

UNIVERSIDAD PERUANA LOS ANDES

FACULTAD DE INGENIERIA

ESCUELA PROFESIONAL DE INGENIERIA CIVIL



UPLA
UNIVERSIDAD PERUANA LOS ANDES

TESIS

INCORPORACIÓN DE CAUCHO GRANULADO EN CONCRETO

$f'c=175 \text{ kg/cm}^2$ PARA EL USO EN VEREDAS, HUANCAYO –

2023

LÍNEA DE INVESTIGACIÓN:

Nuevas Tecnologías y Procesos

LÍNEA DE INVESTIGACIÓN DE LA ESCUELA PROFESIONAL:

Gestión de Tecnologías en Proceso Constructivo

PRESENTADO POR:

Bachiller. Salas Beraun, Nilo Yordy

ASESOR(A):

Ing. Montalvan Salcedo, Dayana Mary

PARA OPTAR EL TÍTULO PROFESIONAL DE INGENIERO CIVIL

HUANCAYO – PERÚ

2024

HOJA DE CONFORMIDAD DE JURADOS

Dr. Rubén Darío Tapia Silguera.

Presidente

Dr. Juan Antenor Caceda Corilloclla.

Jurado

Mtro. Alcides Luis Fábian Bráñez.

Jurado

Mtro. Carlos Alberto Gonzales Rojas.

Jurado

Mg. Leonel Untiveros Peñaloza.

Secretario Docente

Dedicatoria:

La presente tesis desarrollada esencialmente lo dedico a Dios, por ser quien me acompaña continuamente en los tropiezos de mi vida y darme las fuerzas necesarias para alcanzar mis objetivos propuestos. A mis padres quienes con su ejemplo de seguir adelante me inculcaron valores en lo personal y el gran apoyo incondicional en todo momento.

Agradecimiento:

Agradecer a Dios por darme sabiduría y perseverancia. A mis padres por brindarme el ejemplo propio del empeño y progreso en los momentos de dificultad. Al asesor(a) Dr. Ing. Montalván Salcedo Dayana Mary por su apoyo en el desarrollo de la investigación y todas aquellas personas que de alguna u otra manera me brindaron su apoyo para mejorar y enriquecer de investigación la presente Tesis.

CONSTANCIA DE SIMILITUD

N ° 0138- FI -2024

La Oficina de Propiedad Intelectual y Publicaciones, hace constar mediante la presente, que la TESIS; Titulado:

INCORPORACIÓN DE CAUCHO GRANULADO EN CONCRETO $f'_c=175$ kg/cm² PARA EL USO EN VEREDAS, HUANCAYO – 2023

Con la siguiente información:

Con Autor(es) : **BACH. SALAS BERAUN NILO YORDY**

Facultad : **INGENIERÍA**

Escuela Académica : **INGENIERÍA CIVIL**

Asesor(a) : **ING. MONTALVAN SALCEDO DAYANA MARY**

Fue analizado con fecha **12/03/2024**; con **111 págs.**; con el software de prevención de plagio (Turnitin); y con la siguiente configuración:

Excluye Bibliografía.

X

Excluye citas.

X

Excluye Cadenas hasta 20 palabras.

X

Otro criterio (especificar)

El documento presenta un porcentaje de similitud de **21** %.

En tal sentido, de acuerdo a los criterios de porcentajes establecidos en el artículo N°15 del Reglamento de uso de Software de Prevención de Plagio Versión 2.0. Se declara, que el trabajo de investigación: **Si contiene un porcentaje aceptable de similitud.**

Observaciones:

En señal de conformidad y verificación se firma y sella la presente constancia.



Huancayo, 12 de marzo de 2024.

MTRA. LIZET DORIELA MANTARI MINCAMI
JEFA

Oficina de Propiedad Intelectual y Publicaciones

INTRODUCCIÓN

En el análisis de la incorporación del caucho granulado en concreto $f^c = 175 \text{ kg/cm}^2$ para el uso en veredas se puede aplicar hasta un máximo de 6% de este material. De tal forma que se pueda obtener resultados satisfactorios como aporte a una mejora en la resistencia y durabilidad del concreto para fines convenientes.

La presente investigación titulada: "Incorporación de caucho granulado en concreto $f^c = 175 \text{ kg/cm}^2$ para el uso en veredas, Huancayo - 2023" busca la solución del problema que se origina en la provincia de Huancayo, siendo directamente fallas y defectos en el desarrollo del proceso constructivo de las veredas tales como: contracción plástica, contracción química y contracción por secado; así mismo la explotación de agregados pétreos de forma anti-técnica (causando destrucción del cauce y márgenes del río Mantaro) y por otra parte la generación de llantas usadas debido al incremento de vehículos anualmente; en su desarrollo se revisa teorías como: peso específico, dosificación, granulometría, resistencia a la compresión, dosificación del diseño de mezcla del concreto, contenido de aire y presupuesto del diseño de mezcla del concreto, los cuales están relacionados con las variables V1 (Caucho granulado) y V2 (Veredas).

En su desarrollo se fija como objetivo: Analizar el efecto de la incorporación del caucho granulado en concreto $f^c = 175 \text{ kg/cm}^2$ para el uso en veredas, Huancayo – 2023, con lo cual se obtiene los siguientes resultados: Incremento de resistencia a la compresión incorporando un 5% de este material con un $f^c = 182 \text{ kg/cm}^2$ y una menor resistencia al incorporar el 8% de dicho material, teniendo como $f^c = 173 \text{ kg/cm}^2$ promedio de las 60 muestras ensayadas en laboratorio; contenido de aire de 1.26%, 1.20% y 1.42% al adicionar el 2%, 5% y 8% de este material y menor costo al adicionar un 2% de caucho granulado, finalmente se llega a la conclusión: El efecto de la incorporación del caucho granulado en concreto $f^c = 175 \text{ kg/cm}^2$ para el uso en veredas, es eficiente agregando un 5% de este material logrando mejorar la resistencia 7 kg/cm^2 más que nuestro $f^c = 175 \text{ kg/cm}^2$ de diseño y obteniendo 1.20% en contenido de aire, en costo se obtiene un mayor beneficio con porcentajes de 2 y 5%.

La investigación es de importancia porque al realizar el estudio de investigación incorporando caucho granulado, mejoramos la resistencia y durabilidad del concreto en elementos no estructurales, contribuimos en la preservación del medio ambiente al reutilizar las llantas usadas e incentivar el desarrollo sostenible en nuestro país.

La investigación está conformada por los siguientes capítulos

Capítulo I: Este capítulo corresponde al planteamiento del estudio, el cual consta de la descripción de la realidad problemática, formulación del problema, objetivos, justificación, delimitación e importancia.

Capítulo II: Este capítulo corresponde al marco teórico, se desglosa en antecedentes nacionales e internacionales, marco conceptual de la V1 y V2 con sus dimensiones y la definición de términos básicos.

Capítulo III: Este capítulo corresponde a la hipótesis general y específicos, variable 1 – 2 y la operacionalización de variables.

Capítulo IV: Este capítulo corresponde a la metodología empleada, el cual se desglosa en método, tipo, nivel y diseño de la investigación; población, muestra, muestreo, técnicas e instrumento de recolección de datos y procesamiento de la información.

Capítulo V: Este capítulo corresponde al análisis-resultados, lo cual consiste en la descripción de la zona de estudio, estudios de laboratorio, análisis y cálculos de la información por cada objetivo.

Capítulo VI: Este capítulo corresponde a la discusión de los resultados, el cual consiste en la comparación del resultado interpretado por tabla o figura, con antecedentes nacionales e internacionales.

Capítulo VII: Este capítulo corresponde a las conclusiones previo a los objetivos fijados.

Capítulo VIII: Este capítulo corresponde a las recomendaciones previo a las conclusiones obtenidas.

CONTENIDO GENERAL

Contenido

Dedicatoria:	i
Agradecimiento:	ii
INTRODUCCIÓN	iii
CONTENIDO GENERAL	v
CONTENIDO DE TABLAS	x
CONTENIDO DE FIGURAS	xii
RESUMEN	xiii
ABSTRACT	xiv
CAPÍTULO I: PLANTEAMIENTO DEL PROBLEMA	1
1.1.- Descripción de la realidad problemática	1
1.2.- Formulación del problema	3
1.2.1.- Formulación general	3
1.2.2.- Formulación específica	3
1.3.- Objetivos	3
1.3.1.- Objetivo general	3
1.3.2.- Objetivos específicos	3
1.4.- Justificación	3
1.4.1.- Justificación social	3
1.4.2.- Justificación metodológica	4
1.4.3.- Justificación práctica	4
1.5.- Delimitación	4
1.5.1.- Delimitación conceptual	4
1.5.2.- Delimitación espacial	4
1.5.3.- Delimitación temporal	4
1.6.- Importancia	5

CAPÍTULO II: MARCO TEÓRICO.....	6
2.1.- Antecedentes del problema	6
2.1.1.- Antecedentes internacionales	6
2.1.2.- Antecedentes nacionales	8
2.2.- Marco Conceptual.....	11
2.2.1.- Caucho granulado	11
2.2.2.- Veredas.....	14
2.3.- Definición de términos básicos.....	18
2.3.1.- Aditivo	18
2.3.2.- Caucho.....	18
2.3.3.- Contenido de aire	18
2.3.4.- Dosificación	18
2.3.5.- Durabilidad	18
2.3.6.- Material adicionado	18
2.3.7.- Mezcla de concreto	18
2.3.8.- Resistencia.....	19
2.3.9.- Trabajabilidad.....	19
2.3.10.- Densidad.....	19
2.3.11.- Polímero	19
CAPÍTULO III: HIPÓTESIS.....	20
3.1.- Hipótesis y descripción de variables.....	20
3.1.1.- Hipótesis general	20
3.1.2.- Hipótesis específica.....	20
3.2.- Variables	20
3.2.1.- V1: Caucho granulado	20
3.2.2.- V2: Veredas.....	20
3.3.- Operacionalización de variables.....	21

CAPÍTULO IV: METODOLOGÍA	22
4.1.- Método de investigación	22
4.2.- Tipo de investigación	22
4.3.- Nivel de investigación	22
4.4.- Diseño de investigación.....	23
4.5.- Población, muestra y muestreo	23
4.5.1.- Población	23
4.5.2.- Muestra	23
4.5.3.- Muestreo.....	24
4.6.- Técnicas e instrumentos de recolección de datos	24
4.6.1.- Técnicas de recolección de datos	24
4.6.2.- Instrumentos de recolección de datos.....	24
4.6.2.1.- Validez.....	24
4.7.- Procesamiento de la información	25
CAPÍTULO V: ANÁLISIS – RESULTADOS	26
5.1.- Descripción de la zona de estudio	26
5.1.1.- Ubicación.....	26
5.2.- Estudios previos	26
5.2.1.- Estudios de Laboratorio	26
5.2.1.1.- Ensayos del agregado fino y agregado grueso.....	26
5.2.1.2.- Ensayos del concreto.....	26
5.2.1.3.- Ensayos químicos del agua.....	26
5.3.- Análisis de la información	27
5.3.1.- OE1: Evaluación de la resistencia a la compresión del concreto $f'c=175 \text{ kg/cm}^2$ incorporando caucho granulado en porcentajes de 2%, 5% y 8% para el uso en veredas.	27

5.3.2.- OE2: Determinación del contenido de aire del concreto $f'c=175 \text{ kg/cm}^2$ incorporando caucho granulado en porcentajes de 2%, 5% y 8% para el uso en veredas	29
5.3.3.- OE3: Estimación del costo de la incorporación de caucho granulado en concreto $f'c=175 \text{ kg/cm}^2$ con porcentajes de 2%, 5% y 8% para el uso en veredas.	38
5.3.4.- OG4: Análisis del efecto de la incorporación del caucho granulado en concreto $f'c=175 \text{ kg/cm}^2$ para el uso en veredas.....	39
5.4.- Resultados de la investigación.....	39
5.4.1.- OE1: Evaluación de la resistencia a la compresión del concreto $f'c=175 \text{ kg/cm}^2$ incorporando caucho granulado en porcentajes de 2%, 5% y 8% para el uso en veredas.	39
5.4.2.- OE2: Determinación del contenido de aire del concreto $f'c=175 \text{ kg/cm}^2$ incorporando caucho granulado en porcentajes de 2%, 5% y 8% para el uso en veredas.	41
5.4.3.- OE3: Estimación del costo de la incorporación de caucho granulado en concreto $f'c=175 \text{ kg/cm}^2$ con porcentajes de 2%, 5% y 8% para el uso en veredas.	42
5.4.4.- OG4: Análisis del efecto de la incorporación del caucho granulado en concreto $f'c=175 \text{ kg/cm}^2$ para el uso en veredas.....	43
CAPÍTULO VI: DISCUSIÓN	44
6.1.- Discusión 1:.....	44
6.2.- Discusión 2:.....	44
6.3.- Discusión 3:.....	45
6.4.- Discusión 4:.....	45
CAPÍTULO VII: CONCLUSIONES	46
7.1.- Conclusión 1:	46
7.2.- Conclusión 2:	46
7.3.- Conclusión 3:	46
7.4.- Conclusión 4:	46
CAPÍTULO VIII: RECOMENDACIONES.....	47

8.1.- Recomendación 1:	47
8.2.- Recomendación 2:	47
8.3.- Recomendación 3:	47
8.4.- Recomendación 4:	47
CAPÍTULO IX: REFERENCIAS BIBLIOGRÁFICAS	48
ANEXOS	51
ANEXO 1: Matriz de consistencia	52
ANEXO 2: Instrumento de investigación validado	53
ANEXO 3: Certificados protocolos de laboratorio	54
ANEXO 4: Ficha Técnica	90
ANEXO 5: Registros fotográficos	91

CONTENIDO DE TABLAS

Tabla 1.4 <i>Muestra representativa</i>	233
Tabla 2.4 <i>Rangos de validez</i>	244
Tabla 3.4 <i>Validez de contenido del instrumento ficha de recopilación de datos</i>	255
Tabla 4.5 <i>Resistencia a la compresión – patrón 0</i>	277
Tabla 5.5 <i>Resistencia a la compresión con 2% de caucho granulado</i>	277
Tabla 6.5 <i>Resistencia a la compresión con 5% de caucho granulado</i>	288
Tabla 7.5 <i>Resistencia a la compresión con 8% de caucho granulado</i>	288
Tabla 8.5 <i>Análisis granulométrico del agregado fino</i>	299
Tabla 9.5 <i>Análisis granulométrico del agregado grueso</i>	30
Tabla 10.5 <i>Análisis granulométrico del caucho granulado</i>	30
Tabla 11.5 <i>Contenido de humedad del agregado fino</i>	31
Tabla 12.5 <i>Contenido de humedad del agregado grueso</i>	31
Tabla 13.5 <i>Malla #200 del agregado fino</i>	32
Tabla 14.5 <i>Malla #200 del agregado grueso</i>	32
Tabla 15.5 <i>Gravedad específica y absorción del agregado grueso</i>	32
Tabla 16.5 <i>Gravedad específica y absorción del agregado fino</i>	33
Tabla 17.5 <i>Peso unitario suelto y compactado del agregado fino</i>	33
Tabla 18.5 <i>Peso unitario suelto y compactado del agregado grueso</i>	33
Tabla 19.5 <i>Parámetros de estandarización del método</i>	34
Tabla 20.5 <i>Sólidos en suspensión</i>	34
Tabla 21.5 <i>Materia orgánica</i>	35
Tabla 22.5 <i>Alcalinidad total del agua potable</i>	35
Tabla 23.5 <i>Sulfatos Solubles</i>	35
Tabla 24.5 <i>Cloruros</i>	35
Tabla 25.5 <i>Potencial hidrogeno del agua</i>	35
Tabla 26.5 <i>Diseño de mezcla $f'c= 175\text{kg}/\text{cm}^2$ – muestra patrón (Módulo de Fineza)</i>	36
Tabla 27.5 <i>Diseño de mezcla $f'c= 175\text{kg}/\text{cm}^2$ – 2% de C.G. (Módulo de Fineza)</i>	36
Tabla 28.5 <i>Diseño de mezcla $f'c= 175\text{kg}/\text{cm}^2$ – 5% de C.G. (Módulo de Fineza)</i>	37
Tabla 29.5 <i>Diseño de mezcla $f'c= 175\text{kg}/\text{cm}^2$ – 8% de C.G. (Módulo de Fineza)</i>	37
Tabla 30.5 <i>Ensayos al concreto fresco</i>	37
Tabla 31.5 <i>Resistencia a la compresión $f'c=175 \text{ kg}/\text{cm}^2$ en porcentajes de 2%, 5%, 8% y el patrón 0</i>	39
Tabla 32.5 <i>Contenido de aire del concreto $f'c= 175 \text{ kg}/\text{cm}^2$ en 2%, 5%, 8% y el patrón 0</i> ...41	

Tabla 33.5 <i>Costo del caucho granulado en 2%, 5%, 8% y el patrón 0</i>	42
Tabla 34.5 <i>Incorporación del caucho granulado en 2%, 5%, 8% y el patrón 0</i>	433
Tabla 35.5 <i>Módulo de elasticidad del concreto y caucho granulado</i>	43

CONTENIDO DE FIGURAS

<i>Figura 1.1.</i> Falla por contracción plástica	2
<i>Figura 2.1.</i> Falla por contracción plástica.....	2
<i>Figura 3.2.</i> Negro de carbón.....	11
<i>Figura 4.2.</i> Acero.....	11
<i>Figura 5.2.</i> Fibras textiles.....	11
<i>Figura 6.2.</i> Partes de una llanta	12
<i>Figura 7.2.</i> Composición Granulométrica	14
<i>Figura 8.2.</i> Sección de veredas perimetral	14
<i>Figura 9.2.</i> Tipos de fracturas.....	15
<i>Figura 10.2.</i> Rotura del testigo de concreto	15
<i>Figura 11.2.</i> Medidor de contenido de aire a presión.....	15
<i>Figura 12.5</i> Curva granulométrica del agregado fino	30
<i>Figura 13.5</i> Curva granulométrica del agregado grueso	30
<i>Figura 14.5</i> Curva granulométrica del caucho granulado	31
<i>Figura 15.5</i> Resistencia a la compresión kg/cm ² (patrón 0, 2%, 5% y 8%).....	40
<i>Figura 16.5</i> Contenido de aire $f'c = 175$ kg/cm ² (patrón 0, 2%, 5% y 8%).....	41
<i>Figura 17.5</i> Costo Total del caucho granulado (patrón 0, 2%, 5% y 8%).....	42
<i>Figura 18</i> Ficha Técnica del caucho granulado.....	90

RESUMEN

La presente investigación titula: “Incorporación de caucho granulado en concreto $f'c=175$ kg/cm² para el uso en veredas, Huancayo - 2023”, fijo por objetivo: Analizar el efecto de la incorporación del caucho granulado en concreto $f'c=175$ kg/cm² para el uso en veredas, Huancayo - 2023. Como metodología, se aplicó el método científico, del tipo aplicada, nivel explicativo y diseño experimental - puro.

Los resultados obtenidos fueron: La resistencia a la compresión del concreto $f'c= 175$ kg/cm² incorporando caucho granulado en porcentajes de 2%, 5% y 8% dan como resultado 180 kg/cm², 182 kg/cm² y 173 kg/cm² respectivamente a los 28 días, estimando un coeficiente de variación de +3 kg/cm²; así mismo el contenido de aire asociado al diseño de mezcla se dieron en porcentajes de 1.26%, 1.20% y 1.42%, en cuanto al costo por m³ de dicho material se da en S/ 15.29, S/ 30.23 y S/ 61.17.

La investigación fija como conclusión que el efecto de la incorporación del caucho granulado en concreto $f'c= 175$ kg/cm² para el uso en veredas, es eficiente agregando un 5% de este material logrando mejorar la resistencia 7 kg/cm² más que nuestro $f'c= 175$ kg/cm² de diseño y obteniendo 1.20% en contenido de aire, obteniendo en costo un mayor beneficio con porcentajes de 2 y 5%.

Palabras clave: resistencia, contenido de aire, polímero, durabilidad, caucho.

ABSTRACT

This research is titled: “Incorporation of granulated rubber in concrete $f'c=175 \text{ kg/cm}^2$ for use on sidewalks, Huancayo - 2023”, with the objective: Analyzing the effect of incorporating granulated rubber in concrete $f'c= 175 \text{ kg/cm}^2$ for use on sidewalks, Huancayo - 2023. As a methodology, the scientific method was applied, of the applied type, explanatory level and experimental design - pure.

The results obtained were: The compressive strength of the concrete $f'c = 175\text{kg/cm}^2$ incorporating granulated rubber in percentages of 2%, 5% and 8% results in 180 kg/cm^2 , 182 kg/cm^2 and 173 kg/cm^2 respectively at 28 days, estimating a coefficient of variation of $\pm 3 \text{ kg/cm}^2$; Likewise, the air content associated with the mix design was given in percentages of 1.26%, 1.20% and 1.42%, as for the cost per m^3 of said material is given as S/ 15.29, S/ 30.23 and S/ 61.17.

The research concludes that the effect of incorporating granulated rubber in concrete $f'c= 175 \text{ kg/cm}^2$ for use on sidewalks is efficient by adding 5% of this material, managing to improve the resistance 7 kg/cm^2 more than ours. $f'c= 175 \text{ kg/cm}^2$ of design and obtaining 1.20% in air content, obtaining a greater benefit in cost with percentages of 2 and 5%.

Keywords: resistance, air content, polymer, durability, rubber.

CAPÍTULO I: PLANTEAMIENTO DEL PROBLEMA

1.1.- Descripción de la realidad problemática

Según PNUMA (2014), la explotación de arena y grava se lleva a cabo en todo el mundo, el cual representa el mayor volumen de extracción de materiales sólidos a nivel mundial. Actualmente la explotación es mucho más rápida de lo que se regeneran. El volumen de las extracciones es una grave repercusión en los ríos, deltas, ecosistemas costeros y marinos, provocando la pérdida de tierras por erosión de las zonas costeras y fluviales. Por otro lado según BIRF (2018), también es considerado en la actualidad como un problema ambiental la generación de residuos, como son las llantas usadas que aumentan en mayor proporción cada año debido al incremento exponencial de vehículos que existen a nivel mundial. Hoy en día los neumáticos constan casi de un 19 % de caucho natural y un 24% de caucho sintético, que es un polímero plástico. Según un informe altamente detallado en el año 2016 se generaron a nivel mundial alrededor de 242 millones de toneladas de polímero plástico, representando el 12% total de desechos sólidos, la cantidad de llantas usadas se depositan en vertederos, el cual muchos de ellos son informales y a su vez trae consecuencias ecológicas catastróficas de serias amenazas para la salud humana.

Según ARGOS (2020), da a conocer que las fisuras en veredas, rampas y aquellos elementos no estructurales son ocasionadas por la contracción del concreto, que propiamente es la modificación de su volumen debido a la pérdida del recurso hídrico durante el proceso de elaboración, previo a ello se presentan por diversos factores que pueden estar comprendidos por: contracción plástica, contracción química, contracción autógena, contracción térmica inicial y contracción por secado. A su vez algunos factores que pueden implicar en el agrietamiento de veredas suelen estar ocasionados por la pérdida de agua, por evaporación en la superficie del concreto, excesiva cantidad de polvo en los agregados, excesiva cantidad de cemento o de agua, técnica inadecuada de curado. Por otro lado según MINAM (2021), indica que en los últimos años se ha registrado un incremento de estos neumáticos en el mercado, en el año 2014 ingresaron 55673 toneladas de llantas, años posteriores a ello en el 2018 se incrementó a 92659 toneladas, el cual se convirtieron en neumáticos fuera de uso, siendo uno de los problemas más graves el desecho de llantas, dando lugar a la quema de las mismas. Lo cual es un propicio para alternar impactos negativos en el medio ambiente reutilizándolos.

El problema que viene ocurriendo en la provincia de Huancayo es la explotación de agregados pétreos sin la consideración de lineamientos establecidos para realizar dichas

actividades de forma anti-técnica (causando destrucción del cauce y márgenes del río Mantaro) y la generación de llantas usadas de forma exponencial en vertederos informales. Este problema se presenta desde inicios del año 2012 debido a la continuidad de extracción de la arena y grava, y por otra parte las llantas usadas debido al incremento de vehículos cada año, el cual se presenta por acción de trabajos continuos. Perjudicando directamente áreas agrícolas y poblaciones aledañas a la zona donde se efectúa dichas actividades. Debido a la creciente conciencia ambiental, una alternativa de solución es mediante el uso del caucho granulado como sustitución parcial del agregado fino, de esta forma transformarlo en un material eficiente que genere mayor resistencia y durabilidad en veredas $f'c = 175 \text{ kg/cm}^2$, pudiendo afirmar que los concretos convencionales ya no son suficientes y es por ello que se busca Otar nuevos procesos tecnológicos que puedan modificar propiedades físico-mecánico del concreto para una mejor funcionalidad, rendimiento, conservar el medio ambiente y poder reducir costos.



Figura 1.1. Falla por contracción plástica



Figura 2.1. Botadero de llantas informal

1.2.- Formulación del problema

1.2.1.- Formulación general

- ¿Cuál es el efecto de la incorporación del caucho granulado en concreto $f'c=175\text{kg/cm}^2$ para el uso en veredas, Huancayo - 2023?

1.2.2.- Formulación específica

- ¿Cuál es la resistencia a la compresión del concreto $f'c=175\text{ kg/cm}^2$ incorporando caucho granulado en porcentajes de 2%, 5% y 8% para el uso en veredas?

- ¿Cuál es el contenido de aire del concreto $f'c=175\text{ kg/cm}^2$ incorporando caucho granulado en porcentajes de 2%, 5% y 8% para el uso en veredas?

- ¿Cuánto es el costo de la incorporación del caucho granulado en concreto $f'c=175\text{ kg/cm}^2$ con porcentajes de 2%, 5% y 8% para el uso en veredas?

1.3.- Objetivos

1.3.1.- Objetivo general

- Analizar el efecto de la incorporación del caucho granulado en concreto $f'c=175\text{ kg/cm}^2$ para el uso en veredas, Huancayo - 2023.

1.3.2.- Objetivos específicos

- Evaluar la resistencia a la compresión del concreto $f'c=175\text{kg/cm}^2$ incorporando caucho granulado en porcentajes de 2%, 5% y 8% para el uso en veredas.

- Determinar el contenido de aire del concreto $f'c=175\text{kg/cm}^2$ incorporando caucho granulado en porcentajes de 2%, 5% y 8% para el uso en veredas.

