



**UNIVERSIDAD CÉSAR VALLEJO**

**FACULTAD DE INGENIERÍA Y ARQUITECTURA  
ESCUELA PROFESIONAL DE INGENIERÍA CIVIL**

**Mejoramiento de Propiedades Físico-Mecánicas del  
Concreto  $f'c = 210 \text{ kg/cm}^2$  con adición de vidrio y caucho  
reciclado, Lima – 2022**

**TESIS PARA OBTENER EL TÍTULO PROFESIONAL DE:  
Ingeniero Civil**

**AUTOR:**

Mundaca Zavaleta, Eyser Yomar ([orcid.org/0000-0002-2964-0496](https://orcid.org/0000-0002-2964-0496))

**ASESORA:**

Dra. Arriola Moscoso, Cecilia ([orcid.org/0000-0003-2497-294X](https://orcid.org/0000-0003-2497-294X))

**LÍNEA DE INVESTIGACIÓN:**

Diseño Sísmico y Estructural

**LÍNEA DE RESPONSABILIDAD SOCIAL UNIVERSITARIA:**

Desarrollo sostenible y adaptación al cambio climático

**LIMA – PERÚ**

**2022**

## **Dedicatoria**

Dedico este trabajo de investigación a Dios, a mis padres Wilmer Mundaca Mundaca, Luz Nora Zavaleta Medina, a mis hermanos y a toda mi familia por confiar plenamente siempre en mí, quienes durante todos estos años han sido el motivo para poder lograr realizar y alcanzar mis metas, ellos son los principales motivadores y formadores de la persona que soy hoy en día y agradecer a todas las personas que estuvieron con sus buenos consejos y deseos.

## **Agradecimiento**

Agradezco a Dios por darme una maravillosa familia, por mostrarme el camino que nunca debo rendirme, a la Universidad Cesar Vallejo de la facultad de Ingeniería Civil, luego de años de esfuerzo, sacrificio y dedicación, a la Dra. Cecilia Arriola Moscoso por brindarme sus enseñanzas, experiencia y haberme ayudado durante todo el proceso de este trabajo de investigación y a todos los docentes quienes fueron parte durante mi formación como Ingeniero Civil, como también a mis compañeros con quienes compartimos nuestras experiencias dentro como también fuera de la universidad convirtiéndose en hermanos para toda la vida.

## Índice de contenido

Dedicatoria .....	ii
Agradecimiento .....	iii
Índice de tablas .....	v
Índice de figuras .....	vi
Resumen .....	vii
Abstract .....	viii
I. INTRODUCCIÓN .....	1
II. MARCO TEÓRICO .....	4
III. METODOLOGÍA .....	20
3.1. Tipo y diseño de investigación .....	20
3.2. Variables y operacionalización .....	21
3.3. Población, muestra y muestreo .....	21
3.4. Técnicas e instrumentos de recolección de datos .....	25
3.5. Procedimientos .....	27
3.7. Aspectos éticos .....	28
IV. RESULTADOS .....	29
V. DISCUSIÓN .....	58
VI. CONCLUSIONES .....	61
VII. RECOMENDACIONES .....	63
REFERENCIAS .....	64
ANEXOS .....	69

## Índice de tablas

Tabla 1. Tipos de vidrio .....	12
Tabla 2. Normas para los ensayos de resistencia a compresión .....	15
Tabla 3. Normas para los ensayos de resistencia a flexión .....	16
Tabla 4. Normas para el ensayo del revenimiento .....	17
Tabla 5. Normas para el ensayo de la Densidad.....	18
Tabla 6. Capacidad de recipientes y tamaños de agregado a utilizar .....	19
Tabla 7. Ensayos para determinar la densidad y revenimiento del concreto .....	22
Tabla 8. Ensayos de resistencia a la compresión .....	22
Tabla 9. Ensayos de resistencia a la flexión .....	23
Tabla 10. Resumen total de muestras para ensayos por dimensión.....	24
Tabla 11. Instrumentos y técnicas de recopilación de datos .....	25
Tabla 12. Escala del coeficiente Kappa .....	26
Tabla 13. Resultados Granulométricos del Agregado Grueso .....	31
Tabla 14. Peso Unitario del Agregado Grueso .....	32
Tabla 15. Peso Específico y Absorción del Agregado Grueso .....	33
Tabla 16. Contenido de Humedad del Agregado Grueso.....	33
Tabla 17. Resultados Granulométricos del Agregado Fino .....	34
Tabla 18. Peso Unitario del Agregado Fino.....	35
Tabla 19. Peso Específico y Absorción del Agregado Fino.....	36
Tabla 20. Contenido de Humedad del Agregado Fino .....	36
Tabla 21. Diseño de mezcla patrón.....	37
Tabla 22. Diseño de mezcla con 5% de vidrio y caucho reciclado .....	39
Tabla 23. Diseño de mezcla con 10% de vidrio y caucho reciclado .....	40
Tabla 24. Diseño de mezcla con 15% de vidrio y caucho reciclado .....	41
Tabla 25. Resultado de peso específico del vidrio reciclado .....	43
Tabla 26. Resultados de peso específico de caucho reciclado .....	44
Tabla 27. Resultados del peso específico de la mezcla.....	45
Tabla 28. Revenimiento del concreto (NTP 339.035).....	46
Tabla 29. Densidad del concreto (NTP 339.46) .....	48
Tabla 30. Resumen de Resistencia a la Compresión.....	49
Tabla 31. Resistencia a Flexión .....	52

## Índice de figuras

Figura 1. Fibras de caucho.....	13
Figura 2. Caucho como material constructivo .....	13
Figura 3. Ensayo de la resistencia a compresión .....	15
Figura 4. Ensayo de la resistencia a flexión .....	16
Figura 5. Ensayo del Revenimiento.....	18
Figura 6. Mapa político del Perú.....	29
Figura 7. Mapa político del departamento de Lima .....	29
Figura 8. Mapa del distrito de San Miguel .....	30
Figura 9. Granulometría del Agregado Grueso .....	31
Figura 10. Granulometría del Agregado Fino .....	34
Figura 11. Preparación de mezcla patrón .....	37
Figura 12. Preparación de mezcla con 5% de vidrio y caucho reciclado.....	38
Figura 13. Preparación de mezcla con 10% de vidrio y caucho reciclado.....	39
Figura 14. Preparación de mezcla con 15% de vidrio y caucho reciclado.....	40
Figura 15. Agregado grueso y agregado fino .....	42
Figura 16. Obtención de vidrio reciclado .....	42
Figura 17. Obtención de caucho reciclado .....	43
Figura 18. Ensayo de Peso Específico de Vidrio y Caucho Reciclado.....	44
Figura 19. Peso específico de la mezcla .....	45
Figura 20. Revenimiento del concreto con el cono de ABRANS.....	46
Figura 21. Revenimiento del concreto.....	47
Figura 22. Densidad del concreto.....	47
Figura 23. Resultados de densidad del concreto .....	48
Figura 24. Ensayo de Resistencia a Compresión.....	49
Figura 25. Resistencia a Compresión .....	50
Figura 26. Resistencia a la compresión a los 28 días .....	51
Figura 27. Ensayo de la Resistencia a Flexión.....	52
Figura 28. Resistencia a Flexión .....	53

## Resumen

Uno de los temas más apremiantes actualmente son las viviendas autoconstruidas, las cuales presentan agrietamientos, entre otras fallas estructurales exponiendo la vida de las personas, este problema se debe al inadecuado proceso constructivo. El presente estudio tiene como objetivo, analizar las propiedades físico-mecánicas del concreto  $f'c = 210 \text{ kg/cm}^2$  con adición de vidrio y caucho reciclado (VCR), buscando promover la utilización de nuevas alternativas con el fin de mejorar sus propiedades del concreto, el desarrollo se inició con la obtención del material reciclado, siendo el vidrio a través de botellas y el caucho mediante neumáticos, para luego elaborar los diseños de mezcla y poder determinar sus características físicas y mecánicas del concreto. Esta investigación es de tipo aplicada, enfoque cuantitativo, diseño experimental – cuasi experimental y de nivel correlativo, su población son todos los concretos de diseño  $f'c = 210 \text{ kg/cm}^2$  con adición de VCR, con una muestra de 36 especímenes cilíndricos y 12 vigas prismáticas con adición de 0%, 5%, 10% y 15% de VCR para ser ensayadas en laboratorio y determinar sus propiedades físico-mecánicas. Concluyendo que los resultados más óptimos se alcanzaron con la adición de 5% y 15% de vidrio y caucho reciclado, ya que mejoró su revenimiento e incremento su densidad del concreto en estado fresco, respecto a las propiedades mecánicas, el contenido óptimo se logró con dosificación de 5% de VCR, donde la resistencia a compresión logró incrementar un 4.23% y su resistencia a flexión incremento 6.01% respecto a la mezcla patrón a los 28 días.

Palabras clave: Concreto, vidrio, caucho, compresión, flexión.

## Abstract

One of the most pressing issues currently are self-built homes, which present cracks, among other structural failures exposing people's lives, this problem is due to the inadequate construction process. The objective of this study is to analyze the physical-mechanical properties of concrete  $f_c = 210 \text{ kg/cm}^2$  with the addition of glass and recycled rubber (VCR), seeking to promote the use of new alternatives in order to improve its concrete properties. , the development began with the obtaining of the recycled material, being the glass through bottles and the rubber through tires, to later elaborate the mix designs and to be able to determine its physical and mechanical characteristics of the concrete. This research is of an applied type, quantitative approach, experimental design - quasi-experimental and correlative level, its population are all the design concretes  $f_c = 210 \text{ kg/cm}^2$  with the addition of VCR, with a sample of 36 cylindrical specimens and 12 Prismatic beams with the addition of 0%, 5%, 10% and 15% of VCR to be tested in the laboratory and determine their physical-mechanical properties. Concluding that the most optimal results were achieved with the addition of 5% and 15% of glass and recycled rubber, since it improved its slump and increased its density of concrete in the fresh state, with respect to mechanical properties, the optimal content was achieved with dosage of 5% of VCR, where the resistance to compression managed to increase by 4.23% and its resistance to flexion increased by 6.01% with respect to the standard mixture at 28 days.

Keywords: Concrete, glass, rubber, compression, bending.

## I. INTRODUCCIÓN

El concreto a nivel mundial se considera el material de construcción más usado en consecuencia, su necesidad de producción está aumentando, esto indica mayor trabajo en el desarrollo y la utilización de nuestro patrimonio en el proceso de su producción. Así mismo, tenemos el procedimiento de fabricación del cemento, esto requiere de grandes cantidades de energía (a menudo derivada de fuentes no renovables), lo que genera emisiones que, si no se tratan, pueden ocasionar la degradación ambiental. La industria siempre está buscando formas de mejorar, por lo que está comenzando a considerar el uso de otros materiales en la mezcla, como chatarra de varios y Caucho (Vargas, 2015, parr. 2).

Actualmente se han encontrado diversos materiales en la industria de la construcción en el Perú, esto con el fin de mejorar su resistencia del hormigón, además, existe diversos materiales que se están adicionando en proporciones importantes en reemplazo de los agregados en el concreto tradicional, pero la mayoría son nocivos y contaminantes, siendo de un elevado costo. Por esta razón, se sugiere utilizar vidrio reciclado siendo uno de los diversos materiales más importantes para la contribución del medio ambiente, debido que tarda 400 años en descomponerse, en los tipos de vidrio el 90% que lo conforman es el vidrio sodocálcico siendo el tipo de vidrio más utilizado, entre estos disponemos de botellas, vitrinas, escaparantes, entre otros (Bautista, 2021, parr. 1)

En nuestro distrito, las casas construidas sin el diseño profesional poseen deficiencia estructural como; agrietamiento, fisuramiento y demás fallas estructurales causado por una variedad de factores, siendo estos la deficiente proporcionalidad del hormigón, agregado inadecuado y la ausencia del equipo especialista en construcción. Por lo tanto, el objetivo es mejorar su trabajabilidad, densidad y su resistencia añadiendo material reciclado (vidrio y caucho), ya que la estructura se debilita y acorta su vida útil sin ser prevenidas a tiempo.

En consecuencia, a la problemática de esta investigación se plantea el problema general: ¿de qué manera influye la adición de vidrio y caucho reciclado en las propiedades físicas y mecánicas del concreto  $f'c = 210 \text{ kg/cm}^2$ , Lima - 2022? Así mismo, se planteó problemas específicos como: ¿en cuánto influye la adición de vidrio y caucho reciclado en las propiedades físicas del concreto  $f'c = 210$

kg/cm<sup>2</sup>, Lima - 2022?, ¿en cuánto influye la adición de vidrio y caucho reciclado en la resistencia a la compresión del concreto  $f'c = 210$  kg/cm<sup>2</sup>, Lima - 2022?, ¿en cuánto influye la adición de vidrio y caucho reciclado en la resistencia a la flexión del concreto  $f'c = 210$  kg/cm<sup>2</sup>, Lima - 2022?

Esta investigación se justifica a través de: justificación técnica, agregar vidrio y caucho reciclado en mezclas de concretos  $f'c = 210$  kg/cm<sup>2</sup>, reemplazando un determinado porcentaje de arena gruesa, mejorando sus propiedades físico-mecánicas según requerimientos decretados por la norma técnica peruana (NTP), la utilización del vidrio concientiza a los profesionales de ingeniería la beneficiosa reutilización de los residuos. Así mismo, existe la justificación práctica, el aumento de la población favorece el reciclaje de materiales tales como el vidrio y el caucho pudiéndose reutilizar para diversos procesos, contribuyendo a reducir la contaminación del medio ambiente con la creación de otros productos a bajo costo de insumos.

En la justificación social, esto condujo a mejoramientos estructurales de las casas en el distrito de San Miguel mediante la adición de material reciclado (vidrio y caucho), disminuyendo el agrietamiento y fisuras entre otros. Así mismo, cuenta con una justificación metodológica por ser una investigación experimental siendo adecuado si su objetivo es analizar contenidos nuevos o pocos investigados.

El objetivo general que se plantea en esta investigación es, analizar las propiedades físico-mecánicas del concreto  $f'c = 210$  kg/cm<sup>2</sup> con adición de vidrio y caucho reciclado, Lima - 2022. Así mismo tenemos los siguientes objetivos específicos; determinar las propiedades físicas del concreto  $f'c = 210$  kg/cm<sup>2</sup> con adición de vidrio y caucho reciclado, Lima - 2022; determinar la resistencia a la compresión del concreto  $f'c = 210$  kg/cm<sup>2</sup> con adición de vidrio y caucho reciclado, Lima - 2022; determinar la resistencia a la flexión del concreto  $f'c = 210$  kg/cm<sup>2</sup> con adición de vidrio y caucho reciclado, Lima - 2022.

Las hipótesis planteadas para esta investigación son las siguientes: Hipótesis general, La adición de vidrio y caucho reciclado mejora las propiedades físico-mecánicas del concreto  $f'c = 210$  kg/cm<sup>2</sup>, Lima - 2022. Así mismo se plantean las siguientes hipótesis específicas: Hipótesis específicas, la adición de vidrio y caucho reciclado, mejora las propiedades físicas del concreto  $f'c = 210$  kg/cm<sup>2</sup>, Lima - 2022; la adición de vidrio y caucho reciclado mejora la resistencia a la compresión

del concreto  $f'c = 210 \text{ kg/cm}^2$ , Lima - 2022; la adición de vidrio y caucho reciclado mejora la resistencia a la flexión del concreto  $f'c = 210 \text{ kg/cm}^2$ , Lima - 2022.

## II. MARCO TEÓRICO

Como antecedentes nacionales en esta investigación, Quispe (2020), planteó como objetivo general, estudiar si la adición de vidrio reciclado mejora sus cualidades físicas y mecánicas de hormigones  $f'c = 210 \text{ kg/cm}^2$  para una losa aligerada, Lima–2020, su estudio que realizó fue aplicado y experimentado. Su población estaba conformada por todos los hormigones de  $f'c = 210 \text{ kg/cm}^2$  para losas aligeras en lima, teniendo como muestra a 72 especímenes cilíndricos y 12 vigas prismáticas, adicionando 0%, 15%, 25%, y 40% de vidrio reciclado, los más aplicables fueron de 15% y 25%, las herramientas que utilizó fueron formatos en base la norma técnica peruana y el ACI 211, concluyendo que la adición de vidrio reciclado en 15% y 25% reemplazando la arena, mejoró las características físicas y mecánicas del hormigón  $f'c = 210 \text{ kg/cm}^2$ , incrementando en un 9% en resistencia a compresión, 3% a flexión, 8.6% a tracción, su trabajabilidad, disminución de su densidad y su contenido de aire.

Codina (2018), su objetivo principal, definir la resistencia a compresión del hormigón  $f'c = 210 \text{ kg/cm}^2$  reemplazando 5% y 10% de vidrio molido reciclado por agregado fino, teniendo como investigación de tipo aplicada y experimentada, siendo su población probetas de hormigón de  $f'c = 210 \text{ kg/cm}^2$  y sus muestras de estudio estaba conformada por 27 probetas de concreto de  $f'c = 210 \text{ kg/cm}^2$  de las cuales 9 probetas con 0%, 9 probetas con 5% y 9 probetas con 10% de vidrio reciclado, los instrumentos usados en su investigación fueron fichas técnicas, ensayos de estudio para granulometría de áridos, gravedad específica y peso unitario de áridos (gruesos y finos), añadiendo vidrio molido. Concluyendo que las muestras experimentadas a las edades de 7, 14 y 28 días reemplazando los agregados por el vidrio reciclado en porcentaje de 10%, siendo este porcentaje el que posee mejor resistencia a sus 28 días de edad con una resistencia de  $335.67 \text{ kg/cm}^2$ .

Flores y Águila (2018), tuvieron como objetivo general, determinar la influencia del reemplazo parcial de caucho reciclado como agregado en la resistencia a la compresión del hormigón  $210 \text{ kg/cm}^2$  para estructuras de albañilería confinada, lima – 2018, siendo su investigación de tipo aplicada y cuasiexperimental, su población formada por 36 especímenes de hormigón y sus

muestras siendo 36 especímenes de hormigón adicionando caucho en dosificaciones de 5%, 10%, y 15% que serán probados a los 14 y 28 días calendarios, los instrumentos utilizados para esta investigación fueron diversos formatos para la recolección de datos, fichas para granulometría del agregado, módulo de finesa, contenido de humedad de los agregados, absorción, peso unitario tanto suelto como compactado, peso específico, así como fichas para resistencias mecánicas. Finalmente concluyeron que en los porcentajes estudiados de 5%, 10% y 15% de adición de caucho no superan al hormigón tradicional con relación a su resistencia, pero logran mantener su resistencia en obras de albañilerías confinadas.

Seguidamente los antecedentes internacionales como Peñafiel (2016), teniendo como objetivo general, analizar la resistencia a la compresión de especímenes cilíndricos dosificados de hormigón de  $f'c = 210 \text{ kg/cm}^2$  utilizando vidrio reciclado triturado en reemplazo del agregado fino cuyo estudio de tipo aplicado y de diseño experimental, para este estudio su población estuvo conformada por probetas cilíndricas de concreto que serán probados a los 7, 14 y 28 días calendarios mediante ensayos a compresión, los porcentajes de dosificación de vidrio reemplazando arena fueron de 10%, 20%, 30% y 40%, porcentaje óptimo de vidrio molido en reemplazo parcial de la arena es el 40%, teniendo como resultado un concreto óptimo bajo la resistencia a compresión a los 7 días, también revela que cuanto mayor es la dosificación del vidrio en el hormigón, posee menor capacidad de resistencia a carga externa, pero a los 14 y 28 días de edad el porcentaje de vidrio opacado en reemplazó de arena es de 40%, se concluyó que utilizando vidrio opacado reciclado reemplazando arena en el hormigón con características estandarizadas, mejoraría sus cualidades del concreto respecto a la absorción de humedad y a compresión.

Almeida y Trujillo (2017), plantearon como objetivo general evaluar principios de construcciones sostenibles usando vidrio triturado en la producción de concretos, investigación de carácter aplicada y experimental, teniendo una población infinita, se elaboraron 9 probetas con 0% de vidrio, 9 para 30%, 9 para 32%, 9 para 34%, 9 para 36%, 9 para 38% y 9 probetas para 40% adicionando vidrio triturado sumando 63 probetas de concreto, las cuales se estudió el esfuerzo a compresión en un hormigón  $210 \text{ kg/cm}^2$  en edades de 7, 14 y 28 días, para luego

hacer la comparación del concreto típico añadiendo vidrio, llegando a una conclusión que de todas las dosificaciones propuestas la más óptima es la de 36% llegando a una resistencia de 210 kg/cm<sup>2</sup> a los 7 días de edad, mejorando su trabajabilidad, además el concreto incrementa su resistencia al aumentar la edad del hormigón.

Estrada (2016), en su investigación realizó la evaluación de influencia del caucho obtenido mediante llantas usadas en reemplazo por agregado fino, para añadir cualidades al concreto, determinando sus características físicas y mecánicas mediante pruebas en laboratorio, siendo una investigación de método aplicado y experimental, en sus muestras realizó probetas de concreto para medir su rigidez a compresión y el esfuerzo a la flexión como también para determinar sus cualidades físicas reemplazando agregado fino por llantas usadas trituradas, en porcentajes de 5%, 10%, y 15%, luego comparo con el concreto referencial concluyendo que el concreto reduce su densidad añadiendo caucho en diversos porcentajes, así mismo altera sus propiedades en proporción a su dosificación de caucho añadido, disminuyendo añadiendo partículas gruesas.

Los antecedentes en otros idiomas como Adaway y Wang (2015), tuvieron como estudio vidrio reciclado reemplazando el agregado fino del hormigón para estructuras y sus efectos en la resistencia a compresión, propone la reutilización de vidrio en hormigón estructural reemplazando a la arena, determinando la resistencia a la compresión con adición de vidrio, los cuales se analizó tres muestras de hormigón en las edades de 7 y 28 días, reemplazando en dosificaciones de vidrio de 15%, 20%, 25%, 30% y 40%, teniendo como resultados en términos de trabajabilidad se midió mediante el asentamiento con relación a las densidades frescas y secas logrando obtener resultados apreciables en un porcentaje de 40% reemplazando vidrio reciclado, generando variaciones en 2% 2.4% con relación a densidades, frescas como también en las densidades secas comparando con el hormigón referencial, su calidad a la compresión luego de los 28 días, llego a un 47.2 mpa con relación al 40% adicionando vidrio reciclado, disminuyendo 16% respecto al hormigón referencial, concluyeron que el remplazo óptimo de vidrio para mejorar su resistencia a compresión es de dosificación 30%, disminuyendo su revenimiento pero estando dentro de los rangos establecidos.

Haolin (2015), Su propósito fue introducir nuevos materiales de concreto tales como cauchos reciclados mediante llantas que ya están en desuso utilizándolo como agregado a menores costos, logrando protección ambiental, mejorando su resistencia del concreto añadiendo caucho en las construcciones, de método aplicada y cuasi experimental, su población conformada por probetas en forma cilíndrico de concreto con dosificaciones de 0% a 100% reemplazando al agregado grueso y para reemplazar a los agregados finos las dosificaciones fueron de 0% a 40%, sus ensayos que realizó fueron para determinar permeabilidad del agua y el soporte a compresión, etc. En estos estudios que realizó, especialmente en el caso del hormigón débil, se observó un efecto positivo añadiendo caucho reciclado al concreto, mejorando su resistencia, rendimiento, capacidades amortiguadoras, mayor ciclo de vida, etc. Concluyeron que es más óptimo reemplazar caucho reciclado por agregado grueso, ya que al reemplazando caucho reciclado por agregado fino en un porcentaje de 20% disminuye su resistencia a compresión en el concreto.

Ulloa y Vivián (2018), Su objetivo fue incorporar dos tipos diferentes de agregados reciclados, agregado de concreto triturado y agregado de ladrillo cerámico, el primero compuesto por construcción y demolición, de la ciudad de Bogotá – Colombia, su metodología que utilizó fue experimental, teniendo como finalidad ensayar el desempeño de permeabilidad en hormigones, resistencia a compresión, flexión ensayados en vigas de concreto, sus resultados obtenidos mediante este concreto se dan por el uso de árido de 1/2" y 3/8" además, las mezclas realizadas tenían estandarizados ensayos que garanticen su calidad en la permeabilidad del hormigón, contenido de vacíos, densidad, módulo de ruptura y resistencia a compresión, a la edad de 28 días, este hormigón mostro resistencia a la compresión y MR alcanzando un 2,14 mpa y 5,79 mpa con respecto al hormigón convencional, concluyendo que los porcentajes especificados alcanzaron y superaron, con permeabilidad magnética de 24,79 mm/s encontrándose dentro de la norma ACI.

Los artículos de esta investigación según Brito, Pontes y Serpa (2015), en su artículo científico "Hormigón elaborado con áridos de vidrio reciclado: prestaciones mecánicas", su objetivo de su estudio, analizar las propiedades mecánicas del hormigón adicionando dosificaciones en 0.5%, 0.10%, y 0.20% de

vidrio, reemplazando a los agregados y evaluar cómo afecta la granulometría de los agregados en sus características del concreto, han concluido considerando a los agregados finos como el material más óptimo, ya que mejora su resistencia a compresión a diferencia del agregado grueso, además mejorando el ensayo al desgaste de hormigón agregando vidrio grueso, de acuerdo a las normas es factible la adición de vidrio reciclado para la elaboración de hormigón.

Bueno (2017), en su artículo tuvieron como objetivo analizar el concreto permeable como sistema alternativo para el drenaje y captación de contenido pluvial, su método es de tipo Experimental, en sus resultados obtenidos el revenimiento fue de 1.7cm, ayudándoles en la trabajabilidad y calidad, así mismo adicionaron el aditivo sikament100 mx, con el fin de menorar el volumen de agua usada en la mezcla logrando mejorar la trabajabilidad del hormigón, además su contenido de vacío fue de 15%, su relación de agua cemento fue 0.35, usaron un agregado grueso de 3/8", no usaron agregado fino, hicieron 6 ensayos para la compresión a los 28 días de vida, dado que todos los ensayos fueron hechos con la misma dosificación, teniendo como resultados 322.73, 241.86, 332.70, 288.97, 279.66 y 188.97 kg/cm<sup>2</sup>, su permeabilidad fue 0.41 cm/seg, concluyeron que ese resultado fue a causa que no se varillo ni se golpeó para desechar el aire, además percibieron que los agregados estaban de forma porosa y permeable pero al realizarse una apropiada mezcla su resistencia puede mejorar.

Sedlmajer, Zach y Jiri (2016), en su artículo científico "Propiedades del hormigón ligero fabricado con árido procedente de vidrio reciclado", lo cual su objetivo general fue analizar sus cualidades principales del concreto, elaborado a través de agregado liviano tales como vidrios reciclados, con el propósito de determinar sus cualidades principales del hormigón, estos ensayos se realizaron con la finalidad de establecer sus densidades en estado fresco y en el caso del hormigón endurecido se estableció los valores a compresión. Finalmente concluyeron, con la utilización del vidrio reciclado se mejoran sus cualidades de aislamiento térmico como también sus características mecánicas, pero disminuye su densidad, estos concretos pueden emplearse en una estructura abierta tales como, edificaciones, capa de aislamientos térmicos y de esta manera también aportando a la protección del ambiental.

La teoría relacionada a la Variable Independiente: Material reciclado (vidrio y caucho), La reutilización de algunos materiales desechados, han sido estudiados en diferentes países del mundo con el propósito de reutilizarlos como agregados en las mezclas de los concretos en reemplazo de agregado grueso y agregado fino, ya que en los últimos años se ha incrementado su producción de manera considerable. Por esta razón, se han realizado diversas investigaciones estudiando la adición de materiales reciclados en la preparación del concreto siendo estos: Vidrio, piedra triturada, astillas de madera, fibra de polipropileno, bagazo, caucho, entre otros y así mejorando sus propiedades del hormigón, reduciendo su costo y protegiendo al medio ambiente (Poveda, Granja, Hidalgo, 2015, par. 1).

El vidrio, compuesto generalmente por sílices, de una gran resistencia a compresión, resistente al desgaste como también resistente a corrosión, siendo un material transparente caracterizado principalmente por su dureza y quebradizo (RNE, 2016 p. 17). El Vidrio reciclado como agregado del hormigón mejora sus propiedades denominándolo concreto sostenible, ya que con la reutilización del mismo ayuda a reducir el deterioro ambiental (Loayza y Meléndez, 2020, p. 12). La forma adecuada de reciclar el material antes mencionado es encontrar los productos en botellas para su almacenamiento, luego colocarlos en contenedores de reciclaje y reducir la contaminación ambiental, este material posee una dureza considerable por esta razón, al momento de agregar al concreto deberá ser molido al tamaño deseado (Raju y Kumar, 2014, p. 422). Los vidrios para agregado del concreto se obtienen a través de vasos de refrescos, cerveza, vino, licores, cristalería doméstica, etc. reutilizando este material se mantendrá o mejorará las cualidades del concreto reduciendo el consumo energético. Tratamiento del vidrio, se debe limpiar y enjuagar la superficie del vidrio, pues la suciedad hace que pierda muchas de sus propiedades, entre ellas su capacidad de adherirse a superficies de otros materiales; Las partículas se eliminan con agua a alta presión o se pueden remojar en una solución de detergente y luego se enjuagan y se secan (Kottas, 2016, p.172). Beneficios, a consecuencia de la alta contaminación ambiental en los últimos años se ha visto en la necesidad de transformar algunos residuos sólidos como agregados del concreto incrementando su resistencia a la penetración de

cloruros y un mejor rendimiento del concreto, también permite ahorrar materiales y energía (Du y Tan, 2014, p. 468).

Caucho, en nuestro país se ha experimentado un crecimiento económico desde hace varios años, tanto en el sector minero como en el de la construcción, por lo que el volumen de residuos de caucho neumático ha ido en aumento desde la aparición del caucho vulcanizado y su desarrollo posterior en la elaboración de neumáticos que en los últimos 150 años se ha destacado en nuestras vidas por su utilidad. La producción de llantas comenzó en Perú hace 70 años, y hoy en día existen dos plantas industriales (Bazán, 2017, p. 11). Proceso para la obtención de fibras de caucho, el sistema tecnológico para la producción de hilos de caucho considerando como el desmontaje mecánico de neumáticos. El valor residual de desgaste de los neumáticos es un problema ambiental debido al aumento de los residuos sólidos de los neumáticos, por lo que el uso de un ligante de neumáticos (caucho vulcanizado con aditivos) en cualquier aplicación es un gran problema, las aplicaciones incluyen la separación mecánica a temperatura ambiente (corte, trituración y molienda) (Chimen y Ticona 2017). La limpieza es el proceso más importante en el reciclaje de neumáticos, por lo que es importante seguir sus procesos, para ello se utilizará agua, escobillones, entre otros elementos para el lavado de los neumáticos, después serán enjuagados y secados, cuando se obtiene una llanta limpia, se transfiere a la trituración mecánica (Chimen y Ticona, 2017, p. 5). El método más óptimo en el reciclaje de llantas es a través de las trituraciones mecánicas utilizadas en las plantas de reciclaje especializada, conteniendo molinos de rodillos de cuchillas afiladas para moler caucho. Antes de lijar, es necesario separar las partes metálicas con bandas magnéticas transparentes. Para retirar la parte textil se suelen aplicar correas o fuentes de vibración, lo que hace que se carguen los hilos, que luego se separan mediante tamices u otros mecanismos. El proceso se completa con la molienda de los copos pulverizados hasta obtener un polvo grueso y muy fino, el envasado y el pesaje (Águeda y otros, 2017, p. 8). Caucho como material de construcción, el caucho triturado durante la molienda de llantas en este caso se implementará como material auxiliar para reemplazar gran parte del agregado, por ello, para calcular la mezcla a utilizar en elemento de construcción, será otro material compuesto (Águeda, 2017, p. 19).

Los conceptos relacionados a la Variable Independiente, Para comprender el procedimiento en su elaboración y usos del hormigón en sus respectivas áreas, es fundamental reconocer sus propiedades y sus elementos que lo componen. El hormigón de acuerdo a la norma NTE. 060 define que, “El hormigón es una mezcla de materiales formada por, árido grueso, árido fino y agua. Dado que debe hacerse el análisis para que, se garanticen específicamente las proporciones. Además, el concreto se debe mezclar hasta que los materiales se distribuyan uniformemente. La batidora debe estar completamente descargada antes de volver a cargarla. En consecuencia, el concreto debe tener una dosificación y por lo tanto proporcionar un porcentaje mínimo de compresión resistente ( $f'c$ ), tal como están definidos los parámetros en la NTE correspondiente, cumpliendo también con los criterios de resistencia. El concreto debe fabricarse de tal manera que se minimice respuestas negativas ante las resistencias ( $f'c$ ), además establece que, “la resistencia de hormigones estructurales ( $f'c$ ) diseñados y fabricados en base a las normas deben ser menores a 17 Mpa (NTE, 2017, p. 458, 460). Estudios anteriores se han planteado la eficacia de utilizar materiales reciclados como sustitutos de los agregados en los concretos, siendo aplicados en base a la norma peruana de edificaciones para no alterar de manera negativa sus propiedades del concreto convencional, obteniendo respuestas económicas muy positivas y también contribuyendo a la protección del medio ambiente (Rivva, 2010, p. 78). Así mismo, En nuestro país el medio ambiente de calidad, depende de las acciones de todos sus habitantes debido a la situación de nuestro planeta actualmente, sabiendo que un gran número de nuestros recursos naturales son utilizados para la elaboración del concreto, siendo este un elemento primordial en los proyectos de construcción, por ello se estudia la implementación de materiales reciclados para mejorar sus propiedades típicas del concreto a un costo reducido (Walhoff, 2017, p. 13).

El vidrio es un material duro, frágil, resistente al desgaste, corrosión y siendo este transparente, elaborado principalmente por sílice, entre otros, estos son utilizados para ventanas, vitrinas, botellas, entre otros artículos (RNE 0.40, 2019, p. 3). Así mismo como tipos de vidrio tenemos a los vidrios sódicos compuestos principalmente por sílice, vidrios cálcicos los que proporcionan equilibrio químico, los vidrios silicios, cálcicos y sódicos son usados en la elaboración de los vidrios

planos, botellas y frascos siendo de colores oscuros por ser compuestos con materias que contienen hierro en porcentajes de 70% a 75% en sílice, 12% a 18% en sodio, 5% a 14% en calcio, 0.5% al 3% en aluminio, 0% a 4% en magnesio y 0% a 1% en potasio (Rojas, 2015, p. 14).

**Tabla 1.** *Tipos de vidrio*

<b>Tipos de Vidrios</b>	
Borosilicato	Se enfatiza su valor de la resistencia al choque térmico y/o ataque químico, siendo utilizado para fabricar utensilios de cocina.
Sodocálcico	Se caracteriza por una baja resistencia al choque térmico, siendo utilizado para manipular ventanas, contenedores, etc.
Plomo	Tiene un alto grado de refracción, siendo importante en las centrales nucleares en su funcionamiento.

Fuente: Elaboración Propia

El caucho es uno de los materiales que ha llegado al final de su vida útil y se recuperan a través de neumáticos en desuso que se reciclan mediante maquinarias trituradoras y poder reutilizarlas (Pérez y Arrieta, 2017, p. 38). Así mismo, el caucho reciclado puede tener diversos usos tales como para hormigones y en pavimentaciones, definidos como cámaras y neumáticos al finalizar su periodo de utilización, de tal manera que al reutilizar este material evitamos la propagación de la contaminación ambiental (Granados, 2017, p. 40).



