

UNIVERSIDAD NACIONAL DANIEL ALCIDES CARRIÓN

FACULTAD DE INGENIERÍA

ESCUELA DE FORMACIÓN PROFESIONAL DE INGENIERÍA CIVIL



T E S I S

**Evaluación de las propiedades físico – mecánicas del concreto
f'c = 210 kg/cm² incorporando caucho reciclado, en la región
de Pasco 2024**

Para optar el título profesional de:

Ingeniero Civil

Autor:

Bach. Estefany Luisa YUPANQUI CONDEZO

Asesor:

Mg. José German RAMIREZ MEDRANO

Cerro de Pasco – Perú – 2024

UNIVERSIDAD NACIONAL DANIEL ALCIDES CARRIÓN

FACULTAD DE INGENIERÍA

ESCUELA DE FORMACIÓN PROFESIONAL DE INGENIERÍA CIVIL



T E S I S

**Evaluación de las propiedades físico – mecánicas del concreto
 $f'c = 210 \text{ kg/cm}^2$ incorporando caucho reciclado, en la región
de Pasco 2024**

Sustentada y aprobada ante los miembros del jurado:

Dr. Antonio Florencio BLAS ARAUCO
PRESIDENTE

Mg. Lucio ROJAS VICTOR
MIEMBRO

Mg. Pedro YARASCA CORDOVA
MIEMBRO



Universidad Nacional Daniel Alcides

Carrión Facultad de Ingeniería

Unidad de Investigación

INFORME DE ORIGINALIDAD N° 200-2024-UNDAC/UIFI

La Unidad de Investigación de la Facultad de Ingeniería de la Universidad Nacional Daniel Alcides Carrión en mérito al artículo 23° del Reglamento General de Grados Académicos y Títulos Profesionales aprobado en Consejo Universitario del 21 de abril del 2022, La Tesis ha sido evaluado por el software antiplagio Turnitin Similarity, que a continuación se detalla:

Tesis:

Evaluación de las propiedades físico – mecánicas del concreto $f'c = 210$ kg/cm² incorporando caucho reciclado, en la región de Pasco 2024

Apellidos y nombres del tesista:

Bach. YUPANQUI CONDEZO, Estefany Luisa

Apellidos y nombres del Asesor:

Mg. RAMIREZ MEDRANO, José German

Escuela de Formación Profesional

Ingeniería Civil

Índice de Similitud

24 %

APROBADO

Se informa el Reporte de evaluación del software similitud para los fines pertinentes:

Cerro de Pasco, 10 de octubre del 2024



Firmado digitalmente por MEJIA
CACERES Reynaldo FAU
20154905045 soft
Motivo: Soy el autor del documento
Fecha: 10.10.2024 19:26:48 -05:00

DEDICATORIA

A mis padres por inculcarme valores, hábitos y sentimientos positivos, los cuales han sido fundamentales para superar los momentos más desafiantes de mi vida.

AGRADECIMIENTO

Quiero expresar mi profundo agradecimiento a Dios, quien ha sido mi guía y mi fuente de fortaleza para seguir adelante en cada etapa de mi vida.

También deseo agradecer de manera especial a mis padres, quienes han sido los impulsores principales de mis sueños. Gracias por confiar en mí, por creer en mis aspiraciones y por siempre desear lo mejor para mi futuro. Cada consejo y cada palabra de aliento que me han brindado a lo largo de los años ha sido invaluable.

Además, quiero extender mi gratitud hacia el Arq. José German RAMIREZ MEDRANO docente de la Universidad Nacional Daniel Alcides Carrión, por su asesoramiento y orientación experta que fueron fundamentales para la conclusión exitosa de esta investigación.

Finalmente, agradezco a todas las personas que, de una manera u otra, me han apoyado en este proyecto. Su colaboración ha sido fundamental en este camino hacia la culminación de esta investigación.

RESUMEN

El propósito de este estudio de investigación fue analizar el impacto del caucho reciclado en el aumento de la resistencia a la compresión, tracción y flexión del concreto estructural con una resistencia especificada de $f'c = 210 \text{ kg/cm}^2$, utilizando agregados de la cantera Sacra Familia. Los agregados (tanto grueso como fino) empleados en esta investigación fueron sometidos a pruebas conforme a las normativas ASTM y NTP para evaluar sus propiedades físicas. Dado que se trata de un estudio experimental, la población y la muestra fueron iguales, consistiendo en 72 probetas cilíndricas diseñadas según las normas NTP 339.034, y 36 vigas para pruebas de flexión, algunas de diseño estándar y otras con la inclusión del caucho reciclado, las cuales sustituyeron al agregado fino. Los resultados obtenidos en el laboratorio revelaron un aumento significativo en la resistencia a la compresión, tracción y flexión al añadir 10%, 15% y 20% de caucho reciclado a la mezcla estándar. Para respaldar estos hallazgos, se llevó a cabo una prueba de hipótesis utilizando el software estadístico IBM SPSS Statistics 27. Según los resultados obtenidos, se concluye que la mejor combinación para el concreto es aquella que incorpora un 15% de caucho reciclado, ya que muestra mejoras en las propiedades de compresión, tracción indirecta y flexión.

Palabra clave: Concreto estándar, caucho reciclado, compresión, tracción y flexión.

ABSTRACT

The purpose of this research study was to analyze the impact of recycled rubber on increasing the compressive, tensile and flexural strength of structural concrete with a specified strength of $f'c = 210 \text{ kg/cm}^2$, using aggregates from the Sacra Familia quarry. The aggregates (both coarse and fine) used in this research were tested according to ASTM and NTP standards to evaluate their physical properties. Since this is an experimental study, the population and the sample were equal, consisting of 72 cylindrical specimens designed according to NTP 339.034 standards, and 36 beams for flexural tests, some of standard design and others with the inclusion of recycled rubber, which replaced the fine aggregate. The results obtained in the laboratory revealed a significant increase in compressive, tensile and flexural strength with the addition of 10%, 15% and 20% recycled rubber to the standard mix. To support these findings, a hypothesis test was carried out using IBM SPSS Statistics 27 statistical software. According to the results obtained, it is concluded that the best combination for the concrete is the one incorporating 15% recycled rubber, since it shows improvements in compression, indirect tensile and flexural properties.

Keyword: Standard concrete, recycled rubber, compression, tensile and flexural properties.

INTRODUCCIÓN

El concreto es uno de los materiales de construcción más utilizados en el mundo debido a su versatilidad, durabilidad y resistencia. Sin embargo, la producción de concreto conlleva un significativo impacto ambiental, tanto por la extracción de materias primas como por las emisiones de CO₂ derivadas de la fabricación del cemento. En este contexto, la incorporación de materiales reciclados en la producción de concreto se ha propuesto como una estrategia efectiva para mitigar estos efectos negativos y promover la sostenibilidad en la construcción.

En particular, el uso de caucho reciclado proveniente de neumáticos desechados ha ganado atención en la investigación de materiales de construcción. Los neumáticos usados representan un problema ambiental significativo debido a su lenta descomposición y al riesgo de contaminación que presentan cuando son desechados incorrectamente. La inclusión de partículas de caucho reciclado en la mezcla de concreto no solo ayuda a reducir la cantidad de residuos de neumáticos, sino que también puede mejorar ciertas propiedades del concreto, como su flexibilidad y resistencia a la tracción.

La presente investigación se enfoca en evaluar las propiedades físico-mecánicas del concreto con una resistencia característica de $f'c = 210 \text{ kg/cm}^2$ al incorporar caucho reciclado en la región de Pasco. Esta región presenta condiciones climáticas y ambientales específicas que pueden influir en el comportamiento del concreto modificado. Por ello, es crucial adaptar y evaluar los resultados de manera contextualizada para garantizar su aplicabilidad práctica en proyectos locales.

El objetivo principal de este estudio es determinar cómo la adición de diferentes porcentajes de caucho reciclado afecta la resistencia a la compresión, la flexión y la durabilidad del concreto. Se espera que los resultados de esta investigación proporcionen una base sólida para la implementación de técnicas de construcción más sostenibles y eficientes en la región de Pasco, contribuyendo así al desarrollo de prácticas constructivas innovadoras y respetuosas con el medio ambiente.

INDICE

DEDICATORIA

AGRADECIMIENTO

RESUMEN

ABSTRACT

INTRODUCCIÓN

INDICE

INDICE DE TABLAS

INDICE DE FIGURAS

CAPITULO I

PROBLEMA DE INVESTIGACIÓN

1.1.	Identificación y determinación del problema.....	1
1.2.	Delimitación de la investigación	2
1.2.1.	Ámbito Geográfico	3
1.2.2.	Ámbito Temporal	3
1.2.3.	Tipo de Concreto	3
1.2.4.	Incorporación de Caucho Reciclado	3
1.2.5.	Propiedades a Evaluar	3
1.2.6.	Contexto Climático y Ambiental	3
1.2.7.	Disponibilidad de Caucho Reciclado.....	3
1.3.	Formulación del problema	4
1.3.1.	Problema general	4
1.3.2.	Problemas específicos	4
1.4.	Formulación de objetivos.....	4
1.4.1.	Objetivo general.....	4
1.4.2.	Objetivos específicos.....	5
1.5.	Justificación de la investigación	5
1.5.1.	Justificación teórica.....	6
1.5.2.	Justificación práctica.	6
1.5.3.	Justificación económica.....	7

1.5.4.	Justificación metodológica.	7
1.5.5.	Justificación con el medio ambiente.	7
1.6.	Limitaciones de la investigación	8
1.6.1.	Condiciones Climáticas Cambiantes	8
1.6.2.	Condiciones Climáticas Cambiantes	8
1.6.3.	Dificultades en la Homogeneidad del Caucho Reciclado	8
1.6.4.	Alcance Geográfico Localizado	9
1.6.5.	Análisis de un Solo Tipo de Concreto	9
1.6.6.	Limitaciones en Equipamiento y Recursos.....	9

CAPITULO II MARCO TEÓRICO

2.1.	Antecedentes de estudio.....	10
2.1.1.	Antecedentes Internacionales	10
2.1.2.	Antecedentes Nacionales	13
2.1.3.	Antecedentes Locales	15
2.2.	Bases teóricas – científicas	17
2.2.1.	Cauchos Reciclados.....	17
2.2.2.	Concreto	18
2.2.3.	Agregados:	19
2.2.4.	Agua:	22
2.2.5.	Aditivos:.....	23
2.2.6.	Propiedades físico – mecánicos del concreto	23
2.2.7.	Diseño de mezcla.....	28
2.3.	Definición de términos básicos	29
2.3.1.	Caucho Reciclado	29
2.3.2.	Concreto	30
2.3.3.	Consistencia	30
2.3.4.	Durabilidad	30
2.3.5.	Resistencia a Compresión	30
2.3.6.	Resistencia a Tracción	30
2.3.7.	Resistencia a Flexión	31

2.4.	Formulación de hipótesis	31
2.4.1.	Hipótesis general	31
2.4.2.	Hipótesis específicas	32
2.5.	Identificación de variables	33
2.5.1.	Variables independientes	33
2.5.2.	Variables dependientes	33
2.6.	Definición operacional de variables e indicadores	34

CAPITULO III

METODOLOGÍA Y TÉCNICAS DE INVESTIGACIÓN

3.1.	Tipo de investigación.....	36
3.2.	Nivel de investigación	36
3.3.	Métodos de investigación	36
3.4.	Diseño de investigación	37
3.5.	Población y muestra	37
3.5.1.	Población	37
3.5.2.	Muestra.....	37
3.5.3.	Muestreo.....	38
3.6.	Técnicas e instrumentos de recolección de datos	39
3.6.1.	Técnicas de recolección de datos.	39
3.6.2.	Instrumentos de recolección de datos.	39
3.7.	Técnicas de procesamiento y análisis de datos	40
3.8.	Tratamiento estadístico	41
3.9.	Orientación ética filosófica y epistémica	41

CAPITULO IV

RESULTADOS Y DISCUSIÓN

4.1.	Descripción del trabajo de campo.....	43
4.1.1.	Descripción del Proyecto	43
4.1.2.	Recolección de datos del Proyecto.....	44
4.2.	Presentación, análisis e interpretación de resultados	45
4.2.1.	Propiedades físicas de los agregados y el caucho reciclado	45
4.2.2.	Diseño de Mezcla	54

4.2.3.	Propiedades mecánicas del concreto fresco estándar y aumentando CR	56
4.2.4.	Peso Unitario de Concreto Estándar y Concreto con CR.....	57
4.2.5.	Resistencia a la Compresión del Concreto	58
4.2.6.	Resistencia a la Tracción del Concreto.....	63
4.2.7.	Resistencia a la Flexión del Concreto.....	67
4.3.	Prueba de hipótesis	71
4.3.1.	Aplicación de la Prueba de Normalidad	71
4.3.2.	Correlación de Pearson	73
4.3.3.	Prueba de ANOVA	73
4.4.	Discusión de resultados.....	75

CONCLUSIONES

RECOMENDACIONES

REFERENCIAS BIBLIOGRÁFICAS

ANEXOS

INDICE DE TABLAS

TABLA N° 1: Operacionalización de Variable Independiente.....	34
TABLA N° 2: Operacionalización de Variable Dependiente	35
TABLA N° 3: Cantidad de Probetas Cilíndricas	38
TABLA N° 4: Cantidad de Prismas	38
TABLA N° 5: Análisis Granulométricos del Agregado fino	46
TABLA N° 6: Análisis Granulométricos del Agregado Grueso	47
TABLA N° 7: Análisis Granulométricos del Caucho Reciclado	48
TABLA N° 8: Contenido de humedad del agregado fino.....	49
TABLA N° 9: Contenido de humedad del agregado grueso.	50
TABLA N° 10: Contenido de humedad del caucho reciclado	50
TABLA N° 11: Peso Unitario Suelto y Compactado del Agregado Fino.....	51
TABLA N° 12: Peso Unitario Suelto y Compactado del Agregado Grueso	51
TABLA N° 13: Peso Unitario Suelto y Compactado del Caucho Reciclado	52
TABLA N° 14: Peso Específico y Absorción del Agregado Fino	53
TABLA N° 15: Peso Específico y Absorción del Agregado Grueso	53
TABLA N° 16: Peso Específico y Absorción del Caucho Reciclado	54
TABLA N° 17: Resultados del Diseño de Mezcla por Método ACI 211	55
TABLA N° 18: Proporciones de la combinación de CR	55
TABLA N° 19: Diseño de Mezcla con Método ACI 211 para 0.02 m3 de Concreto	55
TABLA N° 20: Temperatura de la Mezcla de Concreto Estándar y aumentando CR.....	56
TABLA N° 21: Medición de Asentamiento del Concreto	57
TABLA N° 22: Peso Unitario del Concreto Endurecido	58
TABLA N° 23: Resistencia a la Compresión de Probetas Cilíndricas de Concreto Estándar. 59	
TABLA N° 24: Resistencia a la Compresión de Probetas Cilíndricas de Concreto con 10% de CR	60
TABLA N° 25: Resistencia a la Compresión de Probetas Cilíndricas de Concreto con 20% deCR	61
TABLA N° 26: Resistencia a la Compresión de Probetas Cilíndricas de Concreto con 15% de CR	62

TABLA N° 27: Resistencia a la Tracción de Probetas Cilíndricas de Concreto Estándar.....	64
TABLA N° 28: Resistencia a la Tracción de Probetas Cilíndricas de Concreto con 10% de CR	65
TABLA N° 29: Resistencia a la Tracción de Probetas Cilíndricas de Concreto con 20% de CR	65
TABLA N° 30: Resistencia a la Tracción de Probetas Cilíndricas de Concreto con 15% de CR	66
TABLA N° 31: Resistencia a la Flexión de Probetas Prismáticas de Concreto Estándar	68
TABLA N° 32: Resistencia a la Flexión de Probetas Prismáticas de Concreto con 10% de CR	68
TABLA N° 33: Resistencia a la Flexión de Probetas Prismáticas de Concreto con 20% de CR	69
TABLA N° 34: Resistencia a la Flexión de Probetas Prismáticas de Concreto con 15% de CR	70
TABLA N° 35: Prueba de Normalidad para la Resistencia a la Compresión	72
TABLA N° 36: Prueba de Normalidad para la Resistencia a la Tracción	72
TABLA N° 37: Prueba de Normalidad para la Resistencia a la Flexión	73
TABLA N° 38: Correlación de Pearson	73
TABLA N° 39: Prueba de ANOVA para cada Resistencia.....	74
TABLA N° 40: Prueba Post Hoc – Comparación múltiples	75

INDICE DE FIGURAS

Gráfico N° 1: Caucho reciclado.....	17
Gráfico N° 2: Cemento	19
Gráfico N° 3: Agregados Finos y Gruesos	20
Gráfico N° 4: Agua Potable.....	23
Gráfico N° 5: Resistencia a la Compresión.....	24
Gráfico N° 6: Resistencia a la Tracción	25
Gráfico N° 7: Resistencia a la Flexión.....	26
Gráfico N° 8: Diagrama de Flujo del Proceso de la Investigación	41
Gráfico N° 9: Diagrama de Flujo del Proceso de Elaboración de Probetas y Ensayos	41
Gráfico N° 10: Curva de la distribución granulométrica del agregado fino.....	46
Gráfico N° 11: Curva de la distribución granulométrica del agregado grueso	47
Gráfico N° 12: Curva de la distribución granulométrica del caucho reciclado.....	48
Gráfico N° 13: Asentamiento de Concreto.....	57
Gráfico N° 14: Comparación de la resistencia a la compresión	63
Gráfico N° 15: Comparación de la resistencia a la tracción.....	67
Gráfico N° 16: Comparación de la resistencia a la flexión	71

CAPITULO I

PROBLEMA DE INVESTIGACIÓN

1.1. Identificación y determinación del problema

Cada año se desecha una cantidad importante de neumáticos usados. Este es un problema grave desde el punto de vista medioambiental y de gestión de residuos, ya que la mayoría de estos neumáticos acaban en los vertederos, donde ocupan mucho espacio, pueden provocar plagas y contienen productos químicos muy peligrosos, lo que supone un gran peligro.

Los principales componentes de los neumáticos son el caucho natural, el caucho sintético y otros materiales como cables, fibras y muchos otros productos químicos. El principal problema de los neumáticos de coche es que su proceso de reciclaje es muy caro.

Aunque los neumáticos de automóvil fabricados con caucho natural son sostenibles y completamente respetuosos con el medio ambiente, la mayoría de los neumáticos contienen una gran cantidad de caucho sintético, que puede ser muy perjudicial para el medio ambiente si se quema.

1.2. Delimitación de la investigación

La investigación estará delimitada geográficamente a la región de Pasco y temporalmente entre enero y marzo al año 2024. Se enfocará en la evaluación de las propiedades físico-mecánicas de un concreto con resistencia característica $f'c = 210 \text{ kg/cm}^2$, que ha sido modificado mediante la incorporación de caucho reciclado. La delimitación considerará aspectos específicos relacionados con el entorno y las condiciones climáticas de Pasco, así como la disponibilidad y características del caucho reciclado en el año 2024. Además, se pondrá énfasis en la medición de parámetros como resistencia a la compresión, módulo de elasticidad y durabilidad, con el propósito de proporcionar una evaluación exhaustiva del comportamiento del concreto modificado en este contexto específico.

Las delimitaciones de la investigación para la tesis "Evaluación de las propiedades físico-mecánicas del concreto $f'c = 210 \text{ kg/cm}^2$ incorporando caucho reciclado, en la región de Pasco 2024" pueden incluir:

1.2.1. Ámbito Geográfico

La investigación se centrará exclusivamente en la región de Pasco, en el distrito de Yanacancha en el Asentamiento Humano Columna Pasco, limitando el alcance geográfico a esta área específica.

1.2.2. Ámbito Temporal

La investigación se enfocará entre enero y marzo del año 2024, considerando las condiciones y circunstancias particulares de ese período.

1.2.3. Tipo de Concreto

La evaluación se realizará específicamente en el concreto con una resistencia característica de $f'c = 210 \text{ kg/cm}^2$.

1.2.4. Incorporación de Caucho Reciclado

La investigación se centrará en los efectos de la inclusión de caucho reciclado en el concreto, analizando sus propiedades físico-mecánicas.

1.2.5. Propiedades a Evaluar

Se evaluarán propiedades específicas como resistencia a la compresión, tracción y flexión, excluyendo otras propiedades que no estén directamente relacionadas con el objetivo de la investigación.

1.2.6. Contexto Climático y Ambiental

La investigación tendrá en cuenta las condiciones climáticas y ambientales particulares de la región de Pasco, considerando cómo estos factores pueden influir en las propiedades del concreto.

1.2.7. Disponibilidad de Caucho Reciclado

Se considerará la disponibilidad y características específicas del caucho

reciclado durante el año 2024 en la región de Pasco, Distrito de Yanacancha en el Asentamiento Humano Columna Pasco.

1.3. Formulación del problema

1.3.1. Problema general

¿Cómo afecta la incorporación de caucho reciclado en las propiedades físico - mecánicas del concreto con una resistencia característica de $f'c = 210$ kg/cm² en la región de Pasco 2024?

1.3.2. Problemas específicos

- ¿Cómo varía la resistencia a la compresión del concreto $f'c = 210$ kg/cm² al incorporar diferentes porcentajes de caucho reciclado en la mezcla, en condiciones específicas de la región de Pasco 2024?
- ¿Cuál es el impacto de la adición de caucho reciclado en la resistencia a la flexión del concreto $f'c = 210$ kg/cm², en condiciones específicas de la región de Pasco 2024?
- ¿Cómo influye la presencia de caucho reciclado en la durabilidad del concreto $f'c = 210$ kg/cm², específicamente en términos de la resistencia a tracción, en condiciones específicas de la región de Pasco 2024?
- ¿Cómo se compara el desempeño del concreto $f'c = 210$ kg/cm² con caucho reciclado respecto al concreto convencional sin este aditivo, en términos de propiedades físico - mecánicas en la región Pasco 2024?

1.4. Formulación de objetivos

1.4.1. Objetivo general

Determinar de manera integral y contextualizada cómo la incorporación

de caucho reciclado afecta en las propiedades físico - mecánicas del concreto con una resistencia característica de $f'c = 210 \text{ kg/cm}^2$ en la región de Pasco 2024.

1.4.2. Objetivos específicos

- Evaluar de manera sistemática y precisa las variaciones en la resistencia a la compresión del concreto $f'c = 210 \text{ kg/cm}^2$ al incorporar diferentes porcentajes de caucho reciclado en la mezcla, en condiciones específicas de la región de Pasco 2024.
- Analizar de manera exhaustiva el impacto de la adición de caucho reciclado en la resistencia a la flexión del concreto $f'c = 210 \text{ kg/cm}^2$, en condiciones específicas de la región de Pasco 2024.
- Examinar de manera detallada la influencia de la presencia de caucho reciclado en la durabilidad del concreto $f'c = 210 \text{ kg/cm}^2$, específicamente en términos de la resistencia a tracción, en condiciones específicas de la región de Pasco 2024.
- Comparar de manera integral el desempeño del concreto $f'c = 210 \text{ kg/cm}^2$ con caucho reciclado respecto al concreto convencional sin este aditivo, en términos de propiedades físico - mecánicas en la región Pasco 2024.

1.5. Justificación de la investigación

Estudios realizados en todo el mundo han demostrado que el hormigón elaborado a partir de residuos de neumáticos tiene una alta resistencia a la flexión y al corte, así como una resistencia a la compresión versátil. En la ciudad de Cerro de Pasco, Distrito de Yanacancha y específicamente en el Asentamiento Humano Columna Pasco, considerando la necesidad de utilizar secciones estructurales de

menor área, el menor costo del proceso constructivo y el cumplimiento de los parámetros sísmicos establecidos por la RNE, se recomienda el uso de concreto con adición de caucho reciclado. No se han realizado investigaciones, por tal motivo, existe la necesidad de innovar en las técnicas constructivas utilizando nuevos materiales con propiedades adecuadas para tales fines. El motivo de este estudio es la necesidad de proporcionar un concepto óptimo para la obtención de hormigón reciclado utilizando áridos locales, cemento y residuos de caucho reciclado. Son ideales para transportar fácilmente materiales a lugares de difícil acceso.

En conjunto, las justificaciones respaldarán la importancia y relevancia de la investigación, destacando su contribución a la sostenibilidad, la innovación tecnológica y la toma de decisiones fundamentada en el ámbito de la construcción en la región de Pasco durante el año 2024.

Las justificaciones para la investigación de la tesis "Evaluación de las propiedades físico-mecánicas del concreto $f'_c = 210 \text{ kg/cm}^2$ incorporando caucho reciclado, en la región de Pasco 2024" son las siguientes:

1.5.1. Justificación teórica.

Al realizar la evaluación en la región de Pasco, Distrito Yanacancha y específicamente en el Asentamiento Humano Columna Pasco, se adapta la investigación a las condiciones climáticas y geográficas particulares de este lugar, lo cual es esencial para garantizar la relevancia y aplicabilidad práctica de los resultados en proyectos locales.

1.5.2. Justificación práctica.

La investigación busca identificar cómo la adición de caucho reciclado afecta las propiedades físico-mecánicas del concreto, incluyendo resistencia, y durabilidad, lo que puede tener implicaciones significativas para mejorar la calidad del material.

La evaluación detallada proporcionará a los profesionales de la construcción, ingenieros y tomadores de decisiones información crucial para seleccionar adecuadamente el tipo de concreto en proyectos específicos, considerando factores de sostenibilidad y desempeño mecánico.

1.5.3. Justificación económica.

La introducción de tecnologías sostenibles en la construcción puede tener implicaciones económicas, y entender el desempeño del concreto con caucho reciclado puede ayudar a anticipar costos, beneficios y posibles ahorros en el uso de materiales.

1.5.4. Justificación metodológica.

La investigación aborda una innovación tecnológica al explorar la viabilidad y efectos de la introducción de caucho reciclado en un concreto de resistencia característica específica, proporcionando datos sobre su desempeño en comparación con el concreto convencional.

La investigación contribuirá al cuerpo de conocimiento científico al proporcionar datos específicos sobre el concreto con resistencia característica $f'_c = 210 \text{ kg/cm}^2$ y caucho reciclado, llenando un posible vacío de información en la literatura técnica.

1.5.5. Justificación con el medio ambiente.

La inclusión de caucho reciclado en el concreto busca contribuir a prácticas constructivas más sostenibles al reutilizar materiales y reducir la demanda de recursos naturales, lo que es especialmente relevante en el contexto global de la preocupación por el medio ambiente.

1.6. Limitaciones de la investigación

Es importante reconocer estas limitaciones para interpretar los resultados de manera adecuada y proporcionar un contexto claro sobre las restricciones que puedan afectar la investigación. Las limitaciones de la investigación para la tesis "Evaluación de las propiedades físico-mecánicas del concreto $f'c = 210 \text{ kg/cm}^2$ incorporando caucho reciclado, en la región de Pasco 2024" podrían incluir:

1.6.1. Condiciones Climáticas Cambiantes

Las propiedades del caucho reciclado y otros materiales utilizados en la fabricación del concreto pueden variar, lo que podría afectar la consistencia de los resultados.

1.6.2. Condiciones Climáticas Cambiantes

Las condiciones climáticas pueden variar a lo largo del año, lo que podría influir en el proceso de curado del concreto y, por ende, en sus propiedades finales.

1.6.3. Dificultades en la Homogeneidad del Caucho Reciclado

La variabilidad en las características del caucho reciclado, como tamaño de partícula y composición química, podría dificultar la obtención de mezclas homogéneas, afectando los resultados finales.

1.6.4. Alcance Geográfico Localizado

La investigación se limita a la región de Pasco, Distrito de Yanacancha en el Asentamiento Humano Columna Pasco, lo que puede limitar la generalización de los resultados a otras regiones con condiciones climáticas y geográficas diferentes.

1.6.5. Análisis de un Solo Tipo de Concreto

La investigación se centra en un tipo específico de concreto ($f'c = 210 \text{ kg/cm}^2$), lo que limita la extrapolación de los resultados a otras resistencias características de concreto.

1.6.6. Limitaciones en Equipamiento y Recursos

Restricciones en el acceso a ciertos equipos de laboratorio avanzados o limitaciones de recursos pueden afectar la amplitud y sofisticación de las pruebas realizadas.

