manufacturados: grava de granito) tienen que ser limpios, fuertes y durables para que no interfieran en la adhesión entre el cemento y otros componentes, ya que estos definen la resistencia y durabilidad del concreto.

McCormac & Brown (2017) los aridos componen 60% a 80% del concreto afecta a las propiedades mecánicas, físicas y estructura de la mezcla del concreto, así mismo tienen propiedades térmicas donde los componentes producen su propia temperatura que influye a la mezcla afectando de manera directa y proporcional.

McCormac & Brown (2017) Los tamaños máximos permitido es según norma ACI 318-14 ahí define valores y condiciones de los agregados a usarse según diseño.

Palomino & Palomino (2022) el ensayo determina la finura en agregado fino, indica que módulo de mayor finura requiere agua por que el área de superficie es más pequeña, se usaran mallas para los cálculos de prueba y ajustarse al parámetro.

Tabla 5: Límites de porcentaje que pasa el agregado fino

Malla	Porcentaje que pasa
3/8"	100
N° 4	95 a 100
N° 8	80 a 100
N° 16	50 a 85
N° 30	25 a 60
N° 50	10 a 30
N° 100	2 a 10

Fuente: Palomino & Palomino (2022)

Kosmatka & Wilson (2016) una granulometría adecuada mejora la resistencia y estabilidad del concreto, ACI 211.1-91.

McCormac & Brown (2017) La cantidad de agregados finos y gruesos que usan aproximadamente es 3/4 partes del volumen del concreto y los tamaños están en referencia a la norma ACI 318-14.

Tabla 6: Coeficiente de expansión del agregado

Agregado grueso	Coeficiente de expansion térmica millonésima por °C
Cuarcita	13.5
Con silice	9,4 – 11.7
Basalto	8.3
Caliza	5,4 – 8,6

Fuente: ACI 207,4R

Areal (2002) sustituir agregado fino por viruta de acero reciclado en proporción según diseño de mezcla y tiempo en curado mejora el concreto convencional en la resistencia mecánica del concreto (resistencia a la compresión y flexión).

Cemento

En el Perú se desarrolla portland tipo I, para Abanto (2018) la tecnología del concreto sano está compuesta de moliendas Clinker y otros compuestos que aportan su peso un 90% como silicato tricálcico (producen alta resistencia y al contacto con agua desprende gran cantidad de calor) di cálcico (origina resistencia a largo plazo desprende menos calor, endurecimiento lento), aluminato tricálcico y aluminoferrico tetracalcico, su cocción 1400°C-1450°C incorporando piedra caliza, arcilla finamente molida, finalmente enfriado, molido se agrega un porcentaje de yeso para evitar la fragua rápida.

Agua

Según Abanto (2018) es importante calidad y cantidad que se emplea en la mezcla y esté libre de partículas nocivas que perjudiquen el concreto y viruta de acero, se deben realizar pruebas para saber su efecto positivo y negativo en el concreto que puedan afectar a la propiedad física y mecánica del concreto.

Tabla 7: Valores máximos admisibles del agua

Sustancias disueltas	Valor máximo admisibles
Cloruro	300 ppm
Sulfato	300 ppm
Sal de magnesio	150 ppm
Sal soluble	1500 ppm
Ph	más de 7
Sólidos en suspensión	1500 ppm
Materia orgánica	10 ppm

Fuente: Norma ASTM A820

Abanto (2018) el agua potable es adecuado para uso y curado del concreto las reacciones químicas del agua y cemento, permiten, garantizan las propiedades físicas y mecánicas del concreto, por ello siguen un método de curado adecuado evitando la sequedad inmediata evitando rajaduras de superficie por el sol y el viento.

Salamanca (2001) en el curado del concreto el agua y la temperatura promoverán hidratación al cemento. ACI 308R-01 (2001) curado es el proceso del agua y temperatura que optimiza la hidratación del cemento. Para Mehta & Monteiro (2014) un adecuado curado mejora la firmeza y durabilidad del concreto.

Concreto

Hidalgo et al. (2011) es la unión de agregado, agua, cemento y otros componentes que forman una mezcla que vierten en una cavidad procediendo al curado por días. Para López (2013) se originó en Roma S-II ac, se emplearon en la mezcla piedra caliza quemada, toba volcánica y piedra formado el concreto que emplearon en la construcción de panteones, Iglesias y cupulas como Santa María Martín, realizado de concreto simple.

Fabara et al. (2017) las propiedades del hormigón están determinadas por masa y porcentaje de ingredientes que varían según su diseño a emplear. Según Neville (2011) es una mezcla homogénea conformado por cemento, áridos grueso y/ o finos, agua, que llegas a solidificar pasado el tiempo formando el concreto.

Carcaño et al. (2008) es una mezcla estructurada de gran versatilidad y resistente para edificación en diversas estructuras. Para Caballero (2017) concreto reforzado con fibras de acero, se emplea la fibra en reemplazo en proporción del agregado y aditivos superplastificantes en su trabajabilidad, las fibras actúan como costura en caso de fisura, aumentan la capacidad de absorción en 24 energía, este comportamiento permite que las fibras aumenten su resistencia a la adherencia y actúa como refuerzo transversal.

2.4. Hipótesis de investigación

2.4.1. Hipótesis general

La sustitución del agregado fino por virutas de acero reciclado influye positivamente en la resistencia mecánicas del concreto 210 kg/cm², 2024.

2.4.2. Hipótesis específicas.

La sustitución del agregado fino por virutas de acero reciclado mejora la resistencia a compresión del concreto 210 kg/cm² 2024.

La sustitución del agregado fino por virutas de acero reciclado mejora la resistencia a flexión del concreto 210 kg/cm² 2024.

2.5. Operacionalización de las variables

Tabla 8: Operacionalización de las variables.

VARIABLE	DEFINICION CONCEPTUAL	DEFINICION OPERACIONAL	DIMENSIONES	INDICADORES
Resistencia mecánicas del concreto.	Capacidad para soportar un esfuerzo máximo, bajo todo tipo de carga y se expresa generalmente en kg/cm ² .	Para la medición se va a elaborar 36 probetas cilíndricas de concreto sustituyendo al agregado fino con las virutas de acero reciclado.	• Resistencia a compresión.	Carga Máxima (Kg/cm ²) Área (cm ²) Curva carga/edad (kg/cm ² – días)
			• Resistencia a flexión.	Carga Máxima (Kg/cm ²) Área (cm ²) Curva carga/edad (kg/cm ² – días)

VARIABLE	DEFINICION CONCEPTUAL	DEFINICION OPERACIONAL	DIMENSIONES	INDICADORES
Sustitución del agregado fino por las virutas de acero reciclado.	Son elementos delgados, de corta longitud y diámetros muy pequeños que permite mezclarse con los agregados a diferentes porcentajes.	La relación de mezcla de concreto está diseñada para ser de 210 kg/cm ² y se va a sustituir al agregado fino por las virutas de acero reciclado en diferentes porcentajes.	• Porcentaje de Virutas de acero.	Patrón, 0%, 10%, 12% y 14%
			• Ensayo de los agregados.	Granulometría Contenido de Humedad (%) Peso Unitario (kg/m ³) Gravedad específica y Absorción (Gr/cm ³ - %)
			• Diseño de Mezcla.	Resistencia de diseño (Kg/cm ²) Relación a/c Dosificación de concreto (Kg) Dosificación de viruta de acero (Kg)

Fuente: Elaboración Propia

CAPÍTULO III

METODOLOGÍA

3.1. Diseño metodológico

3.1.1. Tipo de investigación

La investigación es aplicada, orientado a fortalecer los conocimientos ya existentes mediante aplicaciones prácticas con intención de resolver desafíos existentes en el área de mejora en la construcción. Vásquez et al. (2023) se centra en ampliar conocimiento científico en aplicaciones prácticas en un determinado momento buscando mejora del producto investigado.