- Estimar el costo de la incorporación del caucho granulado en concreto $f'c=175\text{kg/cm}^2$ con porcentajes de 2%, 5% y 8% para el uso en veredas.

1.4.- Justificación

1.4.1.- Justificación social

El desarrollo de la investigación se justifica de manera social, beneficiando en cada uno de los ciudadanos como desarrollo sostenible y protección del medio ambiente, por ello se optó el uso de caucho granulado en la mezcla de concreto, la investigación tiene como finalidad poder reemplazar parcialmente entre 2%, 5% y 8% del agregado fino, por el caucho granulado. De tal forma que las generaciones futuras tengan una mejor calidad de vida en aquellas conglomeraciones que demanda el volumen de neumáticos desechados anualmente.

1.4.2.- Justificación metodológica

El desarrollo de la investigación se justifica de manera metodológica, lo cual se da la adaptación a la mezcla de concreto convencional con caucho granulado, de tal forma que se pueda determinar la viabilidad y el desarrollo de nuevos procesos constructivos que optimicen el uso de este material. En lo particular es el complemento al mecanismo de la ingeniería civil y poder usarlo como alternativas constructivas de un concreto simple $f'c = 175 \text{ kg/cm}^2$ ó 17.5 MPa, usadas particularmente en elementos no estructurales.

1.4.3.- Justificación práctica

El desarrollo de la investigación se justifica de manera práctica, teniendo como relevancia fundamental la preservación del medio ambiente y el análisis del comportamiento con el uso del caucho granulado que se empleara como un porcentaje sustituyente al agregado fino. Consecuente a ello ver las posibilidades que tiene esta nueva adaptación del caucho proveniente de los neumáticos en el diseño de concreto simple, con afinidades de evaluar si el uso de esta nueva adherencia satisface o no dentro de los estándares de calidad en cualquier proyecto futuro.

1.5.- Delimitación

1.5.1.- Delimitación conceptual

La investigación a desarrollarse consigna en realizar una mezcla experimental de concreto con la adición de caucho granulado, por lo cual se pretende investigar a profundidad cuales son las propiedades físicas y mecánicas del concreto al adicionar parcialmente el caucho granulado. Asimismo, realizar un estudio previo al caucho en cuanto a la resistencia mecánica y factores tales como: densidad, peso específico, contenido de aire, granulometría y dosificación. Teniendo en cuenta la cantidad de ensayos permisibles para lograr el objetivo deseado.

1.5.2.- Delimitación espacial

La investigación se va a desarrollar en el laboratorio de concreto para determinar el comportamiento físico - mecánico de dicha mezcla experimental, provincia de Huancayo – región Junín. La información primaria para la investigación será recopilada de algunas investigaciones existentes y libros acorde a mis dos variables y dimensiones pertinentes.

1.5.3.- Delimitación temporal

El desarrollo de la tesis respecto al logro de los objetivos planteados tendrá un tiempo predeterminado para el desarrollo de la investigación y ensayos de laboratorio a realizar, comprendiendo un periodo de tiempo de Junio a Septiembre del 2023.

1.6.- Importancia

El desarrollo de la investigación refleja únicamente la gran importancia de los agregados pétreos en nuestro País y la preservación del medio ambiente al utilizar caucho granulado proveniente de neumáticos usados, que cada año se desechan exponencialmente, de alguna u otra forma contribuir con las medidas de impacto ambiental en aquellas zonas más vulnerables que acogen mayor volumen de cauchos reciclados, a consecuencia de ello se promueve incentivar el desarrollo sostenible en nuestro país. Considerando que los agregados pétreos son las más extraídos del planeta después del recurso hídrico (una proximidad de 70 a 80 % de los 50 millones de toneladas de materiales áridos extraídos cada año), actualmente el volumen extraído está aumentando de forma exponencial debido a que se explotan mucho más rápido de lo que se regeneran. Es por tal motivo que se pretende utilizar caucho granulado para el uso de concreto simple $f'c = 175 \text{ kg/cm}^2$.

CAPÍTULO II: MARCO TEÓRICO

2.1.- Antecedentes del problema

2.1.1.- Antecedentes internacionales

Marín (2019) en la tesis de grado **titulado:** “Análisis del concreto con caucho como aditivo para aligerar elementos estructurales”, fijo como **objetivos:** determinar el comportamiento de mezclas de concreto adicionándole caucho triturado de llantas recicladas en diferentes porcentajes, con el fin de aplicarlas en la reducción de cargas muertas en estructuras y obtener una disminución en los requerimientos estructurales y los costos. Aplicando una **metodología:** basada en la investigación experimental, mediante un control riguroso de ensayos al concreto en la máquina de compresión de cilindros, un total de 15 cilindros con diferentes porcentajes de caucho y un tamaño nominal de $\frac{1}{2}$ para el agregado y la relación a/c de 0.49; a consecuencia de ello se da como **resultados** que al sustituir parcialmente 5% a los 7 días se obtuvo 12.63 kg/m³, a los 14 días 12.74 kg/m³ y a los 28 días 23.1 kg/m³. Finalmente, fija como **conclusión** que para un 5% de agregado de caucho disminuye significativamente el peso.

Beiram & Mutairee (2022) en su artículo de investigación **titulado:** “El efecto de la viruta de caucho en las propiedades del hormigón”, fijo como **objetivos:** determinar las propiedades de varias mezclas de concreto obtenidas al sustituir parcialmente el agregado grueso con diferentes porcentajes en volumen de partículas de caucho de llantas de desecho. Aplicando una **metodología:** basada en la investigación inductiva con la finalidad de evaluar la trabajabilidad, densidad, resistencia a compresión, resistencia al impacto y la conductividad del comportamiento térmico, se obtuvo como **resultados** que al reemplazar el agregado fino por fibras de caucho en un 30%, la resistencia al impacto y la conductividad térmica del concreto cauchutado aumentaron inicialmente en un 35.6% y un 20,6% respectivamente. Finalmente, fija como **conclusión** que la mejor manera de poder alcanzar a un indicador de ductilidad, mejor absorción de energía y propiedades aislantes en los valores encontrados para el concreto cauchutado es sustituyendo parcialmente los agregados pétreos por fibras de caucho relativamente en porcentajes menores al 15%.

Páez (2020) en la tesis de grado **titulado:** “Concreto con agregado de neumático triturado reciclado en sustitución parcial al agregado fino”, fijo como **objetivos:** evaluar el comportamiento mecánico de un concreto con sustitución parcial del agregado fino, por agregado de neumático triturado reciclado. Aplicando una **metodología:** basada en la investigación experimental, con el fin de poder determinar las propiedades del concreto y respecto a ello caracterizar los materiales y posteriormente los ensayos en estado fresco y estado endurecido, asimismo las mezclas correspondientes a los diferentes porcentajes de sustitución del agregado fino por neumático triturado, se obtuvo como **resultados** que al sustituir parcialmente el agregado fino en porcentajes de 5%,10% y 15% en volumen a los 28 días para el ensayo de resistencia a la compresión fue de 21.16 Mpa, 17.06 Mpa, 16.03 Mpa; asimismo para el módulo de rotura a flexión fue de 3.82 Mpa,2.91 Mpa, 2.83 Mpa. Finalmente, fija como **conclusión** que los porcentajes en la disminución de la resistencia a la compresión y a la flexión son similares, habiendo reducido en el primer ensayo porcentajes de 19%,24.27% y 25.75%.

Ordoñez et al. (2019) en su artículo de investigación **titulado:** “Análisis comparativo del comportamiento mecánico del hormigón tradicional vs. hormigón con inclusión de caucho reciclado”, fijo como **objetivos:** realizar un análisis comparativo del comportamiento mecánico del hormigón tradicional vs el hormigón con inclusión de caucho reciclado. Aplicando una **metodología:** basada en la investigación experimental, ampliando la información de acuerdo a las actividades realizadas en el laboratorio, acorde a ello se realizó el primer ensayo basado en conocer el módulo de finura, el segundo ensayo se aplicó al caucho grueso denominado desgaste de abrasión de los Ángeles, el tercer ensayo realizado fue de resistencia a la compresión y el cuarto ensayo que se realizó fue de resistencia a la flexión, se obtuvo como **resultados** mediante el reemplazo parcialmente de agregado fino y grueso por caucho molido en porcentajes de 5% dio un esfuerzo a la compresión en 28 días de 243kg/cm² A.F. y 188kg/cm² A.G; asimismo cuando el ensayo fue sometido al esfuerzo a flexión en 28 días se obtuvo 2,89 Mpa A.F. y 2.75 Mpa A.G. Finalmente, fija como **conclusión** que la inclusión de caucho en el hormigón solo se puede ejecutar en elementos que trabajan a flexión, quedando totalmente descartada la utilización en estructuras que trabajan a compresión.

Retama & Heras (2022) en la tesis de grado **titulado:** “Evaluación experimental de la resistencia del concreto modificado con caucho”, fijo como **objetivos:** evaluar la influencia de este material en la resistencia mecánica del concreto a los 28 días, bajo condiciones de carga uniaxial de compresión, tracción y flexión. Aplicando una **metodología:** basada en la investigación experimental, con la finalidad de someter y poder evaluar la influencia del caucho granulado en la resistencia mecánica del concreto de cemento Portland, incorporando parcialmente para reemplazar parte del agregado pétreo, de esta forma se realizó pruebas experimentales tales como: compresión, tensión y flexión de acuerdo a los estándares de la ASTM; en consecuencia de ello, se obtuvo como **resultados** que al adicionar el caucho reciclado grueso se obtuvo 19.13 Mpa y con el caucho fino se obtuvo 10.46 Mpa a los 28 días para el ensayo de tensión fue de 2.29 Mpa y 1.69 Mpa y para el ensayo a flexión 3.14 Mpa y 2.44 Mpa. Finalmente, fija como **conclusión** que para los 3 casos experimentales se muestra una reducción en la resistencia del concreto, cuando se sustituye parte del agregado pétreo por el caucho.

2.1.2.- Antecedentes nacionales

Canales y Racacha (2020) en la tesis de grado **titulado:** “Diseño de concreto $f'c=175 \text{ kg/cm}^2$ utilizando el concreto reciclado y el caucho reciclado para su aplicación en elementos no estructurales, Lima 2019”, fijo como **objetivos:** determinar el diseño de concreto $f'c= 175 \text{ kg/cm}^2$, utilizando como agregados concreto reciclado y caucho reciclado para su aplicación en elementos no estructurales. Aplicando una **metodología:** basada en la investigación experimental, consta en realizar un diseño de mezcla de concreto $f'c= 175 \text{ kg/cm}^2$ elaborados con agregados finos reciclado a un 35% y agregados gruesos reciclado al 100%, siendo una opción de sostenibilidad para la reutilización y de poder disminuir el impacto ambiental que generan en la ciudad, en tal sentido muestra dos diseños de concreto: M1 (100%AGR, 30%AFR y 5 % CR) y M2 (100%AGR, 25%AFR y 10 % CR); en consecuencia de ello, se obtuvo como **resultados** que al sustituir parcialmente el agregado fino, agregado grueso y caucho reciclado en ambos diseños de mezcla presentados se dio que a los 28 días para el ensayo de resistencia a la compresión del diseño M1 fue de un $f'c= 202 \text{ kg/cm}^2$ y el diseño M2 fue de $f'c= 194 \text{ kg/cm}^2$ respectivamente. Finalmente, fija como **conclusión** que se logra obtener concretos superiores a $f'c= 175 \text{ kg/cm}^2$, usando concreto reciclado y caucho reciclado tal como indica los diseños M1 y M2, el cual son mayores al 100%, garantizando usarlo en elementos no estructurales como veredas, sardineles, rampas, tope llantas, falso piso, etc.

Calsin (2021) en la tesis de grado **título:** “Reciclaje de neumáticos para el diseño de mezcla de concreto $f'c=175 \text{ kg/cm}^2$, en el distrito de Lircay - Angaraes - Huancavelica”, fijo como **objetivos:** determinar la condición óptima de reciclaje de neumáticos para el diseño de mezcla de concreto $f'c= 175 \text{ kg/cm}^2$, en el distrito de Lircay - Angaraes - Huancavelica. Aplicando una **metodología:** basada en la investigación experimental, con la finalidad de poder evaluar la factibilidad en la utilización de neumáticos reciclados hasta un 15%, de polvo de llanta en peso para el diseño de mezcla de concreto con material reciclado, además de ello no deteriorar las características físico-mecánicas del concreto, y esto a su vez ayudando a disminuir los efectos negativos que generan los desechos de caucho en el medio ambiente; en consecuencia de ello, se obtuvo como **resultados** que al incorporar parcialmente el polvo de neumático en proporciones de 5%, 10 % y 15% en concreto de $f'c= 175 \text{ kg/cm}^2$, se dieron resultados que con un 5% a una edad de 28 días se logró una resistencia a la compresión de 201 kg/cm^2 , con el 10 % a una edad de 28 días se logró una resistencia a la compresión de 197 kg/cm^2 y con el 15% a una edad de 28 días se logró una resistencia a la compresión de 193 kg/cm^2 respectivamente. Finalmente, fija como **conclusión** que la condición óptima de reciclaje de neumáticos para el diseño de mezcla de concreto $f'c= 175 \text{ kg/cm}^2$, es el material reciclado polvo de neumático en porcentajes de 5% que asciende a 31.530 kg/m^3 , en 10% que asciende a 63.059 kg/m^3 y en 15% asciende a 94.589 kg/m^3 .

Castillo (2020) en la tesis de grado **título:** “Propiedades físicas y mecánicas del concreto para pavimento rígido con adición de caucho reciclado en la avenida Metropolitana, Comas”, fijo como **objetivos:** evaluar las propiedades físicas y mecánicas del concreto para pavimento rígido con adición de caucho de llantas recicladas en la avenida Metropolitana, Comas 2019. Aplicando una **metodología:** basada en la investigación experimental, sustituyendo parcialmente el peso del agregado fino (arena) por caucho reciclado en presentación de gránulos con dimensiones aproximada de 2 a 3.5 mm; las proporciones planteadas para los ensayos son de 5%, 7.5% y 10% para un diseño de mezcla de concreto de 280 kg/cm^2 , el cual se estudiara con ensayos de asentamiento, contenido de aire para concreto fresco, resistencia a la compresión, tracción y flexión en concreto endurecido en edades de 7, 14 y 28 días; en consecuencia de ello, se obtuvo como **resultados** a una edad de 28 días una resistencia a la compresión de 300.30 kg/cm^2 con un 5%, 312.11 kg/cm^2 con un 7.5% kg/cm^2 y 323.99 kg/cm^2 con un 10% respectivamente. Finalmente, fija como **conclusión** que la propuesta de añadir caucho a las mezclas de concreto con resistencia 280 kg/cm^2 , termino siendo en gran medida aceptable y favorable cumpliendo con los estándares de acuerdo a las normas y parámetros.

Pacheco y Ticlo (2020) en la tesis de grado **título:** “Evaluación de la resistencia a la compresión y flexión del concreto, adicionando fibras de caucho de neumáticos reciclados, Lima 2019”, fijo como **objetivos:** determinar la resistencia a la compresión y flexión agregando fibras de caucho de neumáticos reciclados al concreto $f'c = 280 \text{ kg/cm}^2$, Lima 2019. Aplicando una **metodología:** basada en la investigación experimental, lo cual se utilizó probetas cilíndricas con medidas de 15 cm x 15 cm x 50cm para ser ensayadas a una resistencia a compresión y flexión respectivamente, el diseño de mezcla de concreto será adicionando porcentajes de 3%, 5% y 7% con fibras de caucho de neumático, con un total de 60 testigos de concreto siendo 36 probetas para la resistencia a compresión y 24 probetas prismáticas para la resistencia a flexión en edades consecutivas de 7, 14 y 28 días; en consecuencia de ello, se obtuvo como **resultados** a una edad de 28 días una resistencia a la compresión de 278.3 kg/cm^2 y flexión de 58.0 kg/cm^2 con un 3%, compresión de 260.07 kg/cm^2 y flexión de 49.3 kg/cm^2 con un 5%, compresión de 238.37 kg/cm^2 y flexión de 40.7 kg/cm^2 con un 7% respectivamente. Finalmente, fija como **conclusión** que al adicionar de manera sustitutoria las fibras de caucho en el concreto tiende a disminuir su resistencia a la compresión y con esto se reduce los estándares de durabilidad en elementos estructurales.

Rodríguez (2021) en la tesis de grado **título:** “Influencia de la adición de caucho reciclado granulado en el diseño de concreto $f'c = 210 \text{ kg/cm}^2$ Moyobamaba 2021”, fijo como **objetivos:** establecer la influencia de la adición de caucho reciclado granulado en el diseño del concreto $f'c = 210 \text{ kg/cm}^2$. Aplicando una **metodología:** basada en la investigación experimental, debido a que se evaluó el comportamiento de las distintas adiciones para la dosificación del concreto $f'c = 210 \text{ kg/cm}^2$ con la incorporación del caucho reciclado granulado, desarrollado bajo ensayos de laboratorio en cuanto a granulometría, contenido de humedad, peso específico y absorción, peso unitario y resistencia a la compresión; en consecuencia de ello, se obtuvo como **resultados** a una edad de 28 días una resistencia a la compresión de 226.56 kg/cm^2 con 5%, 221.37 kg/cm^2 con 8% y 198.73 kg/cm^2 con el 10%, respectivamente. Finalmente, fija como **conclusión** que el concreto adicionando el caucho reciclado granulado, se determina que al adicionar un mayor porcentaje de este material disminuye la resistencia en comparación de la muestra patrón del 0%, mientras que adicionando el 5 % y el 8% cumple con la resistencia requerida para el concreto diseñado $f'c = 210 \text{ kg/cm}^2$.

2.2.- Marco Conceptual

2.2.1.- Caucho granulado

El caucho granulado es un derivado del neumático propiamente usado por todos los vehículos a nivel mundial, sin embargo, se da las circunstancias y el interés de conocer de que están hechos los neumáticos. La materia prima esencialmente es el caucho, lo que comúnmente llamamos banda de rodadura o goma, lo cual existe dos tipos de caucho:

- caucho natural: usado para la fabricación proveniente del látex
- caucho sintético: hecho de diferentes polímeros que son simples derivados del petróleo

Teniendo una composición de varios elementos que lo conforma tales como:

- negro de carbón: obtención por la combustión incompleta de productos derivados del petróleo. Bridgestone (2020)



Figura 3.2. Negro de carbón, Bridgestone (2020)

- acero: es parte de las correas radiales del neumático, que entran en contacto y garantizan el sellado de las llantas, siendo una aleación de hierro y carbono. Bridgestone (2020)



Figura 4.2. Acero, Bridgestone (2020)

- componentes textiles: las fibras textiles están presentes en forma de cables y telas de carcasa. Bridgestone (2020)



Figura 5.2. Fibras textiles, Bridgestone (2020)

- minerales: azufre y óxido de zinc son componentes esenciales para el desarrollo de los neumáticos, en lo particular la sílice es fundamental en la fabricación de los neumáticos de invierno. Bridgestone (2020)

A continuación, se da a conocer las partes principales de una llanta:



Figura 6.2. Partes de una llanta, Bridgestone (2020)

La combinación de sus materiales y su forma que le proporciona dureza y resistencia en cada uno de ellos es lo siguiente:

- cobertura interior: lamina fina de goma que envuelve la carcasa y aporta resistencia al agua
- carcasa: es el esqueleto del neumático y contribuye a la estabilidad
- flanco: parte lateral del neumático y responsable de soportar la carga
- banda de rodadura: parte base del neumático, proporcionando adherencia a la calzada
- aro de talón: compuesto por un cable, responsable de fijar el neumático y de soportar esfuerzos de motor. Bridgestone (2020)

- Características

→ Peso específico

El peso específico del caucho granulado tiene una variación de $1,15 \text{ kgf/m}^3 - 1,27 \text{ kgf/m}^3$, respecto a su composición de: caucho vulcanizado, materiales ferromagnéticos, materiales textiles, minerales. Aquellos gránulos y polvo de caucho vulcanizado son procedentes de la trituración mecánica en atmosfera ambiental de neumáticos fuera de uso aptos para el reciclaje. Renecal (2013)

- Campos de aplicación:
 - Aplicable en asfaltos modificables
 - Aplicable en mezclas con caucho
 - Aplicable en mezclas con plásticos

- Aplicable en bases elásticas para pavimentos deportivos
Renecal (2013)

→ Dosificación

La dosificación del caucho granulado en la mezcla de concreto simple con un $f'c = 175 \text{ kg/cm}^2$ se da proporcionalmente en cantidades acordes al diseño de mezcla con cada porcentaje establecido para su desarrollo:

- Mezcla del diseño de concreto $f'c = 175 \text{ kg/cm}^2$ con 2 %
- Mezcla del diseño de concreto $f'c = 175 \text{ kg/cm}^2$ con 5 %
- Mezcla del diseño de concreto $f'c = 175 \text{ kg/cm}^2$ con 8 %

Son porcentajes de dosificación acorde al diseño de mezcla y respecto al volumen del agregado fino para cada desarrollo, durante el proceso del concreto en estado fresco.

→ Granulometría

El análisis granulométrico del caucho granulado refiere a la determinación de la cantidad en diversos porcentajes, de tal forma que se pueda clasificar en tamaños constituyentes al material deseado. El procedimiento idóneo para poder clasificar por tamaños las partículas gruesas es el tamizado, sin embargo, dada las afinidades al aumentar la finura de los granos el tamizado se hace cada vez más difícil y por ende recurrir a un tamizado por sedimentación. Crespo (2004)

- Los tamices en los trabajos de granulometría para granos gruesos, son mallas de: 2", 1 1/2", 1", 3/4", 3/8" y N°4. Para los granos más finos son las mallas: N° 4, N° 10, N° 20, N° 40, N° 60, N° 100 y N° 200. Crespo (2004)

COMPOSICIÓN GRANULOMÉTRICA				
MALLA	PESO RETENIDO PARCIAL (G)	%RETENIDO PARCIAL	%RETENIDO ACUMULATIVO	%QUE PASA LA MALLA
3'' (76.2 mm)	—	—	—	—
2'' (50.8 mm)	—	—	—	—
1 1/2'' (38.1 mm)	1960	11	11	89
1'' (25.4 mm)	2320	12	23	77
3/4'' (19.1 mm)	2310	12	35	65
3/8'' (9.52 mm)	3700	20	55	45
4 (4.76 mm)	1850	10	65	35
Pasa No. 4	6575	35	100	
SUMA	18715	100		
DETERMINACIÓN DE LA COMPOSICIÓN GRANULOMÉTRICA DEL MATERIAL TAMIZADO POR LA MALLA No. 4 (POR LAVADO).				
MALLA No.	PESO RETENIDO PARCIAL (G)	%RETENIDO PARCIAL	%RETENIDO ACUMULATIVO	%QUE PASA LA MALLA
10 (2.00 mm)	31.5	6	71	(6)
20 (0.84 mm)	26.6	5	76	(11)
40 (0.42 mm)	28.8	5	81	(16)
60 (0.25 mm)	22.0	4	85	(20)
100 (0.149 mm)	24.7	4	89	(24)
200 (0.074 mm)	18.0	3	92	(21)
PASA No. 200	48.4	8	100	(35)
SUMA	200.0	35		0

Figura 7.2. Composición Granulométrica, Crespo (2004)

2.2.2.- Veredas

Las veredas o aceras peatonales son construcciones hechas de concreto simple $f'c = 175$ kg/cm², que se realizan alrededor de las edificaciones con el fin de protegerlos y dar una mejor transitabilidad a las personas, teniendo en cuenta los siguientes puntos:

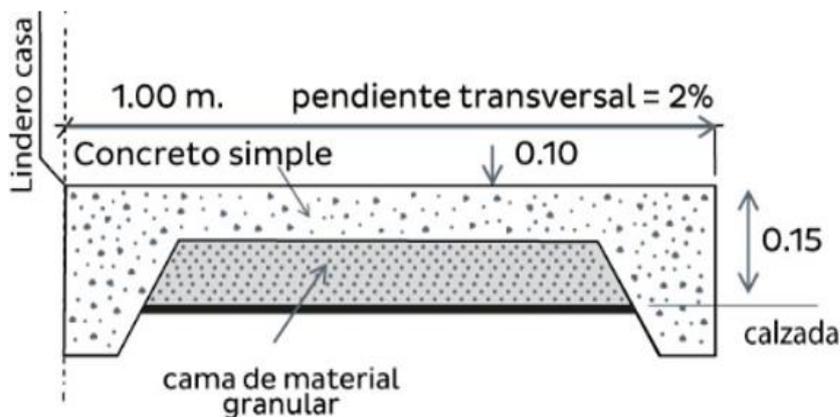


Figura 8.2. Sección de veredas perimetral, Aceros Arequipa (2018)

- la altura de la vereda debe ser de 15 cm sobre la calzada
- el ancho de la vereda debe ser como mínimo de 100 cm
- el concreto de la vereda deberá vaciarse sobre la base de material granular compactado
- el espesor de losa de vereda debe ser de 10 cm
- la pendiente transversal del acabado superficial no debe ser mayor al 2%

- Componentes

→ Resistencia a la compresión

La resistencia a la compresión del concreto, viene a ser la capacidad de resistir un fenómeno de aplastamiento durante la presión que se ve comúnmente en aquellos materiales que han sido elaborados para fines estructurales o no estructurales, dando información de las propiedades mecánicas del material y el comportamiento de forma específica sometida ante cargas estáticas o gradualmente ante cargas en el intervalo del tiempo. Generalmente se expresa en términos de esfuerzo expresados en kg/cm² ó Mpa. Hernández et al. (2018)

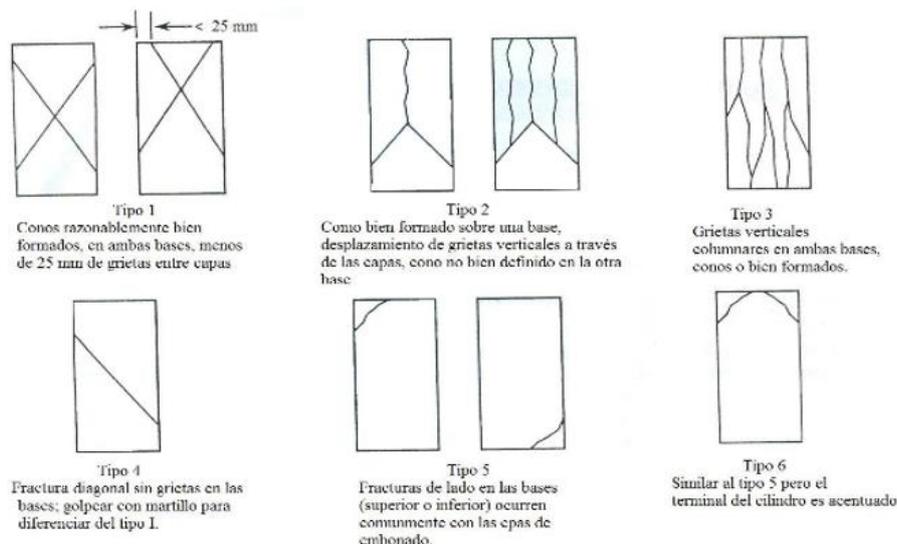


Figura 9.2. Tipos de fracturas, NTP 339.034 (2015)

La determinación de la resistencia del concreto en edades de 7 días alcanza un 70%, en 14 días alcanza un 90 % y a los 28 días alcanza una resistencia óptima de 99.9%.