CAPITULO II

MARCO TEÓRICO

2.1. Antecedentes de estudio

2.1.1. Antecedentes Internacionales

- Como sostiene (Torres Ospina, 2014) en su tesis de maestría en ingeniería civil “Valoración de propiedades mecánicas y durabilidad de concreto adicionado con residuos de llantas de caucho” en la Escuela Colombiana de Ingeniería Julio Garavito, concluye que la adición de caucho a la mezcla reduce la resistencia a la compresión y a la flexión. Respecto a las pruebas de durabilidad: La penetración de cloruros en la prueba RCPT aumenta con una carga de caucho del 20% y 30%, pero al 10% disminuye en comparación con muestras con 0° de desplazamiento en las pruebas realizadas. Después de 90 días, en pruebas realizadas con el método NTBUILD-492, la penetración de

iones cloruro es directamente proporcional al aumento de la sustitución del caucho. El aumento en el valor de la profundidad de carbonatación es directamente proporcional al aumento en la tasa de adición de goma. En cuanto al valor de absorción superficial, disminuye con la sustitución parcial del caucho en un periodo de 28 días. Sin embargo, en las pruebas realizadas después de 90 días, este comportamiento se revirtió y las muestras con tipos de cambio de caucho más bajos obtuvieron mejores resultados. Finalmente, concluyo que las propiedades eléctricas de cada mezcla son únicas y cambian dependiendo del tiempo transcurrido de la prueba y la tasa de corriente que fluye a través de la muestra. De manera similar, la resistividad de la muestra disminuye a medida que aumenta el porcentaje de adición del caucho.

- En la opinión de (Peñaloza Garzón, 2015) en su tesis de pregrado “Comportamiento mecánico de una mezcla para concreto reciclado usando neumáticos triturados como reemplazo del 10% y 30% del volumen del agregado fino para un concreto con fines de uso estructural” en la Universidad Católica de Colombia, concluye generalmente, que de acuerdo con los resultados obtenidos, la mezcla de concreto con el objetivo de reemplazar el 10% de agregado fino con GCR logró alcanzar la resistencia a la compresión de diseño a una edad de 28 días. La diferencia de durabilidad respecto al hormigón convencional es inferior al 3% a esta edad. En cuanto a la resistencia a la compresión requerida, se puede proponer como agregado alternativo, pero se recomienda realizar más investigaciones en conjunto con otros estudios. De manera similar, para la mezcla destinada a la transformación de

agregado fino de 30° mediante GCR, su resistencia máxima a la compresión estuvo por debajo de la resistencia requerida a los 28 días de edad, diferencia de casi el 20%, esta mezcla mostró el comportamiento de soporte de presión más bajo y, por lo tanto, no cumplió con las especificaciones requeridas por la normativa en términos de resistencia a la compresión. Por lo tanto, no se recomienda este tipo de cambio para el diseño de mezclas de concreto. Para concreto de 21 MPa, se desarrollaron dos mezclas con un objetivo de relajación de agregado fino del 10% y 30% utilizando GCR y una mezcla de agregado convencional diseñada con las mismas propiedades que la mezcla experimental en comparación con el concreto. Se realizaron ensayos de compresión sobre muestras de concreto cilíndricas preparadas para cada una de las diferentes mezclas en valores alternativos de 30%, 10% y 0%. Siguiendo diversas especificaciones para este fin. A partir de los resultados obtenidos, determinaron la diferencia en la resistencia a la compresión para dos mezclas experimentales, lo compararon con una mezcla convencional y observaron las diferencias en resistencia y módulo para diferentes alternativas y tiempos de falla típicos. Se destacó la resistencia en las mezclas experimentales, la cual está relacionada con la densidad, textura y forma de los agregados artificiales, así como posibles incompatibilidades químicas. Como complemento, se requiere de mayores investigaciones que propongan el uso de este tipo de material como agregado alternativo en mezclas de concreto con fines estructurales, lo cual no fue objeto de este estudio.

2.1.2. Antecedentes Nacionales

- Según los tesisistas (Fernández Rivasplata & Huaman Tanta, 2022) en su tesis “Evaluación de las propiedades físicas, mecánicas y resistencia del concreto $f'c = 210 \text{ kg/cm}^2$ adicionando fibra de caucho reciclado, Chepen - 2022” de la Universidad Cesar Vallejo, concluye que la influencia de la dosis de FCR sobre las propiedades físicas del hormigón en su estado inicial tiene un efecto positivo en el peso unitario de las muestras convencionales. Esto es 2337 kg/m^3 , el asentamiento es del 8,23% y la dosificación de aire es del 4%. El contenido se obtiene en dosis del 8% al 2,3%. Cuando la resistencia a la compresión se varió de 0% a 4% a 8% añadiendo fibras de caucho recicladas, los resultados de, $246,03 \text{ kg/cm}^2$ y $267,33 \text{ kg/cm}^2$ fueron sucesivamente superiores a los del hormigón convencional. Esto fue $232,43 \text{ kg/cm}^2$, pero esta muestra cumple con la resistencia de diseño del concreto de 210 kg/cm^2 . Concluye también que la resistencia a la tracción (resultados para concreto estándar) con la adición de caucho reciclado después de 28 días de prueba fue $28,40 \text{ kg/cm}^2$, $31,37 \text{ kg/cm}^2$ con una dosis del 4% y $34,43 \text{ kg/cm}^2$ con una dosis del 8%. Se descubrió que las fibras de caucho recicladas afectaron efectivamente la resistencia a la tracción del concreto y lograron una mayor durabilidad que los productos convencionales en cualquier cantidad de mezcla. La resistencia a la flexión (resultados para concreto estándar) con la adición de caucho reciclado después de 28 días de prueba fue de $35,83 \text{ kg/cm}^2$, con una dosis del 4% fue de $39,80 \text{ kg/cm}^2$ y con una dosis del 8% fue de $42,53 \text{ kg/cm}^2$. Las fibras de caucho recicladas

influyeron eficazmente en la resistencia a la tracción del hormigón y lograron una mayor durabilidad que las muestras convencionales en todas las cargas. Finalmente, los resultados de diversas pruebas de resistencia de mezclas de concreto indican que la adición de fibras de caucho recicladas mejora las resistencias a tracción, compresión y flexión, las cuales tienden a aumentar al aumentar el contenido de fibras de caucho. Estos resultados recomiendan el uso de concreto que contiene fibras de caucho en pavimentos y estructuras rígidas donde el concreto está expuesto a tensiones de flexión, tracción y compresión.

- En la tesis “Caracterización de las propiedades físico – mecánicas del concreto incorporando caucho desmenuzado” del tesista (Asenjo Bustamante, 2023) de la Universidad Señor de Sipán, concluye que las propiedades físicas del caucho desmenuzado con una dimensión nominal máxima de 0,21 mm, una gravedad específica de 2,54 y una tasa de absorción de 0,12%. Se pudo determinar la relación agua/cemento tanto para el concreto estándar de 210 kg/cm² con Ra/c 0. 696 como para un diseño modificado agregando 10% de caucho desmenuzado con Ra/c 0. 679. Ra/c 15% c es 0.667, 20% adicional si Ra/c es 0.651, 25% adicional si Ra/c es 0.638, Ra/c es 280 kg/cm² para concreto estándar Para 0.589, para 10% de caucho desmenuzado a Ra se añadió /c de 0,556, para el 15% se añadió un Ra/c de 0,532, mientras que para el 20% y 25% de adición de Ra se alcanzó el valor de /c 0,513 y 0,489. Los valores de resistencia obtenidos para cada diseño permitieron agregar hasta un 15% de caucho desmenuzado, pero adiciones porcentuales mayores mostraron que

no se lograron los valores de resistencia deseados. El comportamiento del hormigón fresco considerando la adición de caucho en desmenuzado. En el grupo 1, la adición de CD mejora la trabajabilidad a la misma relación a/c que la matriz de concreto sin CD, lo que corresponde a un aumento porcentual de 103,15% a 118,80%. Además, el peso unitario disminuyó del 0,56% al 3,45%. El grupo 2 incrementó la caída del 106,30% al 121,85%, y el peso unitario también disminuyó del 0,77% al 8,13%, respectivamente. Finalmente, las propiedades mecánicas del hormigón demostraron que la adición de caucho triturado mejoraba hasta el límite del 10%, y el estudio se completó con éxito. Si superas este porcentaje corres el riesgo de que la resistencia sea inferior a la deseada. El grupo 1 mostró un cambio porcentual en la fuerza de compresión (-14%), la fuerza de tracción (9%) y la fuerza de flexión (3%), con una dosis óptima del 10%. El grupo 2 mostró un cambio porcentual en la resistencia a la compresión (-14,36%), tracción (9,6%) y flexión (3,61%), con una dosis óptima de 10°. En dosis altas por encima de 10°, la capacidad mecánica se reduce significativamente.

2.1.3. Antecedentes Locales

- Como sostiene el tesista de pregrado (Barzola Castillo, 2023) en su tesis "Caucho reciclado en comportamiento mecánico de la mezcla asfáltica en el Distrito de Yanahuanca Provincia de Daniel Alcides Carrión - 2022", de la Universidad Nacional Daniel Alcides Carrión indica que la incorporación de partículas de caucho reciclado tiene un impacto significativo en la estabilidad de las mezclas asfálticas convencionales sólo en el índice de estabilidad de los

pavimentos flexibles en el distrito de Yanahuanca, estado Daniel Alcides Carrión. La incorporación de partículas de caucho reciclado sólo interviene significativamente en los huecos de las mezclas asfálticas convencionales en los indicadores VMA de pavimentos flexibles del distrito de Yanahuanca, Daniel Alcides Carrión. En este estudio se utilizaron partículas de caucho de tamaño variable desde 0,07 mm hasta 4,75 mm dependiendo de las pruebas granulométricas realizadas. También hay antecedentes de otros estudios previos.

- Según el tesista (Yachas Tena, 2023) en su tesis de pregrado “Fibras de caucho de neumáticos reciclados en el comportamiento del concreto estructural para la utilización en las obras civiles de la provincia de Pasco – 2023” de la Universidad Nacional Daniel Alcides Carrión, concluye que la resistencia promedio a la compresión del concreto estampado fue de 397.24 kg/cm², la fibra de caucho adicionada en un 3% en peso del agregado grueso disminuye, alcanzando una resistencia de 382.03 kg/cm², variación en un 3.83% y la fibra adicionada en un 5%. El peso del agregado fino alcanzó una resistencia de 379.16 kg/cm² con una variación del 4.55%. la resistencia promedio a la flexión del concreto estampado fue de 46.08 kg/cm² cuando se incluyen fibras en la masa de cemento; el 3% fue de 45.89 kg/cm², con una variación de 0.41% y el 5% fue de 45.13 kg/cm², con una variación de 2.06%. se encontró que la resistencia a la compresión disminuye más en comparación con la resistencia a la flexión, ambos resultados muestran una disminución gradual en comparación con el concreto estándar.

2.2. Bases teóricas – científicas

2.2.1. Cauchos Reciclados

Los cauchos reciclados para el concreto son materiales obtenidos a partir del reciclaje de neumáticos fuera de uso u otros productos de caucho, como correas transportadoras, tapetes, entre otros. Estos cauchos reciclados se incorporan como un componente adicional en la mezcla de concreto durante su producción. La inclusión de caucho reciclado en el concreto es una práctica que busca aprovechar los beneficios del reciclaje de neumáticos usados y, al mismo tiempo, mejorar ciertas propiedades del concreto.

Gráfico N° 1: Caucho reciclado



Fuente: Google.com

Algunas características clave de los cauchos reciclados para el concreto incluyen:

Sostenibilidad Ambiental:

El uso de caucho reciclado en el concreto contribuye a la reutilización de neumáticos desechados, reduciendo así la acumulación de residuos y promoviendo prácticas más sostenibles.

Mejora de Propiedades:

La adición de caucho reciclado puede tener impactos positivos en ciertas propiedades del concreto, como la resistencia al impacto y la absorción de energía, lo que puede ser beneficioso en aplicaciones específicas.

Reducción de Peso:

El caucho es más liviano que otros agregados tradicionales utilizados en el concreto, lo que puede conducir a una reducción en el peso del material y, por ende, en la carga estructural.

Mejora en la Absorción de Vibraciones y Ruido:

La elasticidad del caucho puede contribuir a la absorción de vibraciones y reducción del ruido, lo que puede ser ventajoso en aplicaciones donde se busque controlar estas características. Es importante destacar que la incorporación de caucho reciclado en el concreto también puede presentar desafíos y limitaciones, como la posible reducción de la resistencia a la compresión y la necesidad de ajustar las proporciones de la mezcla para mantener ciertas propiedades del concreto. La investigación sobre cauchos reciclados para el concreto se enfoca en comprender mejor estos aspectos y optimizar la formulación para lograr un equilibrio entre sostenibilidad y desempeño del material.

2.2.2. Concreto

El concreto es un material de construcción ampliamente utilizado y versátil, compuesto principalmente por tres ingredientes principales: cemento, agregados (como arena y grava) y agua. Además, se pueden agregar aditivos para

modificar ciertas propiedades del concreto. Este material se utiliza en una variedad de aplicaciones de construcción debido a su resistencia, durabilidad y capacidad de adaptación. Aquí se describen brevemente los componentes principales del concreto:

Cemento:

Es un polvo fino que, cuando se mezcla con agua, se convierte en una pasta que actúa como un aglutinante. El cemento más comúnmente utilizado es el cemento Portland, pero existen otros tipos de cemento con propiedades específicas para diversas aplicaciones.

Gráfico N° 2: Cemento



Fuente: Google.com

2.2.3. Agregados:

Los agregados incluyen arena y grava y constituyen la mayor parte del volumen del concreto. La arena proporciona cohesión y trabaja junto con el cemento para formar la pasta, mientras que la grava agrega resistencia y reduce la cantidad total de cemento necesaria.

Gráfico N° 3: Agregados Finos y Gruesos



Fuente: Google.com

Los agregados gruesos y finos son materiales que se utilizan en la construcción, especialmente en la elaboración de concreto. Aquí te explico cada uno de ellos:

Agregados Finos:

Los agregados finos son partículas pequeñas que generalmente pasan a través de un tamiz de 4.75 mm de apertura (malla #4). El material más común usado como agregado fino es la arena. Sin embargo, también se pueden usar otros materiales, como polvo de piedra o cenizas volantes.

Características de los agregados finos:

- Tamaño de partícula: Menor a 4.75 mm.
- Ejemplos: Arena natural, arena manufacturada, polvo de piedra.
- Uso: Se utiliza para rellenar espacios entre los agregados gruesos en el concreto y mejorar su trabajabilidad. También se utiliza en morteros para albañilería y en enlucidos.

Agregados Gruesos:

Los agregados gruesos son partículas grandes que quedan retenidas en un tamiz de 4.75 mm de apertura. Son esenciales para dar resistencia y estabilidad al concreto.

Características de los agregados gruesos:

- Tamaño de partícula: Mayor a 4.75 mm y hasta 50 mm o más, dependiendo del uso.
- Ejemplos: Grava, piedra triturada, piedra de río.
- Uso: Se utilizan para aumentar la resistencia del concreto, proporcionando masa y estructura. También se usan en la construcción de carreteras, cimientos y otras estructuras que requieren alta resistencia.

Función en el Concreto:

- Agregados finos: Ayudan a mejorar la cohesión y la trabajabilidad de la mezcla de concreto. Llenan los vacíos entre los agregados gruesos, lo que ayuda a reducir la cantidad de cemento y agua necesarios.
- Agregados gruesos: Proporcionan la resistencia y durabilidad necesarias para las estructuras de concreto. Actúan como la matriz principal del concreto, reduciendo la contracción y la fisuración.

Propiedades Importantes:

- Forma y textura: Los agregados con superficies rugosas y formas angulares generalmente proporcionan mejor adherencia en el concreto.
- Tamaño y gradación: Una mezcla adecuada de diferentes tamaños de agregados es crucial para obtener un concreto de alta calidad y trabajabilidad.

- Durabilidad: Los agregados deben ser duraderos y resistentes a la intemperie y a los cambios ambientales para asegurar la longevidad de las estructuras.

2.2.4. Agua:

Actúa como un medio para activar el cemento y permite que la mezcla se vuelva plástica y moldeable. La cantidad de agua debe ser suficiente para permitir la trabajabilidad del concreto, pero no tan excesiva como para comprometer su resistencia.

El agua utilizada debe ser limpia y libre de impurezas, fresca y sin olor, color o sabor, es decir, debe ser potable. La cantidad de agua empleada en las mezclas de concreto es crucial. Si la mezcla no es manejable y se aumenta la cantidad de agua, se pierden propiedades importantes del concreto.

Consideraciones:

- No debe formar espuma al agitarse.
- No debe usarse para ningún otro propósito antes de su empleo en la construcción.
- El agua de mar no es adecuada para preparar concreto porque las sales que contiene pueden corroer el hierro.

Gráfico N° 4: Agua Potable



Fuente: (Agua para la construcción – Usos del agua | Aceros Arequipa, 2024)

2.2.5. Aditivos:

Pueden incluir productos químicos que se agregan a la mezcla para mejorar ciertas propiedades del concreto, como retardar o acelerar el tiempo de fraguado, mejorar la resistencia al agua, o modificar la trabajabilidad y la durabilidad.

Una vez que estos componentes se mezclan, la pasta resultante se vierte en moldes o formas y se deja endurecer y fraguar. El proceso de endurecimiento se llama "curado" y generalmente implica mantener la mezcla húmeda para permitir que las reacciones químicas entre el cemento y el agua se desarrollen completamente.

2.2.6. Propiedades físico – mecánicas del concreto

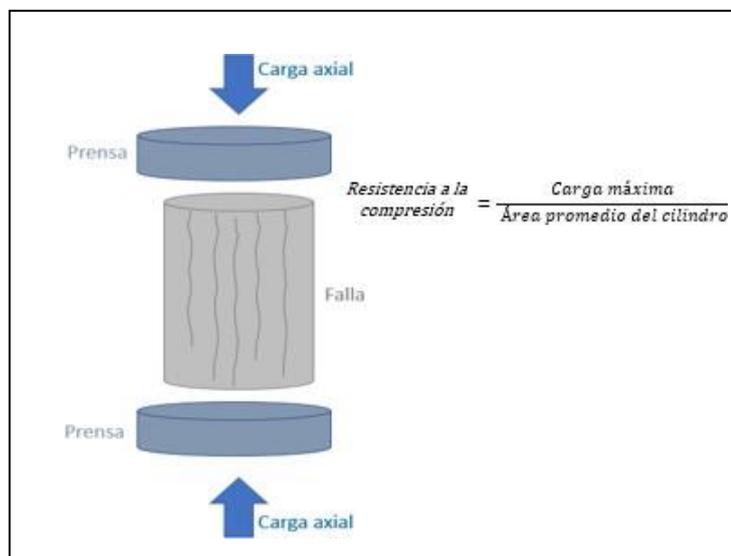
Las propiedades físico–mecánicas del concreto se refieren a las características que describen su comportamiento y respuesta ante fuerzas o condiciones físicas. Estas propiedades son esenciales para comprender y evaluarla idoneidad y el rendimiento del concreto en diversas aplicaciones de

construcción. Algunas de las propiedades físico-mecánicas más importantes del concreto incluyen:

Resistencia a la Compresión:

Es la capacidad del concreto para resistir fuerzas de compresión. Se mide mediante la carga máxima que puede soportar por unidad de área y es una propiedad fundamental para evaluar la capacidad estructural del concreto.

Gráfico N° 5: Resistencia a la Compresión



Fuente: (Calidad y propiedades del concreto en estado endurecido, 2024)

Resistencia a la Tracción:

Representa la capacidad del concreto para resistir fuerzas de tracción. Aunque el concreto es débil en tracción, se considera en el diseño estructural para evitar grietas y fallas.

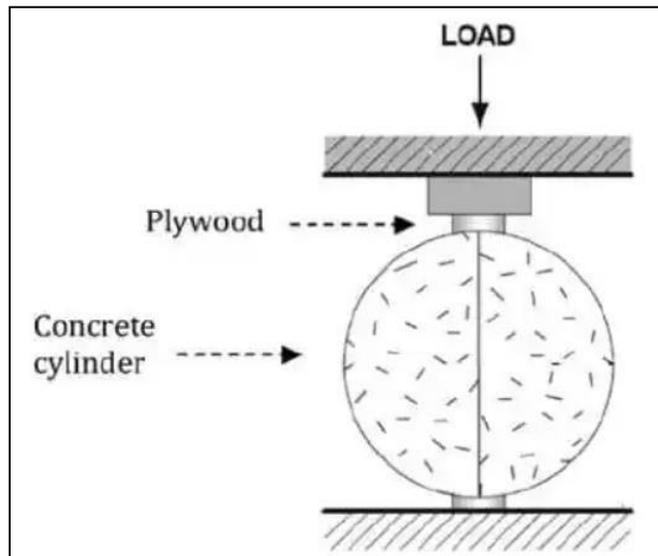
Pruebas de resistencia a la tracción:

- Prueba de tracción directa: Es difícil de realizar debido a la naturaleza frágil del concreto y los problemas asociados con la aplicación uniforme de la carga.
- Prueba de tracción indirecta (prueba brasileña): Un método más común donde

un cilindro de concreto se carga diametralmente para inducir tensión en el plano perpendicular a la carga aplicada.

- Prueba de módulo de rotura (resistencia a la flexión): Mide la resistencia a la flexión del concreto, que está relacionada con su resistencia a la tracción.

Gráfico N° 6: Resistencia a la Tracción

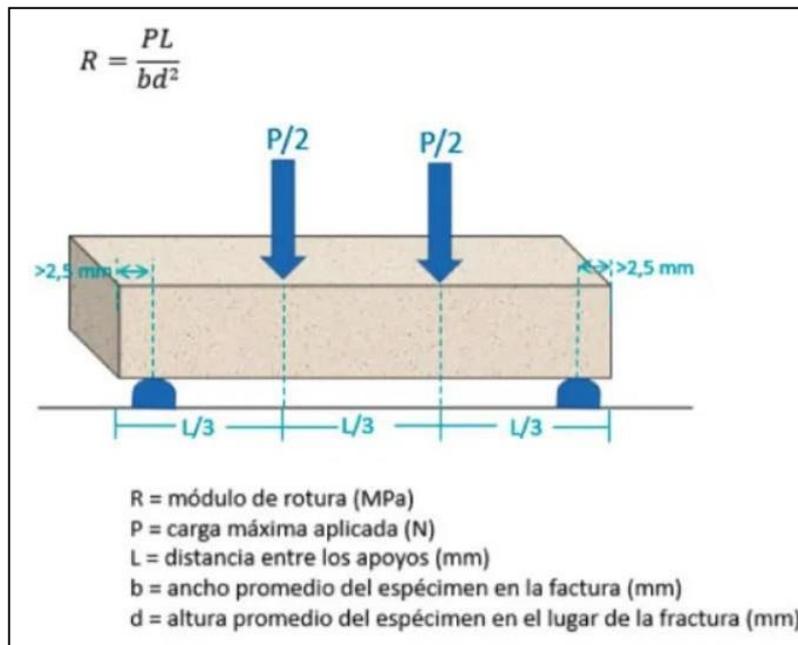


Fuente: (Resistencia a la tracción de división de una muestra de hormigón cilíndrico, 2024)

Resistencia a la Flexión:

La resistencia a la flexión es una propiedad mecánica de los materiales que mide su capacidad para soportar fuerzas que intentan doblarlo o flexionarlo. Específicamente, se refiere a la cantidad de tensión que un material puede soportar antes de romperse o deformarse de manera irreversible cuando se aplica una carga en forma de flexión.

Gráfico N° 7: Resistencia a la Flexión



Fuente: (Calidad y propiedades del concreto en estado endurecido, 2024)

Detalles clave sobre la resistencia a la flexión:

- Prueba de flexión: La resistencia a la flexión se determina mediante una prueba estándar en la que una muestra del material (como una viga de concreto) se apoya en dos puntos y se aplica una carga en el centro o a lo largo de su longitud hasta que la muestra se rompe o se deforma.

En resumen, la resistencia a la flexión es un indicador vital de la capacidad de un material para soportar fuerzas de flexión, y es especialmente relevante en la evaluación de la durabilidad y seguridad de estructuras sometidas a este tipo de cargas.

- Módulo de Elasticidad: Indica la rigidez del concreto y su capacidad para deformarse elásticamente bajo carga. Un módulo de elasticidad más alto significa que el concreto es menos deformable.
- Ductilidad: Se refiere a la capacidad del concreto para deformarse

plásticamente antes de la falla. Es crucial en estructuras sujetas a cargas cíclicas o sísmicas.

- Durabilidad: Involucra la resistencia del concreto a condiciones ambientales adversas, como la exposición a la intemperie, ciclos de congelación y descongelación, ataques químicos, entre otros.
- Absorción de Agua: Indica la cantidad de agua que puede absorber el concreto, lo cual puede afectar su durabilidad y resistencia a condiciones ambientales.
- Contracción y Expansión Térmica: Describe cómo el concreto se contrae o expande en respuesta a cambios de temperatura, lo cual es relevante para prevenir fisuras y daños.
- Peso Específico: Es la masa del concreto por unidad de volumen. El peso específico influye en la carga estructural y en la facilidad de manipulación y colocación del material.
- Adherencia a Refuerzos: Se refiere a la capacidad del concreto para adherirse y transmitir fuerzas a barras de refuerzo, lo cual es crucial en elementos estructurales reforzados.
- Permeabilidad: Indica la capacidad del concreto para permitir el paso de líquidos, lo cual es relevante en estructuras que requieren resistencia al paso de agua.

Estas propiedades físico-mecánicas son evaluadas mediante pruebas de laboratorio y son esenciales para diseñar y construir estructuras seguras y duraderas. La investigación continua busca mejorar estas propiedades y

desarrollar técnicas innovadoras para optimizar el rendimiento del concreto en diversas aplicaciones.

2.2.7. Diseño de mezcla

El diseño de mezcla del concreto es un proceso crucial en la ingeniería civil y la construcción que implica la determinación de la proporción adecuada de cada uno de los componentes principales (cemento, agua, agregados gruesos y finos, y posiblemente aditivos) para obtener un concreto con las propiedades deseadas. Este proceso busca lograr una combinación óptima que cumpla con los requisitos de resistencia, durabilidad, trabajabilidad y otras características específicas para una aplicación particular.

Los pasos típicos en el diseño de mezcla del concreto incluyen: Definición de Requisitos y Especificaciones:

Comprender los requisitos y especificaciones del proyecto es esencial. Esto incluye determinar la resistencia requerida del concreto, las condiciones ambientales a las que estará expuesto y otros factores que afectan la selección de materiales y proporciones.

- Selección de Materiales:

Elegir los materiales apropiados, como el tipo de cemento, agregados (gruesos y finos), y posiblemente aditivos, en función de las propiedades deseadas y las condiciones del proyecto.

- Establecimiento de Proporciones Iniciales:

Se definen las proporciones iniciales de los materiales, tomando en cuenta las relaciones agua-cemento, la cantidad de agregado y otros factores

importantes.

- **Pruebas de Laboratorio:**

Se realizan pruebas de laboratorio para evaluar las propiedades del concreto, como resistencia a la compresión, módulo de elasticidad, trabajabilidad, durabilidad, etc. Estas pruebas ayudan a ajustar y afinar las proporciones de la mezcla.

- **Ajuste y Optimización:**

Se ajustan las proporciones de los materiales en función de los resultados de las pruebas de laboratorio para optimizar el rendimiento del concreto.

- **Validación en Campo:**

Una vez que la mezcla se ha diseñado y ajustado en laboratorio, se realiza una validación en el campo para asegurar que las condiciones del sitio y el proceso de producción no afecten negativamente la calidad del concreto.

- **Documentación y Especificaciones:**

Se documentan las proporciones finales y los procedimientos para la producción del concreto en especificaciones detalladas que deben seguirse durante la construcción.

El diseño de mezcla del concreto es esencial para garantizar la calidad y el rendimiento del material en proyectos de construcción. Un diseño bien ejecutado contribuye a la durabilidad, la resistencia y la seguridad de las estructuras de concreto.

2.3. Definición de términos básicos

2.3.1. Caucho Reciclado

Es un material resistente, elástico e impermeable obtenido a partir del jugo lechoso de algunas plantas tropicales; es usado en la fabricación de neumáticos, tuberías aislantes, etc. (Turizo Arenas, 2016)

2.3.2. Concreto

Material que se obtiene mezclando cemento Portland, agua y áridos; también se pueden utilizar aditivos.

2.3.3. Consistencia

Esto significa que el hormigón premezclado se puede deformar más o menos fácilmente y llenar los huecos en encofrados y encofrados.

2.3.4. Durabilidad

Se define como la capacidad de comportarse satisfactoriamente durante la vida útil de la estructura frente a influencias físicas y químicas agresivas, protegiendo al mismo tiempo la armadura y los elementos metálicos impregnados en ella.

2.3.5. Resistencia a Compresión

Este ensayo se realiza de manera en que se crea una probeta de concreto con las indicaciones y la dosificación adecuada para luego colocarlo en una prensa y se apliquen fuerzas sobre el hasta que esta falle. (Ministerio de Transportes y Comunicaciones, 2014).