3.1.2. Diseño de la investigación

Experimental, se planteó problema general, análisis ensayos, supervisados y evaluando los resultados que produjo la sustitución de forma proporcional viruta de acero reciclado por agregado fino en la resistencia mecánica del concreto, analizados en laboratorio de UNJFSC. Hernández et al. (2003) Manipulación de las variables con el objetivo de mejorar el objetivo de estudio.

3.1.3. Enfoque de la investigación

Es cuantitativo, debido a la obtención de datos que fueron procesados por análisis estadísticos que fueron analizados, interpretando los resultados en cuanto influye la sustitución del agregado fino por reciclado de viruta en la resistencia a la compresión y flexión del concreto. Hernández et al. (2003) se considera emplear la data para comprobar la influencia mediante análisis estadísticos de las hipótesis.

3.2. Población y muestra

3.2.1. Población

La población está conformada por 36 probetas cilíndricas de concreto.

3.2.2. Muestra

La muestra será de 36 probetas cilíndricas de concreto; se considera una muestra censal ya que el tamaño de la población es de 36 probetas.

3.3. Técnicas de recolección de datos:

Técnicas a emplear:

Se obtuvo mediante la observación y análisis para reunir datos alineada al objetivo de estudio, según Huaman (2021) se realizan en laboratorio con equipos, instrumentos y recursos adecuados. El instrumento empleado fue las guías y las fichas de observación de ensayo de laboratorio que recogió datos para variable 1 (sustitución de viruta de acero reciclado por agregado fino) y sus dimensiones (porcentaje de viruta de acero reciclado, ensayo de los agregados y diseño de mezcla), y la ficha recolección registro datos de la variable 2 (resistencia mecánica del concreto) y dimensiones (resistencia a la compresión y flexión), tomando en cuenta las normas ASTM C143/C143M, ASTM C39/C39, NTP 339.185, ASTM C29-NTP 400.017, ASTM C136, con finalidad de garantizar procedimiento y la fiabilidad del instrumento, obteniendo un resultado óptimo, para Huaman (2021) la ficha se usa para recoger información directa del fenómeno estudiado.

Tabla 9: Técnicas a emplear.

TECNICA	INSTRUMENTO
Observación experimental	Ficha de recolección de datos

Fuente: Elaboración Propia.

3.4. Técnicas para el procesamiento de información:

En la parte teórica del marco se utiliza el método literatura, y en la parte experimental se utiliza el método experimental basado en la norma NTP 339.034 para realizar la prueba de absorción. La porosidad del material se puede conocer a partir de los datos obtenidos. Muestras concretas, ese es el parámetro que está tratando de encontrar.

3.5. Matriz de consistencia

Tabla 10: Matriz de consistencia.

PROBLEMA	OBJETIVOS	HIPOTESIS	VARIABLE	DIMENSIONES	INDICADORES	METODOLOGIA
<p>Problema general: ¿Cuál es la influencia de la sustitución del agregado fino por virutas de acero reciclado en la resistencia mecánicas del concreto 210 kg/cm², 2024?</p> <p>Problemas específicos: ¿Cuál es la influencia de la sustitución del agregado fino por virutas de acero reciclado en la resistencia</p>	<p>Objetivo general: Evaluar la influencia de la sustitución del agregado fino por virutas de acero reciclado en la resistencia mecánicas del concreto 210 kg/cm², 2024.</p> <p>Objetivos específicos: Evaluar la influencia de la sustitución del agregado fino por virutas de acero reciclado en la</p>	<p>Hipótesis general: La sustitución del agregado fino por virutas de acero reciclado influye positivamente en la resistencia mecánicas del concreto 210 kg/cm², 2024.</p> <p>Hipótesis específicas: La sustitución del agregado fino por virutas de acero reciclado mejora la resistencia a</p>	<p>VD: Resistencia mecánicas del concreto.</p> <p>VI: Sustitución del agregado fino por las virutas de acero reciclado.</p>	<ul style="list-style-type: none"> Resistencia a compresión. Resistencia a flexión. Porcentaje de virutas de acero reciclado 	<p>Carga Máxima (Kg/cm²) Área (cm²) Curva carga/edad (kg/cm² – días)</p> <p>Carga Máxima (Kg/cm²) Área (cm²) Curva carga/edad (kg/cm² – días)</p> <p>Patrón de 0%, 10%, 12% y 14%</p>	<p>Tipo de investigación: Aplicada</p> <p>Nivel: Descriptivo / Explicativo</p> <p>Diseño de investigación: Experimental</p> <p>Población: La población está constituida por 36 pobretas cilíndricas</p> <p>Muestra: La población está constituida por 36 pobretas cilíndricas</p>

<p>a compresión del concreto 210 kg/cm², 2024? ¿Cuál es la influencia de la sustitución del agregado fino por virutas de acero reciclado en la resistencia a flexión del concreto 210 kg/cm², 2024?</p>	<p>resistencia a compresión del concreto 210 kg/cm², 2024. Evaluar la influencia de la sustitución del agregado fino por virutas de acero reciclado en la resistencia a flexión del concreto 210 kg/cm², 2024.</p>	<p>compresión del concreto 210 kg/cm², 2024. La sustitución del agregado fino por virutas de acero reciclado mejora la resistencia a flexión del concreto 210 kg/cm², 2024.</p>		<ul style="list-style-type: none"> • Ensayo de los agregados. • Diseño de Mezcla. 	<p>Granulometría Contenido de Humedad (%) Peso Unitario (kg/m³) Gravedad específica y Absorción (Gr/cm³ - %)</p> <p>Resistencia de diseño (Kg/cm²) Relación a/c Dosificación de concreto (Kg) Dosificación de viruta de acero (Kg)</p>	<p>Técnica: Observación experimental</p>
---	--	---	--	---	---	--

CAPÍTULO IV

RESULTADOS

4.1. Análisis de resultados

4.1.1. Diseño de mezcla

En esta investigación se ha considerado los siguientes datos para realizar el diseño de mezcla, el cual fueron obtenido de la caracterización de los agregados fino y grueso.

Tabla 11: Caracterización de los agregados

Diseño de mezcla ACI-211						
Materiales	PeM (kg/m ³)	PUSC (kg/m ³)	MF	% Abs.	% Hum.	TMN
Cemento	3150	-	-	-	-	-
Agua	1000	-	-	-	-	-
Ag. Fino	2800	1669	2.50	1.42	0.7	-
Ag. Grueso	2840	1316		0.89	0.4	1/2"
Viruta de acero	4100	-	-	-	-	-

Fuente: Elaboración propia

a) Parámetros de diseño:

- $F'c = 210 \text{ kg/cm}^2$

- Curado: 7, 14 y 28 días de curado

- Asentamiento: 4" porque se requiere que la consistencia de la mezcla sea plástica, ya que se utilizara en columnas y vigas de una edificación.

b) Procedimiento:

1. Resistencia a la compresión.

Tabla 12: Resistencia a la compresión promedio.