Figura 10.2. Rotura del testigo de concreto, Hernández et al. (2018)

→ Dosificación del diseño de mezcla de concreto

La dosificación del diseño de mezcla de concreto, es el proceso de selección de los adecuados agregados para el concreto, determinando requerimientos específicos y cantidades de resistencia, dureza y manejabilidad. Actualmente se usa mezclas diseñadas para cuyas especificaciones respecto al rango de propiedades que deberían cumplirse. Muciño & Perla (2017)

Un adecuado proporcionamiento de concreto debe poseer, al menos, las siguientes cualidades:

- estado fresco: trabajabilidad y cohesión
- estado endurecido: resistente, durable y tener buena apariencia
- económico

Para realizar el diseño de mezcla de concreto los materiales a usar son:

- cemento
- grava
- arena
- agua

El cual consta de nueve pasos para desarrollar el diseño de mezcla por el método Módulo de Fineza:

- selección del revenimiento
- selección del tamaño máximo nominal del agregado
- cantidad de agua mezclado y contenido de aire
- selección de la relación agua/cemento
- contenido de cemento
- estimación del contenido de grava
- estimación del contenido de arena
- ajustes de humedad de los agregados
- ajustes de las mezclas de prueba. Muciño & Perla (2017)

→ Contenido de aire del concreto

Este ensayo tiene por finalidad determinar el contenido de aire del concreto recién mezclado, el cual se mide el aire contenido en el concreto homogenizado con los agregados. No siendo afectado por el aire que se puede presenciar en partículas del agregado con alta porosidad. NTP 339.081 (2011)

Por lo tanto, el método de presión es el ensayo apropiado para la determinación del contenido de aire en concreto fresco. Para ello se recomiendan presiones comprendidas de 51 a 207 kpa (7,5 a 30 psi). MTC (2016)

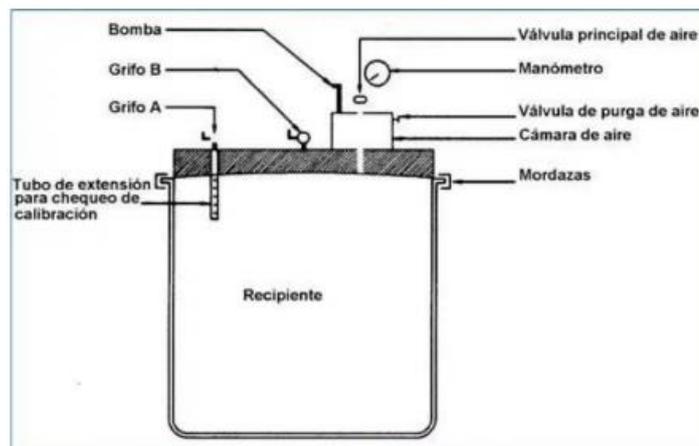


Figura 11.2. Medidor de contenido de aire a presión, MTC (2016)

Cálculos:

- Contenido de aire de la muestra bajo ensayo

$$As = A_1 - G \quad \text{Ec. 2.1}$$

Donde:

As = contenido de aire de la muestra, %

A_1 = contenido aparente de aire de la muestra

G = factor de corrección del agregado

- Contenido de aire de la mezcla completa

$$A_1 = \frac{100 * As * V_c}{100 * V_t - As * V_a} \quad \text{Ec. 2.2}$$

Donde:

A_t = contenido de aire de mezcla completa, %

V_c = volumen absoluto de los componentes de la mezcla

V_t = volumen absoluto de los componentes libres de aire en m³

V_a = volumen absoluto de los agregados en la mezcla densa, MTC (2016) p.809

→ Presupuesto del diseño de mezcla de concreto

El presupuesto para la elaboración del diseño de mezcla de concreto es relativo y asociado a la cantidad de materiales, costo de la mano de obra, y el costo de equipamiento para dicho ensayo. De tal forma que se pueda saber cuánto es el presupuesto estimado para realizar el diseño de mezcla en diferentes porcentajes con el caucho granulado.

2.3.- Definición de términos básicos

2.3.1.- Aditivo

Material químico que no siendo agua, agregados, cemento hidráulico ni fibra de refuerzo es empleado como un componente del concreto o mortero que se añade durante el proceso de mezclado en concreto fresco, tales como (incorporadores de aire, reductores de agua y controladores de fraguado, pigmentos, aditivos para concretos fluidos). Sotomayor (2020)

2.3.2.- Caucho

El termino caucho, es procedente del vocablo kawchu, derivado propiamente del látex: fluido propio de diversos vegetales. Elaborado por distintas especies de árboles, tras su coagulación da un resultado en forma de masa elásticas e impermeable. Pérez & Gardey (2016)

2.3.3.- Contenido de aire

Este ensayo tiene como fin determinar el contenido de aire (%) del concreto recién mezclado, el cual se mide el aire contenido en el concreto homogenizado con los agregados. NTP 339.081 (2011)

2.3.4.- Dosificación

Dosificación es parte del proceso de medición del concreto, por peso o volumen de los materiales y su introducción a la mezcladora para una cantidad admisible de mortero, concreto, grout o revoque. NTP 339.047 (2006)

2.3.5.- Durabilidad

Es la capacidad del concreto, mortero, grout o revoque de cemento portland de resistir a la acción de la intemperie y otras condiciones de servicio, tales como ataque químico, congelación – deshielo y abrasión. NTP 339.047 (2006) p.9

2.3.6.- Material adicionado

Son materiales que se incorporan en lo general a una molienda conjunta, como rocas naturales o no (escoria, caliza, puzolanas) que aportan ciertas características de trabajabilidad al concreto fresco, con el fin de mejorar propiedades mecánicas y prolongar la vida útil de las construcciones. Sotomayor (2020)

2.3.7.- Mezcla de concreto

La mezcla de concreto es la composición de material aglomerante (conglomerante) y agregados fino y grueso. En un concreto normal, comúnmente se usan como medio aglomerante el cemento Portland y el agua, pero también pueden contener puzolanas, escorias y/o aditivos químicos. NTP 339.047 (2006) p.6

2.3.8.- Resistencia

La resistencia del concreto es la capacidad de soportar las cargas que se le apliquen. De tal forma que desarrolle la resistencia indicada para dicho elemento estructural o no estructural. Aceros Arequipa (2018)

2.3.9.- Trabajabilidad

Es la propiedad del concreto, mortero, grout o revoque en estado fresco, que determina sus características de trabajo, es decir, la facilidad para su mezclado, colocación, moldeo y acabado del concreto en cuanto a su revenimiento y consistencia. NTP 339.047 (2006) p.15

2.3.10.- Densidad

La densidad es una magnitud referida a la cantidad de masa contenida en un determinado volumen, y puede utilizarse en términos absolutos que expresa la masa por unidad de volumen y relativos cuando expresa la relación entre la densidad de una sustancia y una densidad de referencia. Riva (2010) p. 39

2.3.11.- Polímero

Polímero es la composición de macromoléculas que se forman con la vinculación de otras clases de moléculas denominadas monómeros. Dando lugar a polímero naturales y polímeros sintéticos. Pérez & Merino (2013)

CAPÍTULO III: HIPÓTESIS

3.1.- Hipótesis y descripción de variables

3.1.1.- Hipótesis general

- La incorporación del caucho granulado en concreto $f'c=175\text{kg/cm}^2$, mejora significativamente en la resistencia a la compresión y durabilidad para su uso en veredas, Huancayo - 2023.

3.1.2.- Hipótesis específica

- La resistencia a la compresión del concreto $f'c=175\text{kg/cm}^2$ incorporando caucho granulado en porcentajes de 2%, 5% y 8% es eficiente debido a las propiedades físicas y mecánicas para su uso en veredas.

- El contenido de aire del concreto $f'c=175\text{kg/cm}^2$ incorporando caucho granulado en porcentajes de 2%, 5% y 8% es óptimo para su uso en veredas, mejorando la durabilidad del concreto.

- La incorporación del caucho granulado en concreto $f'c=175\text{kg/cm}^2$ con porcentajes de 2%, 5% y 8% incide en la reducción del costo por concientizar la reutilización de neumáticos para su uso en veredas.

3.2.- Variables

3.2.1.- V1: Caucho granulado

El caucho granulado es un derivado del neumático propiamente usado por todos los vehículos a nivel mundial, sin embargo, se da el interés de conocer de que están hechos los neumáticos. La materia prima esencialmente es el caucho, lo que comúnmente llamamos banda de rodadura o goma. Bridgestone (2020)

3.2.2.- V2: Veredas

Las veredas o aceras peatonales son construcciones hechas de concreto simple $f'c = 175\text{kg/cm}^2$, que se realizan alrededor de las edificaciones con el fin de protegerlos y dar una mejor transitabilidad a las personas. Aceros Arequipa (2018)

3.3.- Operacionalización de variables

TÍTULO: Incorporación de caucho granulado en concreto $f'c=175 \text{ kg/cm}^2$ para el uso en veredas, Huancayo - 2023

AUTOR: NYSB

VARIABLES	DEFINICIÓN CONCEPTUAL	DEFINICIÓN OPERACIONAL	DIMENSIONES	INDICADORES	INSTRUMENTO	ESCALA
V1: Caucho granulado (Características)	El caucho granulado es un derivado del neumático propiamente usado por todos los vehículos a nivel mundial, sin embargo, se da el interés de conocer de que están hechos los neumáticos. La materia prima esencialmente es el caucho, lo que comúnmente llamamos banda de rodadura o goma. Bridgestone (2020)	El caucho granulado se operacionaliza mediante sus dimensiones: Peso específico, Dosificación, Granulometría; siendo sus características y a su vez se subdivide cada dimensión en tres indicadores.	D1: Peso específico D2: Dosificación D3: Granulometría	I1: 1.15 kgf/m^3 I2: 1.20 kgf/m^3 I3: 1.27 kgf/m^3 I1: 2% I2: 5% I2: 8% I1: Grueso I2: Medio I3: Fino	Ficha de recopilación de información	Razón
V2: Veredas (Componentes)	Las veredas o aceras peatonales son construcciones hechas de concreto simple $f'c = 175 \text{ kg/cm}^2$, que se realizan alrededor de las edificaciones con el fin de protegerlos y dar una mejor transitabilidad a las personas. Aceros Arequipa (2018)	Las veredas se operacionaliza mediante sus dimensiones: Resistencia a la compresión, Contenido de aire en el concreto, Presupuesto del diseño de mezcla de concreto ; siendo sus componentes y a su vez se subdivide cada dimensión en tres indicadores.	D1: Resistencia a la compresión D2: Contenido de aire en el concreto D3: Presupuesto del diseño de mezcla de concreto	I1: 28 días I1: 2% I2: 5% I2: 8% I1: 2% I2: 5% I2: 8%	Ficha de recopilación de información	Razón

Fuente: Elaboración propia

CAPÍTULO IV: METODOLOGÍA

4.1.- Método de investigación

Según Ramón (2007) considera que el método científico es el procedimiento o instrumento que se emplea para poder adquirir nuevos conocimientos. De tal forma ser calificado como científico basándose en la medición, empirismo y estar sujeto a la razón; consecuente a los siguientes pasos: observación, hipótesis, experimentación, teoría y conclusiones.

La investigación se iniciará con la observación directa de los hechos, en este caso describir las patologías del concreto en las veredas, considerando estos argumentos particulares a la investigación se optó por sustituir parcialmente el caucho granulado por el agregado fino, de tal forma que se tenga una mayor resistencia y brinde mayor durabilidad.

Según estas consideraciones, en esta investigación se aplicará el **método científico**.

4.2.- Tipo de investigación

Según Carrasco (2005) considera que el tipo de investigación aplicada se distingue por contribuir al conocimiento científico con un fin práctico y concreto, con la finalidad que se investigue para transformar, modificar, actuar o producir cambios en un determinado sector o contexto de la realidad.

La investigación difiere el proceso de transformación, modificación y producir ciertos cambios en el proceso constructivo de las veredas, el cual se pretende para dicha investigación atribuir una mayor resistencia y mayor durabilidad cuando este, alcance su optima resistencia.

Conforme a la teoría revisada en esta investigación se clasifica del **tipo aplicada**, modificando propiedades físico-mecánico con la sustitución parcial de este material.

4.3.- Nivel de investigación

Según Hernández et al. (2014) considera que el nivel explicativo va más allá de la definición de conceptos o fenómenos, es decir están rígidos a explicar porque ocurre un fenómeno y en qué condiciones se manifiesta .

En el desarrollo de la investigación se da una relación notoria de las fallas en el concreto de las veredas y el incremento exponencial del desecho de llantas cada año, respecto a ello se busca dar una solución técnica, viable y sostenible con la sustitución de dicho material.

Bajo este análisis de investigación corresponde al **nivel explicativo**.

4.4.- Diseño de investigación

Según Toro et al. (2006), consideran que el diseño de la investigación experimental - puro, se da explícitamente como supuesta causa en una relación entre variables, midiendo el efecto de la variable independiente sobre la variable dependiente, cumpliendo así la validez interna de la situación experimental.

Para el desarrollo de la investigación se plantea realizar dicha mezcla experimental de concreto con la sustitución de caucho granulado en laboratorio, aplicando parcialmente en porcentajes de 2%, 5% y 8% del volumen de agregado fino.

Según este análisis, la investigación se aplicará el **diseño experimental-puro**.

4.5.- Población, muestra y muestreo

4.5.1.- Población

Según Lerma (2016), considera que la población viene a ser el conjunto de todos los casos o elementos de características determinada a una misma definición, que concuerdan a una serie de especificaciones que constituye el universo de la investigación. p.235

La presente investigación estará conformada por la mezcla de concreto $f'c = 175 \text{ kg/cm}^2$ con adición de caucho granulado.

4.5.2.- Muestra

Según Cruz et al. (2014), consideran que la muestra es el subgrupo de elementos o parte representativa que pertenecen a un estudio de población determinada, de esta manera es accesible establecer la observación del investigador. p.124

En el desarrollo de la investigación la muestra representativa está conformado por 60 briquetas.

Tabla 1.4 *Muestra representativa*

Edad en días	Ensayo de la resistencia a compresión			
	Patrón 0	Caucho granulado en 2%	Caucho granulado en 5%	Caucho granulado en 8%
28 días	15	15	15	15

Fuente: Elaboración propia

4.5.3.- Muestreo

Según Perelló (2015), considera que las muestras no probabilísticas derivan en muestras cualitativas, no depende que los resultados a obtenerse se encuentren relacionados a la probabilidad, de lo contrario a ser asociados a características o propósitos de la investigación. p.75

En la presente investigación se empleó el muestreo **no probabilístico** directo, ya que se pretende lograr una mejor resistencia y mayor durabilidad en el concreto adicionando el caucho granulado en $f'c = 175 \text{ kg/cm}^2$

4.6.- Técnicas e instrumentos de recolección de datos

4.6.1.- Técnicas de recolección de datos

Según Espinoza (2010), la observación es una técnica de recolección de datos en objeto de la investigación que permite acumular y sistematizar información mediante la percepción visual o acústica de algún acontecimiento natural. p.95

En el desarrollo de la investigación se aplicará la técnica de la **observación directa** para la recopilación de la información y saber hasta cuando llega a cumplir su resistencia con la adición del caucho granulado.

4.6.2.- Instrumentos de recolección de datos

Según Muñoz (2015), considera que los instrumentos de recolección de datos son aquellos mecanismos de registro que utiliza el investigador en campo para recolectar la información obtenida del centro de estudio determinado sobre hechos o fenómenos. p.68

En la presente investigación se aplicará como instrumento las **fichas de recopilación de la información**. Tomando datos de la resistencia a compresión a los 28 días en las respectivas briquetas dosificadas con caucho granulado en 2%, 5% y 8%.

4.6.2.1.- Validez

Según Diaz (2014), la validez consiste en reconocer el campo de estudios en base a su amplitud y orientado hacia un criterio, donde se podrá correlacionar las medidas de un test con las medidas de otras variables externas al test.p.58

Tabla 2.4 Rangos de validez

Rangos de validez	Interpretación
0,53 a menos	Validez nula
0,54 a 0,59	Validez baja
0,60 a 0,65	Valida
0,66 a 0,71	Muy valida

0,72 a 0,99	Excelente validez
1,0	Validez perfecta

Fuente: Reproducido de Oseda (2011)

En la presente investigación se aplicó la tabla para el análisis de validez de ficha de recopilación de la información, obteniendo un resultado de 0,809 donde se indica en los rangos de validez según Oseda (2011) es una excelente validez por estar en un rango de 0,72 a 0,99.

Tabla 3.4 *Validez de contenido del instrumento ficha de recopilación de datos*

Nº	Grado Académico	Nombres y Apellidos	CIP	Validez
1	Ingeniero civil	Peña Castañeda, Wildo	168646	0.857
2	Ingeniero civil	Ancasi Rojas, Carlos	148881	0.857
3	Ingeniero civil	Valencia Parraga, Marlon	285359	0.714

Fuente: Elaboración propia

4.7.- Procesamiento de la información

- Excel
- Word

CAPÍTULO V: ANÁLISIS – RESULTADOS

5.1.- Descripción de la zona de estudio

5.1.1.- Ubicación

La provincia de Huancayo se encuentra en el departamento de Junín, a una altitud de 3250 m.s.n.m. Sus coordenadas UTM 12°04'00" sur, 75°13'00" oeste y con un área geográfica total de 4851,09 km².

5.2.- Estudios previos

5.2.1.- Estudios de Laboratorio

5.2.1.1.- Ensayos del agregado fino y agregado grueso

Los ensayos van en relación del (agregado fino y grueso) consistentes al desarrollo y objetivos que se quiere lograr en la investigación.

- Análisis granulométrico : ASTM D422, ASTM C33 (ver anexo 3)
- Contenido de humedad : ASTM D22 16-17, NTP 339.127:1998 (ver anexo 3)
- Gravedad específica y Absorción (A.F.) : ASTM C 128, MTC E 205 – 2000 (ver anexo 3)
- Gravedad específica y Absorción (A.G.) : ASTM C 127, MTC E 206 – 2000 (ver anexo 3)
- Peso unitario suelto y compactado : NTP 400.017, ASTM C-29 (ver anexo 3)
- Malla 200 : NTP 400.018 (ver anexo 3)

5.2.1.2.- Ensayos del concreto

- Asentamiento : NTP 339.035:1999 (ver anexo 3)
- Temperatura : NTP 339.184:2013 (ver anexo 3)
- Contenido de aire : NTP 339.081:2011 (ver anexo 3)
- Diseño de mezcla (Modulo de Fineza) y curado de testigos de concreto: NTP 339.033:2009 (ver anexo 3)
- Resistencia a la compresión : NTP 339.034:2008 (ver anexo 3)

5.2.1.3.- Ensayos químicos del agua

- Sólidos en suspensión : OS.090 (ver anexo 3)
- Porcentaje de materia orgánica : OS.090 (ver anexo 3)
- Alcalinidad : NTP 339.088 (ver anexo 3)
- Sulfatos : NTP 339.178 (ver anexo 3)
- Cloruros : NTP 339.076 (ver anexo 3)

- Ph : OS.020 (ver anexo 3)

5.3.- Análisis de la información

5.3.1.- OE1: Evaluación de la resistencia a la compresión del concreto $f'c=175 \text{ kg/cm}^2$ incorporando caucho granulado en porcentajes de 2%, 5% y 8% para el uso en veredas.

Actividades:

- Preparación de concreto y obtención de las 45 muestras en la cantidad determinada empleando la probeta de 4" x 8" plg según los diferentes porcentajes de 2%, 5% y 8%.
- Curado de 45 muestras de 4" x 8" plg, por un tiempo de 28 días.
- Ensayos de resistencia a compresión a la edad de 28 días del vaciado de concreto en laboratorio.

Cálculos:

- Ensayo de resistencia a la compresión convencional – patrón 0

Tabla 4.5 Resistencia a la compresión – patrón 0

N°	IDENTIFICACIÓN Y CARACTERÍSTICAS DE LA PROBETA							RESISTENCIA A LA COMPRESIÓN				
	MUESTREO PROBETA			f'c kg/cm ²	Ø _{prom} cm	H _{prom} cm	ÁREA cm ²	ENSAYO ROTURA			PROMEDIO f _{cr}	
	CÓDIGO DE PROBETA	FECHA DE MUESTREO	ESTRUCTURA					FECHA	EDAD	LECT(kg)		f'ce
1	M-1	29-05-23	PROBETA DISEÑO CONVENCIONAL	175	10.0	20.0	78.54	26-06-23	28	13,950 Kg	178	178
	M-2				10.0	20.2	78.54			13,890 Kg	177	
	M-3				10.0	20.0	78.54			14,000 Kg	178	
	M-4				10.0	20.0	78.54			14,010 Kg	178	
	M-5				10.0	20.0	78.54			13,910 Kg	177	
	M-6				10.0	20.1	78.54			13,960 Kg	178	
	M-7				10.0	20.2	78.54			13,940 Kg	177	
	M-8				10.0	20.2	78.54			13,970 Kg	178	
	M-9				10.0	20.0	78.54			13,970 Kg	178	
	M-10				10.0	20.0	78.54			13,900 Kg	177	
	M-11				10.0	20.0	78.54			13,920 Kg	177	
	M-12				10.0	20.1	78.54			13,960 Kg	178	
	M-13				10.0	20.2	78.54			13,940 Kg	177	
	M-14				10.0	20.2	78.54			13,960 Kg	178	
	M-15				10.0	20.0	78.54			13,970 Kg	178	

Fuente: ANCCOR S.A.C

Tabla 5.5 Resistencia a la compresión con 2% de caucho granulado

N°	IDENTIFICACIÓN Y CARACTERÍSTICAS DE LA PROBETA							RESISTENCIA A LA COMPRESIÓN				
	MUESTREO PROBETA			f'c kg/cm ²	Ø _{prom} cm	H _{prom} cm	ÁREA cm ²	ENSAYO ROTURA			PROMEDIO f _{cr}	
	CÓDIGO DE PROBETA	FECHA DE MUESTREO	ESTRUCTURA					FECHA	EDAD	LECT(kg)		f'ce
2	M-16	29-05-23	PROBETA DISEÑO 2% CON CAUCHO GRANULADO	175	10.0	20.3	78.54	26-06-23	28	14,120 Kg	180	180
	M-17				10.0	20.2	78.54			14,160 Kg	180	
	M-18				10.0	20.2	78.54			14,100 Kg	180	
	M-19				10.0	20.2	78.54			14,140 Kg	180	
	M-20				10.0	20.2	78.54			14,040 Kg	179	
	M-21				10.0	20.2	78.54			14,090 Kg	179	
	M-22				10.0	20.2	78.54			14,110 Kg	180	
	M-23				10.0	20.2	78.54			14,060 Kg	179	
	M-24				10.0	20.2	78.54			14,020 Kg	179	
	M-25				10.0	20.2	78.54			14,120 Kg	180	
	M-26				10.0	20.2	78.54			14,100 Kg	180	
	M-27				10.0	20.3	78.54			14,180 Kg	181	
	M-28				10.0	20.2	78.54			14,130 Kg	180	
	M-29				10.0	20.2	78.54			14,120 Kg	180	
	M-30				10.0	20.0	78.54			14,200 Kg	181	

Fuente: ANCCOR S.A.C

Tabla 6.5 Resistencia a la compresión con 5% de caucho granulado

IDENTIFICACIÓN Y CARACTERÍSTICAS DE LA PROBETA								RESISTENCIA A LA COMPRESIÓN				
N°	MUESTREO PROBETA			f _c kg/cm ²	Ø _{prom} cm	H _{prom} cm	ÁREA cm ²	ENSAYO ROTURA				PROMEDIO f _{cr}
	CÓDIGO DE PROBETA	FECHA DE MUESTREO	ESTRUCTURA					FECHA	EDAD	LECT(kg)	f _{ce}	
3	M-31	31-05-23	PROBETA DISEÑO 5% CON CAUCHO GRANULADO	175	10.0	20.3	78.54	28-06-23	28	14,320 Kg	182	182
	M-32				10.0	20.2	78.54			14,340 Kg	183	
	M-33				10.0	20.2	78.54			14,300 Kg	182	
	M-34				10.0	20.2	78.54			14,310 Kg	182	
	M-35				10.0	20.2	78.54			14,290 Kg	182	
	M-36				10.0	20.2	78.54			14,330 Kg	182	
	M-37				10.0	20.2	78.54			14,380 Kg	183	
	M-38				10.0	20.2	78.54			14,360 Kg	183	
	M-39				10.0	20.2	78.54			14,300 Kg	182	
	M-40				10.0	20.2	78.54			14,290 Kg	182	
	M-41				10.0	20.2	78.54			14,280 Kg	182	
	M-42				10.0	20.3	78.54			14,390 Kg	183	
	M-43				10.0	20.2	78.54			14,380 Kg	183	
	M-44				10.0	20.2	78.54			14,360 Kg	183	
	M-45				10.0	20.0	78.54			14,370 Kg	183	

Fuente: ANCCOR S.A.C

Tabla 7.5 Resistencia a la compresión con 8% de caucho granulado

IDENTIFICACIÓN Y CARACTERÍSTICAS DE LA PROBETA								RESISTENCIA A LA COMPRESIÓN				
N°	MUESTREO PROBETA			f _c kg/cm ²	Ø _{prom} cm	H _{prom} cm	ÁREA cm ²	ENSAYO ROTURA				PROMEDIO f _{cr}
	CÓDIGO DE PROBETA	FECHA DE MUESTREO	ESTRUCTURA					FECHA	EDAD	LECT(kg)	f _{ce}	
4	M-46	31-05-23	PROBETA DISEÑO 8% CON CAUCHO GRANULADO	175	10.0	20.3	78.54	28-06-23	28	13,660 Kg	174	173
	M-47				10.0	20.2	78.54			13,640 Kg	174	
	M-48				10.0	20.2	78.54			13,620 Kg	173	
	M-49				10.0	20.2	78.54			13,600 Kg	173	
	M-50				10.0	20.2	78.54			13,610 Kg	173	
	M-51				10.0	20.2	78.54			13,620 Kg	173	
	M-52				10.0	20.2	78.54			13,600 Kg	173	
	M-53				10.0	20.2	78.54			13,590 Kg	173	
	M-54				10.0	20.2	78.54			13,640 Kg	174	
	M-55				10.0	20.2	78.54			13,590 Kg	173	
	M-56				10.0	20.2	78.54			13,580 Kg	173	
	M-57				10.0	20.3	78.54			13,600 Kg	173	
	M-58				10.0	20.2	78.54			13,610 Kg	173	
	M-59				10.0	20.2	78.54			13,620 Kg	173	
	M-60				10.0	20.0	78.54			13,640 Kg	174	

Fuente: ANCCOR S.A.C

5.3.2.- OE2: Determinación del contenido de aire del concreto $f'c=175 \text{ kg/cm}^2$ incorporando caucho granulado en porcentajes de 2%, 5% y 8% para el uso en veredas.