2.3.6. Resistencia a Tracción

La resistencia a la tracción del concreto es una medida de su capacidad para resistir fuerzas de tensión sin romperse. Esto es crítico para determinar la durabilidad y la integridad estructural de elementos de concreto, ya que el

concreto es generalmente fuerte en compresión, pero débil en tensión.

2.3.7. Resistencia a Flexión

La resistencia a la flexión es una medida de la resistencia a la tracción del concreto. Es una medida de la resistencia a la fractura de una viga o losa de concreto armado. Se mide cargando vigas de concreto con una sección transversal de 6 x 6 pulgadas (150 x 150 mm) y al menos tres veces su espesor. La resistencia a la flexión se expresa como módulo de ruptura (MR) en libras por pulgada cuadrada (MPa) y se determina utilizando los métodos de prueba ASTM C78 (Cargado en el tercer punto) o ASTM C293 (cargado en el punto central). El coeficiente de falla es aproximadamente del 10 al 20% de la resistencia a la compresión dependiendo del tipo, dimensiones y volumen del agregado grueso utilizado, pero para ciertos materiales la mejor correlación se puede obtener con pruebas de laboratorio de materiales. Diseños de cubos y mezclas. El módulo de ruptura determinado por una viga cargada en terceros puntos es menor que el módulo de ruptura determinado por una viga cargada en el punto central, a veces hasta en un 15%.

2.4. Formulación de hipótesis

Una hipótesis intenta explicar las posibles respuestas a las preguntas planteadas.

2.4.1. Hipótesis general

Ho: La incorporación de caucho reciclado no tiene un efecto significativo en las propiedades físico-mecánicas del concreto con una resistencia característica de $f'c = 210 \text{ kg/cm}^2$ en la región de Pasco 2024.

Hi: La incorporación de caucho reciclado tiene un efecto significativo en las propiedades físico-mecánicas del concreto con una resistencia característica de $f'c = 210 \text{ kg/cm}^2$ en la región de Pasco 2024.

2.4.2. Hipótesis específicas

Ho1: No existen variaciones significativas en la resistencia a la compresión del concreto $f'c = 210 \text{ kg/cm}^2$ al incorporar diferentes porcentajes de caucho reciclado en la mezcla, en condiciones específicas de la región de Pasco 2024.

Hi1: Existen variaciones significativas en la resistencia a la compresión del concreto $f'c = 210 \text{ kg/cm}^2$ al incorporar diferentes porcentajes de caucho reciclado en la mezcla, en condiciones específicas de la región de Pasco 2024.

Ho2: No hay un impacto significativo de la adición de caucho reciclado en la resistencia a la flexión del concreto $f'c = 210 \text{ kg/cm}^2$, en condiciones específicas de la región de Pasco 2024.

Hi2: La adición de caucho reciclado tiene un impacto significativo en la resistencia a la flexión del concreto $f'c = 210 \text{ kg/cm}^2$, en condiciones específicas de la región de Pasco 2024.

Ho3: La presencia de caucho reciclado no tiene una influencia significativa en la durabilidad del concreto $f'c = 210 \text{ kg/cm}^2$, específicamente en términos de la resistencia a tracción, en condiciones específicas de la región de Pasco 2024.

Hi3: La presencia de caucho reciclado influye de manera significativa en la durabilidad del concreto $f'c = 210 \text{ kg/cm}^2$, específicamente en términos de la resistencia a tracción, en condiciones específicas de la región de Pasco 2024.

Ho4: No existen diferencias significativas en el desempeño integral del

concreto $f'c = 210 \text{ kg/cm}^2$, cuando se le incorpora caucho reciclado, en comparación con el concreto convencional sin este aditivo, en términos de propiedades físico - mecánicas en la región de Pasco 2024.

Hi4: Existen diferencias significativas en el desempeño integral del concreto $f'c = 210 \text{ kg/cm}^2$, cuando se le incorpora caucho reciclado, en comparación con el concreto convencional sin este aditivo, en términos de propiedades físico - mecánicas en la región de Pasco 2024.

2.5. Identificación de variables

2.5.1. Variables independientes

- **Caucho Reciclado:** El caucho reciclado en el concreto es un concepto que se refiere a la incorporación de materiales de caucho provenientes de neumáticos reciclados u otros productos de caucho reciclado en la mezcla de concreto durante su proceso de producción. Este enfoque busca aprovechar los beneficios medioambientales del reciclaje al tiempo que introduce propiedades específicas del caucho en el concreto para mejorar o modificar sus características.

2.5.2. Variables dependientes

- **Propiedades físico - mecánicas del concreto $f'c = 210 \text{ kg/cm}^2$:** Las propiedades físico - mecánicas del concreto se refieren a las características intrínsecas del material que describen su comportamiento frente a fuerzas físicas y mecánicas. Estas propiedades son esenciales para entender y evaluar la idoneidad y el rendimiento del concreto en diversas aplicaciones de construcción.

2.6. Definición operacional de variables e indicadores

TABLA N° 1: Operacionalización de Variable Independiente

VARIABLE	DEFINICIÓN CONCEPTUAL	DEFINICIÓN OPERACIONAL	DIMENSIONES	INDICADORES	TIPO DE VARIABLE	ESCALA DE MEDICIÓN
	El caucho reciclado en el concreto es un concepto que se refiere a la incorporación de materiales de caucho provenientes de neumáticos reciclados u otros productos de caucho reciclado en la mezcla de concreto durante su proceso de producción. Este enfoque busca aprovechar los beneficios medioambientales del reciclaje al tiempo que introduce propiedades específicas del caucho en el concreto para mejorar o modificar sus características.	El caucho reciclado en el concreto implica considerar tanto los aspectos medioambientales como las posibles mejoras o cambios en las propiedades del concreto. La investigación y desarrollo en este campo buscan optimizar las proporciones y características de la mezcla para maximizar los beneficios del caucho reciclado sin comprometer la integridad estructural del concreto.	D1: propiedades físicas del caucho D2: dosificaciones del caucho	I1: granimetría del caucho I2: contenido de humedad del caucho I3: peso unitario suelto y compactado I4: peso específico y absorción. I5: caucho reciclado al 10, 15 y 20 %	Cuantitativo	De razón
Caucho Reciclado						

Fuente: Elaboración Propia.

TABLA N° 2: Operacionalización de Variable Dependiente

VARIABLE	DEFINICIÓN CONCEPTUAL	DEFINICIÓN OPERACIONAL	DIMENSIONES	INDICADORES	TIPO DE VARIABLE
Propiedades físico - mecánicas del concreto $f'c = 210 \text{ kg/cm}^2$	Las propiedades físico - mecánicas del concreto se refieren a las características intrínsecas del material que describen su comportamiento frente a fuerzas físicas y mecánicas. Estas propiedades son esenciales para entender y evaluar la idoneidad y el rendimiento del concreto en diversas aplicaciones de construcción.	-La comprensión de estas propiedades físico - mecánicas es esencial para el diseño y construcción de estructuras seguras y duraderas. Las investigaciones continúan para mejorar estas propiedades y desarrollar técnicas innovadoras que optimicen el rendimiento del concreto en diversas aplicaciones.	D1: Propiedades físicas del concreto adicionando caucho reciclado. D2: Propiedades mecánicas del concreto adicionando caucho reciclado.	I1: $f'c = 210 \text{ kg/cm}^2$ I2: diámetros de las probetas de ensayo. I3: peso de las probetas de ensayo. I4: Resistencia a la compresión adicionando caucho reciclado. I5: Resistencia a la flexión adicionando caucho reciclado. I6: Resistencia a la tracción adicionando caucho reciclado.	Cuantitativo

Fuente: Elaboración Propia.

CAPITULO III

METODOLOGÍA Y TÉCNICAS DE INVESTIGACIÓN

3.1. Tipo de investigación

La Investigación para este trabajo es aplicada con un enfoque cuantitativo ya que permite la evaluación realista basada en variables que se pueden ser medidos, replicados y reproducidos en las mismas condiciones en cualquier momento. Además, nos permitió usar datos digitales. (Introducción a la Investigación, s. f.)

3.2. Nivel de investigación

Es explicativa porque se busca dar a conocer las causas que han dado origen o condicionaron la naturaleza del fenómeno en estudio. (Carrasco Díaz, 2008) con este estudio podremos conocer porque es que el caucho reciclado mejora las propiedades físico - mecánicas del concreto $f'c = 210\text{Kg/cm}^2$ dando una explicación real y científica.

3.3. Métodos de investigación

Este trabajo de investigación tendrá un método científico, la cual adquiere conocimientos de carácter científico, incluyendo así la observación, medición, verificación, construcción, análisis y calibración sistemática de las hipótesis cambiantes. (El método científico, s. f.).

3.4. Diseño de investigación

El diseño de investigación es experimental ya que implica la manipulación y control de variables en un entorno controlado para observar y analizar los efectos de esas variables. En este caso, se realizarán ensayos de laboratorio para evaluar la resistencia a la compresión, flexión y tracción del concreto adicionando caucho reciclado. La manipulación de las variables independientes (tipo de adición mineral, proporción, condiciones locales y período temporal) se llevará a cabo para observar su impacto en la variable dependiente (resistencia a la compresión). (Diseños de Investigación, s. f.).

3.5. Población y muestra

3.5.1. Población

Según (Hernández Sampieri et al., 2006), la población se describe como el conjunto de muestras con características similares que son objeto de estudio y de las cuales se necesitan los resultados. En este caso, la población se representó por un grupo de probetas de concreto con una resistencia de $f'c = 210 \text{ kg/cm}^2$ en la región de Pasco, elaborados con agregados grueso y fino, cemento Portlandy agua potable.

3.5.2. Muestra

Se han registrado un total de 72 muestras, compuestas por probetas de

concreto con una resistencia de $f'c = 210 \text{ kg/cm}^2$. De estas, 36 probetas son sometidas a pruebas de compresión y las otras 36 probetas a pruebas de tracción. Las probetas de concreto natural y adicionando gaúcho, son de un diámetro de 10 cm y una altura de 20 cm y fueron evaluadas a los 7, 14 y 28 días de curados mediante ensayos de compresión y tracción. Y se realizaron 36 vigas prismáticas para realizar el ensayo de resistencia a la flexión.

TABLA N° 3: Cantidad de Probetas Cilíndricas

Indicador	Resistencia	Mezcla	7 Días	14 Días	28 Días	Parcial
Concreto convencional para resistencia	Compresión	---	3	3	3	9
	Tracción Indirecta	---	3	3	3	9
Concreto con caucho reciclado	Compresión	10%	3	3	3	9
		15%	3	3	3	9
		20%	3	3	3	9
	Tracción Indirecta	10%	3	3	3	9
		15%	3	3	3	9
		20%	3	3	3	9
TOTAL						72

Fuente: Elaboración Propia.

TABLA N° 4: Cantidad de Prismas

Indicador	Resistencia	Mezcla	7 Días	14 Días	28 Días	Parcial
Concreto convencional para resistencia	Flexión	---	3	3	3	9
		10%	3	3	3	9
Concreto con caucho reciclado	Flexión	15%	3	3	3	9
		20%	3	3	3	9
TOTAL						36

Fuente: Elaboración Propia.

3.5.3. Muestreo.

Muestreo no probabilístico, para el presente proyecto se elegirá un muestreo no probabilístico intencionada, esta es aquella, la cual el investigador selecciona según su propio criterio sin seguir ninguna regla matemática o estadística, según (Carrasco Díaz, 2008) el investigador procurara que el muestreo sea lo más representativa posible, para lo cual es necesario conocer las características de la población en estudio.

3.6. Técnicas e instrumentos de recolección de datos

3.6.1. Técnicas de recolección de datos.

Para (Orellana López & Sánchez Gómez, 2006), la recolección de datos se refiere al uso de diversas tecnologías y herramientas que los tesisistas de este estudio pueden utilizar para desarrollar sistemas de información. Esto incluye instrucciones de perforación, observaciones, hojas de ensayos, diagramas de flujo, etc. Todas estas herramientas se utilizan para recopilar la información útil para este trabajo de investigación.

En este estudio, se utilizó la observación como una técnica de recopilación de datos, y así registrar las propiedades físicas de las probetas prismáticas y cilíndricas en las diferentes edades de curado que se evaluaron en los estudios experimentales.

3.6.2. Instrumentos de recolección de datos.

Para (Castro Márquez, 2016), una herramienta de recopilación de datos es cualquier recurso que los investigadores pueden emplear para examinar un fenómeno y obtener información de él. Así, esta herramienta sintetiza todo el trabajo realizado hasta ese momento en el estudio y refleja la contribución del

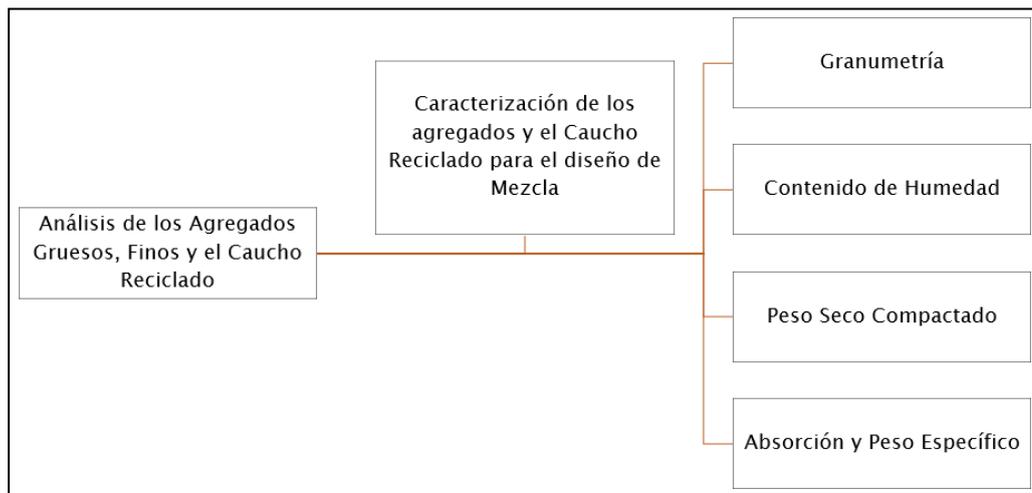
marco teórico en la sección de indicadores, es decir, los datos relacionados con las variables o conceptos utilizados. Estas herramientas son los medios físicos utilizados para reunir y almacenar información. El equipo diseñado permite la extracción de datos del mundo real que, una vez recopilados, nos posibilitan avanzar a la siguiente fase del procedimiento de datos.

Para esta investigación se utilizó como instrumentos formatos que pueden darse en físico o de forma digital la cual me permitió registrar fenómenos observados durante el trabajo de investigación. Los resultados de las diversas pruebas a las que fueron sometidas las probetas de concreto natural y concreto con caucho reciclado como parte de esta investigación se registró de manera precisa en este formato. Los equipos de ensayo en los laboratorios se utilizaron como instrumento para obtener los resultados de estas pruebas.

3.7. Técnicas de procesamiento y análisis de datos

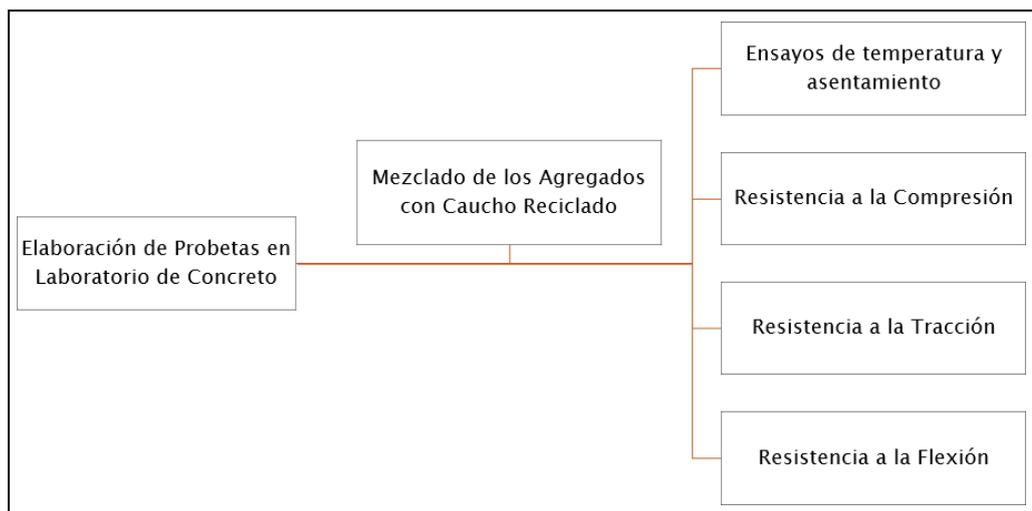
Con base en este diseño se fabricaron muestras cuadradas y cilíndricas de concreto armado y concreto regular para evaluar y analizar las propiedades de compresión, tracción indirecta, flexión y módulo de elasticidad. Todos los datos se registran en un formato que cumple con los procedimientos técnicos y reglamentarios establecidos para el trabajo, así como con las fechas de extracción y pruebas asociadas a las pruebas realizadas. Las variables de respuesta en este estudio se evaluaron estadísticamente mediante análisis de normales y varianza (ANOVA) para probar la homogeneidad de muestras de concreto convencional y concreto adicionando caucho reciclado. Se utilizó el programa IBM SPSS Statistics 27 para realizar los análisis correspondientes.

Gráfico N° 8: Diagrama de Flujo del Proceso de la Investigación



Fuente: Elaboración Propia.

Gráfico N° 9: Diagrama de Flujo del Proceso de Elaboración de Probetas y Ensayos



Fuente: Elaboración Propia.

3.8. Tratamiento estadístico

El tratamiento estadístico, se realizará mediante los programas adecuados para introducir datos y llevar un seguimiento, en este caso será el Excel con el fin de registrar datos estadísticos de los ensayos y procedimiento del método ACI 211.

3.9. Orientación ética filosófica y epistémica

La redacción del presente trabajo de investigación se redactó utilizando

lanorma APA haciendo el debido citado y referenciado. Se obtuvo la orientación debida relacionado al tema de concreto y la respectiva lectura de cada libro y manual relacionado al tema, para obtener conceptos claros y entendibles.

CAPITULO IV

RESULTADOS Y DISCUSIÓN

4.1. Descripción del trabajo de campo

4.1.1. Descripción del Proyecto

En este apéndice mostraremos los resultados de los ensayos realizados a los agregados estándares, al caucho reciclado y después a las propiedades físicas y químicas del concreto fresco y endurecido para el proyecto de tesis llamado "Evaluación de las propiedades físico - mecánicas del concreto $f'c = 210$ kg/cm² incorporando caucho reciclado, en la región de Pasco 2024", las descripciones de cada material estándar a usar ya fueron mencionados anteriormente en esta investigación.

Finalmente, se lleva a cabo la discusión de los resultados, una sección crucial en cualquier documento. Esta permite al autor interpretar y analizar los datos obtenidos durante el estudio. Es aquí donde se consideran las implicaciones de los hallazgos, se relacionan con investigaciones previas y se proponen posibles

explicaciones. (Instituto de Investigación Científica Mundo ININCIM, 2023)

4.1.2. Recolección de datos del Proyecto.

Antecedentes del Proyecto

El proyecto llamado “Evaluación de las propiedades físico - mecánicas del concreto $f'c = 210 \text{ kg/cm}^2$ incorporando caucho reciclado, en la región de Pasco 2024”, fueron hechos en el laboratorio de concreto, pavimento y suelos de Ingeniería Civil de la Universidad Nacional Daniel Alcides Carrión, se planeó lograr un diseño de mezcla de $f'c = 210 \text{ kg/cm}^2$ entre los meses de enero y marzo del año 2024. Los materiales usados para este proyecto están disponibles comercialmente en Pasco lo cual incluyen el cemento tipo I, agregados grueso y finos traídos de las canteras de Sacra Familia, el caucho reciclado hallados y triturados en el Distrito de Yanacancha; y por último el agua potable que fue proporcionada de la Universidad Nacional Daniel Alcides Carrión.

Contenido del Proyecto

Este proyecto contiene los pasos y resultados de cada ensayo realizados en los laboratorios, como es los ensayos de los agregados grueso y finos y también los ensayos realizados al caucho reciclado, después se realizaron los diseños de mezclas para los cuatro patrones (0%, 10%, 15% y 20%) con el método ACI 211 para luego compararlos entre ellos en estado endurecido realizando las pruebas de resistencia a compresión, tracción y flexión tanto para las probetas cilíndricas y las probetas prismáticas.

Sucesión Constructiva

En primera instancia, analizamos las propiedades físicas de los agregados

estándares y del caucho reciclado; y se probaron la distribución del tamaño de las partículas, la gravedad específica, los pesos unitarios compactados y sueltos, el contenido de la humedad y la tasa de absorción de dichos materiales.

Ya obtenidos los resultados de las propiedades físicas de los agregados finos, grueso y del caucho reciclado, se formularon los diseños de mezclas a utilizar y se enumeraron por patrones la cual fueron descritas en los anexos posteriores a este proyecto.

Después de haber realizado las mezclas convencionales y las mezclas añadiendo caucho reciclado (CR) se analizaron las propiedades mecánicas del concreto fresco como es el asentamiento y la temperatura posterior a ello se analizó al concreto endurecido, determinando el peso unitario del concreto convencional y los pesos unitarios de los concretos aumentando caucho reciclado (CR).

Y finalmente se hizo el curado respectivo que son a 7, 14 y 28 días y se realizaron las pruebas de compresión, tracción y flexión respectivamente con las probetas cilíndricas y prismáticas convencionales y aumentando caucho reciclado (CR) utilizando las normas (NTP 339.034, 2015).

4.2. Presentación, análisis e interpretación de resultados

4.2.1. Propiedades físicas de los agregados y el caucho reciclado

Primero se realizaron los ensayos para las propiedades físicas de los agregados finos y gruesos, también las propiedades del caucho reciclado la cual reemplazó en porcentajes al agregado fino; los ensayos a realizar son: análisis granulométrico, contenido de humedad, pesos unitarios sueltos y compactados,

peso específico y absorción de cada material.

Análisis Granulométrico de los Agregados y del CR

Análisis Granulométrico del agregado fino

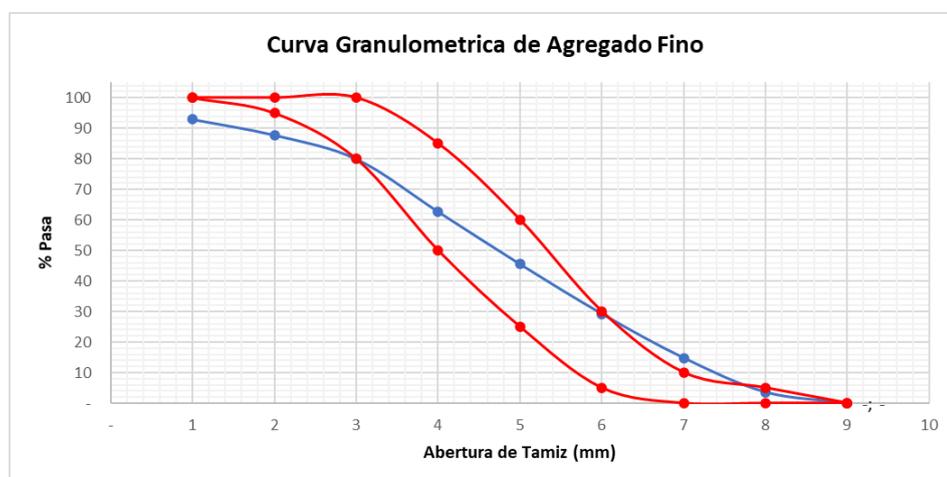
En la tabla 5 se muestran los resultados de los análisis granulométricos de agregado fino. Por otro lado, en la figura 10 muestra una representación de la distribución granulométrica del agregado fino.

TABLA N° 5: Análisis Granulométricos del Agregado fino

Tamiz Estandar	Abert. (mm)	Peso Reten. (gr)	% Reten. Parcial	% Reten. Acum.	% Que Pasa
3/8"	9.500	35.10	7.04	7.04	92.96
N° 4	4.750	25.10	5.03	12.07	87.93
N° 8	2.360	39.20	7.86	19.94	80.06
N° 16	1.180	86.50	17.35	37.28	62.72
N° 30	0.600	85.60	17.17	54.45	45.55
N° 50	0.300	81.30	16.31	70.76	29.24
N° 100	0.150	72.40	14.52	85.28	14.72
N° 200	0.075	56.00	11.23	96.51	3.49
FONDO	-	17.40	3.49	100.00	---
		498.60	100.00	---	---
		Tamaño Máximo Nominal			3/8"
		Módulo de Finura			2.87

Fuente: Elaboración Propia.

Gráfico N° 10: Curva de la distribución granulométrica del agregado fino



Fuente: Elaboración Propia.

Se obtuvo como resultado un módulo de fineza $M_f = 2.87$, la cual cumplen con los parámetros establecidos en la norma (NTP 400.012, 2001).

Análisis Granulométrico del agregado grueso

En la tabla 6, se muestra los resultados de los análisis del tamaño de partícula del agregado grueso y el análisis granulométrico.

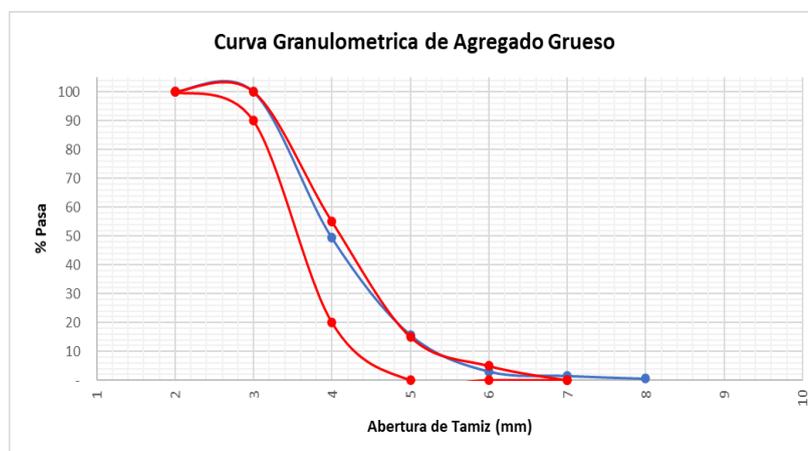
TABLA N° 6: Análisis Granulométricos del Agregado Grueso

Tamiz Estandar	Abert. (mm)	Peso Reten. (gr)	% Reten. Parcial	% Reten. Acum.	% Que Pasa
1 1/2"	37.500	-	-	-	-
1"	25.000	-	-	-	100.00
3/4"	19.000	-	-	-	100.00
1/2"	12.500	506.20	50.70	50.70	49.30
3/8"	9.500	336.10	33.70	84.30	15.70
N° 4	4.750	126.50	12.70	97.00	3.00
N° 8	2.360	15.50	1.60	98.60	1.40
N° 16	1.180	9.20	0.90	99.50	0.50
FONDO	-	5.20	0.50	100.00	-
			998.70	100.00	
Tamaño Máximo Nominal					1/2"
Módulo de Finura					6.81

Fuente: Elaboración Propia.

Por otro lado, la figura 11 presenta una representación de la distribución granulométrica del agregado grueso.

Gráfico N° 11: Curva de la distribución granulométrica del agregado grueso



Fuente: Elaboración Propia.

Se obtuvo un módulo de fineza de $M_f = 6.81$ la cual cumplen con los parámetros establecidos en las normas para este ensayo, también vemos que el módulo de fineza del agregado grueso es mayor que del agregado fino.

Análisis Granulométrico del caucho reciclado

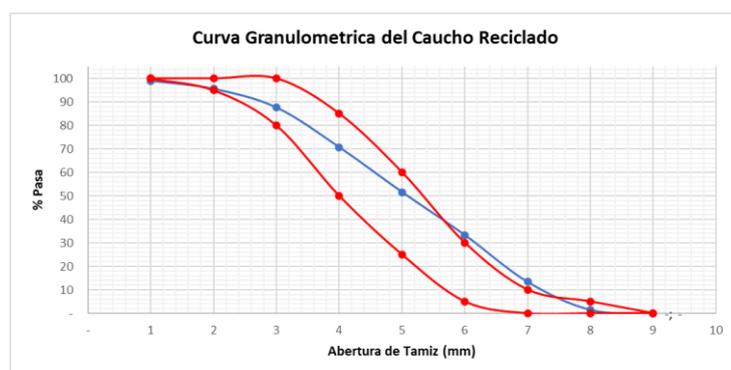
En la tabla 7 se presentan los resultados de los análisis granulométricos del caucho reciclado. Asimismo, la figura 12 muestra una representación de la distribución granulométrica del caucho reciclado.