*Figura 1.* Fibras de caucho

Fuente: (Pacheco, 2020)



*Figura 2.* Caucho como material constructivo

Fuente: (Pacheco, 2020)

Los conceptos relacionados a la Variable Dependiente, Las propiedades físico-mecánicas del concreto, es la facilidad que brinda en elaboraciones de mezclas de los concretos en cuanto al fraguado y acabado, es decir control efectivo, al momento de su elaboración de la mezcla, ya que puede causar segregación durante el transporte, instalación y acabado, debido a que el hormigón consiste en alguna forma de segregación de los componentes anteriores, su separación se realiza por una forma de división del agua tendiendo subir a las superficies de la masa debido a la acción capilar e incapacidad para retener partículas sólidas, ya que la mayoría del agua tiene tiempo para llegar a la superficie o bajo conjuntos

grandes (Rojas y Guzmán, 2015, p. 52). Propiedades mecánicas, siendo estas resistencias del hormigón a las que no se pueden evaluar en estado fresco, por lo que se realizan ensayos sobre muestras endurecidas, de diferentes edades (Abanto, 2013 p. 21). Propiedades físicas del hormigón son las propiedades que posee el hormigón antes de pasar a su estado sólido, que son las propiedades que tiene el hormigón cuando está en una pasta o mezcla, estos incluyen trabajabilidad, densidad, exudación, cohesión, segregación. Para cada uno de ellos, se realizan pruebas de laboratorio para determinar cuantificarlo en base a las normas estandarizadas (Gallegos y Guerrero, 2021, p. 19).

Resistencia a la compresión, siendo la calidad de precompresión calculada a partir de una prueba testigo estándar para concreto de 12" h por 6" de dm en una prensa hidráulica en la cual deberá colocarse la mezcla en moldes, el concreto debe endurecerse después de 24 horas de haber sido colocado por inmersión de agua hasta realizar la prueba. Para su procedimiento de prueba estándar, la edad requerida del núcleo de hormigón será a los 28 días calendario, requiere que la edad del núcleo de hormigón sea de 28 días, la resistencia a la compresión ( $f_c$ ) definiéndose como valor medio de su resistencia mínima de por lo menos dos especímenes específicos seleccionados del mismo grupo y de la misma edad (Harmsen, 2017, p. 21). El procedimiento de ensayo a la resistencia a la compresión está basado en aplicar cargas sobre secciones transversales de probetas cilíndricas o muestras tomadas del ensayo con núcleo de diamante, utilizando velocidad estándar de uso; La resistencia se determina a partir del valor promedio de muestras de 3 de 4" x 8", la resistencia especificada se determina dividiendo la carga más severa encontrada en la prueba por el área transversal de la probeta, los resultados de estos ensayos determinarán la calidad de sus resistencias, dosificaciones, mezclado y colocado del hormigón (NTP 339.034, 2015, p. 3).

Para poder determinar las características de la resistencia a compresión se utiliza la fórmula que se aprecia a continuación.

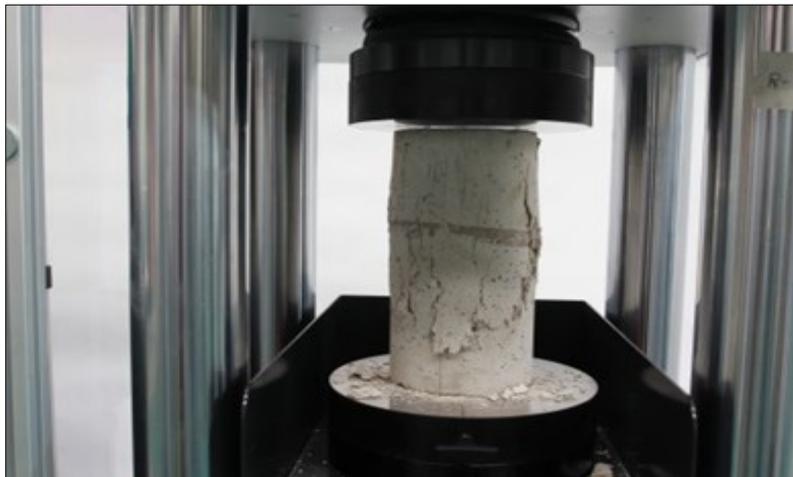
$$\sigma = \frac{2P}{\pi \cdot l \cdot d}$$

Siendo:  $\sigma$  = Resistencia a la compresión (kg/cm<sup>2</sup>), P = Carga máxima aplicada (kg), l = Longitud del cilindro (cm), d = Diámetro del cilindro (cm).

**Tabla 2.** Normas para los ensayos de resistencia a compresión

Ensayo	ASTM	NTP
Resistencia a compresión	C39	339.034

Fuente: Elaboración Propia



*Figura 3.* Ensayo de la resistencia a compresión

Fuente: (INC/CAPIHE, 2019)

Resistencia a la Flexión, son miembros verticales que soportan carga vertical y se usan comúnmente en el diseño de pavimento rígido, losas o vigas cuando el miembro estructural es horizontal. Siendo necesario el uso de resistencia a compresión como referencia para poder determinar la resistencia flexión, tomada como referencia experimental, además, estas fuerzas denominadas módulo de rotura para masas ordinarias de hormigón, el módulo es de menor porcentaje que al de carga axial del hormigón reemplado y se determina de acuerdo con la norma C 78 y se ensaya de acuerdo con la NTP, 339. 078. Resistencia a flexión, siendo una deficiencia al momento de soportar cargas, estas son ensayadas en vigas o

losas de hormigón no estructurales en secciones transversales (6x6x20”), determinados por resultados del método ASTM – C78 (punto completo al centro), estos resultados serán resistentes, para este ensayo se utiliza el siguiente método llamado módulo de rotura (Villarroel, 2020, p. 15).

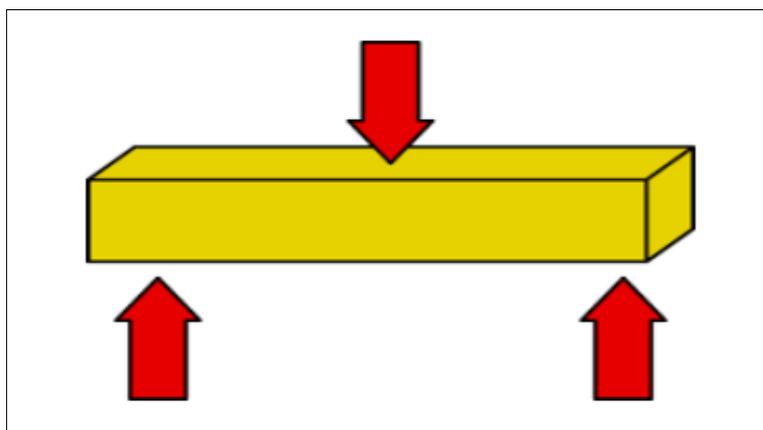
$$Mr = PL/bh^2$$

Donde  $Mr$  = módulo de elasticidad en falla,  $P$  = carga máxima de falla,  $L$  = distancia libre entre apoyos,  $b$  = ancho de equilibrio del espécimen desde el área de falla,  $h$  = altura del espécimen desde el área de falla, basándose a la norma E 060.

**Tabla 3.** Normas para los ensayos de resistencia a flexión

Ensayo	ASTM	NTP
Resistencia a flexión	C78	339.078

Fuente: Elaboración Propia



*Figura 4.* Ensayo de la resistencia a flexión

Fuente: (Torres, 2020)

Trabajabilidad, también conocido como revenimiento, es la idoneidad del concreto fresco para su preparación, transporte, instalación, compactación y acabado, es un procedimiento común de evaluación de su desempeño, se realiza mediante el ensayo de asentamiento a través del cono de abrams, siendo el método más famoso del mundo por su rapidez y sencillez (Sánchez, 2001, p. 111, 112). Para que el concreto tenga un buen revenimiento su sedimentación de agregados debe ser su tamaño 37.5 mm de dimensión, ya que de ser mayor los agregados los ensayos deberán realizarse removiendo el agregado de mayores tamaños, para estos ensayos de asentamiento se usaran herramientas como: Cono de Abrams, varilla compactadora, cucharones, instrumentos para medición, bandejas metálicas y cucharones metálicos, para el procedimiento de estos ensayos se deben humedecer los equipos utilizados antes de iniciar el ensayo también, para ello se debe colocar sobre de una tarima metálica al cono Abrams, para el llenado del hormigo se realizaran divididas en 3 capas en proporciones iguales, estas capas se compactaran con unas 25 varilladas espiraladas centralmente y la capa final será nivelada con una varilla lisa de 5/8" para la eliminación del exceso de hormigón, los conos serán levantados verticalmente y luego será medido su altura en posición invertido del cono de hormigón fresco para determinar el asentamiento, el slump es determinado tal como se aprecia en la figura 5.

**Tabla 4.** Normas para el ensayo del revenimiento

Ensayo	ASTM	NTP
Revenimiento	C143	339.035

Fuente: Elaboración propia

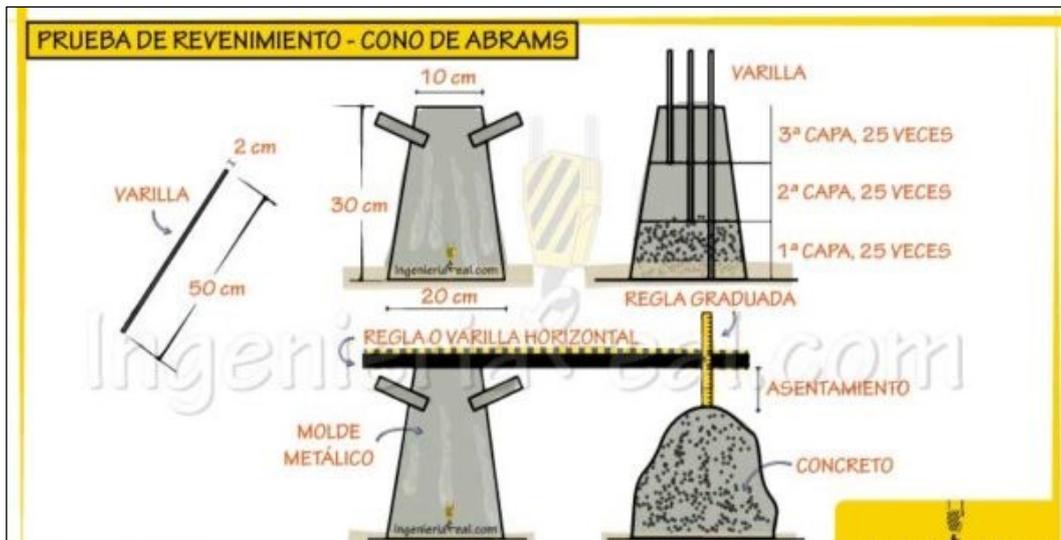


Figura 5. Ensayo del Revenimiento

Fuente: (Ingeniería Real, 2022)

Densidad, esta dependerá de los agregados que se emplea en el concreto, provenientes principalmente de las rocas, encontrándose relacionadas entre su volumen, masa y peso, para el proceso de elaboración del concreto hay que tener bastante cuidado al momento de emplear los agregados, ya que dentro de sus partículas puedan existir espacios o porosidades vacíos o parcialmente repletos, como también llenados de agua, dependiendo de la permeabilidad interna que poseen (Quevedo, 2017, p. p 67). La densidad, desde un punto de vista teórico, es una propiedad de los cuerpos para la cual se ha dado a conocer la relación entre su masa y la posición o espacio que ocupa. Para el concreto, la NTP, 339.046 nos muestra cómo evaluar y determinar la densidad del concreto (Gallegos y Guerrero, 2021, p. 21). La Tabla N°4, nos indica el molde a utilizar de acuerdo a los agregados gruesos a utilizar.

Tabla 5. Normas para el ensayo de la Densidad

Ensayo	ASTM	NTP
Densidad	C138	339.046

Fuente: Elaboración Propia

**Tabla 6.** *Capacidad de recipientes y tamaños de agregado a utilizar*

<b>Promedio máximo del agregado grueso</b>		<b>Capacidad del recipiente de medición</b>	
<b>(Pulg)</b>	<b>(mm)</b>	<b>(Pie<sup>3</sup>)</b>	<b>(L)</b>
1	25.0	0.2	6
1 ½	37.5	0.4	11
2	50	0.5	14
3	75	1	28
4 ½	112	2.5	70
6	150	3.5	100

Fuente: Elaboración Propia

### **III. METODOLOGÍA**

#### **3.1. Tipo y diseño de investigación**

##### **3.1.1 Tipo de investigación**

Se establece que las investigaciones aplicadas son caracterizadas por la presencia de intenciones inmediatas y prácticas generalmente aceptadas, por lo que buscan transformarse, modificarse o modificarse en busca de nuevas realidades, el cual se valen de teorías científicas (Carrasco, 2015, p. 43, 44). Para esta investigación se aplicó el de tipo aplicada, ya que el propósito de este estudio fue realizar un análisis comparativo entre el concreto tradicional añadiendo material reciclado (Vidrio y Caucho), en porcentajes de 5%, 10% y 15%, de manera que se realizará ensayos mostrando una mejora en sus características del concreto.

##### **Enfoque de investigación**

El análisis cuantitativo de una investigación mide, revela y divulga los objetivos a partir de sus observaciones, delinea los parámetros y enfoques que se pueden manipular. variables para explicar diferencias entre procedimientos estadísticos, para visualizar, probar y aplicar diversos diseños tanto, cortes transversales y longitudinales (Corona, 2016, p. 34). Este proyecto de investigación tiene como método cuantitativo, porque representan los datos recopilados, los resultados para probar y confirmar las hipótesis planteadas.

##### **3.1.2 diseño de investigación**

Los diseños de estudio influyen en realizarse acciones para después hacerse las observaciones respectivamente, estrictamente hablando implica la manipulación de la variable independiente para ver cómo afecta a la variable dependiente (Carrasco, 2015, p. 60). Este estudio investigativo tiene como diseño experimental, de tipo cuasi experimental, dado que se pueden manipular las variables, probándose al momento de realizar las muestras.

##### **El nivel de la investigación:**

El nivel correlativo está basado en el descubrimiento de la relación o el nivel de conexión entre las variables, además se basa en investigar el comportamiento de una variable en relación al comportamiento de otra variable relacionada (Hernández, 2010, p. 81). Basado a este concepto de Hernández, el nivel de esta investigación es el correlativo.

### **3.2. Variables y operacionalización**

Las variables muchas veces pueden ser conceptualizadas como elementos del problema de investigación, debido a los diversos atributos, propiedades como también sus características en el objeto de investigación (Carrasco, 2015, p. 219).

Variable independiente : Adición de material reciclado, (vidrio y caucho)

Variable dependiente : Propiedades físico-mecánicas del concreto

La variable Independiente tiene como dimensiones: Vidrio y caucho reciclado y para la variable dependiente se tiene como dimensiones: Propiedades físicas y las propiedades mecánicas, ver anexo 1.

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

#### **3.3.1 Población:**

La población lo conforma los diversos casos cuyos resultados siguen un conjunto de especificaciones probadas (Sampieri, 2017, p. 198). Para la presente investigación la población son todos los diseños de concreto  $f'c = 210 \text{ kg/cm}^2$ , con adición de vidrio y caucho reciclado.

#### **3.3.2 Muestra:**

Se están muestreando directamente en lugar de determinísticamente, ya que los componentes de las muestras se llevan a la misma altura para que se puedan muestrear (Otzen y Manterola, 2017, p. 5). Este proyecto consta de diseños de hormigón de  $f'c = 210 \text{ kg/cm}^2$ , con adición de vidrio y caucho reciclado además, 36 especímenes cilíndricos y 12 vigas prismáticas fabricadas en hormigón simple y hormigón con adición de 5%, 10% y 15% de vidrio y caucho reciclado, ya que se realizaron pruebas piloto sobre la mezcla de materiales y hormigón para identificar

sus propiedades físicas y mecánicas, lo cual para el primer ensayo se recrea 4 diseños de concreto adicionando 0%, 5%, 10%, 15% de vidrio y caucho reciclado, ver tabla 7. Para el segundo ensayo se recrea 36 especímenes de 20 cm de altura con un diámetro de 10 cm, en NTP 339.034 – 2017, ver tabla 8. Así mismo, para el tercer ensayo se recrea 12 vigas prismáticas con dimensiones 15 x 15 x 51, según la NTP 339.078 – 2017, ver tabla 9.

**Tabla 7. Ensayos para determinar la densidad y revenimiento del concreto**

<b>Diseño de concreto <math>f'c = 210 \text{ kg/cm}^2</math></b>	<b>Ensayos</b>	
Diseño de concreto $f'c = 210 \text{ kg/cm}^2$ (patrón 0%)	Revenimiento del concreto	Densidad del concreto
Diseño de concreto $f'c = 210 \text{ kg/cm}^2$ con 5% de vidrio y caucho reciclado		
Diseño de concreto $f'c = 210 \text{ kg/cm}^2$ con 10% de vidrio y caucho reciclado	(NTP 339.035) (ASTM - C143)	(NTP 339.046) (ASTM - C138)
Diseño de concreto $f'c = 210 \text{ kg/cm}^2$ con 15% de vidrio y caucho reciclado		

Fuente: Elaboración Propia

**Tabla 8. Ensayos de resistencia a la compresión**

<b>Muestras</b>	<b>Descripción</b>	<b>Edad del Concreto</b>			<b>Total</b>
		<b>7 días</b>	<b>14 días</b>	<b>28 días</b>	
M0 - C	Especímenes de concreto $f'c = 210 \text{ kg/cm}^2$	3	3	3	36

M1 - C	Especímenes de concreto $f_c = 210 \text{ kg/cm}^2$ , adicionando 5% de vidrio y caucho reciclado	3	3	3	
M2 - C	Especímenes de concreto $f_c = 210 \text{ kg/cm}^2$ , adicionando 10% de vidrio y caucho reciclado	3	3	3	
M3-C	Especímenes de concreto $f_c = 210 \text{ kg/cm}^2$ , adicionando 15% de vidrio y caucho reciclado.	3	3	3	

Fuente: Elaboración Propia

**Tabla 9.** *Ensayos de resistencia a la flexión*

Muestras	Descripción	Edad	Total
		28 días	
0 - F	Viga de concreto $f_c = 210 \text{ kg/cm}^2$	3	12
1 - F	Viga de concreto $f_c = 210 \text{ kg/cm}^2$ , adicionando 5% de vidrio y caucho reciclado	3	
2 - F	Viga de concreto $f_c = 210 \text{ kg/cm}^2$ , adicionando 10% de vidrio y caucho reciclado	3	
3 - F	Viga de concreto $f_c = 210 \text{ kg/cm}^2$ , adicionando 15% de vidrio y caucho reciclado.	3	

Fuente: Elaboración Propia

**Tabla 10. Resumen total de muestras para ensayos por dimensión**

<b>Total, de Ensayos según Dimensiones</b>				
<b>Ensayos de propiedades físicas del concreto</b>	<b>Diseños de concreto <math>f'c = 210 \text{ kg/cm}^2</math></b>			
	<b>Porcentajes de vidrio y caucho reciclado</b>			
Revenimiento del concreto NTP 339.035 / ASTM C143	0%	5%	10%	15%
Densidad del concreto NTP 339.046 / ASTM - C138				
<b>Ensayos de propiedades mecánicas del concreto</b>	<b>7 días (Especim.)</b>	<b>14 días (Especim.)</b>	<b>28 días (Especim.)</b>	<b>Total (Ensayos)</b>
Resistencia a compresión ( $\text{kg/cm}^2$ )	12	12	12	36
Resistencia a flexión ( $\text{kg/cm}^2$ )	-	-	12	12
<b>Total</b>	<b>36 especímenes cilíndricos y 12 vigas prismáticas.</b>			

Fuente: Elaboración Propia

### 3.3.3 Muestreo:

El muestreo no probabilístico, también es conocido como muestreo directo e implica un método de selección informal que utiliza varias encuestas cualitativas y cuantitativas (Bustamante, 2011, p. 10). Esta investigación es una muestra no probabilística de muestreo no probabilístico - muestreo intencionado, porque las muestras fueron enviadas de acuerdo a la norma técnica peruana (NTP) que establece que se requieren 3 muestras específicas a las edades de 7, 14, y 28 días, para el tipo de mezcla, esta fue justificada desde el conocimiento propio del investigador.

### 3.3.4 Unidad de análisis:

Especímenes cilíndricos y vigas prismáticas, Método de prueba para analizar sus características físicas y mecánicas. Allí se especifican los ensayos de rutina en obra, ya que esta es la condición para aceptar o rechazar la calidad original del producto siendo estos 36 especímenes cilíndricos para determinar la resistencia a compresión y 12 vigas prismáticas para determinar la resistencia a la flexión adicionándoles material reciclado, vidrio granular y caucho.

## 3.4. Técnicas e instrumentos de recolección de datos

### Técnicas

Esta, se realizó de acuerdo a una hipótesis de investigación, recolectando información relevante sobre el problema y las variables investigadas, esto significa organizar la recopilación detallada de los datos (Valderrama, 2019, p. 194). La técnica usada para este estudio es la técnica de observación directa que evalúa las cualidades del hormigón antes de probar las resistencias para compresión y flexión.

### Instrumentos de recolección de datos

Los instrumentos siendo material o herramientas, que utilizará un experto para recolectar y almacenar datos, obtenidos como resultado de la manipulación controlada de variables, por lo que estos instrumentos deben seleccionarse de manera consistente (Valderrama, 2019, p.195). La presente investigación desarrollo ensayos de laboratorio y utilizó formatos de recopilación de datos como protocolo de acuerdo con las reglas que definen como se realizaron estos patrones de prueba específicos y realizar un óptimo diseño de mezcla.

**Tabla 11.** *Instrumentos y técnicas de recopilación de datos*

Descripción	Técnicas	Instrumentos
Dosificación del material reciclado (vidrio granular y caucho)	Observación directa	Ficha de recolección de datos

Granulometría del material reciclado (vidrio granular y caucho)	Observación directa	Ficha de resultados del laboratorio (NTP 400.012)
Revenimiento del concreto	Observación directa	Ficha de resultado del laboratorio (NTP 339.035)
Densidad del concreto	Observación directa	Ficha de resultado del laboratorio (NTP 339.043)
Resistencia a compresión del concreto	Observación directa	Ficha de resultado del laboratorio (NTP 339.046)
Resistencia a flexión del concreto	Observación directa	Ficha de resultado del laboratorio (NTP 339.087)

Fuente: Elaboración Propia

### **Validez**

La validez será el nivel de los ensayos y fichas en las que serán medias sus características más importantes de la evaluación (Cárdena, Rendon y Aguilar, 2017, p. 1603). Para validar el uso de los instrumentos utilizados en esta investigación se tiene como respaldo a 3 ingenieros colegiados para su validación de estos, las cuales se realizó la validación de las siguientes fichas acorde a sus dimensiones. El Coeficiente Kappa de este proyecto de estudio es de 0.874948807, esto se interpreta que los instrumentos tienen una confiabilidad casi perfecta.

### **Tabla 12.** Escala del coeficiente Kappa

<b>Fuerza</b>	<b>Coefficiente Kappa</b>
Pobre	<0.00
Leve	0.00 – 0.20
Justa	0.21 – 0.40
Moderado	0.41 – 0.60
Sustancial	0.61 – 0.80
Casi Perfecta	0.81 – 1.00

Fuente: Elaboración Propia

### **Confiabilidad de los instrumentos**

La confiabilidad de los instrumentos para la medición, radica en el hecho que los resultados de las pruebas sean respectivamente uniformes requiriendo no difieran mucho, de lo contrario el instrumento sería poco fiable (Hernández, 2010, p. 200). La confiabilidad de este estudio está asegurada por expertos del laboratorio y los materiales están calibrados de acuerdo a las normas de cada ensayo, y además están respaldados por tres ingenieros expertos en este tema, para que los resultados sean confiables, adquiridos en los laboratorios.

### **3.5. Procedimientos**

Los procedimientos están especificados por etapas: 1- Etapa; Recolección de materiales de prueba, vidrio reciclado a través de botellas, vitrinas, plaquetas, ya sea, de domicilios, discotecas, plazas comerciales, calles, vertederos, etc. También se recolecto el caucho a través de neumáticos, una vez obtenido el material de partida de la muestra de material reciclado (vidrio granular y caucho), se realizó la limpieza y trituración y obtener los materiales requeridos. 2- Etapa; Ensayos en relación a los agregados, para ello se analizaron cualidades como, peso específico y absorción, granulometría, peso unitario en relación a los agregados y material reciclado (vidrio granular y caucho), de acuerdo a las respectivas normas con un procedimiento que garantiza resultados confiables. Luego se precedió a la preparación de la mezcla, según el método ACI-211, dado que se basa en obtener la relación entre la cantidad correcta de material en base a la resistencia diseñada,

para los ensayos se diseñaron un hormigón duradero de  $f' c = 210 \text{ kg/cm}^2$  empleado en un elemento estructural, adicionando material reciclado (vidrio granular y caucho) en porcentajes de 0%, 5%, 10% y 15%. 3- Etapa; Pruebas de simulación, en esta etapa se consideró el formato estandarizado para la recopilación de los datos, para luego realizar ensayos de concreto fresco como también, realizar el ensayo al concreto endurecido para poder determinar sus características físicas y mecánicas. 4- Etapa; Resultados, Después de los ensayos se recopilaron los porcentajes que se analizaron por el equipo controlador y experimentalista usando el programa Microsoft Excel, definiendo las hipótesis establecidas.

### **3.6. Método de análisis de datos**

Las características físico-mecánicas del agregado, tendrán que ser ensayados en laboratorios, siendo respaldados por las normas técnicas peruana, de acuerdo a los ensayos correspondientes para determinar el revenimiento del concreto, así como la densidad. Por esta razón, para comprobar las hipótesis se utilizó las fichas recolectoras de datos, como también los ensayos realizados en el laboratorio adecuándose a los objetivos establecidos (Serrano, 2012, p. 67). En esta investigación se tiene como enfoque cuantitativo ya que, propone una forma factible para comprender la validez utilizando el análisis y recopilación de datos informativos, porque de esta manera se pueden absolver diferentes incógnitas que surgen en este estudio y lográndose probar una hipótesis en consecuencia, el método de análisis de la presente investigación es de tipo estadístico descriptivo e inferencial.

### **3.7. Aspectos éticos**

Las ciencias éticas tienen diferentes formas de analizar el comportamiento humano y la ideología para utilizar los instrumentos adecuadas (Ramírez y Zwerg, 2012, p. 91). En condición de investigador se respetó los resultados de este proyecto de investigación realizando dichos ensayos, considerando la NTP, población, muestra, y la recopilación de datos actualizados, informando sobre los resultados de laboratorio en el caso de los ensayos, considerando también la Norma ISO 690 – 2 como también, respetando derechos de los autores.

## IV. RESULTADOS

### Descripción de la zona de estudio

#### Ubicación política

Este proyecto de investigación se desarrolló en el distrito de San Miguel, siendo uno de los cuarenta y tres distritos que conforma la provincia y departamento de Lima.



Figura 6. Mapa político del Perú  
Fuente: Mapa del Perú

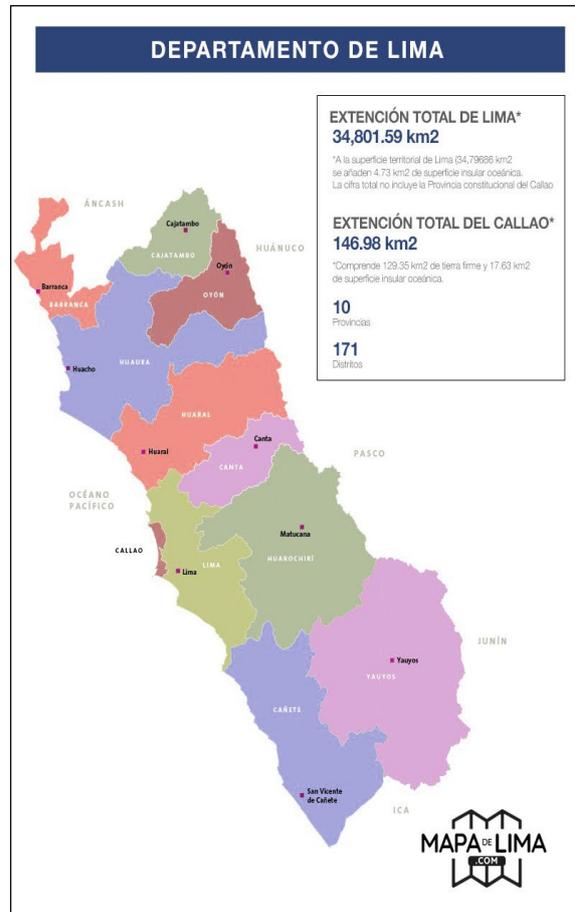


Figura 7. Mapa político del departamento de Lima  
Fuente: (Mapa de Lima, 2022).

#### Ubicación del proyecto

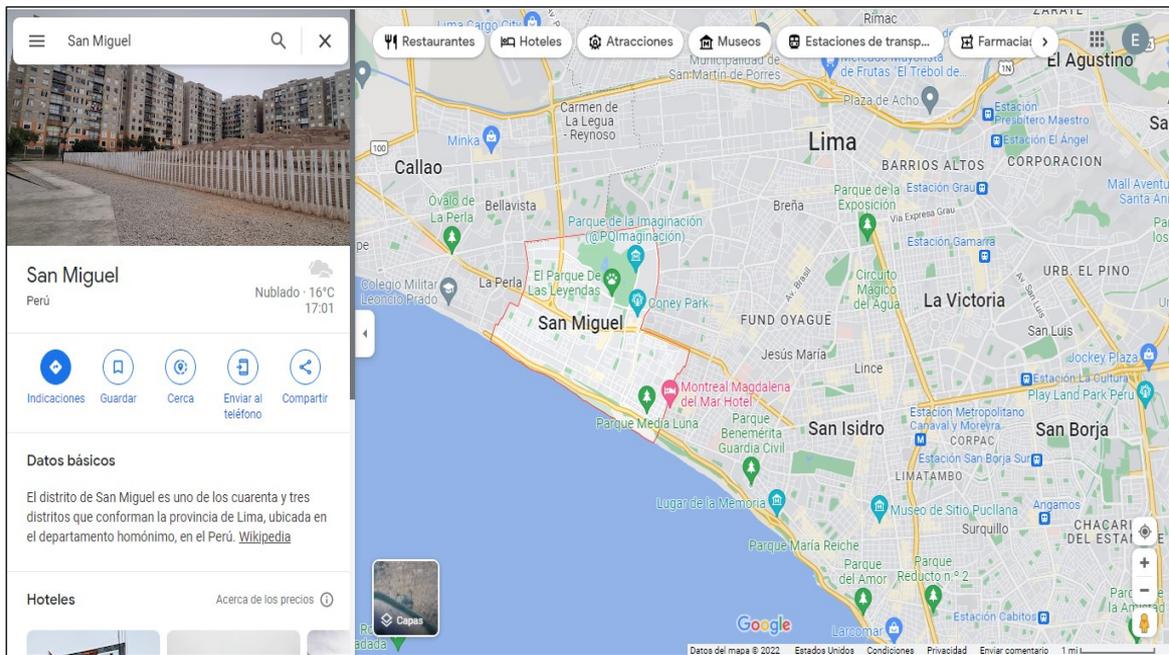


Figura 8. Mapa del distrito de San Miguel

Fuente: Google Maps.

### Limites

- Norte : Distrito de Bellavista y el distrito de Lima
- Sur : Océano Pacífico
- Este : Distrito de Pueblo Libre y el distrito de Magdalena del Mar
- Oeste : Distrito de la Perla

### Ubicación geográfica

El distrito de San Miguel presenta las siguientes coordenadas geográficas: Latitud Sur 12°, 5', 27" y Oeste 77°, 2', 5", ubicándose a una altitud de 45 m. s. n. m. Con una superficie de 10.72 km<sup>2</sup>. San Miguel cuenta con una población de 155, 384 habitantes según el último censo realizado en el 2017.

### Clima

Las zonas costeras son cálidas en verano, siendo templado, húmedo y con pocas lluvias en invierno, esto debido a la corriente fría de Humboldt a lo largo de la costa peruana, definiéndolo definitivamente casi sin lluvia, con una alta humedad llegando al 98%. En el distrito de San Miguel la temperatura anual promedio llega a los 18.02° C. En invierno la temperatura es de 13° C y en verano haciende a los 28° C.

## Trabajos Preliminares

### Ensayos Granulométricos de los Agregados (NTP 400.037, ASTM C-33)

Tabla 13. Resultados Granulométricos del Agregado Grueso

Tamiz		Material Retenido		(%) Acumulado		% Pasa
(Pulg)	(mm)	Peso (g)	(%)	Reten.	Pasa	Huso (NTP 1" - 3/8")
2 1/2"	63					
2"	50					
1 1/2"	37.5		0.0	0.0	100.0	100 - 100
1"	25	314	2.7	2.7	97.3	90 - 100
3/4"	19	4614.4	39.5	42.2	57.8	40 - 85
1/2"	12.5	4157	35.6	77.8	22.2	10 - 40
3/8"	9.5	852.2	7.3	85.1	14.9	0 - 15
N°4	4.75	1578.4	13.5	98.6	1.4	0 - 5
N°8	2.38	167.3	1.4	100.0	0.0	-
N°16	1.19					-
FONDO						
<b>P. total</b>		<b>11683.3 g</b>		<b>Tamiz</b>		<b>4.064</b>

Fuente: Elaboración Propia

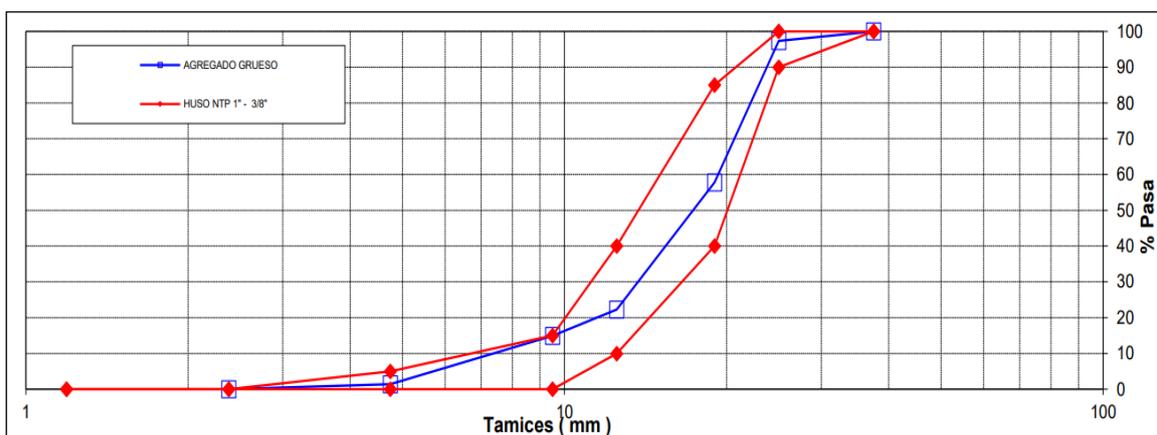


Figura 9. Granulometría del Agregado Grueso

Fuente: Elaboración Propia

La tabla 13 y la figura 9 muestran los resultados de ensayos granulométricos que se realizaron para determinar sus propiedades del agregado grueso, resultando un factor de finura de 4.064 y un tamaño nominal máximo de 1”.

### **Peso Unitario del Agregado Grueso (NTP 400.017, ASTM C-29, MTC E-203)**

**Tabla 14. Peso Unitario del Agregado Grueso**

<b>Muestras</b>	<b>P. U. C (g)</b>	<b>Densidad (g/cm<sup>3</sup>)</b>
Peso de Molde+Agregado (g)	17669	1.636
Peso de Molde+Agregado (g)	17697	1.639
Peso de Molde+Agregado (g)	17690	1.639
<b>Muestras</b>	<b>P. U. S (g)</b>	<b>Densidad (g/cm<sup>3</sup>)</b>
Peso de Molde+Agregado (g)	16365	1.498
Peso de Molde+Agregado (g)	16336	1.495
Peso de Molde+Agregado (g)	16345	1.496
Peso Unitario Varillado (g/cm <sup>3</sup> )	:	<b>1,638</b>
Peso Unitario Suelto (g/cm <sup>3</sup> )	:	<b>1,496</b>
Peso del Molde (g)	:	<b>2253</b>
Volumen Molde (cm <sup>3</sup> )	:	<b>9421,0</b>

Fuente: Elaboración Propia

Los resultados que se muestran en la tabla 14 se obtuvieron a través de la prueba de peso unitario del agregado grueso, se definió 1.638 g/cm<sup>3</sup> como peso unitario compactado y 1.496 g/cm<sup>3</sup> de peso unitario suelto.