Actividades:

- Caracterización del agregado fino.
- Caracterización del agregado grueso, TMN ½”.
- Caracterización del caucho granulado.
- Ensayos Químicos del agua.
- Diseño de mezcla para la resistencia $f'c= 175 \text{ kg/cm}^2$ por el método módulo de fineza.
- Preparación de concreto y obtención de las 45 muestras en la cantidad determinada empleando la probeta de 4” x 8” plg según los diferentes porcentajes de 2%, 5% y 8%.
- Ensayos al concreto fresco (contenido de aire – olla de Washington), temperatura y slump

Cálculos:

Tabla 8.5 *Análisis granulométrico del agregado fino*

TAMIZ	DIAMETRO DEL TAMIZ	PESO RETENIDO O (gr)	(%) RETENIDO	(%) RET. ACUM.	(%) Q' PASA	ESPECIFICACIONES HUSO	
						MINIMO	MÁXIMO
1/2"	12.7	0	0	0	100	100	100
3/8"	9.525	0	0	0	100	100	100
N° 4	4.75	47.90	1.60	1.60	98.40	100	95
N° 8	2.36	218.60	7.29	8.88	91.12	100	80
N° 16	1.18	458.60	15.29	24.17	75.83	85	50
N° 30	0.59	712.10	23.74	47.91	52.09	60	25
N° 50	0.297	1074.10	35.80	83.71	16.29	30	10
N° 100	0.149	442.00	14.73	98.44	1.56	10	2
FONDO	0	46.70	1.56	100.00	0.00		
	SUMA	3000	100				

M.F.	2.65
------	------

Fuente: Reproducido de ANCCOR S.A.C.

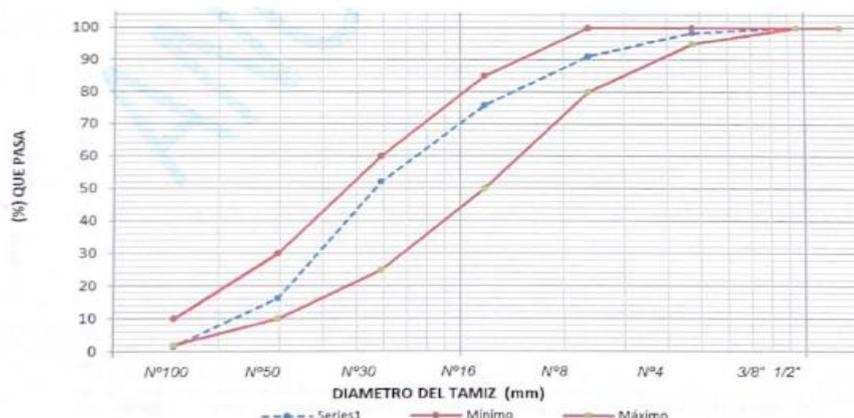


Figura 12.5 Curva granulométrica del agregado fino, ANCCOR S.A.C.

Tabla 9.5 Análisis granulométrico del agregado grueso

TAMIZ	DIAMETRO DEL TAMIZ	PESO RETENIDO (gr)	(%) RETENIDO	(%) RET. ACUM.	(%) Q' PASA	HUSO 67	
						MINIMO	MÁXIMO
2"	50.800	0.00	0.00	0.00	100	100	100
1 1/2"	38.100	0.00	0.00	0.00	100.00	100	100
1"	25.400	0.00	0.00	0.00	100.00	100	100
3/4"	19.050	159.00	3.18	3.18	96.82	100	90
1/2"	12.700	2135.40	42.71	45.89	54.11	79	50
3/8"	9.525	1540.10	30.80	76.69	23.31	55	20
N° 4	4.750	1143.50	22.87	99.56	0.44	10	0
N° 8	2.360	10.60	0.21	99.77	0.23	5	0
N° 16	1.180	0.00	0.00	99.77	0.23	0	0
N° 30	0.590	0.00	0.00	99.77	0.23	0	0
N° 50	0.297	0.00	0.00	99.77	0.23	0	0
N° 100	0.149	0.00	0.00	99.77	0.23	0	0
FONDO	0.000	11.40	0.23	100	0.00		
	SUMA	5000.00	100				

M.F.	6.78
------	------

Fuente: Reproducido de ANCCOR S.A.C.

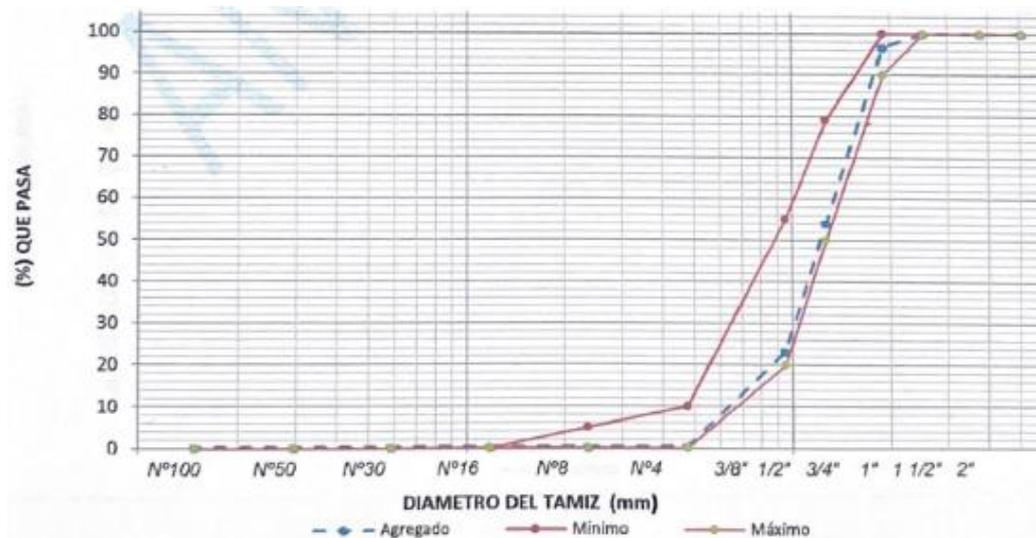


Figura 13.5 Curva granulométrica del agregado grueso, ANCCOR S.A.C.

Tabla 10.5 Análisis granulométrico del caucho granulado

TAMIZ	DIAMETRO DEL TAMIZ	PESO RETENIDO (gr)	(%) RETENIDO	(%) RET. ACUM.	(%) Q' PASA	ESPECIFICACIONES HUSO	
						MINIMO	MÁXIMO
1/2"	12.7	0	0	0	100	100	100
3/8"	9.525	0	0	0	100	100	100
N° 4	4.75	0.20	0.02	0.02	99.98	100	95
N° 8	2.36	234.50	23.49	23.51	76.49	100	80
N° 16	1.18	256.90	25.74	49.25	50.75	85	50

N° 30	0.59	387.00	38.77	88.03	11.97	60	25
N° 50	0.297	73.50	7.36	95.39	4.61	30	10
N° 100	0.149	40.50	4.06	99.45	0.55	10	2
FONDO	0	5.50	0.55	100.00	0.00		
SUMA		998.1	100				

M.F.	3.56
------	------

Fuente: Reproducido de ANCCOR S.A.C.

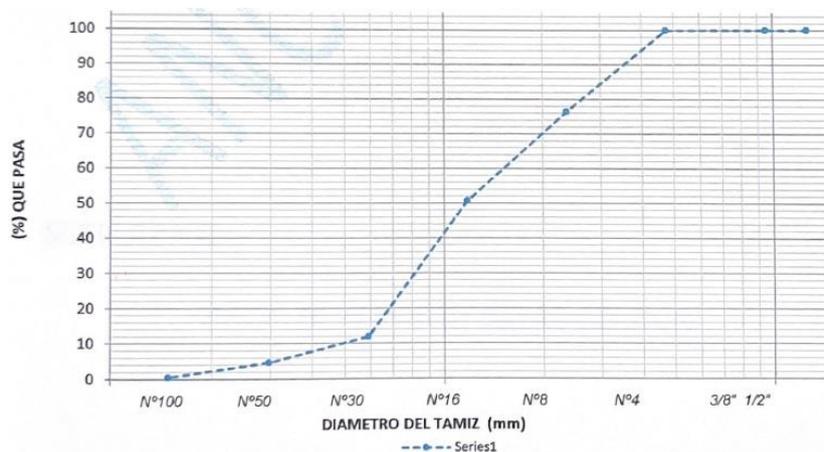


Figura 14.5 Curva granulométrica del caucho granulado, ANCCOR S.A.C.

Tabla 11.5 Contenido de humedad del agregado fino

DATOS Y RESULTADOS		
ITEM	DESCRIPCIÓN	DATOS
1	Peso de la muestra húmeda + tara (g)	1160
2	Peso de la muestra seca + tara (g)	1126
3	Peso de la tara (g)	160
4	Peso de la muestra húmeda (1-3) (g)	1000
5	Peso de la muestra seca (2-3) (g)	966
6	Contenido de humedad $((Ph-Ps)/Ps*100)\%$	3.52

CONTENIDO DE HUMEDAD	3.52 %
----------------------	--------

Fuente: Reproducido de ANCCOR S.A.C.

Tabla 12.5 Contenido de humedad del agregado grueso

DATOS Y RESULTADOS		
ITEM	DESCRIPCIÓN	DATOS
1	Peso de la muestra húmeda + tara (g)	640
2	Peso de la muestra seca + tara (g)	638
3	Peso de la tara (g)	140
4	Peso de la muestra húmeda (1-3) (g)	500
5	Peso de la muestra seca (2-3) (g)	498
6	Contenido de humedad $((Ph-Ps)/Ps*100)\%$	0.40

CONTENIDO DE HUMEDAD	0.40 %
----------------------	--------

Fuente: Reproducido de ANCCOR S.A.C.

Tabla 13.5 Malla #200 del agregado fino

DATOS Y RESULTADOS		
ITEM	DESCRIPCIÓN	DATOS
1	Peso de la muestra seca + tara (g)	1122
2	Peso de la muestra lavada seca + tara (g)	1075.1
3	Peso de la tara (g)	125
4	Peso de la muestra seca (1-3) (g)	997
5	Peso de la muestra lavada seca (2-3) (g)	950.1
6	Porcentaje de finos (%)	4.70

PORCENTAJE DE FINOS	4.70 %
---------------------	--------

Fuente: Reproducido de ANCCOR S.A.C.

Tabla 14.5 Malla #200 del agregado grueso

DATOS Y RESULTADOS		
ITEM	DESCRIPCIÓN	DATOS
1	Peso de la muestra seca + tara (g)	5163
2	Peso de la muestra lavada seca + tara (g)	5122
3	Peso de la tara (g)	165
4	Peso de la muestra seca (1-3) (g)	4998
5	Peso de la muestra lavada seca (2-3) (g)	4957
6	Porcentaje de finos (%)	0.82

PORCENTAJE DE FINOS	0.82%
---------------------	-------

Fuente: Reproducido de ANCCOR S.A.C.

Tabla 15.5 Gravedad específica y absorción del agregado grueso

N°	IDENTIFICACIÓN	M-1	M-2	PROMEDIO
A	Peso Mat. Sat. Sup. Seco (en aire) (g)	3014.0	3015.0	
B	Peso Mat. Sat. Sup. Seco (en agua) (g)	1890.0	1889.0	
C	Vol. Masa/Vol. Vacíos = A-B	1124.0	1126.0	
D	Peso de Mat. Seco en estufa (105°C) (g)	3000.0	3000.0	
E	Vol. De masa = C-(A-D) (g)	1110.0	1111.0	
	peso específico base seca	2.669	2.664	
	peso específico aparente sss	2.681	2.678	2.68
	peso específico relativo	2.703	2.700	
	% absorción	0.467	0.500	0.46

Fuente: Reproducido de ANCCOR S.A.C.

Tabla 16.5 Gravedad específica y absorción del agregado fino

N°	IDENTIFICACIÓN	M-1	M-2	PROMEDIO
A	Peso Mat. Sat. Sup. Seco (en aire) (g)	300.0	300.0	
B	Peso Frasco + agua	680.9	687.5	
C	Peso Frasco + agua + A (g)	980.9	987.5	
D	Peso del Mat. + agua en el frasco (g)	865.3	872.9	
E	Vol. Masa/Vol. Vacíos = C-D (g)	115.6	114.6	
F	Peso de Mat. Seco en estufa (105°C) (g)	295.5	296.7	
G	Vol. De masa = E-(A-F) (g)	111.1	111.3	
	peso específico base seca	2.556	2.589	
	peso específico aparente sss	2.595	2.618	2.606
	peso específico relativo	2.660	2.666	
	% absorción	1.523	1.112	1.32

Fuente: Reproducido de ANCCOR S.A.C.

Tabla 17.5 Peso unitario suelto y compactado del agregado fino

N°	PESO UNITARIO SUELTO DEL AGREGADO FINO				
	DESCRIPCIÓN		M-1	M-2	M-3
1	Peso de la muestra + Recipiente	gr	13738	13726	13750
2	Peso del recipiente	cm ³	3522	3522	3522
3	Peso de la muestra	cm ³	10216	10204	10228
4	Volumen Molde	gr	7050	7050	7050
5	P.U.S. Seco	kg/m ³	1449.08	1447.38	1450.78
6	Promedio P.U.S. Seco	kg/m ³	1449.08		

N°	PESO UNITARIO COMPACTADO DEL AGREGADO FINO				
	DESCRIPCIÓN		M-1	M-2	M-3
1	Peso de la muestra + Recipiente	gr	14784	14763	14805
2	Peso del recipiente	cm ³	3522	3522	3522
3	Peso de la muestra	cm ³	11262	11241	11283
4	Volumen Molde	gr	7050	7050	7050
5	P.U.C. Seco	kg/m ³	1597.45	1594.47	1600.43
6	Promedio P.U.C. Seco	kg/m ³	1597.45		

Fuente: Reproducido de ANCCOR S.A.C.

Tabla 18.5 Peso unitario suelto y compactado del agregado grueso

N°	PESO UNITARIO SUELTO DEL AGREGADO GRUESO				
	DESCRIPCIÓN		M-1	M-2	M-3
1	Peso de la muestra + Recipiente	gr	13390	13239	13415
2	Peso del recipiente	cm ³	3522	3522	3522
3	Peso de la muestra	cm ³	9868	9717	9893

4	Volumen Molde	gr	7050	7050	7050
5	P.U.S. Seco	kg/m ³	1399.72	1378.30	1403.26
6	Promedio P.U.S. Seco	kg/m ³	1393.76		

N°	PESO UNITARIO COMPACTADO DEL AGREGADO GRUESO				
	DESCRIPCIÓN		M-1	M-2	M-3
1	Peso de la muestra + Recipiente	gr	14120	14364	14126
2	Peso del recipiente	cm ³	3522	3522	3522
3	Peso de la muestra	cm ³	10598	10842	10604
4	Volumen Molde	gr	7050	7050	7050
5	P.U.C. Seco	kg/m ³	1503.26	1537.87	1504.11
6	Promedio P.U.C. Seco	kg/m ³	1515.08		

Fuente: Reproducido de ANCCOR S.A.C.

- Análisis Físico, Químico de Agua

- Sólidos en suspensión

Tabla 19.5 *Parámetros de estandarización del método*

PARÁMETROS	VALOR	UNIDADES	OBSERVACIÓN
LIMITE DE DETECCIÓN	4.5	mg/L	Corresponde al límite de cuantificación.
PRECISION EN TERMINOS DE %CV	4.3	%	Std bajo 4.0 mg/L
	0.9	%	Std alto 20.000 mg/L
EXACTITUD EXPRESADO COMO % DE ERROR RELATIVO	0	%	Std bajo 4.0 mg/L
	-4.4	%	Std alto 20.000 mg/L
RANGO DE TRABAJO (Lectura Directa)	4.5 - 20.000	mg/L	Sin dilución de la muestra
INTERVALO DE APLICACIÓN DEL MÉTODO	NO APLICA	mg/L	
RECUPERACIÓN EXPRESADO COMO %	118	%	Adicionado bajo
	98	%	Adicionado alto

Fuente: ANCCOR S.A.C.

2.- Procesamiento de datos y cálculo de resultados

$$SST = \frac{(A-B) \cdot 1000}{V}$$

Ec. 5.1

Donde:

SST: sólidos suspendidos totales, en mg/L

A: peso final del conjunto (disco + cápsula de aluminio) con el residuo seco, en mg.

B: peso inicial del conjunto (disco + cápsula de aluminio), en mg.

V: volumen de muestra filtrada, en ml.

Tabla 20.5 *Sólidos en suspensión*

REPORTE DE RESULTADOS			
Agua Potable	Sólidos en suspensión	unidad	3.9 mg/L

Fuente: Reproducido de ANCCOR S.A.C.

- Materia orgánica

Tabla 21.5 *Materia orgánica*

REPORTE DE RESULTADOS		
1	Materia orgánica	0.52%

Fuente: Reproducido de ANCCOR S.A.C.

- Alcalinidad del agua

Tabla 22.5 *Alcalinidad total del agua potable*

Resultados de la titulación	Alcalinidad de hidróxidos	Alcalinidad de carbonatos	Alcalinidad de bicarbonatos
P=0	0	0	T = 22 ppm de CaCO ₃

Fuente: Reproducido de ANCCOR S.A.C.

- Sulfatos solubles

Tabla 23.5 *Sulfatos Solubles*

REPORTE DE RESULTADOS			
1	Relación mezcla agua-agua destilada		3.80
2	Numero de tara		51.00
3	Peso de tara	gr	63.58
4	Peso de tara + Residuos de sulfatos	gr	64.14
5	Peso de residuos de sulfatos	gr	0.56
6	Volumen de solución tomada	ml	59.60
7	Constituyentes de sulfatos en alicuota	(ppm)	40.25
8	Constituyentes de sulfatos en muestra	(ppm)	358.60
9	Constituyentes de sulfatos en peso seco	%	0.36

Fuente: Reproducido de ANCCOR S.A.C.

- Cloruro expresado como ion Cr

Tabla 24.5 *Cloruros*

REPORTE DE RESULTADOS			
1	Volumen de agua destilada	ml	220.100
2	Peso de la muestra	gr	130.680
3	Numero de tara		35.790
4	Peso de tara	gr	36.610
5	Peso de tara + residuos de cloruro	gr	37.280
6	Peso de residuos de cloruro	gr	0.670
7	Volumen de solución tomada	ml	31.070
8	Peso de la muestra en volumen de la solución	gr	5.170
9	Concentración de cloruro ion Cr	(ppm)	289.400
10	Contenido de cloruros	%	0.289

Fuente: Reproducido de ANCCOR S.A.C.

- Potencial Hidrogeno (pH)

Tabla 25.5 *Potencial hidrogeno del agua*

REPORTE DE RESULTADOS			
1	Potencial hidrogeno (pH)	unidad	6.8

Fuente: Reproducido de ANCCOR S.A.C.

- Diseño de mezcla

Tabla 26.5 Diseño de mezcla $f'c = 175 \text{ kg/cm}^2$ – muestra patrón (Módulo de Fineza)

Diseño del concreto $F'c = 175 \text{ Kg/cm}^2$									
Código de ensayo 01									
CEMENTO		A/C = 0.697		%	M.F	%ABS.	%HUM.		
ANDINO TIPO I		Dosis de caucho g.		0.00%	A. FINO	42	2.65	1.32	3.52
		Diseño $F'c =$		175 Kg/cm^2	A. GRUESO	58	6.78	0.48	0.40
					GLOBAL	100	5.05		
Materiales	P.E (kg/m ³)	Volumen (m ³)	Diseño seco para 1m ³	Diseño s.s.s para 1m ³	Correc. por humid.	Diseño correg. para 1m ³	Diseño corregido para Laboratorio		
Cemento	3150	0.0984	310 kg	309.9 kg		310 kg	10.85 kg		
Agua	1000	0.2160	231 L	216 kg		201 L	7.02 kg		
A. Fino	2606	0.2871	739 kg	748 kg	16	765 kg	26.76 kg		
A. Grueso	2701	0.3965	1066 kg	1071 kg	-1	1070 kg	37.46 kg		
Caucho	1140	0.0000	0 kg	0.00 kg		0.0 kg	0.00 gr.		
Adicion	1340	0.0000	0 kg	0 kg		0.0 kg	0.00 kg		
Aire	1000	0.0020	2.0 %	2.00 %		2.0 %	0.07 %		
Total		1.0000	2345 kg	2345 kg		2345 kg			
Agua Retenida:		Rendimiento		0.83	V. Molde (m ³) =		0.007050		
0 L		P.U.C (Kg/m ³) =		2829	Peso Neto C (Kg) =		19.946		

Fuente: ANCCOR S.A.C.

Tabla 27.5 Diseño de mezcla $f'c = 175 \text{ kg/cm}^2$ – 2% de C.G. (Módulo de Fineza).

Diseño del concreto $F'c = 175 \text{ Kg/cm}^2$									
Código de ensayo 02									
CEMENTO		A/C = 0.697		%	M.F	%ABS.	%HUM.		
ANDINO TIPO I		Dosis de caucho g.		2.00%	A. FINO	42	2.65	1.32	3.52
		Diseño $F'c =$		175 Kg/cm^2	A. GRUESO	58	6.78	0.48	0.40
					GLOBAL	100	5.05		
Materiales	P.E (kg/m ³)	Volumen (m ³)	Diseño seco para 1m ³	Diseño s.s.s para 1m ³	Correc. por humid.	Diseño correg. para 1m ³	Diseño corregido para Laboratorio		
Cemento	3150	0.0984	310 kg	309.9 kg		310 kg	10.85 kg		
Agua	1000	0.2160	231 L	216 kg		201 L	7.02 kg		
A. Fino	2606	0.2853	734 kg	744 kg	16	760 kg	26.59 kg		
A. Grueso	2701	0.3939	1059 kg	1064 kg	-1	1063 kg	37.22 kg		
Caucho	1140	0.0054	6 kg	6.20 kg		6.2 kg	216.93 gr.		
Adicion	1340	0.0000	0 kg	0 kg		0.0 kg	0.00 kg		
Aire	1000	0.0010	1.0 %	1.00 %		1.0 %	0.04 %		
Total		1.0000	2340 kg	2340 kg		2340 kg			
Agua Retenida:		Rendimiento		0.83	V. Molde (m ³) =		0.007050		
0 L		P.U.C (Kg/m ³) =		2829	Peso Neto C (Kg) =		19.943		

Fuente: ANCCOR S.A.C.

Tabla 28.5 Diseño de mezcla $f'c = 175 \text{ kg/cm}^2 - 5\%$ de C.G. (Módulo de Fineza).

Diseño del concreto $F'c=175 \text{ Kg/cm}^2$										
Código de ensayo 03										
CEMENTO		A/C = 0.697		%		M.F	%ABS.	%HUM.		
ANDINO TIPO I		Dosis de caucho g.		5.00%		A. FINO	42	2.65	1.32	3.52
		Diseño $F'c =$		175 Kg/cm^2		A. GRUESO	58	6.78	0.48	0.40
						GLOBAL	100	5.05		
Materiales	P.E (kg/m ³)	Volumen (m ³)	Diseño seco para 1m ³	Diseño s.s.s para 1m ³	Correc. por humed.	Diseño correg. para 1m ³	Diseño corregido para Laboratorio			
Cemento	3150	0.0984	310 kg	309.9 kg		310 kg	10.85 kg			
Agua	1000	0.2160	231 L	216 kg		201 L	7.03 kg			
A. Fino	2606	0.2818	725 kg	735 kg	16	751 kg	26.27 kg			
A. Grueso	2701	0.3892	1046 kg	1051 kg	-1	1051 kg	36.77 kg			
Caucho	1140	0.0136	15 kg	15.50 kg		15.5 kg	542.33 gr.			
Adicion	1340	0.0000	0 kg	0 kg		0.0 kg	0.00 kg			
Aire	1000	0.0010	1.0 %	1.00 %		1.0 %	0.04 %			
Total		1.0000	2327 kg	2327 kg		2327 kg				
Agua Retenida:		Rendimiento		0.83		V. Molde (m ³) =		0.007050		
0 L		P.U.C (Kg/m ³) =		2790		Peso Neto C (Kg) =		19.670		

Fuente: ANCCOR S.A.C.

Tabla 29.5 Diseño de mezcla $f'c = 175 \text{ kg/cm}^2 - 8\%$ de C.G. (Módulo de Fineza).

Diseño del concreto $F'c=175 \text{ Kg/cm}^2$										
Código de ensayo 04										
CEMENTO		A/C = 0.697		%		M.F	%ABS.	%HUM.		
ANDINO TIPO I		Dosis de caucho g.		8.00%		A. FINO	42	2.65	1.32	3.52
		Diseño $F'c =$		175 Kg/cm^2		A. GRUESO	58	6.78	0.48	0.40
						GLOBAL	100	5.05		
Materiales	P.E (kg/m ³)	Volumen (m ³)	Diseño seco para 1m ³	Diseño s.s.s para 1m ³	Correc. por humed.	Diseño correg. para 1m ³	Diseño corregido para Laboratorio			
Cemento	3150	0.0984	310 kg	309.9 kg		310 kg	10.85 kg			
Agua	1000	0.2160	230 L	216 kg		201 L	7.04 kg			
A. Fino	2606	0.2784	716 kg	726 kg	16	741 kg	25.95 kg			
A. Grueso	2701	0.3845	1034 kg	1039 kg	-1	1038 kg	36.32 kg			
Caucho	1140	0.0217	25 kg	24.79 kg		24.8 kg	867.72 gr.			
Adicion	1340	0.0000	0 kg	0 kg		0.0 kg	0.00 kg			
Aire	1000	0.0010	1.0 %	1.00 %		1.0 %	0.04 %			
Total		1.0000	2315 kg	2315 kg		2315 kg				
Agua Retenida:		Rendimiento		0.83		V. Molde (m ³) =		0.007050		
0 L		P.U.C (Kg/m ³) =		2782		Peso Neto C (Kg) =		19.610		

Fuente: ANCCOR S.A.C.