$F'C$ (kg/cm ²)	$F'cr$ (kg/cm ²)
Menos de 210	$F'C+70$
210 a 350	$F'C+84$
Sobre 350	$F'C+98$

Fuente: Diseño de mezcla ACI-211

$F'cr = F'C + 70$

$F'cr = 280 \text{ kg/cm}^2$

2. Relación Agua - Cemento (a/c)

Tabla 13: Relación Agua-material cementante y resistencia a compresión del concreto.

Resistencia a la compresión a los 28 días (f'cr) (Kg/cm ²)	Relación Agua-Cemento de diseño en peso	
	Concreto sin aire incorporado	Concreto con aire incorporado
450	0.38	-
400	0.43	-
350	0.48	0.4
300	0.55	0.46
250	0.62	0.53
200	0.7	0.61
150	0.8	0.71

Fuente: Diseño de mezcla ACI-211

Interpolamos los valores entre 200 y 250 kg/cm².

$$250 \text{ ---- } 0.62$$

$$280 \text{ ----- } x$$

$$300 \text{ ----- } 2.58$$

Por interpolación obtenemos $X=0.58$ (R a/c)

3. Cálculo de la cantidad de agua mezclado y aire

Tabla 14: Agua de mezcla y contenido de aire para distintos revenimientos y tamaño máximo nominal del agregado.

Asentamiento	Agua, en lt/m ³ , para los tamaños máximo-nominales de agregados grueso y consistencias indicadas							
	3/8"	1/2"	3/4"	1"	1 1/2"	2"	3"	6"
Concreto sin aire incorporado								
1" a 2"	207	199	190	179	166	154	130	113
3" a 4"	228	216	205	193	181	169	145	124
6" a 7"	243	228	216	202	190	178	160	-
Concreto con aire incorporado								
1" a 2"	181	175	168	160	150	142	122	107
3" a 4"	202	193	184	175	165	157	133	119
6" a 7"	216	205	197	184	174	166	154	-

Fuente: Diseño de mezcla ACI-211

De la tabla se obtiene: 216 Lt/m³ de agua de mezclado

4. Determinar el Factor Cemento

$$R_{a/c} = a/c$$

$$C = a / (R_{a/c})$$

$$C = 373.702 \text{ kg/m}^3$$

5. Contenido de aire atrapado

Tabla 15: Aire atrapado y Tamaño máximo nominal.

Tamaño Máximo Nominal	Aire Atrapado
3/8"	3.00%
1/2"	2.50%
3/4"	2%
1"	1.50%
1 1/2"	1%
2"	0.50%
3"	0.30%
6"	0.20%

Fuente: Diseño de mezcla ACI-211

Como el tamaño máximo nominal del agregado grueso es de 1/2" = 2.5% de aire atrapado.

6. Volumen de agregado grueso por unidad de volumen de concreto

Tabla 16: Módulo de fineza del agregado fino y tamaño máximo nominal del agregado grueso.

TAMAÑO MÁXIMO DEL AGREGADO GRUESO	Volumen de agregado grueso, seco y compactado (*) por unidad de volumen de concreto, para diferentes módulos de fineza del agregado fino			
	MODULO DE FINEZA DEL AGREGADO FINO			
	2.40	2.60	2.80	3.00
3/8"	0.50	0.48	0.46	0.44
1/2"	0.59	0.57	0.55	0.53
3/4"	0.66	0.64	0.62	0.60
1"	0.71	0.69	0.67	0.65
1 1/2"	0.76	0.74	0.72	0.70
2"	0.78	0.76	0.74	0.72
3"	0.81	0.79	0.77	0.75
6"	0.87	0.85	0.83	0.81

Fuente: Diseño de mezcla ACI-211

Los valores de $M_f = 2.5$ y Tam. Máx. Ag. Gr. = $1/2''$, de la tabla obtenemos:

$$2.40 \text{ ----- } 0.59$$

$$2.50 \text{ ----- } x$$

$$2.60 \text{ ----- } 0.57$$

Por el método de interpolación obtenemos que $X = 0.58$ (Volumen del Agregado Grueso)

Peso unitario compactado seco = 0.58×1616.16

Peso unitario compactado seco = 763.3728 kg

7. Cálculo del volumen absoluto de concreto para hallar el agregado fino de los materiales por m^3 .

$$\text{Volumen Absoluto} = \frac{\text{Peso Seco}}{\text{P. E.} \times 1000}$$

$$\text{Cemento} = \frac{373.702}{3.15 \times 1000} = 0.1186m^3$$

$$\text{Ag. Grueso} = \frac{763.372}{2.84 \times 1000} = 0.2288m^3$$

$$\text{Agua} = \frac{0.2160}{1000} = 0.025m^3$$

$$\text{Aire} = \frac{2.5}{100} = 0.025m^3$$

$$\text{Volumen Absoluto Ag. Fino} = 1 - 0.6284 = 0.3716m^3$$

$$\text{Peso seco agregado fino} = 1040.40 \text{ kg}$$

Peso seco de los materiales:

Cemento: 373.70 kg

Ag. Fino: 1040.40 kg

Ag. Grueso: 763.37 kg

Agua: 216 kg

8. Corrección por humedad

$$\text{Peso} \left(\frac{\% \text{ Humedad}}{100} \right) + 1$$

$$\text{Ag. Fino} = \left(\frac{0.7}{100}\right) + 1 = 1047.68kg$$

$$\text{Ag. Grueso} = \left(\frac{0.4}{100}\right) + 1 = 766.43kg$$

9. Corrección por absorción

$$\text{Peso seco} \left(\frac{\% \text{Absorción} - \% \text{Humedad}}{100}\right)$$

$$\text{Ag. Fino} = \left(\frac{1.42 - 0.7}{100}\right) = 7.49L/m^3$$

$$\text{Ag. Grueso} = \left(\frac{0.89 - 0.4}{100}\right) = 3.74Lt/m^3$$

Σ 11.23 *Agua libre*

10. Agua efectiva

Agua de Diseño + Agua libre

$$216 + (11.23) = 227.23 \text{ Lt/m}^3 \text{ (Agua efectiva)}$$

11. Proporciones en peso por bolsa de cemento.

Cemento	Ag. Fino	Ag. Grueso	Agua
373.70	1047.68	766.43	227.23
373.70	373.70	373.70	8.79
1	:	2.8	:
		2.05	:
			25.84Lt

12. Cantidad de material de diseño por 1m³

Tabla 17: Tabla 7: Materiales de diseño por m³.

Materiales	Peso en húmedo
Cemento	373.70 kg/m ³
Agua de efectiva	227.23 Lt/m ³
Agregado Fino húmedo	1047.68 kg/m ³
Agregado Grueso húmedo	766.43 kg/m ³

Fuente: Elaboración propia

13. Dosificación de material para el diseño de mezcla.

Tabla 18: Tabla 8: Diseño de mezcla patrón.

Materiales	Peso
Cemento	18.72 kg
Agua	11.38 kg
Ag. Fino	52.49 kg
Ag. Grueso	38.40 kg

Fuente: Elaboración propia

Tabla 19: Diseño de mezcla con el 10% de viruta de acero.