### **Peso específico y Absorción del Agregado Grueso (NTP 400.021, ASTM C-127, MTC E-206)**

**Tabla 15. Peso Específico y Absorción del Agregado Grueso**

Temperatura de Ensayo	23 °C			Promedio
Muestras	M - 1	M - 2	M - 3	
Peso Mat. Sat. Superf. Seca en Aire (g)	2843	2843		
Peso Mat. Sat. Superf. Seca en Agua (g)	1809	1809		
Volumen de Masa+Volumen de Vacíos (g)	1034	1034		
Peso de Material Seco (105°C) (g)	2825	2825		
Volumen de Masa (g)	1016	1016		
Peso Bulk (Base Seca)	2.732	2.732		<b>2.732</b>
Peso Bulk (Base Saturada)	2.75	2.75		<b>2.75</b>
Peso Aparente (Base seca)	2.781	2.781		<b>2.781</b>
Porcentaje de Absorción (%)	0.64	0.64		<b>0.64</b>

Fuente: Elaboración Propia

De acuerdo a la Tabla 15, se pueden entender los resultados obtenidos al ensayar la densidad y absorción del agregado grueso, lo que da un porcentaje de 2.732 g/cm<sup>3</sup> para densidad y dando una absorción de 0.64%.

### **Contenido de Humedad del Agregado Grueso (NTP 339.185, ASTM C-566)**

**Tabla 16. Contenido de Humedad del Agregado Grueso**

Recipiente		Piedra
Peso de Suelo Húmedo+Tara	(gr)	2522.8
Peso de Suelo Seco+Tara	(gr)	2510.2
Peso de Tara	(gr)	302.0
Peso de Agua	(gr)	12.6
Peso de Suelo Seco	(gr)	2208.2
Contenido de Agua	(%)	0.57
<b>Contenido de Humedad (%)</b>		<b>0.57</b>

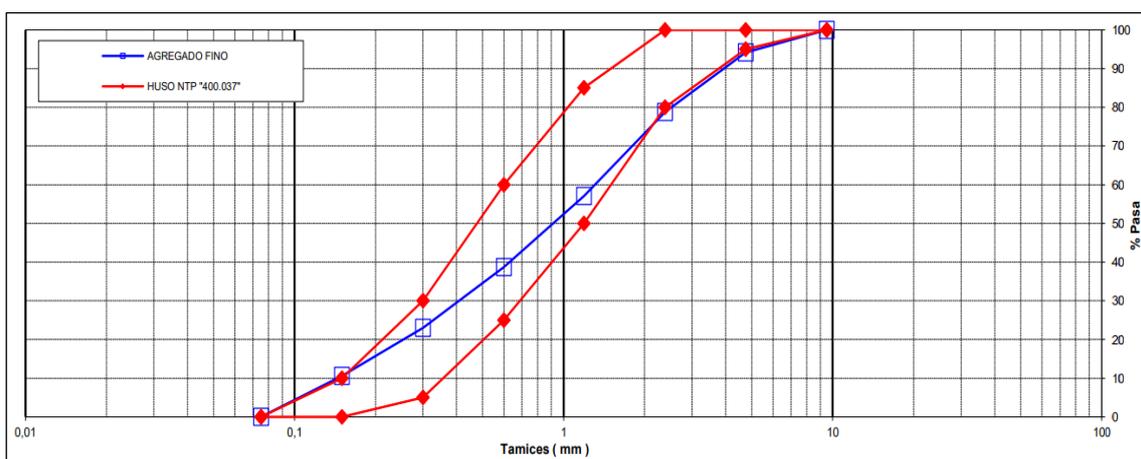
Fuente: Elaboración Propia

De la Tabla 16 se puede observar que el contenido de humedad obtenido para el agregado grueso es de 0.57%.

**Tabla 17. Resultados Granulométricos del Agregado Fino**

Tamiz		Material Retenido		(%) Acumulado		% Pasa
(Pulg)	(mm)	Peso (g)	(%)	Reten.	Pasa	Huso (NTP "400.037")
1"	25					
3/4"	19					
1/2"	12.5					
3/8"	9.5		0.0	0.0	100.0	100 - 100
N°4	4.75	25	5.9	5.9	94.1	95 - 100
N°8	2.38	65.5	15.3	21.2	78.8	80 - 100
N°16	1.19	92.9	21.8	42.9	57.1	50 - 85
N°30	0.6	78.5	18.4	61.3	38.7	25 - 60
N°50	0.3	66.9	15.7	77.0	23.0	5 - 30
N°100	0.15	53.1	12.4	89.4	10.6	0 - 10
FONDO		45.2	10.6	100.0	0.0	0 - 0
<b>P. total</b>		<b>427,1 g</b>		<b>Tamiz</b>	<b>3.977</b>	

Fuente: Elaboración Propia



**Figura 10. Granulometría del Agregado Fino**

Fuente: Elaboración Propia

En la tabla 17 y la figura 10, tal como se realizó ensayos granulométricos para el agregado grueso, también se realizó ensayos granulométricos respecto al agregado fino, obteniendo como resultado 3.977 para el módulo de fineza, determinando a las partículas como material adecuado para los diseños de mezcla que se realizaron.

### **Peso Unitario del Agregado Fino (ASTM C-29, MTC E-203)**

**Tabla 18. Peso Unitario del Agregado Fino**

<b>Muestras</b>	<b>P. U. C (g)</b>	<b>Densidad (g/cm<sup>3</sup>)</b>
Peso de Molde+Agregado (g)	6013	1,643
Peso de Molde+Agregado (g)	6021	1,645
Peso de Molde+Agregado (g)	6015	1,643
<b>Muestras</b>	<b>P. U. S (g)</b>	<b>Densidad (g/cm<sup>3</sup>)</b>
Peso de Molde+Agregado (g)	5189	1,369
Peso de Molde+Agregado (g)	5193	1,370
Peso de Molde+Agregado (g)	5188	1,369
Peso Unitario Varillado (g/cm <sup>3</sup> )	:	<b>1,644</b>
Peso Unitario Suelto (g/cm <sup>3</sup> )	:	<b>1,369</b>
Peso del Molde (g)	:	<b>1070</b>
Volumen Molde (cm <sup>3</sup> )	:	<b>3009</b>

Fuente: Elaboración Propia

Conforme a la tabla 18 se muestra los resultados de ensayos que se realizó al agregado fino tanto para peso unitario compactado como para peso unitario suelto, el resultado para P.U.C es de 1.644 g/cm<sup>3</sup> y como resultado para el P.U.S de 1.369 g/cm<sup>3</sup>.

### **Peso Específico y Absorción del Agregado Fino (NTP 400.022, ASTM C-128, MTC E-205)**

**Tabla 19. Peso Específico y Absorción del Agregado Fino**

<b>Muestras</b>	<b>M - 1</b>
Peso Mat. Sat. Sup. Seca (en Aire) (g)	500
Peso de Frasco + H <sub>2</sub> O (g)	667.2
Peso de Frasco + H <sub>2</sub> O+A (g)	1167.2
Peso del mat. +H <sub>2</sub> O en el Frasco (g)	977
Vol. de Masa + Vol. de Vacío = C-D	190.2
Peso del mat. Seco en Estufa (g)	488.8
Vol. de Masa = E-(A-F)	179
<b>Resultados</b>	<b>Promedio</b>
P.e. BULK (Base Seca)	<b>2.57</b>
P.e. BULK (Base Saturada)	<b>2.629</b>
P.e. APARENTE (Base Seca)	<b>2.731</b>
% DE ABSORCIÓN	<b>2.3</b>

Fuente: Elaboración Propia

De acuerdo a la Tabla 19, se pueden observar los resultados obtenidos por la prueba de densidad y absorción del agregado fino, y se puede apreciar que el agregado fino tiene una densidad de 2.57 g/cm<sup>3</sup> y una absorción de 2.3%.

### **Contenido de Humedad del Agregado Fino (NTP 339.185, ASTM C-566)**

**Tabla 20. Contenido de Humedad del Agregado Fino**

<b>Recipiente</b>		<b>Arena</b>
Peso de Suelo Húmedo + Tara	(gr)	<b>755.0</b>
Peso de Suelo Seco + Tara	(gr)	<b>729.5</b>
Peso de Tara	(gr)	<b>77.5</b>
Peso de Agua	(gr)	25.5
Peso de Suelo Seco	(gr)	652.0
Contenido de Agua	(%)	3.91

<b>Contenido de Humedad (%)</b>	<b>3.91</b>
---------------------------------	-------------

Fuente: Elaboración Propia

La Tabla 20 muestra los resultados obtenidos de la prueba de humedad del agregado fino, la cual da como resultado un contenido de humedad de 3.91%.

### Diseños de Mezcla

La elaboración de las muestras de diseño de mezcla tanto patrón como añadiendo 5%, 10% y 15% de vidrio y caucho reciclado, se realizó utilizando moldes cilíndricos metálicos de 20 cm de alto y 10 cm de diámetro, estos diseños se iniciaron luego de obtener resultados de ensayos físicos de agregados finos y gruesos, como su granulometría, peso unitario suelto, compactado y su contenido de humedad, según ACI 211.

### Diseño de la mezcla patrón $f'c = 210 \text{ kg/cm}^2$



Figura 11. Preparación de mezcla patrón

Fuente: Elaboración Propia

Tabla 21. Diseño de mezcla patrón

Diseño Patrón					
MATERIAL	CANTIDAD DE MATERIAL POR m <sup>3</sup> DE CONCRETO EN OBRA		CANTIDAD DE MATERIAL POR BOLSA DE CEMENTO EN OBRA		PROPORCIONES APROXIMADAS EN VOLUMEN
Cemento	360	Kg	42.5	Kg	1.0
Arena	800	Kg	94.5	Kg	2.42
Piedra	856	Kg	101.1	Kg	2.37
Agua	193	Kg	22.8	lt/bolsa	22.8
Densidad	2208	Kg/m <sup>3</sup>			lt/bols.
Características Generales					
Denominación	f'c = 210 Kg/cm <sup>2</sup>				
Asentamiento	3" - 4"				
Relación a / c de diseño	0.57				
Relación a / c de obra	0.54				
Proporciones de diseño	1.0 ; 2.14 ; 2.37				
Proporciones de obra	1.0 ; 2.22 ; 2.38				

Fuente: Elaboración Propia

Según la tabla 21, se logra apreciar las dosificaciones que se utilizaron para la mezcla patrón f'c = 210 kg/cm<sup>2</sup>, cemento SOL tipo I 360 kg, arena 800 kg, piedra 856 kg y agua 193 kg/m<sup>3</sup>.

### Diseño de mezcla f'c = 210 kg/cm<sup>2</sup> con 5% de vidrio y caucho reciclado



Figura 12. Preparación de mezcla con 5% de vidrio y caucho reciclado

Fuente: Elaboración Propia

**Tabla 22. Diseño de mezcla con 5% de vidrio y caucho reciclado**

Muestra con 5% vidrio y caucho reciclado						
MATERIAL	CANTIDAD DE MATERIAL POR m <sup>3</sup> DE CONCRETO EN OBRA		CANTIDAD DE MATERIAL POR BOLSA DE CEMENTO EN OBRA		PROPORCIONES APROXIMADAS EN VOLUMEN	
Cemento	356	Kg	42.5	Kg	1.0	
Arena	805	Kg	96	Kg	2.45	
Piedra	861	Kg	102.7	Kg	2.40	
Agua	191	Kg	22.8	lt/bolsa	22.8	lt/bols.
Aditivo Caucho y vidrio	17.81	Kg	2.1250	Kg	2125.00	g/bols. C
Densidad	2230	Kg/m <sup>3</sup>				
Características Generales						
Denominación	f'c = 210 Kg/cm <sup>2</sup>					
Asentamiento	3" - 4"					
Relación a / c de diseño	0.57					
Relación a / c de obra	0.54					
Proporciones de diseño	1.0 ; 2.17 ; 2.40					
Proporciones de obra	1.0 ; 2.26 ; 2.42					
Aditivo Caucho y vidrio	2125.00 g/bolsa cemento					

Fuente: Elaboración Propia

según la tabla 22, podemos apreciar las dosificaciones que se emplearon para el diseño de mezcla f'c = 210 kg/cm<sup>2</sup>, adicionando 5% de vidrio y caucho reciclado, cemento SOL tipo I 356 kg, arena gruesa 805 kg, piedra chancada 861 kg, agua 191 kg/m<sup>3</sup> y para vidrio y caucho 17.81 kg.

### Diseño de mezcla f'c = 210 kg/cm<sup>2</sup> con 10% de vidrio y caucho reciclado



**Figura 13. Preparación de mezcla con 10% de vidrio y caucho reciclado**

Fuente: Elaboración Propia

**Tabla 23. Diseño de mezcla con 10% de vidrio y caucho reciclado**

Muestra con 10% vidrio y caucho reciclado						
MATERIAL	CANTIDAD DE MATERIAL POR m <sup>3</sup> DE CONCRETO EN OBRA		CANTIDAD DE MATERIAL POR BOLSA DE CEMENTO EN OBRA		PROPORCIONES APROXIMADAS EN VOLUMEN	
	Cemento	358	Kg	42.5	Kg	1.0
Arena	802	Kg	95.3	Kg	2.43	
Piedra	858	Kg	101.9	Kg	2.38	
Agua	192	Kg	22.8	lt/bols.	22.8	lt/bols.
Aditivo Caucho y vidrio	35.79	Kg	4.2500	Kg	4250.00	g/bols. C
Densidad	2246	Kg/m <sup>3</sup>				
Características Generales						
Denominación	f'c = 210 Kg/cm <sup>2</sup>					
Asentamiento	3" - 4"					
Relación a / c de diseño	0.57					
Relación a / c de obra	0.54					
Proporciones de diseño	1.0 ; 2.16 ; 2.38					
Proporciones de obra	1.0 ; 2.24 ; 2.40					
Aditivo Caucho y vidrio	4250.00 g/bols. cemento					

Fuente: Elaboración Propia

La tabla 23 nos muestra las dosificaciones que se empleó para la mezcla f'c = 210 kg/cm<sup>2</sup>, adicionando 10% de vidrio y caucho reciclado, cemento SOL tipo I 358 kg, arena 802 kg, piedra 858 kg, agua 192 kg/m<sup>3</sup> y para vidrio y caucho 35.79 kg.

**Diseño de mezcla f'c = 210 kg/cm<sup>2</sup> con 15% de vidrio y caucho reciclado**



**Figura 14. Preparación de mezcla con 15% de vidrio y caucho reciclado**

Fuente: Elaboración Propia

**Tabla 24. Diseño de mezcla con 15% de vidrio y caucho reciclado**

Muestra con 15% vidrio y caucho reciclado						
MATERIAL	CANTIDAD DE MATERIAL POR m <sup>3</sup> DE CONCRETO EN OBRA		CANTIDAD DE MATERIAL POR BOLSA DE CEMENTO EN OBRA		PROPORCIONES APROXIMADAS EN VOLUMEN	
Cemento	361	Kg	42.5	Kg	1.0	
Arena	797	Kg	93.8	Kg	2.40	
Piedra	853	Kg	100.3	Kg	2.35	
Agua	194	lts	22.8	lt/bols.	22.8	lt/bols.
Aditivo Caucho y vidrio	54.21	Kg	6.3750	Kg	6375.00	g/bols. C
Densidad	2260	Kg/m <sup>3</sup>				
Características Generales						
Denominación	f'c = 210 Kg/cm <sup>2</sup>					
Asentamiento	3" - 4"					
Relación a / c de diseño	0.57					
Relación a / c de obra	0.54					
Proporciones de diseño	1.0 ; 2.12 ; 2.35					
Proporciones de obra	1.0 ; 2.21 ; 2.36					
Aditivo Caucho y vidrio	6375.00 g/bols. cemento					

Fuente: Elaboración Propia

En la tabla 24, logramos observar las respectivas dosificaciones que se emplearon para la mezcla  $f'c = 210 \text{ kg/cm}^2$ , adicionando 15% de vidrio y caucho reciclado, cemento SOL tipo I 361 kg, arena gruesa 797 kg, piedra chancada 853 kg, agua 194 kg/m<sup>3</sup> y para vidrio y caucho 45.21 kg.

### Obtención de Materiales

Para elaborar los diseños de mezcla en la presente investigación, se utilizó agua potable de la red San Juan de Lurigancho, además se utilizó cemento SOL tipo 1, el agregado fino y agregado grueso se obtuvo de la cantera "JICAMARCA", ubicada en el distrito de San Juan de Lurigancho - provincia de Lima, lo cual previamente se realizaron ensayos granulométricos de acuerdo a los parámetros granulométricos especificados en la (NTP 400.012 y NTP 400.037) respectivamente.



*Figura 15.* Agregado grueso y agregado fino  
Fuente: Elaboración Propia

## **Obtención del Material Reciclado**

### **Vidrio Reciclado**

Para la presente investigación el vidrio se obtuvo a través del reciclaje de un aproximado de 250 botellas, siendo estos envases de gaseosa y cerveza, procediendo con su limpieza respectiva y secado, luego fueron llevadas a una trituradora para ser pulverizado y obtener partículas adecuadas para la mezcla.



*Figura 16.* Obtención de vidrio reciclado  
Fuente: Elaboración Propia

### **Peso específico del vidrio reciclado (ASTM D-854, MTC E-113)**

**Tabla 25. Resultado de peso específico del vidrio reciclado**

Muestras	M - 1	M - 2	Promedio
Temperatura (°C)	16.8	16.8	<b>16.80</b>
Picnómetro (g)	87.03	86.68	<b>86.86</b>
Muestra seca (g)	52.76	51.59	<b>52.18</b>
Picnómetro + muestra seca (g)	139.79	138.27	<b>139.03</b>
Picnómetro + agua (g)	336.44	336.07	<b>336.26</b>
Peso picnómetro + muestra + agua (g)	368.3	367.11	<b>367.71</b>
Gravedad específica (20°C)	2.52	2.51	<b>2.52</b>

Fuente: Elaboración Propia

Según la tabla 25 podemos apreciar los porcentajes promedios obtenidos mediante el ensayo de peso específico del vidrio, teniendo como resultado promedio 2.52 g/cm<sup>3</sup> de gravedad específica del vidrio reciclado.

### **Caucho Reciclado**

El caucho para esta investigación se adquirió mediante el reciclaje de neumáticos inservibles, siendo llevados a una trituradora para ser triturados, obteniendo sus características adecuadas para la mezcla.



*Figura 17. Obtención de caucho reciclado*

Fuente: Elaboración Propia

## Peso específico del caucho reciclado (ASTM D-854, MTC E-113)

**Tabla 26.** Resultados de peso específico de caucho reciclado

Muestras	M - 1	M - 2	Promedio
Temperatura (°C)	16.9	16.9	<b>16.9</b>
Picnómetro (g)	100.43	101.77	<b>101.1</b>
Muestra seca (g)	51.32	51.65	<b>51.485</b>
Picnómetro + muestra seca (g)	151.75	153.42	<b>152.585</b>
Picnómetro + agua (g)	349.98	351.16	<b>350.57</b>
Peso picnómetro + muestra + agua (g)	356.9	358.12	<b>357.51</b>
Gravedad específica (20°C)	1.16	1.16	<b>1.16</b>

Fuente: Elaboración Propia

Según la tabla 26, se puede apreciar los porcentajes promedios obtenidos mediante el ensayo de peso específico del caucho reciclado, teniendo como resultado un promedio de  $1.16 \text{ g/cm}^3$  de gravedad específica, disminuyendo  $1.36 \text{ g/cm}^3$  respecto a la gravedad específica del vidrio reciclado.

## Peso específico de la mezcla: Vidrio reciclado (50%) y caucho reciclado (50%)



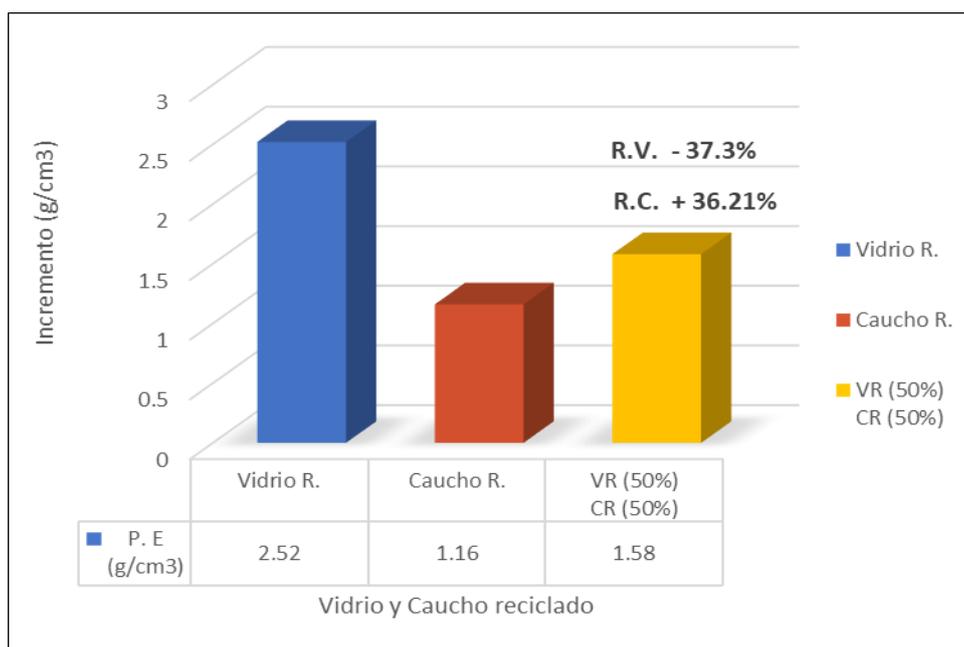
**Figura 18.** Ensayo de Peso Específico de Vidrio y Caucho Reciclado

Fuente: Elaboración Propia

**Tabla 27. Resultados del peso específico de la mezcla**

Muestras	M - 1	M - 2	Promedio
Temperatura (°C)	19.6	19.6	<b>19.6</b>
Picnómetro (g)	101.77	100.43	<b>101.1</b>
Muestra seca (g)	50.00	50.00	<b>50.00</b>
Picnómetro + muestra seca (g)	151.77	150.43	<b>151.1</b>
Picnómetro + agua (g)	351.16	349.98	<b>350.57</b>
Peso picnómetro + muestra + agua (g)	369.5	368.28	<b>368.89</b>
Gravedad específica (20°C)	1.58	1.58	<b>1.58</b>

Fuente: Elaboración Propia



**Figura 19. Peso específico de la mezcla**

Fuente: Elaboración Propia

Según la tabla 27 y figura 19, logramos apreciar los resultados que se obtuvieron a través de ensayos de peso específico de la mezcla del vidrio reciclado (50%) y caucho reciclado (50%), donde como resultado el vidrio posee un peso específico de 2.52 g/cm<sup>3</sup> y para el caucho 1.16 g/cm<sup>3</sup>, disminuyendo 1.36 g/cm<sup>3</sup> respecto al

vidrio y como resultado de la mezcla se obtuvo  $1.58 \text{ g/cm}^3$ , lo cual el vidrio y el caucho reciclado representan el 100% de la muestra por ende, el peso específico de la mezcla disminuyó 37.3% respecto al vidrio y respecto al caucho incremento 36.21%. Ver tablas 25 y 26.

**Objetivo específico 1:** Determinar las propiedades físicas del concreto  $f'c = 210 \text{ kg/cm}^2$  con adición de vidrio y caucho reciclado, Lima - 2022.

## Revenimiento

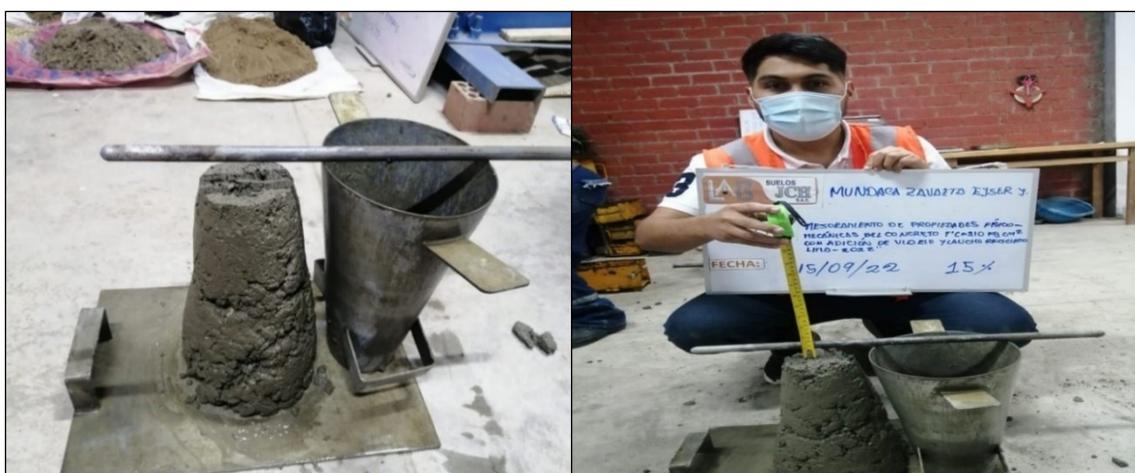


Figura 20. Revenimiento del concreto con el cono de ABRANS

Fuente: Elaboración Propia

Tabla 28. Revenimiento del concreto (NTP 339.035)

Muestras (%)	R - 1	R - 2	SLUMP (Pulg)	% Resp. Patrón
0% (Patrón)	4.5	5	5	100%
5% Vidrio y Caucho	6	5.5	6	+ 20%
10% Vidrio y Caucho	5	5	5	0%
15% Vidrio y Caucho	6	6.5	6.5	+ 30%

Fuente: Elaboración propia

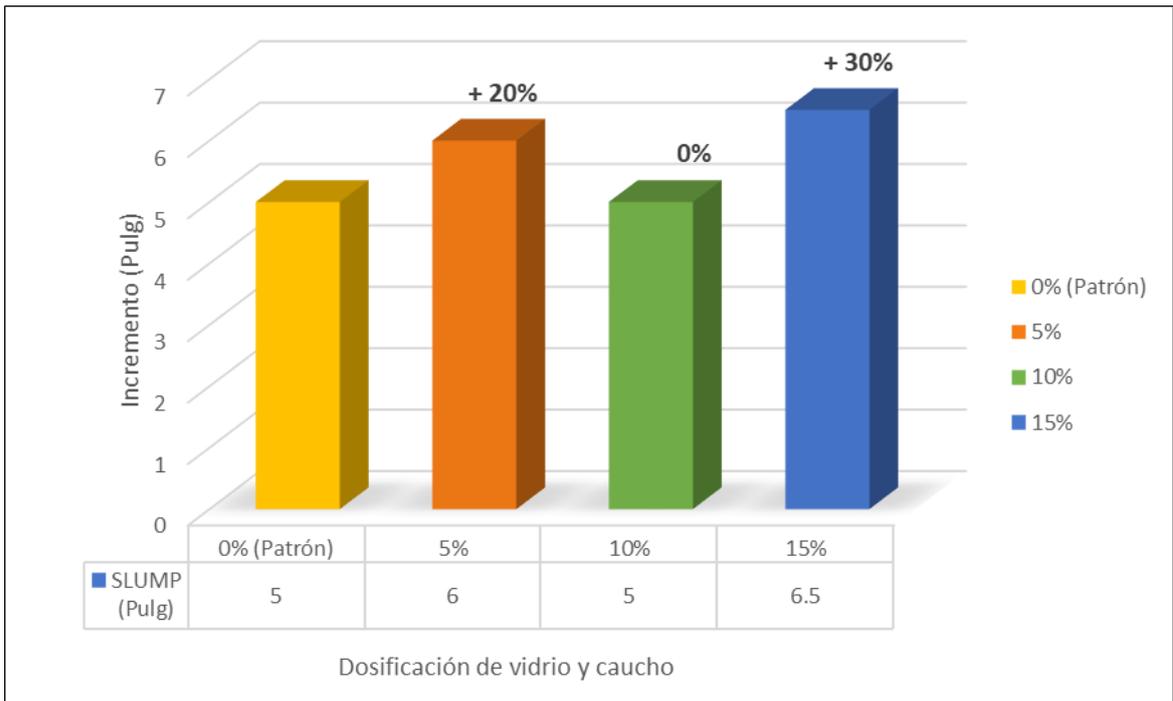


Figura 21. Revenimiento del concreto

Fuente: Elaboración Propia

En la tabla 28 y figura 21, se puede apreciar que agregando en porcentaje de 5% de vidrio y caucho reciclado su trabajabilidad incrementa 20% respecto al concreto patrón el cual representa el 100% de la muestra, adicionando 15% de vidrio y caucho reciclado su trabajabilidad incrementa 30%. Sin embargo, agregando 10% de vidrio y caucho reciclado, sus características de trabajabilidad se mantienen respecto a la mezcla patrón.

### Densidad



Figura 22. Densidad del concreto

Fuente: Elaboración Propia

Tabla 29. Densidad del concreto (NTP 339.46)

Muestras (%)	Peso de Molde (Kg)	Volumen de Molde (m3)	P. Molde + Mezcla	Densidad (Kg/m <sup>3</sup> )	% Resp. Patrón
0% (Patrón)	3.52	7.058	19.1	<b>2,207</b>	100%
5% Vidrio y Caucho	3.52	7.058	19.26	<b>2,230</b>	+ 1.04%
10% Vidrio y Caucho	3.52	7.058	19.38	<b>2,247</b>	+ 1.81%
15% Vidrio y Caucho	3.52	7.058	19.47	<b>2,260</b>	+ 2.40%

Fuente: Elaboración Propia

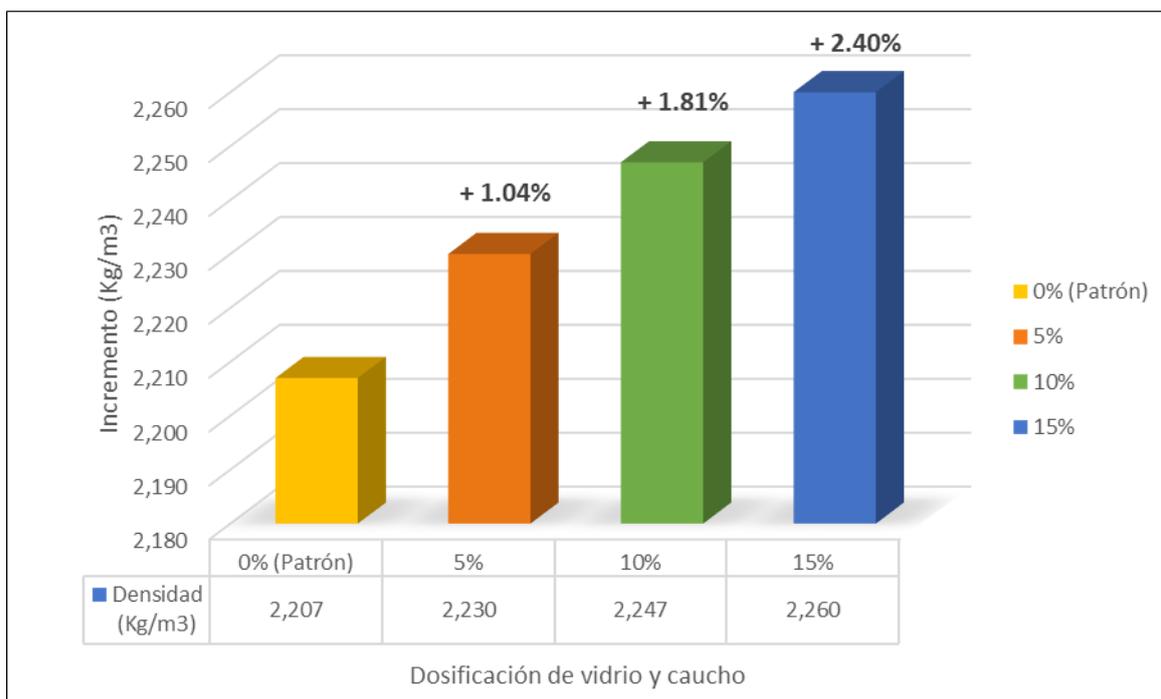


Figura 23. Resultados de densidad del concreto

Fuente: Elaboración Propia

Conforme a la tabla 29 y figura 23, se muestra los resultados de la densidad del concreto, donde el agregado patrón posee una densidad de 2,207 kg/m<sup>3</sup>,

adicionando 5% de vidrio y caucho reciclado su densidad incremento 1.04% respecto a la mezcla convencional el cual representa el 100% de la muestra. Así mismo, adicionando 10% su densidad incremento 1.81% y adicionando 15% de vidrio y caucho reciclado se obtuvo un incremento de 2.40%.

**Objetivo específico 2:** Determinar la resistencia a la compresión del concreto  $f'c = 210 \text{ kg/cm}^2$  con adición de vidrio y caucho reciclado, Lima - 2022.



Figura 24. Ensayo de Resistencia a Compresión

Fuente: Elaboración Propia

Tabla 30. Resumen de Resistencia a la Compresión

Dosificación con Vidrio y Caucho Reciclado	Resistencia a Compresión (kg/cm <sup>2</sup> )		
	7 días	14 días	28 días
0% (Patrón)	226.7	240.0	269.3
5% Vidrio - Caucho	231.0	243.0	280.7
10% Vidrio - Caucho	217.0	229.0	241.3
15% Vidrio - Caucho	192.7	214.7	238.0

Fuente: Elaboración Propia

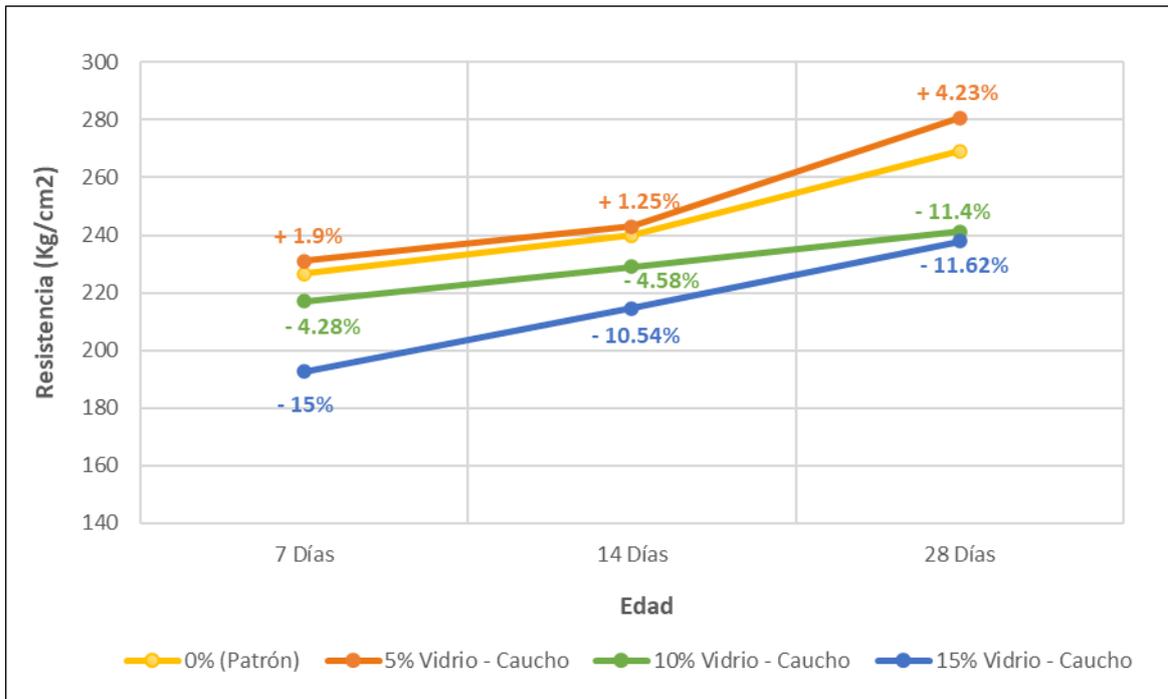


Figura 25. Resistencia a Compresión

Fuente: Elaboración Propia

Según la tabla 30 y figura 25, se visualizan los resultados obtenidos mediante el ensayo a compresión a los 7, 14 y 28 días, respaldados por la NTP 339.034 y el ASTM C 39, lo cual como resultado a los 7 días para la mezcla patrón se logró una  $f_c$  226.7 kg/cm<sup>2</sup>, representando el 100% de la muestra, adicionando 5% de vidrio y caucho reciclado su resistencia del concreto logró incrementar 1.9% respecto al concreto patrón sin embargo, adicionando 10% de vidrio y caucho reciclado su resistencia disminuyó 4.28% así mismo, adicionando 15% de vidrio y caucho reciclado su resistencia disminuyó 15% respecto a la mezcla convencional. Los resultados a los 14 días determinó un incremento para todas las dosificaciones respecto a la edad inicial, donde el diseño patrón alcanzó una resistencia de 240 kg/cm<sup>2</sup>, de igual manera al añadir 5% de vidrio y caucho reciclado su resistencia incrementó 1.25%, mientras que añadiendo 10% y 15% su resistencia se vio afectada disminuyendo 4.58% y 10.54% respectivamente con relación a la mezcla patrón. Por último se determinó la resistencia a los 28 días de edad, donde se obtuvieron los resultados más óptimos con relación a las edades previas, teniendo como resultado para la mezcla patrón 269.3 kg/cm<sup>2</sup>, al añadir 5% de vidrio y caucho reciclado se logró la resistencia más óptima respecto a las demás dosificaciones,

alcanzando una resistencia de 280.7 kg/cm<sup>2</sup>, incrementando 4.23% respecto a la mezcla patrón que representa el 100% de la muestra, en cambio al añadir 10 y 15% su resistencia disminuyo 11.4% y 11.62% respectivamente en relación a la mezcla convencional.

