



**Universidad César Vallejo**

**FACULTAD DE INGENIERÍA Y ARQUITECTURA**

**ESCUELA PROFESIONAL DE INGENIERÍA CIVIL**

Incorporación del caucho de neumáticos triturados para mejorar las propiedades físicas y mecánicas del concreto, Chiclayo 2023

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

Ingeniero Civil

**AUTOR:**

Suclupe Ubillus, Flavio Ernesto ([orcid.org/0000-0001-6932-3973](https://orcid.org/0000-0001-6932-3973))

**ASESORA:**

Mg. Gallo Gallo, Teodora Margarita ([orcid.org/0000-0001-5793-3811](https://orcid.org/0000-0001-5793-3811))

**LÍNEA DE INVESTIGACIÓN:**

Diseño sísmico y estructural

**LÍNEA DE RESPONSABILIDAD SOCIAL UNIVERSITARIA:**

Desarrollo económico, empleo y emprendimiento

**CHICLAYO — PERÚ**

**2023**

## **Dedicatoria**

Principalmente dedicamos este trabajo a Dios puesto que nos brinda sabiduría, amor y paciencia, A la vez también dedicamos este trabajo a la universidad cesar vallejo por encomendarnos la labor de realizar la presente tesis que amplia nuestra capacidad intelectual y por brindarnos la meta de cumplir nuestros sueños.

Agradezco a la asesora Margarita Gallo Gallo, por la cual nos brindó su apoyo, sus conocimientos de la cual pudimos realizar nuestros trabajos durante este ciclo.

## **Agradecimiento**

Me gustaría agradecer a la universidad cesar vallejo, por acogerme en sus instalaciones, y así poder ejercer mi carrera profesional, de la cual durante estos cinco años han sido de gran ayuda para el conocimiento, de mi persona, como también agradecer a los profesores e ingenieros por brindarnos su apoyo incondicional para salir adelante.

A la Ingeniera margarita por asesorarnos en el noveno y décimo ciclo para la elaboración de nuestra tesis de la cual nos brindó su amplio saber, acerca de cómo elaborar la tesis y así salir adelante y culminar nuestra carrera.

## Índice de contenidos

Dedicatoria.....	ii
Agradecimiento.....	iii
Índice de contenidos.....	iv
Índice de tablas.....	v
Índice de gráficos y figuras.....	vi
Resumen.....	vii
Abstract.....	viii
I.INTRODUCCIÓN.....	1
II.MARCO TEÓRICO.....	4
III. METODOLOGÍA.....	10
3.1. Tipo y diseño de investigación .....	10
3.2. Variables y operacionalización.....	10
3.3. Población, Muestra y Muestreo.....	12
3.4. Técnicas e instrumentos de recolección de datos.....	14
3.5. Procedimientos .....	14
3.6. Método de análisis de datos.....	16
3.7. Aspectos éticos .....	17
IV. RESULTADOS.....	18
V. DISCUSIÓN.....	30
VI. CONCLUSIONES.....	34
VII. RECOMENDACIONES.....	35
REFERENCIAS.....	36
ANEXOS	



## Índice de tablas

Tabla 1. Muestra de la investigación.....	13
Tabla 2. Características del caucho de neumáticos triturados .....	18
Tabla 3. Análisis granulométrico del caucho de neumático triturados .....	18
Tabla 4. Resultados del análisis granulométrico .....	19
Tabla 5. Resultados de características físicas del caucho .....	20
Tabla 6. Nos muestra los resultados del asentamiento .....	21
Tabla 7. Muestra módulo de elasticidad de 7 días de curado.....	21
Tabla 8. Módulo de elasticidad a los 14 días de curado.....	22
Tabla 9. Módulo de elasticidad a los 28 días de curado.....	22
Tabla 10. Resistencia a la flexión a los 7 días de curado.....	24
Tabla 11. Resistencia a la flexión a los 14 días de curado.....	25
Tabla 12. Resistencia a la flexión a los 28 días de curado.....	25
Tabla 13. Asentamiento del concreto con porcentajes de caucho.....	28
Tabla 14. Presenta el módulo de elasticidad a los 28 días.....	28
Tabla 15. Muestra los resultados de las propiedades mecánicas del concreto .....	28

## Índice de gráficos y figuras

Figura 1. Se muestra la cantera tres tomas.....	15
Figura 2. Se muestra el análisis granulométrico del caucho.....	15
Figura 3. Muestra en vaciado a las probetas.....	16
Figura 4. Curva granulométrica.....	19
Figura 5. Muestra la preparación de la mezcla de diseño con caucho de neumático triturado .....	20
Figura 6. Resultados de la compresión a los 7 días de curado.....	23
Figura 7. Resultados de la compresión a los 14 días de curado.....	23
Figura 8. Resultados de la compresión a los 28 días de curado.....	24
Figura 9. Resultados de la tracción a los 7 días de curado.....	26
Figura 10. Resultados de la tracción a los 14 días de curado.....	27
Figura 11. Resultados de la tracción a los 28 días de curado.....	27

## Resumen

El principal objetivo de esta investigación realizada en Chiclayo en 2023 fue evaluar el efecto de la incorporación de caucho de neumáticos triturados para mejorar las propiedades físicas y mecánicas del concreto. Se llevaron a cabo ensayos comparativos entre el concreto patrón y el concreto con diferentes porcentajes de caucho granulado (1%, 2% y 3%), utilizando agregados extraídos de la cantera Tres Tomas. Se evaluaron las propiedades físicas y mecánicas del concreto, y el porcentaje de caucho granulado utilizado se determinó en relación al peso del cemento. Esta investigación tuvo un enfoque aplicado y experimental, siendo de tipo cuasi experimental. Los resultados obtenidos mostraron mejoras de hasta un 5% en las propiedades de asentamiento, elasticidad y tracción en comparación con la resistencia del concreto patrón. Se concluyó que la inclusión de caucho triturado ha demostrado mejorar ciertas características físicas del concreto, como el módulo de elasticidad y la capacidad de asentamiento. Sin embargo, se observó una leve disminución en las propiedades mecánicas, como la resistencia a la compresión y a la flexión. A pesar de esto, se observó una mejora en la resistencia a la tracción en comparación con el concreto patrón.

**Palabras clave: Uso del caucho, aplicación, concreto, propiedades.**

## **Abstract**

The main objective of this research carried out in Chiclayo in 2023 was to evaluate the effect of incorporating shredded tire rubber to improve the physical and mechanical properties of concrete. Comparative tests were carried out between the standard concrete and concrete with different percentages of granulated rubber (1%, 2% and 3%), using aggregates extracted from the Tres Tomas quarry. The physical and mechanical properties of the concrete were evaluated, and the percentage of granulated rubber used was determined in relation to the weight of the cement. This research had an applied and experimental approach, being of a quasi-experimental type. The results obtained showed improvements of up to 5% in settlement, elasticity and traction properties compared to the resistance of the standard concrete. It was concluded that the inclusion of crushed rubber has been shown to improve certain physical characteristics of the concrete, such as the modulus of elasticity and the settlement capacity. However, a slight decrease in mechanical properties such as compressive and flexural strength was observed. Despite this, an improvement in tensile strength was observed compared to the standard concrete.

**Keywords: Rubber use, application, concrete, propertie**

## I. INTRODUCCIÓN

Las partículas de caucho de neumático triturado se han obtenido de la trituración mecánica de residuos de caucho de la industria del automóvil. Este desecho comprende partículas de caucho de menos de 1 mm de tamaño y también contiene aproximadamente un 20% en volumen de fibras de polipropileno. Roychand et al., (2020), Para superar este desafío, los investigadores han buscado varias formas de mejorar el rendimiento de adherencia de las partículas de caucho y mejorar las propiedades mecánicas y físicas del hormigón de caucho es por eso que se han estudiado el efecto de del caucho en las propiedades del concreto.

En todo el mundo, las llantas de desecho son uno de los materiales que causan serios problemas ambientales a causa del rápido progreso de la tecnología y la evolución moderna. Como también lo hace referencia Farfan y Leonardo, (2019), donde describe que hoy en la actualidad existe una gran porción de neumáticos desperdiciado al nivel internacional, durante los últimos años ha ocasionado un gran efecto y inquietud sobre el impacto en la salud de las personas y del medio ambiente (p.241), como también lo menciona, Juntao et al., (2022) “el crecimiento de la industria automotriz, la cantidad de productos de neumáticos está aumentando, la cual se produce una acumulación de desecho de caucho de neumático afectando así al medio ambiente” (p. 128).

Noor Azline et al., (2022), Manifiesta que una de las soluciones es la adición del caucho de neumáticos triturados en el hormigón ya que estos mejoran la tenacidad a la fractura, la fragilidad, la absorción de energía, la resistencia al impacto y también disminuye el impacto en el ambiente (p.14)

Qinyong et al., (2022), para la construcción de estructuras de hormigón se ha convertido en un método de aplicación eficiente usar el caucho reciclado como un agregado fino en el hormigón, que tiene las ventajas de un bajo costo y una complejidad técnica leve (p.13). por otro lado, según Anu y Supratic, (2021), describe con el crecimiento continuo de la población y el mejoramiento socioeconómico, ha habido una demanda sustancial de vehículos en todo el

mundo; en consecuencia, la cantidad de neumáticos de vehículos desechados o de desecho está aumentando de manera alarmante (p.123).

Yugui et al., (2023) El concreto es el material más utilizado a nivel mundial, que actualmente se considera una opción importante para disminuir una cantidad significativa de cauchos de llantas de desecho (p.539) por otro lado Aijiu et al., (2022), Describe que otras investigaciones relacionados han mostrado que la utilización razonable de llantas de desecho mejora la deformación actuación, grieta resistencia, durabilidad, propiedades dinámicas y aislamiento térmico y acústico rendimiento de compuestos de cemento (p. 128)

Fengming et al., (2022), A medida que la cantidad de llantas de desecho continúa creciendo anualmente, las soluciones efectivas para reciclar esos desechos sólidos se vuelven importantes en términos de beneficios tanto ecológicos como sociales algunos investigadores han propuesto un enfoque viable para triturar neumáticos en fragmentos o migas y reutilizarlos en la industria del hormigón (p.128)

Muhammad Ashar et al., (2022), Se estudió que una cantidad específica de caucho reemplazada con arena puede mejorar sus componentes de energía y puede permitirse como un elemento de disipación de energía en la estructura sísmica (p.105) eso también lo hace referencia, Anshul et al., (2022), donde manifiesta en general, se ha descubierto que el caucho granulado mejora la ductilidad y la técnica de absorción de energía, al mismo tiempo que reduce la resistencia a la compresión (p. 128).

Minakshi et al., (2022), Debido al vertido de llantas de desecho, se informan numerosos problemas, como la contaminación del suelo y el agua, ya que las llantas de desecho contienen componentes tóxicos y solubles, la quema de llantas de desecho también provoca graves riesgos de incendio (p. 3395-3399) por otro lado según Idrees et al., (2022), El uso del caucho en el concreto ya que trae varios beneficios ambientales asociados con la formulación del concreto donde se señala también que aumentando la dosificación del caucho reduce la resistencia a la compresión del concreto, pero los beneficios medioambientales son evidentes (p. 125)

Por lo consiguiente se planteó la formulación del problema general: ¿Cómo influye la incorporación del caucho de neumático triturados en las propiedades físicas y mecánicas del concreto, Chiclayo 2023 ?, así como también problemas específicos, 1) ¿Cómo determinar si mejoran las propiedades físicas del concreto incorporando el caucho de neumático triturado ?, 2.) ¿Cómo Analizar si las propiedades mecánicas mejoran al incorporar el caucho de neumáticos triturados, Chiclayo 2023?, 3) ¿Cómo determinar qué porcentaje es óptimo para mejorar las propiedades mecánicas de concreto, Chiclayo 2023? Se justifica lo siguiente **justificación técnica**: Las investigaciones realizadas a nivel internacional determinan que estas mezclas con residuos de llantas de caucho tienen la versatilidad de aumentar algunas propiedades del concreto en beneficio para estructuras **Justificación económica**: La utilidad económica que hace referencia este estudio traer nuevos componentes que sean competitivos en el mercado, así como también que pueda contribuir con la industria de la construcción. **Justificación social**: Serán beneficiadas todas las personas en general ya que después de diferentes fenómenos de la naturaleza como sismos y fuertes lluvias no va hacer afectada, de igual manera para el medio ambiente disminuyendo su contaminación ambiental por lo residuos sólidos como son las llantas de vehículos.

Por lo consiguiente se designó como objetivo general, Evaluar la incorporación del caucho de neumáticos triturados para mejorar las propiedades físicas y mecánicas del concreto, Chiclayo 2023. Además, se realizó los siguientes objetivos específicos 1) Determinar las características físicas del caucho triturado, Chiclayo 2023. 2) Evaluar las dosis de adición con caucho triturado con el 1%, 2%, 3%, con la muestra patrón, Chiclayo 2023 3) Analizar que propiedades físicas mejora al incorporar el caucho de neumáticos triturados en el concreto con respecto a la muestra patrón, Chiclayo 2023. 4) Analizar que propiedades mecánicas mejora al incorporar en caucho al concreto con respecto a la muestra patrón, Chiclayo 2023.

Por otro lado, se tiene la hipótesis general de la investigación: La incorporación del caucho de neumático triturado mejorara las propiedades físicas y mecánicas del concreto, Chiclayo 2023.

## **II. MARCO TEÓRICO.**

### **Antecedentes Internacionales**

Según Valipour y Shourijeh, (2021), Describe en su artículo titulada aplicación de las fibras poliméricas de neumático reciclado y fibras de vidrio para refuerzo de arcilla, en la cual hace mención a su objetivo de investigar los efectos del uso del caucho de neumáticos triturados y de fibras de vidrio para ver su resistencia en las propiedades del concreto. En la cual se sabe que se realizaron una serie de ensayos de compactación, con diferentes porcentajes de 0.5, 1 y 1.5 % de caucho de neumáticos triturados y también se realizó con diferentes longitudes de 5 y 10 mm en la cual dio como resultados para porcentajes se obtuvieron 55kpa a 65kpa.y para las longitudes ambas de 55kpa (p.7).

Según Mejía Rocha, (2020), Manifiesta en su respectiva investigación sobre el cálculo de su respectiva influencia del caucho de llantas de neumáticos triturados como agregado de la fabricación de los adoquines de concreto. el presente trabajo de investigación, tiene como meta principal, analizar el uso del caucho de neumáticos triturados como sustitución del agregado fino en la fabricación de adoquines de concreto, evaluando sus diferentes propiedades del concreto. Teniendo en cuenta lo regido por la NTC 2017. Por eso de concluyo que es viable el uso de caucho de llantas de neumáticos en la elaboración de adoquines de hormigón en la cual se utilizaron porcentajes de 5 y 30% en sustitución de la arena a la que estarán sometidas los adoquines. Aportando, además, en la labor de reducir el impacto ambiental negativo causado por las llantas en uso (p.17).

Según Jiangnan et al., (2022), Menciona en su artículo científico titulado: Promoción de materiales sostenibles utilizando caucho reciclado en el hormigón: una revisión. En la cual se realizó una revisión crítica de la aplicación del caucho reciclado como sustituto de áridos en composites base cemento. Se identificaron los diversos factores influyentes y se describió su influencia en el material resultante. materiales de construcción sostenibles. El uso de caucho reciclado tiene un impacto perjudicial en la resistencia de los compuestos. Sin embargo, la utilización de caucho reciclado tiene el potencial de mejorar varias propiedades



de los materiales y podría utilizarse en compuestos aislantes del sonido, livianos, de congelación y descongelación y resistentes al calor (p. 133-927).

Según Ammar A.H. y Hayder M.K, (2022), en su revisión literaria de investigación titulado El efecto de la viruta de caucho en las propiedades del hormigón. La cual tiene como objetivo general de este artículo es investigar las propiedades de varias mezclas de concreto obtenidas al sustituir parcialmente el agregado grueso con diferentes porcentajes en volumen de partículas de caucho de llantas de desecho (10%, 20% y 30%). Se evaluaron las propiedades del concreto, y se sugirió una evaluación comparativa de varias mezclas de concreto con caucho para determinar el mejor porcentaje de caucho en términos de las cualidades mecánicas del hormigón encauchado (p. 1981-1988)

Strukar et al., (2019) La utilización y reutilización de neumáticos de caucho de desecho en hormigón conduce a una construcción sostenible. Hay una serie de estudios que se han realizado en hormigón con caucho como agregado. De acuerdo con las conclusiones generales sobre las propiedades fundamentales de los elementos cauchutados, es evidente que los agregados de llantas de caucho de desecho se pueden usar como reemplazo parcial tanto de los agregados gruesos como de los agregados finos (p. 452-468).

### **Antecedentes Nacionales**

Se sabe que en la ciudad de Chiclayo en lo que viene ser 2021 se analizó en esta investigación el comportamiento físico y mecánico del concreto agregando el caucho de neumáticos triturados para la elaboración del concreto estructural. Se realizaron diferentes ensayos con agregados del concreto para poder obtener la muestra patrón y así poder comparar el comportamiento estructural en función a los diferentes porcentajes de caucho de neumáticos triturados. De la cual se obtuvieron resultados donde nos muestra que el uso del caucho en la concreta mejora algunas propiedades del concreto por la cual se obtuvo un resultado aceptable para la cual se recomendó el uso.

Donghao et al., (2023) estudiaron el efecto de remojar el caucho granulado en agua durante 24 h sobre el hormigón de caucho granulado a niveles de reemplazo de agregado fino de 10, 20, 30 y 40 %. Los resultados de resistencia

mostraron una reducción de 14.1, 29.7, 51 y 63.7% en los niveles de reemplazo correspondientes (p.3)

Youssf et al., (2022), estudiaron el efecto del tamaño (38, 25, 19, 6,4 y 2 mm) y el porcentaje de volumen (0, 25, 50, 75 y 100%) de los agregados de caucho sin tratar sobre la resistencia a la compresión del hormigón. Observaron una pérdida de resistencia del 45 % a los 28 días con un contenido de caucho de neumático del 25 % como agregado grueso, que aumentó a una pérdida del 82 % con un nivel de reemplazo del 100 % (p. 837-853)

Li et al., (2019), investigó el efecto comparativo del tratamiento de partículas de caucho con diferentes soluciones químicas de NaOH,  $\text{KMnO}_4 + \text{NaHSO}_4$ ,  $\text{H}_2\text{O}_2$ ,  $\text{CaCl}_2$  y  $\text{H}_2\text{SO}_4$  sobre las propiedades mecánicas del concreto de caucho, con un contenido de caucho del 20% en volumen de arena. Observaron que el tratamiento de las partículas de caucho con  $\text{H}_2\text{O}_2$ ,  $\text{H}_2\text{SO}_4$  y una combinación de  $\text{KMnO}_4$  y  $\text{NaHSO}_4$ , no produjo ningún cambio considerable en los resultados de resistencia a la compresión del hormigón de caucho tratado en comparación con el no tratado (p. 745-759)

Youssf et al., (2019), Describe que en la capital de lima en los años 2019 de determino la adición del caucho de neumáticos triturados en el concreto de la elaboración de bloques de concreto, en la cual se obtuvo como objetivo verificar la influencia del caucho en los bloques de concreto en la cual se agregó diferentes porcentajes a la mezcla y se verificaron en la absorción y durabilidad de los bloques de concreto (p. 41).

Rider Kleist y Gemner German, (2020), En esta investigación se basó en los diferentes argumentos teóricos de los cuales se realizaron ensayos como el ensayo resistencia a la compresión con diferentes porcentajes de caucho entre ellos el 5%, 10%, 15%, 30% y 35% en el concreto, donde se comparó con el concreto normal donde se lograron distinguir diferente comportamiento del concreto con los porcentajes propuesto antes el concreto normal donde se obtuvo como conclusión una decadencia de su resistencia a la compresión del

concreto. Y por ello se concluyó que el uso del caucho en el concreto que a menor sustitución del caucho de neumáticos triturados es más confiable a comparación que agregando mayor porcentaje de caucho (p.14)

### **Antecedentes Locales**

Qiankun et al., (2023), En esta investigación se hará una revisión de resultados que se han dado en 50 artículos que tenían como objetivo principal evaluar las propiedades del concreto en la cuales le fueron agregadas caucho de neumáticos triturados de las cuales se usaron métodos de procesamiento para darle forma y tamaño al caucho al agregar al concreto. Por lo tanto, también se discutieron las recomendaciones para las futuras investigaciones sobre el caucho de neumáticos triturados en el hormigón (p. 36-51).