TABLA N° 7: Análisis Granulométricos del Caucho Reciclado

Tamiz Estandar	Abert. (mm)	Peso Reten. (gr)	% Reten. Parcial	% Reten. Acum.	% Que Pasa
3/8"	9.500	5.00	1.00	1.00	99.00
N° 4	4.750	17.10	3.43	4.44	95.56
N° 8	2.360	39.50	7.93	12.37	87.63
N° 16	1.180	84.20	16.90	29.27	70.73
N° 30	0.600	95.10	19.09	48.36	51.64
N° 50	0.300	91.10	18.29	66.65	33.35
N° 100	0.150	99.40	19.96	86.61	13.39
N° 200	0.075	59.20	11.89	98.49	1.51
FONDO	-	7.50	1.51	100.00	---
		498.10	100.00	---	---
		Tamaño Máximo Nominal			3/8"
		Módulo de Finura			2.49

Fuente: Elaboración Propia.

Gráfico N° 12: Curva de la distribución granulométrica del caucho reciclado



Fuente: Elaboración Propia.

El caucho reciclado se consideró como agregado fino ya que será elreemplazo de este agregado, se obtuvo como resultado un módulo de fineza $M_f = 2.49$, la cual cumplen con los parámetros establecidos en las normas (NTP400.012, 2001).

Contenido de Humedad de Agregados y del CR

- **Contenido de Humedad del Agregado Fino**

De acuerdo con la norma (NTP 339.185, 2002), se utilizó tres muestras de las cuales se tomó el promedio, en la tabla 8 se enumera el peso de la muestra seca y húmeda más el porcentaje de contenido de humedad del agregado fino.

TABLA N° 8: Contenido de humedad del agregado fino.

DESCRIPCION	UND	PROMEDIO
Peso del recipiente	gr	217.13
Peso del recipiente + muestra húmeda	gr	1717.13
Peso del recipiente + muestra seca	gr	1621.27
Peso muestra húmeda	gr	1500.00
Peso muestra seca	gr	1404.13
Peso de agua	gr	95.87
Contenido de humedad	%	6.83

Fuente: Elaboración Propia.

El resultado obtenido del contenido de humedad fue de 6.83% la cual es mayor al del agregado grueso, esto se debe que este agregado fino retiene más agua debido a la cohesión de sus partículas finas además tiene menos vacíos.

- **Contenido de Humedad del Agregado Grueso**

De acuerdo con la norma (NTP 339.185, 2002), se utilizó tres muestras de las cuales se tomó una muestra promedio. En la tabla 9 se muestran las masas de las muestras húmedas y secas de agregado grueso y el porcentaje de humedad contenida en ella.

TABLA N° 9: Contenido de humedad del agregado grueso.

DESCRIPCION	UND	PROMEDIO
Peso del recipiente	gr	327.73
Peso del recipiente + muestra húmeda	gr	2327.73
Peso del recipiente + muestra seca	gr	2263.17
Peso muestra húmeda	gr	2000.00
Peso muestra seca	gr	1935.43
Peso de agua	gr	64.57
Contenido de humedad	%	3.34

Fuente: Elaboración Propia.

El contenido de humedad promedio encontrado fue de 3.34%, lo que indica que el agregado estaba húmedo parcialmente durante su traslado.

- **Contenido de Humedad del Caucho Reciclado**

De acuerdo con la norma (NTP 339.185, 2002), se utilizaron tres muestras de las cuales se tomó el promedio, en la tabla 10 se enumera el peso de la muestra húmeda y seca y da como resultado el porcentaje de contenido de humedad del caucho reciclado.

TABLA N° 10: Contenido de humedad del caucho reciclado

DESCRIPCION	UND	PROMEDIO
Peso del recipiente	gr	210.90
Peso del recipiente + muestra húmeda	gr	1710.90
Peso del recipiente + muestra seca	gr	1705.60
Peso muestra húmeda	gr	1500.00
Peso muestra seca	gr	1494.70
Peso de agua	gr	5.30
Contenido de humedad	%	0.35

Fuente: Elaboración Propia.

El resultado obtenido del contenido de humedad fue de 0.35% eso quiere decir que este material es seco y que es menor al agregado grueso. No retiene agua.

Cálculo del P.U.S. y P.U.C. de los Agregados y del CR

- **Cálculo del Peso Unitario del Agregado Fino**

La tabla 11 muestra los resultados obtenidos a partir de los pesos unitarios sueltos y pesos unitarios compactados de agregado fino. Estos resultados obtenidos deben cumplir con la norma (NTP 400.017, 2021). Y se concluye que P.U.C. es mayor que P.U.S., esto se debe a la compactación de más material dentro de un volumen dado.

TABLA N° 11: Peso Unitario Suelto y Compactado del Agregado Fino

DESCRIPCION	UND	PROMEDIO
Peso del recipiente + muestra suelta	kg	18.173
Peso del recipiente + muestra apisonada	kg	20.290
Peso del recipiente	kg	6.128
Peso de muestra en estado suelto	kg	12.045
Peso de muestra en estado compactado	kg	14.162
Volumen del recipiente	m3	0.009
Peso unitario suelto	kg/m3	1338.00
Peso unitario compactado	kg/m3	1574.00

Fuente: Elaboración Propia.

Los pesos unitarios sueltos y compactados del agregado fino fueron 1338.00 y 1574.00 kg/m³ respectivamente. De estos podemos concluir que P.U.C. es mayor que P.U.S. Además, observamos que el P.U.S. no cumple con los rangos descritos en la norma NTP 400.017.

- **Cálculo del Peso Unitario del Agregado Grueso**

La tabla 12 muestra los resultados obtenidos de las pruebas de peso unitario compactado y suelto del agregado grueso, la cual deben cumplir con la norma (NTP 400.017, 2021).

TABLA N° 12: Peso Unitario Suelto y Compactado del Agregado Grueso

DESCRIPCION	UND	PROMEDIO
Peso del recipiente + muestra suelta	kg	27.940

Peso del recipiente + muestra apisonada	kg	29.947
Peso del recipiente de la muestra suelta	kg	8.355
Peso del recipiente de la muestra apisonada	kg	8.355
Peso de muestra en estado suelto	kg	19.585
Peso de muestra en estado compactado	kg	21.592
Volumen del recipiente	m ³	0.014
Peso unitario suelto	kg/m ³	1399.00
Peso unitario compactado	kg/m ³	1542.00

Fuente: Elaboración Propia.

Los valores obtenidos para el peso suelto y compactado de agregado grueso fueron 1399 y 1542 kg/m³ respectivamente. De esto podemos concluir que P.U.C. es mayor que P.U.S. Además, se observa que el peso unitario suelto y compactado hallados no cumplen con los rangos establecidos en la norma ya descrita anteriormente.

- **Cálculo del Peso Unitario del Caucho Reciclado**

La tabla 13 muestra los resultados obtenidos a partir de pesos unitarios sueltos y compactados del caucho reciclado y se generaliza que P.U.C. es mayor que P.U.S. Esto se debe a la compactación de más material dentro de un volumen dado.

TABLA N° 13: Peso Unitario Suelto y Compactado del Caucho Reciclado

DESCRIPCION	UND	PROMEDIO
Peso del recipiente + muestra suelta	kg	18.960
Peso del recipiente + muestra apisonada	kg	20.533
Peso del recipiente	kg	6.128
Peso de muestra en estado suelto	kg	12.832
Peso de muestra en estado compactado	kg	14.405
Volumen del recipiente	m ³	0.009
Peso unitario suelto	kg/m ³	1426.00
Peso unitario compactado	kg/m ³	1601.00

Fuente: Elaboración Propia.

Los pesos unitarios sueltos y compactados del caucho reciclado fueron

1426.00 y 1601.00 kg/m³ respectivamente. De estos podemos concluir que P.U.C. es mayor que P.U.S. Además, observamos que el P.U.S. y el P.U.C. cumple con los rangos descritos en la norma (NTP 400.017, 2021).

Cálculo del Peso Específico y Absorción de los Agregados y del CR

- **Cálculo del Peso Específico y Absorción del Agregado Fino**

Los resultados obtenidos del ensayo de peso específico y absorción del agregado fino se muestran en la tabla 14, los cuales deben cumplir con la norma (NTP 400.022, 2013).

TABLA N° 14: Peso Específico y Absorción del Agregado Fino

DESCRIPCION	UND	PROMEDIO
Peso de la muestra secada al horno	gr	488.40
Peso del picnómetro lleno de agua	gr	695.10
Peso del picnómetro lleno de muestra y agua	gr	995.63
Peso de la muestra superficialmente seco (SSS)	gr	500.00
Peso específico aparente	gr/cm ³	2.45
Peso específico aparente (SSS)	gr/cm ³	2.45
Peso específico masa seca	gr/cm ³	2.60
Absorción	%	2.38

Fuente: Elaboración Propia.

El resultado obtenido es de 2.60 gr/cm³ de peso específico y 2.38% de absorción. Eso quiere decir que el agregado fino mantiene su densidad optima pero que si absorbe una ligera cantidad de agua.

- **Cálculo del Peso Específico y Absorción del Agregado Grueso**

Los resultados obtenidos del ensayo de peso específico y absorción del agregado grueso se muestran en la tabla 15, los cuales cumplen las normas (NTP 400.022, 2013).

TABLA N° 15: Peso Específico y Absorción del Agregado Grueso

DESCRIPCION	UND	PROMEDIO
Peso de la muestra secada al horno	gr	1681.72
Peso de la muestra SSS	gr	1693.63
Peso del picnómetro lleno de muestra y agua	gr	1055.40
Peso específico aparente	gr/cm ³	2.63
Peso específico aparente (SSS)	gr/cm ³	2.65
Peso específico masa seca	gr/cm ³	2.69
Absorción	%	0.71

Fuente: Elaboración Propia.

El resultado hallado del peso específico y absorción del agregado grueso fueron 2.69 gr/cm³ y 071% respectivamente. Eso quiere decir que el agregado es denso y que absorbe menos agua que el agregado fino.

- **Determinación del Peso Específico y Absorción del Caucho Reciclado**

Los resultados obtenidos del ensayo de peso específico y absorción del caucho reciclado se muestran en la tabla 16:

TABLA N° 16: Peso Específico y Absorción del Caucho Reciclado

DESCRIPCION	UND	PROMEDIO
Peso de la muestra secada al horno	gr	499.07
Peso del picnómetro lleno de agua	gr	690.00
Peso del picnómetro lleno de muestra y agua	gr	881.53
Peso de la muestra superficialmente seco (SSS)	gr	500.00
Peso específico aparente	gr/cm ³	1.62
Peso específico aparente (SSS)	gr/cm ³	1.62
Peso específico masa seca	gr/cm ³	1.62
Absorción	%	0.19

Fuente: Elaboración Propia.

El resultado obtenido es de 1.62 gr/cm³ de peso específico y 0.19% de absorción. Podemos observar que el caucho reciclado no absorbe mucha agua, pero sí que su densidad es menor.

4.2.2. Diseño de Mezcla

Los conceptos de las mezclas utilizadas se dan en los apéndices

posteriores de este informe de investigación. Estos se realizaron utilizando datos obtenidos de las propiedades físicas de los agregados finos, grueso y también del caucho reciclado. Este diseño fue realizado por el método ACI 211 (Rivva Lopez, 1992).

TABLA N° 17: Resultados del Diseño de Mezcla por Método ACI 211

Materiales	Diseño para 1 m3 de concreto	Diseño para 0.02 m3 de concreto
Cemento	366.102 kg	7.32 kg
A. Fino	992.152 kg	19.84 kg
A. Grueso	860.362 kg	17.21 kg
Agua (L/m3)	152.776 kg	3.06 kg
Aire	0.00	0.00

Fuente: Elaboración Propia.

TABLA N° 18: Proporciones de la combinación de CR

ADITIVO	UND	(-)	PROM.	(+)
Caucho Reciclado	%	10%	15%	20%

Fuente: Elaboración Propia.Tabla 19

TABLA N° 19: Diseño de Mezcla con Método ACI 211 para 0.02 m3 de Concreto

PATRONES	ADITIVOS	UND	DISEÑO
PATRON GENERAL	CEMENTO	kg	7.32
	A. FINO	kg	19.84
	A. GRUESO	kg	17.21
	AGUA	kg	3.06
PATRON (-)	CR	kg	1.984
	CEMENTO	kg	7.32
	A. FINO	kg	17.86
	A. GRUESO	kg	17.21
PATRON (+)	AGUA	kg	3.06
	CR	kg	3.969
	CEMENTO	kg	7.32
	A. FINO	kg	15.87
PATRON PROM.	A. GRUESO	kg	17.21
	AGUA	kg	3.06
	CR	kg	2.976

CEMENTO	kg	7.32
A. FINO	kg	16.87
A. GRUESO	kg	17.21
AGUA	kg	3.06

Fuente: Elaboración Propia.

4.2.3. Propiedades mecánicas del concreto fresco estándar y aumentando CR

Temperatura del Concreto Fresco

TABLA N° 20: Temperatura de la Mezcla de Concreto Estándar y aumentando CR

Descripción	Lectura N° 01 (°C)	Lectura N° 02 (°C)	Lectura N° 03 (°C)	Promedio
Patrón General	15.50	15.10	15.20	15.27
Patrón (-)	15.90	16.20	16.10	16.07
Patrón (+)	16.90	17.10	17.30	17.10
Patrón Prom.	16.30	16.60	17.00	16.63

Fuente: Elaboración Propia.

La temperatura media del concreto estándar fue de 15.27 °C y la mayor temperatura de los patrones fue de 17.10 °C correspondiente al patron (+), de esto se puede concluir que las muestras analizadas estuvieron dentro de los parámetros máximos permitidos establecidos por el comité ACI con base de la norma ASTM C1064 la cual estipula que la temperatura máxima permitida para un concreto es de 35 °C, hay que tener en cuenta que a mayor temperatura del concreto más corto serán los tiempo de fraguado y mayor el volumen de agua requerido. Además, observamos que, al hacer la mezcla, que el caucho reciclado absorbe muy bien la luz solar.

Asentamiento del Concreto Fresco

Las formas estructurales necesarias para el concreto son vigas, columnas y cimientos. Las investigaciones indicaron que el asentamiento promedio es entre 1 y 6 pulgadas. En este proyecto se asumió un asentamiento de 4 pulgadas tanto

para el concreto estándar y los concretos reforzados con CR para una buena trabajabilidad óptima. Esta prueba se realizó según la norma (NTP 339.035, 2009), utilizando el cono de abrams.

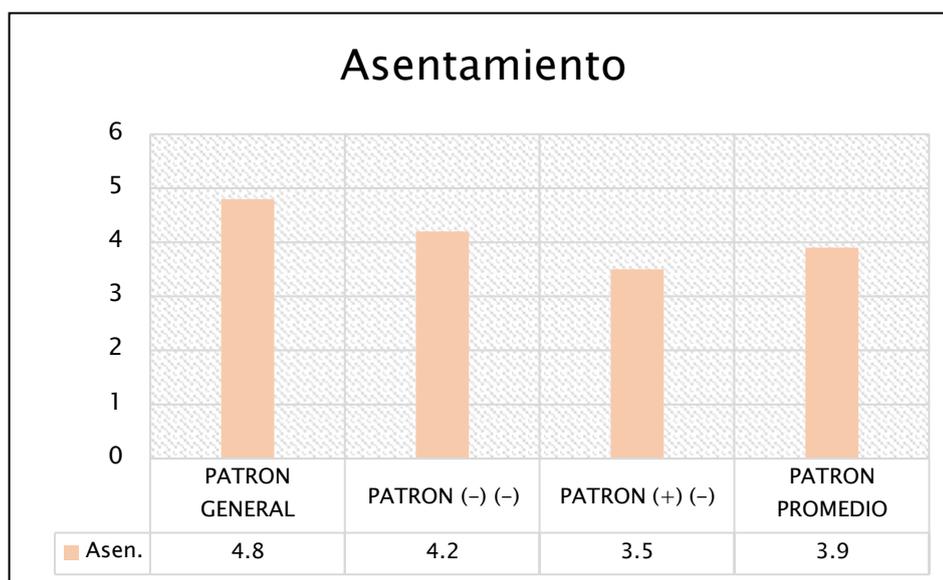
TABLA N° 21: Medición de Asentamiento del Concreto

MUESTRA	ASENTAMIENTO		TEMPERATURA AMBIENTE °C	HUMEDAD RELATIVA %
	CM	PULG.		
PATRON GENERAL	12.19	24.80	13.20	74%
PATRON (-) (-)	10.66	84.20	12.90	74%
PATRON (+) (-)	8.89	03.50	13.50	74%
PATRON PROMEDIO	9.90	63.90	13.30	74%

Fuente: Elaboración Propia.

Sobre el asentamiento podemos observar que, al agregar caucho reciclado en mayor cantidad, el asentamiento es menor ya que el caucho reciclado absorbe una mínima cantidad de agua.

Gráfico N° 13: Asentamiento de Concreto



Fuente: Elaboración Propia.

4.2.4. Peso Unitario de Concreto Estándar y Concreto con CR

Según la norma (ASTM C642, s. f.), la densidad del concreto varía entre

2200 y 2400 kg/m³, la gravedad específica entre los 2.2 y 2.4; por ese motivo se empezaron a pesar las probetas y se tuvo los resultados siguientes:

TABLA N° 22: Peso Unitario del Concreto Endurecido

Descripción	Gravedad Específica (g/cm ³)	Peso (g)	Peso Unitario (kg/m ³)
Patrón General	2.306	3587.40	2305.77
Patrón (-)	2.303	3580.70	2303.44
Patrón (+)	2.302	3574.77	2301.55
Patrón Prom.	2.303	3577.20	2302.78

Fuente: Elaboración Propia.

El peso unitario del concreto con caucho reciclado es un poco menor en porcentajes menores al peso unitario del concreto convencional, eso quiere decir que al aumentar caucho reciclado es más compactada y poco liviano.

4.2.5. Resistencia a la Compresión del Concreto

Este procedimiento de evaluación se empleó para determinar la capacidad de resistencia a la compresión de muestras cilíndricas de concreto preparadas y curadas conforme a las normativas ASTM C39/NTP 339.034. El concreto utilizado en este estudio tiene un diseño para una resistencia a la compresión $f'c = 210$ kg/cm². En las tablas siguientes a este proyecto de investigación se ofrece una comparativa de la resistencia a la compresión de los diferentes patrones en distintos tiempos de curado. Los resultados obtenidos de la resistencia a la compresión de muestras cilíndricas de los distintos patrones se detallan en las tablas siguientes:

- **Resistencia a la Compresión de Probetas Cilíndricas de Concreto Estándar**

TABLA N° 23: Resistencia a la Compresión de Probetas Cilíndricas de Concreto

Estándar

Código	Patron	Edad	Carga Máxima (Kg)	Resistencia de Concreto (kg/cm ²)	Resistencia de Diseño (kg/cm ²)	Resistencia Obtenida (%)
Y-1	Patron General	7	11303.84	135.40	210	64
Y-2	Patron General	7	11113.80	134.95	210	64
Y-3	Patron General	7	11282.34	134.10	210	64
Y-4	Patron General	14	15664.35	191.70	210	91
Y-5	Patron General	14	15579.82	191.04	210	91
Y-6	Patron General	14	15397.87	190.30	210	91
Y-7	Patron General	28	16988.80	220.70	210	105
Y-8	Patron General	28	17201.89	219.90	210	105
Y-9	Patron General	28	16989.77	218.50	210	104

Fuente: Elaboración Propia.

Se observo que la mayor resistencia alcanzada a los 28 días fue de 220.70 kg/cm² en la probeta Y - 7 del concreto estándar. Esto se debe al uso del cemento Tipo I. los cementos tipo I mejoran su resistencia a la compresión a media que elconcreto envejece y previene las fisuras.

- **Resistencia a la Compresión de Probetas Cilíndricas de Concreto con 10%de CR**

TABLA N° 24: Resistencia a la Compresión de Probetas Cilíndricas de Concreto

con 10%de CR

Código	Patron	Edad	Carga Máxima (Kg)	Resistencia de Concreto (kg/cm2)	Resistencia de Diseño (kg/cm2)	Resistencia Obtenida (%)
Y1-1	Patron (-)	7	10570.58	135.40	210	64
Y1-2	Patron (-)	7	10323.30	133.30	210	63
Y1-3	Patron (-)	7	10489.34	134.90	210	64
Y1-4	Patron (-)	14	14672.63	188.70	210	90
Y1-5	Patron (-)	14	14600.85	187.40	210	89
Y1-6	Patron (-)	14	14647.68	186.40	210	89
Y1-7	Patron (-)	28	16902.00	216.50	210	103
Y1-8	Patron (-)	28	16596.21	215.60	210	103
Y1-9	Patron (-)	28	16787.00	217.20	210	103

Fuente: Elaboración Propia.

Se observo que la mayor resistencia a la compresión de este patron (-) llego a 217.20 kg/cm2 en la probeta Y1 - 9, eso quiere decir que se superó la resistencia a la compresión de diseño que es de 210 kg/cm2, pero menor que elconcreto estándar. Esto se debe al incremento del 10% de CR.

- **Resistencia a la Compresión de Probetas Cilíndricas de Concreto con 20% de CR**

TABLA N° 25: Resistencia a la Compresión de Probetas Cilíndricas de Concreto

con 20% deCR

Código	Patron	Edad	Carga Máxima (Kg)	Resistencia de Concreto (kg/cm ²)	Resistencia de Diseño (kg/cm ²)	Resistencia Obtenida (%)
Y2-1	Patron (+)	7	10627.27	131.60	210	63
Y2-2	Patron (+)	7	10382.96	132.20	210	63
Y2-3	Patron (+)	7	10508.63	133.80	210	64
Y2-4	Patron (+)	14	14829.93	185.10	210	88
Y2-5	Patron (+)	14	14588.27	183.90	210	88
Y2-6	Patron (+)	14	14832.41	184.40	210	88
Y2-7	Patron (+)	28	16494.89	209.60	210	100
Y2-8	Patron (+)	28	16534.23	210.10	210	100
Y2-9	Patron (+)	28	16072.77	208.80	210	99

Fuente: Elaboración Propia.

Se pudo observar que la resistencia a la compresión requerida solo se logró en una probeta la cual se obtuvo 210.10 kg/cm² en la probeta Y2-8 esto se debe a la construcción de concreto reemplazando 20% de CR por agregado fino.

- **Resistencia a la Compresión de Probetas Cilíndricas de Concreto con 15%de CR**

TABLA N° 26: Resistencia a la Compresión de Probetas Cilíndricas de Concreto

con 15%de CR

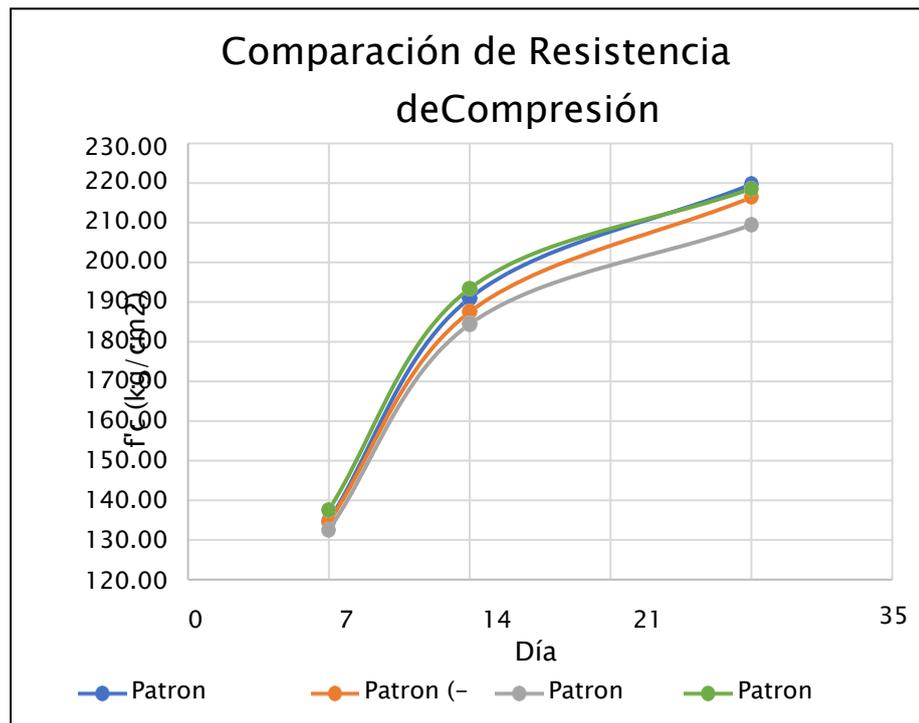
Código	Patron	Edad	Carga Máxima (Kg)	Resistencia de Concreto (kg/cm2)	Resistencia de Diseño (kg/cm2)	Resistencia Obtenida (%)
Y3-1	Patron Prom.	7	11243.68	137.60	210	66
Y3-2	Patron Prom.	7	11079.49	137.20	210	65
Y3-3	Patron Prom.	7	11232.19	138.00	210	66
Y3-4	Patron Prom.	14	15559.70	192.30	210	92
Y3-5	Patron Prom.	14	15867.01	193.80	210	92
Y3-6	Patron Prom.	14	15705.35	194.10	210	92
Y3-7	Patron Prom.	28	16773.26	217.90	210	104
Y3-8	Patron Prom.	28	17176.66	218.70	210	104
Y3-9	Patron Prom.	28	17212.00	219.20	210	104

Fuente: Elaboración Propia.

Se pudo observar que la resistencia a la compresión requerida se logró e incluso se superó llegando a 219.20 kg/cm² en la probeta Y3-9 en la creación del concreto incrementando 15% de CR. Esto se debe a la incrementación promedio de caucho reciclado.

A continuación, en la figura 14 se muestra una comparación de los cuatro diseños compuestos (general, (-), (+) y promedio) en términos de resistencia a la compresión promedio lograda después de 28 días.

Gráfico N° 14: Comparación de la resistencia a la compresión



Fuente: Elaboración Propia.

Después de verificar los resultados, se identificó que el diseño de mezcla óptimo es el patrón promedio que es 15% de CR por agregado fino, aunque no haya sobrepasado al concreto estándar, podemos decir que al añadir caucho reciclado la resistencia del concreto aumenta severamente. Luego de seleccionar la mezcla óptima de CR, se prepararon las vigas estructurales y se midió la resistencia a la flexión, luego se compararon los resultados obtenidos con el diseño de mezcla de concreto estándar.

4.2.6. Resistencia a la Tracción del Concreto

De acuerdo con la norma ASTM C 496/C496M-17, se utilizó este método de prueba para determinar la resistencia a la tracción indirecta de especímenes de concreto cilíndrico convencional y de concreto con diferentes proporciones de caucho reciclado (10%, 15% y 20%) Los resultados obtenidos de este ensayo se

presentan en las tablas siguientes:

- **Resistencia a la Tracción de Probetas Cilíndricas de Concreto Estándar**

TABLA N° 27: Resistencia a la Tracción de Probetas Cilíndricas de Concreto

Estándar

Código	Patrón	Edad	Carga Máxima (kN)	Resistencia de Diseño (kg/cm ²)	Resistencia de Concreto (kg/cm ²)
Y-10	Patrón General	7	56.65	210.00	18.40
Y-11	Patrón General	7	57.12	210.00	18.66
Y-12	Patrón General	7	58.48	210.00	19.00
Y-13	Patrón General	14	87.52	210.00	28.44
Y-14	Patrón General	14	86.90	210.00	28.71
Y-15	Patrón General	14	87.10	210.00	28.62
Y-16	Patrón General	28	99.23	210.00	32.21
Y-17	Patrón General	28	100.16	210.00	32.51
Y-18	Patrón General	28	99.05	210.00	32.35

Fuente: Elaboración Propia.

Se llevaron a cabo ensayos de tracción indirecta en probetas de concreto estándar, obteniendo resultados sobresalientes que superaron los 10 kg/cm². La progresión se ilustra en el Tabla 27, el cual muestra la resistencia a la tracción indirecta del concreto estándar en diversas edades, alcanzando valores superiores al rango esperado del 10 al 15% de la resistencia a la compresión.

- **Resistencia a la Tracción de Probetas Cilíndricas de Concreto con 10% de CR**

TABLA N° 28: Resistencia a la Tracción de Probetas Cilíndricas de Concreto con 10% de CR

Código	Patrón	Edad	Carga Máxima (kN)	Resistencia de Diseño (kg/cm ²)	Resistencia de Concreto (kg/cm ²)
Y1-10	Patrón (-)	7	64.32	210.00	20.84
Y1-11	Patrón (-)	7	63.75	210.00	20.82
Y1-12	Patrón (-)	7	62.56	210.00	20.41
Y1-13	Patrón (-)	14	89.46	210.00	28.99
Y1-14	Patrón (-)	14	89.92	210.00	29.49
Y1-15	Patrón (-)	14	88.53	210.00	28.92
Y1-16	Patrón (-)	28	100.95	210.00	32.87
Y1-17	Patrón (-)	28	101.76	210.00	33.16
Y1-18	Patrón (-)	28	100.23	210.00	32.46

Fuente: Elaboración Propia.