### Contenido Óptimo – Resistencia a la compresión a los 28 días

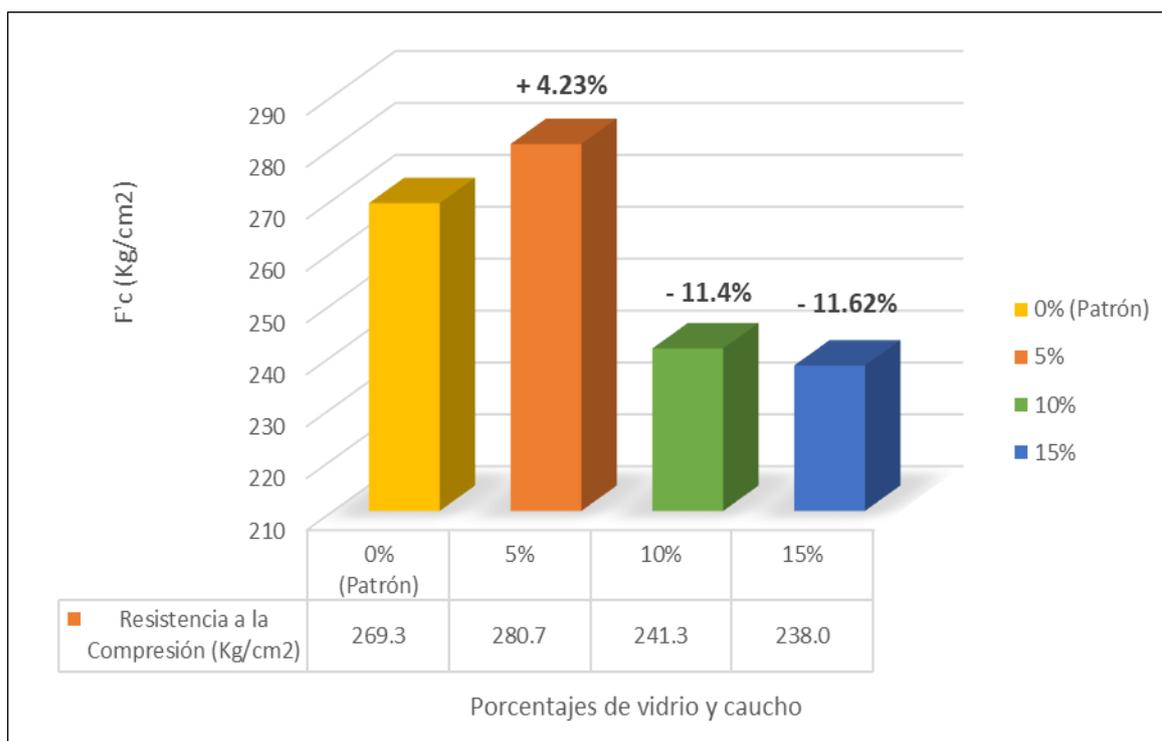


Figura 26. Resistencia a la compresión a los 28 días

Fuente: Elaboración Propia

En la figura 26 se observa los resultados obtenidos del ensayo que se realizó para determinar la resistencia a compresión a los 28 días, donde para el hormigón tradicional se obtuvo una resistencia de 269.3 kg/cm<sup>2</sup> representando el 100% de la muestra, con adición de 5% de vidrio y caucho reciclado su resistencia incremento un 4.23%, sin embargo con adición de 10% de vidrio y caucho reciclado su resistencia disminuyo 11.4% y con la adición de 15% su resistencia disminuyo 11.62% respecto a la mezcla patrón que representa el 100% (ver tabla 30).

**Objetivo específico 3:** Determinar la resistencia a la flexión del concreto  $f'c = 210$  kg/cm<sup>2</sup> con adición de vidrio y caucho reciclado, Lima - 2022.



Figura 27. Ensayo de la Resistencia a Flexión

Fuente: Elaboración Propia

Tabla 31. Resistencia a Flexión

Identificación de Viga	Edad (días)	Ancho (cm)	Altura (cm)	Luz libre entre soportes	Resistencia a Flexión (kg/cm <sup>2</sup> )	Resistencia Promedio a Flexión (kg/cm <sup>2</sup> )
0% (Patrón)	28	15.1	15.0	45.0	30.0	<b>28.3</b>
0% (Patrón)	28	15.0	15.1	45.0	27.0	
0% (Patrón)	28	15.1	15.0	45.0	28.0	
5% V - C	28	15.0	15.0	45.0	29.0	<b>30.0</b>
5% V - C	28	15.0	15.1	45.0	30.0	
5% V - C	28	15.0	15.1	45.0	31.0	
10% V - C	28	15.0	15.1	45.0	28.0	<b>28.7</b>
10% V - C	28	15.1	15.1	45.0	29.0	
10% V - C	28	15.0	15.0	45.0	29.0	

15% V - C	28	15.2	15.1	45.0	28.0	<b>28.0</b>
15% V - C	28	15.0	15.1	45.0	27.0	
15% V - C	28	14.9	15.1	45.0	29.0	

Fuente: Elaboración Propia

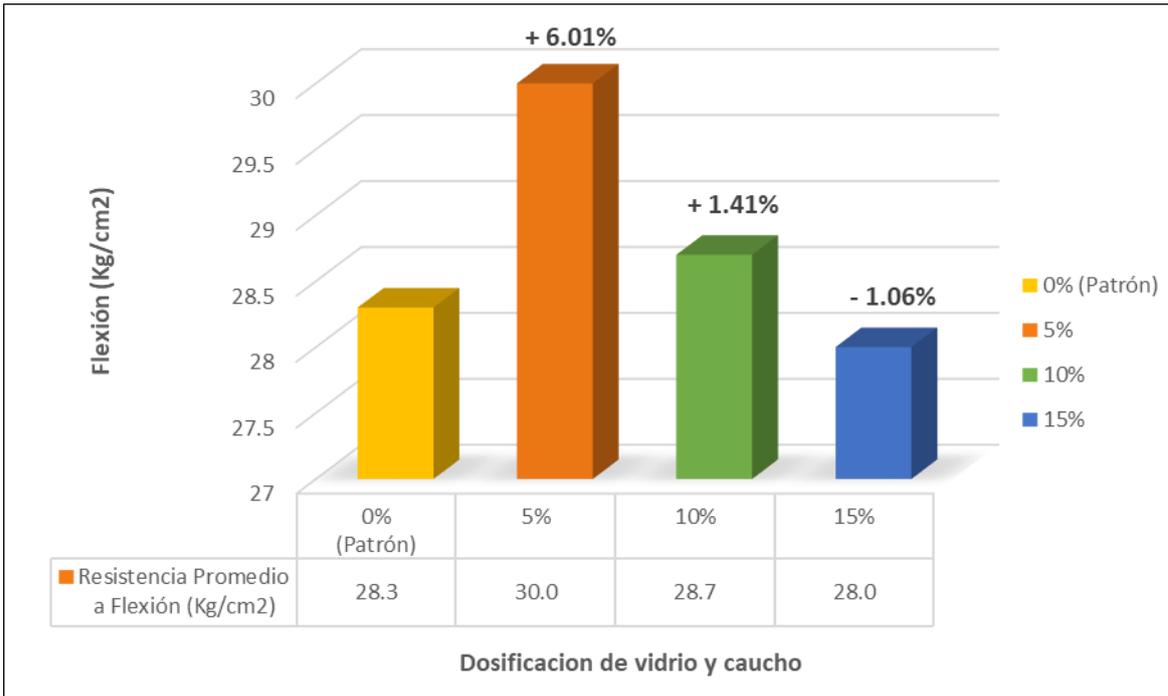


Figura 28. Resistencia a Flexión

Fuente: Elaboración Propia

Conforme a la tabla 31 y figura 28, logramos observar los resultados promedios que se obtuvieron a través del ensayo de resistencia a flexión que se realizó a los 28 días de edad, teniendo como resultado para el concreto patrón una resistencia de 28.3 kg/cm<sup>2</sup>, adicionando 5% de vidrio y caucho reciclado, su resistencia incremento 6.01% respecto a la mezcla patrón el cual representa el 100% de la muestra. Así mismo, adicionando 10% de vidrio y caucho reciclado, su resistencia incremento 1.41% sin embargo, adicionando 15% su resistencia disminuyo 1.06% respecto al concreto patrón.

### Contrastación de Hipótesis

### **Contrastación de Hipótesis General: Adición de vidrio y caucho reciclado y Propiedades físico-mecánicas del concreto**

Para la contrastación se plantearon las siguientes hipótesis:

Ho: La adición de vidrio y caucho reciclado no mejora las propiedades físico-mecánicas del concreto  $f'c = 210 \text{ kg/cm}^2$ , Lima – 2022.

Ha: La adición de vidrio y caucho reciclado mejora las propiedades físico-mecánicas del concreto  $f'c = 210 \text{ kg/cm}^2$ , Lima – 2022.

La adición de vidrio y caucho reciclado mejoran las propiedades físico-mecánicas del concreto  $f'c = 210 \text{ kg/cm}^2$ , conforme a los resultados obtenidos en los ensayos que se realizaron, indican que adicionando vidrio y caucho reciclado en los diseños probados respecto a las características físicas del hormigón tradicional, incrementó su revenimiento en los diseños con adición de 5% y 15%, superando en un 20% y 30% respectivamente en relación a la mezcla patrón, mientras que su densidad incrementó a medida del nivel de adición de vidrio y caucho reciclado. Así mismo, respecto a las características mecánicas del hormigón, adicionando 5% de vidrio y caucho reciclado mejoró su resistencia a compresión, incrementando un 4.23%, mientras que adicionando 5% y 10% de vidrio y caucho reciclado incrementó un 6.01% y 1.41% respectivamente en base a la mezcla patrón a los 28 días de edad. Es decir que la adición de vidrio y caucho reciclado mejora las propiedades físico-mecánicas del concreto  $f'c = 210 \text{ kg/cm}^2$ , Lima – 2022.

Por consiguiente, se rechaza la hipótesis nula (Ho) y se acepta la hipótesis alterna (Ha), demostrando que la adición de vidrio y caucho reciclado mejora las propiedades físico-mecánicas del concreto  $f'c = 210 \text{ kg/cm}^2$ , Lima – 2022.

### **Contrastación de Hipótesis Específica 1: Adición de vidrio y caucho reciclado y Propiedades físicas del concreto**

Para la contrastación se plantearon las siguientes hipótesis:

Ho: La adición de vidrio y caucho reciclado no mejora las propiedades físicas del concreto  $f'c = 210 \text{ kg/cm}^2$ , Lima – 2022.

Ha: La adición de vidrio y caucho reciclado mejora las propiedades físicas del concreto  $f'c = 210 \text{ kg/cm}^2$ , Lima – 2022.

**a) Revenimiento:**

Los valores obtenidos para el revenimiento del concreto, incremento añadiendo 5% de vidrio y caucho reciclado, alcanzando 6 pulgadas de slump superando un 20% respecto a la mezcla patrón así mismo, añadiendo 15% de vidrio y caucho reciclado alcanzo 6.5 pulgadas, incrementando un 30% referente al diseño patrón. Sin embargo, añadiendo 10% de vidrio y caucho reciclado, su trabajabilidad se mantuvo respecto a la mezcla patrón. Por ello que la adición de vidrio y caucho reciclado mejora las propiedades físicas del concreto  $f'c = 210 \text{ kg/cm}^2$ , Lima – 2022. (ver tabla 28 y figura 21).

**b) Densidad:**

Conforme a los resultados obtenidos en cuanto a la densidad del concreto, logró incrementar de acuerdo a los niveles de aumento de dosificación de vidrio y caucho reciclado. Como inicio del proceso se tuvo como referencia al diseño de mezcla patrón, la cual obtuvo  $2,207 \text{ kg/m}^3$  representando el 100% de la muestra, con adición de 5% de vidrio y caucho reciclado incrementó 1.04% así mismo, adicionando 10% de vidrio y caucho reciclado, logró un incremento de 1.81% alcanzando  $2.247 \text{ kg/m}^3$  y con la modificación de 15% de vidrio y caucho reciclado, incrementó un 2.40% respecto al diseño patrón. Por lo tanto, que la adición de vidrio y caucho reciclado mejora las propiedades físicas del concreto  $f'c = 210 \text{ kg/cm}^2$ , Lima – 2022. (ver tabla 29 y figura 22).

Por consiguiente, se rechaza la hipótesis nula ( $H_0$ ) y se acepta la hipótesis alterna ( $H_a$ ), demostrando que la adición de vidrio y caucho reciclado mejora las propiedades físicas del concreto  $f'c = 210 \text{ kg/cm}^2$ , Lima – 2022.

**Contrastación de Hipótesis Especifica 2: Adición de vidrio y caucho reciclado y Resistencia a la compresión**

Para la contrastación se plantearon las siguientes hipótesis:

Ho: La adición de vidrio y caucho reciclado no mejora la resistencia a la compresión del concreto  $f'c = 210 \text{ kg/cm}^2$ , Lima – 2022.

Ha: La adición de vidrio y caucho reciclado mejora la resistencia a la compresión del concreto  $f'c = 210 \text{ kg/cm}^2$ , Lima – 2022.

En la presente investigación de acuerdo a los resultados obtenidos de esfuerzo a compresión, logró incrementar añadiendo dosificación de 5% con vidrio y caucho reciclado, alcanzando una resistencia de  $280.7 \text{ kg/cm}^2$ , incrementando un 4.23% respecto al diseño de mezcla patrón en la edad de 28 días. Sin embargo, en dosificaciones de 10% y 15% con vidrio y caucho reciclado su resistencia del concreto se vio afectada de manera negativa, la cual disminuyó moderadamente respecto a la mezcla convencional en las edades de 7, 14 y 28 días, pero a la vez las resistencias obtenidas lograron sobrepasar la resistencia estándar  $210 \text{ kg/cm}^2$ . Por ello que la adición de vidrio y caucho reciclado mejora la resistencia a compresión del concreto  $f'c = 210 \text{ kg/cm}^2$ , Lima – 2022. (ver tabla 30 y figura 25). Por consiguiente, se rechaza la hipótesis nula (Ho) y se acepta la hipótesis alterna (Ha), demostrando que la adición de vidrio y caucho reciclado mejora la resistencia a compresión del concreto  $f'c = 210 \text{ kg/cm}^2$ , Lima – 2022.

### **Contrastación de Hipótesis Específica 3: Adición de vidrio y caucho reciclado y Resistencia a la flexión**

Para la contrastación se plantearon las siguientes hipótesis:

Ho: La adición de vidrio y caucho reciclado no mejora la resistencia a la flexión del concreto  $f'c = 210 \text{ kg/cm}^2$ , Lima – 2022.

Ha: La adición de vidrio y caucho reciclado no mejora la resistencia a la flexión del concreto  $f'c = 210 \text{ kg/cm}^2$ , Lima – 2022.

Conforme a los valores obtenidos de ensayo a flexión a los 28 días, incremento en dosificaciones de 5% y 10% de vidrio y caucho reciclado. Para este proceso se tuvo como referencia al diseño de mezcla patrón, donde logró soportar un esfuerzo de

28.3 kg/cm<sup>2</sup> el cual representa el 100% de la muestra, para la primera modificación con 5% de vidrio y caucho reciclado alcanzó una obstrucción de 30 kg/cm<sup>2</sup>, incrementando su resistencia en un 6.01% respecto a la mezcla inicial así mismo, adicionando 10% de vidrio y caucho reciclado su resistencia del concreto incremento un 1.41% en relación a la mezcla patrón. Sin embargo, adicionando 15% de vidrio y caucho reciclado su resistencia del concreto disminuyó mesuradamente respecto a la mezcla convencional. Es decir que la adición de vidrio y caucho reciclado mejora la resistencia a flexión del concreto  $f'_c = 210$  kg/cm<sup>2</sup>, Lima – 2022.

Por consiguiente, se rechaza la hipótesis nula ( $H_0$ ) y se acepta la hipótesis alterna ( $H_a$ ), demostrando que la adición de vidrio y caucho reciclado mejora la resistencia a flexión del concreto  $f'_c = 210$  kg/cm<sup>2</sup>, Lima – 2022.

## V. DISCUSIÓN

**Objetivo General:** Analizar las propiedades físico-mecánicas del concreto  $f'c = 210$  kg/cm<sup>2</sup> con adición de vidrio y caucho reciclado, Lima – 2022. Quispe J. (2020), en su investigación de título “Adición de vidrio reciclado en un concreto  $f'c = 210$  kg/cm<sup>2</sup>, para mejorar sus propiedades físicas y mecánicas, Lima, Perú-2020”, realizó ensayos adicionando dosificaciones de 0%, 15%, 25% y 40% con vidrio reciclado reemplazando arena, en la cual obtuvo resultados positivos en los porcentajes de 15% y 25% donde reemplazó vidrio reciclado por arena. Los ensayos que realizó para determinar su trabajabilidad del hormigón incrementó reemplazando 15% y 25% de vidrio en sustitución de arena y en cuanto a la densidad disminuyó moderadamente haciéndolo más fluida e incrementando su productividad en m<sup>3</sup> de la mezcla en estado fresco, así mismo realizó ensayos para determinar sus cualidades del hormigón en estado endurecido, donde el esfuerzo a compresión obtuvo 250.8 kg/cm<sup>2</sup> respecto al diseño patrón, la resistencia a flexión logró una obstrucción de 43.8 kg/cm<sup>2</sup> en la edad de 28 días. En esta investigación damos aprobación al autor, dado que buscando nuevas alternativas como agregado para el concreto se planteó añadir vidrio y caucho reciclado para mejorar sus características del hormigón en estado fresco y endurecido, la cual al añadir 5% y 15% de vidrio y caucho reciclado incrementó su trabajabilidad del concreto y en base a su densidad incremento en todas las dosificaciones empleadas añadiendo vidrio y caucho reciclado, logrando un concreto más trabajable y con mejor rendimiento. Además, respecto a las cualidades del hormigón en estadio endurecido añadiendo 5% de vidrio y caucho reciclado, la resistencia a compresión incremento un 4.23% respecto al diseño de mezcla patrón obteniendo un  $f'c$  de 280.7 kg/cm<sup>2</sup>, mientras que la resistencia a flexión logró una resistencia de 30 kg/cm<sup>2</sup> probado a los 28 días. En consecuencia, añadir vidrio y caucho reciclado en concretos 210 kg/cm<sup>2</sup>, mejora sus cualidades físico-mecánicas.

**Objetivo específico 1:** Determinar las propiedades físicas del concreto  $f'c = 210$  kg/cm<sup>2</sup> con adición de vidrio y caucho reciclado, Lima - 2022. Adaway M. y Wang Y. (2018), en su investigación “estudio de vidrio reciclado reemplazando el agregado fino del hormigón para estructuras y sus efectos en la resistencia a

compresión”, en la cual realizaron ensayos añadiendo porcentajes de 15%, 20%, 25%, 30% y 40% de vidrio reciclado sustituyendo parcialmente agregado fino, obteniendo resultados aceptables reemplazando la arena por vidrio reciclado, ya que mejoró sus cualidades físicas del hormigón, para su revenimiento del hormigón obtuvieron mejoras mesuradamente conforme al incremento de dosificación de vidrio triturado, dado que este posee mejor permeabilidad que la arena, en cuanto a la densidad sus características disminuyeron hasta 2.4% respecto a la mezcla patrón, dado que su peso específico del vidrio reciclado disminuyó en 5.4% en relación a la arena, resultando más fluida respecto a la mezcla convencional. En la presente investigación concordamos con los autores, ya que basado a los resultados obtenidos se logró determinar que adicionando vidrio y caucho reciclado mejora ligeramente las propiedades físicas del concreto, donde adicionando porcentajes de 5% y 15% de vidrio y caucho reciclado incrementó la trabajabilidad en un 20% y 30% respectivamente en relación con la muestra patrón, en cuanto a la densidad se discrepa con los autores ya que en base a los resultados obtenidos, la densidad del concreto incremento en todas las dosificaciones propuestas, siendo la dosificación de 15% la que obtuvo el mayor aumento de 2.4% respecto a la muestra patrón. En tal sentido, resulta adecuado adicionar vidrio y caucho reciclado en hormigones  $210 \text{ kg/cm}^2$ , ya que mejora sus características físicas, otorgándole un mejor revenimiento y mayor rendimiento.

**Objetivo específico 2:** Determinar la resistencia a la compresión del concreto  $f'c = 210 \text{ kg/cm}^2$  con adición de vidrio y caucho reciclado, Lima - 2022. Almeida J. y Trujillo C. (2018), en su trabajo de investigación de título “Principios básicos de la construcción sostenible utilizando vidrio triturado en la elaboración de hormigones”, donde hicieron estudios añadiendo porcentajes de 30%, 32%, 34%, 36%, 38% y 40% de vidrio triturado, logrando resultados propicios respecto a la resistencia a compresión de los especímenes de concreto que fueron probados, de acuerdo a la tabla N°84 se logra visualizar que la resistencia a compresión con adición de 36% de vidrio triturado, incrementó un 45% la cual obtuvo un esfuerzo de 30.54 MPa, añadiendo 38% de vidrio triturado logró un incremento de 51% y con 40% de vidrio triturado sobrepasó un 53% logrando alcanzar un esfuerzo de 32.22 MPa, esto con relación a la muestra patrón la cual alcanzó una obstrucción de 28.07 MPa a los 28

días. En esta investigación reafirmamos lo establecido por los autores dado que, según los resultados obtenidos en las tres edades, la resistencia a compresión probada en especímenes cilíndricos adicionando 5% de vidrio y caucho reciclado, logró una dureza de 280.07 kg/cm<sup>2</sup> incrementando un 4.23% respecto a la muestra patrón la cual obtuvo una resistencia de 269.3 kg/cm<sup>2</sup>. Por consiguiente, adicionar vidrio y caucho reciclado mejora su resistencia de concreto  $f'_c = 210$  kg/cm<sup>2</sup> aplicada en especímenes cilíndricos de concreto con dosificación de 5%.

**Objetivo específico 3:** Determinar la resistencia a la flexión del concreto  $f'_c = 210$  kg/cm<sup>2</sup> con adición de vidrio y caucho reciclado, Lima - 2022. Estrada Rivera J. (2016), en su tesis de título “Estudio de propiedades físico mecánicas y de durabilidad del hormigón con caucho” en la cual desarrollo su investigación sustituyendo agregado fino por caucho reusado de neumáticos en porcentajes de 5%, 10% y 15%, los estudios lo realizó sustituyendo en 2 tipos de caucho reusado, siendo el primero en tamaño fino de 0-0.6 mm y el segundo en tamaño grueso de 0.5 – 2.5 mm, en la que determinó respecto al primer tamaño sustituido una ligera disminución en los porcentajes añadidos en base a la mezcla patrón además, determinó que al emplear el segundo tamaño sustituido de igual forma disminuyó su resistencia, concluyendo que adicionando en mayores porcentajes de caucho reusado de neumáticos la resistencia de las propiedades mecánicas del concreto disminuye considerablemente. En esta investigación estamos parcialmente de acuerdo con el autor, ya que indica a mayores dosificaciones empleadas de caucho reusado, disminuye sus cualidades del concreto en estado endurecido específicamente su resistencia a flexión, según los resultados obtenidos para esta investigación, al añadir 15% de vidrio y caucho reciclado la resistencia a flexión del concreto disminuyo un 1.1% respecto a la muestra patrón sin embargo, adicionando 5% y 10% de vidrio y caucho reciclado su resistencia incremento en 6% y 1.4% respectivamente, en base a la mezcla tradicional la cual su resistencia a flexión fue de 28.3 kg/cm<sup>2</sup>. En consecuencia, la adición de vidrio y caucho reciclado sí mejora la resistencia a flexión del concreto  $f'_c = 210$  kg/cm<sup>2</sup> aplicada en vigas prismáticas de concreto en porcentajes máximo de 5% a 10%.

## VI. CONCLUSIONES

Primero: En la investigación que se desarrolló, nos permitió realizar los estudios de las propiedades físico-mecánicas del hormigón, adicionando vidrio y caucho reciclado la cual, sí mejora las características físicas del concreto debido que, adicionando 5% y 15% de vidrio y caucho reciclado, incrementó su revenimiento del concreto, en cuanto a la densidad incrementó en todos los porcentajes que se añadió vidrio y caucho reciclado. Además, se logró determinar que la adición de vidrio y caucho reciclado, sí mejora las propiedades mecánicas del concreto  $f'c = 210 \text{ kg/cm}^2$  ya que, adicionando 5% de vidrio y caucho reciclado incrementó un 4.23% su resistencia respecto a la mezcla patrón, mientras que la resistencia a flexión en dosificaciones de 5% y 10% incrementó en un 6.01% y 1.1% respectivamente en relación al concreto convencional. Por lo tanto, la adición de vidrio y caucho reciclado mejora las propiedades físico-mecánicas del concreto  $f'c = 210 \text{ kg/cm}^2$ , Lima – 2022.

Segundo: Adicionando vidrio y caucho reciclado, sí mejora las cualidades físicas del hormigón, según los resultados obtenidos, los más óptimos se alcanzaron adicionando 5% de vidrio y caucho reciclado, obteniendo 6 pulgadas y adicionando 15% se obtuvo 6.5 pulgadas, incrementando en un 20% y 30% respectivamente en base a la muestra patrón, respecto a la densidad añadiendo 5% alcanzó  $2,230 \text{ kg/m}^3$ , añadiendo 10% logró  $2,247 \text{ kg/m}^3$  y adicionando 15% de vidrio y caucho reciclado alcanzó  $2,260 \text{ kg/m}^3$ , incrementando en 1%, 1.8% y 2.4% respectivamente en referencia al diseño patrón donde obtuvo  $2,207 \text{ kg/m}^3$  representando el 100% de la muestra. En tal sentido la adición de vidrio y caucho reciclado mejora las propiedades físicas del concreto  $f'c = 210 \text{ kg/cm}^2$ , Lima – 2022.

Tercero: Añadiendo vidrio y caucho reciclado, sí mejora la resistencia a compresión del hormigón, esto debido a los resultados que se obtuvieron donde el más óptimo se obtuvo al adicionar 5% de vidrio y caucho reciclado, logrando una resistencia de  $280.7 \text{ kg/cm}^2$ , generándose un incremento de 4.23% respecto al diseño patrón en la edad de 28 días. Sin embargo, se obtuvo una ligera disminución de su resistencia adicionando 10% y 15% de vidrio reciclado respecto al diseño patrón por lo que, se

determinó conveniente la adición de vidrio y caucho reciclado en dosificaciones menores a 5%. En consecuencia, la adición de vidrio y caucho reciclado mejora la resistencia a compresión del concreto  $f'c = 210 \text{ kg/cm}^2$ , Lima – 2022.

Cuarto: Conforme a los resultados que fueron obtenidos, la adición de vidrio y caucho reciclado, sí mejora la resistencia a flexión del hormigón, donde al añadir 5% de vidrio y caucho reciclado obtuvo una resistencia de  $30 \text{ kg/cm}^2$ , aumentando su esfuerzo en un 6.01% en relación al hormigón convencional, añadiendo 10% de vidrio y caucho reciclado logró una resistencia de  $28.7 \text{ kg/cm}^2$ , aumentando moderadamente un 1.4% respecto al diseño patrón la cual obtuvo una resistencia de 28.3 representando el 100% de la muestra. Sin embargo, adicionando 15% de vidrio y caucho reciclado se obtuvo una disminución moderada de 1.1%, obteniendo  $28 \text{ kg/cm}^2$ . Concluyendo que es conveniente adicionar dosificaciones menores de 10% de vidrio y caucho reciclado. En este sentido la adición de vidrio y caucho reciclado mejora su resistencia a flexión del concreto  $f'c = 210 \text{ kg/cm}^2$ , Lima – 2022.

## VII. RECOMENDACIONES

Estudiar futuras investigaciones donde realicen análisis de propiedades físicas y mecánicas del concreto, empleando la mezcla de estos dos agregados reciclados (vidrio y caucho), para poder tener información más precisa y concisa sobre el comportamiento de los mismos ya sea teniendo mejoras o deficiencias, así como las dosificaciones a emplear para poder obtener resultados idóneos.

Analizar previamente las características granulométricas del agregado reciclado antes de ser utilizados en los diseños de mezcla para poder tener una adecuada uniformidad en las partículas seleccionadas y obtener mejoras en sus propiedades físicas del concreto.

Analizar las dosificaciones a emplear de vidrio y caucho reciclado en diseños de mezcla  $f'c = 210 \text{ kg/cm}^2$  ya que, según resultados obtenidos en este trabajo de investigación, su resistencia a compresión mejoró en porcentajes menores a 5% de vidrio y caucho reciclado, teniendo en cuenta el contenido óptimo obtenido, donde incrementa su resistencia a compresión en las tres edades en la que fueron probadas.

Revisar investigaciones anteriores donde utilizaron vidrio y caucho reciclado en diseños de mezcla  $f'c = 210 \text{ kg/cm}^2$ , dado que el vidrio posee mejor resistencia que el caucho, en esta investigación es recomendable emplear vidrio y caucho reciclado luego que mejorara su resistencia a flexión, es recomendable emplear porcentajes de 5% hasta un 10% máximo de vidrio y caucho reciclado, ya que en estos porcentajes se logró el contenido más óptimo, en la cual incrementó su resistencia a flexión.

## REFERENCIAS

- ABANTO, Castillo. Tecnología del concreto: teorías y problemas. 6ª ed. Lima: San Marcos, 2014. 242 pp. ISBN: 9786123020606
- ADAWAY, Matthew y Wang, Ying. Recycled glass as a partial replacement for fine aggregate in structural concrete – Effects on compressive strength. Artículo de Revista Electrónica de Ingeniería Estructural de la Universidad de Surrey. Guildford - Inglaterra: Universidad de Surrey, departamento de Ingeniería Civil y Ambiental, 2015
- ALMEIDA, B. y Trujillo, V. Principios Básicos de la Construcción Sostenible Utilizando Vidrio Triturado en la Elaboración De Hormigones. Ecuador: Universidad Central Del Ecuador, 2017.  
Disponible en <http://www.dspace.uce.edu.ec/handle/25000/9820>
- ASTM C127. Método de ensayo normalizado para determinar la densidad, la densidad relativa (gravedad específica) y la absorción de agregados gruesos. Estados Unidos.  
Disponible en <https://www.astm.org/database.cart/historical/c127-04-sp.htm>
- BAUTISTA Huamán Roy, Leyva Requejo, Alin Deivis. Diseño de concreto durable 210 kg/cm<sup>2</sup> para elementos estructurales incorporando vidrio molido a los agregados, Jaén – 2021. Universidad cesar vallejo.2021
- BAZÁN Alcántara, Lusbeth Rojas Casique, Reynaldo. “Comportamiento mecánico del concreto f'c = 210 kg/cm<sup>2</sup> para pavimento rígido incorporando vidrio reciclado, distrito de Moyobamba, San Martín – 2018”. Perú: Universidad cesar vallejo, 2018.
- BRITO, Jorge, PONTES, Jorge y SERPA, Diogo. Concrete made with recycled glass aggregates. ACI Materials Journal [en línea]. Vol.112, N°1. 2015
- BUSTAMANTE, Gladys. Aproximación al muestreo estadístico en investigaciones científicas. Revista de Actualización Clínica Investiga. Rev. Act. Clin. Med v.10 La Paz. 2011. ISSN 2304-3768
- CARDENA, Pedro; Rendon, Roberto; Aguilar, Jorge y Otros. Métodos cualitativos o su combinación en la investigación: un acercamiento en las ciencias sociales. Revista Mexicana de Ciencias Agrícolas Vol.8 Núm.7 27 de septiembre - 11 de noviembre, 2017. 1603-1617 pp. ISSN: 2007-0934

- CARRASCO, Sergio. Metodología de la investigación científica. 2.a ed. Editorial San Marcos: Lima-Perú, 2015. 476 pp. ISBN: 9789972383441
- CODINA, Rita. “Resistencia a la compresión de un concreto  $f'c=210$  kg/cm<sup>2</sup> con agregado fino sustituido en 5% y 10% por vidrio molido reciclado”. Perú; Universidad San Pedro, 2018.  
Disponibile en: <https://cutt.ly/zmUEZ9T>
- ESTRADA, Juan. Estudio de propiedades físico mecánicas y de durabilidad de hormigón con caucho. Tesis para obtener el título de Ingeniería Estructural y de la Construcción. España: Universidad politécnica de Catalunya, 2016. 17, 46,60 pp.
- FLORES Osorio, Juan Carlos, Águila Quispe, Willian. Análisis de resistencia a la compresión del concreto 210 kg/cm<sup>2</sup> adicionando caucho reciclado para estructuras de albañilería confinada, Lima - 2018. Lima: Universidad Cesar Vallejo. 2018.
- GALLEGOS, Barrientos, Félix Alfonso y Guerrero Rivas, Angie Jackeline. Estudio de las propiedades físicas y mecánicas del concreto permeable con adición de fibras de vidrio para pavimentos Coracora - 2021. Perú: Universidad Cesar Vallejo, 2021.
- GUZMAN Rojas, Yheyson y GUZMAN Rojas, Esthefany. Sustitución de los áridos por fibras de caucho de neumáticos reciclados en la elaboración de concreto estructural en Chimbote. Tesis (Titulación de Ingeniería Civil). Perú: Universidad Nacional de Santa, Facultad de Ingeniería, 2015. 351 pp.
- HARMSSEN, Teodoro. Diseño de estructuras de concreto armado. 5ª ed. Perú: Pontificia Universidad Católica del Perú, 2017. 967pp. ISBN: 9786123172978
- HERNÁNDEZ, Roberto, FERNÁNDEZ, Carlos y BAPTISTA, María. Metodología de la investigación. 5ª ed. McGraw-Hill: México, 2010. 656 pp. ISBN: 9786071502919
- KOTTAS, Dimitris. Materiales para la construcción. Plutón ediciones. Barcelona España, 2016. 251 pp. ISBN: 9788416239801
- LOAYZA, S. y Meléndrez, Q. Análisis de la resistencia a la compresión y durabilidad del concreto  $f'c= 210$  kg/cm<sup>2</sup> con la adición de vidrio reciclado – Lima. Perú: Universidad Cesar Vallejos, 2020.