Canales Quilca y Mamani Roque, (2021), Hoy en día en Chiclayo no tiene una norma que regule el uso del caucho de neumáticos, por lo en este trabajo se realizara una propuesta de eso del caucho en los adoquines para uso peatonal en la cual para ese trabajo se agregó porcentajes de 10% y 15% y 20% de caucho reciclado en los adoquines de concreto por la cual se evaluaron a través de ensayos y se obtuvieron los resultados después de 7, 14 y 28 días para el entendimiento como afecta mecánicamente cuando se incrementa el porcentaje de caucho en donde se observó que la resistencia compresión disminuye (p.17).

Farfán y Leonardo, (2019), Mencionan sobre la incorporación del material del caucho en la cual se considera como una alternativa para el uso en el concreto, en la cual se agregó 3, 10 y 15% en su composición donde se evaluaron su resistencia a la compresión y flexión en comparación con concreto de 210 kg/cm<sup>2</sup>. En la cual se concluyó que para el concreto utilizando caucho reciclado sus valores de resistencias a la compresión fueron de 224.25 kg/cm<sup>2</sup> y 219.63 kg/cm<sup>2</sup> al 5% y 10% respectivamente. Y para la resistencia a la flexión sus valores fueron de 81.86 kg/cm<sup>2</sup> para el 10% respectivamente (p. 0718-5073).

Según Hernandez Morelos, (2019), manifiesta que en la actualidad uno de los situaciones que se enfrenta la población es sobre la acumulación de las llantas, es por eso que en este trabajo se puede utilizar el material del caucho en el concreto en forma de porcentajes, a través de los diferentes ensayos, se

utilizaron diferentes proporciones con caucho en porcentajes de 5, a 25% eso sin cambiar porciones de agregados que se vaciaron en moldes con mezcla y luego se visualizaron pruebas de compresión a los 28 días de curado. los resultados de los ensayos de compresión muestran una disminución en la resistencia y la deformación conforme el contenido de caucho aumenta (p.5).

Díaz Albújar y Castillo Mondragón, (2019), En este trabajo se realiza un análisis del uso del caucho en el concreto con el concreto convencional Para esto se diseñarán concretos de  $f'c= 175 \text{ kg/cm}^2$ ,  $f'c= 210 \text{ kg/cm}^2$  y  $f'c= 280 \text{ kg/cm}^2$ , Por la cual se elaborarán concretos de la resistencia patrón y eso adicionándole caucho con diferentes porcentajes de 10, 20, 30%. Donde se concluyó que en la resistencia de flexión agredo 10% de caucho se obtuvo mejores resultados entre los valores de 107 y 118% del concreto patrón (p. 9).

#### **Bases teóricas:**

**Caucho:** Peláez Arroyave et al., (2019), El caucho de neumáticos triturados es utilizado tanto en pavimento y concreto, por la cual emplear este material representa como una de las ventajas ambientales como también económica, este tipo de material puede mejorar algunas propiedades del concreto. (p. 27-50)

**Concreto:** Gómez. G & Medina. L (2021), El concreto (hormigón) es una mezcla homogénea formada por cemento, árido grueso, árido fino, aire y agua, con o sin aditivos; por lo general, el cemento, también conocido como cementante cuya función es de rellenar los poros del árido haciéndolo impermeable cuando el hormigón está fresco y seco permitiendo una conexión entre el agua, el aire y él mismo (p.15).

**Agregado grueso:** Matamoros. C, (2019) También conocido como árido grueso (arena gruesa), es aquel que queda detenido en el tamiz N°4 y se origina de la rotura de la piedra; esto a su vez se puede clasificar como piedra triturada y grava, (p.49).

**Agua:** Huamán. C, (2015), Se puede definir como un componente del mortero que da lugar a reacciones químicas en el cemento que le confieren la propiedad de dosificación y endurecimiento, formando un único sólido con los áridos. El

agua es un líquido que se presenta en gran medida en la preparación de hormigone, por lo tanto, debe de manera saludable y sin contaminación (p.17).

**Cemento:** Gutierrez, (2018), El cemento portland es un producto obtenido de la molienda fina del Clinker, que se obtiene calcinando una mezcla estrictamente homogénea de materiales calcáreos y arcillosos y sulfato de calcio para controlar su endurecimiento.

### III. METODOLOGÍA

#### 3.1. Tipo y diseño de investigación

##### 3.1.1 Tipo de investigación:

Rojas Cosinga, (2022), Se enfoca en el ámbito de la investigación aplicada, Este tipo de investigación se basa en el uso de conocimientos previamente realizados y busca obtener nuevas investigaciones a través de la aplicación de dichos conocimientos mencionados. p. 22

En el presente proyecto se consideró de tipo aplicada desde un enfoque metodológico. Esto se debe a que se buscó poner en práctica los saberes previamente definidos en el diseño de mezcla, específicamente en el uso de caucho reciclado. El objetivo era realizar pruebas en laboratorio con diferentes porcentajes de caucho reciclado, analizar los valores obtenidos y generar resultados confiables, teniendo en cuenta los criterios establecidos para cada ensayo.

##### 3.1.2 Diseño de investigación:

El diseño de investigación es experimental de tipo cuasi-experimental, ya que implica la descripción de diferentes diseños de mezclas de concreto con el fin de realizar comparaciones y determinar cuál de ellos se ajusta mejor a los resultados buscados en este trabajo de investigación.

#### 3.2. Variables y operacionalización

##### **Variable independiente: caucho de neumático triturado**

**Definición conceptual:** yaghoobi Nejad & Jahangiri, (2023), El término "caucho reciclado se refiere a aquellos materiales que se obtienen a partir de neumáticos en desuso. Estos materiales son procesados y transformados para su reutilización en diferentes aplicaciones.

**Definición operacional:** El uso de los agregados en el concreto actualmente es el que predomina para el uso de estructuras, es por eso que se realizan nuevas búsquedas de nuevas alternativas como una de ellas es el uso del caucho en el concreto.

Es por eso que dar el uso del caucho de neumáticos en el hormigón es de necesidad darlo en porcentajes con respecto a la muestra, para que luego obtengamos los resultados de cada proporción de porcentaje que se ah agregado y así ver si sus propiedades del concreto a aumentado. Por los cuales en este proyecto se a tomado en cuenta el uso del caucho en forma cuantitativa-independiente, y también de las cuales los indicadores se tomarán en diferentes porcentajes de 1% a 3% del caucho de neumáticos triturados en el concreto en los cuales después se verán reflejados en los resultados.

### **Escala de medición.**

Para lo que el indicador de la “Densidad”, en la cual se desinara como una escala ordinal, mientras que para lo que es el indicador “densidad”, Resistencia a la compresión” y “resistencia a la flexión”, le asignamos la escala de razón.

### **Variable dependiente: Propiedades físicas y mecánicas del concreto**

**Definición Conceptual:** Westreicher (2020), El hormigon es una mezcla que consiste en agregados, cemento y agua. En algunos casos, también se pueden incluir aditivos que mejoran sus propiedades. (párr. 2).

En definitiva, según Castillero (2019), deduce que la variable independiente es esa variable que se manipula, de la cual disponemos a prueba, a nivel experimental científico, por parte del control de las investigadoras con el fin de establecer una hipótesis. Es un aspecto, propiedades, aptitudes o características que pueden cambiar el comportamiento o los resultados de las variables. Castillero (párr. 13).

**Definición Operacional:** Se realizaron diseños de concreto combinadas con caucho con el objetivo de mejorar sus propiedades físicas y mecánicas. Esta metodología se llevó a cabo mediante ensayos con el fin de tener una mejora aumentando la resistencia a compresión y aumentar la resistencia a flexión del concreto. Los resultados obtenidos se analizaron y se procesaron en formatos y fichas técnicas siguiendo las normas NTP y ASTM

### **3.3. Población, Muestra y Muestreo**

#### **3.3.1. Población:**

En este trabajo, la población estuvo formada por todas las muestras prismáticas y cilíndricas con una resistencia de  $F'c = 210 \text{ kg/cm}^2$ . Estos especímenes fueron el resultado de los ensayos de resistencia de compresión y flexión realizadas en diferentes incorporaciones con la inclusión de caucho en los 3 porcentajes adicionales de concreto patrón.

#### **Criterios de inclusión**

En esta tesis, se hará uso de materiales de la cantera tres tomas – Ferreñafe Lambayeque, el caucho de neumático triturado que fue extraído de una empresa de llantas de la cual son trituradas para diferente uso, y el caucho son arrojadas, y esas partículas son utilizadas en mi investigación.

#### **Criterios de exclusión**

Esta investigación, no se hará uso de otras incorporaciones naturales más que de caucho obtenidas de una empresa en Chiclayo, no se usará otros cementos que no sea Tipo I.

#### **3.3.2. Muestra:**

En este caso tiene que conformarse por equipos de componentes realizados de forma detallada para una investigación de suma importancia, se constituirá por el análisis de incorporación de la fibra del caucho de neumáticos triturados en diferentes porcentajes del 1%, 2%, 3% al concreto. De la cual se hicieron 36 probetas cilíndricas para los ensayos a compresión y tracción y para flexión de igual manera se elaboraron 36 vigas rectangulares.

- **Criterios De Inclusión:** Los ensayos realizados con caucho de neumáticos triturados.
- **Criterios de exclusión:** Los ensayos que se realizaron con caucho de neumáticos triturados y otros aditivos que no son considerados en nuestra muestra.



Tabla 1. Muestra de la investigación

ENSAYOS	CAUCHO	FORMA	DOSIFICACIÓN	CANTIDAD	EDADES		
Compresión y Elasticidad	Fibra	Cilíndrica	Patrón	3	7 días		
	Fibra	Cilíndrica	1.00%	3			
	Fibra	Cilíndrica	2.00%	3			
	Fibra	Cilíndrica	3.00%	3			
	Fibra	Cilíndrica	Patrón	3			
	Fibra	Cilíndrica	1.00%	3	14 días		
	Fibra	Cilíndrica	2.00%	3			
	Fibra	Cilíndrica	3.00%	3			
	Fibra	Cilíndrica	Patrón	3			
	Fibra	Cilíndrica	1.00%	3			
	Flexión	Fibra	Cilíndrica	2.00%	3	28 días	
		Fibra	Cilíndrica	3.00%	3		
		Fibra	Cilíndrica	Patrón	3		
		Fibra	Cilíndrica	1.00%	3		
		Fibra	Cilíndrica	2.00%	3		
Tracción		Fibra	Cilíndrica	3.00%	3	7 días	
		Fibra	Cilíndrica	Patrón	3		
		Fibra	Vigas	1.00%	3		
		Fibra	Vigas	2.00%	3		
		Fibra	Vigas	3.00%	3		
		Tracción	Fibra	Vigas	Patrón	3	14 días
			Fibra	Vigas	1.00%	3	
			Fibra	Vigas	2.00%	3	
			Fibra	Vigas	3.00%	3	
			Fibra	Vigas	Patrón	3	
	Tracción		Fibra	Cilíndrica	1.00%	3	28 días
			Fibra	Cilíndrica	2.00%	3	
			Fibra	Cilíndrica	3.00%	3	
			Fibra	Cilíndrica	Patrón	3	
			Fibra	Cilíndrica	1.00%	3	
Total				108			

Fuente: elaboración propia

### **3.3.3. Muestreo:**

Basado en lo mencionado, el presente trabajo se clasifica como no probabilística en términos de selección de muestra. En este caso, las técnicas de selección no dependieron de fórmulas estadísticas, sino que se determinaron según los requisitos específicos del estudio (normativa E-060). Por lo tanto, las decisiones sobre la muestra fueron tomadas por el investigador en función de estas consideraciones.

### **3.3.4. Unidad de análisis**

Unidad de análisis, conjunto de unidades mensurables del objeto de investigación; comunicación, permitiendo el estudio de los fenómenos en diferentes momentos, permitiendo el estudio de los fenómenos; elementos que el sujeto elige para revelar las características empíricas del fenómeno y presentarlo como objeto de estudio, Miaoyan y otros, (2023). La unidad de análisis fue 108 muestras de diferentes ensayos.

## **3.4. Técnicas e instrumentos de recolección de datos**

### **Instrumentos de recolección de datos**

En el caso de instrumentos se tienen documentos del laboratorio, documentos de análisis. En torno a los ensayos como granulometría de los agregados.

### **Validez**

Los ensayos trabajados se realizarán a cabo con suma responsabilidad, teniendo así a los resultados de validez y seriedad, apoyados en los certificados de calidad y calibración del laboratorio, normados por la ASTM y la NTP.

### **Confiabilidad**

La confiabilidad, se contará con su respectivo certificado de calibración de cada instrumento y cada procedimiento y ensayo de la cual se tendrá en cuenta la norma, bajo la observación de los trabajadores especializado del laboratorio.

## **3.5. Procedimientos**

**Fase 1:** En esta fase se obtendrán los materiales para poder realizar las muestras, entre ellas el material del caucho de neumáticos triturados en la cual

se obtuvo de una recicladora de caucho, con respecto a los agregados tanto grueso como fino fueron obtenidos de la cantera tres tomas.



Figura 1. Se muestra la cantera tres tomas  
Fuente: elaboración propia

**Fase 2:** Se hizo los ensayos a los materiales de la cual se asieron los ensayos de granulometría a los agregados gruesos y finos para obtener su peso específico como también su densidad, y también el caucho para obtener algunas características físicas.



Figura 2. Se muestra el análisis granulométrico del caucho  
Fuente: elaboración propia

**Fase 3:** teniendo nuestro diseño listo se hizo el vaciado de mezcla en los moldes de forma cilíndrica y vigas de forma prismáticas se hizo el vaciado a las 108

probetas para los ensayos a compresión de las cuales 36 probetas fueron de las edades 7, 14, 28 días, de igual manera se utiliza la misma cantidad de muestra para los ensayos a flexión y tracción.



Figura 3. Muestra en vaciado a las probetas

Fuente: elaboración propia

**Fase 4:** Con los datos granulométricos, se realizará los respectivos diseños de mezcla para las distintas proporciones y concreto patrón.

**Fase 5:** Se realizar las mezclas in situ, para la producción de las muestras se harán a razón de 36 muestras por día, hasta así llegar a los 108 especímenes.

**Fase 6:** Se tomarán datos del hormigón curado y las muestras se ensayarán a una edad específica.

**Fase 7:** Los datos de prueba se recopilarán, procesarán y organizarán para crear la base de datos necesaria para futuras comparaciones de resultados.

**Fase 8:** Cuando los resultados están listos, realizamos el análisis y comparamos los resultados del hormigón convencional y de la muestra con la adición de caucho triturado.

### 3.6. Método de análisis de datos

Dado que este estudio era cuantitativo, significativo o necesitaba ser convertido a una matriz de datos, se utilizaron varias herramientas y se realizó un análisis

integral, comparando el concreto convencional con el concreto utilizado. goma de neumático triturada. A partir de datos obtenidos de estudios de laboratorio de varios estudios en su estado natural, así como para evaluar los efectos de manipular la variable dependiente. Es por eso que este estudio utiliza un método empírico para manipular la variable independiente para ver el efecto sobre la variable dependiente.

### **3.7. Aspectos éticos:**

Este material se compila de acuerdo con los principios de honestidad y autenticidad; El contenido se ha desarrollado en varios capítulos incluyendo citas coherentes con las teorías y conceptos escritos válidamente enumerados en una referencia bibliográfica establecida por la universidad donde se encuentra el título. es limitado, autor de cada trabajo referenciado, año y número de página de donde se obtiene la información relevante, séptima edición de ISO-690, además, el trabajo realizado en esta área se clasifica como tipo para uso exclusivo en este estudio.

#### IV. RESULTADOS

De acuerdo con el primer objetivo se determinó las características de caucho de neumáticos triturados, de cual se utilizó 50g de muestra

Tabla 2. Características del caucho de neumáticos triturados

Características físicas del caucho	
Descripción de las características	Valor
Peso unitario	1.12 g/cm <sup>3</sup>
Densidad	0.241 g/cm <sup>3</sup>

Fuente: elaboración propia.

Interpretación:

En la tabla número 1 se muestra algunas características del caucho de neumático triturado de las que tenemos como resultado que su peso unitario es de 1.12 g/cm<sup>3</sup> y por otra parte su densidad es de 0.241 g/cm<sup>3</sup>.

Tabla 3. Análisis granulométrico del caucho de neumático triturados

Tabla 3. Malla	Peso Ret.	(%) Ret.	(%) Acum. Ret.	(%) Acum. Que Pasa	Especificaciones:	
Pulg. (mm.)						
1/2"	12.5	0	0	100	100	100
3/8"	9.52	0	0	100	100	100
Nº 04	4.75	5	2.5	97.5	95	100
Nº 08	2.36	18.8	9.4	88.1	80	100
Nº 16	1.18	81.5	40.8	47.4	50	85
Nº 30	0.6	58.3	29.2	18.2	25	60
Nº 50	0.3	31.1	15.6	2.7	10	30
Nº 100	0.15	5.3	2.7	0	2	10
Nº 200	0.075	0	0	0		
Fondo	4.54	0	0	0		

Fuente: elaboración propia

Tabla 4. Resultados del análisis granulométrico

Módulo de Fineza	3.462
Abertura de malla de referencia	9.52
Tamaño máximo	3/8"
Tamaño máximo nominal	N°04

Fuente: elaboración propia

Interpretación:

En la tabla número 2, nos muestra el ensayo granulométrico del caucho de neumáticos triturados de los cuales se evidencia que para la maya N°4 su peso retenido es de 5g, N°8 su peso retenido es de 18.8g, N°16 peso retenido 81.5g, N°30 peso retenido es de 58.3, N°50 su peso retenido es de 31.1, N°100 su peso retenido es de 5.3g teniendo un total de muestra de 200g.

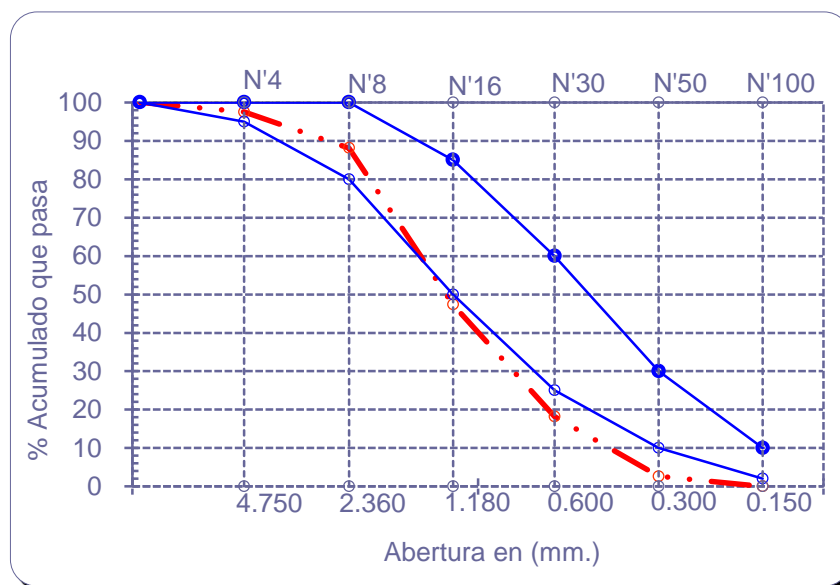


Figura 4. Curva granulométrica

Fuente: Elaboración propia

Interpretación:

En la figura numero 3 nos muestra la curva granulométrica, agregando caucho de neumático triturado del cual nos hace referencia al porcentaje acumulado que pasa por los tamices, N°4, N°8, N°16, N°30, N°50, N°100

Tabla 5. Resultados de características físicas del caucho

<b>Material: Caucho</b>			
<b>1.- PESO UNITARIO SUELTO</b>			
1.- Peso de la muestra suelta + recipiente	(gr.)	<b>242</b>	<b>247</b>
2.- Peso del recipiente	(gr.)	0.0	0.0
3.- Peso del material		242	247
4.- Constante ó Volumen	(m <sup>3</sup> )	0.70	0.70
5.- Peso unitario suelto húmedo	(kg/m <sup>3</sup> )	0.348	0.355
<b>2.- Densidad</b>			
1.- Peso de la muestra suelta + recipiente	(gr.)	<b>27</b>	<b>27</b>
2.- Peso del recipiente	(gr.)	0.0	0.0
3.- Peso del material		27	27
4.- Constante ó Volumen	(m <sup>3</sup> )	0.11200	0.11200
5.- Peso unitario compactado húmedo	(kg/m <sup>3</sup> )	0.24	0.24

Fuente: elaboración propia

Desarrollando el segundo objetivo Evaluar las muestras con caucho triturado con el 1%, 2%, 3%, con la muestra patrón, Chiclayo 2023



Figura 5. Muestra la preparación de la mezcla de diseño con caucho de neumático triturado

Fuente: elaboración propia

De acuerdo al segundo objetivo de evaluó las dosis de adición con caucho triturado con el 1%, 2%, 3%, con la muestra patrón, Chiclayo 2023



## 1. PROPIEDADES FÍSICAS

### Asentamiento (pul)

Tabla 6. Nos muestra los resultados del asentamiento

ENSAYO DE ASENTAMIENTO				
Descripción	Patrón (N)	N + 1% De caucho	N + 2% De caucho	N + 3% De caucho
Slump (pulg)	4	3 1/2	2	1 3/4

Fuente: Elaboración propia

Interpretación:

En esta tabla nos muestra el ensayo de asentamiento de la cual se visualiza una mejora de su asentamiento con respecto a la muestra patrón, teniendo en cuenta que entre más porcentaje se agregue de caucho mejora su asentamiento.

