

# **UNIVERSIDAD SAN PEDRO**

**FACULTAD DE INGENIERÍA**

**PROGRAMA DE ESTUDIOS DE INGENIERÍA CIVIL**



**Efecto de la adición de caucho reciclado molido en 1%,  
3% y 5%, en la resistencia a la compresión en un concreto  
 $f'c = 210 \text{ kg/cm}^2$ , Ancash 2020**

Tesis para obtener el título profesional de Ingeniero Civil

**Autor**

Beltran Campos, Alexander Arnaldo

**Asesor**

Mejía Oncoy, Elencio Melchor

**Huaraz – Perú**

**2020**

**Palabras clave:**

<b>Tema</b>	Resistencia del concreto
<b>Especialidad</b>	Tecnología del concreto

**Keywords:**

<b>Theme:</b>	Concrete strength
<b>Specialty:</b>	Concrete technology

**Línea de investigación:**

<b>Línea de investigación</b>	Construcción y Gestión de la construcción
<b>Área</b>	Ingeniería
<b>Sub área</b>	Ingeniería Civil
<b>Disciplina</b>	Ingeniería civil

## Resumen

El objetivo de esta investigación fue analizar los efectos en la resistencia a la compresión del concreto al añadir caucho reciclado molido a este.

En esta investigación se obtuvo los resultados de ensayo a la compresión en ella se pudo observar y analizar que el concreto adicionado tuvo menor resistencia a la compresión que el concreto patrón.

Se obtuvo la resistencia a la compresión de las probetas de concreto patrón  $f'_c = 210$  kg/cm<sup>2</sup> y el experimental con la adición de caucho reciclado molido en 1%, 3% y 5% en el concreto patrón.

Los resultados de los ensayos a compresión a 28 días de curado nos mostró que con el añadido de 1% el concreto se obtuvo 99,2% de resistencia respecto al concreto patrón, mientras que el añadido de 3% el concreto obtuvo 96.5% de resistencia respecto al concreto patrón y por último el añadido de 5% el concreto obtuvo 89.2% de resistencia respecto al concreto patrón.

Se concluye que el adicionado de caucho reciclado en el concreto reduce la resistencia a la compresión por lo que es recomendado adicionar en 1% para mejorar algunas propiedades.

## **Abstract**

The objective of this research was to analyze the effects on the compressive strength of concrete when adding ground recycled rubber to it.

In this investigation, the results of the compression test were obtained, it could be observed and analyzed that the added concrete had less resistance to compression than the standard concrete.

The compressive strength of the standard concrete specimens  $f'_c = 210 \text{ kg / cm}^2$  and the experimental one was obtained with the addition of recycled rubber ground in 1%, 3% and 5% in the standard concrete.

The results of the compression tests at 28 days of curing showed us that with the addition of 1% the concrete obtained 99.2% of resistance with respect to the standard concrete, while the addition of 3% the concrete obtained 96.5% of resistance Regarding the standard concrete and finally the addition of 5%, the concrete obtained 89.2% resistance compared to the standard concrete.

It is concluded that the addition of recycled rubber in concrete reduces the resistance to compression, so it is recommended to add 1% to improve some properties.

## **ÍNDICE GENERAL**

TÍTULO	I
PALABRAS CLAVE	II
RESUMEN	III
ABSTRACT	IV
INTRODUCCIÓN	1
METODOLOGÍA	19
RESULTADOS	21
ANÁLISIS Y DISCUSIÓN	25
CONCLUSIONES	27
RECOMENDACIONES	27
REFERENCIAS BIBLIOGRÁFICAS	29
ANEXOS	32

## INDICE DE TABLAS Y FIGURAS

<b>TABLA N° 01</b> .....	8
<b>TABLA N° 02</b> .....	8
<b>TABLA N° 03</b> .....	20
<b>TABLA N° 04</b> .....	21
<b>TABLA N° 05</b> .....	22
<b>TABLA N° 06</b> .....	22
<b>TABLA N° 07</b> .....	23
<b>TABLA N° 08</b> .....	45
<b>FIGURA N° 01</b> .....	11
<b>FIGURA N° 02</b> .....	12
<b>FIGURA N° 03</b> .....	15
<b>FIGURA N° 04</b> .....	24
<b>FIGURA N° 05</b> .....	24

## ÍNDICE DE ANEXOS

<b>ANEXO N° 01: Resultados originales</b> .....	32
<b>ANEXO N° 02: Operacionalizacion de variables</b> .....	43
<b>ANEXO N° 03: Panel Fotográfico</b> .....	44

## **I. INTRODUCCIÓN**

Actualmente al hablar de la incorporación de caucho triturado molido en el concreto encontramos que hay varios autores que experimentaron con este aditivo obteniendo en muchos casos disminución en las propiedades del concreto pero en algunos casos mejora en sus propiedades, en la investigación identificamos las dos variables, la variable independiente adición de caucho reciclado molido, y la variable dependiente resistencia a la compresión.

### **1.1. Antecedentes y fundamentación científica**

En la actualidad en el ámbito Internacional (Lopez & Toloza, 2019) en Chile realizaron el trabajo de investigación titulado *Aplicación del caucho en el hormigón* en el cual indicaron que el diseño de concreto con 10% en dicho trabajo el investigador tuvo como objetivo la evaluación técnica al añadir caucho en el concreto, para ello aplico la metodología de recopilación de datos, ensayos y análisis de los resultados, la población y muestra fueron granos de caucho y el concreto, de lo cual obtuvo los resultados ( cuantificados, con el añadido de 5% la resistencia a la compresión disminuyo un 37.1%, con el de 10% disminuyo un 48.1%, con el de 15% disminuyo un 50% y por ultimo con el de 20% disminuyo un 55.9%) y llego a la conclusión que obtuvo mejor resultado con el concreto sustituido agregado fino por caucho en 5%, a mayor añadido de caucho en la mezcla, esta requería de más agua alternado la dosificación de la mezcla.

También Según (Venegas, 2016) en Colombia Realizó el trabajo de investigación titulado *Evaluación del comportamiento del grano de caucho de llanta reciclada en la producción de concreto para la empresa argos* en dicho trabajo el investigador tuvo como objetivo analizar el comportamiento del concreto al añadir grano de caucho reciclado para la empresa argos, para ello aplico la metodología análisis de la información y toma de datos de los ensayos, la población y muestra fueron granos de caucho, cilindros de concreto, de los cual obtuvo los resultados (cuantificados, en el añadido de 5% la resistencia a la compresión disminuyo un 0.81%, con el de 10% disminuyo un 5.73%, con el de 15% disminuyo un 9.02% y con

el de 20% disminuyo un 11.47%) y llegó a la conclusión que la resistencia a la compresión disminuye significativamente con el aumento del porcentaje de reemplazo, esto se debe a la baja adhesión entre el caucho y el pegamento. Además, debido a las diferentes propiedades mecánicas de los dos componentes, el caucho está bajo presión o es fácil de deformar bajo carga, y la pasta que lo cubre tiende a endurecerse después del endurecimiento.

Así mismo según (Peres & Arrieta, 2017) en Colombia realizaron el trabajo de investigación titulado *Estudio para caracterizar una mezcla de concreto con caucho reciclado en un 5% en peso comparado con una mezcla de concreto tradicional de 3500 psi*. En dicho trabajo los investigadores tuvieron como objetivo caracterizar el concreto mezclando partículas de caucho en 5% con agregado fino y agregado grueso, en diferentes porcentajes para la mezcla, para ello aplicaron la metodología de recopilación, análisis de la información y toma de datos de los ensayos, la población y muestra fue los especímenes de concreto, de los cual obtuvieron los resultados (cuantificados, en el caso de la mezcla de 50% con agregado fino y 50% en el agregado grueso la resistencia se vio disminuida en 45.92%, en el caso de 70% de grano fino de caucho y 30% de grano grueso de caucho la resistencia se vio disminuida en 47.59% y por ultimo cuando el caucho fino fue de 70% y el caucho grueso de 30% la resistencia se vio disminuida en 39.16%) y llegaron a la conclusión que el nuevo concreto adicionado con caucho se verá disminuida ya que el caucho genera porosidad una de las causas que el concreto pierda la capacidad de absorber esfuerzos.

(Fileri, 2018) en Colombia realizó el trabajo de investigación titulado *Concreto estructural con agregado triturado de llantas usadas* en dicho trabajo el investigador tuvo como objetivo obtener un porcentaje máximo de caucho que se puede añadir a un concreto, para ello aplico la metodología de definición de los parámetros, diseño, ensayos y análisis de los resultados, la población y muestra fue cilindros de concretos, de lo cual obtuvo los resultados (cuantificados, con el agregado de caucho en 10% la resistencia a la compresión disminuyo un 77.45%, con el agregado de 7% la resistencia a la compresión disminuyo un 42.97%, y por ultimo con el adicionado de 5% la resistencia disminuyo un 34.01%,) y llegó a la conclusión que para usos estructurales



se recomienda sustituir como máximo en 7 % el agregado fino y agregado grueso por polvo de caucho. En los sustituidos por 5% y 7 % la resistencia a los 28 días alcanzo más de 22 MPa.- El efecto secundario del estudio es la pérdida de peso. En lo que respecta al concreto convencional, los que fueron sustituidos por 7% y 5 % tuvieron menor peso que el resto de las muestras.

(Soto & Marin, 2019) En Colombia realizaron el trabajo de investigación titulado *Análisis del concreto con caucho como aditivo para aligerar elementos estructurales* en dicho trabajo los investigadores tuvieron como objetivo determinar cómo se comporta el concreto luego de añadirle caucho triturado en varios porcentajes, para ello aplico la metodología recopilación, análisis de la información y toma de datos de los ensayos, con población y muestra granos de caucho, especímenes de concreto, de lo cual obtuvo los resultados (cuantificados, con el añadido en 3% disminuyo la resistencia a la compresión un 5.43%, con el añadido en 5% disminuyo un 5.52%, con el añadido en 7% disminuyo un 3.06%, y con el añadido de 10% disminuyó un 7.73) y llegaron a la conclusión que la resistencia a la compresión del concreto no se vio disminuido luego de la adición de caucho, y todas las pruebas superaron la resistencia de 21 MPa, mostrando un resultado óptimo y positivo. Resultando ser de mayor resistencia el concreto adicionado con caucho triturado en un 5% logrando una resistencia a la compresión de 23.1 MPa, por lo que se menciona el valor del 5% debido a la pérdida de peso como el mejor efecto.

Además en el ámbito nacional según (Guzman & Guzman, 2015) en Chimbote realizaron el trabajo de investigación titulado *Sustitución de los áridos por fibras de caucho de neumáticos reciclados en la elaboración de concreto estructural en chimbote-2015* en dicho trabajo los investigadores tuvieron por objetivo analizar el comportamiento físico y mecánico del concreto al sustituir una parte áridos de caucho en el concreto estructural, para ello aplico la metodología de recopilación, análisis de la información y toma de datos de los ensayos, la población fue las llantas en desusos de los vehículos y la muestra fueron las llantas de los vehículos en desuso, de lo cual obtuvo los resultados (cuantificados, disminución en 7.2%, 32.1% y 44.1% en la sustitución de áridos en 5%, 15% y 25 % respectivamente) en el cual llegaron a la

conclusión que al reemplazar el agregado con C5% -FCR-G y C5% -FCR-F mejora ciertas propiedades físicas y mecánicas del concreto, que se ha verificado en el modelo estructural del edificio y tiene una elasticidad aceptable, y recomienda este porcentaje para su uso. -Las partículas se distribuyeron uniformemente y no ocasionaron segregación de las partículas, indicando una buena adhesión del caucho con el agregado.

(Quispe & Mayhuire, 2018) en Abancay realizaron el trabajo de investigación titulado *Incorporación de fibras de caucho neumático reciclado influyen en el comportamiento del concreto estructural en la ciudad de Abancay, 2018* en dicho trabajo los investigadores tuvieron como objetivo analizar la influencia del caucho al ser incorporado en el concreto estructural, para ello aplico la metodología cuantitativa y explicativa, con población y muestra de testigos de cilindros para ser sometidos a ensayos, de lo cual obtuvieron los resultados(cuantificados, con la incorporación de caucho en el cemento en 3% disminuyo en 6.87%, en 5% disminuyo en 4,55% y con el de 7% disminuyó en 16.94% con respecto al concreto patrón) y llegaron a la conclusión que después de agregar el 3%, 7% de caucho en el concreto, si influye en la resistencia a la compresión, mientras que con el de 5 % no influyo significativamente en la resistencia a la compresión.