MOUSA, Magda. Effect of elevated temperature on the properties of silica fume and recycled rubber-filled high strength concretes (RHSC). Producción and hosting by Elsevier, 2015. 175 pp.

Disponible en <http://dx.doi.org/10.1016/j.hbrcj.2015.03.002>

NORMA ASTM C143-78, Consistencia del concreto (Slump)  
<http://www.uca.edu.sv/mecanicaestructural/materias/materialesCostruccion/guiasLab/ensayoConcretoFresco/REVENIMIENTO.pdf>

NORMA E.060 concreto armado (el peruano 2006).  
[http://www.gacetajuridica.com.pe/servicios/normas\\_pdf/Junio\\_2006/10-06-2006/10-06-2006\\_SE\\_\(7ma-parte\).pdf](http://www.gacetajuridica.com.pe/servicios/normas_pdf/Junio_2006/10-06-2006/10-06-2006_SE_(7ma-parte).pdf).

NTP 339.034. CONCRETO Método de ensayo normalizado para la determinación de la resistencia a la compresión del concreto en probetas cilíndricas, 2015.

NTP 339.078 – 339.084. Hormigón (Concreto), Método de ensayo normalizado para la determinación de la resistencia a la flexión del concreto y tracción, en muestras de vigas prismáticas y cilindros. 3ª ed. R 001-2008 - INDECOPICRT (2017).

OTZEN, Tamara y MANTEROLA, Carlos. Técnicas de Muestreo sobre una Población a Estudio. Centro de Investigaciones Biomédicas, Universidad Autónoma de Chile, Temuco, Chile. 2017. Int. J.Morphol. vol.35 no.1 Temuco mar. <http://dx.doi.org/10.4067/S0717-95022017000100037> ISSN 0717-9502

PACHECO Ylla, Gerver Michael, Ticlo Huaman, Samuel Fabian. “Evaluación de la resistencia a la compresión y flexión del concreto, adicionando fibras de caucho de neumáticos reciclados, Lima 2019”. Perú: Universidad Cesar Vallejo, 2020.

PEÑAFIEL, Daniela. Análisis de la resistencia a la compresión del hormigón al emplear vidrio reciclado molido en reemplazo parcial del agregado fino. Ecuador: Universidad Técnica de Ambato, 2016.

Disponible en <https://repositorio.uta.edu.ec/jspui/handle/123456789/23038>

PEREZ Oyola, Juan Carlos y Arrieta Ballen, Yeison Leonardo. “Estudio para Caracterizar una Mezcla de Concreto con Caucho Reciclado en un 5% en Peso Comparado con una Mezcla de Concreto Tradicional de 3500 psi”. Bogotá- Colombia: Universidad Católica de Colombia, Facultad de Ingeniería, Programa de Ingeniería Civil, 2017.

Disponible en <https://bit.ly/3esnnzz>

- POVEDA. Análisis de la influencia del vidrio molido sobre la resistencia al desgaste en adoquines de hormigón tipo A. Tesis (Ingeniero Civil). Quito: Escuela Politécnica Nacional, 2015.  
[https://revistapolitecnica.epn.edu.ec/ojs2/index.php/revista\\_politecnica2/article/view/413](https://revistapolitecnica.epn.edu.ec/ojs2/index.php/revista_politecnica2/article/view/413)
- QUISPE Curo, José Manuel. Adición de vidrio reciclado en un concreto  $f'c = 210 \text{ kg/cm}^2$ , para mejorar sus propiedades físicas y mecánicas, Lima, Perú-2020. Lima Universidad Cesar Vallejo, 2020.
- RAJU, Shilpa And Kumar, Vipin. Effect of Using Glass Powder in Concrete. International Journal of Innovative Research in Science, Engineering and Technology, 2014. 421 p.
- RAMÍREZ, Fabián y ZWERG, Anne. Metodología de la investigación: más que una receta. AD-minister, núm. 20, enero-junio, 2012, pp. 91-111 Universidad EAFIT Medellín, Colombia. ISSN: 1692-0279
- REGLAMENTO Nacional de Edificaciones. Lima, Perú: Macro EIRL, 2016. 797 pp. ISBN N° 978-612-304-334-6
- REGLAMENTO Nacional de Edificaciones. NTE. E. 060: Concreto armado. Perú: Megabyte grupo editorial, 2017. 823 pp.
- RIVVA, Enrique. Materiales para el concreto, 2010.
- RNE. 2019. Vidrio. Perú: ICG, 2019.
- SÁNCHEZ, Diego. Tecnología del concreto y del mortero. 5ª ed. Bhandar Editores: Bogotá-Colombia, 2001. 349pp. ISBN:9589247040
- SEDLMAJER, Martin y Zach, Jiri. Properties of lightweight concretes made of aggregate from recycled glass. Solid state phenomena [en línea]. Vol.249. 2016.
- SU, Haolin. Properties of concrete with recycled aggregates as coarse aggregate and as-received/Surface-modified rubber particles as fine aggregate. Thesis Doctor of Philosophy in Civil Engineering, University of Birmingham, Inglaterra, 2015.  
Disponible en <https://etheses.bham.ac.uk/id/eprint/6003/1/Su15PhD.pdf>
- VALDERRAMA, S. (2013). Pasos para elaborar proyectos de investigación Científica, cuantitativa, cualitativa y mixta. Lima, Perú: San Marcos, 2013.

VARGAS, David. 2015. Reutilización de vidrio plano como agregado fino. Cartago: Instituto tecnológico de Costa Rica, 2015.

WALHOFF, Guerson. Influencia del vidrio molido en la resistencia a la compresión del concreto y costos de fabricación, comparado con el concreto convencional, barranca - 2016. Tesis (Ingeniero Civil). Huaraz: Universidad Nacional "Santiago Antúnez de Mayolo", 2017.  
[http://repositorio.unasam.edu.pe/bitstream/handle/UNASAM/2120/T033\\_46910453\\_T.pdf?sequence=1&isAllowed=y](http://repositorio.unasam.edu.pe/bitstream/handle/UNASAM/2120/T033_46910453_T.pdf?sequence=1&isAllowed=y)

## ANEXOS

### Anexo 1. Matriz de operacionalización de variables

Título: Mejoramiento de Propiedades Físico-Mecánicas del Concreto $f'c = 210 \text{ kg/cm}^2$ con adición de vidrio y caucho reciclado, Lima – 2022					
Autor: Mundaca Zavaleta Eysler Yomar					
VARIABLES DE ESTUDIO	DEFINICION CONCEPTUAL	DEFINICION OPERACIONAL	DIMENSION	INDICADOR	ESCALA DE MEDICION
Variable 1 Material reciclado (vidrio y caucho)	En los últimos años se han realizado investigaciones para determinar la idoneidad del uso de materiales reciclados como áridos para mezclas de hormigón, dicho uso puede ser deseable desde un punto de vista económico, como la protección del medio ambiente, pero se debe tener especial cuidado al considerar el agregado reciclado en elaboraciones de concreto. (Riwa, 2010, p. 78)	El material reciclado (Vidrio y Caucho), al poseer propiedades beneficiosas, se propone en incorporar al diseño de concreto $f'c = 210 \text{ kg/cm}^2$ en porcentajes de 5% ; 10% y 15%, para comparar su proceder y determinar sus propiedades físicas y mecanicas a través de los ensayos de laboratorio como trabajabilidad, densidad, resistencia a la compresion y flexión; estas seran medidas a través de sus indicadores de acuerdo a sus dimensiones para la variable independiente.	Vidrio reciclado (50%)  y  Caucho reciclado (50%)	Dosificación  (0%; 5%; 10%; 15%)	Razón
				Peso específico  (V; C; MVC)	
Variable 2 Propiedades físico- mecánicas del concreto	Propiedades mecánicas, siendo estas resistencias del hormigón a las que no se pueden evaluar en estado fresco, por lo que se realizan ensayos sobre muestras endurecidas, de diferentes edades (Abanto, 2013 p. 21). Propiedades físicas del hormigón son las propiedades que posee el hormigón antes de pasar a su estado sólido, que son las propiedades que tiene el hormigón cuando está en una pasta o mezcla, estos incluyen trabajabilidad, densidad, exudación, cohesión, segregación. Para cada uno de ellos, se realizan pruebas de laboratorio para determinar cuantificarlo en base a las normas estandarizadas (gallegos y guerrero, 2021, p. 19).	Se determinará el revenimiento y la densidad que posee el diseño de concreto $f'c = 210 \text{ kg/cm}^2$ con 0%; 5% ; 10% y 15% mediante los ensayos iniciales; ya que son propiedades que posee el concreto en estado fresco al momento de ser mezclado; estas seran medidas a través de sus indicadores de acuerdo a sus dimensiones para dicha variable dependiente. Así mismo, Para poder determinar la resistencia en el concreto $f'c = 210 \text{ kg/cm}^2$ se dará por medio del ensayo de resistencia a la compresión que es una de las propiedades más importantes a una carga axial del concreto endurecido .	Propiedades físicas	Revenimiento	Intervalo
				Densidad	Intervalo
			Propiedades mecánicas	resistencia a flexión	Intervalo
				resistencia a compresión	Intervalo

## Anexo 2. Matriz de consistencia

Título: Mejoramiento de Propiedades Físico-Mecánicas del Concreto $f'c = 210 \text{ kg/cm}^2$ con adición de vidrio y caucho reciclado, Lima – 2022							
Autor: Mundaca Zavaleta Eyser Yomar							
Problema	Objetivos	Hipótesis	Variables	Dimensiones	Indicadores	Instrumentos	Metodología
<b>Problema General:</b>	<b>Objetivo general:</b>	<b>Hipótesis general:</b>	<b>Variable 1 Material reciclado</b>	Vidrio reciclado (50%) y Caucho reciclado (50%)	Dosificación (0%; 5%; 10%; 15%)	Ficha de recolección de datos	Tipo de investigación Aplicada
¿De qué manera influye la adición de vidrio y caucho reciclado en las propiedades físico-mecánicas del concreto $f'c = 210 \text{ kg/cm}^2$ , Lima - 2022?	Analizar las propiedades físico-mecánicas del concreto $f'c = 210 \text{ kg/cm}^2$ , con adición de vidrio y caucho reciclado, Lima - 2022	La adición de vidrio y caucho reciclado mejora las propiedades físico-mecánicas del concreto $f'c = 210 \text{ kg/cm}^2$ , Lima - 2022			Peso específico (V; C; MVC)		
<b>Problemas Específicos:</b>	<b>Objetivos específicos:</b>	<b>Hipótesis específicas:</b>	<b>Variable 2 Propiedades Físico-Mecánicas del Concreto <math>f'c = 210 \text{ kg/cm}^2</math></b>	propiedades físicas	Revenimiento	Ficha de resultados de laboratorio (NTP 339.035)	El diseño de la investigación Experimental (Cuasi experimental)
¿En cuanto influye la adición de vidrio y caucho reciclado en las propiedades físicas del concreto $f'c = 210 \text{ kg/cm}^2$ , Lima - 2022 ?	Determinar las propiedades físicas del concreto $f'c = 210 \text{ kg/cm}^2$ , con adición de vidrio y caucho reciclado, Lima - 2022	La adición de vidrio y caucho reciclado mejora las propiedades físicas del concreto $f'c = 210 \text{ kg/cm}^2$ , Lima - 2022			Densidad	Ficha de resultados de laboratorio (NTP 339.046)	El nivel de la investigación: Correlativo
¿En cuanto influye la adición de vidrio y caucho reciclado en la resistencia a compresión del concreto $f'c = 210 \text{ kg/cm}^2$ , Lima - 2022?	Determinar la resistencia a la compresión del concreto $f'c = 210 \text{ kg/cm}^2$ , con adición de vidrio y caucho reciclado, Lima - 2022	La adición de vidrio y caucho reciclado mejora la resistencia a compresión del concreto $f'c = 210 \text{ kg/cm}^2$ , Lima - 2022			Resistencia a compresión	Ficha de resultados de laboratorio (NTP 339.034)	Población: Diseños de concreto $f'c = 210 \text{ kg/cm}^2$ , con adición de vidrio y caucho reciclado.
¿En cuánto influye la adición de vidrio y caucho reciclado en la resistencia a flexión del concreto $f'c = 210 \text{ kg/cm}^2$ , Lima - 2022 ?	Determinar la resistencia a la flexión del concreto $f'c = 210 \text{ kg/cm}^2$ , con adición de vidrio y caucho reciclado, Lima - 2022	La adición de vidrio y caucho reciclado mejora la resistencia a la flexión del concreto $f'c = 210 \text{ kg/cm}^2$ , Lima - 2022			Resistencia a flexión	Ficha de resultados de laboratorio (NTP 339.078)	Muestra: 36 especímenes cilíndricos y 12 vigas prismáticas con adición de vidrio y caucho reciclado  Muestreo: No probabilístico

### Anexo 3. Instrumentos de recolección de datos

#### 01. Lévano Sánchez Joseph Eduardo

  
**UNIVERSIDAD CÉSAR VALLEJO**

**FACULTAD DE INGENIERÍA Y ARQUITECTURA**  
**ESCUELA PROFESIONAL DE INGENIERÍA CIVIL**

Ficha de recolección de datos: Dosificación de material reciclado (vidrio granular y caucho)

"Mejoramiento de Propiedades Físico-Mecánicas del Concreto  $f_c = 210 \text{ kg/cm}^2$ , con adición de vidrio y caucho reciclado, Lima – 2022"

Fecha: 03/06/2022  
Numero de ficha: 01

Parte A: Mundaca Zavaleta Eysyer Yomar

Ubicación geográfica  
Provincia: Lima    Distrito: San Miguel

Parte B: Dosificación de material reciclado (vidrio reciclado 50%)

5.0%	
10.0%	
15.0%	

Parte C: Dosificación de material reciclado (caucho reciclado 50%)

5.0%	
10.0%	
15.0%	

Opinión de aplicabilidad:  Aplicable |  Aplicable después de corregir |  No aplicable |

Apellidos y nombre(s) del juez evaluador: Lévano Sánchez Joseph Eduardo

Especialista: Metodólogo |  | Temático |  |

Grado: Maestro |  | Doctor |  |

Título profesional: Ingeniero Civil

Nº de registro CIP: 213105

  
LEVANO SANCHEZ JOSEPH EDUARDO  
INGENIERO CIVIL  
CIP Nº 213105  
Firma y Sello

#### 02. Boza Olaechea Margarita Luisa

  
**UNIVERSIDAD CÉSAR VALLEJO**

**FACULTAD DE INGENIERÍA Y ARQUITECTURA**  
**ESCUELA PROFESIONAL DE INGENIERÍA CIVIL**

Ficha de recolección de datos: Dosificación de material reciclado (vidrio granular y caucho)

"Mejoramiento de Propiedades Físico-Mecánicas del Concreto  $f_c = 210 \text{ kg/cm}^2$ , con adición de vidrio y caucho reciclado, Lima – 2022"

Fecha: 10/06/2022  
Numero de ficha: 02

Parte A: Mundaca Zavaleta Eysyer Yomar

Ubicación geográfica  
Provincia: Lima    Distrito: San Miguel

Parte B: Dosificación de material reciclado (vidrio reciclado 50%)

5.0%	
10.0%	
15.0%	

Parte C: Dosificación de material reciclado (caucho reciclado 50%)

5.0%	
10.0%	
15.0%	

Opinión de aplicabilidad:  Aplicable |  Aplicable después de corregir |  No aplicable |

Apellidos y nombre(s) del juez evaluador: Boza Olaechea Margarita Luisa

Especialista: Metodólogo |  | Temático |  |

Grado: Maestro |  | Doctor |  |

Título profesional: Ingeniera Civil

Nº de registro CIP: 80500

  
Margarita Boza Olaechea  
INGENIERA CIVIL  
CIP. 80500

#### 03. Rodas Zegarra Adamari

  
**UNIVERSIDAD CÉSAR VALLEJO**

**FACULTAD DE INGENIERÍA Y ARQUITECTURA**  
**ESCUELA PROFESIONAL DE INGENIERÍA CIVIL**

Ficha de recolección de datos: Dosificación de material reciclado (vidrio granular y caucho)

"Mejoramiento de Propiedades Físico-Mecánicas del Concreto  $f_c = 210 \text{ kg/cm}^2$ , con adición de vidrio y caucho reciclado, Lima – 2022"

Fecha: 10/06/2022  
Numero de ficha: 03

Parte A: Mundaca Zavaleta Eysyer Yomar

Ubicación geográfica  
Provincia: Lima    Distrito: San Miguel

Parte B: Dosificación de material reciclado (vidrio reciclado 50%)

5.0%	
10.0%	
15.0%	

Parte C: Dosificación de material reciclado (caucho reciclado 50%)

5.0%	
10.0%	
15.0%	

Opinión de aplicabilidad:  Aplicable |  Aplicable después de corregir |  No aplicable |

Apellidos y nombre(s) del juez evaluador: Rodas Zegarra Adamari

Especialista: Metodólogo |  | Temático |  |

Grado: Maestro |  | Doctor |  |

Título profesional: Ingeniera Civil

Nº de registro CIP: 269345

  
ADAMARI RODAS ZEGARRA  
INGENIERA CIVIL  
Reg CIP Nº 269345

## Anexo 4. Validez

### 01. Lévano Sánchez Joseph Eduardo

Validez	Pregunta	Puntuación		Observaciones
		0	1	
De contenido	1 ¿El instrumento persigue el fin del objetivo general?		x	
	2 ¿El instrumento persigue los fines de los objetivos específicos?		x	
	3 ¿EL número de dimensiones es adecuado?		x	
	4 ¿Hay claridad en la estructura de los instrumentos?		x	
	5 ¿Las hipótesis planteadas se contrastarán con la información recolectada en los instrumentos?		x	
De constructo	6 ¿El número de indicadores es adecuado?		x	
	7 No existe ambigüedad en los indicadores		x	
	8 ¿Los indicadores considerados son acorde al nivel de información necesitada?		x	
	9 ¿Los indicadores miden lo que se busca investigar?		x	
	10 ¿Las dimensiones consideradas bastan para evaluar la variable?		x	
De criterio	11 ¿Los indicadores son medibles?		x	
	12 ¿Los instrumentos se comprenden con facilidad?		x	
	13 ¿Las opciones del instrumento se presentan en orden lógico?		x	
	14 ¿La secuencia planteada es adecuada?		x	
	15 No es necesario considerar otros campos		x	
Total			14	

Observaciones (precisar si hay suficiencia): Existe suficiencia

Opinión de aplicabilidad: Aplicable [ x ] Aplicable después de corregir [ ] No aplicable [ ]

Apellidos y nombre(s) del juez evaluador: Lévano Sánchez Joseph Eduardo

Especialista: Metodólogo [ ] Temático [ x ]

Grado: Maestro [ ] Doctor [ ]

Título profesional: Ingeniero Civil

N° de registro CIP: 213105

Nota: Suficiencia, se dice suficiencia cuando los ítems planteados son suficientes para medir la dimensión



### 02. Boza Olaechea Margarita Luisa

Validez	Pregunta	Puntuación		Observaciones
		0	1	
De contenido	1 ¿El instrumento persigue el fin del objetivo general?		x	
	2 ¿El instrumento persigue los fines de los objetivos específicos?		x	
	3 ¿EL número de dimensiones es adecuado?		x	
	4 ¿Hay claridad en la estructura de los instrumentos?		x	
	5 ¿Las hipótesis planteadas se contrastarán con la información recolectada en los instrumentos?		x	
De constructo	6 ¿El número de indicadores es adecuado?		x	
	7 No existe ambigüedad en los indicadores		x	
	8 ¿Los indicadores considerados son acorde al nivel de información necesitada?		x	
	9 ¿Los indicadores miden lo que se busca investigar?		x	
	10 ¿Las dimensiones consideradas bastan para evaluar la variable?		x	
De criterio	11 ¿Los indicadores son medibles?		x	
	12 ¿Los instrumentos se comprenden con facilidad?		x	
	13 ¿Las opciones del instrumento se presentan en orden lógico?		x	
	14 ¿La secuencia planteada es adecuada?		x	
	15 No es necesario considerar otros campos		x	
Total			15	

Observaciones (precisar si hay suficiencia): Existe suficiencia

Opinión de aplicabilidad: Aplicable [ x ] Aplicable después de corregir [ ] No aplicable [ ]

Apellidos y nombre(s) del juez evaluador: Boza Olaechea Margarita Luisa

Especialista: Metodólogo [ x ] Temático [ ]

Grado: Maestro [ x ] Doctor [ ]

Título profesional: Ingeniera Civil

N° de registro CIP: 80500

Nota: Suficiencia, se dice suficiencia cuando los ítems planteados son suficientes para medir la dimensión



### 03. Rodas Zegarra Adamari

Validez	Pregunta	Puntuación		Observaciones
		0	1	
De contenido	1 ¿El instrumento persigue el fin del objetivo general?		x	
	2 ¿El instrumento persigue los fines de los objetivos específicos?		x	
	3 ¿EL número de dimensiones es adecuado?		x	
	4 ¿Hay claridad en la estructura de los instrumentos?		x	
	5 ¿Las hipótesis planteadas se contrastarán con la información recolectada en los instrumentos?		x	
De constructo	6 ¿El número de indicadores es adecuado?		x	
	7 No existe ambigüedad en los indicadores		x	
	8 ¿Los indicadores considerados son acorde al nivel de información necesitada?		x	
	9 ¿Los indicadores miden lo que se busca investigar?		x	
	10 ¿Las dimensiones consideradas bastan para evaluar la variable?		x	
De criterio	11 ¿Los indicadores son medibles?		x	
	12 ¿Los instrumentos se comprenden con facilidad?		x	
	13 ¿Las opciones del instrumento se presentan en orden lógico?		x	
	14 ¿La secuencia planteada es adecuada?		x	
	15 No es necesario considerar otros campos		x	
Total			15	

Observaciones (precisar si hay suficiencia): Existe suficiencia

Opinión de aplicabilidad: Aplicable [ x ] Aplicable después de corregir [ ] No aplicable [ ]

Apellidos y nombre(s) del juez evaluador: Rodas Zegarra Adamari

Especialista: Metodólogo [ ] Temático [ x ]

Grado: Maestro [ ] Doctor [ ]

Título profesional: Ingeniera Civil

N° de registro CIP: 260345

Nota: Suficiencia, se dice suficiencia cuando los ítems planteados son suficientes para medir la dimensión



## Anexo 5. Normativa

### Normas para el ensayo de resistencia a la compresión

<b>Ensayo</b>	<b>ASTM</b>	<b>NTP</b>
Resistencia a la compresión	C39	339.034

### Normas para el ensayo de resistencia a la flexión

<b>Ensayo</b>	<b>ASTM</b>	<b>NTP</b>
Resistencia a la flexión	C78	339.078

### Normas para el ensayo del revenimiento

<b>Ensayo</b>	<b>ASTM</b>	<b>NTP</b>
Revenimiento	C143	339.035

### Normas para el ensayo de Densidad

<b>Ensayo</b>	<b>ASTM</b>	<b>NTP</b>
Densidad	C138	339.046

### Norma Técnica de Edificaciones

<b>Descripción</b>	<b>Norma</b>
Concreto armado	NTE 060

## Anexo 6. Mapas y Planos



Imagen 1. Mapa Político del Perú



Imagen 2. Mapa Político de Lima

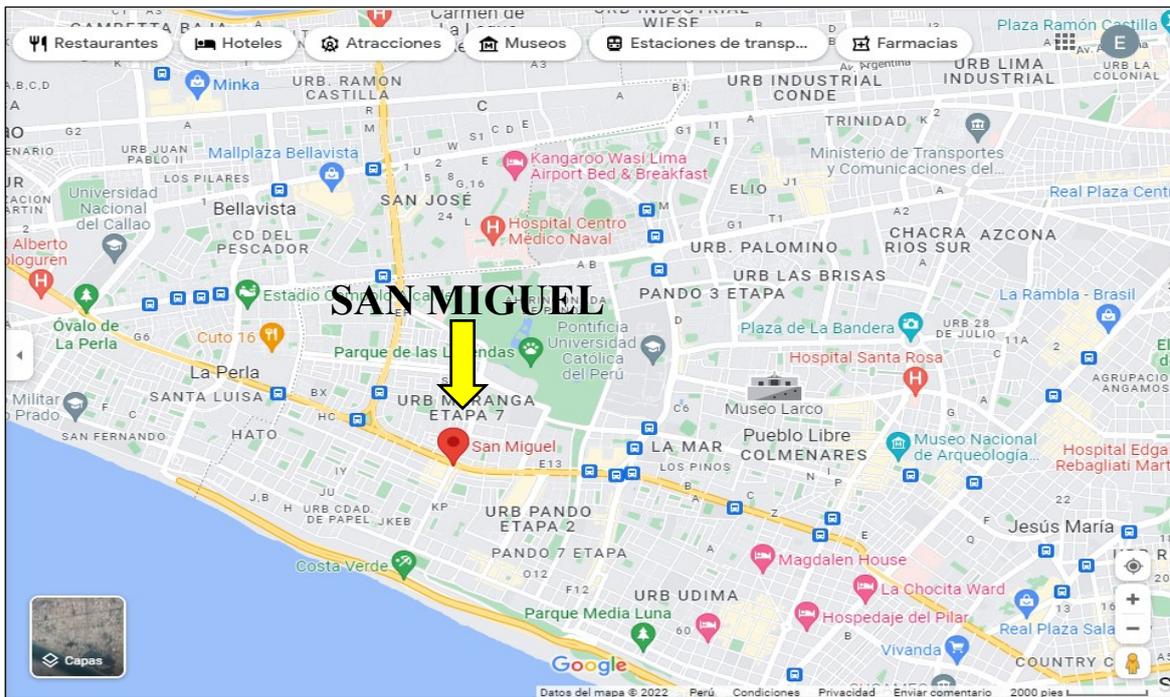


Imagen 3. Mapa del distrito de San Miguel

Anexo 7. Panel fotográfico



Imagen 4. vidrio Reciclado  
Fuente: Elaboración Propia

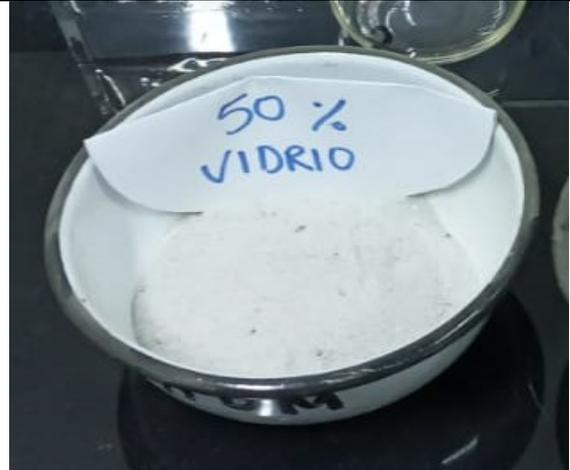


Imagen 5. vidrio Triturado  
Fuente: Elaboración Propia



Imagen 6. Caucho Reciclado  
Fuente: Elaboración Propia



Imagen 7. Caucho Triturado  
Fuente: Elaboración Propia



Imagen 8. Agregado Grueso y Fino  
Fuente: Elaboración Propia



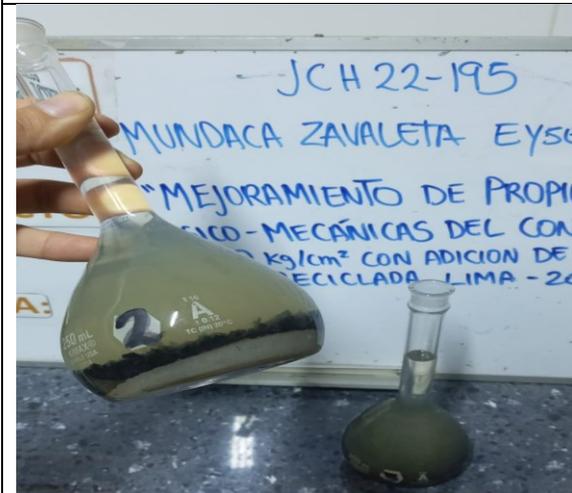
Imagen 9. Agregado Reciclado  
Fuente: Elaboración Propia



*Imagen 10. Dosificación de Mezcla*  
Fuente: Elaboración Propia



*Imagen 11. Preparación de Mezcla*  
Fuente: Elaboración Propia



*Imagen 12. Peso Específico*  
Fuente: Elaboración Propia



*Imagen 13. Llenado del cono de ABRANS*  
Fuente: Elaboración Propia



*Imagen 14. Revenimiento del Concreto*  
Fuente: Elaboración Propia



*Imagen 15. Vigas Prismáticas*  
Fuente: Elaboración Propia



Imagen 16. Especímenes Cilíndricos  
Fuente: Elaboración Propia



Imagen 17. Curado de Especímenes y Vigas  
Fuente: Elaboración Propia

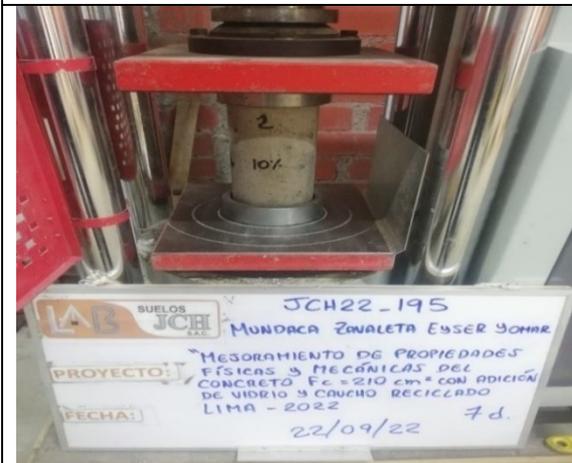


Imagen 18. Ensayo a Compresión – 7 días  
Fuente: Elaboración Propia



Imagen 19. Ensayo a Compresión – 14 días  
Fuente: Elaboración Propia



Imagen 20. Ensayo a Compresión – 28 días  
Fuente: Elaboración Propia



Imagen 21. Ensayo a Flexión – 28 días  
Fuente: Elaboración Propia



Imagen 22. Rotura a los 7 días  
Fuente: Elaboración Propia



Imagen 23. Rotura a los 14 días  
Fuente: Elaboración Propia



Imagen 24. Rotura a los 28 días  
Fuente: Elaboración Propia



Imagen 25. Rotura a los 28 días  
Fuente: Elaboración Propia

## Anexo 8. Certificados de laboratorio de los ensayos

	<b>FORMULARIO</b>	Código	---
	<b>INFORME DE RESULTADOS DE ENSAYOS</b>	Revisión	1
		Fecha	-
		Página	---

**INFORME** : JCH 22-195  
**SOLICITANTE** : Mundaca Zavaleta Eyser Yomar  
**PROYECTO** : Mejoramiento de Propiedades Físico-Mecánicas del Concreto  $f'c = 210 \text{ kg/cm}^2$  con adición de vidrio y caucho reciclado, Lima – 2022  
**UBICACIÓN** : Lima  
**FECHA** : Setiembre del 2022  
**ASUNTO** : Diseño de mezcla  $f'c = 210 \text{ Kg/cm}^2$

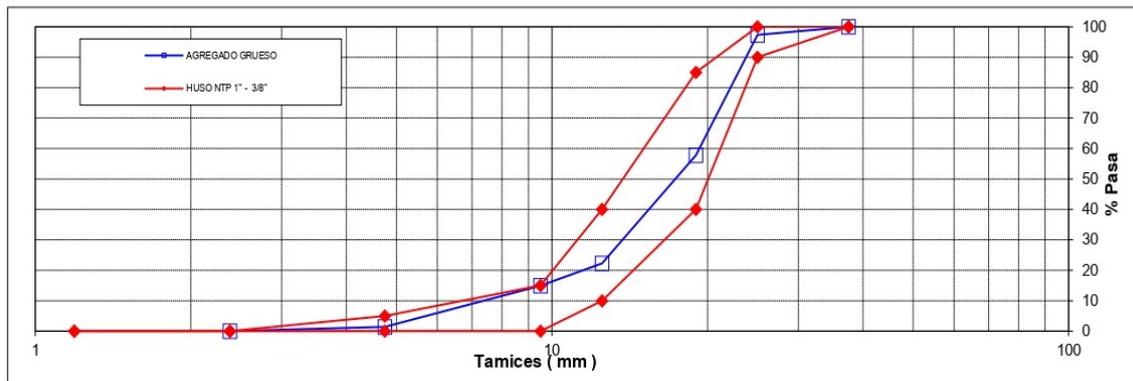
### CARACTERÍSTICAS DEL AGREGADO GRUESO :

PIEDRA CHANCADA procedente de la cantera Jicamarca  
 Muestra proporcionada e identificada por el peticionario.

**A) ANALISIS GRANULOMETRICO**      **Peso Total gr**      11683,3

TAMIZ	gr	%	% RET.	%	% PASA	
( Pulg )	( mm )	Pesos	RET.	ACUM.	PASA	HUSO NTP 1" - 3/8"
2 1/2"	63					
2"	50					
1 1/2"	37,5		0,0	0,0	100,0	100 - 100
1"	25	314	2,7	2,7	97,3	90 - 100
3/4"	19	4614,4	39,5	42,2	57,8	40 - 85
1/2"	12,5	4157	35,6	77,8	22,2	10 - 40
3/8"	9,5	852,2	7,3	85,1	14,9	0 - 15
Nº4	4,75	1578,4	13,5	98,6	1,4	0 - 5
Nº8	2,38	167,3	1,4	100,0	0,0	-
Nº16	1,19					-
FONDO						

### B) CURVA DE GRANULOMETRIA



### C) PROPIEDAS FISICAS

Tamaño Nominal Máximo	1"
Módulo de Fineza	7,26
Peso Unitario Suelto ( $\text{Kg/m}^3$ )	1.496
Peso Unitario Compactado ( $\text{Kg/m}^3$ )	1.638
Peso Específico	2,73
Contenido de Humedad ( % )	0,57
Porcentaje de Absorción ( % )	0,64



**Jean Chavez R.**  
 Tec. Suelos, Asfalto y Concreto



**Javier Francisco H. Loa Clavijo**  
 INGENIERO CIVIL  
 Reg. CIP N° 193667

LABORATORIO DE SUELOS JCH S.A.C. RUC 20602256872 Av. Proceres de la Independencia 2236 - S.J.L. -  
 Lima - Perú

E-mail: lab.suelosjch@gmail.com Tel. 976331849 RPC



<b>FORMULARIO</b>	Código	---
<b>INFORME DE RESULTADOS DE ENSAYOS</b>	Revisión	1
	Fecha	-
	Página	-

**INFORME** JCH 22-195  
**SOLICITANTE** : Mundaca Zavaleta Eysler Yomar  
**PROYECTO** : Mejoramiento de Propiedades Físico-Mecánicas del Concreto  $f'c = 210 \text{ kg/cm}^2$  con adición de vidrio y caucho reciclado, Lima - 2022  
**UBICACIÓN** : Lima  
**FECHA** : Setiembre del 2022  
**ASUNTO** : Diseño de mezcla  $f'c = 210 \text{ Kg/cm}^2$

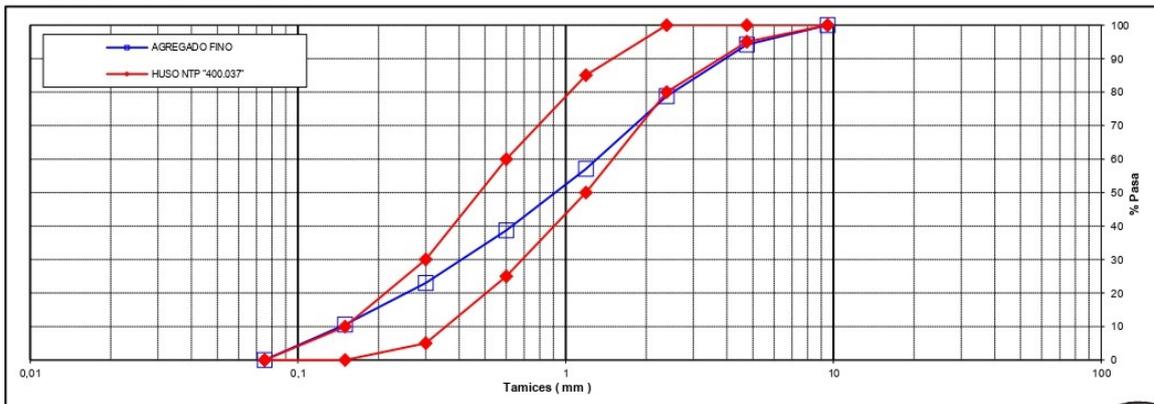
**CARACTERÍSTICAS DEL AGREGADO FINO :**

ARENA GRUESA procedente de la cantera Jicamarca  
 Muestra proporcionada e identificada por el peticionario.