Se observa que la resistencia a la tracción del patrón (-) después de 28 días de curado tiene una resistencia máxima de 33.16 kg/cm² en la probeta Y1-17. Además, el patrón (-) muestra una mayor resistencia a la tracción en comparación con el concreto estándar, debido a la inclusión del caucho reciclado.

- **Resistencia a la Tracción de Probetas Cilíndricas de Concreto con 20% de CR**

TABLA N° 29: Resistencia a la Tracción de Probetas Cilíndricas de Concreto con 20% de CR

Código	Patrón	Edad	Carga Máxima (kN)	Resistencia de Diseño (kg/cm ²)	Resistencia de Concreto (kg/cm ²)
Y2-10	Patrón (+)	7	60.56	210.00	19.65
Y2-11	Patrón (+)	7	60.75	210.00	19.67
Y2-	Patrón	7	60.18	210.00	19.46

12	(+)				
Y2-13	Patrón (+)	14	86.25	210.00	28.23
Y2-14	Patrón (+)	14	85.62	210.00	27.85
Y2-15	Patrón (+)	14	86.46	210.00	28.12
Y2-16	Patrón (+)	28	96.11	210.00	31.45
Y2-17	Patrón (+)	28	96.95	210.00	31.47
Y2-18	Patrón (+)	28	96.65	210.00	31.41

Fuente: Elaboración Propia.

En la tabla anterior se presenta los resultados de la resistencia a la tracción del concreto con 20% de CR tras 28 días. En esta tabla, se observa que el patrón (+) muestra una resistencia baja pero superior al del diseño.

- **Resistencia a la Tracción de Probetas Cilíndricas de Concreto con 15% de CR**

TABLA N° 30: Resistencia a la Tracción de Probetas Cilíndricas de Concreto con 15% de CR

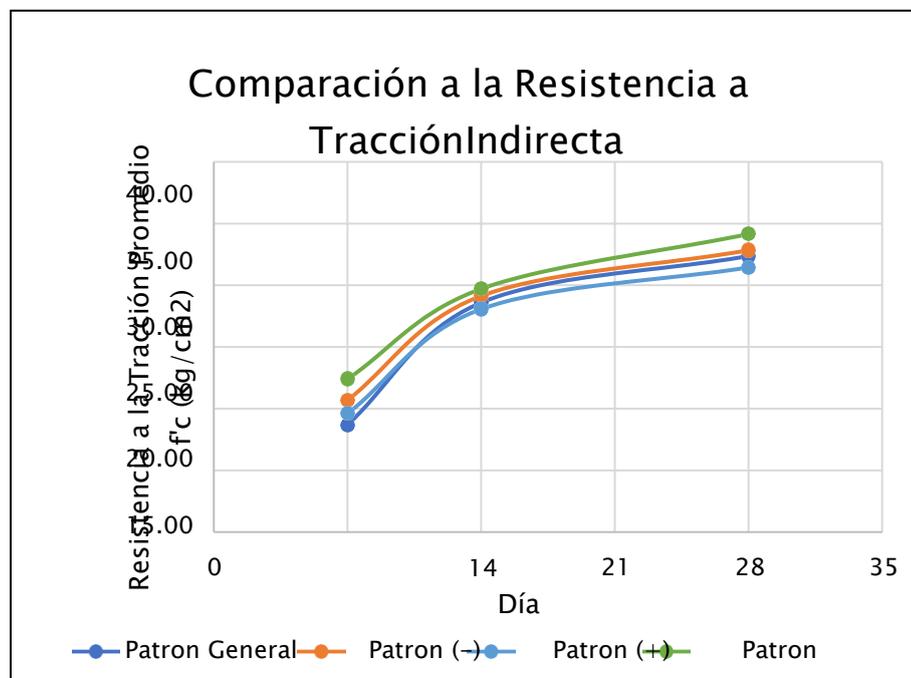
Código	Patrón	Edad	Carga Máxima (kN)	Resistencia de Diseño (kg/cm ²)	Resistencia de Concreto (kg/cm ²)
Y3-10	Patrón Promedio	7	68.68	210.00	22.47
Y3-11	Patrón Promedio	7	68.94	210.00	22.52
Y3-12	Patrón Promedio	7	68.15	210.00	22.22
Y3-13	Patrón Promedio	14	91.75	210.00	29.72
Y3-14	Patrón Promedio	14	91.96	210.00	29.74
Y3-15	Patrón Promedio	14	91.99	210.00	29.66
Y3-16	Patrón Promedio	28	105.45	210.00	34.12
Y3-17	Patrón Promedio	28	108.26	210.00	34.90
Y3-18	Patrón Promedio	28	103.74	210.00	33.43

Fuente: Elaboración Propia.

En la tabla 30 se observa que los resultados de la resistencia a la tracción del concreto con 15% de CR tras 28 días es mayor a los otros patrones y mayor al concreto estándar. Llegando a una resistencia máxima en la probeta Y3-17 con 34.90 kg/cm².

La figura siguiente muestra una comparación de los cuatro diseños compuestos (general, (-), (+) y promedio) en términos de la resistencia a la tracción del concreto promedio alcanzada después de 28 días.

Gráfico N° 15: Comparación de la resistencia a la tracción.



Fuente: Elaboración Propia.

Observamos en la figura que la mayor resistencia a la tracción es del patron promedio, eso quiere decir que al aumentar un 15% de CR la resistencia en tracción es buen material para el concreto.

4.2.7. Resistencia a la Flexión del Concreto

Según NTP 339.079 y ASTM C-78, este método de prueba midió la resistencia a la flexión del concreto convencional y del concreto con CR. Los

resultados obtenidos se presentan en las siguientes tablas:

TABLA N° 31: Resistencia a la Flexión de Probetas Prismáticas de Concreto Estándar

Código	Patrón	Edad	Carga Máxima (kN)	Resistencia de Diseño (kg/cm ²)	MR (kg/cm ²)
Y-19	Patrón General	7	21.21	210.00	28.84
Y-20	Patrón General	7	21.45	210.00	29.16
Y-21	Patrón General	7	21.36	210.00	29.04
Y-22	Patrón General	14	28.94	210.00	39.35
Y-23	Patrón General	14	29.01	210.00	39.44
Y-24	Patrón General	14	28.99	210.00	39.41
Y-25	Patrón General	28	32.15	210.00	43.71
Y-26	Patrón General	28	31.96	210.00	43.45
Y-27	Patrón General	28	32.34	210.00	43.97

Fuente: Elaboración Propia.

En la tabla anterior se observó que la resistencia a la flexión promedio de las vigas de concreto convencional alcanzó un módulo de ruptura máximo de 43.71 kg/cm² después de 28 días. La tabla 31 muestra un módulo de ruptura promedio inicial de 29.01 kg/cm² y un comportamiento lineal de la resistencia a lo largo del tiempo sin anomalías.

TABLA N° 32: Resistencia a la Flexión de Probetas Prismáticas de Concreto con 10% de CR

Código	Patrón	Edad	Carga Máxima (kN)	Resistencia de Diseño (kg/cm ²)	MR (kg/cm ²)
Y1-19	Patrón (-)	7	22.86	210.00	31.08
Y1-20	Patrón (-)	7	22.72	210.00	30.89
Y1-21	Patrón (-)	7	22.97	210.00	31.23
Y1-22	Patrón (-)	14	30.02	210.00	40.82
Y1-23	Patrón (-)	14	30.14	210.00	40.98
Y1-24	Patrón (-)	14	30.24	210.00	41.11
Y1-25	Patrón (-)	28	33.12	210.00	45.03
Y1-26	Patrón (-)	28	33.36	210.00	45.36
Y1-27	Patrón (-)	28	33.54	210.00	45.60

Fuente: Elaboración Propia.

Podemos notar que la resistencia a la flexión del patrón (-) después de 28 días de curado es superior a la del concreto estándar. Esto se da por el incremento del 10% del CR lo que lo hace más resistente y no olvidar los materiales como es el cemento.

TABLA N° 33: Resistencia a la Flexión de Probetas Prismáticas de Concreto con 20% de CR

Código	Patrón	Edad	Carga Máxima (kN)	Resistencia de Diseño (kg/cm ²)	MR (kg/cm ²)
Y2-19	Patrón (+)	7	20.18	210.00	27.44
Y2-20	Patrón (+)	7	19.95	210.00	27.12
Y2-21	Patrón (+)	7	20.01	210.00	27.21
Y2-22	Patrón (+)	14	27.94	210.00	37.99
Y2-23	Patrón (+)	14	27.52	210.00	37.42
Y2-24	Patrón (+)	14	27.75	210.00	37.73
Y2-25	Patrón (+)	28	30.60	210.00	41.60
Y2-26	Patrón (+)	28	30.75	210.00	41.81
Y2-27	Patrón (+)	28	30.96	210.00	42.09

Fuente: Elaboración Propia.

La resistencia a la tracción del concreto que contiene 20% de CR después de 28 días resultó tener una resistencia mayor de 41.81 kg/cm² en la probeta Y2 - 26. Además, se nota que la resistencia a la flexión de esta mezcla es menor a las demás, pero mayor levemente a la resistencia del diseño.

TABLA N° 34: Resistencia a la Flexión de Probetas Prismáticas de Concreto con 15% de CR

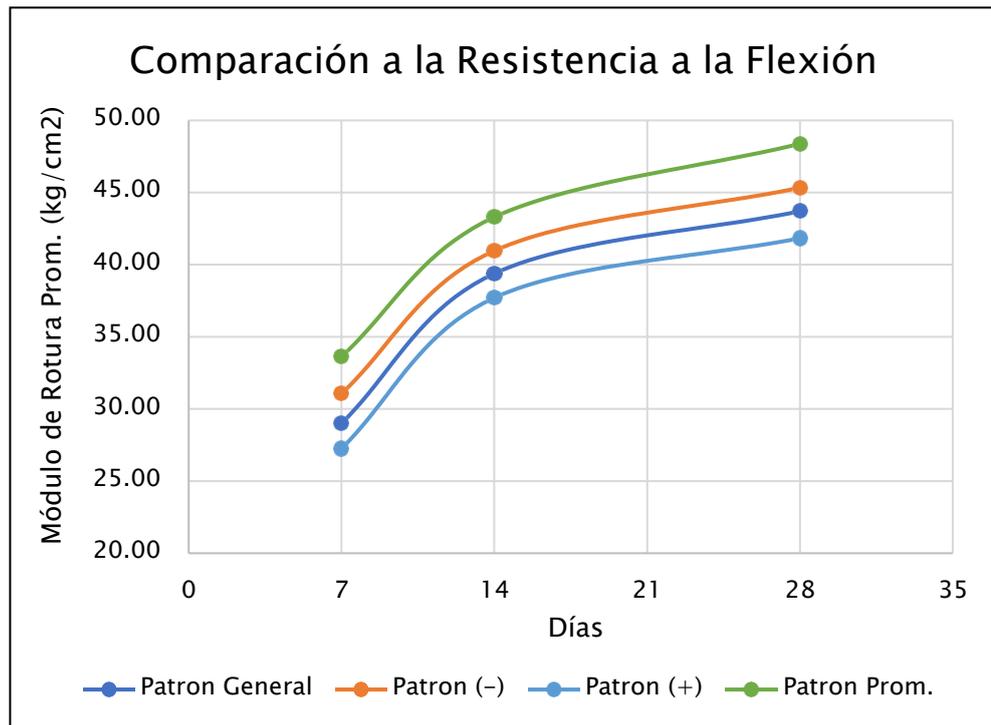
Código	Patrón	Edad	Carga Máxima (kN)	Resistencia de Diseño (kg/cm ²)	MR (kg/cm ²)
Y3-19	Patrón Promedio	7	24.76	210.00	33.66
Y3-20	Patrón Promedio	7	24.54	210.00	33.36
Y3-21	Patrón Promedio	7	24.94	210.00	33.91
Y3-22	Patrón Promedio	14	31.86	210.00	43.32
Y3-23	Patrón Promedio	14	31.99	210.00	43.49
Y3-24	Patrón Promedio	14	31.72	210.00	43.13
Y3-25	Patrón Promedio	28	35.63	210.00	48.44
Y3-26	Patrón Promedio	28	35.79	210.00	48.66
Y3-27	Patrón Promedio	28	35.34	210.00	48.05

Fuente: Elaboración Propia.

En la tabla 34 se evidencia que los resultados de la resistencia a flexión del concreto con un contenido de 15% de CR después de 28 días son superiores a los de otros patrones y al concreto estándar. Se alcanza una resistencia máxima en la probeta Y3-26 con 48.66 kg/cm².

La figura 16 muestra una comparación de los cuatro diseños compuestos (general, (-), (+) y promedio) en términos de la resistencia a la flexión del concreto promedio alcanzada después de 28 días de curado.

Gráfico N° 16: Comparación de la resistencia a la flexión



Fuente: Elaboración Propia

Después de revisar los resultados, se determinó que el diseño de mezcla óptimo es el patrón promedio que incluye un 15% de caucho reciclado por agregado fino. Además, superó al concreto estándar, se observa un aumento significativo en la resistencia del concreto al agregar caucho reciclado.

4.3. Prueba de hipótesis

4.3.1. Aplicación de la Prueba de Normalidad

- Prueba de Normalidad para la Resistencia a la Compresión

TABLA N° 35: Prueba de Normalidad para la Resistencia a la Compresión

	Prueba de Normalidad					
	Kolmogorov – Smirnov			Shapiro – Wilk		
	Estadístico	gl	Sig.	Estadístico	gl	Sig.
Patron General	0.238	3	.	0.976	3	0.702
Patron (-)	0.200	3	.	0.995	3	0.862
Patron (+)	0.227	3	.	0.983	3	0.747
Patron Promedio	0.227	3	.	0.983	3	0.747

Fuente: Elaboración Propia.

Dado que los p – valores sig de los valores estándares y experimentales son mayores que ≥ 0.05 , aceptamos la hipótesis nula. Esto quiere decir que la variable a esta resistencia tiene un grupo de distribución normal.

- **Prueba de Normalidad para la Resistencia a la Tracción**

TABLA N° 36: Prueba de Normalidad para la Resistencia a la Tracción

	Prueba de Normalidad					
	Kolmogorov – Smirnov			Shapiro – Wilk		
	Estadístico	gl	Sig.	Estadístico	gl	Sig.
Patron General	0.184	3	.	0.999	30.927	
Patron (-)	0.212	3	.	0.990	30.812	
Patron (+)	0.253	3	.	0.964	30.637	
Patron Promedio	0.183	3	.	0.999	30.933	

Fuente: Elaboración Propia.

Dado que los p – valores sig de los valores estándares y experimentales son mayores que ≥ 0.05 , aceptamos la hipótesis nula. Esto quiere decir que la variable a esta resistencia tiene un grupo de distribución normal.

- **Prueba de Normalidad para la Resistencia a la Flexión**

TABLA N° 37: Prueba de Normalidad para la Resistencia a la Flexión

Prueba de Normalidad						
	Kolmogorov – Smirnov			Shapiro – Wilk		
	Estadístico	gl	Sig.	Estadístico	gl	Sig.
Patron General	0.175	3	.	1.000	3	1.000
Patron (-)	0.208	3	.	0.992	3	0.826
Patron (+)	0.204	3	.	0.993	3	0.843
Patron Promedio	0.239	3	.	0.975	3	0.695

Fuente: Elaboración Propia.

Dado que los valores de los p – valores para los datos naturales y experimentales son mayores que 0.05, se acepta la hipótesis nula. Por lo tanto, se concluye que la variable de resistencia a la flexión en todos los grupos sigue una distribución normal.

4.3.2. Correlación de Pearson

TABLA N° 38: Correlación de Pearson

		Compresión	Tracción	Flexión
Compresión	Correlación de Pearson	1	0.626*	0.633*
	Sig. (bilateral)		0.030	0.027
	N	12	12	12
Tracción	Correlación de Pearson	0.626*	1	0.948*
	Sig. (bilateral)	0.030		< 0.001
	N	12	12	12
Flexión	Correlación de Pearson	0.633*	0.948*	1
	Sig. (bilateral)	0.027	< 0.001	
	N	12	12	12

Fuente: Elaboración Propia.

Observamos que la correlación es significativa ya que el nivel de significancia bilateral es mayor de 0.05.

4.3.3. Prueba de ANOVA

Se realiza la comprobación con la prueba de Levene, y se realiza el criterio para determinar la homogeneidad de las varianzas.

Si p-valor de la prueba $< \alpha=0.05$ entonces se rechaza la hipótesis nula

Ho.Si p-valor de la prueba $\geq \alpha=0.05$ entonces se acepta la hipótesis nula Ho.

- **Prueba de ANOVA para cada Resistencia**

TABLA N° 39: Prueba de ANOVA para cada Resistencia

		Suma de cuadrados	gl	Media cuadrática	F	Sig.
Compresión	Entre grupos	188.623	3	62.874	91.676	< .001
	Dentro de grupos	5.487	8	0.686		
	Total	194.109	11			
Tracción	Entre grupos	11.449	3	3.816	22.186	< .001
	Dentro de grupos	1.376	8	0.172		
	Total	12.825	11			
Flexión	Entre grupos	69.329	3	23.110	302.712	< .001
	Dentro de grupos	0.611	8	0.076		
	Total	69.939	11			

Fuente: Elaboración Propia.

Dado que 0.001 es menor que 0.05, se rechaza la hipótesis nula y se acepta la hipótesis de los investigadores con un nivel de significación del 95%. Esto indica que la adición del caucho reciclado aumenta significativamente la resistencia a la compresión, tracción y flexión de la mezcla de concreto estándar.

TABLA N° 40: Prueba Post Hoc – Comparación múltiples

Comparaciones múltiples							
HSD Tukey							
Variable dependiente	(I) Patrones	(J) Patrones	Diferencia de medias (I-J)	Error estándar	Sig.	Intervalo de confianza al 95%	
						Límite inferior	Límite superior
Compresión	Patron General	Patron (-)	3,26667*	,67618	,006	1,1013	5,4320
		Patron (+)	10,20000*	,67618	<.001	8,0346	12,3654
		Patron Promedio	1,10000	,67618	,417	-1,0654	3,2654
	Patron (-)	Patron General	-3,26667*	,67618	,006	-5,4320	-1,1013
		Patron (+)	6,93333*	,67618	<.001	4,7680	9,0987
		Patron Promedio	-2,16667*	,67618	,050	-4,3320	-,0013
	Patron (+)	Patron General	-10,20000*	,67618	<.001	-12,3654	-8,0346
		Patron (-)	-6,93333*	,67618	<.001	-9,0987	-4,7680
		Patron Promedio	-9,10000*	,67618	<.001	-11,2654	-6,9346
	Patron Promedio	Patron General	-1,10000	,67618	,417	-3,2654	1,0654
		Patron (-)	2,16667*	,67618	,050	,0013	4,3320
		Patron (+)	9,10000*	,67618	<.001	6,9346	11,2654
Tracción	Patron General	Patron (-)	-,47333	,33864	,534	-1,5578	,6111
		Patron (+)	,91333	,33864	,102	-,1711	1,9978
		Patron Promedio	-1,79333*	,33864	,003	-2,8778	-,7089
	Patron (-)	Patron General	,47333	,33864	,534	-,6111	1,5578
		Patron (+)	1,38667*	,33864	,015	,3022	2,4711
		Patron Promedio	-1,32000*	,33864	,019	-2,4044	-,2356
	Patron (+)	Patron General	-,91333	,33864	,102	-1,9978	,1711
		Patron (-)	-1,38667*	,33864	,015	-2,4711	-,3022
		Patron Promedio	-2,70667*	,33864	<.001	-3,7911	-1,6222
	Patron Promedio	Patron General	1,79333*	,33864	,003	,7089	2,8778
		Patron (-)	1,32000*	,33864	,019	,2356	2,4044
		Patron (+)	2,70667*	,33864	<.001	1,6222	3,7911
Flexión	Patron General	Patron (-)	-1,62000*	,22560	<.001	-2,3424	-,8976
		Patron (+)	1,87667*	,22560	<.001	1,1542	2,5991
		Patron Promedio	-4,67333*	,22560	<.001	-5,3958	-3,9509
	Patron (-)	Patron General	1,62000*	,22560	<.001	,8976	2,3424
		Patron (+)	3,49667*	,22560	<.001	2,7742	4,2191
		Patron Promedio	-3,05333*	,22560	<.001	-3,7758	-2,3309
	Patron (+)	Patron General	-1,87667*	,22560	<.001	-2,5991	-1,1542
		Patron (-)	-3,49667*	,22560	<.001	-4,2191	-2,7742
		Patron Promedio	-6,55000*	,22560	<.001	-7,2724	-5,8276
	Patron Promedio	Patron General	4,67333*	,22560	<.001	3,9509	5,3958
		Patron (-)	3,05333*	,22560	<.001	2,3309	3,7758
		Patron (+)	6,55000*	,22560	<.001	5,8276	7,2724

Fuente: Elaboración Propia.

4.4. Discusión de resultados

Los investigadores (E. Leonardo & M. Farfán, 2018) en la revista “Caucho reciclado en la resistencia a la compresión y flexión de concreto modificado con aditivo plastificante”, muestran que el porcentaje más óptimo de caucho reciclado para alcanzar la resistencia máxima a la compresión del concreto (218.452

kg/cm²) es del 5%, a los 28 días en mi investigación el porcentaje óptimo de caucho reciclado utilizado fue de 15% llegando a una resistencia máxima de 219.20 kg/cm², se observa una pequeña diferencia con respecto a lo hallado por los investigadores, la cual esto se debe por el material usado como es el cemento y agregados. Además, con respecto a la resistencia a la flexión dichos investigadores mostraron que el porcentaje óptimo de caucho reciclado para una resistencia máxima a la flexión de concreto (81.861 kg/cm²) fue de 10%, pero para esta investigación el porcentaje óptimo fue la del 10% alcanzando una resistencia máxima de 48.66 kg/cm², esto también se debe a el tipo de material que se usó para las probetas de concreto.

Los investigadores (Quispe Justo & Huamantupa Mar, 2022) en su artículo “Influencia de la incorporación de caucho reciclado en el concreto estructural y su respuesta sísmica hipotética, Juliaca 2021”, menciona que la incorporación de caucho, tanto fino como granulado, a 4% aumentó la resistencia a la compresión en un 3.76% (276 kgf/cm²) y un 4.14% (277 kgf/cm²) en comparación con el concreto estándar (266 kgf/cm²), siendo este el porcentaje más óptimo. Sin embargo, al aumentar la incorporación de caucho al 6%, la resistencia a la compresión disminuyó a 262 kgf/cm² y 269 kgf/cm², respectivamente, indicando que una mayor cantidad de caucho reduce la resistencia a la compresión. Para mi investigación al aumentar el 10%, 15% y 20% de caucho reciclado la resistencia a compresión baja en un 1.49% (216.43 kg/cm²), 0.51% (218.58 kg/cm²) y 4.64% (209.50kg/cm²) en comparación con el concreto estándar (219.70 kg/cm²). Con respecto a la resistencia a la tracción indirecta diametral del concreto con la

incorporación de caucho al 4%, tanto fino como granulado, aumentó en un 8.98% (28.50 kgf/cm²) y 16.05% (30.35 kgf/cm²) en comparación con el concreto estándar (26.15 kgf/cm²). Esto indica que los especímenes con caucho tienen una alta capacidad para absorber energía plástica, lo que permite que el caucho soporte grandes deformaciones antes de fallar. En esta investigación al aumentar el 15% de caucho reciclado por agregado fino la resistencia a la tracción aumenta en un 5.54% (34.15 kg/cm²) con respecto al concreto estándar (32.36 kg/cm²).

Según la tesista (Cabanillas Huachua, 2017) en su tesis "Comportamiento físico mecánico del concreto hidráulico adicionado con caucho reciclado", menciona que la sustitución del 10%, 15% y 20% del agregado fino por partículas de caucho reciclado afecta negativamente la resistencia mecánica del concreto, pero en esta investigación el reemplazo del agregado fino por el 10%, 15% y 20% de caucho reciclado en el concreto afecta positivamente la resistencia mecánica (compresión, tracción y flexión), teniendo así el porcentaje óptimo de el 15% de caucho reciclado; esto se debe también al material usado como es el cemento y los agregados finos y gruesos.

CONCLUSIONES

- Se encontró que los agregados de la cantera de Sacrafamilia en su mayoría cumplen con los requisitos necesarios para su uso en esta investigación según las Normas Técnicas Peruanas (NTP) y las normas internacionales (ASTM), determinando estos agregados la composición de la mezcla para muestras de concreto y vigas de concreto.
- Se logró determinar que el caucho reciclado afecta positivamente en las resistencias mecánicas del concreto como son los ensayos de compresión, tracción indirecta y flexión realizados en el laboratorio.
- El diseño de mezcla se realizó de acuerdo al método del comité ACI con una resistencia de diseño de 210 kg/cm² utilizando cemento Portland y agregados de la cantera Sacrafamilia. Por otro parte, se fabricaron cuatro combinaciones de mezcla con diferentes proporciones reemplazando al agregado fino por caucho reciclado (a 00%, 10%, 15% y 20%) para tener la relación de reemplazo óptima a través de pruebas de hormigones endurecidos.
- La mezcla del concreto óptimo fue el de 15% de CR ya que mostraron mejores resultados de resistencia a la tracción y flexión promedio en comparación con el concreto estándar. Con respecto a la resistencia a la compresión se concluye que no es tan buena para resistir cargas de aplastamiento.

RECOMENDACIONES

- En primer lugar, se sugiere realizar una cuidadosa selección de los materiales de construcción para asegurar el desarrollo adecuado de la tesis. Es esencial que materiales como el cemento, los agregados estándares y el agua, así como el caucho reciclado, cumplan con estándares de calidad mínimos. La elección debe basarse en las necesidades del proyecto y en la interacción entre los componentes, siguiendo el método de diseño ACI 211 para evitar desviaciones o problemas. Se destaca que los agregados deben ser de material puro y libres de impurezas minerales.
- En segundo lugar, al utilizar el caucho reciclado como reemplazo del agregado fino, se debe tener en cuenta que las propiedades de los elementos varían según el origen de estos materiales. Dado que son productos manufacturados, la variabilidad es considerable, incluso dentro de un mismo diseño. Durante la investigación, se ha comprendido la importancia del origen de los materiales, ya que influye en las propiedades finales del producto.
- Se recomienda clasificar con precisión cada material y preparar adecuadamente la maquinaria y el equipo, como carretillas humedecidas y mezcladoras, para asegurarla correcta disposición de los materiales durante la preparación de las mezclas.
- Durante la fabricación de probetas y vigas, es fundamental seguir las normas establecidas en cuanto al número de golpes y compactaciones necesarias para evitar la segregación del agregado grueso. Posteriormente, las probetas deben ser curadas al día siguiente de la preparación de la estructura para evitar que el calor

de hidratación del hormigón afecte la cantidad de agua absorbida por la estructura, lo que podría influir en las propiedades finales esperadas.

- Por último, se sugiere continuar la investigación en este tema, ya que, aunque se ha observado un impacto positivo del 15% de caucho reciclado en el concreto experimental, sería ideal minimizar el uso del agregado fino sin comprometer las propiedades mecánicas del concreto, contribuyendo así a la sostenibilidad ambiental de la sociedad en Pasco en 2024.

REFERENCIAS BIBLIOGRÁFICAS

- Agua para la construcción—Usos del agua | Aceros Arequipa. (2024).
<https://www.acerosarequipa.com/manuales/manual-del-maestro-constructor/el-agua>.
- Asenjo Bustamante, J. S. (2023). Caracterización de las propiedades físico—Mecánicas del concreto incorporando caucho desmenuzado. Pimentel – Perú.
- ASTM C642. (s. f.). ASTM C 642. Método de prueba estándar para Densidad, Absorción y Vacíos en endurecido Concrete¹.
- Barzola Castillo, D. A. (2023). Caucho reciclado en comportamiento mecánico de la mezcla asfáltica en el Distrito de Yanahuanca Provincia de Daniel Alcides Carrión—2022. Cerro de Pasco – Perú.
- Cabanillas Huachua, E. R. (2017). Comportamiento físico mecánico del concreto hidráulico adicionado con caucho reciclado. Cajamarca – Perú.
- Calidad y propiedades del concreto en estado endurecido. (2024).
<https://alio.com.co/calidad-y-propiedades-del-concreto/>.
- Carrasco Díaz, S. (2008). Metodología de la investigación científica: Pautas metodológicas para diseñar y elaborar el proyecto de investigación – Biblioteca.
<https://fcctp.usmp.edu.pe/biblioteca/2023/03/30/metodologia-de-la-investigacion-cientifica-pautas-metodologicas-para-disenar-y-elaborar-el-proyecto-de-investigacion/>.
- Castro Márquez, F. (2016). Técnicas e Instrumentos de Recolección de Datos

- Saber Metodología.