(Cabanillas, 2017) en Cajamarca realizó el trabajo de investigación titulado *Comportamiento físico mecánico del concreto hidráulico adicionado con caucho reciclado* en dicho trabajo el investigador tuvo como objetivo la evaluación del concreto sustituyendo caucho por agregado fino, para ello aplico la metodología cuantitativa y explicativa, la población de estudio es no aplicable y la muestra son especímenes de concreto sometidos a ensayos, de lo cual obtuvo resultados (cuantificados, con la adición de 10% la resistencia a la compresión disminuyo un 8.73%, con el de 15% disminuyo un 38.32% y por último con el de 20% disminuyo un 46.66%) y llego a la conclusión que con un menor porcentaje de añadido de caucho reciclado en el concreto la disminución en la resistencia a la compresión fue menor.

(Flores & Aguila, 2018) en Lima realizaron el trabajo de investigación titulado *Análisis de resistencia a la compresión del concreto 210 kg/cm<sup>2</sup> adicionando caucho reciclado para estructuras de albañilería confinada, Lima 2018* en dicho trabajo los investigadores tuvieron por objetivo analizar el grado de influencia al sustituir caucho por agregado grueso y fino en un concreto, en estructuras de albañilería confinada, para ello aplico la metodología de recopilación, análisis de la información y toma de datos de los ensayos, la población y muestra son las probetas que se ejecutó para el ensayo respectivo, de lo cual obtuvieron los resultados (cuantificados, en la sustitución de 5% en el A-F aumento en 12% mientras que en la sustitución en el A-G disminuyo en 6.2%, y en el caso de la sustitución de 10 % en el A-F tuvo una disminución de 1.42% mientras que en la sustitución en el A-G disminuyo en 17.1%) y llegaron a la conclusión que obtuvieron mejores resultados con el remplazo de arena fina por caucho reciclado en 5 %, llegando a una resistencia a la compresión de 236 kg/cm<sup>2</sup> luego de 28 días de curado.

(Villagaray, 2017) en Lima realizó el trabajo de investigación titulado *Aplicación de caucho reciclado en un diseño de mezcla asfáltica para el tránsito vehicular de la avenida Trapiche - Comas (Remanso) 2017* en dicho trabajo el investigador tuvo por objetivo analizar el comportamiento del caucho al añadirlo en el asfalto, para ello aplico la metodología recopilación, análisis de la información y toma de datos de los ensayos, la población es la avenida trapiche, y la muestra es el tramo de remanso, de lo cual obtuvo los resultados ( el nueva mezcla de asfalto obtuvo una mayor rigidez 4366 kg/cm<sup>2</sup> frente al convencional 3788 kg/cm<sup>2</sup> aumentando un 13.24%) y llego a la conclusión que el asfalto con adición de caucho reciclado ayuda a la resistencia en las deformaciones permanentes. A menor tamaño de caucho que se le añada al asfalto mejor serán los resultados obtenidos ayudando a mejorar la consistencia y el tiempo de durabilidad del asfalto.

A nivel local, de la búsqueda en las principales bibliotecas de las Universidades Públicas y Privadas de nuestra localidad como son: Universidad Nacional Santiago Antúnez de Mayolo, Universidad los Ángeles de Chimbote, Universidad Cesar Vallejo, Universidad San Pedro y Universidad Alas Peruanas, que se hizo a través de

la plataforma virtual no se encontró ningún trabajo de investigación y/o tesis que se relacionen con el presente proyecto de investigación.

La investigación se fundamenta en la teoría de la **tecnología del concreto**, de las revisiones anteriores de los distintos autores se presenta el marco teórico como el ensayo de compresión del concreto, efectos del caucho reciclado sobre el concreto, los resultados se obtendrán luego de realizado el ensayo como el módulo de rotura, la tecnología de la industria de la construcción, instrumentación y monitoreo, también (Kosmatka & Panarese, 1992) Indico que la mezcla del **concreto** está constituida por varios materiales y que al darle una correcta dosificación esta nos permitirá varias propiedades acorde a la obra que deseamos ejecutar, cada material que compone el concreto cumple un rol importante.

(Sanchez, 2001) Sostuvo que el procedimiento del mezclado consiste en seleccionar los ingredientes a disposición que son el cemento, los agregados, el agua y los aditivos, y la proporción de cada uno de los materiales determinaran el nivel de manejo del concreto, la resistencia deseada, el tiempo que dura, el peso unitario, el volumen y la apariencia.

(Harmsen, 2005) Señalo que un componente del concreto es el agregado que sería el fino o el grueso de acuerdo a la granulometría, y están definidos como un material inerte que tiene su propia resistencia, y estos materiales servirán para rellenar, y proporcionaran una parte de la resistencia a la compresión, también Sostuvo que “el cemento contiene propiedades de adhesión y esta nos permitirá que los componentes del concreto puedan aglutinarse”. Asimismo Indicó que “tenemos varios tipos de cementos que dependen de la composición química que llevan, nivel en que está hidratado, tiempo de fragua, fino de las partículas y la resistencia que pueda alcanzar “.

### **Características del concreto**

Los principales componentes del concreto lo conforman el cemento, el agregado y el agua, el aditivo naturalmente contiene aire pero se le puede adicionar si

es con la intención de mejorar sus propiedades, el concreto en su estado duro tiene la capacidad de soportar grandes cargas a compresión.

## **Elementos que conforman el concreto, en la cual tenemos el cemento**

### **Definición**

(Merritt & Kent, 1992) Pág. 8-1 Indico que al controlar su composición, las propiedades del hormigón de cemento Portland Variarían en gran medida. Por ejemplo, el concreto utilizado para construir estructuras puede tener una buena y elevada resistencia a la compresión, sin embargo el concreto utilizado para muros cortina de presas debe ser durable y hermético, teniendo una baja resistencia.

### **Agregados**

#### **Definición**

Son materiales que encontramos en la cantera de los ríos como la piedra (grava), la arena y la arena tanto fina como gruesa, en ocasiones se usa el hormigón (concreto) no estructural (NTP 339.047 2006).

### **Normas NTC Agregados**

Luego de seleccionar los materiales que utilizaremos en la elaboración de la mezcla de concreto, se realizan los procesos requeridos para poder determinar las propiedades físicas y mecánicas. Para ejecutar los ensayos de laboratorio nos regiremos a la NTC. Que son unos documentos creados por Icontec que nos establece directrices, reglamentos y características.

### **Agregado fino**

#### **Definición**

Es un agregado creado artificialmente o que proviene naturalmente del desgaste de las rocas y podemos encontrarlo en las canteras, al lado del río, y pasa por un tamiz establecido de 9.5 mm o (3/8 pulg) que cumple con los estándares de la NTP 400.037 o ASTM C 33. (NTP 339.047 2006).

**Tabla 1. Ensayos para caracterizar los agregados finos.**

<b>Nombre del Ensayo</b>	<b>No. Ensayo NTC</b>	<b>Descripción</b>
Método de ensayo para el análisis por tamizado de los agregados finos y gruesos.	77	Esta norma determinara la forma en la que esta distribuido los tamaños de las partículas que componen a los agregados finos y gruesos, mediante el proceso de tamizado.
Método para determinar la densidad y la absorción del agregado fino.	237	Esta norma determinara la densidad aparente y nominal, en una condición de temperatura de 23°C a +-2°C y la absorción del agregado fino.

**Fuente: NTC (Norma Técnica de la construcción)**

## **Agregado grueso**

### **Definición**

Es el agregado que retuvo la malla del tamiz de 4,75 mm /n°04) y cumple los límites establecidos por la **NTP 400.037** o **ASTM C33**, que proviene naturalmente o artificialmente de la desegregación de las rocas. (**NTP 339.047** 2006). El agregado grueso puede ser de grava natural o haber sido triturado, piedra partida, o agregados metálicos naturales o artificiales.

El agregado grueso lo tienen que conformar las partículas limpias, de preferencia tipos angulares o simi-angular, duros, compactos, resistentes y de textura rugosa.

**Tabla 2. Ensayos para caracterización agregados gruesos.**

<b>Nombre del Ensayo</b>	<b>No. Ensayo NTC</b>	<b>Descripción</b>
Método de ensayo para el análisis por tamizado de los agregados finos y gruesos.	77	Esta norma establece la distribución correcta de los tamaños de las partículas que son el agregado grueso y fino. Luego de haber sido tamizado
Método de ensayo para determinar la densidad y la absorción del agregado grueso	176	El objetivo de este ensayo es de determinar la densidad y la absorción del agregado grueso. Podemos expresar la densidad como densidad aparente SSS (saturada y superficialmente seca), o densidad nominal.

Determinación de la masa unitaria y los vacíos entre partículas de agregados.	92	Esta norma determinara la masa unitaria en que esta compactada o suelta, y calculara los vacíos entre las partículas de los finos, gruesos o mezclado.
---	----	--

Fuente: NTC (Norma técnica de Construcción)

## Agua

### Consideraciones Generales

El agua tiene dos tipos de uso en el concreto: como componente para la mezcla del concreto y para el curado de las estructuras recién construidas, se recomienda usar el agua de la misma calidad para ambos caso.

En el concreto convencional el agua representa el 10% hasta el 20 % con respecto al volumen de la mezcla del concreto.

### Requisitos y Normas. De calidad:

Para la preparación del concreto, el agua tendrá que cumplir los requisitos de la norma **N.T.P. 339.088** y preferiblemente ser potable.

### Diseño de mezcla del concreto

#### Generalidades

Conocemos al concreto en su estado fresco como en su estado endurecido, por tanto su objetivo final es el diseño de la mezcla. Para poder proporcionar los componentes tenemos varios métodos que son: la forma analítica, semi analítica y la forma empírica.

Los métodos mencionados han mejorado con el paso de los años desde los volumétricos arbitrarios (por ejemplo, mezclas 1:2:4), al método de peso y volumen absoluto actual, propuesto por el Instituto Americano del Concreto, elaborado por el Comité ACI 211, al ser el que más se emplea.

#### Definición

(Merritt & Kent, 1992) Indica que al controlar su composición, las propiedades del hormigón de cemento Portland Variarían en gran medida. Por ejemplo, el concreto utilizado para construir estructuras puede tener una buena y elevada resistencia a la

compresión, sin embargo el concreto utilizado para muros cortina de presas debe ser durable y hermético, teniendo una baja resistencia.

Debemos determinar las especificaciones del concreto para poder disminuir las dudas con respecto a la dosificación. Tenemos las siguientes propiedades:

- a) Máximo y mínimo asentamiento
  - b) Tamaño máximo y tamaño nominal del agregado
  - c) Contenido mínimo de aire incluido, mejorar la durabilidad en ciertos climas
  - d) Resistencia a la compresión mínima necesaria, por las condiciones estructurales
  - e) Resistencia mínima de sobre diseño
  - f) Relación máxima de agua cemento y/o contenido mínimo de cemento
  - g) Máximo contenido de cemento para evitar el agrietamiento por exceso de temperatura en concreto masivo
  - h) Máximo contenido de cemento para evitar el agrietamiento por contracción en condiciones de baja humedad
  - i) Tipos especiales de cemento y agregados
  - j) Peso unitario mínimo para presas de gravedad y estructuras similares
- Uso de aditivos

### **Propiedades físicas del concreto**

#### **- Concreto fresco**

Es el estado del concreto antes de la fragua final o endurecimiento del concreto y son cuatro:

#### **- Consistencia**

En este estado el concreto tiende a ser muy fluida, fluidez media o poco fluida. En el primer caso se dice que tiene una consistencia aguada, en el segundo caso es una consistencia plástica, y en el último caso tiene una consistencia seca.

#### **- Plasticidad**



(Orchard & Wiley, 1976) Indica que esta propiedad el concreto tiende a ser deformable o moldeable según del diseño geométrico que queramos darle, manteniendo su calidad.

## - Fraguado

(Valarezo, 1994) Indica que en este proceso el concreto perderá su plasticidad a consecuencia de la desecación y endurecimiento de la mezcla, este último debido a reacción química que se produce entre el agua de la mezcla con los óxidos de metal del Clinker que es un compuesto del cemento. El endurecimiento tiene dos etapas la fragua inicial y final, esto dependerá del tipo de cemento que empleemos y los aditivos.