#### 1.1 Módulo de elasticidad (kg/cm<sup>2</sup>)

##### 1.1.1 Edad de 7 días

Tabla 7. Muestra módulo de elasticidad de 7 días de curado

Ensayos	% de caucho	Fecha de vaciado	Fecha de ensayo	Resultados	Edades	Resultado promedio
	0%			34048.03		
	0%			69311.92		53135.22
	0%			56045.72		
	1%			22643.34		
	1%			52738.32		48333.41
Elasticidad	1%	20/05/2023	26/05/2023	69618.57	7 días	
	2%			9778.1		
	2%			9537.51		11999.84
	2%			16683.92		
	3%			30521		
	3%			32306.34		40912.51
	3%			59910.19		

Fuente: Elaboración propia

### 1.1.2 Edad de 14 días

Tabla 8. Módulo de elasticidad a los 14 días de curado

Ensayos	% de caucho	Fecha de vaciado	Fecha de ensayo	Resultados	Edades	Resultado promedio
Elasticidad	0%	20/05/2023	26/05/2023	7837.47	14días	
	0%			69245.17		
	0%			53420.03		
	1%			23976.64		
	1%			34419.13		
	1%			67900.67		
	2%			10064.58		
	2%			20158.64		
	2%			30945.49		
	3%			14261.53		
	3%			13740.11		
	3%			5064.51		

Fuente: Elaboración propia

### 1.1.3 Edad de 28 días

Tabla 9. Módulo de elasticidad a los 28 días de curado

Ensayos	% de caucho	Fecha de vaciado	Fecha de ensayo	Resultados	Edades	Resultado promedio
Elasticidad	0%	20/05/2023	26/05/2023	13363.66	28 días	
	0%			97709.84		
	0%			18067.17		
	1%			20917.69		
	1%			29510.33		
	1%			23914.79		
	2%			17249.63		
	2%			10349.33		
	2%			4708.51		
	3%			46879.73		
	3%			57745.1		
	3%			26438.98		

Fuente: Elaboración propia

## 2. PROPIEDADES MECÁNICAS

### 2.1 Resistencia a la Compresión (kg/cm<sup>2</sup>)

#### 2.1.1 Edad de 7 días

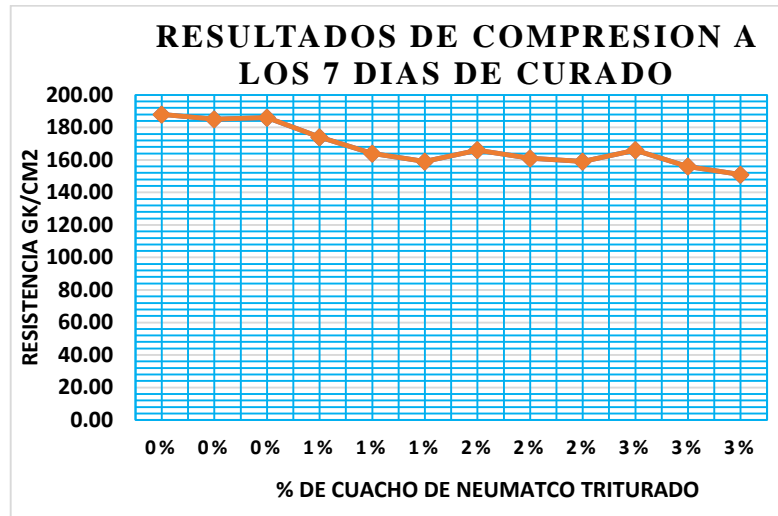


Figura 6. Resultados de la compresión a los 7 días de curado

Fuente: elaboración propia

#### Interpretación

En esta figura nos muestra la resistencia a la compresión del concreto a los 7 días de curado desde la mezcla tradicional hasta lo que se han agregado porcentajes de caucho de neumático triturado, donde se visualiza que al incorporar caucho triturado hay una disminución de la resistencia a compresión.

#### 2.1.2 Edad de 14 días

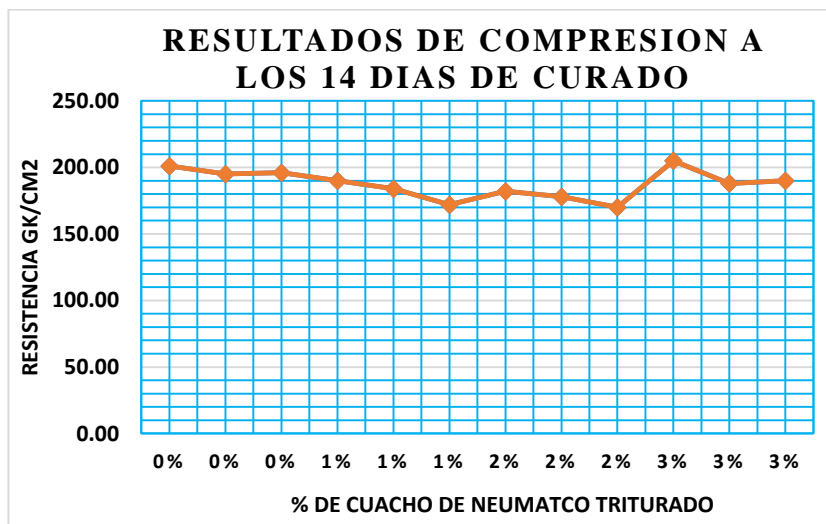


Figura 7. Resultados de la compresión a los 14 días de curado

Fuente: elaboración propia

Interpretación:

En la ilustración se representa la capacidad del concreto para resistir la compresión después de 14 días de curado, desde la mezcla convencional hasta aquellas en las que se han añadido diferentes proporciones de caucho de neumáticos triturados. Se observa que, al incorporar caucho triturado, se produce una reducción en la resistencia a la compresión.

### 2.1.3 Edad de 28 días

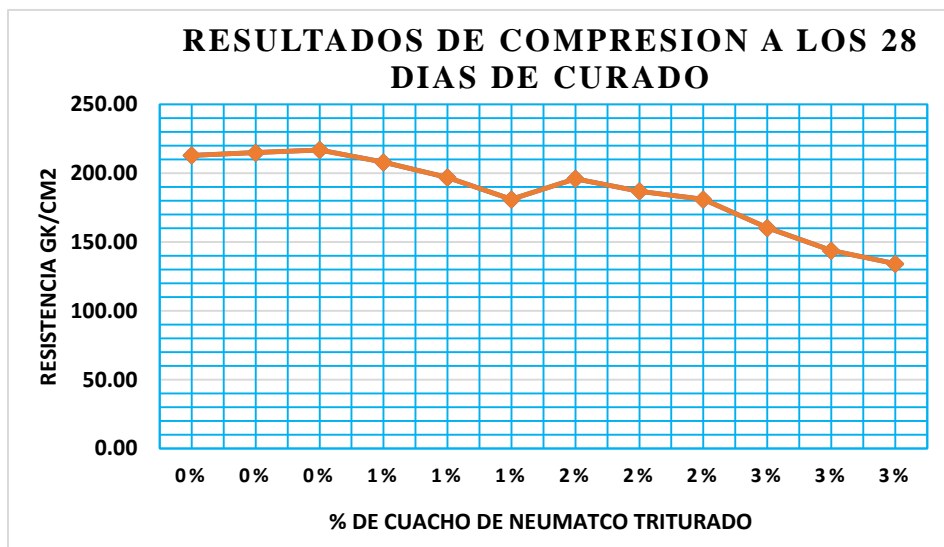


Figura 8. Resultados de la compresión a los 28 días de curado

Fuente: elaboración propia

## 2.2 Resistencia a la flexión (kg/cm<sup>2</sup>)

### 1.2.1. Edad de 7 días

Tabla 10. Resistencia a la flexión a los 7 días de curado

Ensayos	% de caucho	Fecha de vaciado	Fecha de ensayo	Resultados	Edades	Resultado promedio
Flexión	0%	30/04/2023	07/05/2023	1560	7 días	1483.33
	0%					
	0%					
	1%					
	1%					
	1%					
	2%					
				1230		1220
				1130		
				1260		1240

2%	1240	
2%	1220	
3%	1350	
3%	1340	1336.67
3%	1320	

Fuente: Elaboración propia

Interpretación:

En esta figura nos muestra la resistencia a la flexión del concreto a los 7 días de curado desde la mezcla tradicional hasta lo que se han agregado porcentajes de caucho de neumático triturado, donde se visualiza que al incorporar caucho triturado hay una disminución de la resistencia a la flexión.

### 1.2.2. Edad de 14 días

Tabla 11. Resistencia a la flexión a los 14 días de curado

Ensayos	% de caucho	Fecha de vaciado	Fecha de ensayo	Resultados	Edades	Resultado promedio
	0%			1850		
	0%			1700		1726.67
	0%			1630		
	1%			1840		
	1%			1700		1660
Flexión	1%	18/05/2023	01/06/2023	1440	14 días	
	2%			2050		
	2%			1900		1786.67
	2%			1410		
	3%			1460		
	3%			1410		1356.67
	3%			1200		

Fuente: Elaboración propia

### 1.2.3. Edad de 28 días

Tabla 12. Resistencia a la flexión a los 28 días de curado

Ensayos	% de caucho	Fecha de vaciado	Fecha de ensayo	Resultados	Edades	Resultado promedio
	0%			3540		
Flexión	0%	26/05/2023	23/06/2023	3310		3156.67
	0%			2620		

1%	2850	
1%	2740	2620.00
1%	2270	
2%	2510	28 días
2%	2500	2480.00
2%	2430	
3%	2640	
3%	2420	2373.33
3%	2060	

Fuente: Elaboración propia

## 2.3 Resistencia a la Tracción (kg/cm<sup>2</sup>)

### 2.3.1. Edad de 7 días

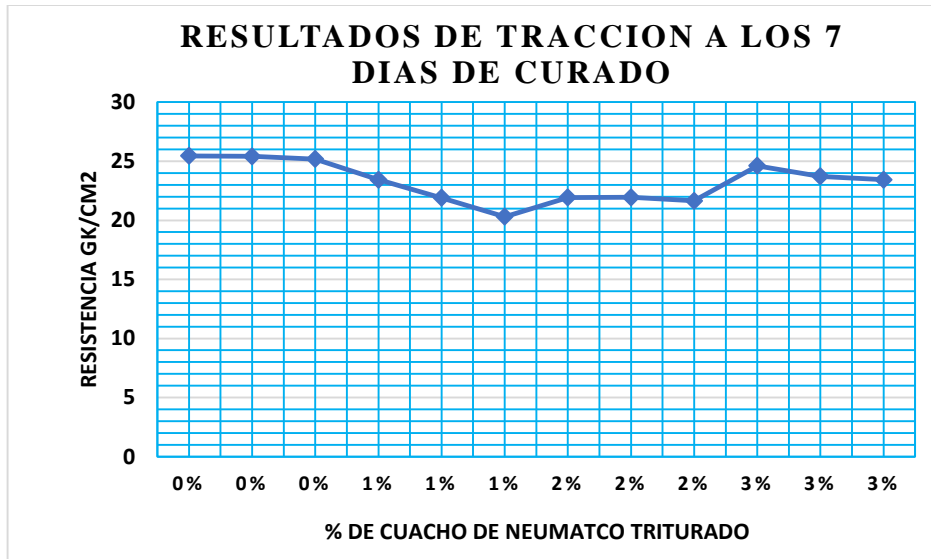


Figura 9. Resultados de la tracción a los 7 días de curado

Fuente: elaboración propia

Interpretación:

En esta figura nos muestra la resistencia a la tracción del concreto a los 7 días de curado desde la mezcla tradicional hasta lo que se han agregado porcentajes de caucho de neumático triturado, donde se visualiza que al incorporar caucho triturado hay una disminución de la resistencia a la tracción.

### 2.3.2 Edad de 14 días

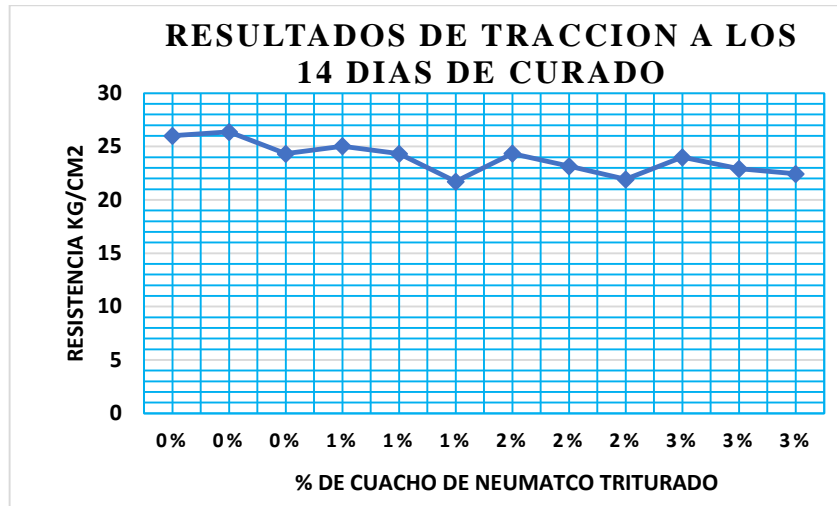


Figura 10. Resultados de la tracción a los 14 días de curado

Fuente: elaboración propia

### 2.3.3 Edad de 28 días

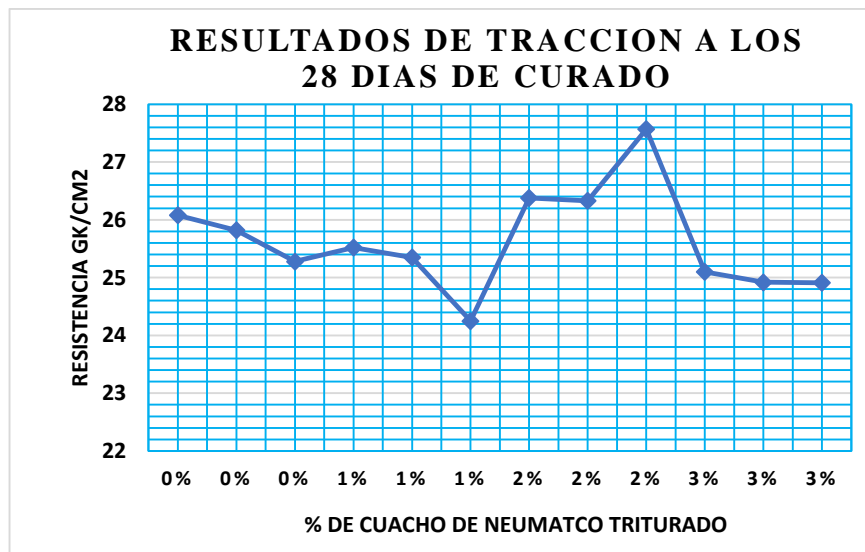


Figura 11. Resultados de la tracción a los 28 días de curado

Fuente: elaboración propia

3) Analizar que propiedades físicas mejora al incorporar el caucho de neumáticos triturados en el concreto con respecto a la muestra patrón, Chiclayo 2023.

## Asentamiento (pul)

Tabla 13. Asentamiento del concreto con porcentajes de caucho

ENSAYO DE ASENTAMIENTO				
Descripción	Patrón (N)	N + 1% De caucho	N + 2% De caucho	N + 3% De caucho
Slump (pulg)	4	3 1/2	2	1 3/4

Fuente: Elaboración propia

## Elasticidad (kg/cm<sup>2</sup>)

### 2.3.4 Edad de 28 días

Tabla 14. Presenta el módulo de elasticidad a los 28 días

Ensayos	% de caucho	Fecha de vaciado	Fecha de ensayo	Resultados	Edades	Resultado promedio
Elasticidad	0%	20/05/2023	26/05/2023	13363.66	28 días	
	0%			17709.84		
	0%			18067.17		
	1%			20917.69		
	1%			29510.33		
	1%			23914.79		
	2%			17249.63		
	2%			10349.33		
	2%			4708.51		
	3%			46879.73		
	3%			57745.1		
	3%			26438.98		

Fuente: elaboración propia

4) Analizar que propiedades mecánicas mejora al incorporar en caucho al concreto con respecto a la muestra patrón, Chiclayo 2023.

Tabla 15. Muestra los resultados de las propiedades mecánicas del concreto

Ensayos	% de caucho	Fecha de vaciado	Fecha de ensayo	Resultados	Edades	Resultado promedio
Compresión	0%	26/05/2023	23/06/2023	213	28 días	215
	0%			215		
	0%			217		
	1%			208		



	1%			197		
	1%			181		
	2%			196		
	2%			187		188
	2%			181		
	3%			160.35		
	3%			143.8		146.15
	3%			134.3		
	0%			3540		
	0%			3310		3156.67
	0%			2620		
	1%			2850		
	1%			2740		2620
Flexión	1%	26/05/2023	23/06/2023	2270	28 días	
	2%			2510		
	2%			2500		2480
	2%			2430		
	3%			2640		
	3%			2420		2373.33
	3%			2060		
	0%			26.08		
	0%			25.82		25.73
	0%			25.28		
	1%			25.52		
	1%			25.35		25.04
Tracción	1%	26/05/2023	23/06/2023	24.25	28 días	
	2%			26.38		
	2%			26.33		26.76
	2%			27.57		
	3%			25.1		
	3%			24.92		24.98
	3%			24.91		

---

Fuente: Elaboración propia

## V. DISCUSIÓN

Mushunje et al., (2019), Los estudios han demostrado que la incorporación de agregados de caucho en el concreto tiene efectos tanto positivos como negativos en sus propiedades funcionales. Una de las principales ventajas del uso de caucho triturado es la posibilidad de obtener hormigón de alta resistencia con un contenido de caucho de 0 a 12,5%. Sin embargo, (Mostofinejad et al., 2023) Menciona que el exceso de caucho afecta adversamente la resistencia del concreto. La mayoría de los investigadores han sugerido que el contenido máximo de caucho no debe exceder el 20 % de la masa total del agregado y que el tamaño del caucho triturado no debe exceder el tamaño recomendado. Se ha sugerido que el caucho blando actúa como huecos en el hormigón, reduciendo la capacidad de carga y debilitando los puntos de adhesión entre las partículas y la matriz de hormigón.. p. 11

Irmawaty, Parung, & Md Noor, (2020), El caucho triturado y las migas de neumáticos, se utilizan como sustituto parcial de los agregados naturales en las mezclas de concreto. (Jurado et al., 2023) Los resultados mostraron que el volumen de hormigón disminuyó en un 3,5 % con cada adición de un 10 % de caucho y restos de neumáticos. Además, la resistencia a la compresión se reduce en un 24 % cuando se añade hasta un 10 % de caucho y migas de neumáticos. En cuanto a la resistencia a la tracción, hubo una reducción del 16%.