<https://sabermetodologia.wordpress.com/2016/02/15/tecnicas-e-instrumentos-de-recoleccion-de-datos/>.

Diseños de Investigación. (s. f.). ¿Qué es un diseño de investigación? Definición, tipos, métodos y ejemplos. <https://ideascale.com/es/blogs/que-es-el-diseno-de-la-investigacion/>.

E. Leonardo, & M. Farfán. (2018). Caucho reciclado en la resistencia a la compresión y flexión de concreto modificado con aditivo plastificante. *Revista Ingeniería de Construcción*, 33.

El método científico. (s. f.). El método científico | Argentina.gob.ar. <https://www.argentina.gob.ar/noticias/el-metodo-cientifico>.

Fernández Rivasplata, M. R., & Huaman Tanta, F. (2022). Evaluación de las propiedades físicas, mecánicas y resistencia del concreto $f'c = 210 \text{ kg/cm}^2$ adicionando fibra de caucho reciclado, Chepen—2022. Lima - Perú.

Hernández Sampieri, R., Fernández - Collado, C., & Baptista Lucio, P. (2006). *Metodología de la Investigación (Cuarta Edición)*. McGraw-Hill Interamericana.

Instituto de Investigación Científica Mundo ININCIM. (2023). Cómo Redactar la Discusión de Resultados en una Tesis. <https://es.linkedin.com/pulse/c%C3%B3mo-redactar-la-discusi%C3%B3n-de-resultados-en-una-tesis-inincim>.

Introducción a la Investigación. (s. f.). *Introducción a la Investigación: Guía interactiva*.

<https://www.uv.mx/apps/bdh/investigacion/unidad1/investigacion-tipos.html>.

Ministerio de Transportes y Comunicaciones. (2014). MANUAL DE CARRETERAS: Suelo geología, geotecnia y pavimentos. Perú.

NTP 339.034. (2015). NTP 339.034. CONCRETO. Método de ensayo normalizado para la determinación de la resistencia a la compresión del concreto en muestras cilíndricas. Lima – Perú.

NTP 339.035. (2009). NTP 339.035. HORMIGÓN (CONCRETO). Método de ensayo para la medición del asentamiento del concreto de cemento Portland. Lima – Perú.

NTP 339.185. (2002). NTP 339.185 AGREGADOS, Método de ensayo normalizado para contenido de humedad total evaporable de agregados por secado. Lima – Perú.

NTP 400.012. (2001). NTP 400.012. AGREGADOS. Análisis granulométrico del agregado fino, grueso y global. Lima – Perú.

NTP 400.017. (2021). NTP 400.017. AGREGADOS. Métodos de ensayo para determinar el peso unitario del agregado. Lima – Perú.

NTP 400.022. (2013). NTP. 400.022 AGREGADOS. Método de ensayo normalizado para la densidad, la densidad relativa (peso específico) y absorción del agregado fino. Lima – Perú.

Orellana López, D. M., & Sánchez Gómez, M. C. (2006). Técnicas de recolección de datos en entornos virtuales más usadas en la investigación cualitativa. Murcia – España.

Peñaloza Garzón, C. R. (2015). Comportamiento mecánico de una mezcla para concreto reciclado usando neumáticos triturados como reemplazo del 10% y

30% del volumen del agregado fino para un concreto con fines de uso estructural. Bogotá – Colombia.

Quispe Justo, J. V., & Huamantupa Mar, Y. (2022). Influencia de la incorporación de caucho reciclado en el concreto estructural y su respuesta sísmica hipotética, Juliaca 2021. Campus, 27.

Resistencia a la tracción de división de una muestra de hormigón cilíndrico. (2024). <https://theconstructor.org/concrete/splitting-tensile-strength-test-cylindrical-concrete-specimen/2116/>.

Rivva Lopez, E. (1992). Diseño de Mezclas. Lima – Perú.

Torres Ospina, H. A. (2014). Valoración de propiedades mecánicas y durabilidad de concreto adicionado con residuos de llantas de caucho. Bogotá – Colombia.

Turizo Arenas. (2016). El Caucho en la Química. <http://elcauchoenlaq.blogspot.com/>.

Yachas Tena, D. E. (2023). Fibras de caucho de neumáticos reciclados en el comportamiento del concreto estructural para la utilización en las obras civiles de la provincia de Pasco—2023. Cerro de Pasco – Perú.

ANEXOS

INSTRUMENTOS DE RECOLECCIÓN DE DATOS



CARACTERIZACION

REFERENCIA : Laboratorio de mecanica de suelos, concreto y pavimentos
SOLICITANTE : Estefany Luisa, YUPANQUI CONDEZO
: Evaluación de las propiedades físico – mecánicas del concreto $f'c = 210 \text{ kg/cm}^2$ incorporando
caucho reciclado, en la región de Pasco 2024
TESIS
ASUNTO : Diseño de mezcla $f'c = 210 \text{ Kg/cm}^2$ UBICACIÓN
UBICACIÓN : Pasco
FECHA : 08/01/2024

1.0 DE LOS MATERIALES

1.1 Cemento:

Se utilizo cemento ANDINO portland Tipo I, proporcionado por el estudiante.

1.2 Agregado Fino:

Consistente en una muestra de ARENA GRUESA procedente de la cantera SACRAFAMILIA.

1.3 Agregado Grueso:

Consistente en una muestra de ARENA GRUESA procedente de la cantera SACRAFAMILIA.

1.4 Docificacion de mezca de concreto:

Se utilizo el metodo ACI.

1.5 Agua:

Se utilizo agua potable de la red UNDAC.

NOTAS:

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





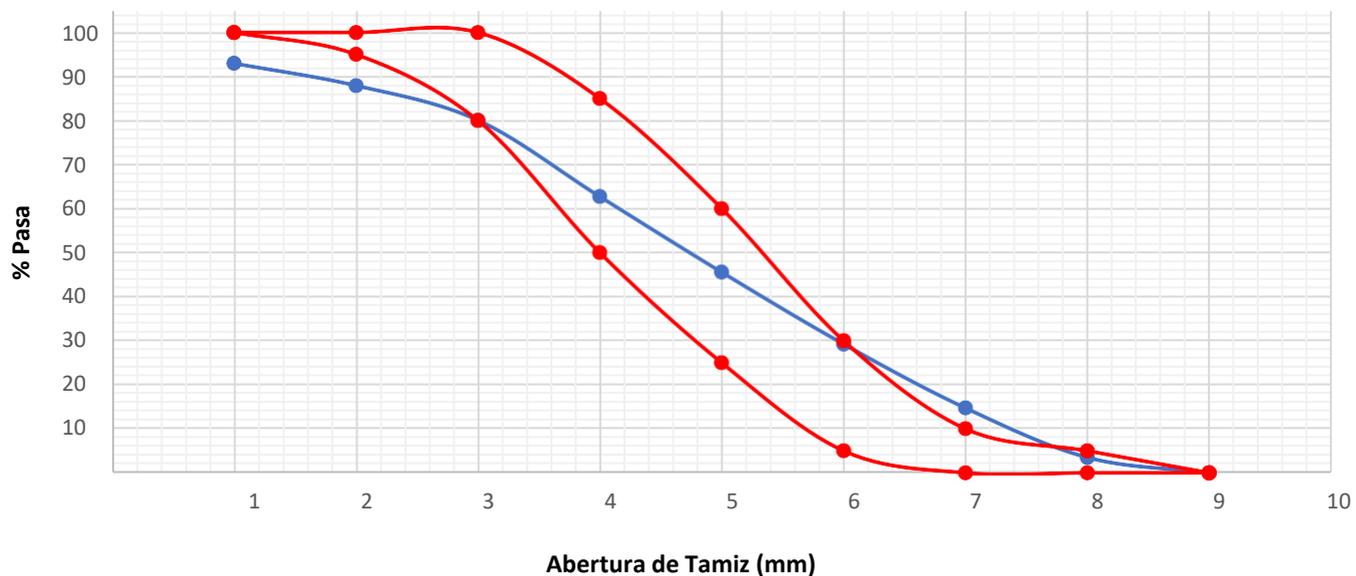
ANALISIS GRANULOMETRICO POR TAMIZADO
NORMA DE ENSAYO NTP 400.012

REFERENCIA : Laboratorio de mecanica de suelos, concreto y pavimentos
SOLICITANTES : Estefany Luisa, YUPANQUI CONDEZO
TESIS : Evaluación de las propiedades físico – mecánicas del concreto $f'c = 210 \text{ kg/cm}^2$ incorporando caucho reciclado, en la región de Pasco 2024
ASUNTO : Diseño de mezcla $f'c = 210 \text{ Kg/cm}^2$
MATERIAL : Agregado fino
UBICACIÓN : Pasco
FECHA : 08/01/2024

RESULTADOS DEL ENSAYO

Tamiz Estandar	Abert.(mm)	Peso Reten.(gr)	% Reten.Parcial	% Reten.Acum.	% QuePasa	Limites (NTP 400.037)		
						Minimo	Maximo	
3/8"	9.500	35.10	7.04	7.04	92.96	100.00	100.00	
N° 4	4.750	25.10	5.03	12.07	87.93	95.00	100.00	
N° 8	2.360	39.20	7.86	19.94	80.06	80.00	100.00	
N° 16	1.180	86.50	17.35	37.28	62.72	50.00	85.00	
N° 30	0.600	85.60	17.17	54.45	45.55	25.00	60.00	
N° 50	0.300	81.30	16.31	70.76	29.24	5.00	30.00	
N° 100	0.150	72.40	14.52	85.28	14.72	-	10.00	
N° 200	0.075	56.00	11.23	96.51	3.49	-	5.00	
FONDO	-	17.40	3.49	100.00	-	-	-	
		498.600	100.000					
TAMAÑO MAXIMO NOMINAL:							3/8"	
MODULO DE FINURA:							2.87	

Curva Granulométrica de Agregado Fino



NOTAS:

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



UNIVERSIDAD NACIONAL DANIEL ALCIDES CARRION
FACULTAD DE INGENIERIA
ESCUELA DE FORMACIÓN PROFESIONAL DE INGENIERÍA CIVIL
LABORATORIO DE MECANICA DE SUELOS, CONCRETO Y PAVIMENTOS



CONTENIDO DE HUMEDAD
NORMA DE ENSAYO NTP 339.185

REFERENCIA : Laboratorio de mecanica de suelos, concreto y pavimentos
SOLICITANTE : Estefany Luisa, YUPANQUI CONDEZO
TESIS : Evaluación de las propiedades físico – mecánicas del concreto $f'c = 210 \text{ kg/cm}^2$ incorporando caucho reciclado, en la región de Pasco 2024
ASUNTO : Diseño de mezcla $f'c = 210 \text{ Kg/cm}^2$
MATERIAL : Agregado fino
UBICACIÓN : Pasco
FECHA : 08/01/2024

RESULTADOS DEL ENSAYO

DESCRIPCION	UND	MUESTRA 1	MUESTRA 2	MUESTRA 3	PROMEDIO
Peso del recipiente	gr	233.10	210.10	208.20	217.13
Peso del recipiente + muestra humeda	gr	1,733.10	1,710.10	1,708.20	1,717.13
Peso del recipiente + muestra seca	gr	1,640.90	1,612.10	1,610.80	1,621.27
Peso muestra humeda	gr	1,500.00	1,500.00	1,500.00	1,500.00
Peso muestra seca	gr	1,407.80	1,402.00	1,402.60	1,404.13
Peso de agua	gr	92.20	98.00	97.40	95.87
Contenido de humedad	%	6.55%	6.99%	6.94%	6.83%

Observaciones:

- 1). La muestra del material fue proporcionada por el solicitante.
- 2). La identificación y procedencia del material es información proporcionada por el solicitante.

NOTAS:

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

UNDAC

La calidad es nuestro compromiso



AV. Los Proceres N° 703, Pasco.



(063) 422197



rectorado@undac.edu.pe



undac.edu.pe



UNIVERSIDAD NACIONAL DANIEL ALCIDES CARRION
FACULTAD DE INGENIERIA
ESCUELA DE FORMACIÓN PROFESIONAL DE INGENIERÍA CIVIL
LABORATORIO DE MECANICA DE SUELOS, CONCRETO Y PAVIMENTOS



PESO UNITARIO SUELTO Y COMPACTADO
NORMA DE ENSAYO NTP 400.017

REFERENCIA : Laboratorio de mecánica de suelos, concreto y pavimentos
SOLICITANTE : Estefany Luisa, YUPANQUI CONDEZO
TESIS : Evaluación de las propiedades físico – mecánicas del concreto $f'c = 210 \text{ kg/cm}^2$ incorporando caucho reciclado, en la región de Pasco 2024
ASUNTO : Diseño de mezcla $f'c = 210 \text{ Kg/cm}^2$
MATERIAL : Agregado fino
UBICACIÓN : Pasco
FECHA : 08/01/2024

RESULTADOS DEL ENSAYO

DESCRIPCION	UND	MUESTRA 1	MUESTRA 2	MUESTRA 3	PROMEDIO
Peso del recipiente + muestra suelta	kg	18.050	18.180	18.290	18.173
Peso del recipiente + muestra apisonada	kg	19.270	21.050	20.550	20.290
Peso del recipiente	kg	6.128	6.128	6.128	6.128
Peso de muestra en estado suelto	kg	11.922	12.052	12.162	12.045
Peso de muestra en estado compactado	kg	13.142	14.922	14.422	14.162
volumen del recipiente	m ³	0.009	0.009	0.009	0.009
Peso unitario suelto	kg/m³	1,325	1,339	1,351	1,338
Peso unitario compactado	kg/m³	1,460	1,658	1,602	1,574

Observaciones:

- 1). La muestra del material fue proporcionada por el solicitante.
- 2). La identificación y procedencia del material es información proporcionada por el solicitante.

NOTAS:

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

UNDAC

La calidad es nuestro compromiso



AV. Los Proceres N° 703, Pasco.



(063) 422197



rectorado@undac.edu.pe



undac.edu.pe



PESO ESPECIFICO Y ABSORCION
NORMA DE ENSAYO NTP 400.022

REFERENCIA : Laboratorio de mecanica de suelos, concreto y pavimentos
SOLICITANTE : Estefany Luisa, YUPANQUI CONDEZO
TESIS : Evaluación de las propiedades físico – mecánicas del concreto $f'c = 210 \text{ kg/cm}^2$ incorporando caucho reciclado, en la región de Pasco 2024
ASUNTO : Diseño de mezcla $f'c = 210 \text{ Kg/cm}^2$
MATERIAL : Agregado fino
UBICACIÓN : Pasco
FECHA : 08/01/2024

RESULTADOS DEL ENSAYO

DESCRIPCION	UND	MUESTRA 1	MUESTRA 2	MUESTRA 3	PROMEDIO
Peso de la muestra secada al horno	gr	489.10	488.90	487.20	488.40
Peso del pignometro lleno de agua	gr	695.10	695.10	695.10	695.10
Peso del pignometro lleno de muestra yagua	gr	995.20	996.80	994.90	995.63
Peso de la muestra superficialmenteseco (SSS)	gr	500.00	500.00	500.00	500.00
Peso específico aparente	gr/cm ³	2.45	2.47	2.43	2.45
Peso específico aparente (SSS)	gr/cm ³	2.45	2.47	2.43	2.45
Peso específico masa seca	gr/cm ³	2.59	2.61	2.60	2.60
Absorcion	%	2.23%	2.27%	2.63%	2.38%

Observaciones:

- 1). La muestra del material fue proporcionada por el solicitante.
- 2). La identificacion y procedencia del material es informacion proporcionada por el solicitante.

NOTAS:

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

UNDAC

La calidad es nuestro compromiso



AV. Los Proceres N° 703, Pasco.



(063) 422197



rectorado@undac.edu.pe



undac.edu.pe



CARACTERIZACION

REFERENCIA : Laboratorio de mecanica de suelos, concreto y pavimentos
SOLICITANTE : Estefany Luisa, YUPANQUI CONDEZO
TESIS : Evaluación de las propiedades físico – mecánicas del concreto $f'c = 210 \text{ kg/cm}^2$ incorporando caucho reciclado, en la región de Pasco 2024
ASUNTO : Diseño de mezcla $f'c = 210 \text{ Kg/cm}^2$
UBICACIÓN : Pasco
FECHA : 08/01/2024

1.0 DE LOS MATERIALES

1.1 Cemento:

Se utilizo cemento ANDINO portland Tipo I, proporcionado por el estudiante.

1.2 Agregado Fino:

Consistente en una muestra de ARENA GRUESA procedente de la cantera SACRAFAMILIA.

1.3 Agregado Grueso:

Consistente en una muestra de ARENA GRUESA procedente de la cantera SACRAFAMILIA.

1.4 Dosificación de mezcla de concreto:

Se utilizo el método ACI.

1.5 Agua:

Se utilizo agua potable de la red UNDAC.

NOTAS:

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





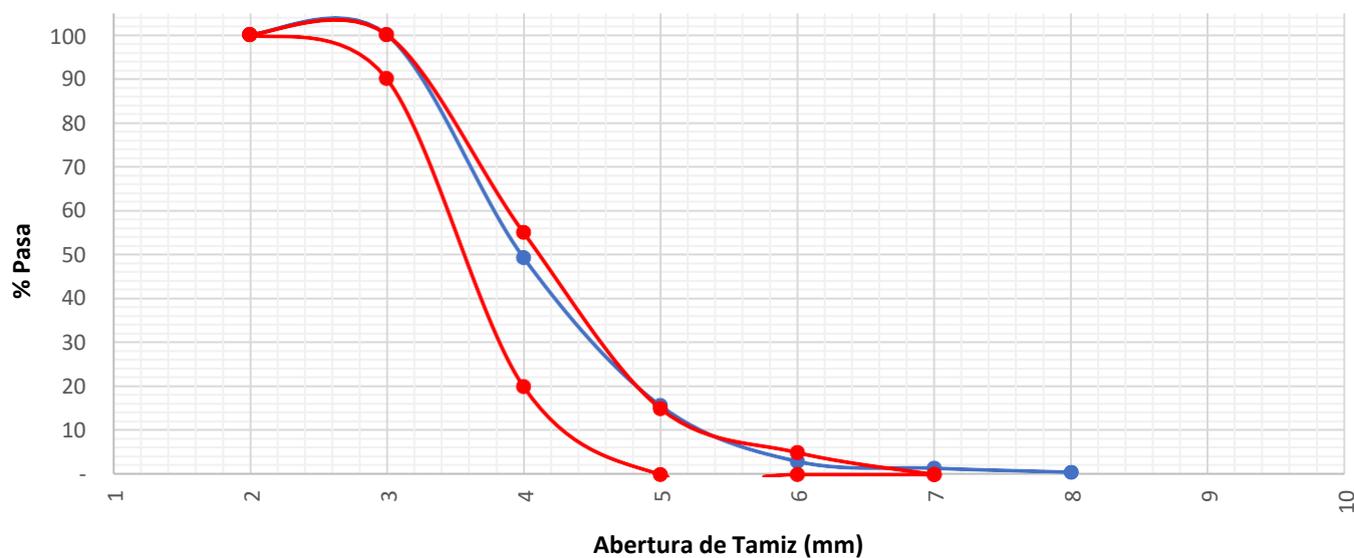
ANALISIS GRANULOMETRICO POR TAMIZADO
NORMA DE ENSAYO NTP 400.012

REFERENCIA : Laboratorio de mecánica de suelos, concreto y pavimentos
SOLICITANTE : Estefany Luisa, YUPANQUI CONDEZO
TESIS : Evaluación de las propiedades físico – mecánicas del concreto $f'c = 210 \text{ kg/cm}^2$ incorporando caucho reciclado, en la región de Pasco 2024
ASUNTO : Diseño de mezcla $f'c = 210 \text{ Kg/cm}^2$
MATERIAL : Agregado Grueso
UBICACIÓN : Pasco
FECHA : 08/01/24

RESULTADOS DEL ENSAYO

Tamiz Estandar	Abert. (mm)	Peso Reten. (gr)	% Reten. Parcial	% Reten. Acum.	% Que Pasa	Lmites (NTP 400.037)		
						Minimo	Maximo	
1 1/2"	37.500							
1"	25.000	-	-	-	100.0	100.00	100.00	
3/4"	19.000	-	-	-	100.0	90.00	100.00	
1/2"	12.500	506.2	50.7	50.7		49.3	20.00	
3/8"	9.500	336.1	33.7	84.3		15.7	-	
N° 4	4.750	126.5	12.7	97.0		3.0	-	
N° 8	2.360	15.5	1.6	98.6		1.4	-	
N° 16	1.180	9.2	0.9	99.5		0.5		
FONDO	-	5.2	0.5	100.0				
		998.700	100.000					
TAMAÑO MAXIMO NOMINAL:							1/2"	
MODULO DE FINURA:							6.81	

Curva Granulometrica de Agregado Grueso



NOTAS:

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

UNIVERSIDAD NACIONAL DANIEL ALCIDES CARRION
FACULTAD DE INGENIERIA
ESCUELA DE FORMACIÓN PROFESIONAL DE INGENIERÍA CIVIL
LABORATORIO DE MECANICA DE SUELOS, CONCRETO Y PAVIMENTOS

CONTENIDO DE HUMEDAD
NORMA DE ENSAYO NTP 339.185

REFERENCIA : Laboratorio de mecánica de suelos, concreto y pavimentos
SOLICITANTE : Estefany Luisa, YUPANQUI CONDEZO
TESIS : Evaluación de las propiedades físico – mecánicas del concreto $f'c = 210 \text{ kg/cm}^2$ incorporando caucho reciclado, en la región de Pasco 2024
ASUNTO : Diseño de mezcla $f'c = 210 \text{ Kg/cm}^2$
MATERIAL : Agregado Grueso
UBICACIÓN : Pasco
FECHA : 08/01/24

RESULTADOS DEL ENSAYO

DESCRIPCION	UND	MUESTRA 1	MUESTRA 2	MUESTRA 3	PROMEDIO
Peso del recipiente	gr	334.10	324.20	324.90	327.73
Peso del recipiente + muestra húmeda	gr	2,334.10	2,324.20	2,324.90	2,327.73
Peso del recipiente + muestra seca	gr	2,269.50	2,259.90	2,260.10	2,263.17
Peso muestra húmeda	gr	2,000.00	2,000.00	2,000.00	2,000.00
Peso muestra seca	gr	1,935.40	1,935.70	1,935.20	1,935.43
Peso de agua	gr	64.60	64.30	64.80	64.57
Contenido de humedad	%	3.34%	3.32%	3.35%	3.34%

Observaciones:

- 1). La muestra del material fue proporcionada por el solicitante.
- 2). La identificación y procedencia del material es información proporcionada por el solicitante.

NOTAS:

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

UNDAC

La calidad es nuestro compromiso



AV. Los Próceres N° 703, Pasco.



(063) 422197



rectorado@undac.edu.pe



undac.edu.pe



UNIVERSIDAD NACIONAL DANIEL ALCIDES CARRION
FACULTAD DE INGENIERIA
ESCUELA DE FORMACIÓN PROFESIONAL DE INGENIERÍA CIVIL
LABORATORIO DE MECANICA DE SUELOS, CONCRETO Y PAVIMENTOS



PESO UNITARIO SUELTO Y COMPACTADO
NORMA DE ENSAYO NTP 400.017

REFERENCIA : Laboratorio de mecanica de suelos, concreto y pavimentos
SOLICITANTE : Estefany Luisa, YUPANQUI CONDEZO
TESIS : Evaluación de las propiedades físico – mecánicas del concreto $f'c = 210 \text{ kg/cm}^2$ incorporando caucho reciclado, en la región de Pasco 2024
ASUNTO : Diseño de mezcla $f'c = 210 \text{ Kg/cm}^2$
MATERIAL : Agregado Grueso
UBICACIÓN : Pasco
FECHA : 08/01/24

RESULTADOS DEL ENSAYO

DESCRIPCION	UND	MUESTRA 1	MUESTRA 2	MUESTRA 3	PROMEDIO
Peso del recipiente + muestra suelta	kg	27.940	27.860	28.020	27.940
Peso del recipiente + muestra apisonada	kg	29.950	30.050	29.840	29.947
Peso del recipiente de la muestra suelta	kg	8.355	8.355	8.355	8.355
Peso del recipiente de la muestra apisonada	kg	8.355	8.355	8.355	8.355
Peso de muestra en estado suelto	kg	19.585	19.505	19.665	19.585
Peso de muestra en estado compactado	kg	21.595	21.695	21.485	21.592
volumen del recipiente	kg	0.014	0.014	0.014	0.014
Peso unitario suelto	kg/m3	1,399	1,393	1,405	1,399
Peso unitario compactado	kg/m3	1,543	1,550	1,535	1,542

Observaciones:

- 1). La muestra del material fue proporcionada por el solicitante.
- 2). La identificación y procedencia del material es informacion proporcionada por el solicitante.

NOTAS:

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

UNDAC

La calidad es nuestro compromiso



AV. Los Proceres N° 703, Pasco.



rectorado@undac.edu.pe



(063) 422197



undac.edu.pe



UNIVERSIDAD NACIONAL DANIEL ALCIDES CARRION
FACULTAD DE INGENIERIA
ESCUELA DE FORMACIÓN PROFESIONAL DE INGENIERÍA CIVIL
LABORATORIO DE MECANICA DE SUELOS, CONCRETO Y PAVIMENTOS



PESO ESPECIFICO Y ABSORCION
NORMA DE ENSAYO NTP 400.021

REFERENCIA : Laboratorio de mecánica de suelos, concreto y pavimentos
SOLICITANTE : Estefany Luisa, YUPANQUI CONDEZO
TESIS : Evaluación de las propiedades físico – mecánicas del concreto $f'c = 210 \text{ kg/cm}^2$ incorporando caucho reciclado, en la región de Pasco 2024
ASUNTO : Diseño de mezcla $f'c = 210 \text{ Kg/cm}^2$
MATERIAL : Agregado Grueso
UBICACIÓN : Pasco
FECHA : 08/01/24

RESULTADOS DEL ENSAYO

DESCRIPCION	UND	MUESTRA 1	MUESTRA 2	MUESTRA 3	PROMEDIO
Peso de la muestra secada al horno	gr	1,681.520	1,681.240	1,682.400	1,681.720
Peso de la muestra SSS	gr	1,695.700	1,693.900	1,691.300	1,693.633
Peso del pignometro lleno de muestra yagua	gr	1,055.700	1,057.800	1,052.700	1,055.400
Peso especifico aparente	gr/cm3	2.63	2.64	2.63	2.63
Peso especifico aparente (SSS)	gr/cm3	2.65	2.66	2.65	2.65
Peso especifico masa seca	gr/cm3	2.69	2.70	2.67	2.69
Absorcion	%	0.84%	0.75%	0.53%	0.71%

Observaciones:

- 1). La muestra del material fue proporcionada por el solicitante.
- 2). La identificación y procedencia del material es información proporcionada por el solicitante.

NOTAS:

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

UNDAC

La calidad es nuestro compromiso



AV. Los Proceres N° 703, Pasco.



rectorado@undac.edu.pe



(063) 422197



undac.edu.pe



CARACTERIZACION

REFERENCIA : Laboratorio de mecánica de suelos, concreto y pavimentos
SOLICITANTE : Estefany Luisa, YUPANQUI CONDEZO
TESIS : Evaluación de las propiedades físico – mecánicas del concreto $f'c = 210 \text{ kg/cm}^2$ incorporando caucho reciclado, en la región de Pasco 2024
ASUNTO : Diseño de mezcla $f'c = 210 \text{ Kg/cm}^2$
UBICACIÓN : Pasco
FECHA : 08/01/2024

1.0 DE LOS MATERIALES

1.1 Cemento:

Se utilizo cemento ANDINO portland Tipo I, proporcionado por el estudiante.

1.2 Agregado Fino:

Consistente en una muestra de ARENA FINO procedente de la cantera SACRAFAMILIA.

1.3 Agregado Grueso:

Consistente en una muestra de ARENA GRUESO procedente de la cantera SACRAFAMILIA.

1.4 Docificacion de mezca de concreto:

Se utilizo el metodo ACI.

1.5 Agua:

Se utilizo agua potable de la red UNDAC.

1.6 Ceniza de Calcinación:

Consistente en una muestra de la CENIZA DE CALCINACIÓN procedente de Quiparacra.