Se podrá moldear el concreto en su estado inicial luego de haber sido mezclado, mientras sigue siendo blando. Luego de colocado en el molde se lo conoce como estado en endurecimiento, para que la capacidad de resistencia sea alto deberán pasar más de 28 días de vaciado.

El concreto recién mezclado, cambiara de estado en pocas horas, el proceso durara desde el mezclado inicial es su condición blanda hasta la forma que adquirirá luego de colocado en un molde. Progresivamente seguirá su evolución hasta convertirse en un material duro y resistente.

En la siguiente figura podemos apreciar la curva de evolución de la fragua que nos ilustrara el modo del proceso del cambio del concreto

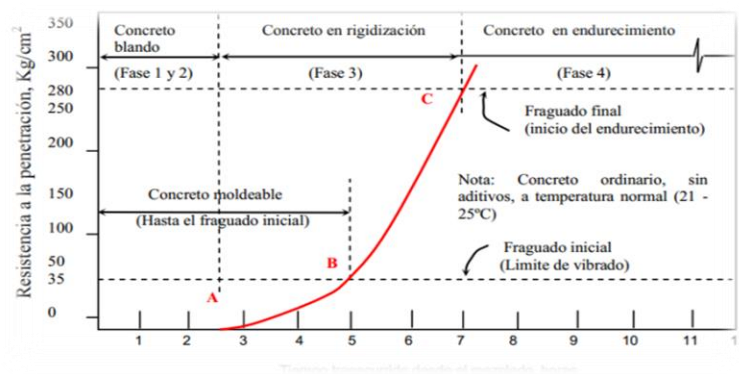


Figura 1. Curva de evolución del fraguado del concreto.

Fuente: (Valarezo, 1994)

En la curva observamos tres puntos. El punto A determina el tiempo inicial de la fragua. Empezando a rigidizarse.

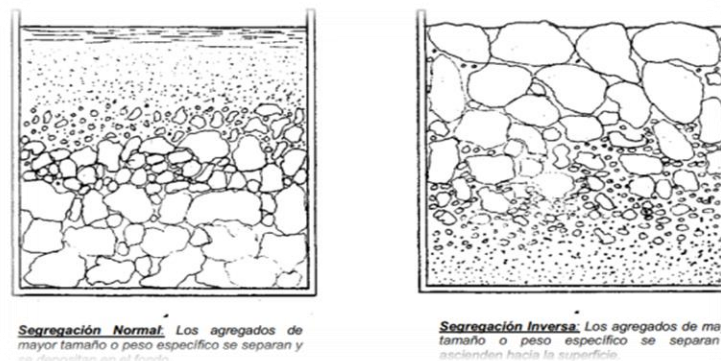
El punto B Nos indica el tiempo que el concreto logra una resistencia a la permeabilidad de 35 kg/cm<sup>2</sup> (500 lb/pulg<sup>2</sup>), es un valor que representa la rigidez que está definido por (ASTM C 403) y es designado como "fraguado inicial". Y por ultimo, el punto C nos indica el tiempo en el que concreto llega a una resistencia a la penetración de 280 kg/cm<sup>2</sup> (4000 lb/pulg<sup>2</sup>), y representa el fraguado final.

### - Manejabilidad

(Kosmatka & Panarese, 1992) Indico que la manejabilidad es lo fácil que podemos mezclar, manejar y el acabarse el concreto en su estado fresco sin perder la homogeneidad, es una de las propiedades del concreto más importante en su estado fresco.

Una cosa a tener en cuenta es el correcto manejo del concreto, ya que el mal uso de este podría producir segregación, exudación y porosidad, esto provocara que nuestro concreto sea de baja calidad

Así mismo (Sanchez, 2001) Indico que en el caso de la segregación es cuando las partículas pesadas o gruesas se separan de las livianas. Podemos apreciarlo mejor en la siguiente imagen.



**Figura 2. Tipos de segregación que se pueden producir en el concreto.**  
**Fuente: (Sanchez, 2001).**

Esta anomalía se da en un concreto con mucha porosidad y con una mayor cantidad de agua en la parte superior del concreto. Esto causara que el concreto no se comporte de manera deseada, por lo mencionado se podría decir que el concreto es manejable siempre y cuando se den las facilidades necesarias para su procesamiento, moldeado y acabado. Y cuidando de que no haya segregación.

### **Concreto endurecido**

En este estado tenemos estas propiedades:

#### **- Impermeabilidad.**

(Troxell, Davis, & Kelly, 1968) Indicaron que “la impermeabilidad es la habilidad que posee el concreto para no dejar pasar el agua o fluidos”,

#### **- Durabilidad.**

(Troxell, Davis, & Kelly, 1968) Indicaron que la durabilidad es la habilidad del concreto de resistir a la intemperie, a los químicos y a cualquier tipo de ataque que podrían deteriorar o dañar al concreto.

### **Determinación de la relación agua / cemento**

Esta relación nos indicara la proporción en el que el agua y el cemento estarán presentes en la mezcla de concreto, y variara según lo requerido.

En el **ACI Standar 211.1** es considerado la relación agua/cemento con la finalidad de la durabilidad del concreto, así mismo el **ACI Building Code Requirements for Reinforced Concrete** (Requisitos del código de construcción del ACI para el concreto reforzado), ACI 318-89, nos indica que en ningún caso esta relación será menor 0.45. Tenemos que tener en cuenta que la resistencia a la compresión será óptimo a partir de los 28 días de curado.

### **Resistencia a la Compresión del Concreto**

En este ensayo se busca determinar la capacidad de resistencia de un concreto, para orozar dichos ensayos utilizaremos cilindros de concreto luego del proceso de curado, los resultados variaran ya que depende mucho del proceso de preparación, los

materiales empleados, la forma de elaboración, el tiempo y condición de curado de las muestras.

- ✓ **NTP 339.034:1999** HORMIGON. Método de ensayo para el esfuerzo a la Compresión de muestras cilíndricas de concreto. 2a. ed.
- ✓ **NTP 339.037:2003** HORMIGON (CONCRETO). Práctica normalizada para el refrentado de testigos cilíndricos de hormigón (concreto)
- ✓ **ASTM C39/C39M-01** Standard Test Method for Compressive Strength of Cylindrical Concrete Specimens
- ✓ **ASTM C617-98** Standard Practice for Capping Cylindrical Concrete Specimens

78

#### **Ensayo de la Resistencia a la Compresión de muestras cilíndricas de concreto-NTP-079-034.**

Es el esfuerzo máximo que puede soportar un material bajo una carga de aplastamiento, y esta expresado en Kg/cm<sup>2</sup>, estas pruebas las ejecutaremos siguiendo específicamente la norma-**NTP-079-034**.

Para obtener los resultados a la compresión del concreto usaremos una máquina, esta aplica una fuerza externa superior e inferior sobre la probeta, su medición esta expresada en KN con una rata de 1.03mm/min.

La resistencia la obtendremos dividiendo la fuerza que se aplica al cilindro entre el área que dicha fuerza aplica.

$$f'c = F/A$$

Donde:

$f'c$  = Resistencia a la compresión expresado en Mpa.

F = Fuerza o carga con la que se llega a la rotura en el cilindro expresado en KN.

A = Area transversal del cilindro expresado en mm<sup>2</sup>.

### **Elaboración y curado del concreto.**

En este ensayo usaremos un molde en forma de cilindro y elaborado de metal. Las características de este molde son que es de 4" de diámetro y 8" de alto, el número de cilindros para el ensayo son muchas, previamente al llenado del concreto en el molde debemos de lubricarlo y así evitaremos la adherencia del concreto con el molde.

El proceso de llenado del concreto es especial ya que lo haremos en 3 etapas iguales apisonando cada capa con una varilla, en cada capa introduciremos la varilla 25 repeticiones en toda la superficie, esto a fin de compactar el vaciado. En la parte superior enrasaremos el molde llenándolo con concreto, nos ayudaremos con un palustre o regla.



**Figura 3. Instrumento o molde para la elaboración de cilindros de concreto con medidas específicas de 4" de diámetro y 8" de alto. Fuente: NTP-079-034.**

### **Caucho reciclado**

#### **Definición**

(Castro, 2007) Sostuvo que las llantas o los neumáticos son esencialmente una cubierta de goma que dependiendo del uso que le vamos a dar soportara su peso y su carga, para su fabricación empleamos varios tipos de materiales como el metal y el caucho.

Una vez finalizada la vida útil del neumático a este se lo triturará mecánicamente. En este proceso, el caucho se procesa y se convierte en gránulos, separando así el acero y la fibra, y vulcanizándolo según el uso previsto.

#### **- Características físicas del caucho reciclado**

(Castro, 2007) Indicó que el caucho es un producto hecho a base de plástico de color gris oscuro, su consistencia es sólida, semi-sólida o líquida, esto dependerá en la temperatura que se encuentra, se flexiona fácilmente y de uso controlable al mezclar otras sustancias.

De material plástico visco-elástico lo que significa que actúa dependiendo a la temperatura que se encuentra y con las fuerzas externas que se le sometan. Al deformarse ya no volverá a su estado inicial.

#### **- Componentes de los neumáticos (caucho reciclado)**

Los compuestos de la llanta serán dependiendo del uso que se les darán. Según su resistencia a la carga, el anejo a altas presiones, su adherencia, etc. A continuación se muestra los componentes y caracteres de los neumáticos de autos.

- a) 6,8 kg de peso
- b) 0,06 m<sup>3</sup> de volumen
- c) Caucho natural en 14%
- d) Caucho sintético en 27%
- e) Rellenos reforzantes en 28%
- f) Acero en 14%
- g) Antioxidantes y relleno en 17%

#### **Proceso de reciclaje**

(Castro, 2007) Señaló que a medida que se utiliza este material, existen varios métodos para eliminar las propiedades elásticas de los residuos de caucho, de manera que vuelvan a tener la misma plasticidad igual que antes de estar vulcanizado.

#### **- Trituración mecánica**

(Castro, 2007) Señaló que este procedimiento es netamente mecánica, no requiere insertarle químicos ni calor. El proceso es pasar el caucho por una serie de trituración continuos hasta obtener un volumen pequeño y tamaño de las partículas muy pequeñas. Después se procederá a separarlos y clasificarlos para un uso posterior.

La ventaja de este procedimiento es la obtención de productos de buena calidad en pocas etapas del procedimiento.

- **Trituración criogénica**

(Castro, 2007) Señaló que la ventaja de este procedimiento es el la obtención de las partículas de caucho en reducido tamaño, y la desventaja es que tanto las partículas de acero y de caucho están mezcladas; y el costo de la instalación, inversión, mantenimiento y las maquinas son elevados, poco rentables.

**De lo anteriormente expuesto se aborda la realidad problemática**, la cual nos indica que el concreto es una mezcla de varios compuestos, las propiedades físicas de la variable independiente y dependiente, la contaminación que el desecho de caucho genera a nuestro medio ambiente, los neumáticos usados son principalmente desechos sólidos que llegan a un punto crítico en las ciudades de o en los basureros. Debido a que los neumáticos están hechos de materiales de caucho, su proceso de descomposición se tomara más de 100 años. En el caso de las llantas demoraran en descomponerse más de 1000 años. Estos materiales causaran mucha contaminación a la tierra incluso causando la muerte de muchos animales y personas.

Con el proyecto de investigación lo que se quiere es el estudio y comportamiento del cucho triturado molido y sus beneficios en el concreto.

## **1.2. Justificación de la investigación**

**Justificación social.** La gran cantidad de vehículos que circulan en Huaraz generan año tras año desechos de llantas (caucho) y es por eso que con esta investigación se pretende reutilizar el caucho desechado para elaborar mezclas de concreto añadiendo este material reciclado.

**Justificación económica.** La utilización del neumático desechado triturado en la elaboración de mezcla de concreto nos dará otra dosificación, es por eso que reducirá el gasto en la preparación de la nueva mezcla.

**Justificación ambiental.** Con el añadido de los desechos de caucho en la elaboración de mezclas de concreto, en la ciudad de Huaraz ayudaremos a mitigar el impacto que estos generan en el medio ambiente.

### 1.3. obh

¿Cuál es el efecto de la adición de caucho reciclado molido en 1%, 3% y 5%, en la resistencia a la compresión en un concreto  $f'c=210$  kg/cm<sup>2</sup>, Huaraz 2020?