Materiales	Peso
Cemento	18.72 kg
Agua	11.38 kg
Ag. Fino	47.24 kg
Ag. Grueso	38.40 kg
Viruta de acero	5.25 kg

Fuente: Elaboración propia

Tabla 20: Diseño de mezcla con el 12% de viruta de acero

Materiales	Peso
Cemento	18.72 kg
Agua	11.38 kg
Ag. Fino	46.19 kg
Ag. Grueso	38.40 kg
Viruta de acero	6.30 kg

Fuente: Elaboración propia

Tabla 21: Diseño de mezcla con el 14% de viruta de acero.

Materiales	Peso
Cemento	18.72 kg
Agua	11.38 kg
Ag. Fino	45.14 kg
Ag. Grueso	38.40 kg
Viruta de acero	7.35 kg

Fuente: Elaboración propia

4.1.2. Análisis del porcentaje óptimo de las virutas de acero respecto a la resistencia a compresión.

Tabla 22: Cuadro resumen de resistencia a la compresión a distintas edades

Diseño	F'c (Kg/cm ²)		
	7	14	28
Concreto patrón			
P1	160	185	291
P2	178	189	287
P3	175	190	293

Fuente: Elaboración propia

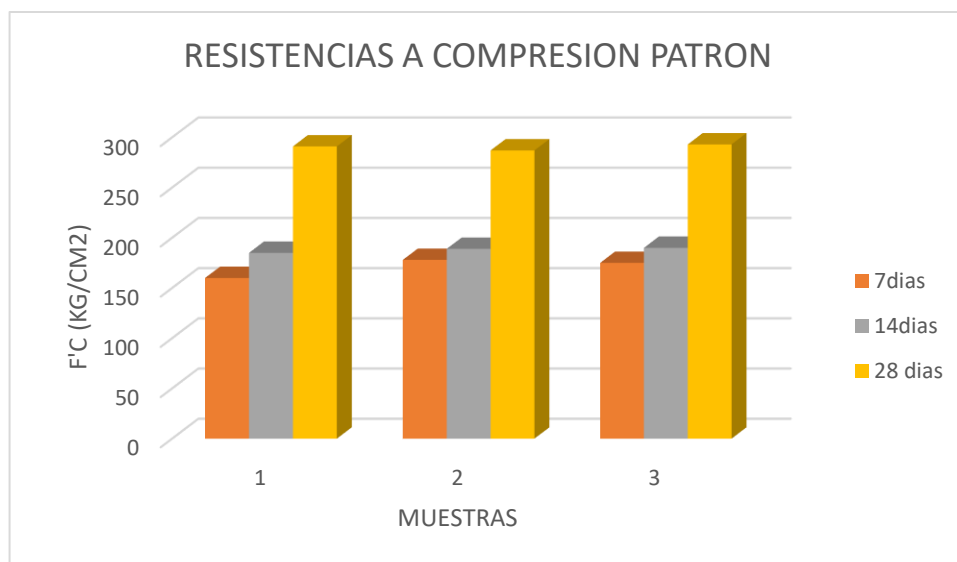


Figura 1: Resistencia a Compresión Patrón.

Interpretación de resultados:

- Analizando las distintas muestras del concreto patrón y la viruta de acero con diferentes días de curado, notamos que el concreto patrón tiene mayor resistencia a la compresión.

Tabla 23: Cuadro resumen de resistencia a la compresión a distintas edades con virutas de acero reciclado al 10%.

Diseño	F'c (Kg/cm2)		
	7 días	14 días	28 días
Virutas 10% -M1	145	164	170
Virutas 10% -M2	122	146	155
Virutas 10% -M3	127	135	160

Fuente: Elaboración propia

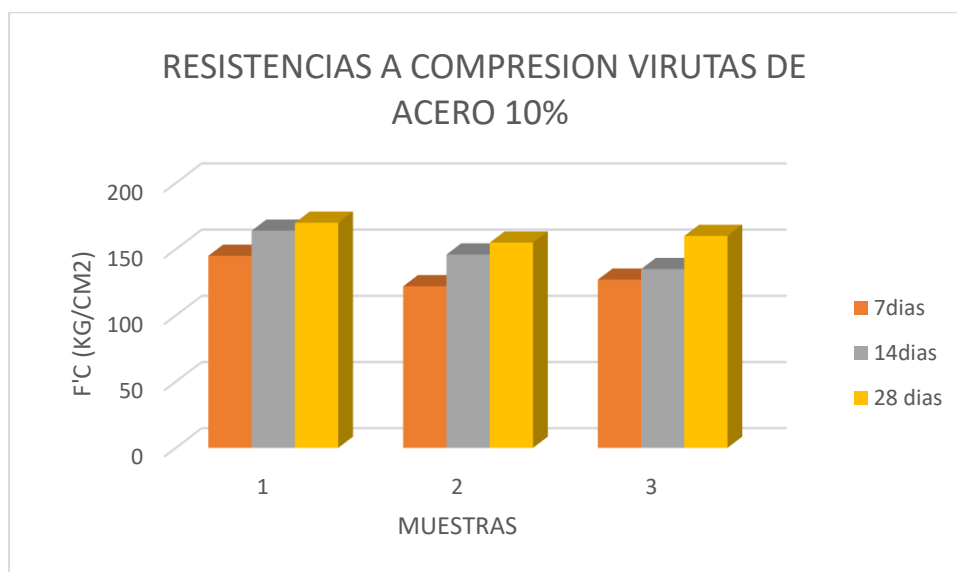


Figura 2: Resistencias a Compresión Virutas de Acero 10%.

Interpretación de resultados:

- Analizando las distintas muestras del concreto con viruta de acero al 10% con diferentes días de curado, notamos que el concreto patrón tiene mayor resistencia a la compresión.

Tabla 24: Cuadro resumen de resistencia a la compresión a distintas edades con virutas de acero reciclado al 12%.

Diseño	F'c (Kg/cm2)		
	7 días	14 días	28 días
Virutas 12% -M1	141	146	134
Virutas 12% -M2	118	139	126
Virutas 12% -M3	130	151	190

Fuente: Elaboración propia

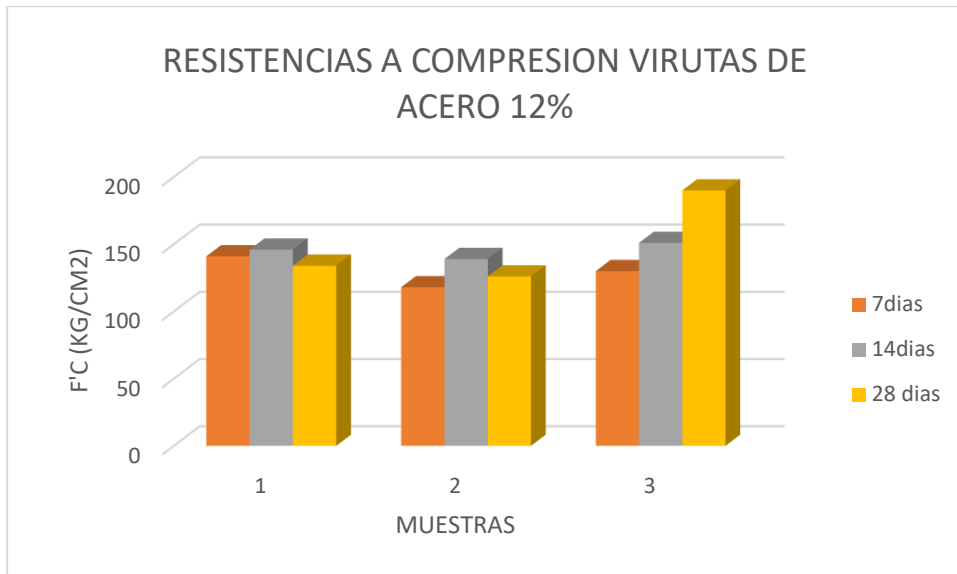


Figura 3: Resistencia a Compresión Virutas de Acero 12%.