NOTAS:

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





ANALISIS GRANULOMETRICO POR TAMIZADO
NORMA DE ENSAYO NTP 400.012

REFERENCIA : Laboratorio de mecánica de suelos, concreto y pavimentos
SOLICITANTES : Estefany Luisa, YUPANQUI CONDEZO
TESIS : Evaluación de las propiedades físico – mecánicas del concreto $f'c = 210 \text{ kg/cm}^2$ incorporando caucho reciclado, en la región de Pasco 2024
ASUNTO : Diseño de mezcla $f'c = 210 \text{ Kg/cm}^2$
MATERIAL : Caucho Reciclado
UBICACIÓN : Pasco
FECHA : 08/01/2024

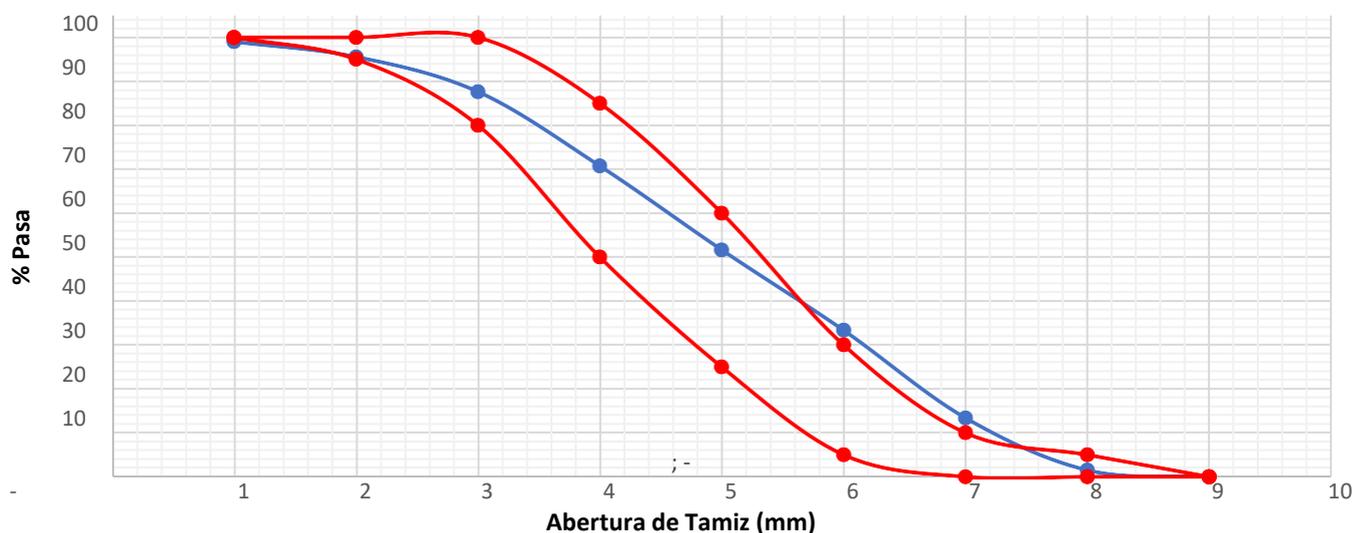
RESULTADOS DEL ENSAYO

Tamiz Estandar	Abert.(mm)	Peso Reten.(gr)	% Reten.Parcial	% Reten.Acum.	% QuePasa	Lmites (NTP 400.037)	
						Minimo	Maximo
3/8"	9.500	5.00	1.00	1.00	99.00	100.00	100.00
N° 4	4.750	17.10	3.43	4.44	95.56	95.00	100.00
N° 8	2.360	39.50	7.93	12.37	87.63	80.00	100.00
N° 16	1.180	84.20	16.90	29.27	70.73	50.00	85.00
N° 30	0.600	95.10	19.09	48.36	51.64	25.00	60.00
N° 50	0.300	91.10	18.29	66.65	33.35	5.00	30.00
N° 100	0.150	99.40	19.96	86.61	13.39	-	10.00
N° 200	0.075	59.20	11.89	98.49	1.51	-	5.00
FONDO	-	7.50	1.51	100.00	-	-	-
		498.100	100.000				

TAMAÑO MAXIMO NOMINAL: 3/8"

MODULO DE FINURA: 2.49

Curva Granulométrica del Caucho Reciclado



NOTAS:

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





UNIVERSIDAD NACIONAL DANIEL ALCIDES CARRION
FACULTAD DE INGENIERIA
ESCUELA DE FORMACIÓN PROFESIONAL DE INGENIERÍA CIVIL
LABORATORIO DE MECANICA DE SUELOS, CONCRETO Y PAVIMENTOS



CONTENIDO DE HUMEDAD
NORMA DE ENSAYO NTP 339.185

REFERENCIA : Laboratorio de mecánica de suelos, concreto y pavimentos
SOLICITANTE : Estefany Luisa, YUPANQUI CONDEZO
TESIS : Evaluación de las propiedades físico – mecánicas del concreto $f'c = 210 \text{ kg/cm}^2$ incorporando caucho reciclado, en la región de Pasco 2024
ASUNTO : Diseño de mezcla $f'c = 210 \text{ Kg/cm}^2$
MATERIAL : Caucho Reciclado
UBICACIÓN : Pasco
FECHA : 08/01/2024

RESULTADOS DEL ENSAYO

DESCRIPCION	UND	MUESTRA 1	MUESTRA 2	MUESTRA 3	PROMEDIO
Peso del recipiente	gr	210.10	200.20	222.40	210.90
Peso del recipiente + muestra humeda	gr	1,710.10	1,700.20	1,722.40	1,710.90
Peso del recipiente + muestra seca	gr	1,705.10	1,695.90	1,715.80	1,705.60
Peso muestra humeda	gr	1,500.00	1,500.00	1,500.00	1,500.00
Peso muestra seca	gr	1,495.00	1,495.70	1,493.40	1,494.70
Peso de agua	gr	5.00	4.30	6.60	5.30
Contenido de humedad	%	0.33%	0.29%	0.44%	0.35%

Observaciones:

- 1). La muestra del material fue proporcionada por el solicitante.
- 2). La identificación y procedencia del material es información proporcionada por el solicitante.

NOTAS:

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

UNDAC

La calidad es nuestro compromiso

AV. Los Proceres N° 703, Pasco.

(063) 422197

rectorado@undac.edu.pe

undac.edu.pe



UNIVERSIDAD NACIONAL DANIEL ALCIDES CARRION
FACULTAD DE INGENIERIA
ESCUELA DE FORMACIÓN PROFESIONAL DE INGENIERÍA CIVIL
LABORATORIO DE MECANICA DE SUELOS, CONCRETO Y PAVIMENTOS



PESO UNITARIO SUELTO Y COMPACTADO
NORMA DE ENSAYO NTP 400.017

REFERENCIA : Laboratorio de mecánica de suelos, concreto y pavimentos
SOLICITANTE : Estefany Luisa, YUPANQUI CONDEZO
TESIS : Evaluación de las propiedades físico – mecánicas del concreto $f'c = 210 \text{ kg/cm}^2$ incorporando caucho reciclado, en la región de Pasco 2024
ASUNTO : Diseño de mezcla $f'c = 210 \text{ Kg/cm}^2$
MATERIAL : Caucho Reciclado
UBICACIÓN : Pasco
FECHA : 08/01/2024

RESULTADOS DEL ENSAYO

DESCRIPCION	UND	MUESTRA 1	MUESTRA 2	MUESTRA 3	PROMEDIO
Peso del recipiente + muestra suelta	kg	18.850	19.040	18.990	18.960
Peso del recipiente + muestra apisonada	kg	20.610	20.550	20.440	20.533
Peso del recipiente	kg	6.128	6.128	6.128	6.128
Peso de muestra en estado suelto	kg	12.722	12.912	12.862	12.832
Peso de muestra en estado compactado	kg	14.482	14.422	14.312	14.405
volumen del recipiente	m ³	0.009	0.009	0.009	0.009
Peso unitario suelto	kg/m³	1,414	1,435	1,429	1,426
Peso unitario compactado	kg/m³	1,609	1,602	1,590	1,601

Observaciones:

- 1). La muestra del material fue proporcionada por el solicitante.
- 2). La identificación y procedencia del material es información proporcionada por el solicitante.

NOTAS:

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

UNDAC

La calidad es nuestro compromiso



AV. Los Proceres N° 703, Pasco.



(063) 422197



rectorado@undac.edu.pe



undac.edu.pe



UNIVERSIDAD NACIONAL DANIEL ALCIDES CARRION
FACULTAD DE INGENIERIA
ESCUELA DE FORMACIÓN PROFESIONAL DE INGENIERÍA CIVIL
LABORATORIO DE MECANICA DE SUELOS, CONCRETO Y PAVIMENTOS



PESO ESPECIFICO Y ABSORCION
NORMA DE ENSAYO NTP 400.022

REFERENCIA : Laboratorio de mecánica de suelos, concreto y pavimentos
SOLICITANTE : Estefany Luisa, YUPANQUI CONDEZO
TESIS : Evaluación de las propiedades físico – mecánicas del concreto $f'c = 210 \text{ kg/cm}^2$ incorporando caucho reciclado, en la región de Pasco 2024
ASUNTO : Diseño de mezcla $f'c = 210 \text{ Kg/cm}^2$
MATERIAL : Caucho Reciclado
UBICACIÓN : Pasco
FECHA : 08/01/2024

RESULTADOS DEL ENSAYO

DESCRIPCION	UND	MUESTRA 1	MUESTRA 2	MUESTRA 3	PROMEDIO
Peso de la muestra secada al horno	gr	499.10	498.90	499.20	499.07
Peso del pignometro lleno de agua	gr	690.00	690.00	690.00	690.00
Peso del pignometro lleno de muestra yagua	gr	881.10	882.70	880.80	881.53
Peso de la muestra superficialmenteseco (SSS)	gr	500.00	500.00	500.00	500.00
Peso especifico aparente	gr/cm3	1.62	1.62	1.61	1.62
Peso especifico aparente (SSS)	gr/cm3	1.62	1.62	1.61	1.62
Peso especifico masa seca	gr/cm3	1.62	1.63	1.62	1.62
Absorcion	%	0.18%	0.22%	0.16%	0.19%

Observaciones:

- 1). La muestra del material fue proporcionada por el solicitante.
- 2). La identificación y procedencia del material es información proporcionada por el solicitante.

NOTAS:

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

UNDAC

La calidad es nuestro compromiso



AV. Los Proceres N° 703, Pasco.



(063) 422197



rectorado@undac.edu.pe



undac.edu.pe



UNIVERSIDAD NACIONAL DANIEL ALCIDES CARRION
FACULTAD DE INGENIERIA
ESCUELA DE FORMACIÓN PROFESIONAL DE INGENIERÍA CIVIL
LABORATORIO DE MECANICA DE SUELOS, CONCRETO Y PAVIMENTOS

METODO DE PRUEBA ESTANDAR PARA DETERMINAR LA RESISTENCIA A LA COMPRESION DE
ESPECIMENES CILINDRICOS DE CONCRETO ASTM C39/NTP 339.034

REFERENCIA : Laboratorio de mecanica de suelos, concreto y pavimentos
SOLICITANTE : Estefany Luisa, YUPANQUI CONDEZO

TESIS : Evaluación de las propiedades físico – mecánicas del concreto $f'c = 210 \text{ kg/cm}^2$ incorporando caucho reciclado, en la región de Pasco 2024"

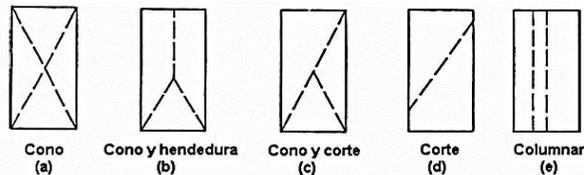
ASUNTO : Diseño de mezcla $f'c = 210 \text{ Kg/cm}^2$

UBICACIÓN : Pasco

FECHA :07/02/2024

1. PROBETAS DE CONCRETO CILINDRICAS = 4" DIAMETRO; 8" ALTURA

CODIGO	ESTRUCTURA DE PROCEDENCIA	FECHA DE MOLDEO	FECHA DE ROTURA	EDAD	DIAMETRO ESPECIMEN PROMEDIO (cm)	ALTURA DE ESPECIMEN (mm)	AREA DE LA SECCION TRANSVERSAL (mm ²)	CARGA MAXIMA (KN)	CARGA MAXIMA (Kg)	RESISTENCIA DE CONCRETO (kg/cm ²)	VELOCIDAD DE ESFUERZO (kg/f)	RESISTENCIA DE DISEÑO (kg/cm ²)	% RESIST.	TIPO DE ROTURA
Y3-7	MUESTRA - PATRON PROMEDIO	10/01/2024	07/02/2024	28	9.9	199.2	76.98	164.49	16773.26	217.9	2.3	210	104%	TIPO B
Y3-8	MUESTRA - PATRON PROMEDIO	10/01/2024	07/02/2024	28	10	199.1	78.54	168.45	17176.66	218.7	2.4	210	104%	TIPO C
Y3-9	MUESTRA - PATRON PROMEDIO	10/01/2024	07/02/2024	28	10	199.08	78.54	168.79	17212.00	219.2	2.5	210	104%	TIPO A



CODIGO	PESO DE LA PROBETA		PESO UNITARIO DEL CONCRETO	
	PESO (g)	g/cm ³	Kg/m ³	
Y3-7	3578.3	2.334	2333.60	
Y3-8	3577.1	2.288	2287.55	
Y3-9	3576.2	2.287	2287.20	
PROM	3577.20	2.303	2302.78	

NOTAS:

1). Esta prohibido reproducir o modificar el informe de ensayo, total o parcialmente, sin la autorización del laboratorio2). Los resultados de los ensayos solo corresponden a las muestras proporcionadas por el solicitante.

UNDAC

La calidad es nuestro compromiso

AV. Los Proceres N° 703, Pasco.

(063) 422197

rectorado@undac.edu.pe

undac.edu.pe



ENSAYO DE TRACCION INDIRECTA DE CILINDROS
ESTANDARES DE CONCRETO MTC E 708/ASTM C 496

REFERENCIA : Laboratorio de mecánica de suelos, concreto y pavimentos
SOLICITANTE : Estefany Luisa, YUPANQUI CONDEZO

TESIS : "Evaluación de las propiedades físico – mecánicas del concreto $f'c = 210 \text{ kg/cm}^2$ incorporando caucho reciclado, en la región de Pasco 2024"

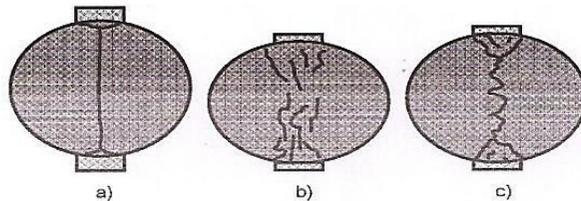
ASUNTO : Diseño de mezcla $f'c = 210 \text{ Kg/cm}^2$

UBICACIÓN : Pasco

FECHA : 17/01/2024

1. PROBETAS DE CONCRETO CILINDRICAS = 4" DIAMETRO; 8" ALTURA

CODIGO	ESTRUCTURA DE PROCEDENCIA	FECHA DE MOLDEO	FECHA DE ROTURA	EDAD	DIAMETRO ESPECIMEN PROMEDIO (mm)	LONG. DE ESPECIMEN (mm)	AREA DE LA SECCION TRANSVERSAL (mm ²)	CARGA MAXIMA (KN)	CARGA MAXIMA (N)	RESISTENCIA DE CONCRETO (N/mm ²)	RESISTENCIA DE CONCRETO (kg/cm ²)	RESISTENCIA DE DISEÑO (kg/cm ²)	TIPO DE ROTURA	DEFECTO
Y-10	PATRON GENERAL	10/01/2024	17/01/2024	7	99.40	201.10	7760.02	56.65	56650.0	1.80	18.40	210	B	NO
Y-11	PATRON GENERAL	10/01/2024	17/01/2024	7	98.90	200.90	7682.14	57.12	57120.0	1.83	18.66	210	C	NO
Y-12	PATRON GENERAL	10/01/2024	17/01/2024	7	99.60	200.60	7791.28	58.48	58480.0	1.86	19.00	210	A	NO



NOTAS:

1). Esta prohibido reproducir o modificar el informe de ensayo, total o parcialmente, sin la autorizacion del laboratorio2). Los resultados de los ensayos solo corresponden a las muestras proporcionadas por el solicitante.

UNDAC

La calidad es nuestro compromiso

AV. Los Proceres N° 703, Pasco.

(063) 422197

rectorado@undac.edu.pe

undac.edu.pe



ENSAYO DE TRACCION INDIRECTA DE CILINDROS
ESTANDARES DE CONCRETO MTC E 708/ASTM C 496

REFERENCIA : Laboratorio de mecanica de suelos, concreto y pavimentos
SOLICITANTE : Estefany Luisa, YUPANQUI CONDEZO

TESIS : "Evaluación de las propiedades físico – mecánicas del concreto $f'c = 210 \text{ kg/cm}^2$ incorporando caucho reciclado, en la región de Pasco 2024"

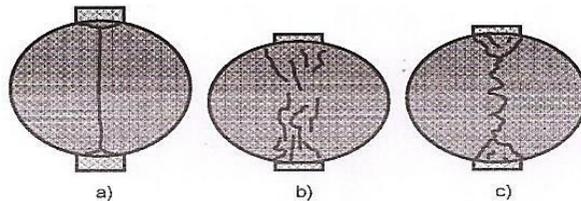
ASUNTO : Diseño de mezcla $f'c = 210 \text{ Kg/cm}^2$

UBICACIÓN : Pasco

FECHA : 24/01/2024

1. PROBETAS DE CONCRETO CILINDRICAS = 4" DIAMETRO; 8" ALTURA

CODIGO	ESTRUCTURA DE PROCEDENCIA	FECHA DE MOLDEO	FECHA DE ROTURA	EDAD	DIAMETRO ESPECIMEN PROMEDIO (mm)	LONG. DE ESPECIMEN (mm)	AREA DE LA SECCION TRANSVERSAL (mm ²)	CARGA MAXIMA (KN)	CARGA MAXIMA (N)	RESISTENCIA DE CONCRETO (N/mm ²)	RESISTENCIA DE CONCRETO (kg/cm ²)	RESISTENCIA DE DISEÑO (kg/cm ²)	TIPO DE ROTURA	DEFECTO
Y-13	PATRON GENERAL	10/01/2024	24/01/2024	14	98.9	202.01	7682.14	87.52	87520.0	2.79	28.44	210	A	NO
Y-14	PATRON GENERAL	10/01/2024	24/01/2024	14	98.2	200.12	7573.78	86.90	86900.0	2.82	28.71	210	C	NO
Y-15	PATRON GENERAL	10/01/2024	24/01/2024	14	98.10	201.42	7558.37	87.10	87100.0	2.81	28.62	210	A	NO



NOTAS:

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

UNDAC

La calidad es nuestro compromiso

AV. Los Proceres N° 703, Pasco.

(063) 422197

rectorado@undac.edu.pe

undac.edu.pe



ENSAYO DE TRACCION INDIRECTA DE CILINDROS
ESTANDARES DE CONCRETO MTC E 708/ASTM C 496

REFERENCIA : Laboratorio de mecanica de suelos, concreto y pavimentos
SOLICITANTE : Estefany Luisa, YUPANQUI CONDEZO

TESIS : "Evaluación de las propiedades físico – mecánicas del concreto $f'c = 210 \text{ kg/cm}^2$ incorporando caucho reciclado, en la región de Pasco 2024"

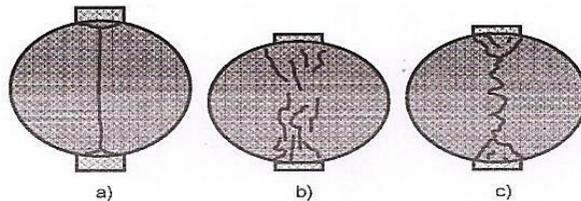
ASUNTO : Diseño de mezcla $f'c = 210 \text{ Kg/cm}^2$

UBICACIÓN : Pasco

FECHA : 07/02/2024

1. PROBETAS DE CONCRETO CILINDRICAS = 4" DIAMETRO; 8" ALTURA

CODIGO	ESTRUCTURA DE PROCEDENCIA	FECHA DE MOLDEO	FECHA DE ROTURA	EDAD	DIAMETRO ESPECIMEN PROMEDIO (mm)	LONG. DE ESPECIMEN (mm)	AREA DE LA SECCION TRANSVERSAL (mm ²)	CARGA MAXIMA (KN)	CARGA MAXIMA (N)	RESISTENCIA DE CONCRETO (N/mm ²)	RESISTENCIA DE CONCRETO (kg/cm ²)	RESISTENCIA DE DISEÑO (kg/cm ²)	TIPO DE ROTURA	DEFECTO
Y-16	PATRON GENERAL	10/01/2024	07/02/2024	28	99.21	201.60	7730.38	99.23	99230.0	3.16	32.21	210	A	NO
Y-17	PATRON GENERAL	10/01/2024	07/02/2024	28	99.45	201.10	7767.83	100.16	100160.0	3.19	32.51	210	B	NO
Y-18	PATRON GENERAL	10/01/2024	07/02/2024	28	98.91	200.98	7683.70	99.05	99050.0	3.17	32.35	210	C	NO



NOTAS:

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

UNDAC

La calidad es nuestro compromiso

AV. Los Proceres N° 703, Pasco.

(063) 422197

rectorado@undac.edu.pe

undac.edu.pe



UNIVERSIDAD NACIONAL DANIEL ALCIDES CARRION
FACULTAD DE INGENIERIA
ESCUELA DE FORMACIÓN PROFESIONAL DE INGENIERÍA CIVIL
LABORATORIO DE MECANICA DE SUELOS, CONCRETO Y PAVIMENTOS



ENSAYO DE TRACCION INDIRECTA DE CILINDROS
ESTANDARES DE CONCRETO MTC E 708/ASTM C 496

REFERENCIA : Laboratorio de mecanica de suelos, concreto y pavimentos
SOLICITANTE : Estefany Luisa, YUPANQUI CONDEZO

TESIS : "Evaluación de las propiedades físico – mecánicas del concreto $f'c = 210 \text{ kg/cm}^2$ incorporando caucho reciclado, en la región de Pasco 2024"

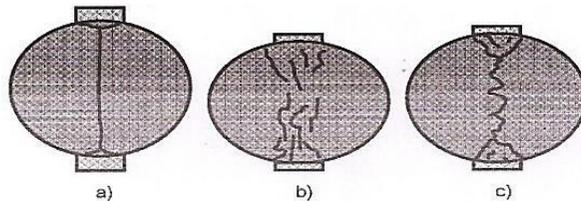
ASUNTO : Diseño de mezcla $f'c = 210 \text{ Kg/cm}^2$

UBICACIÓN : Pasco

FECHA : 17/01/2024

1. PROBETAS DE CONCRETO CILINDRICAS = 4" DIAMETRO; 8" ALTURA

CODIGO	ESTRUCTURA DE PROCEDENCIA	FECHA DE MOLDEO	FECHA DE ROTURA	EDAD	DIAMETRO ESPECIMEN PROMEDIO (mm)	LONG. DE ESPECIMEN (mm)	AREA DE LA SECCION TRANSVERSAL (mm ²)	CARGA MAXIMA (KN)	CARGA MAXIMA (N)	RESISTENCIA DE CONCRETO (N/mm ²)	RESISTENCIA DE CONCRETO (kg/cm ²)	RESISTENCIA DE DISEÑO (kg/cm ²)	TIPO DE ROTURA	DEFECTO
Y1-10	MUESTRA - PATRON (-)	10/01/2024	17/01/2024	7	99.61	201.14	7792.84	64.32	64320.0	2.04	20.84	210	A	NO
Y1-11	MUESTRA - PATRON (-)	10/01/2024	17/01/2024	7	98.93	200.95	7686.81	63.75	63750.0	2.04	20.82	210	B	NO
Y1-12	MUESTRA - PATRON (-)	10/01/2024	17/01/2024	7	99.45	200.13	7767.83	62.56	62560.0	2.00	20.41	210	B	NO



NOTAS:

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

UNDAC

La calidad es nuestro compromiso

AV. Los Proceres N° 703, Pasco.

(063) 422197

rectorado@undac.edu.pe

undac.edu.pe



ENSAYO DE TRACCION INDIRECTA DE CILINDROS
ESTANDARES DE CONCRETO MTC E 708/ASTM C 496

REFERENCIA : Laboratorio de mecánica de suelos, concreto y pavimentos
SOLICITANTE : Estefany Luisa, YUPANQUI CONDEZO

TESIS : "Evaluación de las propiedades físico – mecánicas del concreto $f'c = 210 \text{ kg/cm}^2$ incorporando caucho reciclado, en la región de Pasco 2024"

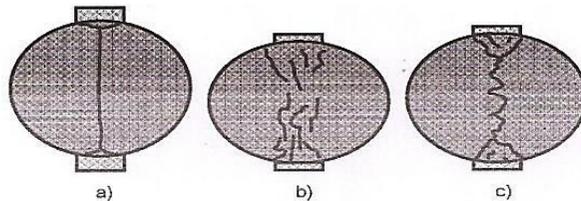
ASUNTO : Diseño de mezcla $f'c = 210 \text{ Kg/cm}^2$

UBICACIÓN : Pasco

FECHA : 24/01/2024

1. PROBETAS DE CONCRETO CILINDRICAS = 4" DIAMETRO; 8" ALTURA

CODIGO	ESTRUCTURA DE PROCEDENCIA	FECHA DE MOLDEO	FECHA DE ROTURA	EDAD	DIAMETRO ESPECIMEN PROMEDIO (mm)	LONG. DE ESPECIMEN (mm)	AREA DE LA SECCION TRANSVERSAL (mm ²)	CARGA MAXIMA (KN)	CARGA MAXIMA (N)	RESISTENCIA DE CONCRETO (N/mm ²)	RESISTENCIA DE CONCRETO (kg/cm ²)	RESISTENCIA DE DISEÑO (kg/cm ²)	TIPO DE ROTURA	DEFECTO
Y1-13	MUESTRA - PATRON (-)	10/01/2024	24/01/2024	14	99.52	201.30	7778.76	89.46	89460.0	2.84	28.99	210	A	NO
Y1-14	MUESTRA - PATRON (-)	10/01/2024	24/01/2024	14	98.76	200.45	7660.41	89.92	89920.0	2.89	29.49	210	B	NO
Y1-15	MUESTRA - PATRON (-)	10/01/2024	24/01/2024	14	99.46	199.78	7769.39	88.53	88530.0	2.84	28.92	210	A	NO



NOTAS:

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

UNDAC

La calidad es nuestro compromiso

AV. Los Proceres N° 703, Pasco.

(063) 422197

rectorado@undac.edu.pe

undac.edu.pe



UNIVERSIDAD NACIONAL DANIEL ALCIDES CARRION
FACULTAD DE INGENIERIA
ESCUELA DE FORMACIÓN PROFESIONAL DE INGENIERÍA CIVIL
LABORATORIO DE MECANICA DE SUELOS, CONCRETO Y PAVIMENTOS



ENSAYO DE TRACCION INDIRECTA DE CILINDROS
ESTANDARES DE CONCRETO MTC E 708/ASTM C 496

REFERENCIA : Laboratorio de mecánica de suelos, concreto y pavimentos
SOLICITANTE : Estefany Luisa, YUPANQUI CONDEZO

TESIS : "Evaluación de las propiedades físico – mecánicas del concreto $f'c = 210 \text{ kg/cm}^2$ incorporando caucho reciclado, en la región de Pasco 2024"

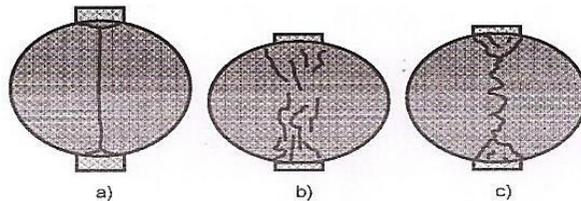
ASUNTO : Diseño de mezcla $f'c = 210 \text{ Kg/cm}^2$

UBICACIÓN : Pasco

FECHA : 07/02/2024

1. PROBETAS DE CONCRETO CILINDRICAS = 4" DIAMETRO; 8" ALTURA

CODIGO	ESTRUCTURA DE PROCEDENCIA	FECHA DE MOLDEO	FECHA DE ROTURA	EDAD	DIAMETRO ESPECIMEN PROMEDIO (mm)	LONG. DE ESPECIMEN (mm)	AREA DE LA SECCION TRANSVERSAL (mm ²)	CARGA MAXIMA (KN)	CARGA MAXIMA (N)	RESISTENCIA DE CONCRETO (N/mm ²)	RESISTENCIA DE CONCRETO (kg/cm ²)	RESISTENCIA DE DISEÑO (kg/cm ²)	TIPO DE ROTURA	DEFECTO
Y1-16	MUESTRA - PATRON (-)	10/01/2024	07/02/2024	28	99.45	200.46	7767.83	100.95	100950.0	3.22	32.87	210	C	NO
Y1-17	MUESTRA - PATRON (-)	10/01/2024	07/02/2024	28	99.23	200.78	7733.50	101.76	101760.0	3.25	33.16	210	B	NO
Y1-18	MUESTRA - PATRON (-)	10/01/2024	07/02/2024	28	99.75	200.96	7814.76	100.23	100230.0	3.18	32.46	210	A	NO



NOTAS:

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

UNDAC

La calidad es nuestro compromiso

AV. Los Proceres N° 703, Pasco.