Varios investigadores han informado sobre la preocupación de la reducción de la resistencia a la compresión al aumentar la cantidad de caucho reciclado (CR) en el hormigón. Assaggaf et al., (2021) Una forma de minimizar la disminución en la resistencia es mediante el uso de materiales cementicos complementarios o mediante el tratamiento químico/físico del caucho reciclado (CR), como se discutirá más adelante. Es importante destacar que el CRC de grado no estructural puede ser utilizado en aplicaciones que no requieren una alta resistencia, Zhuoming et al., (2019) Se llevó a cabo una investigación sobre la resistencia del concreto preparado con fibras de carbono obtenidas a partir del corte de llantas de desecho, utilizando diferentes longitudes de fibra y reemplazando los agregados gruesos en un rango de 0-25%. En general, se

observó una disminución en la resistencia a la compresión a medida que aumentaba el volumen de caucho reciclado (CR). (Angelin et al., 2019)

Choudhary, Chaudhary, Jain, & Gupta, (2020), En los ensayos se clasificaron por función las fibras de caucho utilizadas como sustituto de los agregados finos en la preparación del concreto. Se utilizaron diversos materiales, como ceniza volante, fibra de acero, perlas de vidrio y piedra triturada de granito, entre otros. Se realizan diferentes tasas de reposición de fibras de caucho de 0 a 20% a intervalos de 5% y se utiliza un 30% para preparar hormigón de control, hormigón de caucho y hormigón de caucho funcional. fuerza. clasificar. Con base en los resultados de los ensayos, se encuentra que el uso de concreto con fibras de caucho reduce la resistencia a la flexión del concreto.

Mohamed K & Assem A.A, (2019) La resistencia a la flexión más alta medida fue de 5.6 MPa en el hormigón sin caucho reciclado (0% CR). Se observó una disminución general en la resistencia a la flexión a medida que se aumentaba la cantidad de caucho reciclado (CR) de diferentes tamaños p. 282 - 295.

Nahla Naji, (2019) Las mezclas que contenían partículas de caucho reciclado (CR) de tamaño #18 mostraron una mejor resistencia a la flexión en comparación con las mezclas que contenían partículas de CR de tamaño #5. Esto se debe a que las partículas de CR #18 son más finas y se distribuyen de manera más uniforme entre las partículas de agregado, lo que resulta en una mayor capacidad de relajación antes de la formación de microfisuras. Además, los especímenes que contenían una combinación de partículas de CR se desempeñaron mejor que aquellos que solo tenían partículas de CR de mayor tamaño p. 191 – 206.

Según Shubham et al., (2020) Se informó que la disminución en la resistencia a la tracción del caucho reciclado en el hormigón (CRC) apoyado por fibras de alcohol polivinílico fue mucho menor en comparación con la disminución en la resistencia a la compresión p. 1489 - 1495. Yugui et al., (2023) Esto resalta el papel importante que desempeñan las fibras en este tipo de hormigones, ya que ayudan a mejorar la resistencia a la tracción y pueden contrarrestar los efectos negativos del caucho reciclado en la resistencia general del material p. 116-987.

Kunal & Ramana , (2019) Debido a que la resistencia a la tracción del hormigón depende principalmente de la rigidez de los agregados, el caucho reciclado en el hormigón (CRC) muestra una menor resistencia a la tracción debido a la rigidez limitada del CR en comparación con los agregados convencionales p. 811 - 817.

Ridgley et al., (2019) Se realizó la medición de la profundidad de desgaste en probetas de hormigón que contenían diferentes porcentajes de caucho reciclado (CR): 0%, 4%, 4.5%, 5%, y 5.5% con un tamaño de partícula de 0.6 mm. Se informó que la profundidad de desgaste aumentó en 0.14 mm en el hormigón con un 5.5% de CR en comparación con la mezcla de control p.40.

Khalid B & Hall, (2019) Es cierto que el módulo dinámico de elasticidad ( $E_d$ ) del caucho reciclado en el hormigón (CRC) suele ser más bajo que el del hormigón convencional. Esto se debe al bajo módulo de elasticidad de las partículas de caucho reciclado (CR). Además, el caucho es un material altamente dúctil, lo que significa que puede absorber y disipar una gran cantidad de energía en comparación con los agregados naturales p. 521 - 530. Esta capacidad de absorción y disipación de energía del caucho contribuye a ciertas propiedades beneficiosas del CRC, como una mayor capacidad de absorción de impactos y una mayor capacidad de deformación antes de la falla.

Atahan & Ayhan Öner, (2020) Se realizó un estudio sobre las propiedades dinámicas del hormigón de alto rendimiento (HAC) que contenía caucho reciclado (CR), utilizado como reemplazo parcial de los agregados gruesos y finos en diferentes porcentajes (5%, 10% y 15%). El tamaño de las partículas de CR varió entre 2 y 6 mm. Se informó que el módulo de elasticidad dinámico ( $E_d$ ) disminuyó gradualmente a medida que aumentaba la cantidad de CR en la mezcla p. 617 - 622. Esta reducción en  $E_d$  se debe, en primer lugar, al bajo módulo de elasticidad del CR. Además, otro factor que contribuyó a la disminución de  $E_d$  fue el aumento en la cantidad de aire atrapado asociado con el incremento de la cantidad de CR en la mezcla.

Farhad et al., (2020) Es correcto que el asentamiento del hormigón de geopolímero con caucho reciclado (CRC) disminuyó a medida que aumentó la

cantidad y el tamaño del CR. Esta disminución se atribuye a la necesidad de aplicar una mayor cantidad de energía para superar la fricción interna de los agregados de CR de mayor tamaño, debido a sus bordes dentados aumentados p. 40. Según Qiang & Jinming, (2023) Estos bordes dentados pueden crear una mayor resistencia al movimiento y afectar el flujo del hormigón, lo que resulta en un menor asentamiento. Es importante tener en cuenta estos efectos al considerar la incorporación de CR en mezclas de geopolímeros p. 35 -45

Alwi Assaggaf et al., (2021) Se observó que el asentamiento del geopolímero de caucho liviano, desarrollado mediante la inclusión de un 25% de perlas de poliestireno expandido y un 20% de reemplazo de caucho reciclado (CR) en lugar de los agregados naturales, fue menor en comparación con el concreto normal. Esto podría atribuirse a las propiedades ligeras y las características de baja densidad de las perlas de poliestireno expandido y del CR, lo que afecta la capacidad de asentamiento del hormigón p.35. Es importante considerar estos aspectos al utilizar geopolímeros de caucho liviano en aplicaciones donde el asentamiento adecuado del hormigón sea un factor importante a tener en cuenta.

## VI. CONCLUSIONES

1. La utilización de caucho triturado proveniente de neumáticos en la mezcla de hormigón puede generar un impacto ambiental positivo al abordar la problemática del transporte y eliminación de neumáticos desechados. La incorporación de caucho ha demostrado mejorar ciertas características físicas del hormigón, como su módulo de elasticidad y su capacidad de asentamiento. No obstante, se observó una leve disminución en las propiedades mecánicas, como la resistencia a la compresión y a la flexión. Sin embargo, se pudo constatar una mejora en la resistencia a la tracción en comparación con la muestra estándar.
2. Las pruebas realizadas concluyeron que el caucho de neumático triturado presentaba ciertas características físicas. Se determinó que tenía una densidad de 0.241 g/cm<sup>3</sup> y un peso unitario de 1.12 g/cm<sup>3</sup>.
3. Los resultados de las pruebas demostraron que el uso de un 2% de caucho de neumático triturado en el concreto mejoró su desempeño. Se observó una mejora en las propiedades físicas del concreto, así como en algunas de sus propiedades mecánicas.
4. La incorporación de caucho de neumático triturado mejoró las propiedades físicas del concreto, como el asentamiento, que se redujo de 4 pulgadas (10.16 cm) en la muestra estándar a 1  $\frac{3}{4}$  pulgadas (4.44 cm). Del mismo modo, se observó una mejora en el módulo de elasticidad del concreto al utilizar caucho de neumático triturado.
5. Al añadir caucho de neumático triturado al concreto, se observa una disminución en las propiedades mecánicas, como la resistencia a la compresión y a la flexión. Sin embargo, se observa una mejora en la resistencia a la tracción del concreto. En resumen, la incorporación de caucho de neumático triturado tiene un impacto negativo en la resistencia a la compresión y flexión del concreto, pero mejora su resistencia a la tracción.
6. La incorporación del caucho de neumático triturado disminuye sus dimensiones de columnas y vigas con respecto al concreto sin adicionar, mejorando así hasta un 10%.

## VII. RECOMENDACIONES

1. Se propone investigar la viabilidad de mejorar el proceso de producción de partículas de caucho reciclado (CR) con el objetivo de obtener modificaciones significativas en sus propiedades físicas, tales como densidad, compresión, flexión, así como en sus propiedades físicas.
2. Para obtener una comprensión más completa del ciclo de vida de los cauchos reciclados en el hormigón (CRC), se necesitan estudios experimentales a largo plazo que se centren en la durabilidad. Estos estudios permitirán obtener información sobre cómo se comportan los CRC en diferentes condiciones ambientales y de carga a lo largo del tiempo. Al llevar a cabo estos estudios a largo plazo, podremos desarrollar un conocimiento más sólido sobre el desempeño y la vida útil de los CRC, lo que a su vez nos ayudará a mejorar su aplicación en el campo de la construcción.
3. Es recomendable aumentar el número de muestras de ensayo en futuras investigaciones con el fin de obtener una mayor variedad de datos. Esto permitirá calcular una desviación estándar más precisa, lo que resultará en datos de mayor precisión y calidad. Al aumentar el tamaño de la muestra, se reducirá la incertidumbre y se obtendrá una visión más completa de las propiedades y características del material estudiado. Esto a su vez contribuirá a mejorar la confiabilidad de los resultados y facilitará la toma de decisiones informadas en base a los datos obtenidos.
4. En futuras investigaciones, se recomienda seguir utilizando el método actual de agregar caucho en diferentes porcentajes sin retirar ningún agregado, de manera que no se altere la resistencia calculada según el diseño de mezcla establecido. Además, es importante considerar la inclusión de diferentes tamaños nominales de caucho en la mezcla de concreto.
5. Se recomienda elaborar otros modelamientos con respecto a otros porcentajes de adiciones de caucho de neumático triturado en el concreto, para ver si se pueden disminuir más sus dimensiones con respecto a las dimensiones del concreto normal.

## REFERENCIAS

- Alwi Assaggaf , R., Rizwan Ali, M., Uthman Al-Dulaijan, S., & Maslehuddin, M. (2021). Properties of concrete with untreated and treated crumb rubber – A review. *Journal of Materials Research and Technology*, 11, 1753-1798. <https://doi.org/https://doi.org/10.1016/j.jmrt.2021.02.019>
- Agrawal, D., Waghe, U., Ansari, K., Dighade, R., Amran , M., Qader, D., & Fediuk , R. (2023). Experimental effect of pre-treatment of rubber fibers on mechanical properties of rubberized concrete. *Journal of Materials Research and Technology*, 23, 791-807. <https://doi.org/https://doi.org/10.1016/j.jmrt.2023.01.027>
- Aijiu, C., Xiaoyan, H., Zhihao, W., Qing, Z., Xiaozhou, X., Yanting, J., & Keliang, L. (2022). Analytical evaluation of compressive strength for concrete with rubber fine aggregates and the predictive model. *Construction and Building Materials*, 345, 128359. <https://doi.org/https://doi.org/10.1016/j.conbuildmat.2022.128359>
- Ammar A.H., B., & Hayder M.K, A.-M. (2022). The effect of chip rubber on the properties of concrete. *materialstoday:PROCEEDINGS*, 60(3), 1981-1988. <https://doi.org/https://doi.org/10.1016/j.matpr.2022.01.209>
- Angelin , A. F., Miranda E, P., Santos, J, M., Lintz R, C., & Barbosa L.A, G. (2019). Rubberized mortar: The influence of aggregate granulometry in mechanical resistances and acoustic behavior. *Construction and Building Materials*, 200, 248 - 254. <https://doi.org/10.1016/j.conbuildmat.2018.12.123>
- Anshul, K., Guru, P., & Abhishek, R. (2022). Influence of crumb rubber on the response of concrete beams against low velocity impact. *Construction and Building Materials*, 347, 128614. <https://doi.org/https://doi.org/10.1016/j.conbuildmat.2022.128614>
- Anu, B., & Supratic, G. (2021). Thermal resistivity, sound absorption and vibration damping of concrete composite doped with waste tire Rubber: A review. *Construction and Building Materials*, 299, 123939. <https://doi.org/https://doi.org/10.1016/j.conbuildmat.2021.123939>
- Arrieta Ballén, Y. L., & Pérez Oyola, J. C. (2017). *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*. <http://hdl.handle.net/10983/15486>
- Assaggaf, R. A., Rizwan Ali, M., Uthman Al-Dulaijan , S., & Maslehuddin, M. (2021). Properties of concrete with untreated and treated crumb rubber – A review. *Journal of Materials Research and Technology*, 11, 1753-1798. <https://doi.org/https://doi.org/10.1016/j.jmrt.2021.02.019>



- Atahan, A. O., & Ayhan Öner, Y. (2020). Crumb rubber in concrete: Static and dynamic evaluation. *Construction and Building Materials*, 36, 617 - 622. <https://doi.org/10.1016/j.conbuildmat.2012.04.068>
- Canales Quilca, A., & Mamani Roque, M. R. (2021). *Efecto del uso de caucho reciclado en adoquines de concreto*. <https://hdl.handle.net/20.500.12692/84400>
- Choudhary , S., Chaudhary , S., Jain, A., & Gupta , R. (2020). *Assessment of effect of rubber tyre fiber on functionally graded concrete*. <https://doi.org/https://doi.org/10.1016/j.matpr.2020.04.830>
- Díaz Albújar, E. A., & Castillo Mondragón, T. K. (2019). *Utilización de Caucho Reciclado para el Mejoramiento de la Calidad del Concreto*. <http://repositorio.udch.edu.pe/handle/UDCH/938>
- Donghao , Y., Hao , J., Xingyu, G., Shuo , Y., & Zhihong, W. (2023). *Influence of rubber geometrical characteristics on the corrosion behavior of rebar in rubberized concrete*. <https://doi.org/https://doi.org/10.1016/j.jobe.2023.107535>
- ESTRADA RIVERA, J. C. (2016). *ESTUDIO DE PROPIEDADES FÍSICO MECÁNICAS Y DE DURABILIDAD DEL HORMIGÓN CON CAUCHO*. <https://upcommons.upc.edu/bitstream/handle/2117/85500/TESIS%20DE%20MASTER.pdf?sequence=1&isAllowed=y>
- Farfan, M., & Leonardo, E. (2018). Caucho reciclado en la resistencia a la compresión y flexión de concreto modificado con aditivo plastificante. *Revista ingeniería de construcción*, 33(3), 241-250. <https://doi.org/http://dx.doi.org/10.4067/S0718-50732018000300241>
- Farhad, A., Ayoub, D., & Zohaib, A. (2020). Development of Lightweight Rubberized Geopolymer Concrete by Using Polystyrene and Recycled Crumb-Rubber Aggregates. *Journal of Materials in Civil Engineering*, 32(2), 04019345. [https://doi.org/10.1061/\(ASCE\)MT.1943-5533.0003008](https://doi.org/10.1061/(ASCE)MT.1943-5533.0003008)
- Fengming, R., Jinxu, M., Qing, W., & Johnny Ching, M. H. (2022). Crumb rubber as partial replacement for fine aggregate in concrete: An overview. *Construction and Building Materials*, 343, 128049. <https://doi.org/https://doi.org/10.1016/j.conbuildmat.2022.128049>
- González Quiñonez, J. G. (2017). *UTILIZACIÓN DE GRANULADO DE CAUCHO RECICLADO COMO ADICIÓN PARA*. <http://www.repositorio.usac.edu.gt/8594/1/Jose%20Gerardo%20Gonz%C3%A1lez%20Qui%C3%B1onez.pdf>
- Gutierrez, A. (2018). *CEMENTO PORTLAND*. <https://es.linkedin.com/pulse/cemento-portland-andrade-gutierrez>

- Hernandez Morelos, J. L. (2019). Diseño de un material ecológico para construcción mediante la adición de caucho de llanta al concreto. 5. <https://doi.org/http://riaa.uaem.mx/handle/20.500.12055/650>
- Idrees, Z., Khuram, R., Samia, T., Asif, A., & Minkwan, J. (2022). Integrating technical-environmental-economical perspectives for optimizing rubber content in concrete by multi-criteria analysis. *Construction and Building Materials*, 319, 125820. <https://doi.org/https://doi.org/10.1016/j.conbuildmat.2021.125820>
- Jiangnan, M., Guiying, X., Waqas, A., Kaffayatullah, K., Muhammad, N. A., Fahid, A., & Abdulaziz, A. (2022). Promoting sustainable materials using recycled rubber in concrete: A review. *Journal of Cleaner Production*, 373, 133927. <https://doi.org/https://doi.org/10.1016/j.jclepro.2022.133927>
- Juntao, K., Yanshuo, L., Jiale, Y., Chunpeng, C., Lei, W., & Zechuan, Y. (2022). Effectiveness of surface treatment on rubber particles towards compressive strength of rubber concrete: A numerical study on rubber-cement interface. *Construction and Building Materials*, 350, 128-820. <https://doi.org/https://doi.org/10.1016/j.conbuildmat.2022.128820>
- Jurado, J., Zubiarraín, N. M., Villa, E. I., Rocco, C. G., & Braun, M. (2023). *Mesoscale modelling of the mechanical behaviour of concrete with rubber as coarse aggregate*. <https://doi.org/https://doi.org/10.1016/j.engfracmech.2023.109533>
- Khalid B, N., & Hall, M. (2019). Mechanical and dynamic properties of self-compacting crumb rubber modified concrete. *Construction and Building Materials*, 27(1), 521 - 530. <https://doi.org/10.1016/j.conbuildmat.2011.07.013>
- Kunal, B., & Ramana, P. V. (2019). Evaluation of mechanical and durability properties of crumb rubber concrete. *Construction and Building Materials*, 155, 811 - 817. <https://doi.org/10.1016/j.conbuildmat.2017.08.131>
- Li, D., Zhuge, Y., Gravina, R., & Mills, J. E. (2019). Compressive stress strain behavior of crumb rubber concrete (CRC) and application in reinforced CRC slab. <https://www.sciencedirect.com/journal/construction-and-building-materials>, 166, 745-759. <https://doi.org/https://doi.org/10.1016/j.conbuildmat.2018.01.142>
- MEJIA ROCHA, G. J. (2020). ANÁLISIS DE LA INFLUENCIA DEL CAUCHO DE LLANTAS RECICLADAS COMO. <https://repositorio.unicartagena.edu.co/bitstream/handle/11227/14994/Trabajo%20de%20Grado%20GREGORIO%20JOSE%20MEJIA%20ROCHA.pdf?sequence=1&isAllowed=y>