Interpretación de resultados:

- Analizando las distintas muestras del concreto con viruta de acero al 12% con diferentes días de curado, notamos que el concreto patrón tiene mayor resistencia a la compresión.

Tabla 25: Cuadro resumen de resistencia a la compresión a distintas edades con virutas de acero reciclado al 14%.

Diseño	F'c (Kg/cm2)		
	7 días	14 días	28 días
Virutas 14% -M1	119	131	130
Virutas 14% -M2	117	133	140
Virutas 14% -M3	139	144	150

Fuente: Elaboración propia

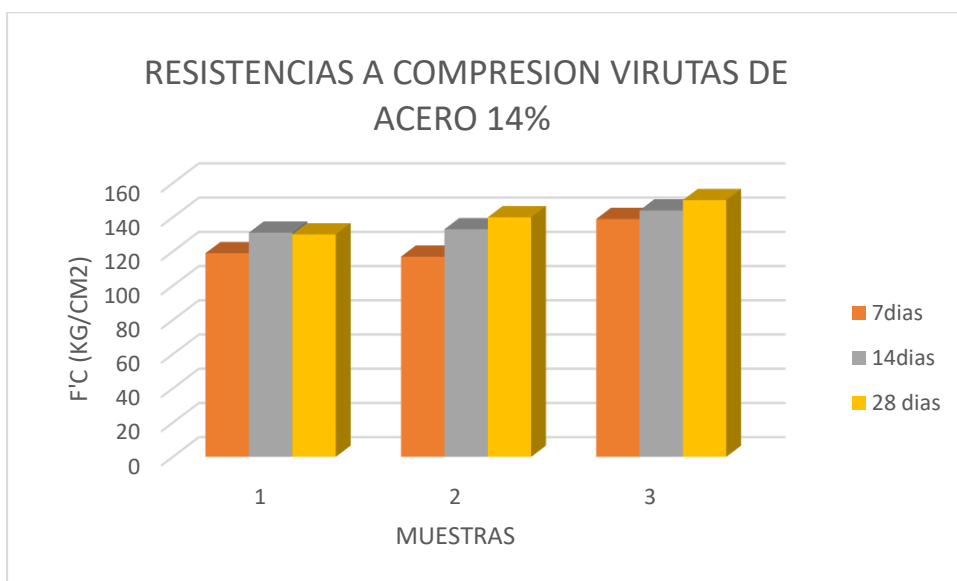


Figura 4: Resistencias a Compresión Virutas de Acero 14%.

Interpretación de resultados:

- Analizando las distintas muestras del concreto con viruta de acero al 14% con diferentes días de curado, notamos que el concreto patrón tiene mayor resistencia a la compresión.

4.1.3. Análisis del porcentaje óptimo de las virutas de acero respecto a la resistencia a flexión.

Tabla 26: Cuadro resumen de resistencia a la flexión a distintas edades.

Diseño	Resistencia a flexion (Kg/cm ²)		
	7	14	28
Concreto patrón			
P1	24.5	35.7	41.2
P2	25.5	36.8	40.1
P3	24.8	36.3	38.8

Fuente: Elaboración propia

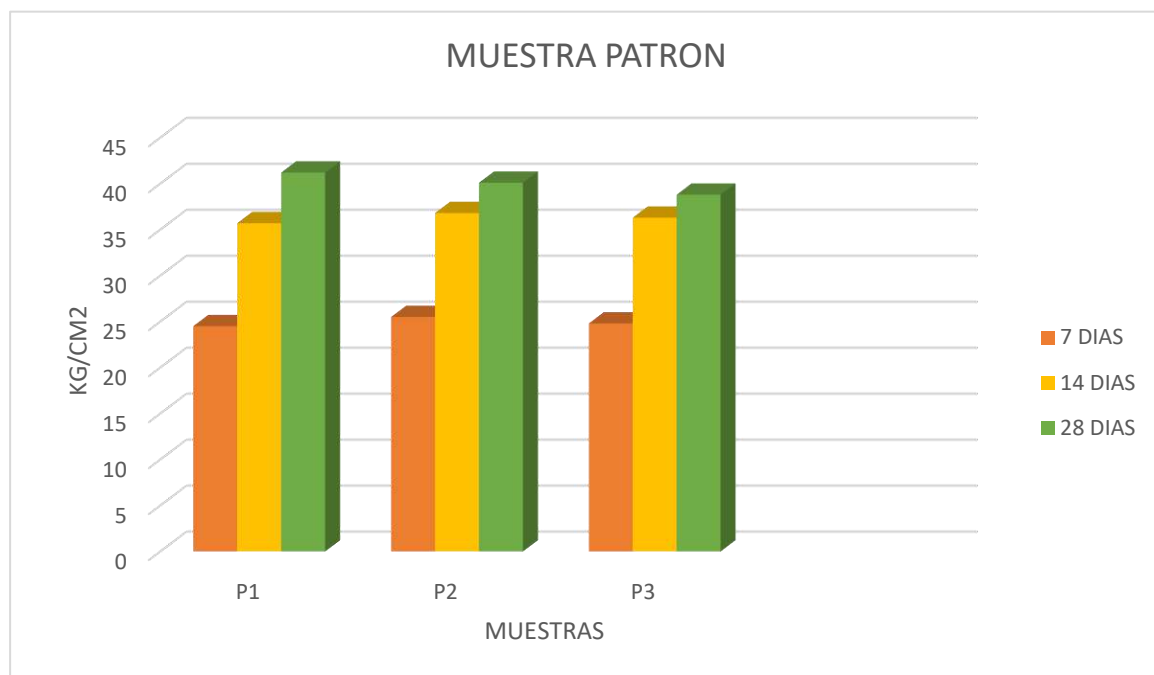


Figura 5: Resistencia a Flexión Patrón.

Interpretación de resultados:

- Analizando las distintas muestras del concreto patrón y la viruta de acero con diferentes días de curado, notamos que el concreto patrón tiene menor resistencia a la flexión.

Tabla 27: Cuadro resumen de resistencia a flexión a distintas edades con virutas de acero reciclado al 10%.