Tabla 30.5 *Ensayos al concreto fresco*

N°	ENSAYOS AL CONCRETO FRESCO						
	FECHA DE ENSAYO	DESCRIPCIÓN	% DE RESIDUO DE FUNDICIÓN DE COBRE	CONTENIDO DE AIRE (%)	TEMPERATURA °C	HORA DE ENSAYO	SLUMP(")
1	29/05/2023	FC 175 Kg/cm2	Convencional	1.45	20.9	11:30 a.m.	3
2	29/05/2023	FC 175 Kg/cm2	2.0% C.G.	1.26	21.6	12:39 p.m.	3 1/7
3	31/05/2023	FC 175 Kg/cm2	5.0% C.G.	1.20	16.8	11:30 a.m.	3 1/3
4	31/05/2023	FC 175 Kg/cm2	8.0% C.G.	1.42	17.8	1:00 p.m.	2 5/9

Fuente: ANCCOR S.A.C

5.3.3.- OE3: Estimación del costo de la incorporación del caucho granulado en concreto $f'c=175 \text{ kg/cm}^2$ con porcentajes de 2%, 5% y 8% para el uso en veredas.

Actividades:

- Selección del caucho granulado.
- Peso requerido para dichos ensayos de laboratorio.
- Costo total del caucho granulado aplicado a cada ensayo de laboratorio realizado en porcentajes de 2%, 5% y 8%.

Cálculos:

- **Paso 1:** Para realizar el análisis de la estimación del costo al incorporar el caucho granulado en los porcentajes de 2%, 5% y 8% se seleccionó caucho granulado de una planta trituradora de neumáticos Icse.

- **Paso 2:** Selección del peso requerido para cada ensayo en los porcentajes de 2%, 5% y 8%, teniendo lo siguiente:

- 2 % de caucho granulado = 216.93 gr, para 1 m^3 de concreto = 6.2 kg
- 5 % de caucho granulado = 542.33 gr, para 1 m^3 de concreto = 15.5 kg
- 8 % de caucho granulado = 867.72 gr, para 1 m^3 de concreto = 24.8 kg

- **Paso 3:** Costo total del caucho granulado aplicado a cada ensayo realizado en porcentajes de 2%, 5% y 8%:

- 2 % de caucho granulado

$$\begin{array}{rcl}
 30 \text{ kg} & \longrightarrow & 74 \text{ soles} \\
 0.21693 \text{ kg} & \longrightarrow & \text{x} \\
 \text{x} & = & \text{S/ } 0.54 \text{ , por } \text{m}^3 \text{ S/ } 15.29
 \end{array}$$

- 5 % de caucho granulado

$$\begin{array}{rcl}
 30 \text{ kg} & \longrightarrow & 74 \text{ soles} \\
 0.54233 \text{ kg} & \longrightarrow & x \\
 x & = & \text{S/ } 1.34 \text{ , por m}^3 \text{ S/ } 38.23
 \end{array}$$

- 8 % de caucho granulado

$$\begin{array}{rcl}
 30 \text{ kg} & \longrightarrow & 74 \text{ soles} \\
 0.86772 & \longrightarrow & x \\
 x & = & \text{S/ } 2.14 \text{ , por m}^3 \text{ S/ } 61.17
 \end{array}$$

5.3.4.- OG4: Análisis del efecto de la incorporación del caucho granulado en concreto $f'c=175 \text{ kg/cm}^2$ para el uso en veredas.

Actividades:

- Evaluación de la resistencia a la compresión del concreto $f'c=175 \text{ kg/cm}^2$ incorporando caucho granulado en porcentajes de 2%, 5% y 8%.
- Determinación del contenido de aire del concreto $f'c=175 \text{ kg/cm}^2$ incorporando caucho granulado en porcentajes de 2%, 5% y 8%.
- Estimación del costo de la incorporación de caucho granulado en concreto $f'c=175 \text{ kg/cm}^2$ con porcentajes de 2%, 5% y 8%.

Cálculos:

- Determinar cada uno de los objetivos específicos y concluir con una determinada evaluación de la resistencia a la compresión, determinación del contenido de aire del concreto $f'c= 175 \text{ kg/cm}^2$ y estimación del costo en los porcentajes de 2%, 5% y 8% del caucho granulado.

5.4.- Resultados de la investigación

5.4.1.- OE1: Evaluación de la resistencia a la compresión del concreto $f'c=175\text{kg/cm}^2$ incorporando caucho granulado en porcentajes de 2%, 5% y 8% para el uso en veredas.

Tabla 31.5 Resistencia a la compresión $f'c=175 \text{ kg/cm}^2$ en porcentajes de 2%, 5%, 8% y el patrón 0

N° de Muestras	$f'c$ (kg/cm^2)	Rotura (Edad)	Resistencia a la compresión $f'cr$ (kg/cm^2)			
			Patrón 0	2%	5%	8%
M-1	175	28 días	178	180	182	174

M-2	177	180	183	174
M-3	178	180	182	173
M-4	178	180	182	173
M-5	177	179	182	173
M-6	178	179	182	173
M-7	177	180	183	173
M-8	178	179	183	173
M-9	178	179	182	174
M-10	177	180	182	173
M-11	177	180	182	173
M-12	178	181	183	173
M-13	177	180	183	173
M-14	178	180	183	173
M-15	178	181	183	174
f'_{cr} (kg/cm ²) promedio	178	180	182	173

Fuente: Elaboración propia

Interpretación tabla

En la tabla 31 se observa que, la resistencia a la compresión del concreto $f'_c = 175 \text{ kg/cm}^2$ incorporando caucho granulado en porcentajes de 2%, 5% y 8% dan como resultado 180 kg/cm^2 , 182 kg/cm^2 y 173 kg/cm^2 respectivamente, aumentando la resistencia a la compresión porcentajes de 2% y 5% referente al patrón 0 que es un concreto convencional, estimando un coeficiente de variación de $\pm 3 \text{ kg/cm}^2$.

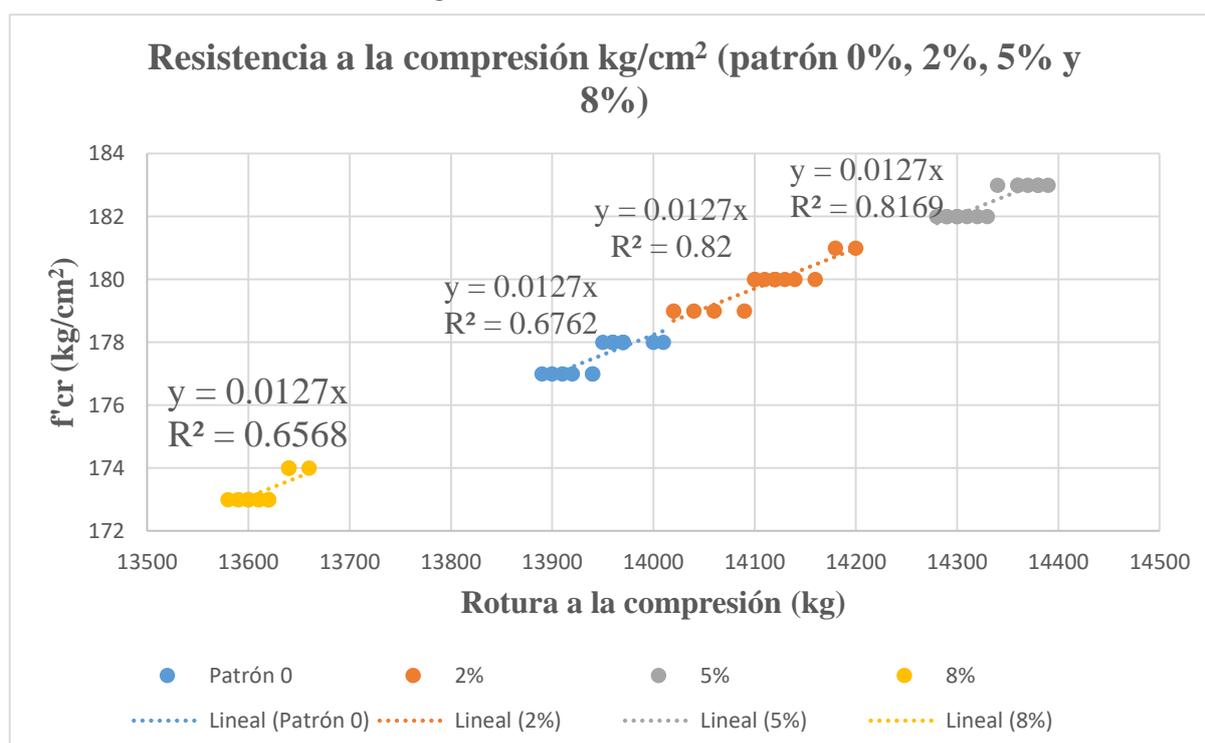


Figura 15.5 Resistencia a la compresión kg/cm² (patrón 0, 2%, 5% y 8%), Elaboración propia.

Interpretación figura

En la figura 15 se observa que, existe un incremento de resistencia a la compresión al incorporar caucho granulado en 2% y 5%, lo cual su resistencia es menor al incorporar un 8% de este material, dando a concluir que se obtiene una mayor resistencia al incorporar un 5% de caucho granulado, teniendo como $f'c = 182 \text{ kg/cm}^2$ y una menor resistencia al incorporar el 8% de caucho granulado, teniendo como $f'c = 173 \text{ kg/cm}^2$ promedio de las 45 muestras ensayadas en laboratorio.

5.4.2.- OE2: Determinación del contenido de aire del concreto $f'c = 175 \text{ kg/cm}^2$ incorporando caucho granulado en porcentajes de 2%, 5% y 8% para el uso en veredas.

Tabla 32.5 Contenido de aire del concreto $f'c = 175 \text{ kg/cm}^2$ en 2%, 5%, 8% y el patrón 0

	Diseño de Mezcla $f'c = 175 \text{ kg/cm}^2$			
	Patrón 0	2% Caucho granulado	5% Caucho granulado	8% Caucho granulado
Contenido de aire (%)	1.45	1.26	1.20	1.42

Fuente: Elaboración propia

Interpretación tabla

En la tabla 32 se observa que, el contenido de aire del concreto $f'c = 175 \text{ kg/cm}^2$ incorporando caucho granulado en porcentajes de 2% es de (1.26%); 5% (1.20%); 8% (1.42%) y un coeficiente de variación $\pm 0.6 \%$ de este material a medida que el porcentaje sea mayor o menor.

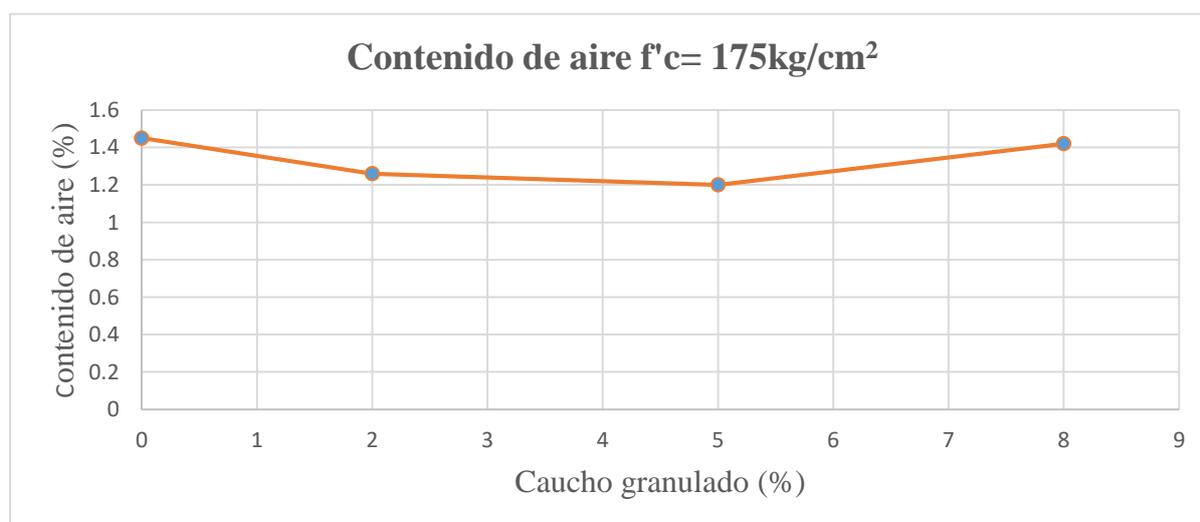


Figura 16.5 Contenido de aire $f'c = 175 \text{ kg/cm}^2$ (patrón 0, 2%, 5% y 8%), Elaboración propia.

Interpretación figura

En la figura 16 se observa que, el porcentaje del contenido de aire va ascendiendo a medida que el porcentaje de caucho granulado es mayor, teniendo un coeficiente de variación estándar cada 2 a 5% de $\pm 0.6\%$ de este material.

5.4.3.- OE3: Estimación del costo de la incorporación del caucho granulado en concreto $f'c=175 \text{ kg/cm}^2$ con porcentajes de 2%, 5% y 8% para el uso en veredas.

Tabla 33.5 Costo del caucho granulado en 2%, 5%, 8% y el patrón 0

Porcentajes (%)	Caucho granulado (gr)	Costo Total (S/)	Costo Total x 1 m^3 (S/)
Patrón 0	0	0	0
2	216.93	0.54	15.29
5	542.33	1.34	38.23
8	867.72	2.14	61.17

Fuente: Elaboración propia

Interpretación tabla

En la tabla 33 se observa que, el costo de la incorporación del caucho granulado en concreto $f'c=175 \text{ kg/cm}^2$ con porcentajes de 2%, 5% y 8% es de S/ 0.54, S/ 1.34, S/ 2.14 en un total de 45 testigos de muestras ensayadas y un coeficiente de variación $\pm S/0.8$ de este material.

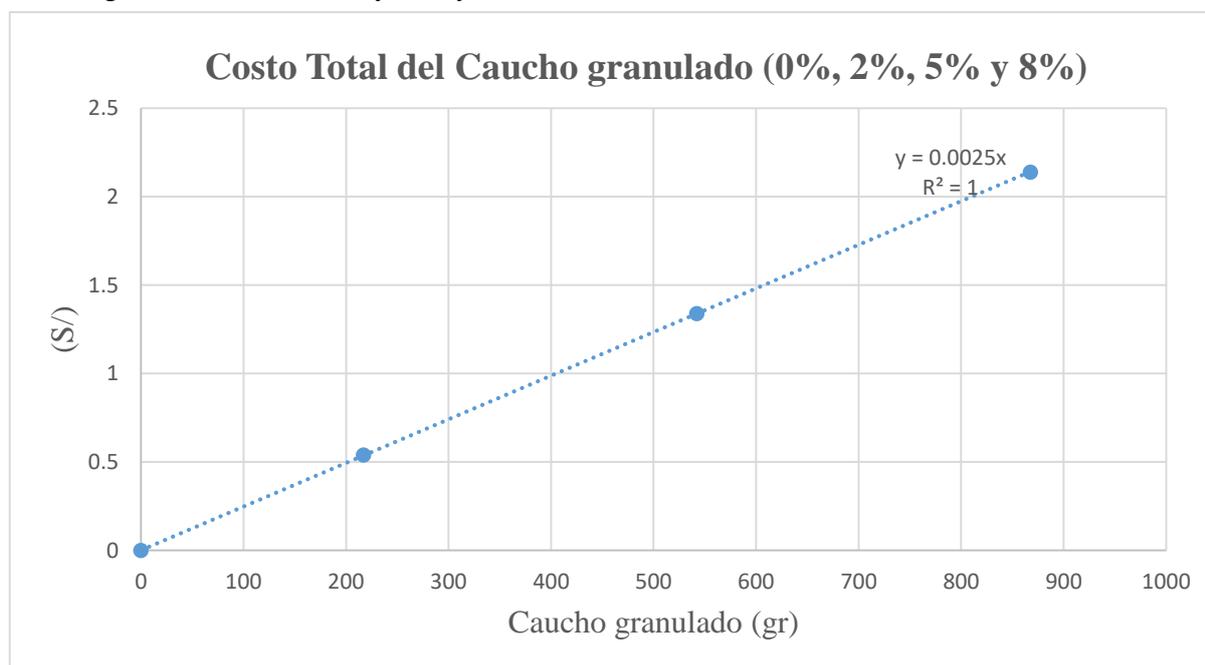


Figura 17.5 Costo Total del caucho granulado (patrón 0, 2%, 5% y 8%), Elaboración propia.

En la figura 17 se observa que, el costo del caucho granulado incrementa a medida que el porcentaje es mayor, teniendo un coeficiente de variación estándar cada 2 a 3% de $\pm S/0.8$ de este material.

5.4.4.- OG4: Análisis del efecto de la incorporación del caucho granulado en concreto $f'c=175 \text{ kg/cm}^2$ para el uso en veredas.

Tabla 34.5 *Incorporación del caucho granulado en 2%, 5%, 8% y el patrón 0*

Porcentajes (%)	F'cr promedio (kg)cm ²	Contenido de aire (%)	Costo Total (S/)	Costo Total 1 m ³ (S/)
0	178	1.45	0	0
2	180	1.26	0.54	15.29
5	182	1.20	1.34	38.23
8	173	1.42	2.14	61.17

Fuente: Elaboración propia

Interpretación tabla

En la tabla 34 se observa que; el efecto de la incorporación del caucho granulado en concreto $f'c= 175 \text{ kg/cm}^2$ para el uso en veredas, es eficiente agregando un 5% de este material para mejorar la resistencia 7 kg/cm^2 más que nuestro $f'c= 175 \text{ kg/cm}^2$ de diseño y un mejor resultado con 1.20 % de contenido de aire, reduciendo vacíos en la macroestructura del concreto y mejorando la durabilidad del concreto, por último obteniendo un mayor beneficio en costos con porcentajes de 2 y 5% de caucho granulado.

Tabla 35.5 *Módulo de elasticidad del concreto y caucho granulado*

Elasticidad del caucho (Mpa)	Elasticidad del concreto 2% (Mpa)	Elasticidad del concreto 5% (Mpa)	Elasticidad del concreto 8% (Mpa)
1.27	63057.12	63406.47	61818.85

Fuente: Elaboración propia

Interpretación tabla

En la tabla 35 se observa que; el módulo de elasticidad del caucho granulado es de 1.27 Mpa, incorporando el 2% de este material al concreto es de 63057.12 Mpa, con el 5% es de 63406.47 Mpa y 8% es de 61818.85 Mpa.

CAPÍTULO VI: DISCUSIÓN

6.1.- Discusión 1:

La resistencia a la compresión del concreto $f'_c = 175 \text{ kg/cm}^2$ incorporando caucho granulado en porcentajes de 2%, 5% y 8% dan como resultado 180 kg/cm^2 , 182 kg/cm^2 y 173 kg/cm^2 respectivamente, aumentando la resistencia a la compresión porcentajes de 2% y 5% referente al patrón 0 que es un concreto convencional, estimando un coeficiente de variación de $\pm 3 \text{ kg/cm}^2$.

Al respecto Castillo (2020), citado como antecedente nacional fija como resultado mediante la aplicación de caucho reciclado de neumáticos, se alcanza con un 5% a una edad de 28 días se logró una resistencia a la compresión de 201 kg/cm^2 y con el 10% a una edad de 28 días se logró una resistencia a la compresión de 197 kg/cm^2 . Asimismo, Páez (2020), citado como antecedente internacional fija como resultado que al sustituir parcialmente el agregado fino en porcentajes de 5%, 10% y 15% en volumen del caucho a los 28 días para el ensayo de resistencia a la compresión fue de 21.16 Mpa, 17.06 Mpa y 16.03 Mpa.

Como se puede observar los valores determinados para el OE1 son consistentes con lo de los antecedentes para el desarrollo de la investigación, por consiguiente, el objetivo es alcanzado.

6.2.- Discusión 2:

El contenido de aire del concreto $f'_c = 175 \text{ kg/cm}^2$ incorporando caucho granulado en porcentajes de 2% es de (1.26%); 5% (1.20%); 8% (1.42%) y un coeficiente de variación $\pm 0.6\%$ de este material a medida que el porcentaje sea mayor o menor.

Al respecto Castillo (2020), citado como antecedente nacional fija que mediante la aplicación de caucho reciclado de neumáticos, el contenido de aire para porcentajes de 5% de caucho granulado es de 1.57%, 7.5% es de 1.59% y de 10% es de 1.67%. Asimismo, Páez (2020), citado como antecedente internacional fija como resultado que al sustituir parcialmente caucho granulado en porcentajes de 5%, 10%, 15% del volumen de agregado fino, para el ensayo del contenido de aire se obtiene 1.43% con la adición del 5%.

Como se puede observar los valores determinados para el OE2 son similares con lo de los antecedentes, por consiguiente, el objetivo es alcanzado.

6.3.- Discusión 3:

El costo de la incorporación del caucho granulado en concreto $f'c = 175 \text{ kg/cm}^2$ con porcentajes de 2%, 5% y 8% es de S/ 0.54, S/ 1.34, S/ 2.14 en un total de 45 testigos de muestras ensayadas y un coeficiente de variación $\pm S/ 0.8$ de este material.

Al respecto Pacheco y Ticlo (2020), citado como antecedente nacional fija que mediante la aplicación de caucho reciclado en porcentajes menores de 3% y 5% el costo de esta adición es abismal al incorporar un 7% de este material. Asimismo, Rodríguez (2021) citado como antecedente internacional indica que el costo de esta adición en porcentaje de 5% es más económica que adicionar un 8 a 10% de este material.

Como se puede observar que los resultados determinados para el OE3 son similares con lo de los antecedentes, por consiguiente, el objetivo es alcanzado.

6.4.- Discusión 4:

El efecto de la incorporación del caucho granulado en concreto $f'c = 175 \text{ kg/cm}^2$ para el uso en veredas, es eficiente agregando un 5% de este material para mejorar la resistencia 7 kg/cm^2 más que nuestro $f'c = 175 \text{ kg/cm}^2$ de diseño, en costo y dosificación se obtiene un mayor beneficio con porcentajes de 2 y 5% súbitamente.

Al respecto Castillo (2020), citado como antecedente nacional fija como resultado mediante la aplicación de caucho reciclado de neumáticos, se alcanza con un 5% a una edad de 28 días se logró una resistencia a la compresión de 201 kg/cm^2 y con el 10 % a una edad de 28 días se logró una resistencia a la compresión de 197 kg/cm^2 ; contenido de aire de 1.57% y menor costo de este material con la aplicación del 5%; una estimación de mayor costo con la aplicación del 7.5 y 10% respectivamente. Asimismo, Páez (2020), citado como antecedente internacional fija como resultado que al sustituir parcialmente el agregado fino en porcentajes de 5%, 10% y 15% en volumen del caucho de neumáticos a los 28 días para el ensayo del contenido de aire de 1.43% al adicionar el 5% de caucho granulado y un menor costo de este material con la aplicación del 5%; una estimación de mayor costo con la aplicación del 10 y 15%.

Como se puede observar los valores determinados para el OG son consistentes con lo de los antecedentes para el desarrollo de la investigación, por consiguiente, el objetivo es alcanzado.

CAPÍTULO VII: CONCLUSIONES

7.1.- Conclusión 1:

La resistencia a la compresión del concreto $f^c = 175 \text{ kg/cm}^2$ incorporando caucho granulado en porcentajes de 2%, 5% y 8% dan como resultado 180 kg/cm^2 , 182 kg/cm^2 y 173 kg/cm^2 respectivamente, aumentando la resistencia a la compresión con porcentajes de 2% y 5% referente al patrón 0 que es un concreto convencional, estimando un coeficiente de variación de $\pm 3 \text{ kg/cm}^2$.

7.2.- Conclusión 2:

El contenido de aire del concreto $f^c = 175 \text{ kg/cm}^2$ incorporando caucho granulado en porcentajes de 2% es de (1.26%); 5% (1.20%); 8% (1.42%) y un coeficiente de variación $\pm 0.6\%$ de este material a medida que el porcentaje sea mayor o menor.

7.3.- Conclusión 3:

El costo de la incorporación del caucho granulado en concreto $f^c = 175 \text{ kg/cm}^2$ con porcentajes de 2%, 5% y 8% es de S/ 15.29, S/ 38.23 y S/ 61.17 por metro cubico (m^3) de concreto y un coeficiente de variación \pm S/ 22.94 de este material.

7.4.- Conclusión 4:

El efecto de la incorporación del caucho granulado en concreto $f^c = 175 \text{ kg/cm}^2$ para el uso en veredas, es eficiente agregando un 5% de este material logrando mejorar la resistencia 7 kg/cm^2 más que nuestro $f^c = 175 \text{ kg/cm}^2$ de diseño y obteniendo 1.20% en contenido de aire y en costo se obtiene un mayor beneficio con porcentajes de 2 y 5%.

CAPÍTULO VIII: RECOMENDACIONES

8.1.- Recomendación 1:

Es recomendable tener en consideración incorporar hasta un 6 % del caucho granulado como máximo y con ello poder ganar una mayor resistencia a compresión, porcentajes mayores a ello tienden a disminuir la resistencia del concreto a compresión.

8.2.- Recomendación 2:

Se recomienda realizar una adición del 5% de caucho granulado, de tal forma que el porcentaje de contenido de aire se encuentre en los intervalos de 1% - 2,5% como estipula la NTP 339.081, garantizando una mejor resistencia mecánica y reduciendo la cantidad de vacíos en la macroestructura del concreto, con ello poder tener una mayor durabilidad en elementos no estructurales.

8.3.- Recomendación 3:

Se recomienda el uso de llantas usadas y de poder dar una mayor optimización en costos al llevar a una planta trituradora de neumáticos, de esta forma contribuir en la disminución del impacto ambiental y un menor costo económico de este producto al aplicarlo en nuestro diseño de mezcla de concreto.