- Minakshi, M., S, P., & Yeddula, B. S. (2022). Viability of cryogenic crumb rubber as the stability backer in the bitumen concrete. *Materials : Proceedings*, 65(8), 3395-3399. <https://doi.org/https://doi.org/10.1016/j.matpr.2022.05.497>
- Mohamed K, I., & Assem A.A, H. (2019). Use of metakaolin on enhancing the mechanical properties of self-consolidating concrete containing high percentages of crumb rubber. *Journal of Cleaner Production*, 125, 282 - 295. <https://doi.org/10.1016/j.jclepro.2016.03.044>
- Mostofinejad, D., Aghamohammadi, O., Bahmani, H., & Ebrahimi, S. (2023). *Improving thermal characteristics and energy absorption of concrete by recycled rubber and silica fume*. <https://doi.org/https://doi.org/10.1016/j.dibe.2023.100221>
- Muhammad Ashar, U. A., Muhammad Shahid, S., Syed Hassan, F., Muhammad, U., Muhammad Hamza, A., Manzoor, H., & Asad, H. (2022). Axial compressive behavior of concrete incorporating crumb rubber pretreated with waste quarry dust. *Journal of Building Engineering*, 59, 105086. <https://doi.org/https://doi.org/10.1016/j.jobbe.2022.105086>
- Mushunje, K., Otieno , M., & Ballim, Y. (2019). A review of Waste Tyre Rubber as an Alternative Concrete Consituent Material. *Concrete Materials Technology*, 199(6), 11003. <https://doi.org/10.1051/mateconf/201819911003>
- Nahla Naji, H. (2019). Hardened properties of self-compacting concrete with different crumb rubber size and content. *International Journal of Sustainable Built Environment*, 6(1), 191 - 206. <https://doi.org/10.1016/j.ijsbe.2017.03.001>
- Noor Azline, M. N., Nabilah, A. B., & Nor Azizi, S. (2022). A comparative investigation on mechanical strength of blended concrete with surface modified rubber by chemical and non-chemical approaches. *Case Studies in Construction Materials*, e01444. <https://doi.org/https://doi.org/10.1016/j.cscm.2022.e01444>
- Peláez Arroyave, G. J., Velásquez Restrepo, S. M., & Giraldo Vásquez, D. H. (2019). APLICACIONES DE CAUCHO RECICLADO: UNA REVISIÓN DE LA LITERATURA. *Ciencia e Ingeniería Neogranadina*, 27(2), 27-50. <https://doi.org/https://doi.org/10.18359/rcin.2143>
- Qiang , S., & Jinming , X. (2023). Durability and mechanical properties of rubber concrete incorporating basalt and polypropylene fibers: Experimental evaluation at elevated temperatures. *Construction and Building Materials*, 368, 130445. <https://doi.org/https://doi.org/10.1016/j.conbuildmat.2023.130445>
- Qiankun , M., Zhenhao , M., Ming , L., Jicheng , Z., Zhuozhuo , L., Shijie , L., Guofeng , D., & Yuanqi , L. (2023). *Experimental investigation of concrete*

prepared with waste rubber and waste glass.  
<https://doi.org/https://doi.org/10.1016/j.ceramint.2023.02.058>

- Qinyong, M., Yuhang, S., Zifang, X., Dongdong, M., & Kun, H. (2022). Research on a multivariate non-linear regression model of dynamic mechanical properties for the alkali-activated slag mortar with rubber tire crumb. *Case Studies in Construction Materials*, 17, e01371. <https://doi.org/https://doi.org/10.1016/j.cscm.2022.e01371>
- Rider Kleist, G. M., & Gemner German, S. G. (2020). *Determinación del uso de caucho de llantas y concreto reciclado en la fabricación de bloques de concreto* B12, Lima 2019. [file:///C:/Users/Usuario/Downloads/Go%C3%B1as-MRK\\_Saavedra-GGG%20-%20SD%20\(1\).pdf](file:///C:/Users/Usuario/Downloads/Go%C3%B1as-MRK_Saavedra-GGG%20-%20SD%20(1).pdf)
- Ridgley, K. E., Abouhussien, A. A., Hassan, A. A., & Colbourne, B. (2019). Evaluation of abrasion resistance of self-consolidating rubberized concrete by acoustic emission analysis. *Journal of Materials in Civil Engineering*, 30(8), 04018196. [https://doi.org/10.1061/\(ASCE\)MT.1943-5533.0002402](https://doi.org/10.1061/(ASCE)MT.1943-5533.0002402)
- Rojas Cosinga, D. (2022). *Influencia del caucho reciclado en las propiedades físicas y mecánicas del concreto f'c= 245 kg/cm<sup>2</sup>, Puente Piedra, Lima 2022*. [https://repositorio.ucv.edu.pe/bitstream/handle/20.500.12692/102199/Rojas\\_CD%20-%20SD.pdf?sequence=1&isAllowed=y](https://repositorio.ucv.edu.pe/bitstream/handle/20.500.12692/102199/Rojas_CD%20-%20SD.pdf?sequence=1&isAllowed=y)
- Roychand, R., Gravina, R. J., Zhuge, Y., Ma, X., Youssf, O., & Mills, J. E. (2020). A comprehensive review on the mechanical properties of waste tire rubber concrete. *Construction and Building Materials*, 237, 117651. <https://doi.org/https://doi.org/10.1016/j.conbuildmat.2019.117651>
- Shubham, S., Kumar Rao, A., Mohd, Z., & Rajesh, K. (2020). Utilization of waste rubber fiber considering modification in strength reduction factor and its effect on the behavior of concrete. *Materials Today: Proceedings*, 21, 1489 - 1495. <https://doi.org/10.1016/j.matpr.2019.11.066>
- Singh Sidhu, A., & Siddique, R. (2023). Durability assessment of sustainable metakaolin based high strength concrete incorporating crumb tire rubber. *Journal of Building Engineering*, 72, 106660. <https://doi.org/https://doi.org/10.1016/j.jobe.2023.106660>
- Strukar, K., Kalman Šipoša, T., Miličević, I., & Busić, R. (2019). Uso potencial del caucho como agregado en elementos estructurales de concreto reforzado: una revisión. *Estructuras de ingeniería*, 188, 452-468. <https://doi.org/https://doi.org/10.1016/j.engstruct.2019.03.031>
- Valipour, M., & Shourijeh, P. T. (2021). Application of recycled tire polymer fibers and glass fibers for clay reinforcement. *Sciences Engineering Medicine*, 23(3), 7. <https://doi.org/https://doi.org/10.1016/j.trgeo.2020.100474>

- yaghoobi Nejad, A., & Jahangiri, A. (2023). Investigation of the effect of powdered rubber reinforced by different materials on the performance of concrete. *Construction and Building Materials*, 377, 131067. <https://doi.org/https://doi.org/10.1016/j.conbuildmat.2023.131067>
- Youssf, O., Hassanli1, R., molinos, j. e., Desollador, G., Ma, X., Zhuge, Y., Roychand, R., & gravina, r. (2019). Influencia de los procedimientos de mezcla, el tratamiento con caucho y los aditivos de fibra en el rendimiento del rubcreto. *Composites Science*, 3(2), 41. <https://doi.org/https://doi.org/10.3390/jcs3020041>
- Youssf, O., Mills, J. E., Mark, E., Benn, T., Zhuge, Y., Xing, M., & Gravina, R. J. (2022). Practical Application of Crumb Rubber Concrete in Residential Slabs. *Structures*, 36, 837-853. <https://doi.org/https://doi.org/10.1016/j.istruc.2021.12.062>
- Yu, Y., Jin, Z., Shen, D., An, J., Sun, Y., & Li, N. (2023). Microstructure evolution and impact resistance of crumb rubber concrete after elevated temperatures. *Construction and Building Materials*, 384, 131340. <https://doi.org/https://doi.org/10.1016/j.conbuildmat.2023.131340>
- Yugui , C., Guoxu , Z., Muyu , L., Qingping , J., Zhong , T., & Cheng , J. (2023). *FRP-confined rubber concrete with effect of strain rate: Tests and analysis-oriented stress–strain model*. <https://doi.org/https://doi.org/10.1016/j.conbuildmat.2022.130234>
- Yugui , C., Yaofeng , L., Xiaoqing , L., & Yufei , W. (2023). *Axial stress strain behavior of FRP-confined rectangular rubber concrete columns with different aspect ratio*. <https://doi.org/https://doi.org/10.1016/j.engstruct.2023.116987>
- Zhuoming, C., Lijuan, L., & Zhe, X. (2019). Investigation on the interfacial behaviour between the rubber-cement matrix of the rubberized concrete. *Journal of Cleaner Production*, 209, 1354 - 1364. <https://doi.org/10.1016/j.jclepro.2018.10.305>

## ANEXOS

**Anexo 1. Tabla de operacionalización de variable**

VARIABLES	DEFINICIÓN CONCEPTUAL	DEFINICIÓN OPERACIONAL	DIMENSIONES	INDICADORES	ESCALA DE DIMENSIÓN
Caucho de neumáticos triturados	Qinyong et al., (2022) para la construcción de estructuras de hormigón se ha convertido en un método de aplicación eficiente usar el caucho reciclado como un agregado el hormigón, que tiene las ventajas de un bajo costo y una complejidad técnica leve	Las dimensiones que abarcan las mezclas se rigen en sus propiedades mecánicas y físicas, y dependerán del estado en el que se encuentren, estos pueden ser el estado plástico y el estado endurecido.	Características físicas	Absorción (%)	Razón
				Peso específico (gr/cm <sup>3</sup> )	Razón
			Dosis de adición	1%	Razón
				2%	Razón
3%					
Propiedades físicas y mecánicas del concreto	Sánchez, (2019), El concreto es una combinación de cemento, áridos inertes (arena y grava) y agua, que se endurece durante un determinado tiempo. p.19	Si bien el uso concreto normal es la que predomina en la actualidad, la búsqueda de nuevas alternativas como la adición del caucho de neumáticos triturados y pulverizados. se genera a partir de obtener una mejor rentabilidad en la construcción.	Propiedades físicas	Asentamiento (pul)	Razón
				Elasticidad (kg/cm <sup>2</sup> )	
			Propiedades mecánicas	Flexión (kg/cm <sup>2</sup> )	Razón
				Tracción (kg/cm <sup>2</sup> )	
				Compresión (kg/cm <sup>2</sup> )	

## Anexo 2. Matriz de consistencia

PROBLEMA	OBJETIVOS	HIPÓTESIS	VARIABLES	DIMENSIONES	INDICADORES	METODOLOGÍA
<p><b><u>PROBLEMA GENERAL:</u></b></p> <p>¿Cómo influye la adición del caucho reciclado en el diseño de mezcla de concreto en caliente, Chiclayo 2023?</p>	<p><b><u>OBJETIVOS GENERALES:</u></b></p> <p>Evaluar la incorporación del caucho de neumáticos triturados para mejorar las propiedades físicas y mecánicas del concreto, Chiclayo 2023.</p>	<p><b><u>HIPÓTESIS GENERALES:</u></b></p> <p>Las partículas de caucho de neumáticos triturados mejorarán las propiedades mecánicas y físicas del concreto en Chiclayo 2023</p>	<p><b>VARIABLES INDEPENDIENTE:</b></p> <p>Caucho de Neumático triturado</p>	<p><b>D1:</b></p> <p>Características físicas</p>	<p>Peso Unitario</p> <p>Densidad</p> <p>Granulometría</p>	<p><b><u>TIPO DE INVEST:</u></b></p> <p>Aplicada</p> <p><b><u>DISEÑO DE INVEST:</u></b></p> <p>Cuasi experimental</p> <p><b><u>POBLACIÓN:</u></b></p> <p>mezcla de concreto en lo cual de desarrollar 144 entre probetas y vigas.</p> <p><b><u>MUESTREO:</u></b></p> <p>No probabilístico.</p> <p><b><u>MUESTRA:</u></b> 36 probetas con adición de CR y 36 vigas CR y 36 probetas sin CR Y 36 vigas sin CR</p> <p><b><u>TECNICA:</u></b> Observación Directa</p> <p><b><u>INSTRUMENTOS y RECOLECIÓN DE DATOS.</u></b> Ficha de ensayo de laboratorio y fotografías de los probetas.</p>
	<p><b><u>OBJETIVOS ESPECÍFICOS:</u></b></p> <p>1) Determinar las características físicas del caucho triturado, Chiclayo 2023.</p> <p>2) Evaluar las muestras con caucho triturado con el 1%, 2%, 3%, con la muestra patrón, Chiclayo 2023</p> <p>3) Analizar que propiedades físicas mejora al incorporar el caucho de neumáticos triturados en el concreto con respecto a la muestra patrón, Chiclayo 2023</p> <p>4) Analizar que propiedades mecánicas mejora al incorporar en caucho al concreto con respecto a la muestra patrón, Chiclayo 2023.</p>			<p><b>VARIABLES DEPENDIENTE:</b></p> <p>Propiedades físicas y mecánicas del concreto</p>	<p><b>D2:</b> Dosificación</p>	

Anexos 3. Laboratorio ensayos materiales



**AMAZING S.A.C**  
**LABORATORIO DE SUELOS, CONCRETO Y ENSAYO DE MATERIALES**

Peticionario  
 Atención  
 Obra  
 Lugar  
 Fecha de emisión

ENSAYO : Método de ensayo normalizado para contenido de humedad total evaporable de agregados  
 REFERENCIA : NORMA N.T.P. 339.185 - 2002

Muestra  
 Cantero  
 Ubicación

**Tamaño de la Muestra de Agregado**

TMN mm (pulg.)	MASA MINIMA kg
4,75(0.187) (N° 4)	0,5
9,5 (3/8)	1,5
12,5 (1/2)	2,0
19,0 (3/4)	3,0
5,0 (1)	4,0
37,5 (1 1/2)	6,0
50,0 (2)	8,0
63,0 (2 1/2)	10,0
75,0 (3)	13,0
90,0 (3 1/2)	18,0
100,0 (4)	25,0
150 (6)	50,0

**Datos y Resultado**

W (g)	0.00
D (g)	0.00
P (%)	0.00

**Fórmula**

$$P = 100 (W-D)/D$$

**PROMEDIO**

Número de determinación		1	1	1
Código de tara				
Peso muestra húmeda + peso de tara	g			
Peso muestra seca + peso de tara	g			
Peso de agua	g			
Peso de tara	g			
Peso neto muestra seca	g			
Contenido de humedad	%			

  
 Germán Oscar Gutiérrez (Géner)  
 INGENIERO CIVIL



  
 Juan Carlos Fierro Oyola Aguirre  
 INGENIERO CIVIL  
 Reg. CP: 123351



**AMAZING S.A.C**

**LABORATORIO DE ENSAYOS DE MATERIALES**

Ensayos físicos para diseño de mezcla de concreto.

**1- GRANULOMETRIA: N.T.P. 400.012**

Muestra \_\_\_\_\_

Peso Hum. : \_\_\_\_\_

Peso Seco : \_\_\_\_\_

Modulo de Fineza: \_\_\_\_\_

Cont. Hum. : \_\_\_\_\_

Malla	Peso Retenido	% Retenido	% Ret. Acum.	% Que Pasa
3/8"				
Nº4				
Nº8				
Nº16				
Nº30				
Nº50				
Nº100				
FONDO				

Expediente Nº \_\_\_\_\_

Peticionario \_\_\_\_\_

Atención \_\_\_\_\_

f<sub>c</sub> : \_\_\_\_\_

Kg/cm<sup>2</sup>

Muestra \_\_\_\_\_

Peso Hum. : \_\_\_\_\_

Peso Seco : \_\_\_\_\_

Modulo de Fineza: \_\_\_\_\_

Cont. Hum. : \_\_\_\_\_

Malla	Peso Retenido	% Retenido	% Ret. Acum.	% Que Pasa
2"				
1 1/2"				
1"				
3/4"				
1/2"				
3/8"				
Nº4				
Nº8				
Nº16				
FONDO				

T.M.: **1 1/2"**

T.M.N.: **1"**

**2- PESO UNITARIO : N.T.P. 400.017**

**SUELTO**

**A**

**B**

- Peso de la muestra húmeda		
- Volumen del molde		0.00321
- Peso unitario suelto húmedo		
- PESO UNIT. SUELTO SECO		

**COMPACTADO**  $\frac{((A+B)/2)/V}{1000} / (1 + (C.H./10))$

- Peso de la muestra húmeda		
- Volumen del molde		0.00321
- Peso unitario suelto húmedo		
- PESO UNIT. COMPACTADO SECO		

**SUELTO**

**T.M.N.:**

**1"**

- Peso de la muestra húmeda		
- Volumen del molde		0.00552
- Peso unitario suelto húmedo		
- PESO UNIT. SUELTO SECO		

**COMPACTADO**

- Peso de la muestra húmeda		
- Volumen del molde		0.00552
- Peso unitario suelto húmedo		
- PESO UNIT. COMPACTADO SECO		

  
Gerson Oscar Cuzco Chirino  
EL LABORATORIO DE ENSAYOS DE MATERIALES



  
Juan Carlos Forno Ojeda Aguilera  
INGENIERO CIVIL  
Reg. Cof. 122201

**3- PESO ESPECIFICO Y ABSORCIÓN : N.T.P. 400.021 Arena**

**A.- Datos de la arena N.T.P. 400.022 Piedra**

1.- Peso de la Muestr. Sat. Sup. Seca.		g	
2.- Peso de la Muestr. Sat. Sup. Seca + Peso frasco + Peso del agua.		g	
3.- Peso de la Muestr. Sat. Sup. Seca + Peso del frasco. (1+5)		g	
4.- Peso del Agua. (2-3)		g	
5.- Peso del Frasco		g	
6.- Peso de la Muestr. secada ahorno + Peso del frasco. (5+7)		g	
7.- Peso de la Muestr. seca en el horno.		g	
8.- Volumen del frasco.		cm <sup>3</sup>	

**B.- Resultados**

Promedio

A.- PESO ESPECIFICO DE LA ARENA.	$7/(8-4)$	g/cm <sup>3</sup>	
B.- PESO ESPECIFICO DE LA MASA S.S.S.	$7/(7-4)$	g/cm <sup>3</sup>	
C.- PESO ESPECIFICO APARENTE	$7/[(8-4)-(8-7)]$	g/cm <sup>3</sup>	
D.- PORCENTAJE DE ABSORCIÓN.	$[(1-7)/7]*100$	%	

**A.- Datos de la grava**

1.- Peso de la muestra seca al horno		g	
2.- Peso de la muestra saturada superficialmente seca		g	
3.- peso de la muestra saturada dentro del agua + peso de la canastilla		g	
4.- Peso de la canastilla		g	
5.- Peso de la muestra saturada dentro del agua (3-4)		g	

**B.- Resultados**

Promedio

A.- PESO ESPECIFICO DE LA GRAVA.	$1/(2-5)$	g/cm <sup>3</sup>	
B.- PESO ESPECIFICO DE LA MASA S.S.S.	$2/(2-5)$	g/cm <sup>3</sup>	
C.- PESO ESPECIFICO APARENTE	$1/(1-5)$	g/cm <sup>3</sup>	
D.- PORCENTAJE DE ABSORCIÓN.	$[(2-1)/1]*100$	%	

**4.- CONTENIDO DE HUMEDAD : N.T.P. 339.185**

**Arena  $[(A+B)/2]/(1+[C.H./100])$**

**Grava**

1.- Peso de la muestr. húmeda		
2.- Peso de la muestra seca		
3.- Cont. Humedad		
4.- Promedio		

1.- Peso de la muestr. húmeda		
2.- Peso de la muestra seca		
3.- Cont. Humedad		
4.- Promedio		



Germán Oscar García (Barras)  
D.L. 10.800.011-1




Juan Carlos Pardo / Jefe de Área  
MOCHIMBA CIVIL  
REG. C.P. 122351

**AMAZING S.A.C**  
**LABORATORIO DE ENSAYOS DE MATERIALES**

**Formato Interno**

Ensayo : Análisis granulométrico por tamizado del agregado fino  
Referencia : Norma ASTM C-136 o N.T.F. 400.012

Cemento

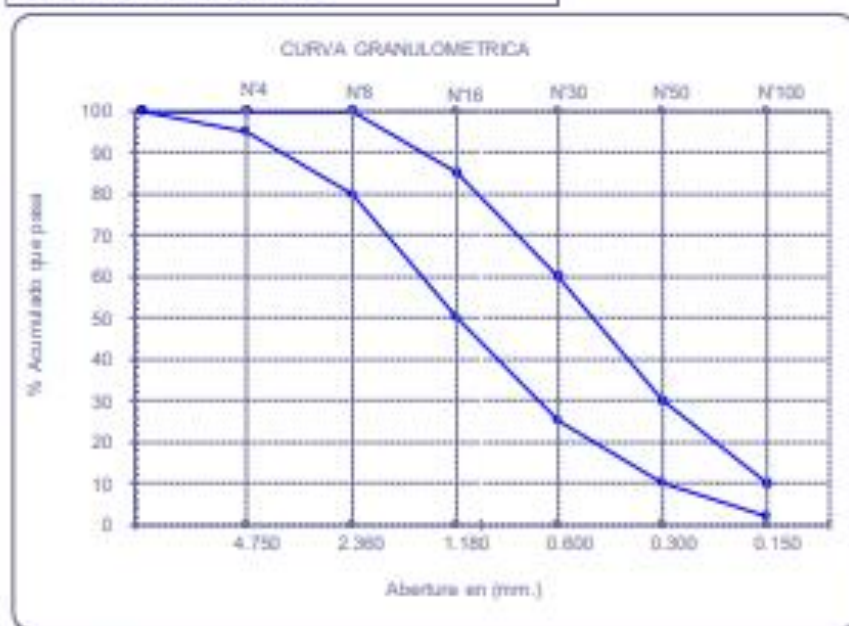
P. Inicial R.