### 1.4. Conceptuación y operacionalización de la variable

#### Variable independiente

Caucho reciclado molido

##### - Definición operacional

Añadido de fibras de caucho reciclado molido que se extraen de neumáticos con dimensiones físicas, químicas y mecánicas.

##### - Indicador

Añadido de caucho reciclado molido al concreto patrón en 1%, 3% y 5 %.

#### Variable dependiente

Resistencia a la Compresión del Concreto

##### - Definición

Es el esfuerzo máximo que puede soportar un material bajo una carga de aplastamiento

##### - Definición conceptual

Es un esfuerzo que puede soportar un cilindro de concreto bajo una carga aplicada

### 1.5. Hipótesis

La adición de caucho reciclado molido en 1%, 3% y 5%, tiene un efecto negativo en la resistencia a la compresión en un concreto  $f'c = 210$  kg/cm<sup>2</sup>, Ancash 2020.

### 1.6. Objetivos

#### **Objetivo general**



Determinar el efecto de la adición de caucho reciclado molido en 1%, 3% y 5%, en la resistencia a la compresión en un concreto  $f'c = 210 \text{ kg/cm}^2$ , Ancash 2020.

### **Objetivos específicos**

- Caracterizar las propiedades del caucho reciclado molido.
- Diseñar la mezcla de concreto patrón.
- Ejecutar los ensayos a 7, 14 y 28 días de curado, y determinar la resistencia a la compresión del concreto patrón y concreto adicionado caucho reciclado molido en 1%, 3% y 5%.
- Comparar las resistencias y grado de influencia del ensayo a la compresión de los concretos al adicionar caucho reciclado en molido en 1%, 3% y 5%. Con respecto al concreto patrón, en tiempos de curado de 7,14 y 28 días de curado.
- Mitigar el impacto que genera el desecho de los neumáticos de caucho en el medio ambiente.

## **II. METODOLOGÍA**

### **2.1. Tipo y diseño de investigación:**

**Tipo de investigación:** Aplicada

Según (Murillo, 2008) indicó que al tipo de investigación Aplicada también se lo conoce como investigación práctica, su característica es buscar la aplicación o utilizar los conocimientos previos adquiridos, al mismo tiempo que adquiere más conocimiento, de la misma manera (padron, 2006) Señaló que este tipo de investigación aplicada trata de resolver problemas que se presentan en el día a día.

**Diseño de investigación**

**Experimental**, porque sus variables se manipularan para ver sus efectos o intervenciones, con la variable independiente se podrá observar su influencia sobre la variable dependiente, el grado de control se obtuvo en el laboratorio de concreto, acorde a las normas técnicas de Perú y combinando el diseño del

concreto con fibra de caucho de llantas recicladas y el diseño de mezcla ACI-211.

## 2.2. Población, muestra y muestreo

### Población

Luego de determinar el muestreo/análisis, empezamos la delimitación de la población a estudio, según (Lepkowski, 2008b) “define a la población a todo grupo que conlleva una serie de especificaciones”.

Cilindros de Hormigón sometidos a esfuerzos de compresión  $f'c=210$  kg/cm<sup>2</sup>.

### Muestra

Concreto  $f_c=210$  kg/cm<sup>2</sup> añadido caucho reciclado en 1%, 3% y 5%, con dimensiones de la probeta 4” de diámetro x 8” de alto.

**Tabla 3. Numero de cilindros por tiempo de rotura.**

Días	Porcentaje de adición de caucho triturado fino			
	0%	1%	3%	5%
7	R1	R2	R3	R4
	R1	R2	R3	R4
	R1	R2	R3	R4
14	R1	R2	R3	R4
	R1	R2	R3	R4
	R1	R2	R3	R4
28	R1	R2	R3	R4
	R1	R2	R3	R4
	R1	R2	R3	R4
<b>Total de muestras = 36 cilindros</b>				

**Fuente: Elaboración propia**

- Las piedras chancadas y las arenas (cantera de Tacllan).
- Caucho reciclado molido.
- Cemento portland tipo I.

## 2.3. Técnicas e instrumentos de investigación

La técnica para la obtención de la información va a ser la observación, experimentación y medición.

**Tabla 4. Técnicas e instrumento de investigación.**

<b>Variables</b>	<b>Técnica</b>	<b>Instrumento</b>	<b>Fuente</b>
Variable independiente	Investigación bibliográfica	Ficha bibliográfica	Bibliotecas virtuales, bibliotecas físicas, libros, etc.
Caucho	Observación	Formato de laboratorio	Encargado del laboratorio USP
Variable dependiente	Medición	Formatos de fichas técnicas	
Resistencia a la Compresión	Experimentación	Ensayos de laboratorio	Encargado del laboratorio USP

**Fuente: Elaboración propia, basado en el método del proyecto**

## **2.4. Procesamiento y análisis de la información**

En el presente trabajo de investigación se elaboró 36 briquetas de concreto divididas cuatro grupos con 9 briquetas cada una.

- El Primer grupo con concreto patrón  $f'c=210$  kg/cm.
- El segundo grupo con añadido de caucho molido fino en 1%.
- El tercer grupo con añadido de caucho molido fino en 3 %,
- El cuarto grupo con añadido de caucho molido fino en 5 %.
- Se sometió a ensayo de compresión a todos los cuatro grupos de briquetas en tiempos de curado de 7, 14 y 28 días.
- Se procesó los resultados de ensayo a la compresión en el programa SPSS.

## **III. RESULTADOS**

### **3.1. Caracterización de las propiedades del caucho reciclado molido para la adición a un concreto $f'c = 210$ kg/cm<sup>2</sup>.**

En caucho reciclado se obtuvo de la trituración de desechos de neumático, para ello se tuvo que reciclar llantas desechadas de las calles, que dañan la imagen de la ciudad y no tienen control de salubridad en Huaraz,

se procesó mecánicamente despedazándolo en partes cada vez más pequeñas, luego se lo metió a la molienda para obtener granos de caucho, de igual modo se sometió a ensayos granulométricos y peso específico (ver anexo 1).

- Tamaño máximo nominal: #16
- Módulo de finesa: 3.79
- Peso específico: 1.16

### 3.2. Diseño de la mezcla de concreto patrón y experimental añadiendo caucho reciclado molido en el concreto con porcentajes de 1%, 3% y 5%.

Para la elaboración del diseño de la mezcla de concreto se tuvo que analizar y realizar ensayos a los agregados que lo componen, los cuales corresponden los ensayos de contenido de humedad, análisis granulométrico, gravedad específica, absorción de los agregados, y peso específico. En la tabla 5 podemos apreciar los resultados.

Tabla 5. Ensayos ejecutados a los agregados.

Ensayo	Valor obtenido	
	Agregado fino	Agregado grueso
Contenido de Humedad	3,2%	0,7%
Tamaño máximo nominal	#4	½ “
Peso específico aparente	2,69	2,75
% de absorción	1,18%	0,78%
Peso unitario suelto	1362 kg/m <sup>3</sup>	1534 kg/m <sup>3</sup>
Peso unitario compactado	1471 kg/m <sup>3</sup>	1679 kg/m <sup>3</sup>

Fuente: Elaboración propia

Se utilizó las normas ASTM D-2216-71 para obtener el contenido de humedad, ASTM-C36 para el análisis granulométrico, NTP 400.017 para obtener el peso específico, (ver anexo 1).

### 3.3. Resultados de los ensayos de resistencia a la compresión del concreto patrón y experimental al añadir a la mezcla caucho reciclado molido en porcentajes de 1%, 3% y 5% en tiempos de 7, 14 y 28 días de curado.

Para obtener los resultados de los ensayos de resistencia a la compresión se sometió a rotura los 36 cilindros de concreto de los cuales 9 fueron sin adición de caucho, otros 9 con adición de 1% de caucho, otros 9 con adición de 3% de caucho y por último 9 con adición de 5% de caucho, los cilindros de concreto estuvieron sometido a un curado tipo sumergido, los ensayos se realizaron a 7,14 y 28 días de curado. En la tabla 6 podemos apreciar los resultados.

Tabla 6. Resistencia a la compresión del concreto patrón  $f'c=210\text{kg/cm}^2$  y experimental (kg/cm<sup>2</sup>)

Edad (días)	Adición de caucho reciclado molido			
	0%	1%	3%	5%
7 días	158.4	161,3	139,4	139,1
	162,3	163,6	141,5	139,4
	164.0	166,9	142,3	142,3
14 días	192.0	188,2	163,5	163,5
	195.5	189.6	163.8	163.8
	196.7	192.4	169.7	169.7
28 días	213,5	208,3	187,6	182,3
	215.2	209.1	189.6	187.3
	219.9	213.9	202.6	187.8

Fuente: Elaboración propia. Resultados obtenidos de los ensayos en laboratorio

Luego de obtenido los resultados de ensayos, se promedió los resultados de las 3 muestras por cada rotura tanto del concreto patrón como de las muestras con añadido de caucho reciclado molido en 1%, 3% 5%, en tiempos de 7, 14 y 28 días, en la tabla 7 se muestra los resultados promedios.

Tabla 7 Promedio de la resistencia a la compresión del concreto patrón y experimental (kg/cm<sup>2</sup>)

Edad (días)	Adición de caucho reciclado molido			
	0%	1%	3%	5%
7	161,56	163,93	141,06	140,26
14	194,73	190,06	165,6	165,66
28	216,2	210,43	193,26	185,8

Fuente: Elaboración propia. Resultados promediados obtenidos de los ensayos en laboratorio.

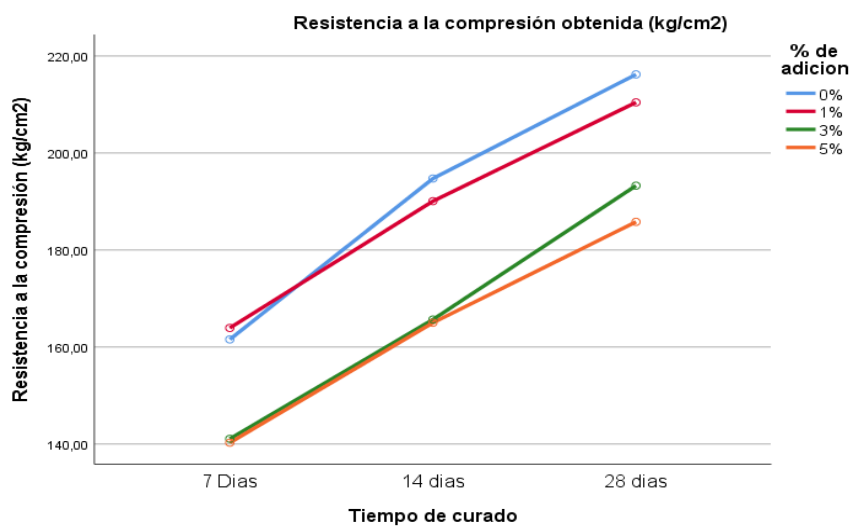


Figura 4. Grafico lineal de las resistencias a la compresión del concreto patrón y experimental.

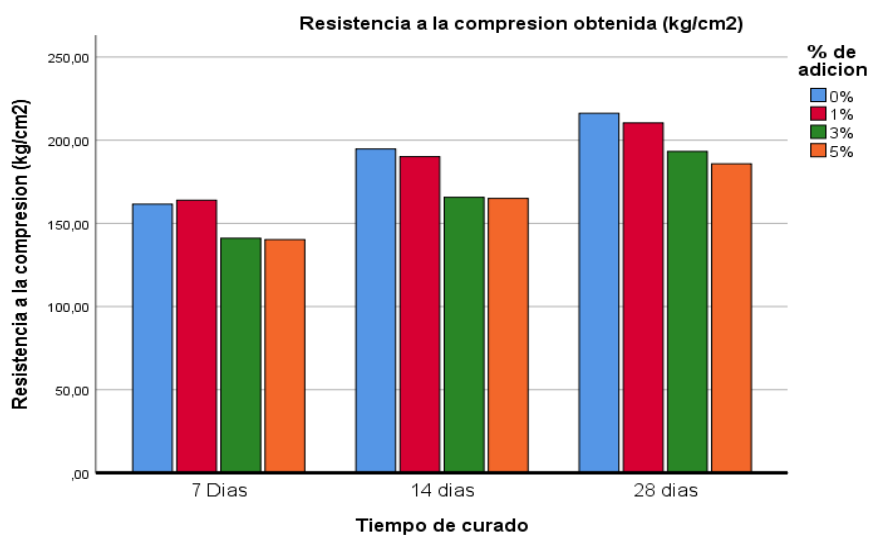


Figura 5. Grafico en barras de la resistencia a la compresión del concreto patrón y experimental.