**A) ANALISIS GRANULOMETRICO**      **Peso Total gr**      427,1

TAMIZ	gr	%	% RET.	%	% PASA	
( Pulg )	( mm )	Pesos	RET.	ACUM.	PASA	HUSO NTP "400.037"
1"	25					
3/4"	19					
1/2"	12,5					
3/8"	9,5		0,0	0,0	100,0	100 - 100
N°4	4,75	25	5,9	5,9	94,1	95 - 100
N°8	2,38	65,5	15,3	21,2	78,8	80 - 100
N°16	1,19	92,9	21,8	42,9	57,1	50 - 85
N°30	0,6	78,5	18,4	61,3	38,7	25 - 60
N°50	0,3	66,9	15,7	77,0	23,0	5 - 30
N°100	0,15	53,1	12,4	89,4	10,6	0 - 10
FONDO		45,2	10,6	100,0	0,0	0 - 0

**B) CURVA DE GRANULOMETRIA**



**C) PROPIEDAS FISICAS**



Módulo de Fineza	2,98
Peso Unitario Suelto ( Kg/m <sup>3</sup> )	1.369
Peso Unitario Compactado ( Kg/m <sup>3</sup> )	1.644
Peso Especifico	2,57
Contenido de Humedad ( % )	3,92
Porcentaje de Absorción ( % )	2,29



**Jean Chavez R.**  
 Tec. Suelos, Asfalto y Concreto

*Francisco*  
**FRANCISCO M. LOA CLAVIJO**  
 INGENIERO CIVIL  
 Reg. CIP N° 193667

LABORATORIO DE SUELOS JCH S.A.C RUC 20602256872 Av. Proceres de la Independencia 2236 - S.J.L - Lima - Perú

E-mail: lab.suelosjch@gmail.com Tel. 976331849 RPC



	<b>FORMULARIO</b>	Código : C-10
	<b>INFORME DE RESULTADOS DE ENSAYOS</b>	Revisión : 2
		Fecha : -
		Página : 1 de 1

**PESO UNITARIO DEL AGREGADO FINO**

ASTM C-29 MTC E-203

**Informe** : JCH 22-195  
**Solicitante** : Mundaca Zavaleta Eyser Yomar  
**Proyecto** : Mejoramiento de Propiedades Físico-Mecánicas del Concreto f'c =210 kg/cm2 con adición de vidrio y caucho reciclado, Lima - 2022

Ubicación : Lima

Fecha : Setiembre del 2022

**RESULTADOS DE ENSAYOS DE LABORATORIO**

Cantera : Jicamarca Progresiva : -  
 Calicata : - Cordenadas : -  
 Muestra : Arena  
 Prof. (m.) : -

Peso Unitario Varillado (gr/cm<sup>3</sup>) : **1,644**  
 Peso Unitario Suelto (gr/cm<sup>3</sup>) : **1,369**  
 Peso del molde (gr) : 1070  
 Volumen molde (cm<sup>3</sup>) : 3009

	P.U.C. (gr)	Densidades (gr/cm <sup>3</sup> )
Peso de Molde+Agregado (gr)	6013	1,643
Peso de Molde+Agregado (gr)	6021	1,645
Peso de Molde+Agregado (gr)	6015	1,643
	P.U.S. (gr)	Densidades (gr/cm <sup>3</sup> )
Peso de Molde+Agregado (gr)	5189	1,369
Peso de Molde+Agregado (gr)	5193	1,370
Peso de Molde+Agregado (gr)	5188	1,369

Nota.- La muestra fue remitida e identificada por el Solicitante.  
 Ejecución : Tec. G.NR

<b>Equipos Usados</b>
Bal-003

  
**Jean Chavez R.**  
 Tec. Suelos, Asfalto y Concreto



  
**JAVIER FRANCISCO**  
 IN LOA CLAVIJO  
 INGENIERO CIVIL  
 Reg. CIP N° 193667

**LABORATORIO DE SUELOS JCH S.A.C** RUC 20602256872 Av. Proceres de la Independencia 2236 - S.J.L - Lima  
 - Perú

E-mail: lab.suelosjch@gmail.com Tel. 976331849 RPC

	FORMULARIO	Código : <b>C-07</b>
	INFORME DE RESULTADOS DE ENSAYOS	Revisión : <b>1</b> Fecha : <b>-</b> Página : <b>1 de 1</b>

**GRAVEDAD ESPECIFICA Y ABSORCIÓN DEL AGREGADO GRUESO**  
NORMA ASTM C-127 - NTP 400.021 - MTC E-206

**N° INFORME** : JCH 22-195  
**SOLICITANTE** : Mundaca Zavaleta Eyser Yomar  
**PROYECTO** : Mejoramiento de Propiedades Físico-Mecánicas del Concreto f'c =210 kg/cm2 con adición de vidrio y caucho reciclado, Lima - 2022

**UBICACIÓN** : Lima  
**FECHA** : Setiembre del 2022

**Calicata** : - **Cantera** : Jicamarca  
**Muestra** : Piedra **Progresiva** : -  
**Prof.(m)** : - **Coordenadas** : -

Temperatura de Ensayo	23 °C			PROMEDIO
	1	2	3	
Muestra N°				
Peso mat. Sat. Superf. seca en aire (gr)	2843,0			
Peso mat. Sat. Superf. seca en agua (gr)	1809,0			
Volumen de masa + volumen de vacios (gr)	1034,0			
Peso de material seco (105°C) (gr)	2825,0			
Volumen de masa (gr)	1016,0			
<b>Peso Bulk (base seca)</b>	2,732			<b>2,732</b>
<b>Peso Bulk (base saturada)</b>	2,750			<b>2,750</b>
<b>Peso aparente (base seca)</b>	2,781			<b>2,781</b>
<b>Porcentaje de absorción (%)</b>	0,64			<b>0,64</b>

**Observaciones** :  
**Realizado** : Téc. JCh

<b>Equipos Usados</b>
Bal-003
Hor-001 o Hor-002

  
**Jean Chavez R.**  
 Tec. Suelos, Asfalto y Concreto



  
**JAVIER FRANCISCO**  
**H. LOA CLAVIJO**  
 INGENIERO CIVIL  
 Reg. CIP N° 193667

	<b>FORMULARIO</b>	Código : C-08
	<b>INFORME DE RESULTADOS DE ENSAYOS</b>	Revisión : 1 Fecha : - Página : 1 de 1

**GRAVEDAD ESPECÍFICA Y ABSORCIÓN DEL AGREGADO FINO**  
ASTM C-128 - NTP 400.022 - MTC E-205

**Informe** : JCH 22-195  
**Solicitante** : Mundaca Zavaleta Eyser Yomar  
**Proyecto** : Mejoramiento de Propiedades Físico-Mecánicas del Concreto f'c =210 kg/cm2 con adición de vidrio y caucho reciclado, Lima - 2022  
**Ubicación** : Lima  
**Fecha** : Setiembre del 2022

**Cantera** : Jicamarca **Progresiva** : -  
**Calicata** : - **Coordenad** : -  
**Muestra** : Arena  
**Prof. (m.)** : -

Muestra N°	1	2	3
Peso Mat. Sat. Sup. Seca (en aire) (gr.)	500,0		
Peso de Frasco + H2O (gr)	667,2		
Peso de Frasco + H2O + A (gr)	1167,2		
Peso del mat. + H2O en el frasco (gr)	977		
Vol. De Masa + Vol de Vacío=C-D	190,2		
Peso del mat. Seco en estufa (gr)	488,8		
Vol. De Masa=E-(A-F)	179		
P.e. BULK (BASE SECA)	<b>2,570</b>		
P.e. BULK (BASE SATURADA)	<b>2,629</b>		
P.e. APARENTE (BASE SECA)	<b>2,731</b>		
% DE ABSORCIÓN	<b>2,29</b>		

*Nota. Muestra remitida e identificada por el Solicitante*  
Ejecución : Tec. J.TR.

Equipos Usados
Hor-001 ó Hor-002
Bal-001

  
**Jean Chavez R.**  
Tec. Suelos, Asfalto y Concreto



  
**JAVIER FRANCISCO**  
**LOA CLAVIJO**  
INGENIERO CIVIL  
Reg. CIP N° 193667

 <b>LABORATORIO GEOTÉCNICO</b>	<b>FORMULARIO</b>	Código : D-01
	<b>INFORME DE RESULTADOS DE ENSAYO</b>	Revisión : 1
		Fecha : -
		Página : -

**ENSAYO DE CONTENIDO DE HUMEDAD  
ASTM C566, NTP 339.185**

**INFORME N°** : JCH 22-195  
**SOLICITANTE** : Mundaca Zavaleta Eyser Yomar  
**PROYECTO** : Mejoramiento de Propiedades Físico-Mecánicas del Concreto  $f_c = 210 \text{ kg/cm}^2$  con adición de vidrio y caucho reciclado, Lima – 2022  
**UBICACIÓN** : LIMA  
**FECHA** : Setiembre del 2022

**DATOS DE LA MUESTRA**

**Cantera** : Jicamarca  
**Calicata** : -  
**Muestra** : -  
**Prof. (m)** : - **Fecha de Recepción** : 13/09/22  
**Progresiva** : - **Fecha de Ejecución** : 14/09/22  
**Coordenadas** : -

Recipiente N°		ARENA	PIEDRA
Peso de suelo humedo + tara	g	755,1	2522,8
Peso de suelo seco + tara	g	729,5	2510,2
Peso de tara	g	77,5	302,0
Peso de agua	g	25,6	12,6
Peso de suelo seco	g	652,0	2208,2
Contenido de agua	%	3,92	0,57
<b>Contenido de Humedad (%)</b>		<b>3,92</b>	<b>0,57</b>

**Observacion :** El uso de esta información es exclusiva del solicitante  
**Realizado por** Tec. J.Ch

**Equipos Usados**

Bal-TAJ4001-N°1  
 Hor-01-jch

  
**Jean Chavez R.**  
 Tec. Suelos, Asfalto y Concreto



  
**JAVIER FRANCISCO  
 M. LOA CLAVIJO**  
 INGENIERO CIVIL  
 Reg. CIP N° 193667

	<b>FORMULARIO</b>	<b>Código de formulario :</b> D-10 <b>Revisión :</b> 2
	<b>INFORME DE RESULTADOS DE ENSAYO</b>	<b>Fecha :</b> - <b>Página :</b> 1 de 1

**GRAVEDAD ESPECÍFICA DE LOS SÓLIDOS  
ASTM D-854, MTC E 113**

**N° INFORME :** JCH 22-195  
**SOLICITANTE :** Mundaca Zavaleta Eyser Yomar  
**ENTIDAD :** -  
**PROYECTO :** Mejoramiento de Propiedades Físico-Mecánicas del Concreto  $f'c = 210 \text{ kg/cm}^2$  con adición de vidrio y caucho reciclado, Lima – 2022  
**UBICACIÓN :** Lima

**Datos de la muestra**

Cantera	: ---	Fecha de Recepción :	13/09/22
Calicata	: -	Fecha de Ejecución :	14/09/22
Muestra	: Vidrio		
Profundidad (m)	: -		
Progresiva	: ---		
Coordenadas	: -		

Datos	1	2
Temperatura (°C)	16,8	16,8
Picnómetro (g)	87,03	86,68
Muestra seca (g)	52,76	51,59
Picnómetro + muestra seca (g)	139,79	138,27
Picnómetro + agua (g)	336,44	336,07
Peso picnómetro + muestra + agua (g)	368,3	367,11
Gravedad específica (20°C)	2,52	2,51
<b>Gravedad específica promedio (20°C)</b>	2,52	

  
**Jean Chavez R.**  
 Tec. Suelos, Asfalto y Concreto



  
**JAVIER FRANCISCO  
LOA CLAVIJO**  
 INGENIERO CIVIL  
 Reg. CIP N° 193667

**Observaciones :** : La diferencia de los valores obtenidos cumple con lo exigido por la norma.  
 La muestra ha sido identificada y proporcionada por el Solicitante

**Realizado por :** : Téc. J. Chávez

	<b>FORMULARIO</b>	<b>Código de formulario :</b> D-10 <b>Revisión :</b> 2 <b>Fecha :</b> - <b>Página :</b> 1 de 1
	<b>INFORME DE RESULTADOS DE ENSAYO</b>	

**GRAVEDAD ESPECÍFICA DE LOS SÓLIDOS  
ASTM D-854, MTC E 113**

**N° INFORME :** JCH 22-195  
**SOLICITANTE :** Mundaca Zavaleta Eyser Yomar  
**ENTIDAD :** -  
**PROYECTO :** Mejoramiento de Propiedades Físico-Mecánicas del Concreto  $f_c = 210 \text{ kg/cm}^2$  con adición de vidrio y caucho reciclado, Lima – 2022  
**UBICACIÓN :** Lima

**Datos de la muestra**

Cantera	: ---	Fecha de Recepción	: 13/09/22
Calicata	: -	Fecha de Ejecución	: 14/09/22
Muestra	: Caucho		
Profundidad (m)	: -		
Progresiva	: ---		
Coordenadas	: -		

Datos	1	2
Temperatura (°C)	16,9	16,9
Picnómetro (g)	100,43	101,77
Muestra seca (g)	51,32	51,65
Picnómetro + muestra seca (g)	151,75	153,42
Picnómetro + agua (g)	349,98	351,16
Peso picnómetro + muestra + agua (g)	356,9	358,12
Gravedad específica (20°C)	1,16	1,16
<b>Gravedad específica promedio (20°C)</b>	1,16	

  
**Jean Chavez R.**  
 Tec. Suelos, Asfalto y Concreto



  
**JAVIER FRANCISCO**  
 H. LOA CLAVIJO  
 INGENIERO CIVIL  
 Reg. CIP N° 193667

**Observaciones :** : La diferencia de los valores obtenidos cumple con lo exigido por la norma.  
 La muestra ha sido identificada y proporcionada por el Solicitante

**Realizado por :** Téc. J. Chávez

	<b>FORMULARIO</b>	<b>Código de formulario :</b> D-10 <b>Revisión :</b> 2
	<b>INFORME DE RESULTADOS DE ENSAYO</b>	<b>Fecha :</b> - <b>Página :</b> 1 de 1

**GRAVEDAD ESPECÍFICA DE LOS SÓLIDOS  
ASTM D-854, MTC E 113**

**N° INFORME :** JCH 22-195  
**SOLICITANTE :** Mundaca Zavaleta Eyser Yomar  
**ENTIDAD :** -  
**PROYECTO :** Mejoramiento de Propiedades Físico-Mecánicas del Concreto  $f'c = 210 \text{ kg/cm}^2$  con adición de vidrio y caucho reciclado, Lima – 2022  
**UBICACIÓN :** Lima

**Datos de la muestra**

**Cantera :** ---  
**Calicata :** -  
**Muestra :** 50 % Vidrio + 50% Caucho  
**Profundidad (m) :** -  
**Progresiva :** ---  
**Coordenadas :** -

**Fecha de Recepción :** 13/09/22  
**Fecha de Ejecución :** 14/09/22

Datos	1	2
Temperatura (°C)	19,6	19,6
Picnómetro (g)	101,77	100,43
Muestra seca (g)	50,00	50,00
Picnómetro + muestra seca (g)	151,77	150,43
Picnómetro + agua (g)	351,16	349,98
Peso picnómetro + muestra + agua (g)	369,5	368,28
Gravedad específica (20°C)	1,58	1,58
<b>Gravedad específica promedio (20°C)</b>	1,58	

  
**Jean Chavez R.**  
 Tec. Suelos, Asfalto y Concreto



  
**JAVIER FRANCISCO**  
 H. LOA CLAVIJO  
 INGENIERO CIVIL  
 Reg. CIP N° 193667

**Observaciones :** : La diferencia de los valores obtenidos cumple con lo exigido por la norma.  
 La muestra ha sido identificada y proporcionada por el Solicitante

**Realizado por :** Téc. J. Chávez

	<b>FORMULARIO</b>	Código : CFE-12
	<b>INFORME DE RESULTADOS DE ENSAYOS</b>	Revisió : 1 Fecha : - Página : ---

**INFORME** : JCH 22-195  
**SOLICITANTE** : Mundaca Zavaleta Eyser Yomar  
**PROYECTO** : Mejoramiento de Propiedades Físico-Mecánicas del Concreto  $f_c = 210 \text{ kg/cm}^2$  con adición de vidrio y caucho reciclado, Lima – 2022  
**UBICACIÓN** : Lima  
**FECHA** : Setiembre del 2022  
**ASUNTO** : Diseño de mezcla FINAL  $f_c = 210 \text{ Kg/cm}^2$

1,0	<b>DISEÑO DE MEZCLAS FINAL ( <math>f_c = 210 \text{ Kg/cm}^2</math> ) CEMENTO SOL tipo I</b>
	<b>Muestra Patron</b>
1,1	<b>CARACTERISTICAS GENERALES</b>
	Denominación ..... $f_c = 210 \text{ Kg/cm}^2$ Asentamiento ..... 3" - 4" Relación a / c de diseño ..... 0,57 Relación a / c de obra ..... 0,54 Proporciones de diseño ..... 1.0 : 2,14 : 2,37 Proporciones de obra ..... 1.0 : 2,22 : 2,38
1,2	<b>CANTIDAD DE MATERIAL POR <math>\text{m}^3</math> DE CONCRETO EN OBRA</b>
	Cemento ..... 360 Kg. Arena ..... 800 Kg. Piedra ..... 856 Kg. Agua ..... 193 lt. Densidad ..... 2208 $\text{kg/m}^3$
1,3	<b>CANTIDAD DE MATERIAL POR BOLSA DE CEMENTO EN OBRA</b>
	Cemento ..... 42,5 Kg. Arena ..... 94,5 Kg. Piedra ..... 101,1 Kg. Agua ..... 22,8 lt/bolsa
1,4	<b>PROPORCIONES APROXIMADAS EN VOLUMEN</b>
	Proporciones ..... 1.0 : 2,42 : 2,37 Agua ..... 22,8 lt/bolsa

**NOTA :** Hacer tandas de prueba por condiciones técnicas del lugar de obra, controlar las características de los materiales, personal técnico y equipos utilizados en obra.

  
**Jean Chavez R.**  
Tec. Suelos, Asfalto y Concreto



  
**JAVIER FRANCISCO**  
ING. LOA CLAVIJO  
INGENIERO CIVIL  
Reg. CIP N° 193667

LABORATORIO DE SUELOS JCH S.A.C RUC 20602256872 Av. Proceres de la Independencia 2236 - S.J.L - Lima - Perú

E-mail: lab.suelosjch@gmail.com Tel. 976331849 RPC

	<b>FORMULARIO</b>	Código : CFE-12
	<b>INFORME DE RESULTADOS DE ENSAYOS</b>	Revisión : 1
		Fecha : -
		Página : --

**INFORME** : JCH 22-195  
**SOLICITANTE** : Mundaca Zavaleta Eysler Yomar  
**PROYECTO** : Mejoramiento de Propiedades Físico-Mecánicas del Concreto  $f_c = 210 \text{ kg/cm}^2$  con adición de vidrio y caucho reciclado, Lima - 2022  
**UBICACIÓN** : Lima  
**FECHA** : Setiembre del 2022  
**ASUNTO** : Diseño de mezcla FINAL  $f_c = 210 \text{ Kg/cm}^2$

**2,0 DISEÑO DE MEZCLAS FINAL (  $f_c = 210 \text{ Kg/cm}^2$  ) CEMENTO SOL tipo I**

Muestra 5% Caucho y Vidrio

**2,1 CARACTERISTICAS GENERALES**

Denominación	.....	$f_c = 210 \text{ Kg/cm}^2$
Asentamiento	.....	3" - 4"
Relación a / c de diseño	.....	0,57
Relación a / c de obra	.....	0,54
Proporciones de diseño	.....	1.0 : 2,17 : 2,40
Proporciones de obra	.....	1.0 : 2,26 : 2,42
Aditivo Caucho y vidrio	.....	2125,00 gr por bolsa de cemento

**2,2 CANTIDAD DE MATERIAL POR  $\text{m}^3$  DE CONCRETO EN OBRA**

Cemento	.....	356 Kg.
Arena	.....	805 Kg.
Piedra	.....	861 Kg.
Agua	.....	191 lt.
Aditivo Caucho y vidrio	.....	17,81 Kg.
Densidad	.....	2230 $\text{kg/m}^3$

**2,3 CANTIDAD DE MATERIAL POR BOLSA DE CEMENTO EN OBRA**

Cemento	.....	42,5 Kg.
Arena	.....	96,0 Kg.
Piedra	.....	102,7 Kg.
Agua	.....	22,8 lt/bolsa
Aditivo Caucho y vidrio	.....	2,1250 Kg.

**2,4 PROPORCIONES APROXIMADAS EN VOLUMEN**

Proporciones	.....	1.0 : 2,45 : 2,40
Agua	.....	22,8 lt/bolsa
Aditivo Caucho y vidrio	.....	2125,00 gr por bolsa de cemento

**NOTA :** Hacer tandas de prueba por condiciones técnicas del lugar de obra, controlar las características de los materiales, personal técnico y equipos utilizados en obra.

  
**Jean Chavez R**  
 Tec. Suelos, Asfalto y Concreto



  
**JAVIER FRANCISCO**  
 H. LOA CLAVIJO  
 INGENIERO CIVIL  
 Reg. CIP N° 193667

	<b>FORMULARIO</b>	Código : CFE-12
	<b>INFORME DE RESULTADOS DE ENSAYOS</b>	Revisión : 1
		Fecha : -
		Página : ---

**INFORME** : JCH 22-195  
**SOLICITANTE** : Mundaca Zavaleta Eysler Yomar  
**PROYECTO** : Mejoramiento de Propiedades Físico-Mecánicas del Concreto  $f_c = 210 \text{ kg/cm}^2$  con adición de vidrio y caucho reciclado,  
 Lima – 2022  
**UBICACIÓN** : Lima  
**FECHA** : Setiembre del 2022  
**ASUNTO** : Diseño de mezcla FINAL  $f_c = 210 \text{ Kg/cm}^2$

**3,0 DISEÑO DE MEZCLAS FINAL (  $f_c = 210 \text{ Kg/cm}^2$  ) CEMENTO SOL tipo I**

Muestra 10% Caucho y Vidrio

**3,1 CARACTERISTICAS GENERALES**

Denominación	.....	$f_c = 210 \text{ Kg/cm}^2$
Asentamiento	.....	3" - 4"
Relación a / c de diseño	.....	0,57
Relación a / c de obra	.....	0,54
Proporciones de diseño	.....	1.0 : 2,16 : 2,38
Proporciones de obra	.....	1.0 : 2,24 : 2,40
Aditivo Caucho y vidrio	.....	4250,00 gr por bolsa de cemento

**3,2 CANTIDAD DE MATERIAL POR  $\text{m}^3$  DE CONCRETO EN OBRA**

Cemento	.....	358 Kg.
Arena	.....	802 Kg.
Piedra	.....	858 Kg.
Agua	.....	192 lt.
Aditivo Caucho y vidrio	.....	35,79 Kg.
Densidad	.....	2246 $\text{kg/m}^3$

**3,3 CANTIDAD DE MATERIAL POR BOLSA DE CEMENTO EN OBRA**

Cemento	.....	42,5 Kg.
Arena	.....	95,3 Kg.
Piedra	.....	101,9 Kg.
Agua	.....	22,8 lt/bolsa
Aditivo Caucho y vidrio	.....	4,2500 Kg.

**3,4 PROPORCIONES APROXIMADAS EN VOLUMEN**

Proporciones	.....	1.0 : 2,43 : 2,38
Agua	.....	22,8 lt/bolsa
Aditivo Caucho y vidrio	.....	4250,00 gr por bolsa de cemento

**NOTA :** Hacer tandas de prueba por condiciones técnicas del lugar de obra, controlar las características de los materiales, personal técnico y equipos utilizados en obra.

  
**Jean Chavez R.**  
 Tec. Suelos, Asfalto y Concreto



  
**JAVIER FRANCISCO**  
**LOA CLAVIJO**  
 INGENIERO CIVIL  
 Reg. CIP N° 193667

LABORATORIO DE SUELOS JCH S.A.C RUC 20602256872 Av. Proceres de la Independencia 2236 - S.J.L - Lima -

Perú

E-mail: lab.suelosjch@gmail.com Tel. 976331849 RPC

	<b>FORMULARIO</b>	Código : CFE-12
	<b>INFORME DE RESULTADOS DE ENSAYOS</b>	Revisión : 1
		Fecha : -
		Página : --

**INFORME** : JCH 22-195  
**SOLICITANTE** : Mundaca Zavaleta Eysler Yomar  
**PROYECTO** : Mejoramiento de Propiedades Físico-Mecánicas del Concreto  $f'c = 210 \text{ kg/cm}^2$  con adición de vidrio y caucho reciclado, Lima - 2022  
**UBICACIÓN** : Lima  
**FECHA** : Setiembre del 2022  
**ASUNTO** : Diseño de mezcla FINAL  $f'c = 210 \text{ Kg/cm}^2$

**4,0 DISEÑO DE MEZCLAS FINAL (  $f'c = 210 \text{ Kg/cm}^2$  ) CEMENTO SOL tipo I**

Muestra 15% Caucho y Vidrio

**4,1 CARACTERISTICAS GENERALES**

Denominación	.....	$f'c = 210 \text{ Kg/cm}^2$
Asentamiento	.....	3" - 4"
Relación a / c de diseño	.....	0,57
Relación a / c de obra	.....	0,54
Proporciones de diseño	.....	1.0 : 2,12 : 2,35
Proporciones de obra	.....	1.0 : 2,21 : 2,36
Aditivo Caucho y vidrio	.....	6375,00 gr por bolsa de cemento

**4,2 CANTIDAD DE MATERIAL POR  $\text{m}^3$  DE CONCRETO EN OBRA**

Cemento	.....	361 Kg.
Arena	.....	797 Kg.
Piedra	.....	853 Kg.
Agua	.....	194 lt.
Aditivo Caucho y vidrio	.....	54,21 Kg.
Densidad	.....	2260 $\text{kg/m}^3$

**4,3 CANTIDAD DE MATERIAL POR BOLSA DE CEMENTO EN OBRA**

Cemento	.....	42,5 Kg.
Arena	.....	93,8 Kg.
Piedra	.....	100,3 Kg.
Agua	.....	22,8 lt/bolsa
Aditivo Caucho y vidrio	.....	6,3750 Kg.

**4,4 PROPORCIONES APROXIMADAS EN VOLUMEN**

Proporciones	.....	1.0 : 2,40 : 2,35
Agua	.....	22,8 lt/bolsa
Aditivo Caucho y vidrio	.....	6375,00 gr por bolsa de cemento

**NOTA** : Hacer tandas de prueba por condiciones técnicas del lugar de obra, controlar las características de los materiales, personal técnico y equipos utilizados en obra.

  
**Jean Chavez R**  
 Tec. Suelos, Asfalto y Concreto



  
**JAVIER FRANCISCO**  
 H. LOA CLAVIJO  
 INGENIERO CIVIL  
 Reg. CIP N° 193667

	<b>REGISTRO</b>	Código : CFE-01 Revisión : 1
	<b>INFORME DE RESULTADOS DE ENSAYOS</b>	Página : 1 de 1

**MÉTODO NORMALIZADO PARA LA DETERMINACIÓN DEL ESFUERZO A LA COMPRESIÓN DE TESTIGOS CILÍNDRICOS DE CONCRETO ENDURECIDO**  
NTP 339.034-11 / ASTM C39-07

**INFORME** JCH 22-195  
**Solicitante** Mundaca Zavaleta Eysler Yomar  
**Proyecto** Mejoramiento de Propiedades Físico-Mecánicas del Concreto  $f_c = 210$  kg/cm<sup>2</sup> con adición de vidrio y caucho reciclado, Lima - 2022  
**Ubicación** Lima

**Fecha Rotura (7D)** 22/09/2022  
**Fecha Rotura (14D)** 29/09/2022  
**Fecha Rotura (28D)** 13/10/2022

IDENTIFICACIÓN DE ESPECIMEN	FECHA DE VACIADO	EDAD días	DIÁMETRO mm	FUERZA MÁXIMA KN	ÁREA cm <sup>2</sup>	ESFUERZO kg/cm <sup>2</sup>	TIPO FALLA
Nat. (0%)	15/09/2022	7	101,2	176,41	80,36	224	2
Nat. (0%)	15/09/2022	7	101,3	182,78	80,52	231	2
Nat. (0%)	15/09/2022	7	101,4	178,16	80,67	225	2
5% Vidrio - Caucho	15/09/2022	7	101,2	183,82	80,36	233	2
5% Vidrio - Caucho	15/09/2022	7	100,8	181,52	79,80	232	2
5% Vidrio - Caucho	15/09/2022	7	100,8	178,68	79,72	228	2
10% Vidrio - Caucho	15/09/2022	7	101,2	170,35	80,36	216	2
10% Vidrio - Caucho	15/09/2022	7	101,5	175,05	80,83	221	2
10% Vidrio - Caucho	15/09/2022	7	101,4	169,81	80,75	214	2
15% Vidrio - Caucho	15/09/2022	7	101,6	152,30	81,07	191	2
15% Vidrio - Caucho	15/09/2022	7	101,7	158,07	81,23	198	2
15% Vidrio - Caucho	15/09/2022	7	100,9	148,38	79,88	189	2
Nat. (0%)	15/09/2022	14	101,5	193,76	80,91	244	2
Nat. (0%)	15/09/2022	14	102,3	193,75	82,11	241	2
Nat. (0%)	15/09/2022	14	102,4	190,14	82,35	235	2
5% Vidrio - Caucho	15/09/2022	14	102,0	203,16	81,63	254	2
5% Vidrio - Caucho	15/09/2022	14	101,9	198,79	81,47	249	2
5% Vidrio - Caucho	15/09/2022	14	101,9	180,67	81,55	226	2
10% Vidrio - Caucho	15/09/2022	14	101,4	183,07	80,75	231	2
10% Vidrio - Caucho	15/09/2022	14	102,1	185,58	81,87	231	2
10% Vidrio - Caucho	15/09/2022	14	102,6	182,37	82,68	225	2
15% Vidrio - Caucho	15/09/2022	14	102,2	171,56	81,95	213	2
15% Vidrio - Caucho	15/09/2022	14	102,0	170,22	81,71	212	2
15% Vidrio - Caucho	15/09/2022	14	101,7	174,02	81,15	219	2
Nat. (0%)	15/09/2022	28	102,3	225,44	82,11	280	2
Nat. (0%)	15/09/2022	28	102,7	211,35	82,76	260	2
Nat. (0%)	15/09/2022	28	102,9	218,39	83,08	268	2
5% Vidrio - Caucho	15/09/2022	28	101,7	221,60	81,23	278	2
5% Vidrio - Caucho	15/09/2022	28	102,1	233,09	81,87	290	1
5% Vidrio - Caucho	15/09/2022	28	102,2	220,39	81,95	274	3
10% Vidrio - Caucho	15/09/2022	28	102,7	193,46	82,76	238	2
10% Vidrio - Caucho	15/09/2022	28	102,3	195,79	82,11	243	1
10% Vidrio - Caucho	15/09/2022	28	102,1	195,31	81,87	243	1
15% Vidrio - Caucho	15/09/2022	28	102,1	194,49	81,87	242	2
15% Vidrio - Caucho	15/09/2022	28	102,3	192,02	82,11	238	2
15% Vidrio - Caucho	15/09/2022	28	102,1	187,50	81,79	234	3



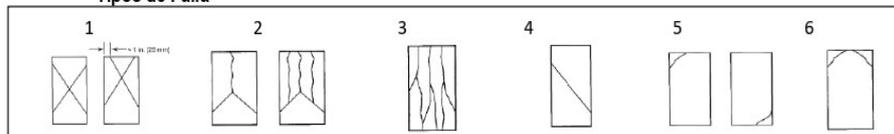
*JChavez*  
**Jean Chavez R.**  
 Tec. Suelos, Asfalto y Concreto



**Consideraciones :**

- No se observaron fallas atípicas en las roturas
- Las probetas fueron remoldeadas por el solicitante
- El ensayo fue realizado haciendo uso de almohadillas de Neopreno

**Tipos de Falla**



*Francisco*  
**FRANCISCO**  
 IN LOA CLAVIJO  
 INGENIERO CIVIL  
 Reg. CIP N° 193667

	<b>FORMATO</b>	<b>Código</b>	<b>CFE-10</b>
	<b>MÉTODO DE PRUEBA ESTÁNDAR PARA LA DETERMINACIÓN DEL MÓDULO DE ROTURA DEL HORMIGÓN - CONCRETO</b>	<b>Versión</b>	<b>01</b>
		<b>Fecha</b>	-
		<b>Página</b>	<b>1 de 1</b>

**Informe** : JCH 22-195  
**Solicitante** : Mundaca Zavaleta Eyser Yomar  
**Proyecto** : Mejoramiento de Propiedades Físico-Mecánicas del Concreto f'c =210 kg/cm2 con adición de vidrio y caucho reciclado, Lima – 2022

**Ubicación** : LIMA **Fecha de ensayo**    **28D**    13/10/2022  
**Fecha** : Setiembre del 2022

**Tipo de muestra** : Concreto endurecido  
**Presentación** : Prismas de concreto endurecido  
**F'c de diseño** : 210 kg/cm2

**RESISTENCIA A LA FLEXIÓN DEL CONCRETO ENDURECIDO ASTM C78**

IDENTIFICACIÓN ESPECIMÉN	FECHA DE MOLDEO	FECHA DE ROTURA	EDAD	b (cm)	h (cm)	L (cm)	Lo (cm)	UBICACIÓN DE FALLA	MÓDULO DE ROTURA
DISEÑO NATURAL 0%	15/09/2022	13/10/2022	28 días	15,1	15,0	51,0	45,0	TERCIO CENTRAL	30 kg/cm2
DISEÑO NATURAL 0%	15/09/2022	13/10/2022	28 días	15,0	15,1	50,9	45,0	TERCIO CENTRAL	27 kg/cm2
DISEÑO NATURAL 0%	15/09/2022	13/10/2022	28 días	15,1	15,0	50,5	45,0	TERCIO CENTRAL	28 kg/cm2
5% Vidrio - Caucho	15/09/2022	13/10/2022	28 días	15,0	15,0	50,2	45,0	TERCIO CENTRAL	29 kg/cm2
5% Vidrio - Caucho	15/09/2022	13/10/2022	28 días	15,0	15,1	50,5	45,0	TERCIO CENTRAL	30 kg/cm2
5% Vidrio - Caucho	15/09/2022	13/10/2022	28 días	15,0	15,1	51,0	45,0	TERCIO CENTRAL	31 kg/cm2
10% Vidrio - Caucho	15/09/2022	13/10/2022	28 días	15,0	15,1	50,6	45,0	TERCIO CENTRAL	28 kg/cm2
10% Vidrio - Caucho	15/09/2022	13/10/2022	28 días	15,1	15,1	51,0	45,0	TERCIO CENTRAL	29 kg/cm2
10% Vidrio - Caucho	15/09/2022	13/10/2022	28 días	15,0	15,0	51,0	45,0	TERCIO CENTRAL	29 kg/cm2
15% Vidrio - Caucho	15/09/2022	13/10/2022	28 días	15,2	15,1	52,0	45,0	TERCIO CENTRAL	28 kg/cm2
15% Vidrio - Caucho	15/09/2022	13/10/2022	28 días	15,0	15,1	51,2	45,0	TERCIO CENTRAL	27 kg/cm2
15% Vidrio - Caucho	15/09/2022	13/10/2022	28 días	14,9	15,1	51,3	45,0	TERCIO CENTRAL	29 kg/cm2

Equipos Usados  
 Máquina de Compresión

Ejecutado por : L.NR

**OBSERVACIONES:**

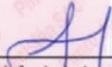
- \* Muestras elaboradas y curadas por el solicitante.
- \* Las muestras cumplen con las dimensiones dadas en la norma de ensayo

  
**Jean Chavez R.**  
 Tec. Suelos, Asfalto y Concreto



  
**JAVIER FRANCISCO LOA CLAVIJO**  
 INGENIERO CIVIL  
 Reg. CIP N° 193667

## Anexo 9. Certificado de calibración del equipo

	<b>LABORATORIO DE CALIBRACIÓN ACREDITADO POR EL ORGANISMO PERUANO DE ACREDITACIÓN INACAL - DA CON REGISTRO N° LC - 033</b>	
<b>Punto de Precisión SAC</b>		Registro N° LC - 033
<b>CERTIFICADO DE CALIBRACIÓN N° LM-331-2022</b>		
Página: 1 de 3		
<b>Expediente</b>	: 091-2022	La incertidumbre reportada en el presente certificado es la incertidumbre expandida de medición que resulta de multiplicar la incertidumbre estándar por el factor de cobertura $k=2$ . La incertidumbre fue determinada según la "Guía para la Expresión de la incertidumbre en la medición". Generalmente, el valor de la magnitud está dentro del intervalo de los valores determinados con la incertidumbre expandida con una probabilidad de aproximadamente 95 %.
<b>Fecha de Emisión</b>	: 2022-05-18	
<b>1. Solicitante</b>	: LABORATORIO DE SUELOS JCH S.A.C.	Los resultados son válidos en el momento y en las condiciones en que se realizarán las mediciones y no debe ser utilizado como certificado de conformidad con normas de productos o como certificado del sistema de calidad de la entidad que lo produce.  Al solicitante le corresponde disponer en su momento la ejecución de una recalibración, la cual está en función del uso, conservación y mantenimiento del instrumento de medición o a reglamentaciones vigentes.  PUNTO DE PRECISIÓN S.A.C. no se responsabiliza de los perjuicios que pueda ocasionar el uso inadecuado de este instrumento, ni de una incorrecta interpretación de los resultados de la calibración aquí declarados.
<b>Dirección</b>	: AV. PROCERES DE LA INDEPENDENCIA NRO. 2236 APV. SAN HILARION - SAN JUAN DE LURIGANCHO - LIMA	
<b>2. Instrumento de Medición</b>	: BALANZA	
<b>Marca</b>	: OHAUS	
<b>Modelo</b>	: R31P30	
<b>Número de Serie</b>	: 8338210058	
<b>Alcance de Indicación</b>	: 30 000 g	
<b>División de Escala de Verificación ( e )</b>	: 1 g	
<b>División de Escala Real ( d )</b>	: 1 g	
<b>Procedencia</b>	: CHINA	
<b>Identificación</b>	: BAL-003	
<b>Tipo</b>	: ELECTRÓNICA	
<b>Ubicación</b>	: LABORATORIO	
<b>Fecha de Calibración</b>	: 2022-05-16	
<b>3. Método de Calibración</b>	La calibración se realizó mediante el método de comparación según el PC-011 4ta Edición, 2010; Procedimiento para la Calibración de Balanzas de Funcionamiento no Automático Clase I y II del SNM-INDECOPI.	
<b>4. Lugar de Calibración</b>	LABORATORIO de LABORATORIO DE SUELOS JCH S.A.C. AV. PROCERES DE LA INDEPENDENCIA NRO. 2236 APV. SAN HILARION - SAN JUAN DE LURIGANCHO - LIMA	
		
PT-06.F06 / Diciembre 2016 / Rev 02	Jefe de Laboratorio Ing. Luis Loayza Capcha Reg. CIP N° 152631	
Av. Los Ángeles 653 - LIMA 42 Telf. 292-5106		
www.puntodeprecision.com E-mail: info@puntodeprecision.com / puntodeprecision@hotmail.com		
PROHIBIDA LA REPRODUCCIÓN PARCIAL DE ESTE DOCUMENTO SIN AUTORIZACIÓN DE PUNTO DE PRECISIÓN S.A.C.		