P. Inicial S.

% =

Malla		Peso Ret.	[%] Ret.	[%] Acum. Ret.	[%] Acum. Que Pasa	Especificaciones:	
Pulg.	(mm.)						
1/2"	12.700					100	100
3/8"	9.500					100	100
Nº 04	4.750					95	100
Nº 08	2.360					80	100
Nº 16	1.180					50	85
Nº 30	0.600					25	60
Nº 50	0.300					10	30
Nº 100	0.150					2	10
Fondo							

Módulo de Fineza  
Abertura de malla de referencia



*Gustavo Oscar Cuzco Chirre*  
Ingeniero en Geotecnia



*Juan Carlos Pizarro Ojeda Aguiar*  
Ingeniero Civil  
Reg. CIP. 122251



**AMAZING S.A.C**  
**LABORATORIO DE ENSAYOS DE MATERIALES**

Formato Interno

Ensayo : Análisis granulométrico por tamizado del agregado grueso  
Referencia : Norma ASTM C-136-4 M.T.P. 400.012

Cantera

P. Inicial II.

P. Inicial S.

% =

Malla		Peso	(%)	(%) Acum.	(%) Acum.	Especificaciones
Palg.	(mm.)	Ret.	Ret.	Ret.	Que Pasa	
2"	50.00					
1 1/2"	38.00					
1"	25.00					
3/4"	19.00					
1/2"	12.70					
3/8"	9.52					
N° 04	4.75					
N° 08	2.36					
N° 16	1.19					
Fondo						
Tamaño Máximo			1 1/2"			
Tamaño Máximo Nominal			1"			



  
Gerson Oscar Quispe Flores  
T. Laboratorio Materiales



  
Juan Carlos Tena Ojeda Aguirre  
Ingeniero Civil  
Reg. C.O. 12388

## CARTA DE SOLICITUD

Estimado Ing:

**Mg. Luis Mariano Villegas Granados.**

Presente. -

Motiva la presente el solicitar su valiosa colaboración en la revisión del instrumento que adjunto, el cual tiene como objetivo de obtener la validación del instrumento de investigación GUÍA DE OBSERVACIÓN DIRECTA, que se aplicará para el desarrollo de la tesis con fines de titulación, denominada **"Incorporación del caucho de neumáticos triturados para mejorar las propiedades físicas y mecánicas del concreto, Chiclayo 2023"**.

Acudo a usted debido a sus conocimientos y experiencias en la materia, los cuales aportarían una útil y completa información para la culminación exitosa de esta investigación.

Gracias por su valioso aporte y participación.

Atentamente



---

Tesista 1: Suclupe Ubillus, Flavio ernesto

#### 4. Escala de validación

Muy baja	Baja	Regular	Alta	Muy Alta
00-20 %	21-40 %	41-60 %	61-80%	81-100%
El instrumento de investigación está observado			El instrumento de investigación requiere reajustes para su aplicación	El instrumento de investigación está apto para su aplicación
Interpretación: Cuanto más se acerque el coeficiente a cero (0), mayor error habrá en la validez				

#### 5. Conclusión general de la validación y sugerencias (en coherencia con el nivel de validación alcanzado):

Revisado los Instrumentos de recolección de datos, se concluye que son aptos para su aplicación.

#### 6. Constancia de Juicio de experto

El que suscribe, Luis Mariano Villegas Granados identificado con DNI. N.º 16665065 certifico que realicé el juicio del experto al instrumento diseñado por las tesisistas Suclupe ubillus Flavio Ernesto en la investigación denominada: INCORPORACIÓN DEL CAUCHO DE NEUMÁTICOS TRITURADOS PARA MEJORAR LAS PROPIEDADES FÍSICAS Y MECÁNICAS DEL CONCRETO, CHICLAYO 2023



Mariano Villegas Granados  
INGENIERO CIVIL  
EIP. 75063

Mg. Ing. Luis Mariano Villegas Granados

DNI: 16 665065





## CARTA DE SOLICITUD

Estimado Ing.:

**Mg. Carolina Ortiz Vargas.**

Presente. -

Motiva la presente el solicitar su valiosa colaboración en la revisión del instrumento que adjunto, el cual tiene como objetivo de obtener la validación del instrumento de investigación GUÍA DE OBSERVACIÓN DIRECTA, que se aplicará para el desarrollo de la tesis con fines de titulación, denominada **"Incorporación del caucho de neumáticos triturados para mejorar las propiedades físicas y mecánicas del concreto, Chiclayo 2023"**.

Acudo a usted debido a sus conocimientos y experiencias en la materia, los cuales aportarían una útil y completa información para la culminación exitosa de esta investigación.

Gracias por su valioso aporte y participación.

Atentamente



Tesista 1: Suclupe Ubillus, Flavio ernesto



Ing. Carolina Ortiz Vargas  
CIP: 111872



## GUÍA DE JUICIO DE EXPERTOS

### 1. Identificación del Experto

Nombre y Apellidos: Carolina Ortiz Vargas.

Centro laboral: Independiente

Título profesional: Ingeniero Civil

Grado: Magister

Mención: Gestión Pública

Institución donde lo obtuvo: Universidad Cesar Vallejo.

Otros estudios:

### 2. Instrucciones

Estimado especialista, a continuación, se muestra un conjunto de indicadores, el cual tiene que evaluar con criterio ético y estrictez científica, la validez del instrumento propuesto (véase anexo N.º 1).


Para evaluar dicho instrumento, marca con un aspa (x) una de las categorías contempladas en el cuadro:

**1: Inferior al básico 2: Básico 3: Intermedio 4: Sobresaliente 5: Muy sobresaliente**

### 3. Evaluación de juicio del experto

INDICADORES	CATEGORÍA				
	1	2	3	4	5
1. Las dimensiones de la variable responden a un contexto teórico de forma (visión general)					X
2. Coherencia entre dimensión e indicadores (visión general)					X
3. El número de indicadores, evalúan las dimensiones y por consiguiente la variable seleccionada (visión general)					X
4. Los ítems están redactados en forma clara y precisa, sin ambigüedades (claridad y precisión)					X
5. Los ítems guardan relación con los indicadores de las variables(coherencia)					X
6. Los ítems han sido redactados teniendo en cuenta la prueba piloto (pertinencia y eficacia)					X
7. Los ítems han sido redactados teniendo en cuenta la validez de contenido					X
8. Presenta algunas preguntas distractoras para controlar la contaminación de las respuestas (control de sesgo)					X
9. Los ítems han sido redactados de lo general a lo particular(orden)					X
10. Los ítems del instrumento son coherentes en términos de cantidad (extensión)					X
11. Los ítems no constituyen riesgo para el encuestado (inocuidad)					X
12. Calidad en la redacción de los ítems (visión general)					X
13. Grado de objetividad del instrumento (visión general)					X
14. Grado de relevancia del instrumento (visión general)					X
15. Estructura técnica básica del instrumento (organización)					X
<b>Puntaje parcial (sumar los puntos donde marca el aspa)</b>					X
<b>Puntaje total</b>					X

**Nota:** Índice de validación del juicio de experto (IVJE) = [puntaje obtenido / 75] x 100= %

  
 Ing. Carolina Ortiz Vargas  
 CIP: 111872

**4. Escala de validación**


Muy baja	Baja	Regular	Alta	Muy Alta
00-20 %	21-40 %	41-60 %	61-80%	81-100%
El instrumento de investigación está observado			El instrumento de investigación requiere reajustes para su aplicación	El instrumento de investigación está apto para su aplicación
Interpretación: Cuanto más se acerque el coeficiente a cero (0), mayor error habrá en la validez				

**5. Conclusión general de la validación y sugerencias (en coherencia con el nivel de validación alcanzado):**

El instrumento de validación es apto para su aplicación.

**6. Constancia de Juicio de experto**

El que suscribe, Carolina Ortiz Vargas identificado con DNI. N.º 16803529 certifico que realicé el juicio del experto al instrumento diseñado por las tesisistas Suclupe ubillus Flavio Ernesto en la investigación denominada: INCORPORACIÓN DEL CAUCHO DE NEUMÁTICOS TRITURADOS PARA MEJORAR LAS PROPIEDADES FÍSICAS Y MECÁNICAS DEL CONCRETO, CHICLAYO 2023

  
Ing. Carolina Ortiz Vargas  
CIP: 111872

Mg. Ing. Carolina Ortiz Vargas.  
DNI: 16803529

## CARTA DE SOLICITUD

Estimado Ing:

Mg. Néstor Paul Sabinas Varquez

Presente. -

Motiva la presente el solicitar su valiosa colaboración en la revisión del instrumento que adjunto, el cual tiene como objetivo de obtener la validación del instrumento de investigación GUÍA DE OBSERVACIÓN DIRECTA, que se aplicará para el desarrollo de la tesis con fines de titulación, denominada **"Incorporación del caucho de neumáticos triturados para mejorar las propiedades físicas y mecánicas del concreto, Chiclayo 2023"**.

Acudo a usted debido a sus conocimientos y experiencias en la materia, los cuales aportarían una útil y completa información para la culminación exitosa de esta investigación.

Gracias por su valioso aporte y participación.

Atentamente



---

Tesista 1: Suclupe Ubillus, Flavio ernesto

#### 4. Escala de validación

Muy baja	Baja	Regular	Alta	Muy Alta
00-20 %	21-40 %	41-60 %	61-80%	81-100%
El instrumento de investigación está observado			El instrumento de investigación requiere reajustes para su aplicación	El instrumento de investigación está apto para su aplicación
Interpretación: Cuanto más se acerque el coeficiente a cero (0), mayor error habrá en la validez				

#### 5. Conclusión general de la validación y sugerencias (en coherencia con el nivel de validación alcanzado):

Se concluye que los Instrumentos de Recolección de Datos son ídemos para judicial y desarrollar la Tesis para obtener el Título Profesional de Ingeniería Civil.

#### 6. Constancia de Juicio de experto

El que suscribe, *Néstor R. Salinas Vargas* identificado con DNI. N.º *16577244* certifico que realicé el juicio del experto al instrumento diseñado por las tesisistas Suclupe ubillus Flavio Ernesto en la investigación denominada: INCORPORACIÓN DEL CAUCHO DE NEUMÁTICOS TRITURADOS PARA MEJORAR LAS PROPIEDADES FÍSICAS Y MECÁNICAS DEL CONCRETO, CHICLAYO 2023



ING. CIP. NÉSTOR R. SALINAS VARGAS  
OIP 30694  
16577244.



## GUÍA DE JUICIO DE EXPERTOS

### 1. Identificación del Experto

Nombre y Apellidos: *Néstor Raúl Sobinas Vasquez*

Centro laboral: *V.C.U. F. I. I. de Chidayo*

Título profesional: *Ingeniero Civil*

Grado: *Magister* Magister en ingeniería civil

Mención: *Gerencia de obras y construcción*

Institución donde lo obtuvo: *Dotorado Ciencias Ambientales*

Otros estudios:

### 2. Instrucciones

Estimado especialista, a continuación, se muestra un conjunto de indicadores, el cual tiene que evaluar con criterio ético y estrictez científica, la validez del instrumento propuesto (véase anexo N.º 1).

Para evaluar dicho instrumento, marca con un aspa (x) una de las categorías contempladas en el cuadro:

**1: Inferior al básico 2: Básico 3: Intermedio 4: Sobresaliente 5: Muy sobresaliente**

### 3. Evaluación de juicio del experto

INDICADORES	CATEGORÍA				
	1	2	3	4	5
1. Las dimensiones de la variable responden a un contexto teórico de forma (visión general)					X
2. Coherencia entre dimensión e indicadores (visión general)					X
3. El número de indicadores, evalúan las dimensiones y por consiguiente la variable seleccionada (visión general)					X
4. Los ítems están redactados en forma clara y precisa, sin ambigüedades (claridad y precisión)					X
5. Los ítems guardan relación con los indicadores de las variables (coherencia)					X
6. Los ítems han sido redactados teniendo en cuenta la prueba piloto (pertinencia y eficacia)					X
7. Los ítems han sido redactados teniendo en cuenta la validez de contenido					X
8. Presenta algunas preguntas distractoras para controlar la contaminación de las respuestas (control de sesgo)					X
9. Los ítems han sido redactados de lo general a lo particular (orden)					X
10. Los ítems del instrumento son coherentes en términos de cantidad (extensión)					X
11. Los ítems no constituyen riesgo para el encuestado (inocuidad)					X
12. Calidad en la redacción de los ítems (visión general)					X
13. Grado de objetividad del instrumento (visión general)					X
14. Grado de relevancia del instrumento (visión general)					X
15. Estructura técnica básica del instrumento (organización)					X
Puntaje parcial (sumar los puntos donde marca el aspa)					X
Puntaje total					

**Nota:** Índice de validación del juicio de experto (IVJE) =  $[\text{puntaje obtenido} / 75] \times 100 = \%$

**INFORME DE ENSAYO N° 4432**

Pág. 1 de 2

Expediente N° : 2412 - 2023 L.E.M. FERMATI S.A.C  
 Tesista : SUCLUPE UBILLUS FLAVO ERNESTO  
 Universidad : CESAR VALLEJO  
 Proyecto : INCORPORACION DEL CAUCHO DE NEUMATICOS TRITURADOS PARA MEJORAR LAS PROPIEDADES FISICAS Y MECANICAS DEL CONCRETO, CHICLAYO 2023  
 Ubicación : Dist. Chiclayo, Prov. Chiclayo, Reg. Lambayeque.  
 Fecha de emisión : Chiclayo, 04 de Mayo del 2023

**DISEÑO DE MEZCLA FINAL**

$$F_c = 210 \text{ kg/cm}^2$$

**CEMENTO:**

- 1.- Tipo de cemento : Cemento Tipo I  
 2.- Peso específico : 3150 Kg/m<sup>3</sup>

**AGREGADOS :**
**Agregado fino :**

Cantera	: Cantera La Victoria - Pátapo
1.- Peso específico de masa	2.589 gr/cm <sup>3</sup>
2.- Peso específico de masa S.S.S.	2.6137 gr/cm <sup>3</sup>
3.- Peso unitario suelto	1520 Kg/m <sup>3</sup>
4.- Peso unitario compactado	1754 Kg/m <sup>3</sup>
5.- % de absorción	1.0 %
6.- Contenido de humedad	0.7 %
7.- Módulo de fineza	2.875

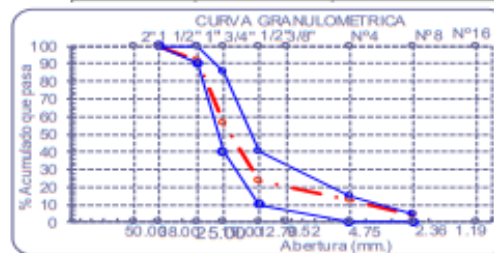
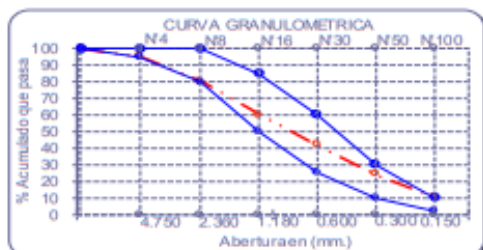
**Agregado grueso :**

Cantera	: Cantera Tres Tomas - Ferreñafe
1.- Peso específico de masa	2.608 gr/cm <sup>3</sup>
2.- Peso específico de masa S.S.S.	2.634 gr/cm <sup>3</sup>
3.- Peso unitario suelto	1519 Kg/m <sup>3</sup>
4.- Peso unitario compactado	1684 Kg/m <sup>3</sup>
5.- % de absorción	1.0 %
6.- Contenido de humedad	0.3 %
7.- Tamaño máximo	1" Pulg.
8.- Tamaño máximo nominal	3/4" Pulg.

**Granulometría :**

Malla	% Retenido	% Acumulado que pasa
3/8"	0.0	100.0
N° 04	4.9	95.1
N° 08	14.8	80.4
N° 16	20.1	60.2
N° 30	18.2	42.1
N° 50	17.8	24.3
N° 100	13.7	10.5
Fondo	10.5	0.0

Malla	% Retenido	% Acumulado que pasa
2"	0.0	100.0
1 1/2"	0.0	100.0
1"	8.3	91.7
3/4"	35.5	56.2
1/2"	32.6	23.6
3/8"	10.7	12.9
N° 04	9.2	3.7
N° 08	0.7	3.1
N° 16	0.1	3.0
Fondo	3.0	0.0



  
 German Gastelo Chirigós  
 LABORATORISTA-FERMATI S.A.C



  
 Juan Carlos Firma Ojeda Ayesta  
 INGENIERO CIVIL  
 Reg. CIP. 123351

**INFORME DE ENSAYO N° 4432**

Pág. 2 de 2

Expediente N° : 2412 - 2023 L.E.M. FERMATI S.A.C  
 Tesista : SUCLUPE UBILLUS FLAVIO ERNESTO  
 Universidad : CESAR VALLEJO  
 Proyecto : INCORPORACION DEL CAUCHO DE NEUMATICOS TRITURADOS PARA MEJORAR LAS PROPIEDADES FISICAS Y MECANICAS DEL CONCRETO, CHICLAYO 2023  
 Ubicación : Dist. Chiclayo, Prov. Chiclayo, Reg. Lambayeque.  
 Fecha de emisión : Chiclayo, 04 de Mayo del 2023

**DISEÑO DE MEZCLA FINAL**
**F'c = 210 kg/cm<sup>2</sup>**
**Resultados del diseño de mezcla :**

Asentamiento obtenido : 4 Pulgadas  
 Peso unitario del concreto fresco : 2362 Kg/m<sup>3</sup>  
 Resistencia promedio a los 3 días : 99 Kg/cm<sup>2</sup>  
 Porcentaje promedio a los 3 días : 47 %  
 Resistencia promedio a los 7 días : 157 Kg/cm<sup>2</sup>  
 Porcentaje promedio a los 7 días : 75 %  
 Factor cemento por M<sup>3</sup> de concreto : 9.3 bolsas/m<sup>3</sup>  
 Relación agua cemento de diseño : 0.639

**Cantidad de materiales por metro cúbico :**

Cemento	396 Kg/m <sup>3</sup>	: Cemento Tipo I
Agua	253 L	: Agua Potable de la Zona.
Agregado fino	775 Kg/m <sup>3</sup>	: Cantera La Victoria - Pátapo
Agregado grueso	938 Kg/m <sup>3</sup>	: Cantera Tres Tomas - Ferreñafe

	Cemento	Arena	Piedra	Agua	
Proporción en peso :	1.00	1.96	2.37	27.2	Lts/pie <sup>3</sup>
Proporción en volumen :	1.00	1.93	2.34	27.2	Lts/pie <sup>3</sup>

**OBSERVACIONES :**

- El presente documento no deberá ser reproducido sin la autorización escrita del laboratorio.