En la figura 4 y en la figura 5 podemos apreciar que la resistencia a la compresión del concreto patrón supera a las del concreto adicionado con caucho reciclado molido, se puede apreciar que hay una tendencia a la baja de la resistencia a la compresión cuando al concreto le añadimos un mayor porcentaje de caucho reciclado molido, se obtuvo un mejor resultado con el añadido de caucho al concreto en 1%.

### **3.4. Comparación con el concreto patrón en un curado de 28 días y grado de influencia del concreto con adición de caucho reciclado molido en 1%, 3% y 5%.**

#### **Resultados a los 7 días**

Se puede observar que con respecto al concreto patrón en el añadido de 1% la resistencia aumentó un 1.46%, mientras que con el añadido de 3% la resistencia disminuyó un 12.69%, asimismo con el añadido de 5% la resistencia disminuyó un 13.18%.

#### **Resultados a los 14 días**

En este tiempo de curado la resistencia a la compresión del concreto añadido en 1% de caucho disminuyó un 2.4% respecto al concreto patrón, mientras que con el añadido de 3% la resistencia disminuyó un 14.96%, asimismo con el añadido de 5% la resistencia disminuyó un 14.93%.

#### **Resultados a los 28 días**

En 28 días de curado los resultados con respecto al concreto patrón en el añadido de 1% la resistencia disminuyó un 2.67%, mientras que con el añadido de 3% la resistencia disminuyó un 10.61%, asimismo con el añadido de 5% la resistencia disminuyó un 14.06%.

## **IV. ANÁLISIS Y DISCUSIÓN**

(Lopez & Toloza, 2019) Concluyó que obtuvo mejor resultado con el concreto sustituido agregado fino por caucho en 5%, a mayor añadido de caucho en la mezcla, esta requería de más agua alterando su dosificación. En consideración a mis resultados puedo indicar que hay semejanza ya que la resistencia a la compresión no se vio tan afectado con el añadido de 1 % mientras que en el añadido de 3% y 5% la resistencia disminuyo significativamente.

(Venegas, 2016) Concluyó que la resistencia a la compresión disminuye significativamente con el aumento del porcentaje de reemplazo, esto se debe a la baja adhesión entre el caucho y el pegamento. Además, debido a las diferentes

propiedades mecánicas de los dos componentes, el caucho está bajo presión o es fácil de deformar bajo carga, y la pasta que lo cubre tiende a endurecerse después del endurecimiento. Al respecto puedo indicar que tiene una semejanza con mi resultado del laboratorio ya que a mayor añadido de caucho molido la resistencia a la compresión disminuyó respecto al concreto patrón.

(Peres & Arrieta, 2017) Concluyeron que el nuevo concreto adicionado con caucho se verá disminuida ya que el caucho genera porosidad una de las causas que el concreto pierda la capacidad de absorber esfuerzos. Al respecto puedo indicar que todos mis resultados de ensayo a la compresión con caucho añadido obtuvieron menor resistencia a la compresión con respecto al concreto patrón.

(Guzman & Guzman, 2015) Concluyeron que al reemplazar el agregado con C5% -FCR-G y C5% -FCR-F mejora ciertas propiedades físicas y mecánicas del concreto, que se ha verificado en el modelo estructural del edificio y tiene una elasticidad aceptable, y recomienda este porcentaje para su uso. -Las partículas se distribuyeron uniformemente y no ocasionaron segregación de las partículas, indicando una buena adhesión del caucho con el agregado. Al respecto con mis resultados de laboratorio puedo señalar que si bien mejora algunas propiedades, no mejorara en la resistencia a la compresión.

(Quispe & Mayhuire, 2018) Llegaron a la conclusión que después de agregar el 3%, 7% de caucho en el concreto, si influyó en la resistencia a la compresión, mientras que con el de 5 % no influyó significativamente en la resistencia a la compresión. Al respecto con mis ensayos de laboratorio puedo señalar semejanzas ya que con el porcentaje de añadido de 1% de caucho en el concreto la influencia es menor, mientras que con los añadidos de 3% y 5% la influencia es significativa respecto al concreto patrón.

(Cabanillas, 2017) Concluyó que con un menor porcentaje de añadido de caucho reciclado en el concreto la disminución en la resistencia a la compresión fue menor. Al respecto puedo indicar semejanzas con mis resultados de laboratorio



ya que obtuve resultados similares, con el añadido de caucho en 1% obtuve 2.67% menos resistencia a la compresión respecto al concreto patrón.

## **V. CONCLUSIONES**

Primera.- se obtuvo mejores resultados en la mezcla con adición de caucho en 1% obteniendo 2.67% menos resistencia a la compresión respecto al concreto patrón, mientras que con el adicionado de caucho en 3% obtuve en promedio un 10.61% menos resistencia respecto al concreto patrón, y por ultimo con el adicionado de caucho en 5% obtuve en promedio 14.06 % menos resistencia a la compresión respecto al concreto patrón.

Segunda.- debido a que disminución de resistencia que provoca el añadido de caucho en el concreto, no es adecuado utilizar este aditivo en un concreto estructural.

Tercera.- La porosidad que se observa luego de la rotura de los ensayos nos indica que el caucho molido no se adhiere correctamente con la mezcla de concreto y no es recomendable su uso para estructuras de concreto ya que el añadido de caucho provocara la disminución de la resistencia a la compresión.

Cuarta. - Entre menor sea el porcentaje de caucho reciclado molido que se le añada al concreto, obtendremos mejores resultados en la resistencia a la compresión.

Quinta. - la utilización de residuos de caucho en el concreto ayudara a mitigar el impacto que estos desechos generan en el medio ambiente.

## **VI. RECOMENDACIONES**

- Se recomienda no sustituir o añadir caucho en gran porcentaje en el concreto, ya que este material no se adhiere correctamente con el concreto, generando

pérdidas y disminución en las propiedades de concreto, disminución en la resistencia a la compresión, etc.

- Se recomienda utilizar el concreto modificado con caucho para concretos no estructurales, como, por ejemplo: lozas deportivas, pavimentos rígidos, veredas, badenes, falso piso, etc.
- Se recomienda seguir investigando en el ámbito de la utilización del caucho, y otros materiales reciclables para protección del medio ambiente.

## VII. REFERENCIAS BIBLIOGRÁFICAS

### Referencias

(s.f.).

- Cabanillas, H. E. (2017). *Repositorio de la Universidad Nacional de Cajamarca*. Obtenido de Repositorio de la Universidad Nacional de Cajamarca:  
<http://repositorio.unc.edu.pe/bitstream/handle/UNC/1029/TESIS%20%E2%80%9C COMPORTAMIENTO%20F%3%8DSICO%20MEC%3%81NICO%20DEL%20CONCRET O%20HIDR%3%81ULICO%20ADICIONADO%20CON%20CAUCHO%20RECICLADO%E 2%80%9D.pdf?sequence=1&isAllowed=y>
- Castro, G. (2007). *Campus Uba* . Obtenido de Campus Uba:  
[.http://campus.fi.uba.ar/file.php/295 /Material\\_Complementario/Reutilizacion\\_Reciclado\\_y\\_Disposicion\\_final\\_de\\_Neum atico.pdf](http://campus.fi.uba.ar/file.php/295 /Material_Complementario/Reutilizacion_Reciclado_y_Disposicion_final_de_Neum atico.pdf)
- Fileri, L. S. (2018). *Repositorio de la Universidad EIA*. Obtenido de Repositorio de la Universidad EIA:  
[https://repository.eia.edu.co/bitstream/11190/2097/1/LopesSebastian\\_2018\\_Conc retoEstructuralAgregado.pdf](https://repository.eia.edu.co/bitstream/11190/2097/1/LopesSebastian_2018_Conc retoEstructuralAgregado.pdf)
- Flores, O. J., & Aguila, Q. W. (2018). *Repositorio de la Universidad Cesae Vallejo*. Obtenido de Repositorio de la Universidad Cesae Vallejo:  
[http://repositorio.ucv.edu.pe/bitstream/handle/20.500.12692/34885/Flores\\_OJC\\_ %20Aguila\\_%20QW%20\(2\).pdf?sequence=5](http://repositorio.ucv.edu.pe/bitstream/handle/20.500.12692/34885/Flores_OJC_ %20Aguila_%20QW%20(2).pdf?sequence=5)
- González, Q. J. (2017). *Repositorio de la Universidad* . Obtenido de Repositorio de la Universidad :  
<http://www.repositorio.usac.edu.gt/8594/1/Jose%20Gerardo%20Gonz%C3%A1lez %20Qui%C3%B1onez.pdf>
- Guzman, R. Y., & Guzman, L. R. (2015). *Repositorio de la universidad Uns*. Obtenido de Repositorio de la universidad Uns:  
<http://repositorio.uns.edu.pe/bitstream/handle/UNS/2717/42984.pdf?>
- Harmsen, T. E. (2005). *Diseño de estructuras de concreto armado*. PUCP.
- Kosmatka, S. H., & Panarese, W. C. (1992). *Diseño y control de mezclas del concreto*. Mexico DC.
- Lopez, R. A., & Toloza, D. V. (2019). *Peumo Repositorio USM*. Obtenido de Peumo Repositorio USM.

- Merritt, F. S., & Kent, L. M. (1992). *Manual del Ingeniero Civil Tomo II*. McGraw-Hill.
- Murillo, f. J. (2008). *monografias.com*. Recuperado el 25 de 08 de 2020, de monografias.com: <https://www.monografias.com/trabajos15/invest-cientifica/invest-cientifica.shtml>
- NTP, N. T. (2013). (334.009).
- Orchard, D. F., & Wiley, J. &. (1976). *Concrete Technology*. New York.
- padron, j. (2006). *Bases de concepto de "investigacion aplicada"*. Recuperado el 08 de 26 de 2020, de Bases de concepto de "investigacion aplicada": <http://padron.entretemas.com.ve/InvAplicada/index.htm>
- Peres, O. J., & Arrieta, B. Y. (2017). *Repositorio U Catolica Colombia*. Obtenido de Repositorio U Catolica Colombia.
- Quispe, S. Y., & Mayhuire, P. H. (2018). *Repositorio Universidad Tecnologica de los Andes*. Obtenido de Repositorio Universidad Tecnologica de los Andes: <http://repositorio.utea.edu.pe/bitstream/handle/utea/225/Incorporaci%C3%B3n%20de%20fibras%20de%20caucho%20neum%C3%A1tico%20reciclado%20influyen%20en%20el%20comportamiento%20del%20concreto%20estructural%20en%20la%20ciudad%20de%20Abancay%2C%202018..pdf?sequ>
- Ramirez. (2006). *Repositorio u de chile*. Obtenido de Repositorio u de chile: [http://repositorio.uchile.cl/tesis/uchile/2006/ramirez\\_n/html/index-frames.html](http://repositorio.uchile.cl/tesis/uchile/2006/ramirez_n/html/index-frames.html)
- Sanchez, D. G. (2001). *Tecnologia de Concreto y Mortero*. Bogota: Bhandar Editores.
- Soto, L. M., & Marin, R. P. (2019). *Repositrorio Universidad Libre Seccional de Pereira*. Obtenido de Repositrorio Universidad Libre Seccional de Pereira: <https://repository.unilibre.edu.co/bitstream/handle/10901/17858/ANALISIS%20DE%20L%20CONCRETO%20CON%20CAUCHO.pdf?sequence=1>
- Troxell, G. E., Davis, H. E., & Kelly, J. W. (1968). *Composition and Properties of Concrete*. Ney York: Hill Book Company.
- Valarezo, A. M. (1994). *Manual de Tecnologia del Concreto*. Mexico: LIMUSA.
- Venegas, R. C. (2016). *Repository U America*. Obtenido de Repository U America: <https://repository.uamerica.edu.co/bitstream/20.500.11839/432/1/6112739-2016-2-IQ.pdf>
- Villagaray, M. E. (2017). *Repositorio de la Universidad Cesar Vallejo*. Obtenido de Repositorio de la Universidad Cesar Vallejo: <http://repositorio.ucv.edu.pe/handle/20.500.12692/1535>

NTC 77 (2007), Método de ensayo para el análisis por tamizado de los agregados finos y gruesos. Norma Técnica Colombiana.