Punto de Precisión SAC

LABORATORIO DE CALIBRACIÓN ACREDITADO POR EL ORGANISMO PERUANO DE ACREDITACIÓN INACAL - DA CON REGISTRO N° LC - 033



Registro N° LC - 033

CERTIFICADO DE CALIBRACIÓN N° LM-331-2022

Página: 2 de 3

5. Condiciones Ambientales

Table with 3 columns: Parameter, Minimum, Maximum. Rows: Temperatura (23,0, 23,1), Humedad Relativa (64,4, 64,4)

6. Trazabilidad

Este certificado de calibración documenta la trazabilidad a los patrones nacionales, que realizan las unidades de medida de acuerdo con el Sistema Internacional de Unidades (SI).

Table with 3 columns: Trazabilidad, Patrón utilizado, Certificado de calibración. Rows: INACAL - DM, Juego de pesas (exactitud F1), Pesa (exactitud F1), Pesa (exactitud F1), Pesa (exactitud F1)

7. Observaciones

(\*) La balanza se calibró hasta una capacidad de 30 000 g. Antes del ajuste, la indicación de la balanza fue de 29 984 g para una carga de 30 000 g. El ajuste de la balanza se realizó con las pesas de Punto de Precisión S.A.C. Los errores máximos permitidos (e.m.p.) para esta balanza corresponden a los e.m.p. para balanzas en uso de funcionamiento no automático de clase de exactitud II, según la Norma Metrológica Peruana 003 - 2009. Instrumentos de Pesaje de Funcionamiento no Automático. Se colocó una etiqueta autoadhesiva de color verde con la indicación de "CALIBRADO". Los resultados de este certificado de calibración no debe ser utilizado como una certificación de conformidad con normas de producto o como certificado del sistema de calidad de la entidad que lo produce.

8. Resultados de Medición

INSPECCIÓN VISUAL table with 4 columns: Item, TIENE, ESCALA, NO TIENE. Rows: AJUSTE DE CERO, OSCILACIÓN LIBRE, PLATAFORMA, NIVELACIÓN

ENSAYO DE REPETIBILIDAD

Table with 7 columns: Medición, Carga L1= 15 000,0 g, Carga L2= 30 000,0 g. Rows: Medición 1-10, Diferencia Máxima, Error máximo permitido



PT-06.F06 / Diciembre 2016 / Rev 02

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

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

www.puntodeprecision.com E-mail: info@puntodeprecision.com / puntodeprecision@hotmail.com

PROHIBIDA LA REPRODUCCIÓN PARCIAL DE ESTE DOCUMENTO SIN AUTORIZACIÓN DE PUNTO DE PRECISIÓN S.A.C.



Punto de Precisión SAC

LABORATORIO DE CALIBRACIÓN ACREDITADO POR EL ORGANISMO PERUANO DE ACREDITACIÓN INACAL - DA CON REGISTRO N° LC - 033



Registro N° LC - 033

CERTIFICADO DE CALIBRACIÓN N° LM-331-2022

Página: 3 de 3



ENSAYO DE EXCENTRICIDAD

Temp. (°C) Initial Final 23,0 23,0

Table with columns: Posición de la Carga, Determinación de E0, Determinación del Error corregido. Includes rows for positions 1-5 and error limits.

(\*) valor entre 0 y 10 e

Error máximo permitido: ± 2 g

ENSAYO DE PESAJE

Temp. (°C) Initial Final 23,0 23,0

Table with columns: Carga L (g), CRECIENTES, DECRECIENTES, ± emp (g). Lists various weights and their associated errors.

e.m.p. error máximo permitido

Lectura corregida e incertidumbre expandida del resultado de una pesada

R\_corregida = R + 9,78x10^-6 x R

Incertidumbre

U\_R = 2 \* sqrt(2,62x10^-1 g^2 + 1,49x10^-9 x R^2)

R: Lectura de la balanza AL: Carga incrementada E: Error encontrado E0: Error en cero E: Error corregido

R: en g

FIN DEL DOCUMENTO



PT-06.F06 / Diciembre 2016 / Rev 02

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

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

www.puntodeprecision.com E-mail: info@puntodeprecision.com / puntodeprecision@hotmail.com

PROHIBIDA LA REPRODUCCIÓN PARCIAL DE ESTE DOCUMENTO SIN AUTORIZACIÓN DE PUNTO DE PRECISIÓN S.A.C.



Punto de Precisión SAC

LABORATORIO DE CALIBRACIÓN ACREDITADO POR EL ORGANISMO PERUANO DE ACREDITACIÓN INACAL - DA CON REGISTRO N° LC - 033



Registro N° LC - 033

CERTIFICADO DE CALIBRACIÓN N° LM-333-2022

Página: 1 de 3

Expediente : 091-2022  
 Fecha de Emisión : 2022-05-18

**1. Solicitante** : LABORATORIO DE SUELOS JCH S.A.C.

**Dirección** : AV. PROCERES DE LA INDEPENDENCIA NRO. 2236 APV. SAN HILARION - SAN JUAN DE LURIGANCHO - LIMA

**2. Instrumento de Medición** : BALANZA

**Marca** : OHAUS

**Modelo** : PX224/E

**Número de Serie** : B823960516

**Alcance de Indicación** : 220 g

**División de Escala de Verificación ( e )** : 1 mg

**División de Escala Real ( d )** : 0,1 mg

**Procedencia** : CHINA

**Identificación** : BAL-004

**Tipo** : ELECTRÓNICA

**Ubicación** : LABORATORIO

**Fecha de Calibración** : 2022-05-16

La incertidumbre reportada en el presente certificado es la incertidumbre expandida de medición que resulta de multiplicar la incertidumbre estándar por el factor de cobertura  $k=2$ . La incertidumbre fue determinada según la "Guía para la Expresión de la incertidumbre en la medición". Generalmente, el valor de la magnitud está dentro del intervalo de los valores determinados con la incertidumbre expandida con una probabilidad de aproximadamente 95 %.

Los resultados son válidos en el momento y en las condiciones en que se realizarán las mediciones y no debe ser utilizado como certificado de conformidad con normas de productos o como certificado del sistema de calidad de la entidad que lo produce.

Al solicitante le corresponde disponer en su momento la ejecución de una recalibración, la cual está en función del uso, conservación y mantenimiento del instrumento de medición o a reglamentaciones vigentes.

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

**3. Método de Calibración**

La calibración se realizó mediante el método de comparación según el PC-011 4ta Edición, 2010; Procedimiento para la Calibración de Balanzas de Funcionamiento no Automático Clase I y II del SNM-INDECOPI.

**4. Lugar de Calibración**

LABORATORIO de LABORATORIO DE SUELOS JCH S.A.C.  
 AV. PROCERES DE LA INDEPENDENCIA NRO. 2236 APV. SAN HILARION - SAN JUAN DE LURIGANCHO - LIMA



PT-06.F06 / Diciembre 2016 / Rev 02

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

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

www.puntodeprecision.com E-mail: info@puntodeprecision.com / puntodeprecision@hotmail.com

PROHIBIDA LA REPRODUCCIÓN PARCIAL DE ESTE DOCUMENTO SIN AUTORIZACIÓN DE PUNTO DE PRECISIÓN S.A.C.



Punto de Precisión SAC

LABORATORIO DE CALIBRACIÓN ACREDITADO POR EL ORGANISMO PERUANO DE ACREDITACIÓN INACAL - DA CON REGISTRO N° LC - 033



Registro N° LC - 033

CERTIFICADO DE CALIBRACIÓN N° LM-333-2022

Página: 2 de 3

5. Condiciones Ambientales

	Mínima	Máxima
Temperatura	23,0	23,0
Humedad Relativa	66,3	66,3

6. Trazabilidad

Este certificado de calibración documenta la trazabilidad a los patrones nacionales, que realizan las unidades de medida de acuerdo con el Sistema Internacional de Unidades (SI).

Trazabilidad	Patrón utilizado	Certificado de calibración
INACAL - DM	Juego de pesas (exactitud E2)	LM-C-180-2021

7. Observaciones

(\*) La balanza se calibró hasta una capacidad de 220,0000 g  
 Antes del ajuste, la indicación de la balanza fue de 219,9994 g para una carga de 220,0000 g  
 El ajuste de la balanza se realizó con las pesas de Punto de Precisión S.A.C.  
 Los errores máximos permitidos (e.m.p.) para esta balanza corresponden a los e.m.p. para balanzas en uso de funcionamiento no automático de clase de exactitud I, según la Norma Metrológica Peruana 003 - 2009. Instrumentos de Pesaje de Funcionamiento no Automático.  
 Se colocó una etiqueta autoadhesiva de color verde con la indicación de "CALIBRADO".  
 Los resultados de este certificado de calibración no debe ser utilizado como una certificación de conformidad con normas de producto o como certificado del sistema de calidad de la entidad que lo produce.

8. Resultados de Medición

INSPECCIÓN VISUAL			
AJUSTE DE CERO	TIENE	ESCALA	NO TIENE
OSCILACIÓN LIBRE	TIENE	CURSOR	NO TIENE
PLATAFORMA	TIENE	SIST. DE TRABA	TIENE
NIVELACIÓN	TIENE		

ENSAYO DE REPETIBILIDAD

Temp. (°C)	Inicial	Final
	23,0	23,0

Medición N°	Carga L1= 110,00004 g			Carga L2= 220,00003 g		
	I (g)	ΔL (mg)	E (mg)	I (g)	ΔL (mg)	E (mg)
1	109,9999	0,0	-0,1	220,0000	0,0	0,0
2	110,0001	0,0	0,1	220,0000	0,0	0,0
3	110,0002	0,0	0,2	220,0001	0,0	0,1
4	110,0002	0,0	0,2	220,0000	0,0	0,0
5	110,0002	0,0	0,2	220,0000	0,0	0,0
6	110,0001	0,0	0,1	220,0001	0,0	0,1
7	110,0001	0,0	0,1	220,0002	0,0	0,2
8	110,0002	0,0	0,2	219,9999	0,0	-0,1
9	110,0001	0,0	0,1	219,9998	0,0	-0,2
10	110,0002	0,0	0,2	219,9999	0,0	-0,1
Diferencia Máxima	0,3			0,4		
Error máximo permitido ±	2 mg			± 3 mg		



PT-06.F06 / Diciembre 2016 / Rev 02

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

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

www.puntodeprecision.com E-mail: info@puntodeprecision.com / puntodeprecision@hotmail.com

PROHIBIDA LA REPRODUCCIÓN PARCIAL DE ESTE DOCUMENTO SIN AUTORIZACIÓN DE PUNTO DE PRECISIÓN S.A.C.



Punto de Precisión SAC

LABORATORIO DE CALIBRACIÓN ACREDITADO POR EL ORGANISMO PERUANO DE ACREDITACIÓN INACAL - DA CON REGISTRO N° LC - 033



Registro N° LC - 033

CERTIFICADO DE CALIBRACIÓN N° LM-333-2022

Página: 3 de 3



ENSAYO DE EXCENTRICIDAD

Temp. (°C) Inicial 23,0 Final 23,0

Table with columns: Posición de la Carga, Determinación de Eo, Determinación del Error corregido. Includes rows for positions 1-5 and a final error tolerance of ± 2 mg.

(\*) valor entre 0 y 10 e

ENSAYO DE PESAJE

Temp. (°C) Inicial 23,0 Final 23,0

Table with columns: Carga L (g), CRECIENTES, DECRECIENTES, ± emp (mg). Lists various weights and their corresponding errors.

e.m.p.: error máximo permitido

Lectura corregida e incertidumbre expandida del resultado de una pesada

R\_corregida = R + 6,24x10^-7 x R

Incertidumbre

U\_R = 2 \* sqrt(1,83x10^-2 mg^2 + 3,05x10^-16 x R^2)

R: Lectura de la balanza AL: Carga Incrementada E: Error encontrado E\_o: Error en cero E\_c: Error corregido

R: en mg

FIN DEL DOCUMENTO



PT-06.F06 / Diciembre 2016 / Rev 02

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

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

www.puntodeprecision.com E-mail: info@puntodeprecision.com / puntodeprecision@hotmail.com

PROHIBIDA LA REPRODUCCIÓN PARCIAL DE ESTE DOCUMENTO SIN AUTORIZACIÓN DE PUNTO DE PRECISIÓN S.A.C.

**CERTIFICADO DE CALIBRACIÓN**

**158-CT-T-2022**  
**Área de Metrología**

Página 1 de 7

**Expediente** : 538-05-2022

**Solicitante** : LABORATORIO DE SUELOS JCH S.A.C.

**Dirección** : Av. Próceres de la Independencia Nro. 2236 Apv. San Hilarión  
Lima - San Juan de Lurigancho - Lima - Perú

**Equipo** : HORNO

**Marca** : A&A INSTRUMENTS

**Modelo** : STHX-2A

**Serie** : 190546

**Identificación** : HOR-002 (\*)

**Ubicación** : Área de Químicos

**Procedencia** : No indica

**Tipo de Ventilación** : Natural

**Nro. de Niveles** : 2

**Alcance del Equipo** : 50 °C a 300 °C

La incertidumbre reportada en el presente certificado es la incertidumbre expandida de medición que resulta de multiplicar la incertidumbre estándar por el factor de cobertura  $k=2$ . La incertidumbre fue determinada según la "guía para la Expresión de la incertidumbre en la medición". Generalmente, el valor de la magnitud está dentro del intervalo de los valores determinados con la incertidumbre expandida con una probabilidad de aproximadamente 95%.

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

Los resultados no deben ser utilizados como una certificación de conformidad con normas de producto o como certificado del sistema de calidad

CORPORACIÓN 2M & N S.A.C. no se responsabiliza de los perjuicios que pueda ocasionar el uso inadecuado de este equipo, ni de una incorrecta interpretación de los resultados de la calibración aquí declarados. El certificado de calibración sin firma y sello carece de validez.

**Características Técnicas del Controlador del Medio Isotermo**

Descripción	TERMÓMETRO CONTROLADOR
Marca / Modelo	AutComp / TCD
Alcance de indicación	50 °C a 300 °C
Resolución	0,1 °C
Tipo	Digital
Identificación	No indica

**Fecha de Calibración** : 2022-05-24

**Lugar de Calibración** : Instalaciones de LABORATORIO DE SUELOS JCH S.A.C.  
Av. Próceres de la Independencia Nro. 2236 Apv. San Hilarión Lima - San Juan de Lurigancho - Lima - Perú

**Método utilizado:** : Por comparación directa siguiendo el procedimiento, PC-018-"Procedimiento de Calibración o Caracterización de Medios Isotermos con aire como medio termostático" SNM-INDECOPI (Segunda Edición) - Junio 2009.



2022-05-26  
Fecha de emisión



ALVAREZ NAVARRO ANGEL  
GUSTAVO  
CORPORACION 2M N S.A.C.  
JEFE DE METROLOGIA LAB.01  
metrologia@2myn.com  
Fecha: 26/05/2022 13:21  
Firmado con www.tocapu.pe



VELASCO NAVARRO MIRIAN  
ARACELI  
CORPORACION 2M N S.A.C.  
GERENTE GENERAL  
logistica@2myn.com  
Fecha: 27/05/2022 00:00  
Firmado con www.tocapu.pe

**Cód. de Servicio:** 01719-A

**Cód. FT-T-03 Rev. 03**

**PROHIBIDA LA REPRODUCCIÓN PARCIAL O TOTAL DE ESTE DOCUMENTO SIN AUTORIZACIÓN ESCRITA POR CORPORACIÓN 2M & N S.A.C.**

Jr. Chiclayo N° 489 Int. A Rimac - Lima - Perú | Telf.: (01) 381-6230 RPC: 989-645-623 / 961-505-209

Página web: [www.2myn.com](http://www.2myn.com) | Correos: [ventas@2myn.com](mailto:ventas@2myn.com) | [metrologia@2myn.com](mailto:metrologia@2myn.com)

**Condiciones ambientales:**

	Inicial	Final
Temperatura °C	18,8	19,5
Humedad Relativa %hr	72	69

**Patrones de referencia:**

Este certificado de calibración documenta la trazabilidad metrológica a los patrones nacionales, que realizan las unidades de medida de acuerdo con el Sistema Internacional de Unidades (SI).

Trazabilidad	Patrón utilizado	Certificado de calibración
Patrones de Referencia CORPORACIÓN 2M & N S.A.C.	Termómetro Multicanal digital con doce termopares Tipo K con incertidumbres del orden desde 0,10 °C hasta 0,2 °C.	104-CT-T-2022
Patrones de Referencia a TSG	Termohigrómetro Digital con incertidumbre de U = 0,23 °C / 1,7 %hr	THR21 321
Patrones de Referencia a ELICROM	Cronómetro Digital con exactitud 0,0010 % y incertidumbres de U = 0,58	CCP-0899-001-21
Patrones de Referencia a METROIL	Cinta Métrica Clase II de 0 m a 5m con resolución de 1 mm y con incertidumbre de U = 0,9 mm	L-0801-2021

**Observaciones:**

- (\*) Código indicado en una etiqueta adherida al equipo.
- Se colocó una etiqueta autoadhesiva, indicando el código de servicio N° 01719-A y la fecha de calibración.
- Los resultados obtenidos corresponden al promedio de 31 lecturas por punto de medición considerado, luego del tiempo de estabilización.
- Las lecturas se iniciaron luego de un tiempo de pre-calentamiento y estabilización de 3 h 10 min
- La calibración se realizó con 50% de la carga típica .
- El tipo de carga que se empleó fueron envases con muestras
- El esquema de distribución y posición de los termopares en los puntos de medición se muestra en la página 7
- Las Temperaturas convencionalmente verdaderas mostradas en los resultados de medición son las de la Escala Internacional de Temperatura de 1990 (International Temperature Scale ITS-90)
- Para la temperatura de trabajo 60 °C ± 5 °C**  
Durante la calibración y bajo las condiciones en que ésta ha sido hecha , el medio isoterma **CUMPLE** con los límites especificados de temperatura .  
Se programó el controlador de temperatura en 60 °C para la temperatura de trabajo  
El promedio de temperatura durante la medición fue 61,56 °C  
La máxima temperatura detectada fue 63,01 °C y la mínima temperatura detectada fue 60,80 °C
- Para la temperatura de trabajo 110 °C ± 5 °C**  
Durante la calibración y bajo las condiciones en que ésta ha sido hecha , el medio isoterma **CUMPLE** con los límites especificados de temperatura .  
Se programó el controlador de temperatura en 110 °C para la temperatura de trabajo  
El promedio de temperatura durante la medición fue 110,21 °C  
La máxima temperatura detectada fue 111,48 °C y la mínima temperatura detectada fue 108,75 °C

**Resultados de medición:**

**Temperatura de Calibración: 60 °C ± 5 °C**

Tiempo (min)	Term. Del equipo (°C)	Indicaciones corregidas de los sensores expresados en (°C)										T. prom (°C)	Tmax-Tmin (°C)
		1	2	3	4	5	6	7	8	9	10		
00	60,0	61,30	61,15	60,96	62,56	61,59	61,36	60,80	61,17	61,77	61,52	61,42	1,76
02	60,0	61,66	61,50	61,37	63,01	62,15	61,71	61,10	61,32	61,92	61,62	61,74	1,91
04	60,0	61,35	61,30	61,07	62,66	61,64	61,56	60,90	61,53	62,17	61,82	61,60	1,76
06	60,0	61,05	61,05	60,81	62,36	61,34	61,36	60,80	61,17	61,77	61,52	61,32	1,56
08	60,0	61,76	61,40	61,17	62,81	62,15	61,61	61,10	61,48	62,17	61,82	61,75	1,71
10	60,0	61,35	61,30	61,07	63,01	61,64	61,71	60,90	61,32	61,87	61,57	61,57	2,11
12	60,0	61,05	61,05	60,81	62,36	61,34	61,36	60,80	61,17	61,77	61,52	61,32	1,56
14	60,0	61,76	61,45	61,37	62,81	62,15	61,51	60,90	61,32	61,87	61,57	61,67	1,91
16	60,0	61,40	61,30	61,07	62,61	61,74	61,71	61,10	61,53	62,17	61,82	61,65	1,54
18	60,0	61,05	61,05	60,81	62,36	61,34	61,36	60,80	61,17	61,77	61,52	61,32	1,56
20	60,0	61,61	61,40	61,17	62,81	61,89	61,51	60,90	61,37	61,92	61,67	61,63	1,91
22	60,0	61,61	61,50	61,37	62,81	62,15	61,71	61,10	61,48	62,12	61,77	61,76	1,71
24	60,0	61,05	61,05	60,81	62,36	61,34	61,36	60,80	61,17	61,92	61,62	61,35	1,56
26	60,0	61,40	61,25	61,01	62,56	61,69	61,46	60,85	61,27	61,77	61,52	61,48	1,71
28	60,0	61,46	61,30	61,12	63,01	61,74	61,51	61,10	61,53	62,12	61,82	61,67	1,91
30	60,0	61,05	61,05	60,81	62,36	61,34	61,36	60,80	61,17	61,77	61,52	61,32	1,56
32	60,0	61,76	61,30	60,81	62,71	62,15	61,51	60,95	61,37	61,92	61,57	61,60	1,90
34	60,0	61,46	61,50	61,37	62,71	61,79	61,71	61,00	61,48	62,17	61,82	61,70	1,71
36	60,0	61,10	61,05	60,81	62,36	61,34	61,36	60,80	61,17	61,77	61,52	61,33	1,56
38	60,0	61,46	61,30	61,12	62,76	61,89	61,56	60,95	61,43	61,97	61,67	61,61	1,81
40	60,0	61,76	61,50	61,37	63,01	62,15	61,71	61,10	61,53	62,02	61,72	61,79	1,91
42	60,0	61,05	61,05	60,81	62,36	61,34	61,56	60,95	61,43	62,12	61,62	61,43	1,55
44	60,0	61,20	61,15	60,96	62,46	61,54	61,36	60,80	61,17	61,77	61,52	61,39	1,66
46	60,0	61,76	61,50	61,27	62,91	62,05	61,61	61,05	61,43	62,02	61,77	61,74	1,86
48	60,0	61,66	61,50	61,27	63,01	62,00	61,71	61,10	61,53	62,17	61,82	61,78	1,91
50	60,0	61,05	61,05	60,81	62,36	61,34	61,36	61,05	61,17	62,07	61,52	61,38	1,55
52	60,0	61,46	61,25	61,17	62,71	61,84	61,61	60,80	61,43	61,77	61,62	61,56	1,91
54	60,0	61,76	61,50	61,37	63,01	62,15	61,71	61,00	61,48	62,07	61,82	61,79	2,01
56	60,0	61,46	61,35	61,22	62,71	61,79	61,71	61,05	61,48	62,17	61,72	61,67	1,66
58	60,0	61,15	61,05	60,81	62,36	61,34	61,36	60,80	61,17	61,77	61,52	61,33	1,56
60	60,0	61,05	61,35	61,17	62,81	61,94	61,61	61,05	61,48	62,07	61,67	61,62	1,76
<b>T. PROM</b>	60,0	61,39	61,28	61,07	62,67	61,74	61,53	60,94	61,35	61,96	61,65	61,56	
<b>T.MAX</b>	60,0	61,76	61,50	61,37	63,01	62,15	61,71	61,10	61,53	62,17	61,82		
<b>T.MIN</b>	60,0	61,05	61,05	60,81	62,36	61,34	61,36	60,80	61,17	61,77	61,52		
<b>DTT</b>	0,0	0,71	0,45	0,56	0,65	0,81	0,35	0,30	0,36	0,40	0,30		

Parámetro	Valor (°C)	Incertidumbre Expandida (°C)
Máxima Temperatura Medida	63,01	0,24
Mínima Temperatura Medida	60,80	0,25
Desviación de Temperatura en el Tiempo	0,81	0,04
Desviación de Temperatura en el Espacio	1,73	0,12
Estabilidad Medida (±)	0,405	0,020
Uniformidad Medida	2,11	0,13

- T.PROM:** Promedio de la temperatura en una posición de medición durante el tiempo de calibración.
- T.prom:** Promedio de las temperaturas en las diez posiciones de medición en un instante dado.
- T.MAX:** Temperatura máxima.
- T.MIN:** Temperatura mínima.
- DTT:** Desviación de temperatura en el tiempo.

Para cada posición de medición su "desviación de temperatura en el tiempo" DTT está dada por la diferencia entre la máxima y la mínima temperatura registradas en dicha posición.

Entre dos posiciones de medición su "desviación de temperatura en el espacio" está dada por la diferencia entre los promedios de temperaturas registradas en ambas posiciones.

Incertidumbre de las indicaciones del termómetro propio del medio isoterma. 0,06 °C.

Cód. de Servicio: 01719-A

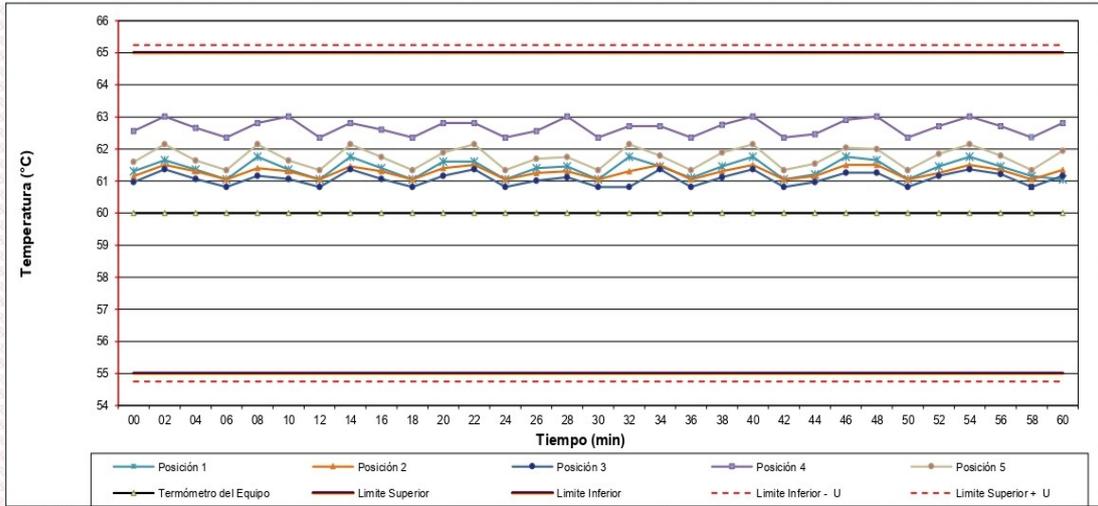
Cód. FT-T-03 Rev. 03

**PROHIBIDA LA REPRODUCCIÓN PARCIAL O TOTAL DE ESTE DOCUMENTO SIN AUTORIZACIÓN ESCRITA POR CORPORACIÓN 2M & N S.A.C.**

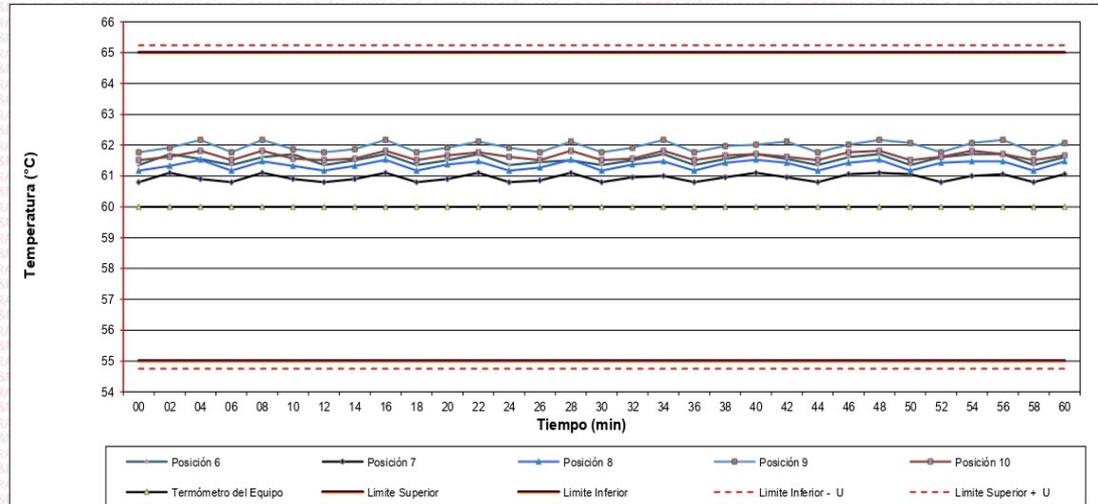
Jr. Chiclayo N° 489 Int. A Rimac - Lima - Perú | Telf.: (01) 981-6230 RPC: 989-645-623 / 961-505-209

Página web: [www.2myn.com](http://www.2myn.com) | Correos: [ventas@2myn.com](mailto:ventas@2myn.com) | [metrologia@2myn.com](mailto:metrologia@2myn.com)

**Distribución de la temperatura en volumen interno del equipo**  
**Temperatura de trabajo 60 °C ± 5 °C**



**Distribución de la temperatura en volumen interno del equipo**  
**Temperatura de trabajo 60 °C ± 5 °C**



**Resultados de medición:**

Temperatura de Calibración: 110 °C ± 5 °C

Tiempo (min)	Tem. Del equipo (°C)	Indicaciones corregidas de los sensores expresados en (°C)										T. prom (°C)	Tmax-Tmin (°C)
		1	2	3	4	5	6	7	8	9	10		
00	110,0	109,17	109,05	110,04	110,64	109,57	110,10	109,56	110,11	110,78	110,44	109,95	1,73
02	110,0	109,07	108,75	109,89	110,49	109,42	109,81	109,95	110,61	111,27	110,93	110,02	2,52
04	110,0	109,47	109,20	110,39	110,94	110,16	110,25	109,46	110,11	110,78	110,44	110,12	1,74
06	110,0	110,06	109,74	111,04	111,48	110,51	110,80	109,95	110,36	111,03	110,68	110,57	1,74
08	110,0	109,52	109,29	110,49	110,99	109,97	110,35	109,66	110,61	111,27	110,93	110,31	1,98
10	110,0	109,07	108,75	109,84	110,49	109,52	109,81	109,85	110,11	110,78	110,44	109,87	2,03
12	110,0	109,42	109,15	110,44	110,79	110,07	110,20	109,46	110,61	111,27	110,93	110,23	2,13
14	110,0	110,06	109,74	111,04	111,48	110,51	110,80	109,95	110,11	110,78	110,44	110,49	1,74
16	110,0	109,37	109,20	110,24	110,79	109,77	110,25	109,61	110,51	111,17	110,83	110,17	1,98
18	110,0	109,07	108,75	109,84	110,49	109,52	109,81	109,85	110,11	110,78	110,44	109,87	2,03
20	110,0	109,32	109,15	110,34	110,79	110,02	110,20	109,46	110,11	110,78	110,44	110,06	1,64
22	110,0	110,06	109,74	111,04	111,48	110,51	110,80	109,95	110,61	111,27	110,93	110,64	1,74
24	110,0	109,37	109,15	110,34	110,79	109,82	110,20	109,56	110,11	110,78	110,44	110,05	1,64
26	110,0	109,02	108,75	109,84	110,49	109,52	109,81	109,85	110,51	111,17	110,83	109,98	2,43
28	110,0	109,32	109,15	110,34	110,94	110,11	110,20	109,46	110,16	110,83	110,49	110,10	1,79
30	110,0	110,06	109,74	111,04	111,48	110,51	110,80	109,71	110,41	111,08	110,73	110,56	1,78
32	110,0	109,86	108,75	110,74	111,29	109,52	109,81	109,95	110,61	111,27	110,93	110,27	2,54
34	110,0	109,07	109,29	109,84	110,49	110,07	110,35	109,46	110,11	110,78	110,44	109,99	1,71
36	110,0	109,52	109,29	110,49	111,04	110,21	110,35	109,85	110,51	111,17	110,83	110,33	1,88
38	110,0	110,06	109,74	111,04	111,48	110,51	110,80	109,46	110,11	110,78	110,44	110,44	2,03
40	110,0	109,77	109,49	110,69	111,24	110,21	110,55	109,95	110,61	111,27	110,93	110,47	1,78
42	110,0	109,07	108,75	109,84	110,49	109,62	109,81	109,71	110,11	110,78	110,44	109,86	2,03
44	110,0	109,27	109,00	110,24	110,74	109,87	110,06	109,85	110,31	110,98	110,64	110,09	1,98
46	110,0	109,67	109,49	110,64	111,14	110,51	110,55	109,46	110,46	111,12	110,78	110,38	1,68
48	110,0	110,06	109,74	111,04	111,48	109,52	110,80	109,85	110,11	110,78	110,44	110,38	1,96
50	110,0	109,67	109,44	110,64	111,09	110,51	110,50	109,95	110,61	111,27	110,93	110,46	1,83
52	110,0	109,07	108,75	109,84	110,49	109,52	109,81	110,05	110,11	110,78	110,44	109,89	2,03
54	110,0	109,47	109,34	111,04	110,89	109,97	110,40	109,46	110,36	111,03	110,68	110,26	1,69
56	110,0	110,06	109,74	109,84	111,48	110,51	110,80	109,95	110,51	111,17	110,83	110,49	1,74
58	110,0	109,07	109,24	109,99	110,69	109,52	110,30	109,66	110,41	111,08	110,73	110,07	2,01
60	110,0	109,27	109,20	111,04	110,64	109,87	110,25	109,51	110,26	110,93	110,59	110,15	1,84
<b>T. PROM</b>	110,0	109,50	109,24	110,42	110,94	109,98	110,30	109,72	110,33	111,00	110,66	110,21	
<b>T. MAX</b>	110,0	110,06	109,74	111,04	111,48	110,51	110,80	110,05	110,61	111,27	110,93		
<b>T. MIN</b>	110,0	109,02	108,75	109,84	110,49	109,42	109,81	109,46	110,11	110,78	110,44		
<b>DTT</b>	0,0	1,04	0,99	1,20	0,99	1,09	0,99	0,59	0,50	0,49	0,49		

Parámetro	Valor (°C)	Incertidumbre Expandida (°C)
Máxima Temperatura Medida	111,48	0,24
Mínima Temperatura Medida	108,75	0,20
Desviación de Temperatura en el Tiempo	1,20	0,04
Desviación de Temperatura en el Espacio	1,76	0,13
Estabilidad Medida (±)	0,60	0,02
Uniformidad Medida	2,54	0,12

- T.PROM: Promedio de la temperatura en una posición de medición durante el tiempo de calibración.
- T.prom: Promedio de las temperaturas en las diez posiciones de medición en un instante dado.
- T.MAX: Temperatura máxima.
- T.MIN: Temperatura mínima.
- DTT: Desviación de temperatura en el tiempo.