Germani Gastelo Chirinos  
LABORATORISTA-FERMATI S.A.C



CONSTRUCTORA Y SERVICIOS GENERALES  
LABORATORIO DE ENSAYOS DE MATERIALES  
CHICLAYO



Juan Carlos Firme Oyeda Ayesta  
INGENIERO CIVIL  
Reg. CIP. 123351





MUNICIPALIDAD PROVINCIAL  
DE CHICLAYO

# LICENCIA DE FUNCIONAMIENTO

LEY DE MARCO DE LICENCIA EN FUNCIONAMIENTO  
LEY N° 28976  
ORDENANZA MUNICIPAL N° 015-2016-MPCH/A

GERENCIA DE DESARROLLO  
ECONÓMICO LOCAL  
Dpto. de Licencias de  
Funcionamiento

**CERTIFICADO N° 1889**

## CONCEDE A:

Nombres y Apellidos / Razón Social: **FERMATI CONSTRUCTORA Y SERVICIOS GENERALES S.A.C.R.U.C: 20561114502**

Representante Legal: **GERMAN OSCAR GASTELO CHIRINOS** D.N.I.: **42643084**

Nombre Comercial: **FERMATI SAC**

Dirección: **CALLE JOSE GALVEZ N° 120 - CHICLAYO**

Giro: **OFICINA ADMINISTRATIVA – LABORATORIO DE SUELOS Y CONSTRUCCION**

Área: **50.00** M2, Horario de Atención: **LUNES A SABADO 8:00 AM. – 5:30 PM.**

Expediente N° **467695** Aprobado por Resolución N° **1889-2021** MPCH/GDEL/DLF

Queda inscrito en el Registro de Licencias con el N° **1889-2021**, Chiclayo, **02 DE DICIEMBRE DEL 2021.**

AUTORIZADO POR

  
MUNICIPALIDAD PROVINCIAL DE CHICLAYO  
Dpto. de Licencias de Funcionamiento y  
Formalización de Licencias  
**Abg. Natal V. Pineda Quijano**  
SUB GERENTE

Si realiza alguna modificación o cierra el establecimiento deberá renovar el certificado de Funcionamiento o cancelarlo respectivamente

**ES OBLIGATORIO QUE SE EXHIBA EN UN LUGAR VISIBLE. NO AUTORIZA EL USO DE LA VIA PUBLICA N 1702**





PERÚ

Presidencia  
del Consejo de Ministros

INDECOPI

## Registro de la Propiedad Industrial

### Dirección de Signos Distintivos

CERTIFICADO N° 95052

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° 12978-2016/DSD - INDECOPI de fecha 03 de Agosto de 2016, ha quedado inscrita en el Registro de Marcas de Servicio, el siguiente signo:

Signo : La denominación FERMATI CONSTRUCTORA Y SERVICIOS GENERALES S.A.C y logotipo (se reivindica colores), conforme al modelo

Distingue : Servicios de construcción; servicios de reparación e instalación; albañilería; alquiler de máquinas de construcción; montaje de andamios; servicios de carpintería estructural; pavimentación de carreteras; información sobre construcción; supervisión (dirección) de obras de construcción; demolición de construcciones; consultoría sobre construcción; limpieza de bienes inmuebles; trabajos de pintura para interiores y exteriores

Clase : 37 de la Clasificación Internacional.

Solicitud : 657576-2016

Titular : FERMATI CONSTRUCTORA Y SERVICIOS GENERALES S.A.C.

País : Perú

Vigencia : 03 de agosto de 2026

Tomo : 476

Folio : 66

RAY MELONI GARCIA  
Director  
Dirección de Signos Distintivos  
INDECOPI





Fecha de emisión	2022/06/15
Solicitante	FERMATI CONSTRUCTORA Y SERVICIOS GENERALES S.A.C.
Dirección	CAL. JOSE GALVEZ NRO. 120 CERCADO DE CHICLAYO LAMBAYEQUE - CHICLAYO - CHICLAYO
Instrumento de medición	PRESA HIDRAULICA PARA CONCRETO
Identificación	NO INDICA
Marca	PINZUAR
Modelo	PC-42
Serie	270
Capacidad	1200 kN
Indicador	DIGITAL
Serie	456
Bomba	ELECTRICA
Procedencia	COLOMBIA
Ubicación	LABORATORIO DE CONCRETO
Lugar de calibración	CAL. JOSE GALVEZ NRO. 120 CERCADO DE CHICLAYO LAMBAYEQUE - CHICLAYO - CHICLAYO
Fecha de calibración	2022/06/15

**Método/Procedimiento de calibración**

El procedimiento toma como referencia a la norma ISO 7500-1 "Metallic materials - Verification of static uniaxial testing machines", Se aplicaron dos series de carga al Sistema Digital mediante la misma prensa. En cada serie se registraron las lecturas de las cargas.

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

Los resultados son válidos en el momento de la calibración. Al solicitante le corresponde disponer en su momento recalibrar sus instrumentos a intervalos regulares, los cuales deben ser establecidos sobre la base de las características propias del instrumento, sus condiciones de uso, el mantenimiento realizado y conservación del instrumento de medición o de acuerdo a reglamentaciones vigentes.

ARSOU GROUP S.A.C. no se responsabiliza de los perjuicios que pueda ocasionar el uso inadecuado de este instrumento después de su calibración, ni de una incorrecta interpretación de los resultados de la calibración declarados en este documento.

Este certificado no podrá ser reproducido o difundido parcialmente, excepto con autorización previa por escrito de ARSOU GROUP S.A.C.

ARSOU GROUP S.A.C

Ing. Hugo Luis Arévalo Carnica  
METROLOGÍA

**ARSOU GROUP S.A.C.**

Asoc. Viv. Las Flores de San Diego Mx C Lote 01, San Martín de Porres, Lima, Perú  
Telf: +51 301-1680 / Cel: +51 928 196 793 / Cel: +51 925 151 437  
ventas@arsougroup.com  
www.arsougroup.com





Patrones e Instrumentos auxiliares

Trazabilidad	Patrón Utilizado	Certificado de Calibración
Patrones de referencia de PUCP	Celda de Carga de 100 t	INF-LE N° 175-21

Condiciones ambientales durante la calibración

Temperatura Ambiental	Inicial: 21,4 °C	Final: 21,4 °C
Humedad Relativa	Inicial: 62 %hr	Final: 62 %hr

Resultados

TABLA N° 01

CALIBRACION DE PRENSA HIDRAULICA PARA CONCRETO

SISTEMA DIGITAL "A" kg	SERIES DE VERIFICACIÓN PATRON (kg)				PROMEDIO "B" kg	ERROR Ep %	RPTBLD Rp %
	SERIE (1) kg	SERIE (2) kg	ERROR %	ERROR (2) %			
10332	10310	10340	-0.21	0.08	10325.0	-0.07	0.21
20741	20710	20934	-0.15	0.93	20822.0	0.39	0.76
30274	30520	30520	0.81	0.81	30520.0	0.81	0.00
40042	40380	40200	0.84	0.39	40290.0	0.62	0.32
50500	50820	50910	0.63	0.81	50865.0	0.72	0.13
60645	61150	61180	0.83	0.88	61165.0	0.86	0.03
70450	71100	71070	0.92	0.88	71085.0	0.90	0.03
80611	81010	81349	0.49	0.92	81179.5	0.71	0.30

NOTAS SOBRE CALIBRACION

- La Calibración se hizo según el Método C de la norma ISO 7500-1
- Ep y Rp son el Error Porcentual y la Repetibilidad definidos en la citada Norma:  

$$Ep = ((A-B) / B) * 100 \quad Rp = Error(2) - Error(1)$$
- La norma exige que Ep y Rp no excedan el +/- 1.0 %



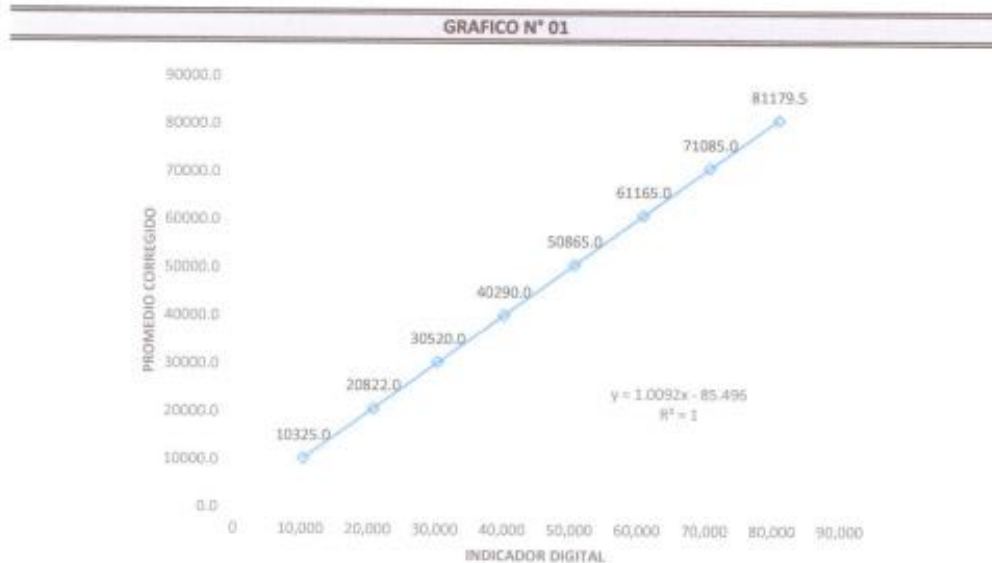
ARSOU GROUP S.A.C.  
Ing. Hugo Luis Arévalo  
METROLOGIA

ARSOU GROUP S.A.C.

Asoc. Viv. Las Flores de San Diego Mz C Lote 01, San Martín de Porres, Lima, Perú  
 Telf: +51 301-1680 / Cel: +51 928 196 793 / Cel: +51 925 151 437  
 ventas@arsougroup.com  
 www.arsougroup.com



Gráfica (Coeficiente de correlación y Ecuación de Ajuste)



Ecuación de ajuste:

Donde:  $y = 1,0092x - 85,496$

Coefficiente Correlación  $R^2 = 1$

X : Lectura de la pantalla (kg)

Y : fuerza promedio (kg)



**Observaciones**

1. Antes de la calibración no se realizó ningún tipo de ajuste.
2. La incertidumbre de la medición ha sido calculada para un nivel de confianza de aproximadamente del 95 % con
3. (\*) Código indicado en una etiqueta adherida al instrumento.
4. Con fines de identificación se colocó una etiqueta autoadhesiva con la indicación "CALIBRADO"

ARSOU GROUP S.A.C  
Ing. Hugo Luis Arevalo Carnicero  
METROLOGÍA

**ARSOU GROUP S.A.C.**

Asoc. Viv. Las Flores de San Diego Mz C Lote 01, San Martín de Porres, Lima, Perú  
Telf: +51 301-1680 / Cel: +51 928 196 793 / Cel: +51 925 151 437  
ventas@arsougroup.com  
www.arsougroup.com



**Arsou Group**  
Laboratorio de Metrología

**CERTIFICADO DE CALIBRACIÓN**  
**N° LMA-028-2023**

<b>Fecha de emisión</b>	2023/01/26
<b>Solicitante</b>	<b>FERMATI CONSTRUCTORA Y SERVICIOS GENERALES S.A.C.</b>
<b>Dirección</b>	CAL. JOSE GALVEZ NRO. 120 CERCADO DE CHICLAYO LAMBAYEQUE - CHICLAYO - CHICLAYO
<b>Instrumento de medición</b>	<b>BALANZA</b>
Identificación	NO INDICA
Intervalo de indicación	30000 g
División de escala Resolución	1 g
División de verificación (e)	1 g
Tipo de indicación	Digital
Marca / Fabricante	TSCALE
Modelo	QHW-30
N° de serie	02402047011
Procedencia	CHINA
<b>Ubicación</b>	Laboratorio de suelos
<b>Lugar de calibración</b>	CAL. JOSE GALVEZ NRO. 120 CERCADO DE CHICLAYO LAMBAYEQUE - CHICLAYO - CHICLAYO
<b>Fecha de calibración</b>	2023/01/26

**Método/Procedimiento de calibración**

"Procedimiento para la Calibración de Balanzas de Funcionamiento no Automático Clase III y IIII" (PC-001) del SNM-INDECOPI, 3era edición Enero 2009 y la Norma Metrológica Peruana "Instrumentos de Pesaje de Funcionamiento No Automático (NMP 003:2009)

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

Los resultados son válidos en el momento de la calibración. Al solicitante le corresponde disponer en su momento recalibrar sus instrumentos a intervalos regulares, los cuales deben ser establecidos sobre la base de las características propias del instrumento, sus condiciones de uso, el mantenimiento realizado y conservación del instrumento de medición o de acuerdo a reglamentaciones vigentes.

ARSOU GROUP S.A.C. no se responsabiliza de los perjuicios que pueda ocasionar el uso inadecuado de este instrumento después de su calibración, ni de una incorrecta interpretación de los resultados de la calibración declarados en este documento.

Este certificado no podrá ser reproducido o difundido parcialmente, excepto con autorización previa por escrito de ARSOU GROUP S.A.C.



ARSOU GROUP S.A.C.  
Ing. Hugo Luis Arevalo Carrillo  
METROLOGÍA





Patrones e Instrumentos auxiliares

Trazabilidad	Patrón Utilizado	Certificado de Calibración
PESATEC PERÚ S.A.C.	Juego de Pesas de 1mg a 1kg	1226-MPES-C-2022
PESATEC PERÚ S.A.C.	Juego de Pesas de 1g a 1kg	1227-MPES-C-2022
PESATEC PERÚ S.A.C.	Pesa Patrón de 5kg	1228-MPES-C-2022
PESATEC PERÚ S.A.C.	Pesa Patrón de 10 kg	1229-MPES-C-2022
PESATEC PERÚ S.A.C.	Pesa Patrón de 20kg	1230-MPES-C-2022

Condiciones ambientales durante la calibración

Temperatura Ambiental Inicial: 26,6 °C Final: 28,7 °C  
Humedad Relativa Inicial: 62 %hr Final: 59 %hr

Resultados

**ENSAYO DE REPETIBILIDAD**

Medición N°	Carga L1= 15000 g			Carga L1= 30000 g		
	I (g)	ΔL (g)	E (g)	I (g)	ΔL (g)	E (g)
1	14999,0	0,07	-0,11	30000	0,03	-0,1
2	14999,0	0,04	-0,12	29999	0,05	-0,11
3	14999,0	0,03	-0,1	29999	0,02	-0,11
4	14999,0	0,04	-0,1	29999	0,01	-0,12
5	14999,0	0,03	-0,11	29999	0,01	-0,11
6	14999,0	0,01	-0,11	29999	0,09	-0,18
7	14999,0	0,01	-0,11	29999	0,03	-0,11
8	14999,0	0,05	-0,1	29999	0,02	-0,1
9	14999,0	0,03	-0,15	29999	0,01	-0,11
10	14999,0	0,01	-0,12	29999	0,01	-0,11

Carga (g)	Diferencia Máxima Encontrada (g)	Error Máximo Permitido (g)
14999	0	1
29999	0	5



ARSOU GROUP S.A.C.  
Ing. W. Luis Ancochea Domínguez



ENSAYO DE EXCENTRICIDAD

Posición de la Carga	Determinación de E <sub>0</sub>				Determinación de E <sub>0</sub>				
	Carga Mín <sup>(1)</sup> (g)	I (kg)	ΔL (g)	E <sub>0</sub> (g)	Carga I (g)	I (kg)	ΔL (g)	E (g)	E <sub>c</sub> (g)
1	100	100	0,01	-0,01	10000	10000	0,04	-0,02	0,07
2		100	0,05	0		9999	0,03	-0,02	0
3		100	0,05	0		9998	0,01	-0,03	-0,01
4		100	0,02	0,03		10000	0,07	0,08	0,05
5		100	0,06	-0,02		9999	0,06	0,19	0,21

<sup>(1)</sup> Valor entre 0 y 10 e

ENSAYO DE PESAJE

Carga I (g)	Crecientes				Decrecientes				EMP <sup>(2)</sup> (±g)
	I (g)	ΔL (g)	E (g)	E <sub>c</sub> (g)	I (g)	ΔL (g)	E (g)	E <sub>c</sub> (g)	
1	1	0,02	-0,06						1
5	5	0,01	0,01	0,01	5	0,01	0,01	0,03	1
10	10	0,06	-0,03	0,01	10	0,02	-0,07	-0,01	1
50	50	0,03	0	0	50	0,02	-0,07	-0,05	1
100	100	0,01	0	0	100	0,04	-0,01	0,01	1
500	500	0,05	0,01	0,01	500	0,08	-0,01	0,01	1
1000	1000	0,04	-0,02	0,02	1000	0,05	0	0,02	1
5000	4999	0,01	-0,05	0,03	4999	0,06	-0,1	-0,07	1
10000	10000	0,02	0,01	0,01	10000	0,06	-0,21	-0,07	5
15000	15000	0,01	0,03	0,03	14999	0,07	-0,12	-0,02	5
30000	30000	0,06	0,6	0,09	30000	0,09	-0,21	-0,21	5

Leyenda

I: Indicación de la balanza

ΔL: Carga Incrementada

E: Error encontrado

E<sub>0</sub>: Error en cero

E<sub>c</sub>: Error corregido

EMP: Error máximo permitido

INCERTIDUMBRE EXPANDIDA Y LECTURA CORREGIDA

$$\text{Incertidumbre expandida de medición } U_k = 2 \cdot \sqrt{0,16070 \text{ g}^2 + 0,000000006180 \text{ R}^2}$$

$$\text{Lectura Corregida } R_{\text{corregida}} = R + 0,538729929 \cdot R$$

R: Indicación de lectura de balanza (g)



Observaciones

1. Antes de la calibración no se realizó ningún tipo de ajuste.
2. Los EMP para esta balanza, corresponden para balanzas en uso de funcionamiento no automático de clase de exactitud II según la Norma Metroológica Peruana NMP 003:2009
3. La incertidumbre de la medición ha sido calculada para un nivel de confianza de aproximadamente del 95 % con un factor de cobertura k=2.
4. (\*) Código indicado en una etiqueta adherida al instrumento.
5. Con fines de identificación se colocó una etiqueta autoadhesiva con la indicación "CALIBRADO"

ARSOU GROUP S.A.C.  
Ing. Hugo Luis Arevalo Carrillo



Fecha de emisión	2023/01/26
Solicitante	<b>FERMATI CONSTRUCTORA Y SERVICIOS GENERALES S.A.C.</b>
Dirección	CAL. JOSE GALVEZ NRO. 120 CERCADO DE CHICLAYO LAMBAYEQUE - CHICLAYO - CHICLAYO
Instrumento de medición	<b>BALANZA</b>
Identificación	NO INDICA
Intervalo de indicación	600 g
División de escala Resolución	0.01 g
División de verificación (e)	0.01 g
Tipo de indicación	Digital
Marca / Fabricante	APOLO INSTRUMENTS
Modelo	YP6002D
N° de serie	160917
Procedencia	ESTADOS UNIDOS
Ubicación	Laboratorio de suelos
Lugar de calibración	CAL. JOSE GALVEZ NRO. 120 CERCADO DE CHICLAYO LAMBAYEQUE - CHICLAYO - CHICLAYO
Fecha de calibración	2023/01/26
Método/Procedimiento de calibración	"Procedimiento para la Calibración de Balanzas de Funcionamiento no Automático Clase III y IIII" (PC-001) del SNM-INDECOP, 3era edición Enero 2009 y la Norma Metroológica Peruana "Instrumentos de Pesaje de Funcionamiento No Automático (NMP 003:2009)

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

Los resultados son válidos en el momento de la calibración. Al solicitante le corresponde disponer en su momento recalibrar sus instrumentos a intervalos regulares, los cuales deben ser establecidos sobre la base de las características propias del instrumento, sus condiciones de uso, el mantenimiento realizado y conservación del instrumento de medición o de acuerdo a reglamentaciones vigentes.

ARSOU GROUP S.A.C. no se responsabiliza de los perjuicios que pueda ocasionar el uso inadecuado de este instrumento después de su calibración, ni de una incorrecta interpretación de los resultados de la calibración declarados en este documento.

Este certificado no podrá ser reproducido o difundido parcialmente, excepto con autorización previa por escrito de ARSOU GROUP S.A.C.