NTC 176 (1995), Método para determinar la densidad y la absorción del agregado grueso. Norma Técnica Colombiana.

NTC 92 (1995), Determinación de la masa unitaria y los vacíos entre partículas de agregados. Norma Técnica Colombiana.

NTC 237 (1995), Método para determinar la densidad y la absorción del agregado fino. Norma Técnica Colombiana.

## VIII. ANEXOS Y APÉNDICE

### ANEXO 01: RESULTADOS ORIGINALES



# USP

UNIVERSIDAD SAN PEDRO

**ANALISIS GRANULOMETRICO CAUCHO**

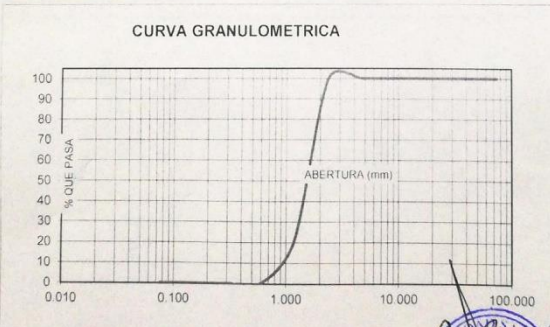
SOLICITA : **Bach. BELTRAN CAMPOS Alexander Arnaldo**  
 TESIS : "Efecto de la Adicion de Caucho Reciclado Molino en 1%, 3% y 5% en la Resistencia a la Compresion de un Concreto  $f_c = 210 \text{Kg/Cm}^2$ , Ancash 2020"  
 LUGAR : HUARAZ  
 FECHA : 27/07/2020 CANTERA : - MATERIAL : CAUCHO RECICLADO MOLIDO



PESO SECO INICIAL	297
PESO SECO LAVADO	297.00
PESO PERDIDO POR LAVADO	0.00

TAMIZ	ABERT (mm)	PESO RETEN (gr)	% RETENIDO PARCIAL	% RETENIDO ACUMULADO	% QUE PASA
3"	75.000				
2 1/2"	63.000				
2"	50.000				
1 1/2"	38.100	0.00	0.00	0.00	100.00
1"	25.000	0.00	0.00	0.00	100.00
3/4"	19.000	0.00	0.00	0.00	100.00
1/2"	12.500	0.00	0.00	0.00	100.00
3/8"	9.500	0.00	0.00	0.00	100.00
N° 4	4.750	0.00	0.00	0.00	100.00
N° 8	2.360	0.00	0.00	0.00	100.00
N° 16	1.180	236.65	79.68	79.68	20.32
N° 30	0.600	59.70	20.10	99.78	0.22
N° 50	0.300	0.40	0.13	99.92	0.08
N° 100	0.150	0.15	0.05	99.97	0.03
N° 200	0.075	0.10	0.03	100.00	0.00
PLATO		0.00	0.00	100.00	0.00
TOTAL		297.00	100.00		

TAMAÑO MAXIMO NOMINAL # 16  
MODULO DE FINEZA 3.79

**CURVA GRANULOMETRICA**



UNIVERSIDAD SAN PEDRO - FILIAL HUARAZ  
 FACULTAD DE INGENIERIA CIVIL  
 LABORATORIO DE MATERIALES Y ENSAYOS DE MATERIALES  
 Ing. Jesus Ernesto Sotelo Montes  
 CIP: 28761  
 JEFE

RECTORADO: Av. José Pardo 194 Chimbote / Perú - Telf.: (043) 483320  
 CAMPUS UNIVERSITARIA: Urb. Los Pinos Telf.: (043) 483222 / 483817 / 483201 - Av. Bolognesi 421 Telf.: (043) 483810  
 Nuevo Chimbote Av. Pacifico y Anchoqueta Telf.: (043) 483802 / San Luis Telf.: (043) 483826  
 OFICINA DE ADMISIÓN: Esq. Aguirre y Espinar - Telefono : 043 345899 - www.usanpedro.edu.pe - facebook/ Universidad San Pedro

Escaneado con CamScanner

**PESO ESPECIFICO**

(CAUCHO RECICLADO MOLIDO)

SOLICITA: **Bach. BELTRAN CAMPOS Alexander Arnaldo**  
 TESIS: "Efecto de la Adicion de Caucho Reciclado Molino en 1%, 3% y 5%  
 en la Resistencia a la Compresion de un Concreto  $f_c = 210 \text{Kg/Cm}^2$ , Ancash 2020"  
 LUGAR: HUARAZ  
 CANTERA: -----  
 MATERIAL: **CAUCHO RECICLADO MOLIDO**  
 FECHA: **27/07/2020**

PESO DE MATERIAL	20.8	gramos
VOL. DESPLAZAMIENTO	18	gramos Cm3

PESO ESPECIFICO	$D = P/V = 20,8/18$
-----------------	---------------------

PESO ESPECIFICO CAUCHO	<b>1.16</b>
------------------------	-------------

OBSERVACIONES:



UNIVERSIDAD SAN PEDRO - PERU HUARAZ  
 FACULTAD DE INGENIERIA CIVIL  
 LABORATORIO DE MECANICA DE SUELOS  
 Y ENSAYOS DE MATERIALES

*[Signature]*  
**Ing. Jose Ernesto Sotelo Montas**  
 CIP: 20761  
 JEFE



**USP**  
UNIVERSIDAD SAN PEDRO

CONTENIDO DE HUMEDAD ASTM D-2216-71

LABORATORIO MECANICA DE SUELOS CONCRETOS Y PAVIMENTOS					
TESIS	: "Efecto de la Adición de Caucho Reciclado Molino en 1%, 3% y 5% en la Resistencia a la Compresion de un Concreto $f'_c = 210 \text{Kg/Cm}^2$ , Ancash 2020"				
SOLICITA	: Bach. BELTRAN CAMPOS Alexander Arnaldo				
DISTRITO	: HUARAZ	HECHO EN		: USP - HUARAZ	
PROVINCIA	: HUARAZ	FECHA		: 27/07/2020	
PROG (KM.)	:	ASESOR			
DATOS DE LA MUESTRA					
CALICATA	:				
MUESTRA	: AGREGADO GRUESO, AGREGADO FINO				
PROF. (m)	:				
AGREGADO GRUESO					
Nº TARRO		46	12		
PESO TARRO + SUELO HUMEDO	(g)	1187.0	1183.0		
PESO TARRO + SUELO SECO	(g)	1180.0	1176.0		
PESO DE AGUA	(g)	7.00	7.00		
PESO DEL TARRO	(g)	175.50	167.5		
PESO DEL SUELO SECO	(g)	1004.50	1008.5		
CONTENIDO DE HUMEDAD	(%)	0.70	0.7		
HUMEDAD PROMEDIO	(%)	0.7			
AGREGADO FINO					
Nº TARRO		33	25		
PESO TARRO + SUELO HUMEDO	(g)	1147.0	1164.0		
PESO TARRO + SUELO SECO	(g)	1117.5	1133.0		
PESO DE AGUA	(g)	29.50	31.00		
PESO DEL TARRO	(g)	165.50	165.5		
PESO DEL SUELO SECO	(g)	952.00	967.5		
CONTENIDO DE HUMEDAD	(%)	3.10	3.20		
HUMEDAD PROMEDIO	(%)	3.2			



UNIVERSIDAD SAN PEDRO - FILIAL HUARAZ  
FACULTAD DE INGENIERIA CIVIL  
LAB. DE MECANICA DE SUELOS  
Y ENSAYO DE MATERIALES

Ing. Jesus Ernesto Sotelo Montes  
CIP: 70751  
JEFE





# USP

UNIVERSIDAD SAN PEDRO

## ANALISIS GRANULOMETRICO ARENA

SOLICITA : **Bach. BELTRAN CAMPOS Alexander Arnaldo**  
 TESIS : "Efecto de la Adicion de Caucho Reciclado Molino en 1%, 3% y 5%  
 en la Resistencia a la Compresion de un Concreto  $f_c = 210 \text{Kg/Cm}^2$ , Ancash 2020"  
 LUGAR : HUARAZ  
 FECHA : 27/07/2020 CANTERA : TACLLAN MATERIAL : AGREGADO FINO

PESO SECO INICIAL	1799.3
PESO SECO LAVADO	1799.30
PESO PERDIDO POR LAVADO	0.00

TAMIZ		PESO RETEN	% RETENIDO	% RETENIDO	% QUE PASA
No	ABERT. (mm.)	(gr)	PARCIAL	ACUMULADO	
3"	75.000	0.00	0.00	0.00	100.00
2 1/2"	63.000	0.00	0.00	0.00	100.00
2"	50.000	0.00	0.00	0.00	100.00
1 1/2"	38.100	0.00	0.00	0.00	100.00
1"	25.000	0.00	0.00	0.00	100.00
3/4"	19.000	0.00	0.00	0.00	100.00
1/2"	12.500	0.00	0.00	0.00	100.00
3/8"	9.500	0.00	0.00	0.00	100.00
N° 4	4.750	118.30	6.57	6.57	93.43
N° 8	2.360	248.20	13.79	20.37	79.63
N° 16	1.180	361.00	20.06	40.43	59.57
N° 30	0.600	300.00	16.67	57.11	42.89
N° 50	0.300	365.50	20.31	77.42	22.58
N° 100	0.150	378.50	21.04	98.45	1.55
N° 200	0.075	27.80	1.55	100.00	0.00
PLATO		0.00	0.00	100.00	0.00
TOTAL		1799.30	100.00		

TAMAÑO MAXIMO NOMINAL : n° 4  
 MODULO DE FINEZA : 3.00  
 HUMEDAD : 3.20%

### CURVA GRANULOMETRICA



UNIVERSIDAD SAN PEDRO - FILIAL HUARAZ  
 FACULTAD DE INGENIERIA CIVIL  
 LAB. DE MECANICA DE SUELOS  
 Y ENSAYO DE MATERIALES  
 Ing. Jesus Ernesto Sotelo Montes  
 CIP: 70751  
 JEFE

RECTORADO: Av. José Pardo 194 Chimbote / Perú - Telf.: (043) 483320  
 CAMPUS UNIVERSITARIA: Urb. Los Pinos Telf.: (043) 483222 / 483817 / 483201 - Av. Bolognesi 421 Telf.: (043) 483810  
 Nuevo Chimbote Av. Pacífico y Anchoveta Telf.: (043) 483802 / San Luis Telf.: (043) 483826  
 OFICINA DE ADMISIÓN: Esq. Aguirre y Espinar - Teléfono: 043 345899 - www.usanpedro.edu.pe - facebook/ Universidad San Pedro



**USP**  
UNIVERSIDAD SAN PEDRO

**ANALISIS GRANULOMETRICO GRAVA**

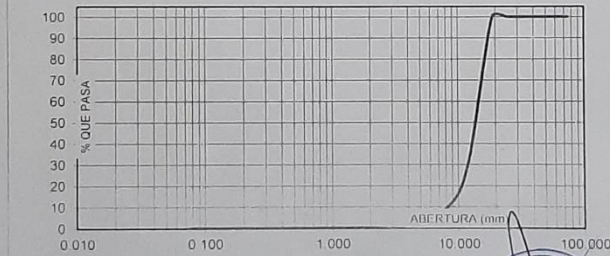
SOLICITA : **Bach. BELTRAN CAMPOS Alexander Arnaldo**  
 TESIS : "Efecto de la Adicion de Caucho Reciclado Molino en 1%, 3% y 5% en la Resistencia a la Compresion de un Concreto  $f_c = 210 \text{Kg/Cm}^2$ , Ancash 2020"  
 LUGAR : HUARAZ  
 FECHA : 27/07/2020 CANTERA : TACLLAN MATERIAL : AGREGADO GRUESO