Diseño	Resistencia a flexión (Kg/cm ²)		
	7 días	14 días	28 días
Virutas 10% -M1	30.1	40.7	42.7
Virutas 10% -M2	28.0	42.3	42.6
Virutas 10% -M3	32.7	40.9	41.5

Fuente: Elaboración propia

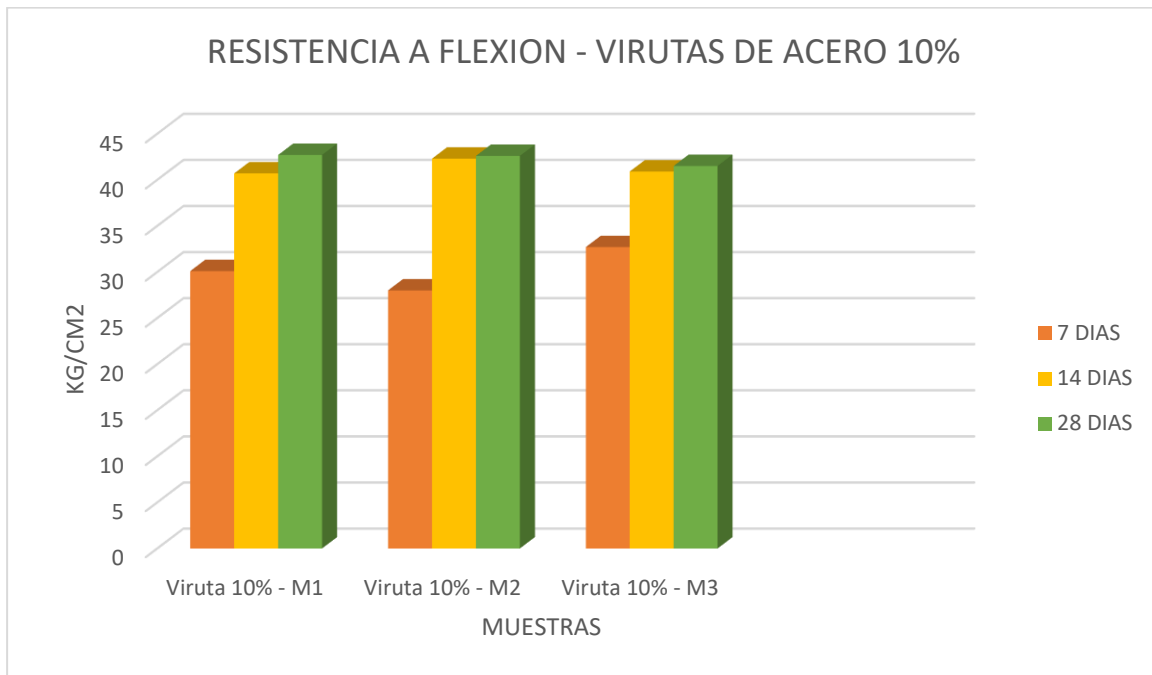


Figura 6: Resistencias a Flexión Virutas de Acero 10%.

Interpretación de resultados:

- Analizando las distintas muestras del concreto con viruta de acero al 10% con diferentes días de curado, notamos que el concreto patrón tiene menor resistencia a flexión.

Tabla 28: Cuadro resumen de resistencia a flexión a distintas edades con virutas de acero reciclado al 12%.

Diseño	Resistencia a flexión (Kg/cm ²)		
	7 días	14 días	28 días
Virutas 12% -M1	32.2	40.2	44.1
Virutas 12% -M2	32.2	45.1	42.0
Virutas 12% -M3	28.4	42.8	43.7

Fuente: Elaboración propia

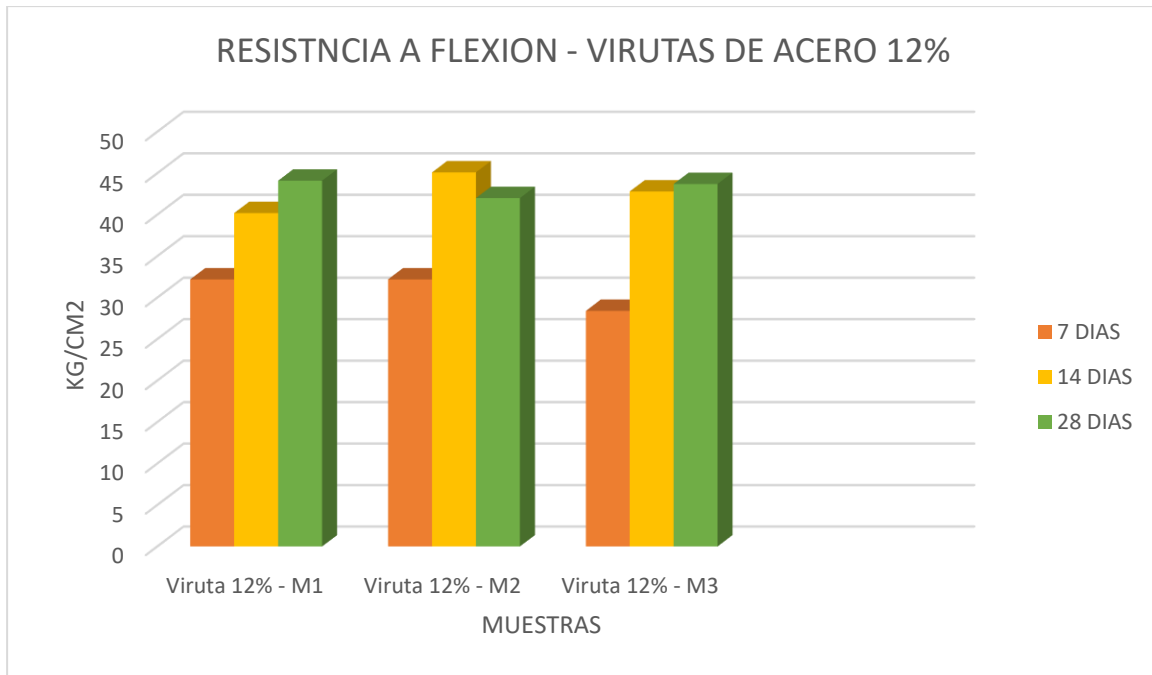


Figura 7: Resistencia a Flexión Virutas de Acero 12%.

Interpretación de resultados:

- Analizando las distintas muestras del concreto con viruta de acero al 12% con diferentes días de curado, notamos que el concreto patrón tiene menor resistencia a flexión.

Tabla 29: Cuadro resumen de resistencia a flexion a distintas edades con virutas de acero reciclado al 14%.

Diseño	Resistencia a Flexión (Kg/cm2)		
	7 días	14 días	28 días
Virutas 14% -M1	26.7	41.5	41.4
Virutas 14% -M2	26.3	41.7	43.1
Virutas 14% -M3	23.5	38.3	42.0