8.4.- Recomendación 4:

Es recomendable usar el caucho granulado como aditivo alternativo en elementos no estructurales, tales como: columnetas, veredas, lozas, pedestales. De tal forma que genere una mayor durabilidad, poder conservar el medio ambiente y en la mitigación del impacto ambiental por la generación de estos neumáticos anualmente.

CAPÍTULO IX: REFERENCIAS BIBLIOGRÁFICAS

- 339.047, NORMA TECNICA PERUANA. 2006.** *Hormigón (Concreto). Definiciones y terminología relativas al hormigón y agregados.* Perú : s.n., 2006.
- 339.081, NTP. 2011.** *Metodo de ensayo volumetrico para determinar el contenido de aire del hormigon fresco.* Peru : ICS, 2011.
- Agua, Autoridad Nacional del. 2015.** *Acciones de Protección y Prevención de los Recursos Hídricos .* Perú : s.n., 2015.
- Ambiente, Programa de las Naciones Unidas para el Medio. 2014.** *Implicancia en Canteras como Fuente de Agregados.* Nairobi (Kenia) : s.n., 2014.
- Ammar A.H. Beiram, Hayder M.K. Al-Mutairee. 2022.** *El efecto de la viruta de caucho en las propiedades del hormigón.* Irak : Elsevier , 2022.
- Arequipa, Aceros. 2018.** *¿Como prepara correctamente el concreto?* Perú : s.n., 2018.
- . **2018.** *¿Cuales son las propiedades del concreto?* Perú : s.n., 2018.
- . **2018.** *Consideraciones para construir adecuados sistemas de drenaje .* Perú : s.n., 2018.
- ARGOS. 2020.** *Fisuras en en concreto .* Perú : s.n., 2020.
- BIRF. 2018.** *Informe de banco mundial: los desechos a nivel mundial creceran un 70% para 2050.* Filipinas : Grupo banco mundial , 2018.
- Bridgestone. 2020.** *¿De que estan hechos los neumaticos?* España : s.n., 2020.
- Carlos, Crespo Villalaz. 2004.** *Mecánica de Suelos y Cimentaciones.* Mexico : Limusa, 2004.
- Carrasco Diaz, S. 2005.** *Metodología de la investigación científica.* Peru : San Marcos, 2005.
- . **2005.** *Metología de la investigación científica.* Perú : San Marcos, 2005.
- COMUNICACIONES, MINISTERIO DE TRANSPORTES Y. 2016.** *MANUAL DE ENSAYO DE MATERIALES.* PERU : s.n., 2016.
- Cruz del Castillo, Cinthia, Olivares Orozco, Socorro y González García, Martín. 2014.** *Metodología de la investigación.* Mexico : Grupo Editorial Patria, 2014.
- . **2014.** *Metodología de la investigación.* Mexico : Grupo Editorial Patria, 2014.
- Cruz, Cristian D. Sotomayor. 2020.** *La Ciencia y Arte del Concreto".* Peru : Mesa Redonda, 2020.
- Díaz Barriga, Angel, Luna Miranda, Ana Bertha. 2014.** *Metodología de la investigación.* Mexico : Ediciones Díaz de Santos, 2014.
- Espinoza Montes , Ciro. 2010.** *Metodologia de la investigación tecnologica .* Peru : Imagen Grafica SAC, 2010.
- Espinoza Montes, Ciro. 2010.** *Metodología de la investigación tecnologica.* Perú : Imagen Grafica SAC, 2010.

Fidel, Canales Ccahuana New Elkton y Racacha Navas Cesar. 2020. *Diseño de concreto $f'c=175$ kg/cm² utilizando el concreto reciclado y el caucho reciclado para su aplicación en elementos no estructurales*, Lima 2019. Perú : Universidad Cesar Vallejo, 2020.

García, María Alejandra Páez. 2020. *Concreto con agregado de neumático triturado reciclado en sustitución parcial al agregado fino* . Bogota : Universidad Nacional de Colombia , 2020.

Gardey, Julian Pérez Porto y Ana. 2016. *Definición de caucho* . Argentina : s.n., 2016.

Gomez Bastar, Sergio. 2012. *Metodología de la investigación*. Mexico : Red Tercer Milenio S.C., 2012.

González, César. 2004. *Manual Técnico Geomembranas*. Chile : s.n., 2004.

Hernandez Pérez Luis David, Gómez Chimento Jefferson, Contreras Bravo Andres, Padilla Ruiz Liseth Susana. 2018. *Resistencia a la compresión del concreto* . Colombia : s.n., 2018.

Hernandez Sampieri, Roberto, Fernandez Collado, Carlos y Baptista Lucio, Pilar. 2014. *Metodología de la investigación*. Mexico : Interamericana editores, 2014.

—. **2014.** *Metología de la investigación*. Mexico : Interamericana editores, 2014.

Jose, Contreras Gonzales Rodrigo. 2018. *Influencia del tamaño y porcentaje de caucho reciclado en un concreto estructural sobre su compresión, asentamiento, peso unitario y deformación*, Trujillo - 2018. Perú : Universidad Privada del Norte, 2018.

Julian Pérez Porto, María Merino. 2013. *Polímeros* . Argentina : s.n., 2013.

Lerma González, Héctor Daniel. 2016. *Metodología de la investigación*. Bogotá : ECOE Ediciones, 2016.

—. **2016.** *Metodoloía de la investigación*. Bogotá : ECOE Ediciones, 2016.

Lopez Fileri, Sebastian. 2018. *Concreto estructural con agregado triturado de llantas usadas*. Colombia : Universidad EIA, 2018.

Mario Andrés Ordóñez Lino, Francisco Fernando Loor Cevallos, Alex Bolivar Salvatierra Espinoza. 2019. *Análisis comparativo del comportamiento mecánico del hormigon tradicional vs hormigon con inclusión de caucho reciclado*. España : E.T.S. de Edificación, 2019.

MINAM. 2021. *Manejo adecuado de neumaticos fuera de uso para proteger a la población y al ambiente*. Perú : s.n., 2021.

Muciño Vélez Alberto, Perla Santa Ana Lozada. 2017. *Diseño de mezclas de concreto* . Mexico : UNAM, 2017.

Muñoz Rocha, Carlos. 2015. *Metodología de la investigación*. Mexico : Editorial Progreso S.A de C.V, 2015.

—. **2015.** *Metodología de la investigación*. Mexico : Editorial Progreso S.A de C.V, 2015.

Neira, Calsin. 2021. *Reciclaje de neumaticos para el diseño de mezcla de concreto $f'c=175$ kg/cm², en el distrito de Lircay - Angaraes - Huancavelica.* Perú : Universidad Nacional de Huancavelica, 2021.

Norma Tecnica Peruana, 339.034. 2015. *Método de ensayo normalizado para la determinacion de la rresistencia a la compresion del concreto en muestras cilíndricas.* Perú : Inacal, 2015.

Oseda Gago, Dulio. 2011. *Validez y Confiabilidad.* Peru : San Marcos, 2011.

Oswaldo, Castillo Campos Jose. 2020. *Propiedades físicas y mecánicas del concreto para pavimento rígido con adición de caucho reciclado en la avenida Metropolitana, Comas .* Perú : Universidad César Vallejo, 2020.

Pacheco Yla Gerver Michael, Ticlo Huaman Samuel Fabian. 2020. *Evaluación de la resistencia a la compresión y flexión del concreto, adicionando fibras de caucho de neumáticos reciclados, Lima 2019.* Perú : Universidad César Vallejo, 2020.

Perelló Oliver , Salvador. 2015. *Metodología de la investigación.* Madrid : DYKINSON, 2015.

Perelló Oliver, Salvador. 2015. *Metodología de la Investigación .* Madrid : Dykinson, 2015.

Porto, Julián Pérez. 2020. *Dosificación.* Argentina : s.n., 2020.

Ramon, Ruiz. 2007. *El método científico y sus etapas.* Mexico : s.n., 2007.

Renecal. 2013. *Reciclado de Neumaticos.* España : s.n., 2013.

Rincón, Juan Pablo Marín. 2019. *Análisis del concreto con caucho como aditivo para aligerar elementos estructurales .* Colombia : Universidad Libre Seccional, 2019.

Riva, Jordi. 2010. *Viscosidad y Densidad de diferentes aceites para su uso como biocombustible.* España : s.n., 2010.

Rodriguez Rengifo, Kevin Oscar. 2021. *"nfluencia de la adición de caucho reciclado granulado en el diseño de concreto $f'c= 210$ kg/cm² Moyobamba 2021".* Peru : s.n., 2021.

Rodríguez, Pedro. 2008. *Hidráulica II.* Mexico : s.n., 2008.

TECHMO. 2012. *Ficha Tecnica del caucho.* España : Techmorod, 2012.

Toro Jaramillo , Ivan Darío y Parra Ramirez, Ruben Darío. 2006. *Metodología de la investigación.* Colombia : Universidad Eafit, 2006.

Toro Jaramillo, Ivan Darío y Parra Ramirez, Ruben Darío. 2006. *Metodología de la Investigación.* Colombia : Universidad Eafit, 2006.

Velasco, Jaime Retama y Cruz, Ricardo Heras. 2022. *Evaluación experimental de la resistencia del concreto modificado con caucho.* Mexico : s.n., 2022.

ANEXOS

ANEXO 1: Matriz de consistencia

TÍTULO: Incorporación de caucho granulado en concreto $f'c=175$ kg/cm² para el uso en veredas, Huancayo - 2023

AUTOR: NYSB

PROBLEMAS	OBJETIVOS	HIPÓTESIS	VARIABLES	DIMENSIONES	INDICADORES	METODOLOGÍA
<p>PROBLEMA GENERAL: - ¿Cuál es el efecto de la incorporación del caucho granulado en concreto $f'c=175$ kg/cm² para su uso en veredas, Huancayo - 2023?</p>	<p>OBJETIVO GENERAL: - Analizar el efecto de la incorporación del caucho granulado en concreto $f'c=175$ kg/cm² para su uso en veredas, Huancayo - 2023.</p>	<p>HIPÓTESIS GENERAL: - La incorporación del caucho granulado en concreto $f'c=175$ kg/cm², mejora significativamente en la resistencia a la compresión y durabilidad para su uso en veredas, Huancayo - 2023.</p>	<p>V1: Caucho Granulado (Características)</p>	<p>D1: Peso específico</p>	<p>I1: 1.15 kgf/m³ I2: 1.20 kgf/m³ I3: 1.27 kgf/m³</p>	<p>Método: Científico, Ramón (2007)</p> <p>Tipo: Aplicada, Carrasco (2005)</p>
<p>PROBLEMAS ESPECIFICOS: - ¿Cuál es la resistencia a la compresión del concreto $f'c=175$ kg/cm² incorporando caucho granulado en porcentajes de 2%, 5% y 8% para su uso en veredas? - ¿Cuál es el contenido de aire del concreto $f'c=175$ kg/cm² incorporando caucho granulado en porcentajes de 2%, 5% y 8% para su uso en veredas? - ¿Cuánto es el costo de la incorporación del caucho granulado en concreto $f'c=175$kg/cm² con porcentajes de 2%, 5% y 8% para su uso en veredas?</p>	<p>OBJETIVOS ESPECÍFICOS: - Evaluar la resistencia a la compresión del concreto $f'c=175$ kg/cm² incorporando caucho granulado en porcentajes de 2%, 5% y 8% para su uso en veredas. - Determinar el contenido de aire del concreto $f'c=175$ kg/cm² incorporando caucho granulado en porcentajes de 2%, 5% y 8% para su uso en veredas. - Estimar el costo de la incorporación del caucho granulado en concreto $f'c=175$ kg/cm² con porcentajes de 2%, 5% y 8% para su uso en veredas.</p>	<p>HIPÓTESIS ESPECÍFICAS: - La resistencia a la compresión del concreto $f'c=175$ kg/cm² incorporando caucho granulado en porcentajes de 2%, 5% y 8% es eficiente debido a las propiedades físicas y mecánicas para su uso en veredas. - El contenido de aire del concreto $f'c=175$ kg/cm² incorporando caucho granulado en porcentajes de 2%, 5% y 8% es óptimo para su uso en veredas, mejorando la durabilidad del concreto. - La incorporación del caucho granulado en concreto $f'c=175$ kg/cm² con porcentajes de 2%, 5% y 8% incide en la reducción del costo por concientizar la reutilización de neumáticos para su uso en veredas.</p>	<p>V2: Veredas (Componentes)</p>	<p>D2: Dosificación</p> <p>D3: Granulometría</p> <p>D1: Resistencia a la compresión</p> <p>D2: Contenido de aire en el concreto</p> <p>D3: Presupuesto del diseño de mezcla de concreto</p>	<p>I1: 2% I2: 5% I3: 8%</p> <p>I1: Grueso I2: Medio I3: Fino</p> <p>I1: 28 días</p> <p>I1: 2% I2: 5% I3: 8%</p> <p>I1: 2% I2: 5% I3: 8%</p>	<p>Nivel: Explicativo. Hernández et al. (2014)</p> <p>Diseño: Experimental-puro Toro et al. (2006)</p> <p>Población: La población estará conformada por la mezcla de concreto $f'c = 175$ kg/cm² con adición de caucho granulado. Lerma (2016)</p> <p>Muestra: La muestra representativa está conformado por 60 briquetas. Cruz et al. (2014)</p> <p>Muestreo: No probabilístico. Perelló (2015)</p> <p>Técnica: Observación directa, Espinoza (2010)</p> <p>Instrumento: Fichas de recopilación de la información, Muñoz (2015)</p>

Fuente: Elaboración propia

ANEXO 2: Instrumento de investigación validado

Análisis de validez de ficha de recopilación de datos							Experto	Experto	Experto
Proyecto: Incorporación de caucho granulado en concreto $f^c=175 \text{ kg/cm}^2$ para el uso en veredas, Huancayo - 2023							A	B	C
Autor: Nilo Yordy Salas Beraun							1	1	1
I.-	Información General								
	Ubicación:								
	Distrito	El Tambo		Altitud:	3294 m.s.n.m.				
	Provincia:	Huancayo		Latitud:	-12.0681; S12°5"				
	Región:	Junín		Longitud:	-75.2106; O75°12'38"				
II.-	D1V1/D1V2						1	1	1
	Peso Especifico								
	Indicador 1:		Indicador 2:		Indicador 3:				
	1.15 kgf/m ³		1.20 kgf/m ³		1.28 kgf/m ³				
III.-	D2V1/D2V2						0	1	0
	Dosificación								
	Indicador 1:		Indicador 2:		Indicador 3:				
	2%		5%		8%				
IV.-	D3V1/D3V2						1	1	1
	Granulometría								
	Indicador 1:		Indicador 2:		Indicador 3:				
	Grueso		Medio		Fino				
V.-	D1V2/D1V1						1	1	1
	Resistencia a la compresión								
	Indicador 1:		Indicador 2:		Indicador 3:				
	28 días								
VI.-	D2V2/D2V1						1	0	0
	Contenido de aire en el concreto								
	Indicador 1:		Indicador 2:		Indicador 3:				
	2%		5%		8%				
VII.-	D3V2/D3V1						1	1	1
	Presupuesto del diseño de mezcla de concreto								
	Indicador 1:		Indicador 2:		Indicador 3:				
	2%		5%		8%				
Apellidos y Nombres		Oseda Gago, Dulio							
Profesión:		Doctor en ciencias de la educación, Psicología educacional, Administración de la educación							
Registro CIP No:		92203							
Email:		dosedag@hotmail.com							
Teléfono:		964689004							

6	6	5
0.857	0.857	0.714
0.809		

ANEXO 3: Certificados protocolos de laboratorio

**"INCORPORACIÓN DE CAUCHO GRANULADO EN CONCRETO $f'_c=175$
kg/cm² PARA EL USO EN VEREDAS, HUANCAYO – 2023"**

RUC: 20608578189
Dirección: Av. General Córdova # 322 Chlica – Huancayo (Alfara del Ministerio de Transportes).
Yell.: 974222748 - (064) 683448 - 961610470
anconsaac@gmail.com





ANCCOR S.A.C.
LABORATORIO DE MECÁNICA DE SUELOS, CONCRETO Y PAVIMENTOS

TESIS:

**"INCORPORACIÓN DE CAUCHO GRANULADO EN
CONCRETO $f'_c=175$ kg/cm² PARA EL USO EN VEREDAS,
HUANCAYO – 2023"**

Análisis granulométrico

SOLICITANTE:

BACH. NILO YORDY SALAS BERAÚN

JUNIO DEL 2023



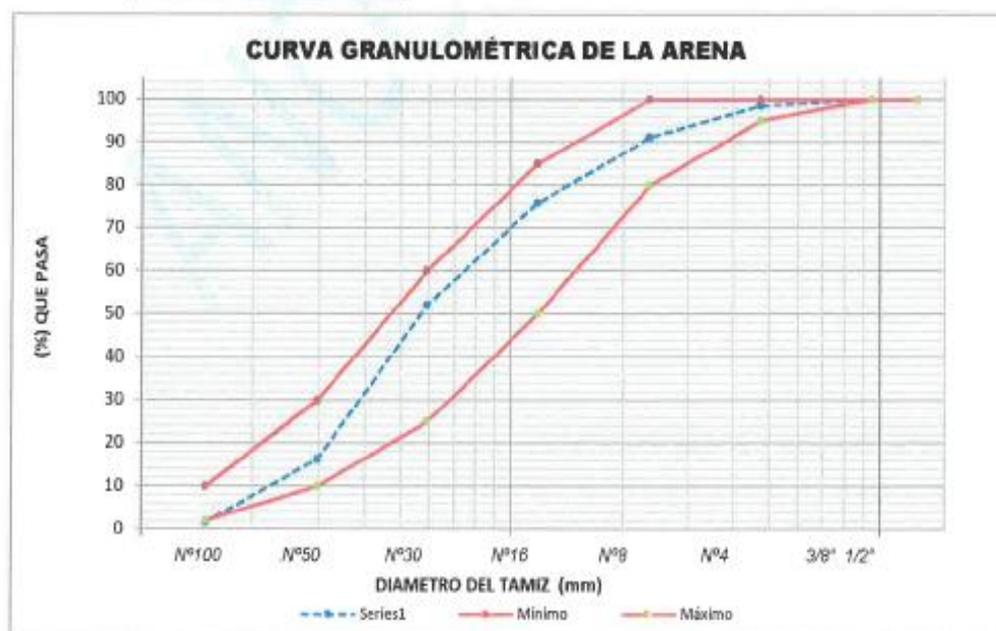
	ANCCOR S.A.C. LABORATORIO DE MECANICA DE SUELOS, CONCRETOS Y PAVIMENTOS	Código N° : YS JUN 23
		Fecha de Ems. : JUNIO 2023
		Páginas : 1 de 3
		Realizado por : C.A.
		Certificado N° : N 110 - 23

ANÁLISIS GRANULOMÉTRICO POR TAMIZADO
(N.T.P. 400.012)

TESIS	: "INCORPORACIÓN DE CAUCHO GRANULADO EN CONCRETO $f'c=175$ kg/cm ² PARA EL USO EN VEREDAS, HUANCAYO – 2023"
CLIENTE	: BACH. SALAS BERAÚN NILO YORDY
MUESTRA	: AGREGADO FINO
UBICACIÓN	: CANTERA 3 DE DICIEMBRE - HUANCAYO - JUNIN

TAMIZ	DIAMETRO DEL TAMIZ	PESO RETENIDO (g)	(%) RETENIDO	(%) RET. ACUM.	(%) Q' PASA	ESPECIFICACIONES HUSO	
						MINIMO	MAXIMO
1/2"	12.7	0	0	0	100	100	100
3/8"	9.525	0	0	0	100	100	100
N° 4	4.75	47.90	1.60	1.60	98.40	100	95
N° 8	2.36	218.60	7.29	8.88	91.12	100	80
N° 16	1.18	458.60	15.29	24.17	75.83	85	50
N° 30	0.59	712.10	23.74	47.91	52.09	60	25
N° 50	0.297	1074.10	35.80	83.71	16.29	30	10
N° 100	0.149	442.00	14.73	98.44	1.56	10	2
FONDO	0	46.70	1.56	100.00	0.00		
	SUMA	3000	100				

M.F. 2.65



RUC: 20608578189
 DIRECCIÓN: AV. GENERAL CORDOVA # 322 CHILCA - HUANCAYO
 (ALTURA DEL MINISTERIO DE TRANSPORTES).
 TELF.: 974222748 - (064)602348
 ANCCORSAC@GMAIL.COM


ANCCOR SAC.
 LAB. MECÁNICA DE SUELOS,
 CONCRETO Y PAVIMENTOS

Ing. Carlos A. Ancasí Rojas
 Jefe de Laboratorio CIP. 148881



	ANCCOR S.A.C. LABORATORIO DE MECANICA DE SUELOS, CONCRETOS Y PAVIMENTOS	Código N° : Y5 JUN 23
		Fecha de Emis. : JUNIO 2023
		Páginas : 2 de 3
		Realizado por : C.A.
		Certificado N° : N 111 - 23

ANÁLISIS GRANULOMÉTRICO POR TAMIZADO
(N.T.P. 400.012)

TESIS	: "INCORPORACIÓN DE CAUCHO GRANULADO EN CONCRETO $f_c=175$ kg/cm ² PARA EL USO EN VEREDAS, HUANCAYO - 2023"
CLIENTE	: BACH. SALAS BERAÚN NILO YORDY
MUESTRA	: AGREGADO GRUESO
UBICACIÓN	: CANTERA 3 DE DICIEMBRE - HUANCAYO - JUNIN

TAMIZ	DIAMETRO DEL TAMIZ	PESO RETENIDO (g)	[%] RETENIDO	[%] RET. ACUM.	[%] Q' PASA	NUSO 87	
						MINIMO	MAXIMO
2"	50.800	0.00	0.00	0.00	100	100	100
1 1/2"	38.100	0.00	0.00	0.00	100.00	100	100
1"	25.400	0.00	0.00	0.00	100.00	100	100
3/4"	19.050	159.00	3.18	3.18	96.82	100	90
1/2"	12.700	2135.40	42.71	45.89	54.11	79	50
3/8"	9.525	1540.10	30.80	76.69	23.31	55	20
N° 4	4.750	1143.50	22.87	99.56	0.44	10	0
N° 8	2.360	10.60	0.21	99.77	0.23	5	0
N° 16	1.180	0.00	0.00	99.77	0.23	0	0
N° 30	0.590	0.00	0.00	99.77	0.23	0	0
N° 50	0.297	0.00	0.00	99.77	0.23	0	0
N° 100	0.149	0.00	0.00	99.77	0.23	0	0
FONDO	0.000	11.40	0.23	99.77	0.23		
SUMA		5000.00	100.00				

M.F= 6.78



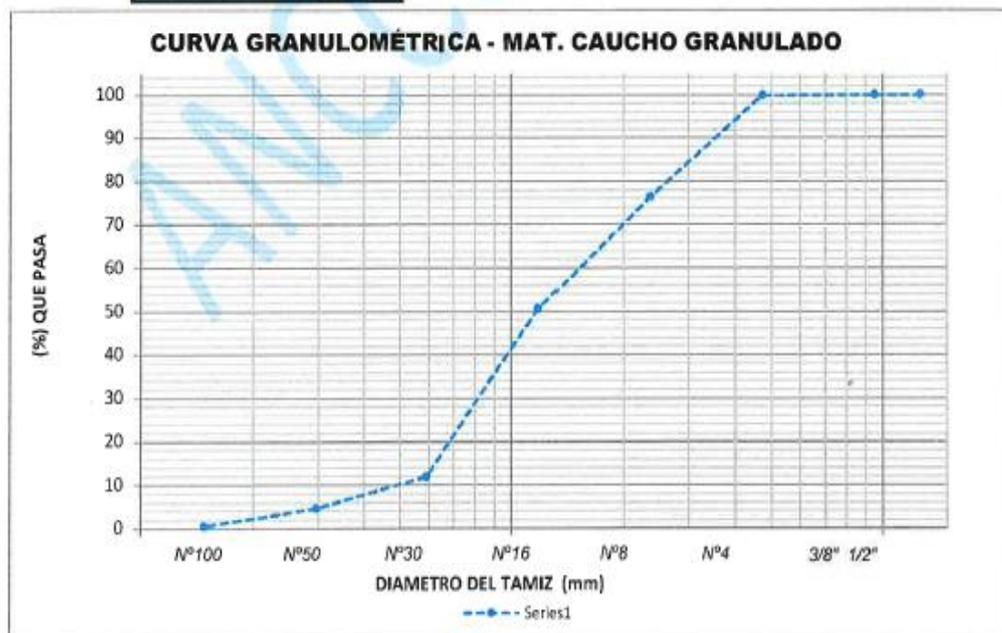
	ANCCOR S.A.C. LABORATORIO DE MECÁNICA DE SUELOS, CONCRETOS Y PAVIMENTOS	Código N° : YS JUN 23
		Fecha de Ems. : JUNIO 2023
		Páginas : 3 de 3
		Realizado por : C.A.
		Certificado N° : N 112 - 23

ANÁLISIS GRANULOMÉTRICO POR TAMIZADO
(N.T.P. 400.012)

TESIS	: "INCORPORACIÓN DE CAUCHO GRANULADO EN CONCRETO $f_c=175 \text{ kg/cm}^2$ PARA EL USO EN VEREDAS, HUANCAYO - 2023"
CLIENTE	: BACH. SALAS BERAÚN NILO YORDY
MUESTRA	: MATERIAL - CAUCHO GRANULADO
UBICACIÓN	: HUANCAYO - HUANCAYO - JUNIN

TAMIZ	DIAMETRO DEL TAMIZ	PESO RETENIDO (g)	(%) RETENIDO	(%) RET. ACUM.	(%) Q' PASA	ESPECIFICACIONES HUSO	
						MINIMO	MAXIMO
1/2"	12.7	0	0	0	100	100	100
3/8"	9.525	0	0	0	100	100	100
N° 4	4.75	0.20	0.02	0.02	99.98	100	95
N° 8	2.36	234.50	23.49	23.51	76.49	100	80
N° 16	1.18	256.90	25.74	49.25	50.75	85	50
N° 30	0.59	387.00	38.77	88.03	11.97	60	25
N° 50	0.297	73.50	7.36	95.39	4.61	30	10
N° 100	0.149	40.50	4.06	99.45	0.55	10	2
FONDO	0	5.50	0.55	100.00	0.00		
	SUMA	998.1	100				

M.F. 3.56




ANCCOR SAC.
 LAB. MECÁNICA DE SUELOS,
 CONCRETO Y PAVIMENTOS


Ing. Carlos A. Anccasi Rojas
 Jefe de Laboratorio CIP. 148881





ANCCOR S.A.C.
LABORATORIO DE MECÁNICA DE SUELOS, CONCRETO Y PAVIMENTOS

TESIS:

**"INCORPORACIÓN DE CAUCHO GRANULADO EN
CONCRETO $f_c=175$ kg/cm² PARA EL USO EN VEREDAS,
HUANCAYO – 2023"**

Contenido de Humedad

SOLICITANTE:

BACH. NILO YORDY SALAS BERAÚN

JUNIO DEL 2023



	ANCCOR S.A.C. LABORATORIO DE MECANICA DE SUELOS, CONCRETOS Y PAVIMENTOS	Código N° : YS JUN 23
		Fecha de Ems. : JUNIO 2023
		Páginas : 1 de 2
		Realizado por : C.A.
		Certificado N° : N 113 - 23

CONTENIDO DE HUMEDAD DEL AGREGADO FINO

(N.T.P. 339.185)

TESIS	: "INCORPORACIÓN DE CAUCHO GRANULADO EN CONCRETO F _c =175 kg/cm ² PARA EL USO EN VEREDAS, HUANCAYO – 2023"
CLIENTE	: BACH. SALAS BERAÚN NILO YORDY
MUESTRA	: AGREGADO FINO
UBICACIÓN	: CANTERA 3 DE DICIEMBRE - HUANCAYO - JUNIN

DATOS Y RESULTADOS		
ITEM	DESCRIPCIÓN	DATOS
1	Peso de la muestra húmeda + tara (g)	1160
2	Peso de la muestra seca + tara (g)	1126
3	Peso de la tara (g)	160
4	Peso de la muestra húmeda (1 - 3) (g)	1000
5	Peso de la muestra seca (2 - 3) (g)	966
6	CONTENID DE HUMEDAD ((Ph - Ps)/Ps * 100) %	3.52
CONTENIDO DE HUMEDAD		3.52 %



ANCCOR SAC.
LAB. MECÁNICA DE SUELOS,
CONCRETO Y PAVIMENTOS

.....
Ing. Carlos A. Anccasi Rojas
 Jefe de Laboratorio CIP. 148881



	ANCCOR S.A.C. LABORATORIO DE MECÁNICA DE SUELOS, CONCRETOS Y PAVIMENTOS	Código N° : YS JUN 23
		Fecha de Emis. : JUNIO 2023
		Páginas : 2 de 2
		Realizado por : C.A.
		Certificado N° : N 114 - 23

CONTENIDO DE HUMEDAD DEL AGREGADO GRUESO

(N.T.P. 339.185)

TESIS	: "INCORPORACIÓN DE CAUCHO GRANULADO EN CONCRETO $f'c=175$ kg/cm ² PARA EL USO EN VEREDAS, HUANCAYO – 2023"
CLIENTE	: BACH. SALAS BERAÚN NILO YORDY
MUESTRA	: AGREGADO GRUESO
UBICACIÓN	: CANTERA 3 DE DICIEMBRE - HUANCAYO - JUNIN

DATOS Y RESULTADOS		
ITEM	DESCRIPCIÓN	DATOS
1	Peso de la muestra húmeda + tara (g)	640
2	Peso de la muestra seca + tara (g)	638
3	Peso de la tara (g)	140
4	Peso de la muestra húmeda (1 - 3) (g)	500
5	Peso de la muestra seca (2 - 3) (g)	498
6	CONTENIDO DE HUMEDAD $((Ph - Ps)/Ps * 100)$ %	0.40
CONTENIDO DE HUMEDAD		0.40 %



ANCCOR SAC.
LAB. MECÁNICA DE SUELOS,
CONCRETO Y PAVIMENTOS

Ing. Carlos A. Ancasi Rojas
Jefe de Laboratorio CIP. 148881





ANCCOR S.A.C.
LABORATORIO DE MECÁNICA DE SUELOS, CONCRETO Y PAVIMENTOS

TESIS:

**"INCORPORACIÓN DE CAUCHO GRANULADO EN
CONCRETO $f'_c=175$ kg/cm² PARA EL USO EN VEREDAS,
HUANCAYO - 2023"**

*Material más fino que la malla #
200*

SOLICITANTE:

BACH. NILO YORDY SALAS BERAÚN

JUNIO DEL 2023



	ANCCOR S.A.C. LABORATORIO DE MECÁNICA DE SUELOS, CONCRETOS Y PAVIMENTOS	Código N° : YS JUN 23
		Fecha de Ems. : JUNIO 2023
		Páginas : 1 de 2
		Realizado por : C.A.
		Certificado N° : N 115 - 23

MATERIAL MAS FINO QUE LA MALLA # 200
(N.T.P. 400.018)

TESIS	: "INCORPORACIÓN DE CAUCHO GRANULADO EN CONCRETO f'c=175 kg/cm2 PARA EL USO EN VEREDAS, HUANCAYO – 2023"
CLIENTE	: BACH. SALAS BERAÚN NILO YORDY
MUESTRA	: AGREGADO FINO
UBICACIÓN	: CANTERA 3 DE DICIEMBRE - HUANCAYO - JUNIN

DATOS Y RESULTADOS		
ITEM	DESCRIPCIÓN	DATOS
1	Peso de la muestra seca + tara (g)	1122
2	Peso de la muestra lavada seca + tara (g)	1075.1
3	Peso de la tara (g)	125
4	Peso de la muestra seca (1 - 3) (g)	997
5	Peso de la muestra lavada seca (2 - 3) (g)	950.1
6	Porcentaje de finos(%)	4.70
PORCENTAJE DE FINOS		4.70 %



ANCCOR S.A.C.
LAB. MECÁNICA DE SUELOS,
CONCRETO Y PAVIMENTOS

Ing. Carlos A. Ancasi Rojas
Jefe de Laboratorio CIP. 148661



	ANCCOR S.A.C. LABORATORIO DE MECANICA DE SUELOS, CONCRETOS Y PAVIMENTOS	Código N° : YS JUN 23
		Fecha de Ems. : JUNIO 2023
		Páginas : 2 de 2
		Realizado por : C.A.
		Certificado N° : N 116 - 23

MATERIAL MAS FINO QUE LA MALLA # 200
(N.T.P. 400.018)

TESIS	: "INCORPORACIÓN DE CAUCHO GRANULADO EN CONCRETO $f'c=175$ kg/cm ² PARA EL USO EN VEREDAS, HUANCAYO - 2023"
CLIENTE	: BACH. SALAS BERAÚN NILO YORDY
MUESTRA	: AGREGADO GRUESO
UBICACIÓN	: CANTERA 3 DE DICIEMBRE - HUANCAYO - JUNIN

DATOS Y RESULTADOS		
ITEM	DESCRIPCIÓN	DATOS
1	Peso de la muestra seca + tara (g)	5163
2	Peso de la muestra lavada seca + tara (g)	5122
3	Peso de la tara (g)	165
4	Peso de la muestra seca (1 - 3) (g)	4998
5	Peso de la muestra lavada seca (2 - 3) (g)	4957
6	Porcentaje de finos(%)	0.82
PORCENTAJE DE FINOS		0.82 %



ANCCOR SAC.
LAB. MECÁNICA DE SUELOS,
CONCRETO Y PAVIMENTOS

Ing. Carlos A. Ancasí Rojas
Jefe de Laboratorio CIP. 148881





ANCCOR S.A.C.
LABORATORIO DE MECÁNICA DE SUELOS, CONCRETO Y PAVIMENTOS

TESIS:

**"INCORPORACIÓN DE CAUCHO GRANULADO EN
CONCRETO $f'_c=175$ kg/cm² PARA EL USO EN VEREDAS,
HUANCAYO - 2023"**

Gravedad específica y Absorción

SOLICITANTE:

BACH. NILO YORDY SALAS BERAÚN

JUNIO DEL 2023



	ANCCOR S.A.C.	Código : YS JUN 23
	LABORATORIO DE MECÁNICA DE SUELOS, CONCRETO Y PAVIMENTOS	Fecha de Emis : JUNIO 2023
		Páginas : 1 de 2
		Realizado por : C.A.
		Certificado N° : N 117 - 23

GRAVEDAD ESPECIFICA Y ABSORCION
(NORMA MTC E-205)

TESIS	: "INCORPORACIÓN DE CAUCHO GRANULADO EN CONCRETO $F_c=175$ kg/cm ² PARA EL USO EN VEREDAS, HUANCAYO – 2023"
CLIENTE	: BACH. SALAS BERAÚN NILO YORDY
MUESTRA	: AGREGADO FINO
UBICACIÓN	: CANTERA 3 DE DICIEMBRE - HUANCAYO - JUNIN

AGREGADO FINO

N°	IDENTIFICACIÓN	M-1	M-2	PROMEDIO
A	Peso Mat. Sat. Sup. Seco (en Aire) (g)	300.0	300.0	
B	Peso Frasco + agua	680.9	687.5	
C	Peso Frasco + agua + A (g)	980.9	987.5	
D	Peso del Mat. + agua en el frasco (g)	865.3	872.9	
E	Vol de masa + vol de vacío = C-D (g)	115.6	114.6	
F	Peso De Mat. Seco en estufa (105°C) (g)	295.5	296.7	
G	Vol de masa = E - (A - F) (g)	111.1	111.3	
	peso específico base seca	2.556	2.589	
	peso específico sss	2.595	2.618	2.606
	peso específico relativo	2.660	2.666	
	% absorción	1.523	1.112	1.32



ANCCOR S.A.C.
LAB. MECÁNICA DE SUELOS,
CONCRETO Y PAVIMENTOS

Ing. Carlos A. Anccasi Rojas
Jefe de Laboratorio CIP. 148881



	ANCCOR S.A.C. LABORATORIO DE MECÁNICA DE SUELOS, CONCRETO Y PAVIMENTOS	Código	: YS JUN 23
		Fecha de Emis	: JUNIO 2023
		Páginas	: 2 de 2
		Realizado por	: C.A.
		Certificado N°	: N 118 - 23

GRAVEDAD ESPECIFICA Y ABSORCION
(NORMA MTC E-206)

TESIS	: "INCORPORACIÓN DE CAUCHO GRANULADO EN CONCRETO $f'c=175$ kg/cm ² PARA EL USO EN VEREDAS, HUANCAYO – 2023"
CLIENTE	: BACH. SALAS BERAÚN NILO YORDY
MUESTRA	: AGREGADO GRUESO
UBICACIÓN	: CANTERA 3 DE DICIEMBRE - HUANCAYO - JUNIN

AGREGADO GRUESO

N°	IDENTIFICACIÓN	M-1	M-2	PROMEDIO
A	Peso Mat. Sat. Sup. Seco (en Aire) (g)	3014.0	3015.0	
B	Peso Mat. Sat. Sup. Seco (en Agua) (g)	1890.0	1889.0	
C	Vol. Masa/Vol. Vacios = A - B	1124.0	1126.0	
D	Peso De Mat. Seco en estufa (105°C) (g)	3000.0	3000.0	
E	Vol de masa = C-(A - D) (g)	1110.0	1111.0	
	peso especifico base seca	2.669	2.664	
	peso especifico sss	2.681	2.678	2.68
	peso especifico relativo	2.703	2.700	
	% absorción	0.467	0.500	0.48



ANCCOR SAC.
LAB. MECÁNICA DE SUELOS,
CONCRETO Y PAVIMENTOS

Ing. Carlos A. Ancassi Rojas
Jefe de Laboratorio CIP. 148991





ANCCOR S.A.C.
LABORATORIO DE MECÁNICA DE SUELOS, CONCRETO Y PAVIMENTOS

TESIS:

**"INCORPORACIÓN DE CAUCHO GRANULADO EN
CONCRETO $f'_c=175$ kg/cm² PARA EL USO EN VEREDAS,
HUANCAYO - 2023"**

Peso Unitario en Agregado

SOLICITANTE:

BACH. NILO YORDY SALAS BERAÚN

JUNIO DEL 2023



	ANCCOR S.A.C. LABORATORIO DE MECÁNICA DE SUELOS, CONCRETO Y PAVIMENTOS	Código : YS JUN 23
		Fecha de Ems : JUNIO 2023
		Páginas : 1 de 2
		Realizado por : C.A.
		Certificado N° : N 119 - 23

PESO UNITARIO EN AGREGADO
(NORMA MTC E-203)

TESIS	: "INCORPORACIÓN DE CAUCHO GRANULADO EN CONCRETO f'c=175 kg/cm ² PARA EL USO EN VEREDAS, HUANCAYO - 2023"
CLIENTE	: BACH. SALAS BERAÚN NILO YORDY
MUESTRA	: AGREGADO FINO
UBICACIÓN	: CANTERA 3 DE DICIEMBRE - HUANCAYO - JUNIN

N°	PESO UNITARIO SUELTO AGREGADO FINO				
	DESCRIPCIÓN		M-1	M-2	M-3
1	Peso de la Muestra + Recipiente	gr	13738	13726	13750
2	Peso del Recipiente	cm ³	3522	3522	3522
3	Peso de la Muestra	cm ³	10216	10204	10228
4	Volumen Molde	gr	7050	7050	7050
5	P.U.S. Seco	kg/m ³	1449.08	1447.38	1450.78
6	Promedio P.U.S. Seco	kg/m ³	1449.08		

N°	PESO UNITARIO COMPACTADO AGREGADO FINO				
	DESCRIPCIÓN		M-1	M-2	M-3
1	Peso de la Muestra + Recipiente	gr	14784	14763	14805
2	Peso del Recipiente	cm ³	3522	3522	3522
3	Peso de la Muestra	cm ³	11262	11241	11283
4	Volumen Molde	gr	7050	7050	7050
5	P.U.C. Seco	kg/m ³	1597.45	1594.47	1600.43
6	Promedio P.U.C. Seco	kg/m ³	1597.45		



ANCCOR S.A.C.
LAB. MECÁNICA DE SUELOS,
CONCRETO Y PAVIMENTOS

Ing. Carlos A. Ancasi Rojas
Jefe de Laboratorio CIP. 149681



	ANCCOR S.A.C.		Código	: YS JUN 23
	LABORATORIO DE MECÁNICA DE SUELOS, CONCRETO Y PAVIMENTOS		Fecha de Ems	: JUNIO 2023
			Páginas	: 2 de 2
	Realizado por	: C.A.		
	Certificado N°	: N 120 - 23		

PESO UNITARIO EN AGREGADO
(NORMA MTC E-203)

TESIS	: "INCORPORACIÓN DE CAUCHO GRANULADO EN CONCRETO f'c=175 kg/cm ² PARA EL USO EN VEREDAS, HUANCAYO – 2023"
CLIENTE	: BACH. SALAS BERAÚN NILO YORDY
MUESTRA	: AGREGADO GRUESO
UBICACIÓN	: CANTERA 3 DE DICIEMBRE - HUANCAYO - JUNIN

PESO UNITARIO SUELTO AGREGADO GRUESO					
N°	DESCRIPCIÓN		M-1	M-2	M-3
1	Peso de la Muestra + Recipiente	gr	13390	13239	13415
2	Peso del Recipiente	cm ³	3522	3522	3522
3	Peso de la Muestra	cm ³	9868	9717	9893
4	Volumen Molde	gr	7050	7050	7050
5	P.U.S. Seco	kg/m ³	1399.72	1378.30	1403.26
6	Promedio P.U.S. Seco	kg/m ³	1393.76		

PESO UNITARIO COMPACTADO AGREGADO GRUESO					
N°	DESCRIPCIÓN		M-1	M-2	M-3
1	Peso de la Muestra + Recipiente	gr	14120	14364	14126
2	Peso del Recipiente	cm ³	3522	3522	3522
3	Peso de la Muestra	cm ³	10598	10842	10604
4	Volumen Molde	gr	7050	7050	7050
5	P.U.C. Seco	kg/m ³	1503.26	1537.87	1504.11
6	Promedio P.U.C. Seco	kg/m ³	1515.08		



ANCCOR S.A.C.
LAB. MECÁNICA DE SUELOS,
CONCRETO Y PAVIMENTOS

Ing. Carlos A. Anccasi Rojas
Jefe de Laboratorio CIP. 148881





ANCCOR S.A.C.
LABORATORIO DE MECÁNICA DE SUELOS, CONCRETO Y PAVIMENTOS

TESIS:

**"INCORPORACIÓN DE CAUCHO GRANULADO EN
CONCRETO $f'_c=175$ kg/cm² PARA EL USO EN VEREDAS,
HUANCAYO - 2023"**

Análisis Físico, Químico de Agua

SOLICITANTE:

BACH. NILO YORDY SALAS BERAÚN

JUNIO DEL 2023



	ANCCOR S.A.C. LABORATORIO DE MECÁNICA DE SUELOS, CONCRETO Y PAVIMENTOS	Código	: YS JUN 23
		Fecha de Emis	: JUNIO 2023
		Páginas	: 1 de 6
		Realizado por	: C.A.
		Certificado N°	: N 121 - 23

ENSAYO ANALISIS FÍSICO - QUÍMICO

TESIS	: "INCORPORACIÓN DE CAUCHO GRANULADO EN CONCRETO f'c=175 kg/cm2 PARA EL USO EN VEREDAS, HUANCAYO – 2023"
CLIENTE	: BACH. SALAS BERAÚN NILO YORDY
MUESTRA	: AGUA POTABLE
UBICACIÓN	: CHILCA - HUANCAYO - JUNIN

SÓLIDOS EN SUSPENSIÓN (NTP 339.070)

1.- Parámetros de estandarización del método:

PARÁMETROS	VALOR	UNIDADES	OBSERVACIÓN
LÍMITE DE DETECCIÓN	4.5	mg/L	Corresponde al límite de cuantificación.
PRECISIÓN EN TÉRMINOS DE %CV	4.3	%	Std bajo 4.0 mg/L
	0.9	%	Std alto 20.000 mg/L
EXACTITUD EXPRESADO COMO % DE ERROR RELATIVO	0	%	Std bajo 4.0 mg/L
	-4.4	%	Std alto 20.000 mg/L
RANGO DE TRABAJO (Lectura Directa)	4.5 - 20.000	mg/L	Sin dilución de la muestra
INTERVALO DE APLICACIÓN DEL MÉTOD	NO APLICA	mg/L	
RECUPERACIÓN EXPRESADO COMO %	118	%	Adicionado bajo
	98	%	Adicionado alto

2.- PROCESAMIENTO DE DATOS Y CÁLCULO DE RESULTADOS

Efectúe los cálculos por medio de la ecuación:

$$SST = \frac{(A - B) 1000}{V}$$

Donde:

- SST: Sólidos Suspendidos Totales, en mg/L
 A: Peso final del conjunto (disco + cápsula de aluminio) con el residuo seco, en mg.
 B: Peso inicial del conjunto (disco + cápsula de aluminio), en mg.
 V: Volumen de muestra filtrada, en mL.

REPORTE DE RESULTADOS

Agua Potable	Sólidos en Suspensión	unidad	3.9 mg/L
--------------	-----------------------	--------	----------

OBSERVACIONES:

- Los ensayos de sólidos en Suspensión de la muestra es de 3.9 mg/L (dentro del rango permisible)
- La muestra fue identificado por personal técnico de ANCCOR SAC.
- El agua es apto para su uso en obras de concreto hidráulico.




Ing. Carlos A. Ancasi Rojas
 Jefe de Laboratorio CIP. 148881



	ANCCOR S.A.C. LABORATORIO DE MECÁNICA DE SUELOS, CONCRETO Y PAVIMENTOS	Código	: YS JUN 23
		Fecha de Ems	: JUNIO 2023
		Páginas	: 2 de 6
		Realizado por	: C.A.
		Certificado N°	: N 122 - 23

ENSAYO ANALISIS FÍSICO - QUÍMICO

TESIS	: "INCORPORACIÓN DE CAUCHO GRANULADO EN CONCRETO $f_c=175$ kg/cm ² PARA EL USO EN VEREDAS, HUANCAYO - 2023"
CLIENTE	: BACH. SALAS BERAÚN NILO YORDY
MUESTRA	: AGUA POTABLE
UBICACIÓN	: CHILCA - HUANCAYO - JUNIN

MATERIA ORGÁNICA
(MTC E 717)

REPORTE DE RESULTADOS

1	MATERIA ORGÁNICA	0,52%
---	------------------	-------

OBSERVACIONES:

- 1.- El porcentaje de materia orgánica es baja.
- 2.- El agua es apto para su uso en obras de concreto hidráulico.



ANCCOR SAC.
LAB. MECÁNICA DE SUELOS,
CONCRETO Y PAVIMENTOS

.....
Ing. Carlos A. Anccasi Rojas
Jefe de Laboratorio CIP. 148881



	ANCCOR S.A.C. LABORATORIO DE MECÁNICA DE SUELOS, CONCRETO Y PAVIMENTOS	Código	: YS JUN 23
		Fecha de Emis	: JUNIO 2023
		Páginas	: 3 de 6
		Realizado por	: C.A.
		Certificado N°	: N 123 - 23

ENSAYO ANALISIS FÍSICO - QUÍMICO

TESIS	: "INCORPORACIÓN DE CAUCHO GRANULADO EN CONCRETO f'c=175 kg/cm2 PARA EL USO EN VEREDAS, HUANCAYO – 2023"
CLIENTE	: BACH. SALAS BERAÚN NILO YORDY
MUESTRA	: AGUA POTABLE
UBICACIÓN	: CHILCA - HUANCAYO - JUNIN

ALCALINIDAD DEL AGUA (NTP 339.088)

1.- Clasificación de los cuerpos de agua según su alcalinidad total:

DESCRIPTOR	Alcalinidad (mg/L)
Mínimo aceptable	20
Pobrementemente amortiguadas	<25
Moderadamente amortiguadas	25-75
Muy amortiguadas	>75

2.- Equivalente entre peso, volumen y miliequivalentes de ácido para los tres ácidos más usados en fertirrigación

Producto	Volumen	Peso	me. de ácido
H ₃ PO ₄ - 75%	1 cm ³	1,58 gr.	12,1
HNO ₃ - 59%	1 cm ³	1,36 gr.	12,7
H ₂ SO ₄ - 98%	1 cm ³	1,84 gr.	36,8

3.- Alcalinidad a la fenolftaleína, Agua Potable

$$P = \frac{0 \times 0.02 \times 50 \times 1000}{50} \text{ ppm}$$

P = 0 ppm de CaCO₃

4.- Alcalinidad Total, Agua Potable

$$T = \frac{(0 + 1.1) \times 0.02 \times 50 \times 1000}{50} \text{ ppm}$$

T = 22 ppm de CaCO₃

Luego
 $\frac{1}{2}T = 11 \text{ ppm}$
 P = 0 ppm
 Por lo tanto

RESULTADOS DE LA TITULACIÓN	ALCALINIDAD DE HIDRÓXIDOS	ALCALINIDAD DE CARBONATOS	ALCALINIDAD DE BICARBONATOS
P = 0	0	0	T

Entonces para el agua potable:

- 1.- El porcentaje de alcalinidad es de 22 ppm (Pobrementemente Amortiguadas)
- 2.- El agua es apto para su uso en obras de concreto hidráulico.



	ANCCOR S.A.C. LABORATORIO DE MECÁNICA DE SUELOS, CONCRETO Y PAVIMENTOS	Código : YS JUN 23
		Fecha de Emis : JUNIO 2023
		Páginas : 4 de 6
		Realizado por : C.A.
		Certificado N° : N 124 - 23

ENSAYO ANALISIS FÍSICO - QUÍMICO

TESIS	: "INCORPORACIÓN DE CAUCHO GRANULADO EN CONCRETO $f_c=175$ kg/cm ² PARA EL USO EN VEREDAS, HUANCAYO – 2023"
CLIENTE	: BACH. SALAS BERAÚN NILO YORDY
MUESTRA	: AGUA POTABLE
UBICACIÓN	: CHILCA - HUANCAYO - JUNIN

ENSAYO DE SULFATOS SOLUBLES (ppm)
(NTP 339.178)

REPORTE DE RESULTADOS

1	RELACION MEZCLA AGUA-AGUA DESTILADA		3.80
2	NUMERO DE TARA		51.00
3	PESO DE TARA	gr	63.58
4	PESO DE TARA + RESIDUOS DE SULFATOS	gr	64.14
5	PESO DE RESIDUOS DE SULFATOS	gr	0.56
6	VOLUMEN DE SOLUCION TOMADA	ml	59.60
7	CONSTITUYENTES DE SULFATOS EN ALICUOTA	(ppm)	40.25
8	CONSTITUYENTES DE SULFATOS EN MUESTRA	(ppm)	358.60
9	CONSTITUYENTES DE SULFATOS EN PESO SECO	%	0.359

OBSERVACIONES:

- 1.- El contenido de sulfatos se encuentra dentro de los rangos permisibles.
- 2.- La muestra fue identificado por personal técnico de ANCCOR SAC.
- 3.- El agua es apto para su uso en obras de concreto hidráulico.


ANCCOR S.A.C.
 LAB. MECÁNICA DE SUELOS,
 CONCRETO Y PAVIMENTOS


Ing. Carlos A. Anccasi Rojas
 Jefe de Laboratorio CIP. 148881



	ANCCOR S.A.C. LABORATORIO DE MECÁNICA DE SUELOS, CONCRETO Y PAVIMENTOS	Código	: YS JUN 23
		Fecha de Ems	: JUNIO 2023
		Páginas	: 5 de 6
		Realizado por	: C.A.
		Certificado N°	: N 125 - 23

ENSAYO ANALISIS FÍSICO - QUÍMICO

TESIS	: "INCORPORACIÓN DE CAUCHO GRANULADO EN CONCRETO $f'c=175$ kg/cm ² PARA EL USO EN VEREDAS, HUANCAYO - 2023"
CLIENTE	: BACH. SALAS BERAÚN NILO YORDY
MUESTRA	: AGUA POTABLE
UBICACIÓN	: CHILCA - HUANCAYO - JUNIN

ENSAYO DE CLORURO EXPRESADO COMO ION Cr (NTP 339.075)

REPORTE DE RESULTADOS

1	VOLUMEN DE AGUA DESTILADA	ml	220.100
2	PESO DE LA MUESTRA	gr	130.680
3	NUMERO DE TARA		35.790
4	PESO DE TARA	gr	36.610
5	PESO DE TARA + RESIDUOS DE CLORURO	gr	37.280
6	PESO DE RESIDUOS DE CLORURO	gr	0.670
7	VOLUMEN DE SOLUCION TOMADA	ml	31.070
8	PESO DE LA MUESTRA EN VOLUMEN DE LA SOLUCION	gr	5.170
9	CONCENTRACIÓN DE CLORURO ION Cr	(ppm)	289.400
10	CONTENIDO DE CLORUROS	%	0.289

OBSERVACIONES:

- 1.- El contenido de cloruro se encuentra debajo de los rangos permisibles (concentraciones bajas de cloruros).
- 2.- La muestra fue identificado por personal técnico de ANCCOR SAC.
- 3.- El agua es apto para su uso en obras de concreto hidráulico.