PESO SECO INICIAL	11381.5
PESO SECO LAVADO	11381.50
PESO PERDIDO POR LAVADO	0.00

TAMIZ	ABERT. (mm.)	PESO RETEN. (gr)	% RETENIDO PARCIAL	% RETENIDO ACUMULADO	% QUE PASA
No					
3"	75.000				
2 1/2"	63.000				
2"	50.000				
1 1/2"	38.100	0.00	0.00	0.00	100.00
1"	25.000	0.00	0.00	0.00	100.00
3/4"	19.000	0.00	0.00	0.00	100.00
1/2"	12.500	7415.00	65.15	65.15	34.85
3/8"	9.500	2358.00	20.72	85.87	14.13
N° 4	4.750	1608.50	14.13	100.00	0.00
N° 8	2.360	0.00	0.00	100.00	0.00
N° 16	1.180	0.00	0.00	100.00	0.00
N° 30	0.600	0.00	0.00	100.00	0.00
N° 50	0.300	0.00	0.00	100.00	0.00
N° 100	0.150	0.00	0.00	100.00	0.00
N° 200	0.075	0.00	0.00	100.00	0.00
PLATO		0.00	0.00	100.00	0.00
TOTAL		11381.50	100.00		

TAMAÑO MAXIMO NOMINAL : 1/2"  
 MODULO DE FINEZA : 6.88  
 HUMEDAD : 0.70%

**CURVA GRANULOMETRICA**



UNIVERSIDAD SAN PEDRO - FILIAL HUARAZ  
 FACULTAD DE INGENIERIA CIVIL  
 LAB. DE MECANICA DE SUELOS Y ENSAYO DE MATERIALES  
 Ing. Jesus Ernesto Sotelo Montes  
 CIP: 70751  
 JEFE



**USP**  
UNIVERSIDAD SAN PEDRO

**PESO ESPECIFICO Y ABSORCION  
DEL AGREGADO FINO**

SOLICITA : **Bach.BELTRAN CAMPOS Alexander Arnaldo**  
 TESIS : "Efecto de la Adicion de Caucho Reciclado Molino en 1%, 3% y 5%  
 en la Resistencia a la Compresion de un Concreto f'c= 210Kg/Cm2, Ancash 2020"  
 LUGAR : HUARAZ  
 CANTERA : TACLLAN  
 MATERIAL : AGREGADO FINO  
 FECHA : 27/07/2020

A : Peso de material saturado superficialmente seco (aire)  
 B : Peso de frasco+ agua  
 C = A + B : Peso frasco + agua +material  
 D : Peso de material+agua en el frasco  
 E = C - D : Volumen de masa+volumen de vacio  
 F : Peso Material seco en horno  
 G= E- (A - F) : Volumen de masa

300.0		
679.0		
979.0		
865.3		
113.7		
296.5		
110.2		
1.18		
1.18		

ABSORCION (%) : ((A-F/F)x100)  
 ABS. PROM. (%) :

P.e. Bulk (Base Seca) = F/E  
 P.e. Bulk (Base Saturada) = A/E  
 P.e. Aparente (Base Seca) = F/G

**PROMEDIO**

2.61		
2.64		
2.69		

**PROMEDIO**

P.e. Bulk (Base Seca)  
 P.e. Bulk (Base Saturada)  
 P.e. Aparente (Base Seca)

2.61
2.64
2.69



UNIVERSIDAD SAN PEDRO-FILIAL HUARAZ  
 FACULTAD DE INGENIERIA CIVIL  
 LAB. DE MECANICA DE SUELOS  
 Y ENSAYO DE MATERIALES  
 Ing. Jesus Ernesto Sotelo Montes  
 CIP: 70751  
 JEFE

**PESO ESPECIFICO Y ABSORCION  
DEL AGREGADO GRUESO**

SOLICITA : **Bach. BELTRAN CAMPOS Alexander Arnaldo**  
 TESIS : "Efecto de la Adicion de Caucho Reciclado Molino en 1%, 3% y 5%  
 en la Resistencia a la Compresion de un Concreto  $f_c = 210 \text{Kg/Cm}^2$ , Ancash 2020"  
 LUGAR : HUARAZ  
 CANTERA : TACLLAN  
 MATERIAL : AGREGADO GRUESO  
 FECHA : 27/07/2020

A : Peso de material saturado superficialmente seco (aire)  
 B : Peso de material saturado superficialmente seco (agua)  
 C = A - B : Volumen de masa + volumen de vacios  
 D : Peso de material seco en el horno  
 E = C - (A - D) : Volumen de masa

ABSORCION (%) :  $((A-D)/D) \times 100$   
 ABS. PROM. (%) :

P.e. Bulk (Base Seca) = D/C  
 P.e. Bulk (Base Saturada) = A/C  
 P.e. Aparente (Base Seca) = D/E

1019.0	1012.0	985.5
643.2	637.8	622.3
375.8	374.2	363.2
1010.5	1004.0	978.5
367.3	366.2	356.2
0.84	0.80	0.72
0.78		

**PROMEDIO**

2.69	2.68	2.69
2.71	2.70	2.71
2.75	2.74	2.75

**PROMEDIO**

P.e. Bulk (Base Seca)  
 P.e. Bulk (Base Saturada)  
 P.e. Aparente (Base Seca)

2.69
2.71
2.75



UNIVERSIDAD SAN PEDRO - FILIAL HUARAZ  
 FACULTAD DE INGENIERIA CIVIL  
 LAB. DE MECANICA DE SUELOS  
 Y ENSAYO DE MATERIALES  
 Ing. Jesus Ernesto Sofelo Montes  
 D.P.: 70751  
 JEFE

## PESOS UNITARIOS

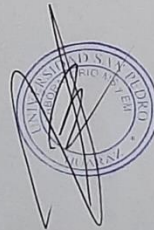
**SOLICITA :** Bach. BELTRAN CAMPOS Alexander Arnaldo  
**TESIS :** "Efecto de la Adición de Caucho Reciclado Molino en 1%, 3% y 5% en la Resistencia a la Compresion de un Concreto  $f'c = 210 \text{Kg/Cm}^2$ , Ancash 2020"  
**LUGAR :** HUARAZ  
**CANTERA :** TACLLAN  
**MATERIAL :** AGREGADO FINO  
**FECHA :** 27/07/2020

### PESO UNITARIO SUELTO

Ensayo N°	0 1	0 2	0 3
Peso de molde + muestra	7675	7685	7675
Peso de molde	3420	3420	3420
Peso de muestra	4255	4265	4255
Volumen de molde	2776	2776	2776
Peso unitario	1533	1536	1533
Peso unitario prom.	1534 Kg/m <sup>3</sup>		

### PESO UNITARIO COMPACTADO

Ensayo N°	0 1	0 2	0 3
Peso de molde + muestra	8065	8095	8085
Peso de molde	3420	3420	3420
Peso de muestra	4645	4675	4665
Volumen de molde	2776	2776	2776
Peso unitario	1673	1684	1680
Peso unitario prom.	1679 Kg/m <sup>3</sup>		



UNIVERSIDAD SAN PEDRO - FILIAL HUARAZ  
 FACULTAD DE INGENIERIA CIVIL  
 LAB. DE MECANICA DE SUELOS  
 Y ENSAYO DE MATERIALES  
 Ing. Jesus Ernesto Sotelo Montes  
 CIP: 70751  
 JEFE



**USP**  
UNIVERSIDAD SAN PEDRO

**PESOS UNITARIOS**

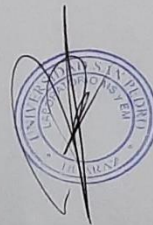
SOLICITA : Bach.BELTRAN CAMPOS Alexander Arnaldo  
 TESIS : "Efecto de la Adicion de Caucho Reciclado Molino en 1%, 3% y 5%  
 en la Resistencia a la Compresion de un Concreto  $f_c = 210 \text{Kg/Cm}^2$ , Ancash 2020"  
 LUGAR : HUARAZ  
 CANTERA : TACLLAN  
 MATERIAL : AGREGADO GRUESO  
 FECHA : 27/07/2020

**PESO UNITARIO SUELTO**

Ensayo N°	0 1	0 2	0 3
Peso de molde + muestra	26055	26085	26065
Peso de molde	7380	7380	7380
Peso de muestra	18675	18705	18685
Volumen de molde	13724	13724	13724
Peso unitario	1361	1363	1361
<b>Peso unitario prom.</b>	1362 Kg/m3		

**PESO UNITARIO COMPACTADO**

Ensayo N°	0 1	0 2	0 3
Peso de molde + muestra	27590	27560	27570
Peso de molde	7380	7380	7380
Peso de muestra	20210	20180	20190
Volumen de molde	13724	13724	13724
Peso unitario	1473	1470	1471
<b>Peso unitario prom.</b>	1471 Kg/m3		



UNIVERSIDAD SAN PEDRO - FILIAL HUARAZ  
 FACULTAD DE INGENIERIA CIVIL  
 LAB. DE MECANICA DE SUELOS  
 Y ENSAYO DE MATERIALES  
 Ing. Jesus Ernesto Sotelo Montes  
 C.P.: 70751  
 JEFE

## ENSAYO DE RESISTENCIA A LA COMPRESION

SOLICITA: Bach. BELTRAN CAMPOS Alexander Arnaldo

TESIS : "Efecto de la Adicion de Caucho Reciclado Molino en 1%, 3% y 5%  
en la Resistencia a la Compresion de un Concreto  $f_c = 210 \text{ Kg/Cm}^2$ , Ancash 2020"

FECHA: 25/07/2020

$f_c$ : 210 kg/cm<sup>2</sup>

Nº	TESTIGO ELEMENTO	SLUMP (")	FECHA		EDAD DIAS	FC Kg/cm <sup>2</sup>	FC/ $f_c$ (%)
			MOLDEO	ROTURA			
1	CONCRETO PATRON	3	27/06/2020	4/07/2020	7	162.3	77.3
2	CONCRETO PATRON	3	27/06/2020	4/07/2020	7	158.4	75.4
3	CONCRETO PATRON	3	27/06/2020	4/07/2020	7	164.0	78.1
4	CONCRETO PATRON	3	27/06/2020	11/07/2020	14	192.0	91.4
5	CONCRETO PATRON	3	27/06/2020	11/07/2020	14	195.5	93.1
6	CONCRETO PATRON	3	27/06/2020	11/07/2020	14	196.7	93.6
7	CONCRETO PATRON	3	27/06/2020	25/07/2020	28	213.5	101.7
8	CONCRETO PATRON	3	27/06/2020	25/07/2020	28	215.2	102.5
9	CONCRETO PATRON	3	27/06/2020	25/07/2020	28	219.9	104.7

ESPECIFICACIONES : El ensayo responde a la norma ASTM C-39

OBSERVACIONES : Los testigos fueron elaborados y traídos a este laboratorio por el interesado.

UNIVERSIDAD SAN PEDRO - FILIAL HUARAZ  
FACULTAD DE INGENIERIA CIVIL  
LAB. DE MECANICA DE SUELOS  
Y ENSAYOS DE MATERIALES

Ing. Jesus Ernesto Sotelo Montes  
CIP: 70751  
JEFE

## ENSAYO DE RESISTENCIA A LA COMPRESION

SOLICITA: Bach. BELTRAN CAMPOS Alexander Arnaldo

TESIS : "Efecto de la Adicion de Caucho Reciclado Molino en 1%, 3% y 5%  
en la Resistencia a la Compresion de un Concreto f'c= 210Kg/Cm2, Ancash 2020"

FECHA: 25/07/2020

F'c: 210 kg/cm2

Nº	TESTIGO ELEMENTO	SLUMP (")	FECHA		EDAD DIAS	FC Kg/cm2	FC/F'c (%)
			MOLDEO	ROTURA			
1	CONCRETO CON 1% DE CAUCHO	3	27/06/2020	4/07/2020	7	166.9	79.5
2	CONCRETO CON 1% DE CAUCHO	3	27/06/2020	4/07/2020	7	163.6	77.9
3	CONCRETO CON 1% DE CAUCHO	3	27/06/2020	4/07/2020	7	161.3	76.8
4	CONCRETO CON 1% DE CAUCHO	3	27/06/2020	11/07/2020	14	189.6	90.3
5	CONCRETO CON 1% DE CAUCHO	3	27/06/2020	11/07/2020	14	188.2	89.6
6	CONCRETO CON 1% DE CAUCHO	3	27/06/2020	11/07/2020	14	192.4	91.6
7	CONCRETO CON 1% DE CAUCHO	3	27/06/2020	25/07/2020	28	213.9	101.9
8	CONCRETO CON 1% DE CAUCHO	3	27/06/2020	25/07/2020	28	208.3	99.2
9	CONCRETO CON 1% DE CAUCHO	3	27/06/2020	25/07/2020	28	209.1	99.6

ESPECIFICACIONES : El ensayo responde a la norma ASTM C-39

OBSERVACIONES : Los testigos fueron elaborados y traídos a este laboratorio por el interesado.