Fuente: Elaboración propia

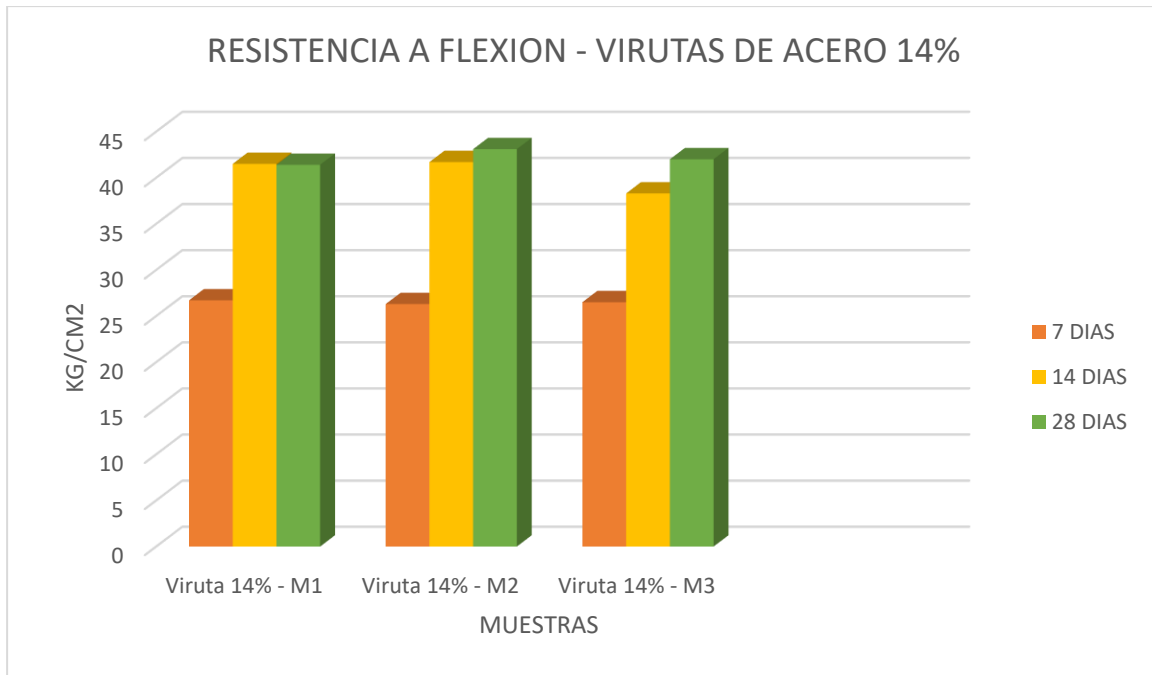


Figura 8: Resistencias a Flexión Virutas de Acero 14%.

Interpretación de resultados:

- Analizando las distintas muestras del concreto con viruta de acero al 14% con diferentes días de curado, notamos que el concreto patrón tiene menor resistencia a flexión.

4.2. Contratación de hipótesis

En esta investigación se determinó el efecto de la incorporación de viruta de acero como agregado sustituto del agregado grueso en diferentes proporciones (10%, 12% y 14%), con el propósito de obtener una nueva mezcla de concreto que permita reducir la aparición de fisuras y mejorar su resistencia mecánica, específicamente la resistencia a la compresión y a la flexión. Posteriormente, se analizaron los resultados obtenidos en laboratorio conforme a lo establecido por la Norma Técnica Peruana

La importancia de la determinación del tamaño de partícula de los agregados es, las propiedades de los distintos tipos de concreto, resistencia, estabilidad volumétrica, por ello, es conveniente que los agregados ocupen la mayor masa de hormigón, y tenga una buena trabajabilidad, y se verifica en las curvas granulométricas que se establecen los límites en la NTP400.037, también los ensayos de peso unitario se realizaron de acuerdo con la NTP400.017.

Finalmente se realizó el diseño de mezcla por el método ACI 211 y se determinó las dosificaciones para el concreto convencional y para las diferentes proporciones de porcentajes de viruta de acero (10%, 12% y 14%).

En los resultados de esta investigación para la resistencia a la compresión según la norma NTP 339.034, observamos como la viruta de acero influye en la resistencia a la compresión en reemplazo del agregado fino, se realizaron 36 probetas de 15cm x 30cm. Notamos como a los 7 días de curado el diseño de mezcla no supero la resistencia de la compresión promedio que es de $F'c=210$ kg/cm², al 10% de VA tiene una resistencia de 145 kg/cm², al 12% de VA tiene una resistencia de 141 kg/cm² y al 14% de VA tiene una resistencia de 139 kg/cm², a los 14 días de curado al 10% de VA tiene una resistencia de 164 kg/cm², al 12% de VA tiene una resistencia de 151 kg/cm² y al 14% de VA tiene una resistencia de 144 kg/cm² y para los 28 días de curado al 10% de VA tiene una resistencia

de 170 kg/cm², al 12% de VA tiene una resistencia de 190 kg/cm² y al 14% de VA tiene una resistencia de 150 kg/cm².

Asimismo, se evaluó la resistencia a la flexión según la norma NTP 339.078, observamos como la viruta de acero influye en la resistencia a flexión en reemplazo del agregado fino, se realizaron 36 probetas de 50 cm x 15cm x 15 cm. Los resultados obtenidos mostraron que, a los 7 días de curado el diseño de mezcla patrón presenta una resistencia a flexión de 25.5 kg/cm², al 10% de VA tiene una resistencia de 32.7 kg/cm², al 12% de VA tiene una resistencia de 32.2 kg/cm² y al 14% de VA tiene una resistencia de 26.7 kg/cm², a los 14 días de curado el patrón tiene una resistencia de 36.8 kg/cm², al 10% de VA tiene una resistencia de 42.3 kg/cm², al 12% de VA tiene una resistencia de 45.1 kg/cm² y al 14% de VA tiene una resistencia de 41.7 kg/cm² y para los 28 días de curado el patrón tiene una resistencia de 41.2 kg/cm², al 10% de VA tiene una resistencia de 42.7 kg/cm², al 12% de VA tiene una resistencia de 44.1 kg/cm² y al 14% de VA tiene una resistencia de 43.1 kg/cm².

CAPÍTULO V

CONCLUSIONES Y RECOMENDACIONES

5.1. CONCLUSIONES

Se determinó que al sustituir el agregado fino por la viruta de acero en porcentajes del 10 %, 12% y 14%, su resistencia a la compresión es menor al concreto patrón por lo que es recomendable usar el diseño de mezcla convencional. De igual manera, al evaluar la resistencia a flexión los resultados mostraron que todas las mezclas con viruta de acero presentaron valores superiores al concreto patrón. El concreto patrón alcanzó una resistencia promedio de 41.2 kg/cm², mientras que las mezclas con 10 %, 12 % y 14 % de sustitución alcanzaron 42.7 kg/cm², 44.1 kg/cm² y 43.1 kg/cm², respectivamente. Se evidencia un incremento progresivo de la resistencia hasta el 12 %, con una ligera disminución a partir del 14 %, aunque manteniendo valores mayores al patrón. Este comportamiento sugiere que la incorporación moderada de viruta de acero mejora la resistencia a flexión del concreto, probablemente por el efecto de refuerzo y anclaje que las partículas metálicas generan dentro de la matriz cementante.

Para el diseño de mezcla para la probeta patrón su relación $a/c=0.58$, y al sustituir la viruta de acero por el agregado fino su relación a/c no varía, pues este material no absorbe ni contiene humedad, y se mantiene el porcentaje óptimo en su asentamiento entre 3'' a 4'' siendo plástica y trabajable.

En la resistencia a la compresión, el porcentaje óptimo se determinó en el concreto patrón, ya que a los 7 días de curado alcanzó una resistencia de 178 kg/cm², a los 14 días 190 kg/cm², y finalmente a los 28 días llegó a 293 kg/cm². De igual manera, en la resistencia a flexión se observó un comportamiento favorable en las mezclas con viruta de acero, las cuales superaron al concreto patrón. El concreto patrón

alcanzó una resistencia promedio de 41.2 kg/cm² a los 28 días de curado, mientras que las mezclas con 10 %, 12 % y 14 % de sustitución lograron resistencias de 42.7 kg/cm², 44.1 kg/cm² y 43.1 kg/cm², a los 28 días de curado respectivamente. El mayor incremento se obtuvo con el 12 % de viruta, lo que representa un aumento aproximado del 7 % respecto al patrón. Este resultado indica que, aunque el concreto convencional presentó mejor comportamiento a compresión, la adición moderada de viruta de acero mejora la resistencia a flexión debido al efecto de refuerzo que generan las partículas metálicas dentro de la matriz cementante.