Para cada posición de medición su "desviación de temperatura en el tiempo" DTT está dada por la diferencia entre la máxima y la mínima temperatura registradas en dicha posición.

Entre dos posiciones de medición su "desviación de temperatura en el espacio" está dada por la diferencia entre los promedios de temperaturas registradas en ambas posiciones.

Incertidumbre de las indicaciones del termómetro propio del medio isoterma. 0,06 °C.

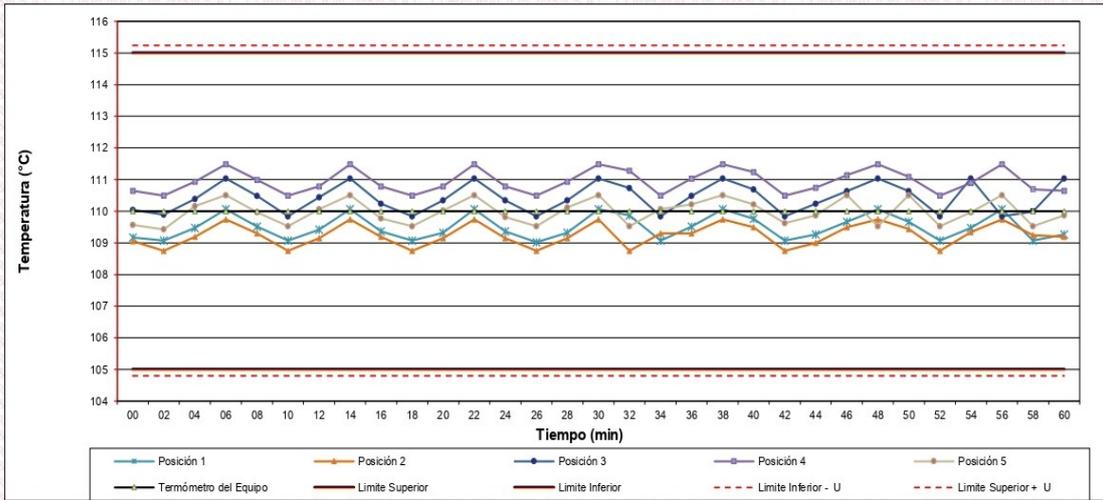
Cód. de Servicio: 01719-A

Cód. FT-T-03 Rev. 03

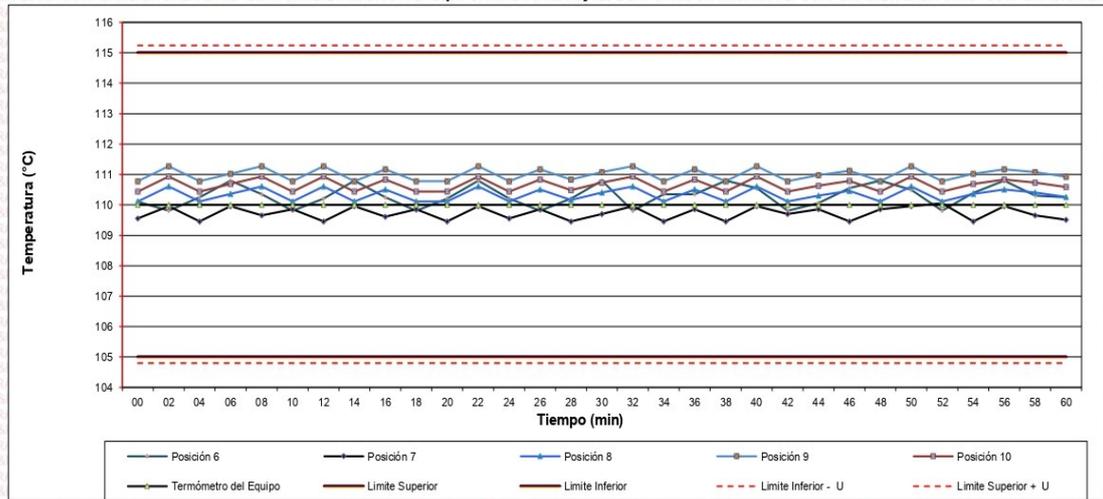
**PROHIBIDA LA REPRODUCCIÓN PARCIAL O TOTAL DE ESTE DOCUMENTO SIN AUTORIZACIÓN ESCRITA POR CORPORACIÓN 2M & N S.A.C.**

Jr. Chiclayo N° 489 Int. A Rimac - Lima - Perú | Telf.: (01) 381-6230 RPC: 989-645-623 / 961-505-209  
Página web: [www.2myn.com](http://www.2myn.com) | Correos: [ventas@2myn.com](mailto:ventas@2myn.com) | [metrologia@2myn.com](mailto:metrologia@2myn.com)

**Distribución de la temperatura en volumen interno del equipo**  
**Temperatura de trabajo 110 °C ± 5 °C**



**Distribución de la temperatura en volumen interno del equipo**  
**Temperatura de trabajo 110 °C ± 5 °C**



Cód. de Servicio: 01719-A

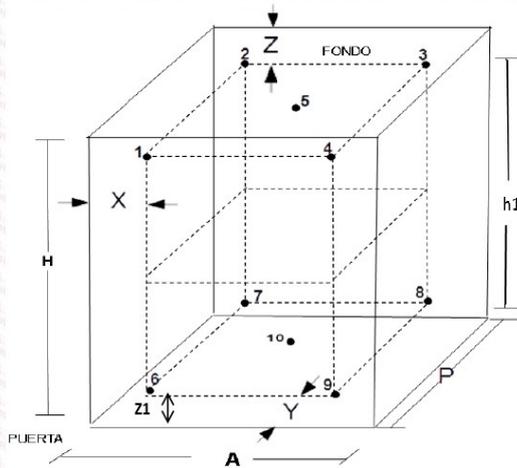
Cód. FT-T-03 Rev. 03

**PROHIBIDA LA REPRODUCCIÓN PARCIAL O TOTAL DE ESTE DOCUMENTO SIN AUTORIZACIÓN ESCRITA POR CORPORACIÓN 2M & N S.A.C.**

Jr. Chiclayo N° 489 Int. A Rimac - Lima - Perú | Telf.: (01) 381-6230 RPC: 989-645-623 / 961-505-209

Página web: [www.2myn.com](http://www.2myn.com) | Correos: [ventas@2myn.com](mailto:ventas@2myn.com) | [metrologia@2myn.com](mailto:metrologia@2myn.com)

**Distribución de los sensores en el volumen interno del equipo**



**Dimensiones internas de la cámara**

**A=** 56,0 cm

**P=** 45,0 cm

**H=** 56,0 cm

**Ubicación de los sensores**

**X=** 5,6 cm

**Z=** 14,0 cm

**Y=** 5,6 cm

**Z1=** 8,5 cm

**Distancias entre planos**

**h1=** 33,5 cm

**Ubicación de parrillas durante la calibración:**

Distancia de la parrilla superior a: 31,0 cm por encima de la base interna.

Distancia de la parrilla inferior a: 10,0 cm por encima de la base interna.

**NOTA**

- Los sensores 5 y 10 están ubicados en el centro de sus respectivos niveles .
- Los sensores del 1 al 5 están ubicados a 11,0 por encima de la parrilla superior.
- Los sensores del 6 al 10 están ubicados a 1,5 por debajo de la parrilla inferior.

**Fotografía del Interior del Equipo**



**FIN DEL DOCUMENTO**

## CERTIFICADO DE CALIBRACIÓN N° CL-041-2022

Fecha de emisión: 2022-06-01  
Expediente: 1219-2022

Página 1 de 3

**SOLICITANTE** : LABORATORIO DE SUELOS JCH S.A.C.  
**Dirección** : Av. Próceres de la Independencia Nro. 2236 Apv.  
San Hilarión Lima - San Juan de Lurigancho - Lima

UNIMETRO S.A.C. ofrece a la industria y laboratorios de ensayo en general, los servicios de calibración de equipos e instrumentos de medición, contando para ello con un laboratorio equipado con equipos de alta tecnología y patrones trazables a patrones nacionales y patrones de referencia (DM-INACAL).

**UNIDAD BAJO PRUEBA** : PIE DE REY

**Marca** : INSIZE  
**Modelo** : 1108-300W  
**Cód. fábrica** : No Indica  
**Número de serie** : 1002171539  
**Cód. de identificación** : EML-003  
**Ubicación** : No Indica  
**Alcance Indic.** : 0 mm a 300 mm;  
0 in a 12 in  
**Resolución** : 0,01 mm; 0,0005 in  
**Tipo de Indicación** : Digital  
**Procedencia** : No Indica

Los resultados del presente certificado sólo son válidos para el objeto calibrado y se refieren al momento y condiciones en que se realizaron las mediciones y no debe utilizarse como certificado de conformidad con normas de producto o como certificado del sistema de calidad de la entidad que lo produce.

UNIMETRO S.A.C. no se responsabiliza de los perjuicios que pueda ocasionar el uso inadecuado de este equipo e instrumento después de su calibración, ni de una incorrecta interpretación de los resultados de calibración que figuran en este documento.

### DE LA CALIBRACIÓN

**Fecha** : 2022-06-01  
**Lugar** : Laboratorio de Calibración de UNIMETRO S.A.C.  
**Método** : Según el PC-012 Procedimiento de calibración de pie de rey Sta. Edición, Agosto 2012, SNM-

El usuario debe recalibrar sus equipos en intervalos adecuados, teniendo como base las características del trabajo realizado así como el mantenimiento del instrumento y el tiempo de vida del mismo.

### RESULTADO DE LAS MEDICIONES

Los resultados de las mediciones efectuadas se muestran en la página 02 del presente documento. La incertidumbre de la medición que se presenta esta basada en una incertidumbre estándar multiplicado por un factor de cobertura  $k=2$ , el cual proporciona un nivel de confianza de aproximadamente 95 %.

### CONDICIONES AMBIENTALES

Temperatura	20,0 °C ± 2,0 °C
-------------	------------------

### TRAZABILIDAD

Los resultados de la calibración tienen trazabilidad a los patrones de referencia del Laboratorio Nacional y/o laboratorios acreditados, en concordancia con el Sistema Internacional de Unidades de Medida (SI).

Trazabilidad	Patrón utilizado	Certificado de Calibración
Patrones de referencia del INACAL-DM	Bloques Patrón de Longitud IL-04	LLA-C-074-2019 - INACAL-DM
Patrones de referencia del INACAL-DM	Varillas Cilíndricas IL-15	LLA-200-2021 - INACAL-DM
Patrones de referencia del INACAL-DM	Anillo Patrón IL-14	LLA-174-2021 - INACAL-DM

### OBSERVACIONES

- Se colocó una etiqueta autoadhesiva con la indicación "CALIBRADO" en el instrumento.
- La periodicidad de la calibración está en función del uso, conservación y mantenimiento del instrumento de medición.



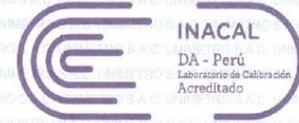
Ing. Moisés A. Inga Chuco  
Gerente de Metrología  
Reg. CIP N° 137294

### INGENIERÍA EN METROLOGÍA

Av. Gran Chimú N° 451 Urb. Zárate, San Juan de Lurigancho - Lima  
Telf.: 376-8271 Cel.: 998446498 Entel: 981 421 743 RPM: #998446498  
Web: www.unimetrosac.com E-mail: ventas@unimetrosac.com / unimetrosac@hotmail.com



LABORATORIO DE CALIBRACIÓN ACREDITADO POR  
EL ORGANISMO PERUANO DE ACREDITACIÓN  
INACAL - DA CON REGISTRO N° LC-022



Registro N.T.C - 022

Certificado de Calibración N° CL-041-2022

Página 2 de 3

**RESULTADOS DE MEDICIÓN**

ERROR DE REFERENCIA INICIAL (I): 0  $\mu\text{m}$

ERROR DE INDICACIÓN DEL PIE DE REY PARA MEDICION DE EXTERIORES

VALOR PATRÓN (mm)	PROMEDIO DE INDICACIÓN DEL PIE DE REY (mm)	ERROR ( $\mu\text{m}$ )
0,000	0,000	0
50,000	50,010	10
100,000	100,004	4
150,000	150,011	11
200,000	200,021	21
300,001	300,031	30

VALOR PATRÓN (mm)	ERROR DE CONTACTO DE LA SUPERFICIE PARCIAL (E) ( $\mu\text{m}$ )
300,00	10

VALOR PATRÓN (mm)	ERROR DE REPETIBILIDAD (R) ( $\mu\text{m}$ )
300,00	10

VALOR PATRÓN (mm)	ERROR DE CAMBIO DE ESCALA DE EXTERIORES A INTERIORES (S+E) ( $\mu\text{m}$ )
30,00	-53

VALOR PATRÓN (mm)	ERROR DE CAMBIO DE ESCALA DE EXTERIORES A PROFUNDIDAD (S+P-E) ( $\mu\text{m}$ )
30,00	27

VALOR PATRÓN (mm)	ERROR DE CONTACTO LINEAL (L) ( $\mu\text{m}$ )
9,98	0



**INGENIERÍA EN METROLOGÍA**

Av. Gran Chimú N° 451 Urb. Zárata, San Juan de Lurigancho - Lima  
Telf.: 376-8271 Cel.: 998446498 Entel: 981 421 743 RPM; #998446498

Web: www.unimetrosac.com E-mail: ventas@unimetrosac.com / unimetrosac@hotmail.com

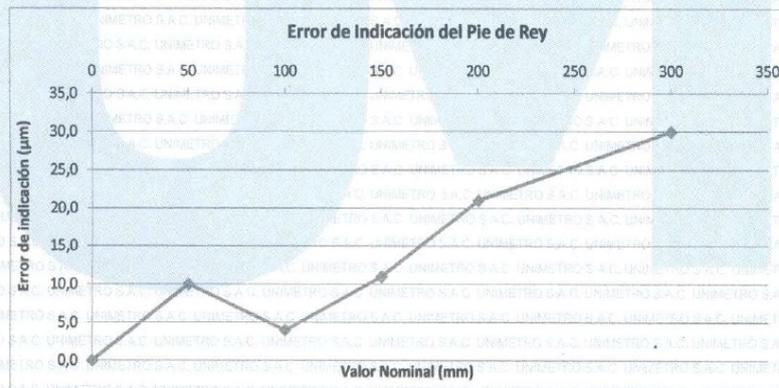
VALOR PATRÓN (mm)	ERROR DE CONTACTO DE SUPERFICIE COMPLETA (J) (µm)
30,00	0

VALOR PATRÓN (mm)	ERROR DEBIDO A LA DISTANCIA DE CRUCE DE LAS SUPERFICIES DE MEDICIÓN PARA MEDICIÓN DE INTERIORES (K) (µm)
5,00	10

Incertidumbre del error de indicación del pie de rey:  $[(32,62^2 + 0,008^2 * L^2)]^{1/2} \mu\text{m}$

L: indicación del pie de rey expresado en milímetros

- Nota 1: Error de indicación del pie de rey para medición de interiores = Error de Indicación de exteriores + Error de cambio de escala de exteriores a interiores (Se-i)
- Nota 2: Error de indicación del pie de rey para medición de profundidad = Error de Indicación de exteriores + Error de cambio de escala de exteriores a profundidad (Se-p).
- Nota 3: El instrumento tiene un error máximo permisible de  $\pm 30 \mu\text{m}$ , según norma DIN 862-1988.



FIN DEL DOCUMENTO




**INGENIERÍA EN METROLOGÍA**

Av. Gran Chimú N° 451 Urb. Zárate, San Juan de Lurigancho - Lima

Tel.: 376-8271 Cel.: 998446498 Entel: 981 421 743 RPM: #998446498

Web: [www.unimetrosac.com](http://www.unimetrosac.com) E-mail: [ventas@unimetrosac.com](mailto:ventas@unimetrosac.com) / [unimetrosac@hotmail.com](mailto:unimetrosac@hotmail.com)



Laboratorio PP

# PUNTO DE PRECISIÓN S.A.C.

LABORATORIO DE CALIBRACIÓN

## CERTIFICADO DE CALIBRACIÓN N° LFP - 363 - 2022

Página : 1 de 2

Expediente : 091-2022  
Fecha de emisión : 2022-05-17

1. Solicitante : LABORATORIO DE SUELOS JCH S.A.C.  
Dirección : AV. PROCERES DE LA INDEPENDENCIA NRO. 2236 APV.  
SAN HILARION - SAN JUAN DE LURIGANCHO - LIMA

2. Descripción del Equipo : MÁQUINA DE ENSAYO UNIAXIAL

Marca de Prensa : G&L LABORATORIO  
Modelo de Prensa : STYE-2000  
Serie de Prensa : 170251  
Capacidad de Prensa : 2000 kN  
Código de Identificación : SPE-007

Marca de indicador : MC  
Modelo de Indicador : LM-02  
Serie de Indicador : NO INDICA

Bomba Hidraulica : ELÉCTRICA

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

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

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

3. Lugar y fecha de Calibración  
AV. PROCERES DE LA INDEPENDENCIA NRO. 2236 APV. SAN HILARION - SAN JUAN DE LURIGANCHO - LIMA  
16 - MAYO - 2022

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

### 5. Trazabilidad

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

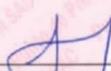
### 6. Condiciones Ambientales

	INICIAL	FINAL
Temperatura °C	19,8	19,8
Humedad %	63	63

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

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



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

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

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



Laboratorio PP

# PUNTO DE PRECISI3N S.A.C.

LABORATORIO DE CALIBRACI3N

CERTIFICADO DE CALIBRACI3N N° LFP - 363 - 2022

Página : 2 de 2

TABLA N° 1

SISTEMA DIGITAL "A" kN	SERIES DE VERIFICACI3N (kN)				PROMEDIO "B" kN	ERROR Ep %	RPTBLD Rp %
	SERIE 1	SERIE 2	ERROR (1) %	ERROR (2) %			
100	100,283	100,479	-0,28	-0,48	100,381	-0,38	-0,20
200	201,959	200,900	-0,98	-0,45	201,430	-0,71	0,53
300	301,654	302,007	-0,55	-0,67	301,831	-0,61	-0,12
400	401,937	401,074	-0,48	-0,27	401,506	-0,38	0,22
500	504,731	504,790	-0,95	-0,96	504,761	-0,94	-0,01
600	605,936	605,054	-0,99	-0,84	605,495	-0,91	0,15
700	704,788	704,984	-0,68	-0,71	704,886	-0,69	-0,03

### NOTAS SOBRE LA CALIBRACI3N

1.- Ep y Rp son el Error Porcentual y la Repetibilidad definidos en la citada Norma:

$$Ep = ((A-B) / B) * 100 \quad Rp = Error(2) - Error(1)$$

2.- La norma exige que Ep y Rp no excedan el 1,0 %

3.- Coeficiente Correlaci3n :  $R^2 = 1$

Ecuaci3n de ajuste :  $y = 0,9913x + 0,6127$

Donde: x : Lectura de la pantalla  
y : Fuerza promedio (kN)

GRÁFICO N° 1

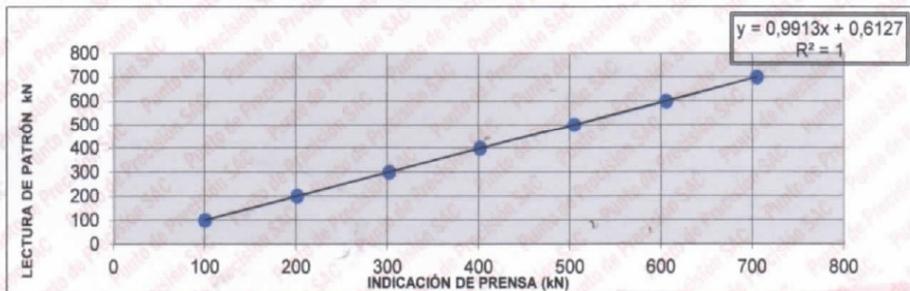
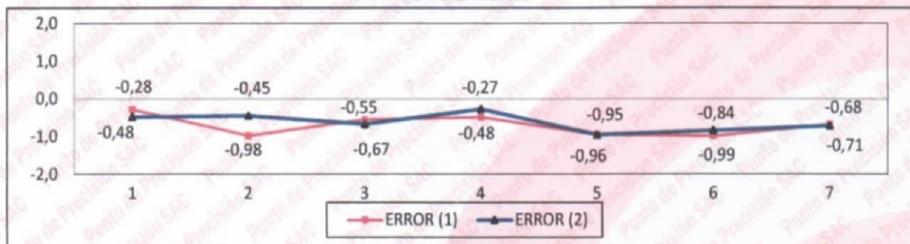


GRÁFICO DE ERRORES



FIN DEL DOCUMENTO



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

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

www.puntodeprecision.com E-mail: info@puntodeprecision.com / puntodeprecision@hotmail.com

PROHIBIDA LA REPRODUCCI3N PARCIAL DE ESTE DOCUMENTO SIN AUTORIZACI3N DE PUNTO DE PRECISI3N S.A.C.



PERÚ

Presidencia  
del Consejo de Ministros

INDECOPI



Firmado digitalmente por:  
CHUEZ SALAZAR Sergio Jean Piere  
FAU 20133840533 hard  
Fecha: 21/09/2021 21:20:42-0500

# Registro de la Propiedad Industrial

## Dirección de Signos Distintivos

### CERTIFICADO N° 00133220

La Dirección de Signos Distintivos del Instituto Nacional de Defensa de la Competencia y de la Protección de la Propiedad Intelectual – INDECOPI, certifica que por mandato de la Resolución N° 025777-2021/DSD - INDECOPI de fecha 16 de septiembre de 2021, ha quedado inscrito en el Registro de Marcas de Servicio, el siguiente signo:

Signo : La denominación LAB SUELOS JCH S.A.C. y logotipo (se reivindica colores), conforme al modelo

Distingue : Servicios de construcción

Clase : 37 de la Clasificación Internacional.

Solicitud : 0905566-2021

Titular : LABORATORIO DE SUELOS JCH S.A.C.

País : Perú

Vigencia : 16 de septiembre de 2031

Tomo : 0667

Folio : 034



Esta es una copia auténtica imprimible de un documento electrónico archivado por Indecopi, aplicando lo dispuesto por el Art. 25 de D.S. 070-2013-PCM y la Tercera Disposición Complementaria Final del D.S. 026-2016-PCM. Su autenticidad e integridad pueden ser contrastadas a través de la siguiente dirección web.

<https://enlinea.indecopi.gob.pe/verificador>

Id Documento: i24vnpd3gv

Pág. 1 de 1



39749

**MUNICIPALIDAD DE SAN JUAN DE LURIGANCHO**  
GERENCIA DE DESARROLLO ECONÓMICO  
SUB GERENCIA DE FORMALIZACIÓN Y PROMOCIÓN EMPRESARIAL

LICENCIA N° 00338-18  
RES. N° 001626

REGISTRO N° 07007-C1-2018

**I.- CERTIFICADO DE AUTORIZACIÓN DE LICENCIA DE FUNCIONAMIENTO MUNICIPAL**

HABIENDO CUMPLIDO CON LAS FORMALIDADES DE LA LEY N° 27972, LEY ORGÁNICA DE MUNICIPALIDADES, LEY N° 27444, LEY DEL PROCEDIMIENTO ADMINISTRATIVO GENERAL, LEY N° 28979, LEY MARCO DE LICENCIA DE FUNCIONAMIENTO, LOS REQUISITOS EXIGIDOS EN LA ORDENANZA N° 117-07 - MDSJL Y EL TEXTO ÚNICO DE PROCEDIMIENTOS ADMINISTRATIVOS VIGENTE, CONCEDE EL PRESENTE

CERTIFICADO A:

RUC:

20602256872

107338- LABORATORIO DE SUELOS JCH S.A.C.

UBICACIÓN DEL ESTABLECIMIENTO:

AV. PROCERES DE LA INDEPENDENCIA N° 2232 - 2234 MZ. X LT. 12 APV. SAN HILARION

AREA DEL LOCAL (M2)

100.00

VIGENCIA DE AUTORIZACIÓN:

// //

HORARIO DE ATENCIÓN:

08:00 - 20:00

CORRESPONDIENTE AL GIRO:

ENSAYO DE LABORATORIO DE SUELOS, ASFALTO, CONCRETO MATERIALES DE CONSTRUCCIÓN Y OFICINA ADMINISTRATIVA

**II.- CERTIFICADO AUTORIZACIÓN DE PUBLICIDAD EXTERIOR:**

DIMENSIONES:

UBICACIÓN:

ANCHO:

CARACTERÍSTICA:

LARGO:

MATERIAL:

ÁREA TOTAL:

OBSERVACIONES:

LEYENDA:

NO SOLICITADO

**NOTA: NO DEBERA HACER USO DEL RETIRO MUNICIPAL NI DE LA VÍA PÚBLICA**

SAN JUAN DE LURIGANCHO, 01 de Febrero de 2018



MUNICIPALIDAD DISTRITAL DE  
SAN JUAN DE LURIGANCHO

VILMA YANETT CALLEJOS DE JESUS  
Sub Gerencia de Formalización y Promoción Empresarial

LA ALTERACIÓN DE LAS CARACTERÍSTICAS DETALLADAS DARA LUGAR A LA ANULACIÓN DEL MISMO SIN PERJUICIO DE LAS SANCIONES DE ACUERDO A LEY, LA ALTERACIÓN DE SU CONTENIDO DARA LUGAR A LAS SANCIONES ESTABLECIDAS EN EL RÉGIMEN DE APLICACIÓN DE SANCIONES, EL PRESENTE CERTIFICADO ES PERSONAL E INTRANSFERIBLE.



LICENCIA DE FUNCIONAMIENTO

EXHIBIR EN LUGAR VISIBLE

LYARASCA

	<b>MUNICIPALIDAD DISTRITAL DE SAN JUAN DE LURIGANCHO</b>	Sub Gerencia Formalización y Promoción Empresarial	
---	--	---	--

"Año del Dialogo y la Reconciliación Nacional"

**RESOLUCION SUB GERENCIAL N° 001626-2018-SGFYPE-GDE/MSJL**

San Juan de Lurigancho, 01 de Febrero de 2018

**EL SUB GERENTE DE FORMALIZACION Y PROMOCION EMPRESARIAL**

Visto el documento con Registro N°07007-C1-2018, de fecha 01 DE FEBRERO DEL 2018, presentado por (107338)-**LABORATORIO DE SUELOS JCH S.A.C.**, a través del cual solicita el otorgamiento de la Licencia de Funcionamiento Municipal, para el local ubicado en **AV. PROCERES DE LA INDEPENDENCIA N° 2232 - 2234 MZ. X LT. 12 APV. SAN HILARION** San Juan de Lurigancho, para el giro de **ENSAYO DE LABORATORIO DE SUELOS, ASFALTO, CONCRETO MATERIALES DE CONSTRUCCIÓN Y OFICINA ADMINISTRATIVA** con un área de **100.00 m<sup>2</sup>** y con un horario de atención de **08:00 - 20:00**.

**CONSIDERANDO:**

Que, la Ley Orgánica de Municipalidades, Ley N° 27972, establece en su Artículo 79°, Numeral 3, Sub Numeral 3.6, que las municipalidades en materia de organización del espacio físico y uso del suelo ejerce, entre otras, la función de normar, regular y otorgar autorizaciones, derechos y licencias y realizar la fiscalización de apertura de establecimientos comerciales, industriales y de actividades profesionales de acuerdo a la zonificación (3.6.4).

Que, la Ley Marco de Licencia de Funcionamiento, Ley N°28976, establece el marco jurídico de las disposiciones aplicables al procedimiento de establecimientos en el distrito de San Juan de Lurigancho;

Que, la Ordenanza N° 117 de fecha 18 de Julio del 2007 regula los procedimientos de autorización municipal vinculados al funcionamiento de establecimientos en el distrito de San Juan de Lurigancho;

Que, el (la) recurrente solicita el otorgamiento de la Licencia de Funcionamiento Municipal para el local ubicado en **AV. PROCERES DE LA INDEPENDENCIA N° 2232 - 2234 MZ. X LT. 12 APV. SAN HILARION** San Juan de Lurigancho, para el giro de **ENSAYO DE LABORATORIO DE SUELOS, ASFALTO, CONCRETO MATERIALES DE CONSTRUCCIÓN Y OFICINA ADMINISTRATIVA**, con un área de **100.00 m<sup>2</sup>** y con un horario de atención de **08:00 - 20:00**, el mismo que se enmarca y clasificado así según lo dispone el Artículo 13° de la Ordenanza N° 117

Que, luego de la revisión de la documentación presentada se aprecia que se ha cumplido con todos los requisitos exigidos para otorgar la autorización correspondiente, verificándose igualmente que el índice de zonificación asignado al predio es compatible con el giro solicitado, obrando por otro lado el informe favorable de la sub gerencia de Defensa Civil que señala que se cumple con las condiciones de básicas de seguridad en defensa civil.

Estando a lo expuesto y lo dispuesto en el Artículo 63° del Reglamento de Organización y Funciones, aprobado mediante Ordenanza N° 107, modificado mediante Ordenanza N° 187, a lo establecido en el Artículo 12° de la Ordenanza N°117.

**SE RESUELVE:**

**ARTÍCULO PRIMERO.**- Declarar Procedente la solicitud presentada mediante Registro N°07007-C1-2018, presentado por, por (107338)- **LABORATORIO DE SUELOS JCH S.A.C.**, en consecuencia otórguesele la Licencia de Funcionamiento Municipal para el local ubicado en **AV. PROCERES DE LA INDEPENDENCIA N° 2232 - 2234 MZ. X LT. 12 APV. SAN HILARION** San Juan de Lurigancho, para el giro de **ENSAYO DE LABORATORIO DE SUELOS, ASFALTO, CONCRETO MATERIALES DE CONSTRUCCIÓN Y OFICINA ADMINISTRATIVA**, con un área de **100.00 m<sup>2</sup>** y con un horario de atención de **08:00 - 20:00**- según los considerandos expuestos.

**ARTÍCULO SEGUNDO.**- Remitir copia de la presente resolución a la Sub Gerencia de Control, Operaciones y Sanciones para su conocimiento y acciones propias de su competencia.

**REGÍSTRESE, COMUNÍQUESE Y CÚMPLASE.**

  
**MUNICIPALIDAD DISTRITAL DE  
SAN JUAN DE LURIGANCHO**  
 -----  
**VILMA YANETT GALLEGOS DE JESUS**  
 Sub Gerencia de Formalización y Promoción Empresarial





**UNIVERSIDAD CÉSAR VALLEJO**

**FACULTAD DE INGENIERÍA Y ARQUITECTURA  
ESCUELA PROFESIONAL DE INGENIERÍA CIVIL**

### **Declaratoria de Autenticidad del Asesor**

Yo, **ARRIOLA MOSCOSO CECILIA**, docente de la **FACULTAD DE INGENIERÍA Y ARQUITECTURA** de la escuela profesional de **INGENIERÍA CIVIL** de la **UNIVERSIDAD CÉSAR VALLEJO SAC - LIMA NORTE**, asesor de Tesis titulada: "Mejoramiento de Propiedades Físico-Mecánicas del Concreto f'c =

210 kg/cm<sup>2</sup> con adición de vidrio y caucho reciclado, Lima – 2022", cuyo autor es **MUNDACA ZAVALA EYSER YOMAR**, constato que la investigación tiene un índice de similitud de 24.00%, verificable en el reporte de originalidad del programa Turnitin, el cual ha sido realizado sin filtros, ni exclusiones.

He revisado dicho reporte y concluyo que cada una de las coincidencias detectadas no constituyen plagio. A mi leal saber y entender la Tesis cumple con todas las normas para el uso de citas y referencias establecidas por la Universidad César Vallejo.

En tal sentido, asumo la responsabilidad que corresponda ante cualquier falsedad, ocultamiento u omisión tanto de los documentos como de información aportada, por lo cual me someto a lo dispuesto en las normas académicas vigentes de la Universidad César Vallejo.

LIMA, 01 de Diciembre del 2022

<b>Apellidos y Nombres del Asesor:</b>	<b>Firma</b>
<b>ARRIOLA MOSCOSO CECILIA</b> <b>DNI:</b> 43851809 <b>ORCID:</b> 0000-0003-2497-294X	Firmado electrónicamente por: CARRIOLAM el 01- 12-2022 20:25:16

Código documento Trilce: TRI - 0466524