  
 UNIVERSIDAD SAN PEDRO - FILIAL HUARAZ  
 FACULTAD DE INGENIERIA CIVIL  
 LAB. DE MECANICA DE SUELOS  
 Y ENSAYOS DE MATERIALES  
 Ing. Jesus Ernesto Sotelo Montes  
 CIP: 70751  
 JEFE



## ENSAYO DE RESISTENCIA A LA COMPRESION

SOLICITA : Bach.BELTRAN CAMPOS Alexander Arnaldo

TESIS : "Efecto de la Adicion de Caucho Reciclado Molino en 1%, 3% y 5%  
en la Resistencia a la Compresion de un Concreto  $f_c = 210 \text{Kg/Cm}^2$ , Ancash 2020"

FECHA: 25/07/2020

F'c: 210 kg/cm<sup>2</sup>

Nº	TESTIGO	SLUMP (")	FECHA		EDAD DIAS	FC Kg/cm <sup>2</sup>	FC/F'c (%)
	ELEMENTO		MOLDEO	ROTURA			
1	CONCRETO CON 3% DE CAUCHO	3	27/06/2020	4/07/2020	7	141.5	67.4
2	CONCRETO CON 3% DE CAUCHO	3	27/06/2020	4/07/2020	7	139.4	66.4
3	CONCRETO CON 3% DE CAUCHO	3	27/06/2020	4/07/2020	7	142.3	67.8
4	CONCRETO CON 3% DE CAUCHO	3	27/06/2020	11/07/2020	14	169.7	80.8
5	CONCRETO CON 3% DE CAUCHO	3	27/06/2020	11/07/2020	14	163.8	78.0
6	CONCRETO CON 3% DE CAUCHO	3	27/06/2020	11/07/2020	14	163.5	77.9
7	CONCRETO CON 3% DE CAUCHO	3	27/06/2020	25/07/2020	28	189.6	90.3
8	CONCRETO CON 3% DE CAUCHO	3	27/06/2020	25/07/2020	28	187.6	89.3
9	CONCRETO CON 3% DE CAUCHO	3	27/06/2020	25/07/2020	28	202.6	96.5

ESPECIFICACIONES : El ensayo responde a la norma ASTM C-39

OBSERVACIONES : Los testigos fueron elaborados y traídos a este laboratorio por el interesado.



  
 UNIVERSIDAD SAN PEDRO -FILIAL HUARAZ  
 FACULTAD DE INGENIERIA CIVIL  
 LAB. DE MECANICA DE SÓLIDOS  
 Y ENSAYOS DE MATERIALES  
 .....  
 Ing. Jesús Ernesto Sotelo Montes  
 CIP: 70751  
 JEFE

## ENSAYO DE RESISTENCIA A LA COMPRESION

SOLICITA : Bach. BELTRAN CAMPOS Alexander Arnaldo

TESIS : "Efecto de la Adicion de Caucho Reciclado Molino en 1%, 3% y 5%  
en la Resistencia a la Compresion de un Concreto  $f_c = 210 \text{Kg/cm}^2$ , Ancash 2020"

FECHA: 25/07/2020

F'c : 210 kg/cm<sup>2</sup>

Nº	TESTIGO	SLUMP (")	FECHA		EDAD DIAS	FC Kg/cm <sup>2</sup>	FC/F'c (%)
	ELEMENTO		MOLDEO	ROTURA			
1	CONCRETO CON 5% DE CAUCHO	3	27/06/2020	4/07/2020	7	139.1	66.2
2	CONCRETO CON 5% DE CAUCHO	3	27/06/2020	4/07/2020	7	139.4	66.4
3	CONCRETO CON 5% DE CAUCHO	3	27/06/2020	4/07/2020	7	142.3	67.8
4	CONCRETO CON 5% DE CAUCHO	3	27/06/2020	11/07/2020	14	169.7	80.8
5	CONCRETO CON 5% DE CAUCHO	3	27/06/2020	11/07/2020	14	163.8	78.0
6	CONCRETO CON 5% DE CAUCHO	3	27/06/2020	11/07/2020	14	163.5	77.9
7	CONCRETO CON 5% DE CAUCHO	3	27/06/2020	25/07/2020	28	182.3	86.8
8	CONCRETO CON 5% DE CAUCHO	3	27/06/2020	25/07/2020	28	187.3	89.2
9	CONCRETO CON 5% DE CAUCHO	3	27/06/2020	25/07/2020	28	187.8	89.4

ESPECIFICACIONES : El ensayo responde a la norma ASTM C-39

OBSERVACIONES : Los testigos fueron elaborados y traídos a este laboratorio por el interesado.




 UNIVERSIDAD SAN PEDRO - FILIAL HUARAZ  
 FACULTAD DE INGENIERIA CIVIL  
 LAB. DE MECANICA DE SUELOS  
 Y ENSAYO DE MATERIALES  
 .....  
 Ing. Jesus Ernesto Sotelo Montes  
 CIP: 70751  
 JEFE

## ANEXO 02: OPERACIONALIZACION DE VARIABLE

Tabla 8. Conceptuación y operacionalización de la variable

variables	definición conceptual	definición operacional	dimensiones	indicadores
V.1. Caucho reciclado molido.	Según (Castro, 2007) definió al caucho reciclado molido que son esencialmente una cubierta de goma que dependiendo del uso que le vamos a dar soportara su peso y su carga,	La fibra de caucho reciclado será extraída de la trituración de los neumáticos que ya cumplieron su vida útil.	Adición de caucho reciclado molido.	1% de mezcla
				3% de la mezcla
				5% de la mezcla
V.2. Resistencia a la compresión.	Es el esfuerzo máximo que puede soportar un material bajo una carga de aplastamiento, y esta expresado en Kg/cm <sup>2</sup> , estas pruebas las ejecutaremos siguiendo específicamente la norma-NTP-079-034.	La variable 2. Resistencia a la compresión se medirá en función de los indicadores de las dimensiones, 1%, 3% y 5%.	7 días	% variación FC/F'C 1%, 3% Y 5%.
			14 días	% variación FC/F'C 1%, 3% Y 5%.
			28 días	% variación FC/F'C 1%, 3% Y 5%.

Elaboración: Propia

### ANEXO 03: PANEL FOTOGRÁFICO



Figura 5: Ensayo de Gravedad específica y absorción de Agregado fino

FUENTE: Elaboración propia



Figura 6: Ensayo de Gravedad específica y Absorción de Agregado fino

FUENTE: Elaboración propia



Figura 7: Peso de la muestra para el ensayo de Gravedad específica y absorción de Agregado fino

FUENTE: Elaboración propia



Figura 8: Muestra para el ensayo de Gravedad específica y absorción de Agregado fino

FUENTE: Elaboración propia



Figura 9: material que pasa por el proceso de tamizado de agregado fino  
FUENTE: Elaboración propia



Figura 10: Proceso de tamizado de agregado fino  
FUENTE: Elaboración propia



Figura 11: Proceso de tamizado de agregado fino  
FUENTE: Elaboración propia



Figura 12: Proceso de tamizado de agregado fino  
FUENTE: Elaboración propia



Figura 13: Ensayo de Gravedad específica y absorción de Agregado Fino  
FUENTE: Elaboración propia



Figura 14: Ensayo de Gravedad específica y absorción de Agregado fino  
FUENTE: Elaboración propia



Figura 15: Ensayo de Gravedad específica y absorción de Agregado Fino  
FUENTE: Elaboración propia



Figura 16: Ensayo de Gravedad específica y absorción de Agregado fino  
FUENTE: Elaboración propia



Figura 17: ensayo para verificar que el Agregado fino  
Se encuentre 100% seco  
FUENTE: Elaboración propia



Figura 18: Ensayo del Análisis  
Granulométrico  
FUENTE: Elaboración propia



Figura 19: Peso del material compactado Peso Unitario  
FUENTE: Elaboración propia



Figura 20: Proceso del análisis de Peso Unitario  
FUENTE: Elaboración propia

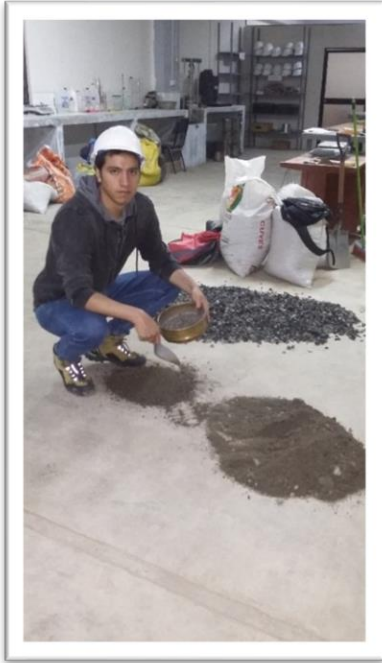


Figura 21: Muestra para el ensayo de contenido De humedad  
FUENTE: Elaboración propia



Figura 22: Ensayo para verificar que el agregado Fino se encuentre 100% seco  
FUENTE: Elaboración propia



Figura 23: Ensayo de Gravedad específica y Absorción De Agregado Grueso  
FUENTE: Elaboración propia



Figura 24: Ensayo de Peso Unitario  
FUENTE: Elaboración propia





Figura 25: Selección de muestra para el ensayo de Contenido de humedad  
FUENTE: Elaboración propia



Figura 26: Ensayo de Peso Unitario  
FUENTE: Elaboración propia

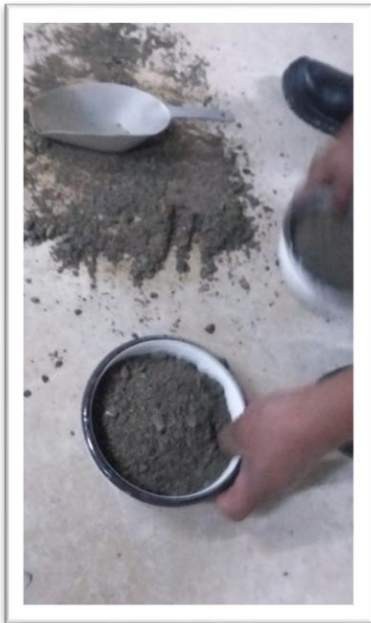


Figura 27: Muestra para el ensayo de Contenido de humedad  
FUENTE: Elaboración propia

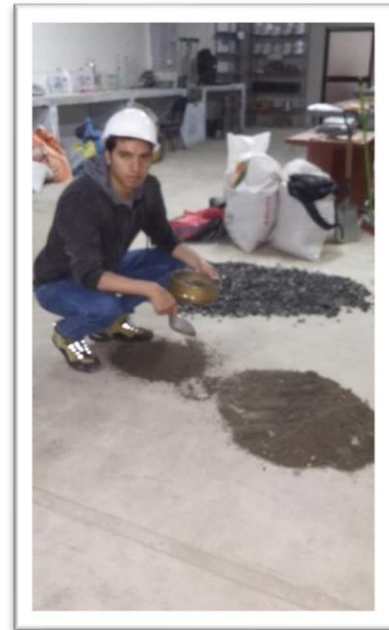


Figura 28: Muestra para el ensayo de contenido Contenido de humedad  
FUENTE: Elaboración propia



Figura 29: Peso de la muestra para el ensayo de Contenido de humedad  
FUENTE: Elaboración propia



Figura 30: Muestra para el ensayo de Contenido de humedad  
FUENTE: Elaboración propia



Figura 31: Peso de la muestra para el ensayo de Contenido de humedad  
FUENTE: Elaboración propia



Figura 32: Ensayo de peso unitario  
FUENTE: Elaboración propia



Figura 33: Peso del contenido que pasa para el  
Ensayo de análisis granulométrico  
FUENTE: Elaboración propia



Figura 34: Ensayo de Gravedad específica  
FUENTE: Elaboración propia



Figura 35: Horno en el cual se secara las muestras de materiales  
Húmedos para el análisis de contenido de humedad  
FUENTE: Elaboración propia



Figura 36: Muestra de Agregado Grueso para el análisis granulométrico  
FUENTE: Elaboración propia



Figura 37: Muestra de Agregado Fino para el análisis granulométrico  
FUENTE: Elaboración propia



Figura 38: Secado en el horno de materiales para el peso específico  
FUENTE: Elaboración propia