La viruta de acero utilizada fue de longitud no mayor a 2.5mm, por la trabajabilidad del concreto y para evitar los espacios vacíos que genera la viruta de acero con una longitud mayor a la asignada.

5.2. RECOMENDACIONES:

1. Se recomienda la adición de viruta de acero al 12% en el concreto ya que la resistencia a la flexión obtenida en las vigas ensayadas fueron las más altas respecto al concreto convencional, así como también se sugiere su aplicación en las vigas estructurales de las edificaciones donde son comunes, donde los ensayos se pueden realizar con una edificación a escala.
2. Es recomendable que la adición de viruta de acero se realice como alternativa al reemplazo de los agregados en determinadas proporciones, ya que los agregados son componentes importantes del diseño de mezcla del concreto e incluso para la adherencia con el cemento y el agua y de esta forma obtener resultados adecuados de resistencia a compresión y resistencia a flexión
3. Para futuras investigaciones se propone sustituir el agregado fino por la viruta de acero en porcentajes menores al 10%.

CAPITULO VI: REFERENCIAS BIBLIOGRAFICAS

- Areal, G. R. (2002). *Introduccion a la quimica de los polimeros*. España: Editorial Reverte S.A. ISBN: 84-291-7926-7 Deposito legal:SE-64-2002.
- Castell, X. E. (2012). *Reciclaje de residuos industriales*. Madrid: Ediciones Diaz de Santos ISBN 978-84-9969-380-4 ISBN 978-84-9969-366-8 ISBN 978-84-7978-835-3.
- CEPLAN. (2019). Plan de Desarrollo Nacional. Vsi3n del Peru al 20250. *CEPLAN. Plataforma del estado*, <https://www.gob.pe/institucion/ceplan/campa%C3%B1as/11228-peru-plan-estrategico-de-desarrollo-nacional-al-2050> .
- Cervera, R. M., & Blanco, Diaz Elena. (2002). *Mecanica de estructuras, Libro 1: Resistencia de materiales*. España: Universidad Politecnico de Catalunya.
- Condori, J. (2024). Agregado fino: Caracteristicas, granulometria (5) tecnologia del concreto. *Libre Ingenieria Civil*, https://www.libreingenieriacivil.com/2024/11/agregado-fino-en-el-concreto.html#google_vignette.
- Constructivo, R. (2021). Mas limpio, mas fuerte. Mas duro: la nueva tecnologia mejora el concreto sostenible. *poder precision, cero excusas*, pág. <https://share.google/yhhMLCIXPAG7Eay9o>.
- cype PERÚ. (13 de 05 de 2022). el buen uso del concreto para el cuidado del medio ambiente. *unbuen uso del concreto sostenible*.
- Harmsen, T. E. (2005). *Diseño de estructuras de concreto armado*. Perú: Pontificia Universidad Católica del Perú ISBN: 9972-42-730-7 Deposito Legal 2005-6209.
- Hernandez, S. R., Fernandez, C. C., & Baptista, L. P. (2003). *Research Methodology*. Mexico: McGraw-Hill Interamericana.
- Huaman, F. E., Anicama, Navarrete Evelyn Alina, González, Zavaleta Edmundo Lorenzo, Félix, Pachas Hilda Luzmila, & Chu, Estrada William Esteban. (2021). *Metodologia de la investigaci3n cientifica*. Chinchá-Perú: Universidad Autonoma de Ica S.A.C.
- Jaramillo, J. J. (2004). *Análisis Clásicos de estructura*. Bogotá: Universidad Nacional de Colombia Unilibros ISBN: 958-701-392-1.

- LA LEY una empresa Wolters Kluwer. (2005). *Elementos de la construcción*. Madrid: LA LEY-ACTUALIDAD, S.A. ISBN: 84-9725-649-2.
- Matallana, R. R. (2019). *EL CONCRETO: fundamentos y nuevas tecnologías*. Medellín: corona industrial y la constructura concreto.
- McCormac, J. C., & Brown, Russell H. (2017). *Diseño de concreto reforzado*. Mexico: Alfaomega Grupo editor, S.A. de C.V.
- Moro, J. L. (2025). *el proyecto constructivo en arquitectura- principio al detalle*. Gernsey: Springer Vieweg ISBN 978-3-662-70278-9 ISBN 978-3-662-70279-6.
- Rondon, Q. H. (2022). *Pavimentos, materiales, construcción y diseño*. BOGOTÁ: ECOE EDICIONES ISBN: 978-958-503-114-2 ISBN. 978-958-503-115-9.
- Sánchez de Guzmán, D. (2001). *Tecnología del concreto y del mortero*. Combia: BHANDAR EDITORES LTDA.
- Vásquez, R. A., Guanuchi, O. L., Cahuana, T. R., Vera, T. R., & Holgado, T. J. (2023). *Metodología de la investigación*. Puno-Perú: Instituto Universitario de Innovación Ciencia y Tecnología Inudi Perú S.A.C ISBN: 978-612-5069-84-9 DOI: <https://doi.org/10.35622/inudi.b.94>.

ANEXOS

CANTERA CARAY



ENSAYO DE CONTENIDO DE HUMEDAD DEL AGREGADO GRUESO Y
AGREGADO FINO



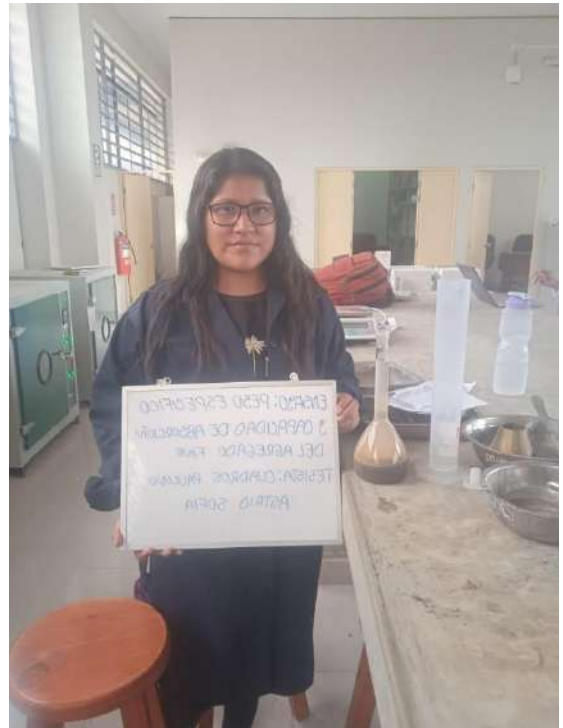
ENSAYO DE PESO SUELTO Y COMPACTADO DEL AGREGADO GRUESO

Y AGREGADO FINO



PESO ESPECIFICO Y CAPACIDAD DE ABSORCION DEL AGREGADO

GRUESO Y AGREGADO FINO



ANALISIS GRANULOMETRICO DEL AGREGADO GRUESO Y AGREGADO

FINO