ANCCOR S.A.C.
 LAB. MECÁNICA DE SUELOS,
 CONCRETO Y PAVIMENTOS

 Ing. Carlos A. Anccasi Rojas
 Jefe de Laboratorio CIP. 148881



	ANCCOR S.A.C. LABORATORIO DE MECÁNICA DE SUELOS, CONCRETO Y PAVIMENTOS	Código	: YS JUN 23
		Fecha de Ems	: JUNIO 2023
		Páginas	: 6 de 6
		Realizado por	: C.A.
		Certificado N°	: N 126 - 23

ENSAYO ANALISIS FÍSICO - QUÍMICO

TESIS	: "INCORPORACIÓN DE CAUCHO GRANULADO EN CONCRETO $f_c=175$ kg/cm ² PARA EL USO EN VEREDAS, HUANCAYO – 2023"
CLIENTE	: BACH. SALAS BERAÚN NILO YORDY
MUESTRA	: AGUA POTABLE
UBICACIÓN	: CHILCA - HUANCAYO - JUNIN

POTENCIAL HIDRÓGENO (pH) (NTP 339.072)

REPORTE DE RESULTADOS

1	POTENCIAL HIDRÓGENO (pH)	unidad	6.8
---	--------------------------	--------	-----

OBSERVACIONES:

- 1.- El pH es 6.80, que corresponde a un agua neutra.
- 2.- El contenido de pH se encuentra por debajo de los límites máximos permisibles.
- 3.- La muestra fue identificado por personal técnico de ANCCOR SAC.
- 4.- El agua es apto para su uso en obras de concreto hidráulico.



ANCCOR SAC.
LAB. MECÁNICA DE SUELOS,
CONCRETO Y PAVIMENTOS

.....
Ing. Carlos A. Ancasi Rojas
 Jefe de Laboratorio CIP. 148881





ANCCOR S.A.C.
LABORATORIO DE MECÁNICA DE SUELOS, CONCRETO Y PAVIMENTOS

TESIS:

**"INCORPORACIÓN DE CAUCHO GRANULADO EN
CONCRETO $f'_c=175$ kg/cm² PARA EL USO EN VEREDAS,
HUANCAYO - 2023"**

Diseño de Mezcla

SOLICITANTE:

BACH. NILO YORDY SALAS BERAÚN

JUNIO DEL 2023



	ANCCOR S.A.C.	Código : YS JUN 23
	LABORATORIO DE MECÁNICA DE SUELOS, CONCRETO Y PAVIMENTOS	Fecha de Ems : JUNIO 2023
		Páginas : 1 de 4
		Realizado por : C.A.
		Certificado N° : N 127 - 23

PROYECTO	: "INCORPORACIÓN DE CAUCHO GRANULADO EN CONCRETO $f_c=175 \text{ kg/cm}^2$ PARA EL USO EN VEREDAS, HUANCAYO - 2023"
CLIENTE	: BACH. SALAS BERAÚN NILO YORDY
MUESTRA	: PATRÓN
UBICACIÓN	: CANTERA 3 DE DICIEMBRE - HUANCAYO - JUNIN

Diseño del concreto $F'c=175 \text{ Kg/cm}^2$								
Código de ensayo 01								
CEMENTO		A/C = 0.697		%		M.F	%ABS.	%HUM.
ANDINO TIPO I		Dosis de caucho g.	0.00%	A. FINO	42	2.65	1.32	3.52
		Diseño $F'c=$	175 Kg/cm^2	A. GRUESO	58	6.78	0.48	0.40
				GLOBAL	100	5.05		
Material	P.E (kg/m ³)	Volumen (m ³)	Diseño seco para 1m ³	Diseño s.s.s para 1m ³	Correc. por humid.	Diseño correg. para 1m ³	Diseño corregido para Laboratorio	
Cemento	3150	0.0984	310 kg	309.9 kg		310 kg	10.85 kg	
Agua	1000	0.2160	231 L	216 kg		201 L	7.02 kg	
A. Fino	2606	0.2871	739 kg	748 kg	16	765 kg	26.76 kg	
A. Grueso	2701	0.3965	1066 kg	1071 kg	-1	1070 kg	37.46 kg	
Caucho	1140	0.0000	0 kg	0.00 kg		0.0 kg	0.00 gr.	
Adicion	1340	0.0000	0 kg	0 kg		0.0 kg	0.00 kg	
Aire	1000	0.0020	2.0 %	2.00 %		2.0 %	0.07 %	
Total		1.0000	2345 kg	2345 kg		2345 kg		
Agua Retenida:			Rendimiento	0.83		V. Molde (m ³) =	0.007050	
0 L			P.U.C (Kg/m ³) =	2829		Peso Neto C (Kg) =	19.946	



ANCCOR SAC.
LAB. MECÁNICA DE SUELOS,
CONCRETO Y PAVIMENTOS

.....
Ing. Carlos A. Anccasi Rojas
Jefe de Laboratorio CIP. 148681



	ANCCOR S.A.C.	Código	: YS JUN 23
	LABORATORIO DE MECÁNICA DE SUELOS, CONCRETO Y PAVIMENTOS	Fecha de Ems	: JUNIO 2023
		Páginas	: 3 de 4
		Realizado por	: C.A.
		Certificado N°	: N 129 - 23

PROYECTO	: "INCORPORACIÓN DE CAUCHO GRANULADO EN CONCRETO $f_c=175$ kg/cm ² PARA EL USO EN VEREDAS, HUANCAYO - 2023"
CLIENTE	: BACH. SALAS BERAÚN NILO YORDY
MUESTRA	: 5% CON CAUCHO GRANULADO
UBICACIÓN	: CANTERA 3 DE DICIEMBRE - HUANCAYO - JUNIN

Diseño del concreto $f_c=175$ Kg/cm ²								
Código de ensayo 03								
CEMENTO		A/C = 0.697		%	M.F	%ABS.	%HUM.	
ANDINO TIPO I		Dosis de caucho g. 5.00%		A. FINO	42	2.65	1.32	3.52
Diseño $f_c=$		175 Kg/cm ²		A. GRUESO	58	6.78	0.48	0.40
				GLOBAL	100	5.05		
Materiales	P.E (kg/m ³)	Volumen (m ³)	Diseño seco para 1m ³	Diseño s.s.s para 1m ³	Correc. por humed.	Diseño correg. para 1m ³	Diseño corregido para Laboratorio	
Cemento	3150	0.0984	310 kg	309.9 kg		310 kg	10.85 kg	
Agua	1000	0.2160	231 L	216 kg		201 L	7.03 kg	
A. Fino	2606	0.2818	725 kg	735 kg	16	751 kg	26.27 kg	
A. Grueso	2701	0.3892	1046 kg	1051 kg	-1	1051 kg	36.77 kg	
Caucho	1140	0.0136	15 kg	15.50 kg		15.5 kg	542.33 gr.	
Adicion	1340	0.0000	0 kg	0 kg		0.0 kg	0.00 kg	
Aire	1000	0.0010	1.0 %	1.00 %		1.0 %	0.04 %	
Total		1.0000	2327 kg	2327 kg		2327 kg		
Agua Retenida:		Rendimiento		0.83	V. Molde (m ³) =		0.007050	
0 L		P.U.C (Kg/m ³) =		2790	Peso Neto C (Kg) =		19.670	



ANCCOR S.A.C.
LAB. MECÁNICA DE SUELOS,
CONCRETO Y PAVIMENTOS

.....
Ing. Carlos A. Anccasi Rojas
Jefe de Laboratorio CIP. 148881



	ANCCOR S.A.C.	Código : YS JUN 23
	LABORATORIO DE MECÁNICA DE SUELOS, CONCRETO Y PAVIMENTOS	Fecha de Emis : JUNIO 2023
		Páginas : 4 de 4
		Realizado por : C.A.
		Certificado N° : N 130 - 23

PROYECTO	: "INCORPORACIÓN DE CAUCHO GRANULADO EN CONCRETO f'c=175 kg/cm2 PARA EL USO EN VEREDAS, HUANCAYO - 2023"
CLIENTE	: BACH. SALAS BERAÚN NILO YORDY
MUESTRA	: 8% CON CAUCHO GRANULADO
UBICACIÓN	: CANTERA 3 DE DICIEMBRE - HUANCAYO - JUNIN

Diseño del concreto F'c=175 Kg/cm2								
Código de ensayo 04								
		A/C = 0.697		%		MF	%ABS.	%HUM.
CEMENTO				A. FINO	42	2.65	1.32	3.52
ANDINO TIPO I		Dosis de caucho g. 8.00%		A. GRUESO	58	6.78	0.48	0.40
		Diseño F'c= 175 Kg/cm2		GLOBAL	100	5.05		
Materiales	P.E (kg/m ³)	Volumen (m ³)	Diseño seco para 1m ³	Diseño s.s.s para 1m ³	Correc. por humid.	Diseño correg. para 1m ³	Diseño corregido para Laboratorio	
Cemento	3150	0.0984	310 kg	309.9 kg		310 kg	10.85 kg	
Agua	1000	0.2160	230 L	216 kg		201 L	7.04 kg	
A. Fino	2606	0.2784	716 kg	726 kg	16	741 kg	25.95 kg	
A. Grueso	2701	0.3845	1034 kg	1039 kg	-1	1038 kg	36.32 kg	
Caucho	1140	0.0217	25 kg	24.79 kg		24.8 kg	867.72 gr.	
Adicion	1340	0.0000	0 kg	0 kg		0.0 kg	0.00 kg	
Aire	1000	0.0010	1.0 %	1.00 %		1.0 %	0.04 %	
Total		1.0000	2315 kg	2315 kg		2315 kg		
Agua Retenida:			Rendimiento	0.83		V. Molde (m ³) =	0.007050	
0 L			P.U.C (Kg/m ³) =	2782		Peso Neto C (Kg) =	19.610	



ANCCOR S.A.C.
LAB. MECÁNICA DE SUELOS,
CONCRETO Y PAVIMENTOS

.....
Ing. Carlos A. Anccasi Rojas
Jefe de Laboratorio CIP, 148981





ANCCOR S.A.C.
LABORATORIO DE MECÁNICA DE SUELOS, CONCRETO Y PAVIMENTOS

TESIS:

**"INCORPORACIÓN DE CAUCHO GRANULADO EN
CONCRETO $f'_c=175$ kg/cm² PARA EL USO EN VEREDAS,
HUANCAYO - 2023"**

Ensayos al Concreto Fresco

SOLICITANTE:

BACH. NILO YORDY SALAS BERAÚN

JUNIO DEL 2023



	ANCCOR S.A.C. LABORATORIO DE MECÁNICA DE SUELOS, CONCRETO Y PAVIMENTOS	Código : YS JUN 23
		Fecha de Ems : JUNIO 2023
		Páginas : 1 de 1
		Realizado por : C.A.
		Certificado N° : N 131 - 23

ENSAYOS AL CONCRETO FRESCO

TESIS	: "INCORPORACIÓN DE CAUCHO GRANULADO EN CONCRETO $f_c=175$ kg/cm ² PARA EL USO EN VEREDAS, HUANCAYO – 2023"
CLIENTE	: BACH. SALAS BERAÚN NILO YORDY
UBICACIÓN	: CHILCA - HUANCAYO - JUNIN

N°	ENSAYOS AL CONCRETO FRESCO						
	FECHA DE ENSAYO	DESCRIPCIÓN	% DE RESIDUO DE FUNDICIÓN DE COBRE	CONTENIDO DE AIRE (%)	TEMPERATURA °C	HORA DE ENSAYO	SLUMP(")
1	29/05/2023	FC 175 Kg/cm ²	Convencional	1.45	20.9	11:30 a.m.	3
2	29/05/2023	FC 175 Kg/cm ²	2.0% C.G.	1.26	21.6	12:39 p.m.	3 1/7
3	31/05/2023	FC 175 Kg/cm ²	5.0% C.G.	1.20	16.8	11:30 a.m.	3 1/3
4	31/05/2023	FC 175 Kg/cm ²	8.0% C.G.	1.42	17.8	1:00 p.m.	2 5/9



ANCCOR S.A.C.
LAB. MECÁNICA DE SUELOS,
CONCRETO Y PAVIMENTOS

Ing. Carlos A. Ancasí Rojas
Jefe de Laboratorio CIP. 148881





ANCCOR S.A.C.
LABORATORIO DE MECÁNICA DE SUELOS, CONCRETO Y PAVIMENTOS

TESIS:

**"INCORPORACIÓN DE CAUCHO GRANULADO EN
CONCRETO $f'_c=175$ kg/cm² PARA EL USO EN VEREDAS,
HUANCAYO - 2023"**

Resistencia a la Compresión

SOLICITANTE:

BACH. NILO YORDY SALAS BERAÚN

JUNIO DEL 2023



	ANCCOR S.A.C. LABORATORIO DE MECÁNICA DE SUELOS, CONCRETOS Y PAVIMENTOS	Código N°	: YS JUN 23
		Fecha de Emis.	: JUNIO 2023
		Páginas	: 1 de 4
		Realizado por	: C.A.
		Certificado N°	: N 132 - 23

ENSAYO A LA RESISTENCIA A LA COMPRESION DE MUESTRAS CILINDRICAS DE CONCRETO
(N.T.P. 339.034)

PROYECTO : "INCORPORACIÓN DE CAUCHO GRANULADO EN CONCRETO f'c=175 kg/cm ² PARA EL USO EN VEREDAS, HUANCAYO – 2023" CLIENTE : BACH. SALAS BERAÚN NILO YORDY MUESTRA : CONVENCIONAL CLAS DE MAT. : CONCRETO

IDENTIFICACIÓN Y CARACTERÍSTICAS DE LA PROBETA							RESISTENCIA A LA COMPRESIÓN					
N°	MUESTREO PROBETA			f _c kg/cm ²	Ø _{prom} cm	H _{prom} cm	ÁREA cm ²	ENSAYO ROTURA			PROMEDIO	
	CÓDIGO DE PROBETA	FECHA DE MUESTREO	ESTRUCTURA					FECHA	EDAD	LECT(kg)		f _{ce}
1	M-1	29-05-23	PROBETA DISEÑO CONVENCIONAL	175	10.0	20.0	78.54	26-06-23	28	13,950 Kg	178	178
	M-2				10.0	20.2	78.54			13,890 Kg	177	
	M-3				10.0	20.0	78.54			14,000 Kg	178	
	M-4				10.0	20.0	78.54			14,010 Kg	178	
	M-5				10.0	20.0	78.54			13,910 Kg	177	
	M-6				10.0	20.1	78.54			13,960 Kg	178	
	M-7				10.0	20.2	78.54			13,940 Kg	177	
	M-8				10.0	20.2	78.54			13,970 Kg	178	
	M-9				10.0	20.0	78.54			13,970 Kg	178	
	M-10				10.0	20.0	78.54			13,900 Kg	177	
	M-11				10.0	20.0	78.54			13,920 Kg	177	
	M-12				10.0	20.1	78.54			13,960 Kg	178	
	M-13				10.0	20.2	78.54			13,940 Kg	177	
	M-14				10.0	20.2	78.54			13,960 Kg	178	
	M-15				10.0	20.0	78.54			13,970 Kg	178	



ANCCOR S.A.C.
LAB. MECÁNICA DE SUELOS,
CONCRETO Y PAVIMENTOS

Ing. Carlos A. Ancasi Rojas
Jefe de Laboratorio GIP, 148881



	ANCCOR S.A.C. LABORATORIO DE MECANICA DE SUELOS, CONCRETOS Y PAVIMENTOS	Código N°	: YS JUN 23
		Fecha de Emis.	: JUNIO 2023
		Páginas	: 2 de 4
		Realizado por	: C.A.
		Certificado N°	: N 133 - 23

ENSAYO A LA RESISTENCIA A LA COMPRESION DE MUESTRAS CILINDRICAS DE CONCRETO
(N.T.P. 339.034)

PROYECTO : "INCORPORACIÓN DE CAUCHO GRANULADO EN CONCRETO f'c=175 kg/cm ² PARA EL USO EN VEREDAS, HUANCAYO - 2023"
CLIENTE : BACH. SALAS BERAÚN NILO YORDY
MUESTRA : 2% CON CAUCHO GRANULADO
CLAS DE MAT. : CONCRETO

N°	IDENTIFICACIÓN Y CARACTERÍSTICAS DE LA PROBETA							RESISTENCIA A LA COMPRESIÓN				
	MUESTREO PROBETA			f _c kg/cm ²	Ø _{prom} cm	H _{prom} cm	ÁREA cm ²	ENSAYO ROTURA			PROMEDIO	
	CÓDIGO DE PROBETA	FECHA DE MUESTREO	ESTRUCTURA					FECHA	EDAD	LECT(kg)		f _{ce}
2	M-16	29-05-23	PROBETA DISEÑO 2% CON CAUCHO GRANULADO	175	10.0	20.3	78.54	26-06-23	28	14,120 Kg	180	180
	M-17				10.0	20.2	78.54			14,160 Kg	180	
	M-18				10.0	20.2	78.54			14,100 Kg	180	
	M-19				10.0	20.2	78.54			14,140 Kg	180	
	M-20				10.0	20.2	78.54			14,040 Kg	179	
	M-21				10.0	20.2	78.54			14,090 Kg	179	
	M-22				10.0	20.2	78.54			14,110 Kg	180	
	M-23				10.0	20.2	78.54			14,060 Kg	179	
	M-24				10.0	20.2	78.54			14,020 Kg	179	
	M-25				10.0	20.2	78.54			14,120 Kg	180	
	M-26				10.0	20.2	78.54			14,100 Kg	180	
	M-27				10.0	20.3	78.54			14,180 Kg	181	
	M-28				10.0	20.2	78.54			14,130 Kg	180	
	M-29				10.0	20.2	78.54			14,120 Kg	180	
M-30	10.0	20.0	78.54	14,200 Kg	181							



ANCCOR S.A.C.
LAB. MECÁNICA DE SUELOS,
CONCRETO Y PAVIMENTOS

Ing. Carlos A. Ancasí Rojas
Jefe de Laboratorio CIP. 148881



	ANCCOR S.A.C.		Código N°	: YS JUN 23
	LABORATORIO DE MECANICA DE SUELOS, CONCRETOS Y PAVIMENTOS		Fecha de Ems.	: JUNIO 2023
			Páginas	: 3 de 4
			Realizado por	: C.A.
			Certificado N°	: N 134 - 23

ENSAYO A LA RESISTENCIA A LA COMPRESION DE MUESTRAS CILINDRICAS DE CONCRETO
(N.T.P. 339.034)

PROYECTO : "INCORPORACIÓN DE CAUCHO GRANULADO EN CONCRETO f'c=175 kg/cm ² PARA EL USO EN VEREDAS, HUANCAYO – 2023" CLIENTE : BACH. SALAS BERAÚN NILO YORDY MUESTRA : 5% CON CAUCHO GRANULADO CLAS DE MAT. : CONCRETO
--

IDENTIFICACIÓN Y CARACTERÍSTICAS DE LA PROBETA							RESISTENCIA A LA COMPRESIÓN					
N°	MUESTREO PROBETA			f'c kg/cm ²	Ø _{prom} cm	H _{prom} cm	ÁREA cm ²	ENSAYO ROTURA			PROMEDIO	
	CÓDIGO DE PROBETA	FECHA DE MUESTREO	ESTRUCTURA					FECHA	EDAD	LECT(kg)	f'ce	f'cr
3	M-31	31-05-23	PROBETA DISEÑO 5% CON CAUCHO GRANULADO	175	10.0	20.3	78.54	28-06-23	28	14,320 Kg	182	182
	M-32									14,340 Kg	183	
	M-33									14,300 Kg	182	
	M-34									14,310 Kg	182	
	M-35									14,290 Kg	182	
	M-36									14,330 Kg	182	
	M-37									14,380 Kg	183	
	M-38									14,360 Kg	183	
	M-39									14,300 Kg	182	
	M-40									14,290 Kg	182	
	M-41									14,280 Kg	182	
	M-42									14,390 Kg	183	
	M-43									14,380 Kg	183	
	M-44									14,360 Kg	183	
	M-45									14,370 Kg	183	



ANCCOR S.A.C.
LAB. MECÁNICA DE SUELOS,
CONCRETO Y PAVIMENTOS

Ing. Carlos A. Anccasi Rojas
Jefe de Laboratorio CIP. 148881



	ANCCOR S.A.C.		Código N°	: YS JUN 23
	LABORATORIO DE MECÁNICA DE SUELOS, CONCRETOS Y PAVIMENTOS		Fecha de Emis.	: JUNIO 2023
			Páginas	: 4 de 4
			Realizado por	: C.A.
			Certificado N°	: N 135 - 23

ENSAYO A LA RESISTENCIA A LA COMPRESIÓN DE MUESTRAS CILÍNDRICAS DE CONCRETO
(N.T.P. 339.034)

PROYECTO : "INCORPORACIÓN DE CAUCHO GRANULADO EN CONCRETO $f'c=175$ kg/cm ² PARA EL USO EN VEREDAS, HUANCAYO - 2023" CLIENTE : BACH. SALAS BERAÚN NILO YORDY MUESTRA : 8% CON CAUCHO GRANULADO CLAS DE MAT. : CONCRETO
--

IDENTIFICACIÓN Y CARACTERÍSTICAS DE LA PROBETA							RESISTENCIA A LA COMPRESIÓN					
N°	MUESTREO PROBETA			f_c kg/cm ²	ϕ_{prom} cm	H_{prom} cm	ÁREA cm ²	ENSAYO ROTURA			PROMEDIO	
	CÓDIGO DE PROBETA	FECHA DE MUESTREO	ESTRUCTURA					FECHA	EDAD	LECT(kg)	f_{ce}	f_{cr}
4	M-46	31-05-23	PROBETA DISEÑO 8% CON CAUCHO GRANULADO	175	10.0	20.3	78.54	28-06-23	28	13,660 Kg	174	173
	M-47				10.0	20.2	78.54			13,640 Kg	174	
	M-48				10.0	20.2	78.54			13,620 Kg	173	
	M-49				10.0	20.2	78.54			13,600 Kg	173	
	M-50				10.0	20.2	78.54			13,610 Kg	173	
	M-51				10.0	20.2	78.54			13,620 Kg	173	
	M-52				10.0	20.2	78.54			13,600 Kg	173	
	M-53				10.0	20.2	78.54			13,590 Kg	173	
	M-54				10.0	20.2	78.54			13,640 Kg	174	
	M-55				10.0	20.2	78.54			13,590 Kg	173	
	M-56				10.0	20.2	78.54			13,580 Kg	173	
	M-57				10.0	20.3	78.54			13,600 Kg	173	
	M-58				10.0	20.2	78.54			13,610 Kg	173	
	M-59				10.0	20.2	78.54			13,620 Kg	173	
	M-60				10.0	20.0	78.54			13,640 Kg	174	



ANCCOR S.A.C.
LAB. MECÁNICA DE SUELOS,
CONCRETO Y PAVIMENTOS

Ing. Carlos A. Ancasí Rojas
Jefe de Laboratorio CIP. 148881



ANEXO 4: Ficha Técnica y Certificado

www.techmo.es • info@techmo.es

Ficha Técnica



Techmorod Granza de Caucho

Granulado de caucho SBR

Descripción del producto

Granulado de caucho SBR de varios tamaños, Nº8: 1 - 4mm; Nº 10: 0.5 - 2 mm producido mecánicamente a partir de peladura o neumático integral. El material está exento de impurezas y partículas metálicas.

Usos

Mezclado con los ligantes adecuados se utiliza para la elaboración de pavimentos elásticos, ya sean deportivos, infantiles, etc.

Datos técnicos**COMPOSICION QUIMICA CAUCHO**

MATERIAL	UNIDAD	VALOR
CONTENIDO EN CAUCHO	%	55 ± 3
NEGRO DE CARBONO	%	32 ± 3
EXTRACTO ACETÓNICO	%	10 ± 3
CENIZAS	%	3 ± 3

PROPIEDADES FÍSICAS

CARACTERÍSTICA	UNIDAD	VALOR	VALOR
TIPO	mm	1.0 - 4.0	0.5 - 2.0
DUREZA	° Shore A	65 ± 3	65 ± 3
PESO ESPECIFICO	Kg/dm ³	1.15 ± 0.02	1.15 ± 0.02
DENSIDAD APARENTE	Kg/lt	0.50 ± 0.05	0.50 ± 0.05

ANALISIS GRANULOMETRICO TIPICO:**Techmorod granza caucho 8**

MEDIDA	TAMIZ ASTM	% RETENIDO
4,00 mm	05	Máx. 01
3,00 mm	07	20 - 30
2,00 mm	10	55 - 65
1,00 mm	18	10 - 20
1,00 mm >	resto	Máx. 01

Los valores en esta ficha técnica son indicativos

Techmorod granza caucho 10

MEDIDA	TAMIZ ASTM	% RETENIDO
2,50 mm	08	Máx. 03
2,00 mm	10	10 - 20
1,41 mm	14	35 - 45
1,00 mm	18	20 - 30
0.50 mm	35	10 - 20
0,50 mm >	resto	Máx. 03

Los valores en esta ficha técnica son indicativos

- Aspecto: Granulado
- Color: Negro

Figura 17. Ficha técnica del M.T.LL., TECHMO (2012)

ANEXO 5: Registros fotográficos

Fotografía N° 1



Análisis Granulométrico del agregado grueso

Fotografía N° 2



Malla N° 200 del agregado fino

Fotografía N° 3



Peso unitario compactado y peso unitario suelto del agregado fino

Fotografía N° 4



Gravedad específica y % de absorción del agregado grueso

Fotografía N° 5



Adición del caucho granulado en porcentajes de 2%, 5% y 8% en concreto $f'c = 175 \text{ kg/cm}^2$

Fotografía N° 6



Ensayo de concreto fresco - temperatura

Fotografía N° 7



Contenido de aire del concreto con adición del 2% de caucho granulado (olla de Washington)

Fotografía N° 8

Slump del concreto $f_c = 175 \text{ kg/cm}^2$ con adición del 2% de caucho granulado

Fotografía N° 9



Elaboración de las probetas de concreto con la adición de caucho granulado en 2%, 5% y 8%

Fotografía N° 10



Resistencia a la compresión del concreto $f'c = 175 \text{ kg/cm}^2$ con la adición del 2%, 5% y 8% de caucho granulado