(063) 422197

rectorado@undac.edu.pe

undac.edu.pe



ENSAYO DE TRACCION INDIRECTA DE CILINDROS
ESTANDARES DE CONCRETO MTC E 708/ASTM C 496

REFERENCIA : Laboratorio de mecánica de suelos, concreto y pavimentos
SOLICITANTE : Estefany Luisa, YUPANQUI CONDEZO

TESIS : "Evaluación de las propiedades físico – mecánicas del concreto $f'c = 210 \text{ kg/cm}^2$ incorporando caucho reciclado, en la región de Pasco 2024"

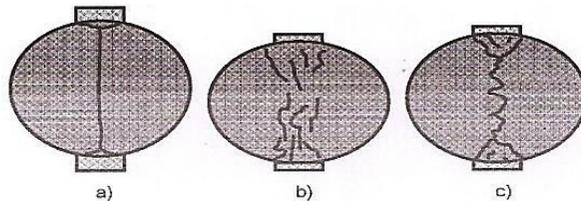
ASUNTO : Diseño de mezcla $f'c = 210 \text{ Kg/cm}^2$

UBICACIÓN : Pasco

FECHA : 17/01/2024

1. PROBETAS DE CONCRETO CILINDRICAS = 4" DIAMETRO; 8" ALTURA

CODIGO	ESTRUCTURA DE PROCEDENCIA	FECHA DE MOLDEO	FECHA DE ROTURA	EDAD	DIAMETRO ESPECIMEN PROMEDIO (mm)	LONG. DE ESPECIMEN (mm)	AREA DE LA SECCION TRANSVERSAL (mm ²)	CARGA MAXIMA (KN)	CARGA MAXIMA (N)	RESISTENCIA DE CONCRETO (N/mm ²)	RESISTENCIA DE CONCRETO (kg/cm ²)	RESISTENCIA DE DISEÑO (kg/cm ²)	TIPO DE ROTURA	DEFECTO
Y2-10	MUESTRA - PATRON (+)	10/01/2024	17/01/2024	7	99.98	200.14	7850.84	60.56	60560.0	1.93	19.65	210	A	NO
Y2-11	MUESTRA - PATRON (+)	10/01/2024	17/01/2024	7	99.86	200.78	7832.01	60.75	60750.0	1.93	19.67	210	C	NO
Y2-12	MUESTRA - PATRON (+)	10/01/2024	17/01/2024	7	99.96	200.86	7847.70	60.18	60180.0	1.91	19.46	210	B	NO



NOTAS:

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

UNDAC

La calidad es nuestro compromiso

AV. Los Proceres N° 703, Pasco.

(063) 422197

rectorado@undac.edu.pe

undac.edu.pe



ENSAYO DE TRACCION INDIRECTA DE CILINDROS
ESTANDARES DE CONCRETO MTC E 708/ASTM C 496

REFERENCIA : Laboratorio de mecánica de suelos, concreto y pavimentos
SOLICITANTE : Estefany Luisa, YUPANQUI CONDEZO

TESIS : "Evaluación de las propiedades físico – mecánicas del concreto $f'c = 210 \text{ kg/cm}^2$ incorporando caucho reciclado, en la región de Pasco 2024"

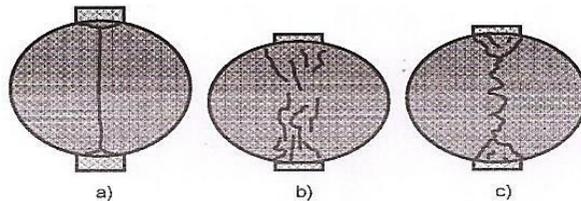
ASUNTO : Diseño de mezcla $f'c = 210 \text{ Kg/cm}^2$

UBICACIÓN : Pasco

FECHA : 24/01/2024

1. PROBETAS DE CONCRETO CILINDRICAS = 4" DIAMETRO; 8" ALTURA

CODIGO	ESTRUCTURA DE PROCEDENCIA	FECHA DE MOLDEO	FECHA DE ROTURA	EDAD	DIAMETRO ESPECIMEN PROMEDIO (mm)	LONG. DE ESPECIMEN (mm)	AREA DE LA SECCION TRANSVERSAL (mm ²)	CARGA MAXIMA (KN)	CARGA MAXIMA (N)	RESISTENCIA DE CONCRETO (N/mm ²)	RESISTENCIA DE CONCRETO (kg/cm ²)	RESISTENCIA DE DISEÑO (kg/cm ²)	TIPO DE ROTURA	DEFECTO
Y2-13	MUESTRA - PATRON (+)	10/01/2024	24/01/2024	14	99.12	200.13	7716.36	86.25	86250.0	2.77	28.23	210	A	NO
Y2-14	MUESTRA - PATRON (+)	10/01/2024	24/01/2024	14	99.76	200.04	7816.33	85.62	85620.0	2.73	27.85	210	A	NO
Y2-15	MUESTRA - PATRON (+)	10/01/2024	24/01/2024	14	99.75	200.09	7814.76	86.46	86460.0	2.76	28.12	210	C	NO



NOTAS:

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

UNDAC

La calidad es nuestro compromiso

AV. Los Proceres N° 703, Pasco.

(063) 422197

rectorado@undac.edu.pe

undac.edu.pe



ENSAYO DE TRACCION INDIRECTA DE CILINDROS
ESTANDARES DE CONCRETO MTC E 708/ASTM C 496

REFERENCIA : Laboratorio de mecánica de suelos, concreto y pavimentos
SOLICITANTE : Estefany Luisa, YUPANQUI CONDEZO

TESIS : "Evaluación de las propiedades físico – mecánicas del concreto $f'c = 210 \text{ kg/cm}^2$ incorporando caucho reciclado, en la región de Pasco 2024"

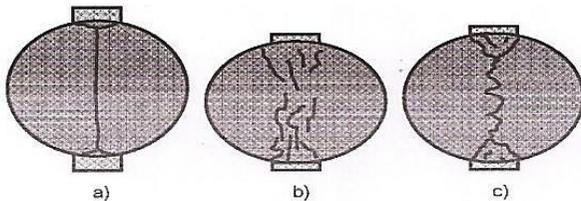
ASUNTO : Diseño de mezcla $f'c = 210 \text{ Kg/cm}^2$

UBICACIÓN : Pasco

FECHA : 07/02/2024

1. PROBETAS DE CONCRETO CILINDRICAS = 4" DIAMETRO; 8" ALTURA

CODIGO	ESTRUCTURA DE PROCEDENCIA	FECHA DE MOLDEO	FECHA DE ROTURA	EDAD	DIAMETRO ESPECIMEN PROMEDIO (mm)	LONG. DE ESPECIMEN (mm)	AREA DE LA SECCION TRANSVERSAL (mm ²)	CARGA MAXIMA (KN)	CARGA MAXIMA (N)	RESISTENCIA DE CONCRETO (N/mm ²)	RESISTENCIA DE CONCRETO (kg/cm ²)	RESISTENCIA DE DISEÑO (kg/cm ²)	TIPO DE ROTURA	DEFECTO
Y2-16	MUESTRA - PATRON (+)	10/01/2024	07/02/2024	28	99.12	200.13	7716.36	96.11	96110.0	3.08	31.45	210	A	NO
Y2-17	MUESTRA - PATRON (+)	10/01/2024	07/02/2024	28	99.75	200.47	7814.76	96.95	96950.0	3.09	31.47	210	C	NO
Y2-18	MUESTRA - PATRON (+)	10/01/2024	07/02/2024	28	99.46	200.86	7769.39	96.65	96650.0	3.08	31.41	210	B	NO



NOTAS:

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

UNDAC

La calidad es nuestro compromiso

AV. Los Proceres N° 703, Pasco.

(063) 422197

rectorado@undac.edu.pe

undac.edu.pe



ENSAYO DE TRACCION INDIRECTA DE CILINDROS
ESTANDARES DE CONCRETO MTC E 708/ASTM C 496

REFERENCIA : Laboratorio de mecánica de suelos, concreto y pavimentos
SOLICITANTE : Estefany Luisa, YUPANQUI CONDEZO

TESIS : "Evaluación de las propiedades físico – mecánicas del concreto $f'c = 210 \text{ kg/cm}^2$ incorporando caucho reciclado, en la región de Pasco 2024"

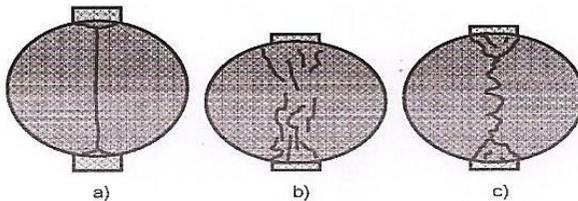
ASUNTO : Diseño de mezcla $f'c = 210 \text{ Kg/cm}^2$

UBICACIÓN : Pasco

FECHA : 17/01/2024

1. PROBETAS DE CONCRETO CILINDRICAS = 4" DIAMETRO; 8" ALTURA

CODIGO	ESTRUCTURA DE PROCEDENCIA	FECHA DE MOLDEO	FECHA DE ROTURA	EDAD	DIAMETRO ESPECIMEN PROMEDIO (mm)	LONG. DE ESPECIMEN (mm)	AREA DE LA SECCION TRANSVERSAL (mm ²)	CARGA MAXIMA (KN)	CARGA MAXIMA (N)	RESISTENCIA DE CONCRETO (N/mm ²)	RESISTENCIA DE CONCRETO (kg/cm ²)	RESISTENCIA DE DISEÑO (kg/cm ²)	TIPO DE ROTURA	DEFECTO
Y3-10	MUESTRA - PATRON PROMEDIO	10/01/2024	17/01/2024	7	99.12	200.14	7716.36	68.68	68680.0	2.20	22.47	210	A	NO
Y3-11	MUESTRA - PATRON PROMEDIO	10/01/2024	17/01/2024	7	99.26	200.23	7738.17	68.94	68940.0	2.21	22.52	210	A	NO
Y3-12	MUESTRA - PATRON PROMEDIO	10/01/2024	17/01/2024	7	99.34	200.47	7750.65	68.15	68150.0	2.18	22.22	210	B	NO



NOTAS:

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

UNDAC

La calidad es nuestro compromiso

AV. Los Proceres N° 703, Pasco.

(063) 422197

rectorado@undac.edu.pe

undac.edu.pe



ENSAYO DE TRACCION INDIRECTA DE CILINDROS
ESTANDARES DE CONCRETO MTC E 708/ASTM C 496

REFERENCIA : Laboratorio de mecánica de suelos, concreto y pavimentos
SOLICITANTE : Estefany Luisa, YUPANQUI CONDEZO

TESIS : "Evaluación de las propiedades físico – mecánicas del concreto $f'c = 210 \text{ kg/cm}^2$ incorporando caucho reciclado, en la región de Pasco 2024"

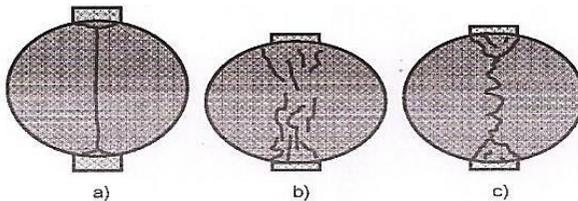
ASUNTO : Diseño de mezcla $f'c = 210 \text{ Kg/cm}^2$

UBICACIÓN : Pasco

FECHA : 24/01/2024

1. PROBETAS DE CONCRETO CILINDRICAS = 4" DIAMETRO; 8" ALTURA

CODIGO	ESTRUCTURA DE PROCEDENCIA	FECHA DE MOLDEO	FECHA DE ROTURA	EDAD	DIAMETRO ESPECIMEN PROMEDIO (mm)	LONG. DE ESPECIMEN (mm)	AREA DE LA SECCION TRANSVERSAL (mm ²)	CARGA MAXIMA (KN)	CARGA MAXIMA (N)	RESISTENCIA DE CONCRETO (N/mm ²)	RESISTENCIA DE CONCRETO (kg/cm ²)	RESISTENCIA DE DISEÑO (kg/cm ²)	TIPO DE ROTURA	DEFECTO
Y3-13	MUESTRA - PATRON PROMEDIO	10/01/2024	24/01/2024	14	100.12	200.15	7872.84	91.75	91750.0	2.91	29.72	210	C	NO
Y3-14	MUESTRA - PATRON PROMEDIO	10/01/2024	24/01/2024	14	100.14	200.47	7875.99	91.96	91960.0	2.92	29.74	210	C	NO
Y3-15	MUESTRA - PATRON PROMEDIO	10/01/2024	24/01/2024	14	100.23	200.86	7890.15	91.99	91990.0	2.91	29.66	210	B	NO



NOTAS:

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

UNDAC

La calidad es nuestro compromiso

AV. Los Proceres N° 703, Pasco.

(063) 422197

rectorado@undac.edu.pe

undac.edu.pe



ENSAYO DE TRACCION INDIRECTA DE CILINDROS
ESTANDARES DE CONCRETO MTC E 708/ASTM C 496

REFERENCIA : Laboratorio de mecánica de suelos, concreto y pavimentos
SOLICITANTE : Estefany Luisa, YUPANQUI CONDEZO

TESIS : "Evaluación de las propiedades físico – mecánicas del concreto $f'c = 210 \text{ kg/cm}^2$ incorporando caucho reciclado, en la región de Pasco 2024"

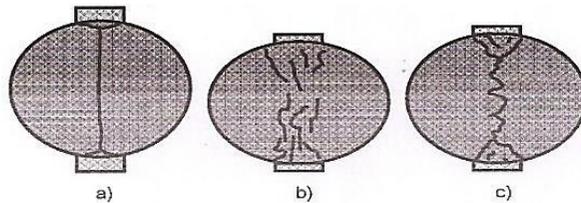
ASUNTO : Diseño de mezcla $f'c = 210 \text{ Kg/cm}^2$

UBICACIÓN : Pasco

FECHA : 07/02/2024

1. PROBETAS DE CONCRETO CILINDRICAS = 4" DIAMETRO; 8" ALTURA

CODIGO	ESTRUCTURA DE PROCEDENCIA	FECHA DE MOLDEO	FECHA DE ROTURA	EDAD	DIAMETRO ESPECIMEN PROMEDIO (mm)	LONG. DE ESPECIMEN (mm)	AREA DE LA SECCION TRANSVERSAL (mm ²)	CARGA MAXIMA (KN)	CARGA MAXIMA (N)	RESISTENCIA DE CONCRETO (N/mm ²)	RESISTENCIA DE CONCRETO (kg/cm ²)	RESISTENCIA DE DISEÑO (kg/cm ²)	TIPO DE ROTURA	DEFECTO
Y3-16	MUESTRA - PATRON PROMEDIO	10/01/2024	07/02/2024	28	99.96	200.74	7847.70	105.45	105450.0	3.35	34.12	210	C	NO
Y3-17	MUESTRA - PATRON PROMEDIO	10/01/2024	07/02/2024	28	100.12	201.16	7872.84	108.26	108260.0	3.42	34.90	210	C	NO
Y3-18	MUESTRA - PATRON PROMEDIO	10/01/2024	07/02/2024	28	100.52	200.41	7935.88	103.74	103740.0	3.28	33.43	210	A	NO



NOTAS:

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

UNDAC

La calidad es nuestro compromiso

AV. Los Proceres N° 703, Pasco.

(063) 422197

rectorado@undac.edu.pe

undac.edu.pe



UNIVERSIDAD NACIONAL DANIEL ALCIDES CARRION
FACULTAD DE INGENIERIA
ESCUELA DE FORMACIÓN PROFESIONAL DE INGENIERÍA CIVIL
LABORATORIO DE MECÁNICA DE SUELOS, CONCRETO Y PAVIMENTOS



METODO DE ENSAYO PARA DETERMINAR LA RESISTENCIA A LA FLEXION DEL HORMIGON
EN VIGAS SIMPLEMENTE APOYADAS CON CARGA EN EL CENTRO DEL TRAMO NTP 339.079-2001

REFERENCIA : Laboratorio de mecánica de suelos, concreto y pavimentos
SOLICITANTE : Estefany Luisa, YUPANQUI CONDEZO
TESIS : "Evaluación de las propiedades físico – mecánicas del concreto $f'c = 210 \text{ kg/cm}^2$ incorporando caucho reciclado, en la región de Pasco 2024"
ASUNTO : Diseño de mezcla $f'c = 210 \text{ Kg/cm}^2$
UBICACIÓN : Pasco
FECHA :18/01/2024

1. PROBETAS DE VIGAS DE CONCRETO 0.15 x 0.15 x 0.55

CODIGO	ESTRUCTURA DE PROCEDENCIA	FECHA DE MOLDEO	FECHA DE ROTURA	EDAD	LONGITUD ESPECIMEN PROMEDIO (mm)	ANCHO DE ESPECIMEN (mm)	ALTURA DE ESPECIMEN (mm)	CARGA MAXIMA (KN)	CARGA MAXIMA(KG)	RESISTENCIA DE DISEÑO (kg/cm ²)	DISTANCIA A LA FRACTURA (X) = (mm)	MR (kg/cm ²)
Y-19	PATRON GENERAL	11/01/2024	18/01/2024	7	450	150	150	21.21	2162.78	210	261	28.84
Y-20	PATRON GENERAL	11/01/2024	18/01/2024	7	450	150	150	21.45	2187.26	210	267	29.16
Y-21	PATRON GENERAL	11/01/2024	18/01/2024	7	450	150	150	21.36	2178.08	210	265	29.04

OBSERVACIONES:

NOTAS:

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

MATRIZ DE CONSISTENCIA

Título: “Evaluación de las propiedades físico - mecánicas del concreto $f'c = 210 \text{ kg/cm}^2$ incorporando caucho reciclado, en la región de Pasco 2024”				
Problemas	Objetivos	Hipótesis	Variables e Indicadores	Metodología
<p>Problema General: ¿Cómo afecta la incorporación de caucho reciclado en las propiedades físico - mecánicas del concreto con una resistencia característica de $f'c = 210 \text{ kg/cm}^2$ en la región de Pasco 2024?</p> <p>Problema Específicos: ¿Cómo varía la resistencia a la compresión del concreto $f'c = 210 \text{ kg/cm}^2$ al incorporar diferentes porcentajes de caucho reciclado en la mezcla, en condiciones específicas de la región de Pasco 2024? ¿Cuál es el impacto de la adición de caucho reciclado en la resistencia a la flexión del concreto $f'c = 210 \text{ kg/cm}^2$, en condiciones específicas de la región de Pasco 2024? ¿Cómo influye la presencia de caucho reciclado en la durabilidad del concreto $f'c =$</p>	<p>Objetivo General: Determinar de manera integral y contextualizada cómo la incorporación de caucho reciclado afecta en las propiedades físico - mecánicas del concreto con una resistencia característica de $f'c = 210 \text{ kg/cm}^2$ en la región de Pasco 2024.</p> <p>Objetivos Específicos: Evaluar de manera sistemática y precisa las variaciones en la resistencia a la compresión del concreto $f'c = 210 \text{ kg/cm}^2$ al incorporar diferentes porcentajes de caucho reciclado en la mezcla, en condiciones específicas de la región de Pasco 2024.</p> <p>Analizar de manera exhaustiva el impacto de la adición de caucho reciclado</p>	<p>Hipótesis General: Ho: La incorporación de caucho reciclado no tiene un efecto significativo en las propiedades físico - mecánicas del concreto con una resistencia característica de $f'c = 210 \text{ kg/cm}^2$ en la región de Pasco 2024.</p> <p>Hi: La incorporación de caucho reciclado tiene un efecto significativo en las propiedades físico - mecánicas del concreto con una resistencia característica de $f'c = 210 \text{ kg/cm}^2$ en la región de Pasco 2024.</p> <p>Hipótesis Específicos: Ho1: No existen variaciones significativas en la resistencia a la compresión del concreto $f'c = 210 \text{ kg/cm}^2$ al incorporar diferentes porcentajes de caucho reciclado en la mezcla, en condiciones específicas de la</p>	<p>Variables Independientes: Caucho reciclado</p> <p>Indicadores: Granulometría del caucho. Contenido de humedad del caucho. Peso unitario suelto y compactado del caucho. Peso específico y absorción de caucho reciclado al 10, 15 y 20%.</p> <p>Variables Dependientes: Propiedades físico - mecánicas del concreto.</p> <p>Indicadores: 1: $f'c = 210 \text{ kg/cm}^2$ 2: diámetros de las probetas de ensayo. 3: peso de las probetas de ensayo. 4: Resistencia a la compresión adicionando caucho reciclado. 5: Resistencia a la flexión adicionando caucho reciclado.</p>	<p>Tipo de Investigación: La Investigación para este trabajo es aplicada con un enfoque cuantitativo ya que permite la evaluación realista basada en variables que se pueden ser medidos, replicados y reproducidos en las mismas condiciones en cualquier momento. Además, nos permitió usar datos digitales.</p> <p>Nivel de Investigación: Es explicativa porque se busca dar a conocer las causas que han dado origen o condicionaron la naturaleza del fenómeno en estudio. (Carrasco Díaz, 2008) con este estudio podremos conocer porque es que el caucho reciclado mejora las propiedades físico - mecánicas del concreto $f'c = 210 \text{ kg/cm}^2$ dando una explicación real y científica.</p> <p>Métodos de Investigación: Este trabajo de investigación tendrá un método científico, el cual requiere conocimientos de carácter</p>

<p>210 kg/cm², específicamente en términos de la resistencia a tracción, en condiciones específicas de la región de Pasco 2024?</p> <p>¿Cómo se compara el desempeño del concreto f'c = 210 kg/cm² con caucho reciclado respecto al concreto convencional sin este aditivo, en términos de propiedades físico -mecánicas en la región Pasco 2024?</p>	<p>en la resistencia a la flexión del concreto f'c = 210 kg/cm², en condiciones específicas de la región de Pasco 2024.</p> <p>Examinar de manera detallada la influencia de la presencia de caucho reciclado en la durabilidad del concreto f'c = 210 kg/cm², específicamente en términos de la resistencia a tracción, en condiciones específicas de la región de Pasco 2024.</p> <p>Comparar de manera integral el desempeño del concreto f'c = 210 kg/cm² con caucho reciclado respecto al concreto convencional sin este aditivo, en términos de propiedades físico - mecánicas en la región Pasco 2024.</p>	<p>región de Pasco 2024.</p> <p>Hi1: Existen variaciones significativas en la resistencia a la compresión del concreto f'c = 210 kg/cm² al incorporar diferentes porcentajes de caucho reciclado en la mezcla, en condiciones específicas de la región de Pasco 2024.</p> <p>Ho2: No hay un impacto significativo de la adición de caucho reciclado en la resistencia a la flexión del concreto f'c = 210 kg/cm², en condiciones específicas de la región de Pasco 2024.</p> <p>Hi2: La adición de caucho reciclado tiene un impacto significativo en la resistencia a la flexión del concreto f'c = 210 kg/cm², en condiciones específicas de la región de Pasco 2024.</p> <p>Ho3: La presencia de caucho reciclado no tiene una influencia significativa en la durabilidad del concreto f'c = 210 kg/cm², específicamente en términos de la resistencia a tracción, en condiciones específicas de la región de Pasco 2024.</p>	<p>16: Resistencia a la tracción adicionando caucho reciclado.</p>	<p>científico, incluyendo así la observación, medición, verificación, construcción, análisis y calibración sistemática de las hipótesis cambiantes.</p> <p>Diseños de Investigación: El diseño de investigación es experimental ya que implica la manipulación y control de variables en un entorno controlado para observar y analizar los efectos de esas variables. En este caso, se realizarán ensayos de laboratorio para evaluar la resistencia a la compresión, flexión y tracción del concreto adicionando caucho reciclado. La manipulación de las variables independientes (tipo de adición mineral, proporción, condiciones locales y período temporal) se llevará a cabo para observar su impacto en la variable dependiente (resistencia a la compresión).</p> <p>Población y Muestra: Población: Según (Hernández Sampieri et al., 2006), la población se describe como el conjunto de muestras con características similares que son objeto de estudio y de las cuales se necesitan los resultados. En este</p>
---	--	--	--	--

		<p>Hi3: La presencia de caucho reciclado influye de manera significativa en la durabilidad del concreto $f'c = 210 \text{ kg/cm}^2$, específicamente en términos de la resistencia a tracción, en condiciones específicas de la región de Pasco 2024.</p> <p>Ho4: No existen diferencias significativas en el desempeño integral del concreto $f'c = 210 \text{ kg/cm}^2$, cuando se le incorpora caucho reciclado, en comparación con el concreto convencional sin este aditivo, en términos de propiedades físico - mecánicas en la región de Pasco 2024.</p> <p>Hi4: Existen diferencias significativas en el desempeño integral del concreto $f'c = 210 \text{ kg/cm}^2$, cuando se le incorpora caucho reciclado, en comparación con el concreto convencional sin este aditivo, en términos de propiedades físico - mecánicas en la región de Pasco 2024</p>		<p>caso, la población se representó por un grupo de probetas de concreto con una resistencia de $f'c = 210 \text{ kg/cm}^2$ en la región de Pasco, elaborados con agregados grueso y fino, cemento Portland y agua potable.</p> <p>Muestra:</p> <p>Se han registrado un total de 72 muestras, compuestas por probetas de concreto con una resistencia de $f'c = 210 \text{ kg/cm}^2$. De estas, 36 probetas son sometidas a pruebas de compresión y las otras 36 probetas a pruebas de tracción. Las probetas de concreto natural y adicionando caucho, son de un diámetro de 10 cm y una altura de 20 cm y fueron evaluadas a los 7, 14 y 28 días de curados mediante ensayos de compresión y tracción. Y se realizaron 36 vigas prismáticas para realizar el ensayo de resistencia a la flexión.</p>
--	--	--	--	--

PANEL FOTOGRAFICO



Fotografía 1. Agregado fino, grueso y caucho reciclado



Fotografía 2. Caucho reciclado triturado a partículas de 3/8"



Fotografía 3. Ensayo del Análisis Granulométrico de los Agregados



Fotografía 4. Llevando los agregados a la tamizadora.



Fotografía 5. Tamizando los Agregados (finos y gruesos).



Fotografía 6. Análisis Granulométrico del Caucho Reciclado.



Fotografía 7. Llevando el caucho reciclado a la tamizadora.



Fotografía 8. Tamizando el caucho reciclado.



Fotografía 9. Se empieza a pesar por tamiz al caucho reciclado.



Fotografía 10. Se pesa cada proporción del caucho reciclado quedado en cada malla.



Fotografía 11. Se pesa el porcentaje de caucho reciclado en cada malla.



Fotografía 12. De igual manera se pesa por malla a los agregados finos y gruesos.



Fotografía 13. Peso del agregado grueso después de tamizar.



Fotografía 14. Peso del agregado fino después de tamizar.



Fotografía 15. Ensayo del Peso específico y absorción del agregado fino.



Fotografía 16. Ensayo del peso específico y absorción del agregado fino.



Fotografía 17. Ensayo de la absorción y peso específico del agregado fino.



Fotografía 18. Secado de muestras para realizar los ensayos correspondientes.



Fotografía 19. Los agregados son llevados al horno con temperatura indicada en las normas.



Fotografía 20. Se realiza el diseño de mezcla por patrón.



Fotografía 21. Resistencia a la compresión de las probetas cilíndricas.



Fotografía 22. Resistencia a la compresión de las probetas.



Fotografía 23. Manejo del equipo para el ensayo de compresión.



Fotografía 24. Falla de la probeta cilíndrica.



Fotografía 25. Falla de la probeta cilíndrica tipo corte.



Fotografía 26. Resultados del ensayo de resistencia a la compresión a los 7, 14 y 28 días de curado.



Fotografía 27. Falla obtenida por el ensayo de resistencia a tracción.



Fotografía 28. Ensayo para la resistencia a la flexión.



Fotografía 29. Falla obtenida por la resistencia a la flexión.



Fotografía 30. Resultados obtenidos por el ensayo a flexión de las probetas prismáticas.