ARSOU GROUP S.A.C.  
Ing. Luis Arevalo Centeno  
METROLOGÍA





CERTIFICADO DE CALIBRACIÓN  
N° LMA-027-2023

Página 2 de 3

**Arso Group**  
Laboratorio de Metrología

Patrones e Instrumentos auxiliares

Trazabilidad	Patrón Utilizado	Certificado de Calibración
PESATEC PERÚ S.A.C.	Juego de Pesas de 1mg a 1kg	1226-MPES-C-2022
PESATEC PERÚ S.A.C.	Juego de Pesas de 1g a 1kg	1227-MPES-C-2022
PESATEC PERÚ S.A.C.	Pesa Patrón de 5kg	1228-MPES-C-2022
PESATEC PERÚ S.A.C.	Pesa Patrón de 10 kg	1229-MPES-C-2022
PESATEC PERÚ S.A.C.	Pesa Patrón de 20kg	1230-MPES-C-2022

Condiciones ambientales durante la calibración

Temperatura Ambiental      Inicial: 28,4 °C      Final: 28,9 °C  
Humedad Relativa          Inicial: 60 %hr      Final: 61 %hr

Resultados

ENSAYO DE REPETIBILIDAD

Medición N°	Carga L1= 310 g			Carga L1= 620 g		
	I (g)	ΔI (g)	E (g)	I (g)	ΔI (g)	E (g)
1	320,00	0,001	-0,001	620,01	0,005	-0,002
2	320,00	0,002	-0,004	620,00	0,001	-0,002
3	320,00	0,004	-0,005	620,00	0,006	-0,002
4	320,01	0,003	-0,007	620,01	0,003	-0,005
5	320,01	0,003	-0,009	620,00	0,002	-0,011
6	320,00	0,004	-0,001	620,01	0,005	-0,011
7	320,00	0,004	-0,004	620,01	0,003	-0,01
8	320,00	0,007	-0,008	620,00	0,002	-0,007
9	320,01	0,006	-0,004	620,01	0,001	-0,005
10	320,01	0,005	-0,003	620,01	0,002	-0,002

Carga (g)	Diferencia Máxima Encontrada (g)	Error Máximo Permitido (g)
320,01	0	0,05
620,01	0	0,3



ARSO GROUP S.A.C.  
Ing. Hugo Luis Arévalo Carrico  
METROLOGÍA



ENSAYO DE EXCENRICIDAD

Posición de la Carga	Determinación de E <sub>0</sub>				Determinación de E <sub>0</sub>				
	Carga Mín <sup>(1)</sup> (g)	I (kg)	ΔL (g)	E <sub>0</sub> (g)	Carga L (g)	I (kg)	ΔL (g)	E (g)	E <sub>c</sub> (g)
1	0,5	0,5	0,004	-0,001	10	10,00	0,006	-0,001	0,001
2		0,5	0,006	-0,004		10,01	0,003	-0,001	0,004
3		0,5	0,005	0,004		10,00	0,004	-0,002	-0,005
4		0,5	0,007	0,001		10,00	0,001	0,004	0,003
5		0,5	0,009	-0,002		10,01	0,004	0,004	0,002

<sup>(1)</sup> Valor entre 0 y 10 e

ENSAYO DE PESAJE

Carga L (g)	Crecientes				Decrecientes				EMP <sup>(1)</sup> (±g)
	I (g)	ΔL (g)	E (g)	E <sub>c</sub> (g)	I (g)	ΔL (g)	E (g)	E <sub>c</sub> (g)	
0,05	0,05	0,004	-0,001						
1,00	1,00	0,006	0,004	0,004	1,00	0,006	0,001	0,004	0,1
5,00	5,00	0,002	-0,005	0,003	5,00	0,005	0,004	-0,003	0,1
10,00	10,00	0,002	0,004	0,005	10,00	0,009	-0,003	-0,003	0,1
50,00	50,00	0,001	0,002	0,001	50,00	0,004	0,002	0,0001	0,1
100,00	100,00	0,009	0,004	0,008	100,00	0,005	0,005	0,001	0,1
200,00	200,00	0,009	0,004	0,008	200,00	0,005	0,005	0,001	0,1
300,00	300,00	0,005	0,008	0,003	300,00	0,007	0,004	0,004	0,1
400,00	400,00	0,004	0,004	0,005	400,00	0,005	-0,03	-0,002	0,1
500,00	500,00	0,009	0,004	0,004	500,00	0,003	-0,008	-0,01	0,5
600,00	600,00	0,015	0,008	0,001	600,00	0,014	-0,014	-0,01	0,5

Legenda

I: Indicación de la balanza

ΔL: Carga incrementada

E: Error encontrado

E<sub>0</sub>: Error en cero

E<sub>c</sub>: Error corregido

EMP: Error máximo permitido

INCERTIDUMBRE EXPANDIDA Y LECTURA CORREGIDA

Incertidumbre expandida de medición  $U_p = 2 \cdot \sqrt{0,00005 \text{ g}^2 + 0,0000006877059 \text{ R}^2}$

Lectura Corregida  $R_{\text{corregida}} = R + 75,422899285 \cdot R$

R: Indicación de lectura de balanza: ( g )

Observaciones

1. Antes de la calibración no se realizó ningún tipo de ajuste.
2. Los EMP para esta balanza, corresponden para balanzas en uso de funcionamiento no automático de clase de exactitud II según la Norma Metrología Peruana NMP 003.2009
3. La incertidumbre de la medición ha sido calculada para un nivel de confianza de aproximadamente del 95 % con un factor de cobertura k=2.
4. (\*) Código indicado en una etiqueta adherida al instrumento.
5. Con fines de identificación se colocó una etiqueta autoadhesiva con la indicación "CALIBRADO"



ARSOU GROUP S.A.C.  
Ing. Hugo Luis Arevalo Carrico  
METROLOGÍA

ARSOU GROUP S.A.C.

Asoc. Vía Las Flores de San Diego Mz C Lote 01, San Martín de Porres, Lima, Perú  
Telf: +51 301-1880 / Cel: +51 928 195 789 / Cel: +51 925 151 437  
ventas@arsougroup.com  
www.arsougroup.com



CERTIFICADO DE CALIBRACIÓN  
N° LMI-023-2022

Página 1 de 5

**Arsou Group**  
Laboratorio de Metrología

Fecha de emisión	2022/06/01
Solicitante	FERMATI CONSTRUCTORA Y SERVICIOS GENERALES SAC
Dirección	CAL. FRANCISCO CABRERA NRO. 1277 CERCADO CHICLAYO LAMBAYEQUE - CHICLAYO - CHICLAYO
Instrumento de medición	HORNO
Identificación	NO INDICA
Marca	PYS EQUIPOS EIRL
Modelo	STHX-2A
Serie	157103
Cámara	136 LITROS
Ventilación	NATURAL
Pirómetro	DIGITAL
Procedencia	CHINA
Ubicación	LABORATORIO DE SUELOS
Lugar de calibración	CAL. FRANCISCO CABRERA NRO. 1277 CERCADO CHICLAYO LAMBAYEQUE - CHICLAYO - CHICLAYO
Fecha de calibración	2022/06/01
Método/Procedimiento de calibración	- SNM – PC-018 2da Ed. 2009 – Procedimiento para la calibración de medios isotermos con aire como medio termostático. INACAL. - ASTM D 2216, MTC E 108 – Método de ensayo para determinar el contenido de humedad del suelo.

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

Los resultados son válidos en el momento de la calibración. Al solicitante le corresponde disponer en su momento recalibrar sus instrumentos a intervalos regulares, los cuales deben ser establecidos sobre la base de las características propias del instrumento, sus condiciones de uso, el mantenimiento realizado y conservación del instrumento de medición o de acuerdo a reglamentaciones vigentes.

ARSOU GROUP S.A.C. no se responsabiliza de los perjuicios que pueda ocasionar el uso inadecuado de este instrumento después de su calibración, ni de una incorrecta interpretación de los resultados de la calibración declarados en este documento.

Este certificado no podrá ser reproducido o difundido parcialmente, excepto con autorización previa por escrito de ARSOU GROUP S.A.C.



ARSOU GROUP S.A.C.  
Ing. Hugo Luis Arevalo Carnicero  
METROLOGÍA

ARSOU GROUP S.A.C.  
Asoc. Vlv. Las Flores de San Diego Mz C Lote 01, San Martín de Porres, Lima, Perú  
Telf: +51 496-8887 / + 51 301-1680 / Cel: +51 928 196 793 / Cel: +51 925 151 437  
ventas@arsougroup.com  
www.arsougroup.com



CERTIFICADO DE CALIBRACIÓN  
N° LMI-023-2022

**Arsou Group**

Laboratorio de Metrología

Patrones e Instrumentos auxiliares

Trazabilidad	Patrón Utilizado	Certificado de Calibración
CADENT S.A.C.	Termómetro con sonda MARCA: EZODO	0015-LT-2021

Condiciones ambientales durante la calibración

Temperatura Ambiental	Inicial: 24,2 °C	Final: 21,8 °C
Humedad Relativa	Inicial: 46 %hr	Final: 43%hr
Presión Atmosférica	Inicial: 1015 mbar	Final: 1015 mbar

Resultados

TEMPERATURA

Tiempo (h:mm)	Pirómetro °C	INDICACIONES CORREGIDAS DE CADA TERMOCUPLA °C										T° Prom. °C	Tmax - Tmin °C	
		1	2	3	4	5	6	7	8	9	10			
00:00	110	111.0	110.8	110.7	111.0	110.3	110.1	110.0	110.5	110.5	110.6	110.6	110.6	1.0
00:02	110	110.5	110.5	111.0	110.6	110.8	110.7	110.5	110.9	110.1	110.4	110.6	110.6	0.9
00:04	110	110.7	110.4	110.6	110.7	110.5	110.4	110.5	110.1	110.5	111.0	110.5	110.5	0.9
00:06	110	110.8	110.9	110.4	110.6	110.7	110.3	110.0	110.6	110.1	110.5	110.5	110.5	0.9
00:08	110	110.5	110.0	110.5	110.5	110.1	110.7	110.2	110.5	110.6	110.7	110.4	110.4	0.7
00:10	110	110.3	110.6	110.8	110.0	110.8	110.1	110.7	110.1	110.1	110.1	110.1	110.4	0.8
00:12	110	110.7	111.0	110.3	110.3	110.5	110.3	110.0	110.1	110.1	110.7	110.4	110.4	1.0
00:14	110	110.6	110.5	110.1	110.3	110.1	110.6	110.2	110.6	110.1	110.9	110.4	110.4	0.8
00:16	110	110.2	110.0	110.2	110.7	110.3	110.3	111.0	110.4	110.5	110.9	110.5	110.5	1.0
00:18	110	110.4	110.3	110.8	110.0	110.7	110.1	110.0	110.8	110.2	110.2	110.4	110.4	0.8
00:20	110	110.1	110.1	110.8	110.9	110.8	110.5	110.7	110.5	111.0	110.7	110.6	110.6	0.9
00:22	110	110.4	110.7	110.7	110.7	110.4	110.1	110.3	110.3	110.5	111.0	110.3	110.3	0.9
00:24	110	110.8	110.4	110.5	110.6	110.0	110.4	110.3	110.5	110.1	110.7	110.4	110.4	0.8
00:26	110	110.1	110.4	110.5	110.3	110.0	110.7	110.7	110.3	110.5	110.7	110.4	110.4	0.7
00:28	110	110.9	110.5	110.1	110.9	110.4	110.7	110.9	110.4	111.0	110.7	110.7	110.7	0.9
00:30	110	110.4	110.2	110.0	110.7	110.9	110.2	110.4	110.0	110.2	110.9	110.4	110.4	0.9
00:32	110	110.7	110.5	110.4	110.7	110.7	110.4	110.8	110.4	110.7	110.5	110.6	110.6	0.4
00:34	110	110.5	110.1	110.5	110.5	110.3	110.5	110.1	110.7	110.0	110.6	110.4	110.4	0.7
00:36	110	110.8	110.7	110.7	110.6	110.4	110.8	110.5	110.2	110.1	110.4	110.5	110.5	0.7
00:38	110	110.5	110.1	110.5	110.9	110.6	110.6	110.7	110.2	110.4	110.4	110.5	110.5	0.8
00:40	110	110.2	111.0	110.4	110.2	110.9	110.2	110.5	110.5	110.3	110.3	110.5	110.5	0.8
00:42	110	110.0	110.5	110.8	110.8	110.3	110.3	110.1	110.1	110.1	110.9	110.4	110.4	0.9
00:44	110	110.1	110.6	111.0	110.9	110.1	110.9	110.6	110.2	110.5	110.7	110.6	110.6	0.9
00:46	110	110.2	110.5	110.2	110.9	110.4	110.7	110.8	110.3	110.3	111.0	110.5	110.5	0.8
00:48	110	110.1	110.8	110.1	110.8	110.7	110.4	110.6	110.0	110.4	110.5	110.4	110.4	0.8
00:50	110	110.8	110.8	110.4	110.7	110.7	110.2	110.8	111.0	110.1	110.5	110.6	110.6	0.9
T. PROM.	110	110.5	110.5	110.5	110.6	110.5	110.4	110.5	110.4	110.4	110.6	110.5	110.5	
T. MAX.	110	111.0	111.0	111.0	111.0	110.9	110.9	111.0	111.0	111.0	111.0	111.0	111.0	
T. MIN.	110	110.0	110.0	110.0	110.0	110.0	110.0	110.0	110.0	110.0	110.0	110.0	110.0	

Nomenclatura:

- T. P Promedio de indicaciones corregidas de los termopares para un instante de tiempo.
- Tmi Diferencia entre máxima y mínima temperatura para un instante de tiempo.
- T. P Promedio de indicaciones corregidas para a cada termocupla durante el tiempo total.
- T. N La Máxima de las indicaciones para cada termocupla durante el tiempo total.
- T. N La Mínima de las indicaciones para cada termocupla durante el tiempo total.



ARSOU GROUP S.A.C.

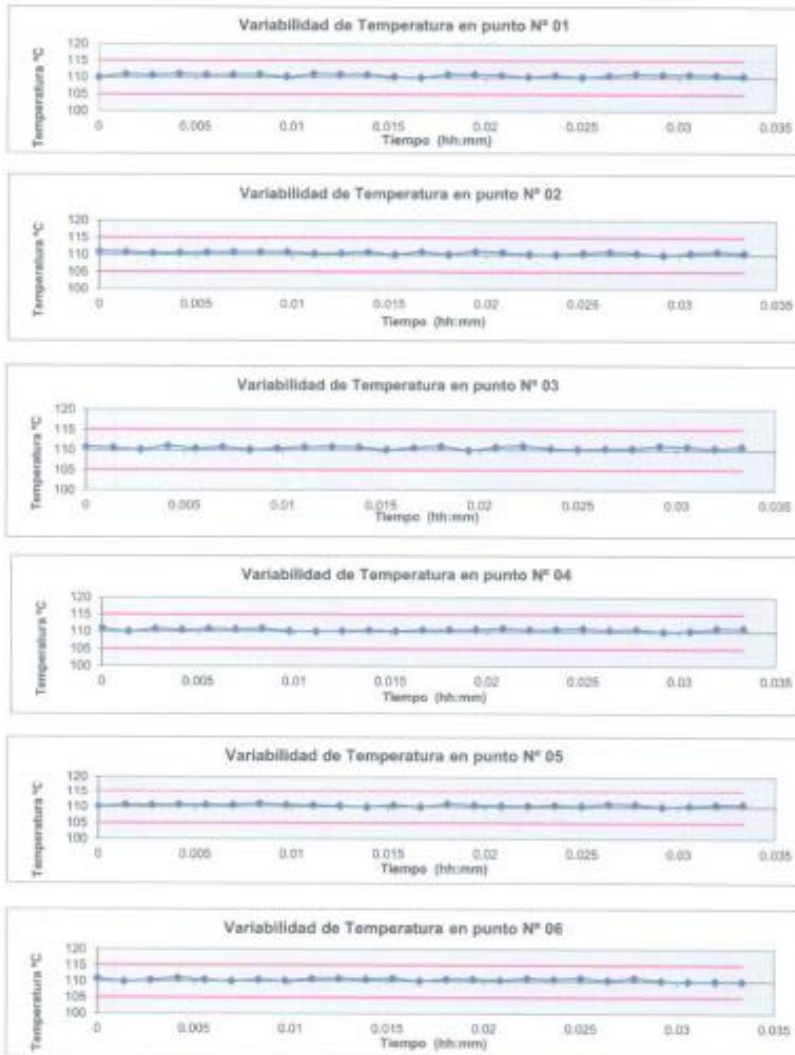
Asoc. Vlv. Las Flores de San Diego Mz C Lote 01, San Martín de Porres, Lima, Perú  
Telf: +51 496-8887 / + 51 301-1680 / Cel: +51 928 196 793 / Cel: +51 925 151 437  
ventas@arsougroup.com  
www.arsougroup.com

ARSOU GROUP S.A.C.  
Ing. Hugo Luis Arevalo Carrico  
METROLOGIA



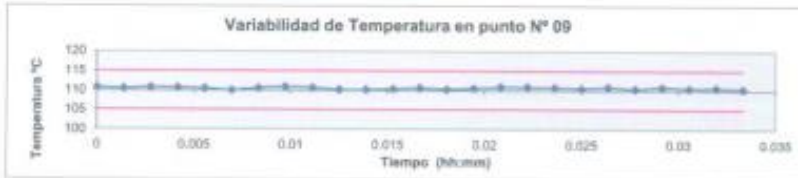
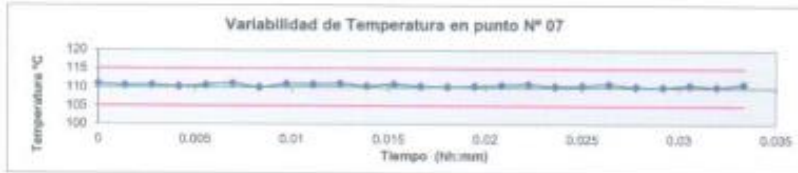


GRÁFICO



**ARSOU GROUP S.A.C.**  
Asoc. Viv. Las Flores de San Diego Mz C Lote 01, San Martín de Porres, Lima, Perú  
Telf: +51 496-8887 / + 51 301-1680 / Cel: +51 928 196 793 / Cel: +51 925 151 437  
ventas@arsougroup.com  
www.arsougroup.com

ARSOU GROUP S.A.C.  
*[Signature]*  
Ing. Hugo Luis Arévalo Cármic  
METROLOGÍA



DISTRIBUCIÓN DE LA TEMPERATURA EN EL ESPACIO



NIVEL SUPERIOR

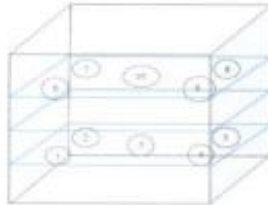


NIVEL INFERIOR





GRÁFICO DE DISTRIBUCIÓN DE SENSORES DE TEMPERATURA



PANEL FRONTAL DEL EQUIPO

**Observaciones**

1. Antes de la calibración no se realizó ningún tipo de ajuste.
2. La incertidumbre de la medición ha sido calculada para un nivel de confianza de aproximadamente del 95 % con un factor de cobertura  $k=2$ .
3. (\*) Código indicado en una etiqueta adherida al instrumento.
4. Con fines de identificación se colocó una etiqueta autoadhesiva con la indicación "CAUBRADO"



**ARSOU GROUP S.A.C.**

Asoc. Viv. Las Flores de San Diego Mz C Lote 01, San Martín de Porres, Lima, Perú  
Telf: +51 496-8887 / + 51 301-1680 / Cel: +51 928 196 793 / Cel: +51 925 151 437  
ventas@arsougroup.com  
www.arsougroup.com

ARSOU GROUP S.A.C.  
Ing. Ing. Luis Alvarez Carrico  
Ingeniero de Metrología

## ANÁLISIS SÍSMICO DINÁMICO - PATRON

1. Se tiene una edificación de 4 pisos y destinada para biblioteca, proyectada en la ciudad de Cusco, con sistema estructural a porticado, tal como se muestra en la figura y con una altura de entre piso de 4m.

Realice un análisis sísmico dinámico, considerando el suelo muy rígido y:

Resistencia a la compresión del concreto:	$f_c =$	2100 Tn/m <sup>2</sup>	
Módulo de elasticidad del concreto:	$E_c =$	2173706 Tn/m <sup>2</sup>	
Coefficiente de Poisson del concreto :	$\mu_c =$	0.2	
Losas de techo aligerada de espesor :	$e =$	20 cm	(pisos 1,2 y3)
	$e =$	17 cm	(piso 4)

Vigas transversales (eje horizontal del plano) :		×		
	40 cm	×	50 cm	
Vigas longitudinales (eje vertical del plano) :		×		
	50 cm	×	50 cm	

Pesos para el análisis sísmico:	Piso 1 = 211.410 T
	Piso 2 = 201.810 T
	Piso 3 = 201.810 T
	Piso 4 = 166.147 T

Zapatas aisladas de dimensiones:	×	×		
	1.7 m	1.6 m	×	0.6 m
Profundidad de desplante (contacto con zapata):	1.0 m			
Zona	1.00			
:				
Sueo	2.00			
:				

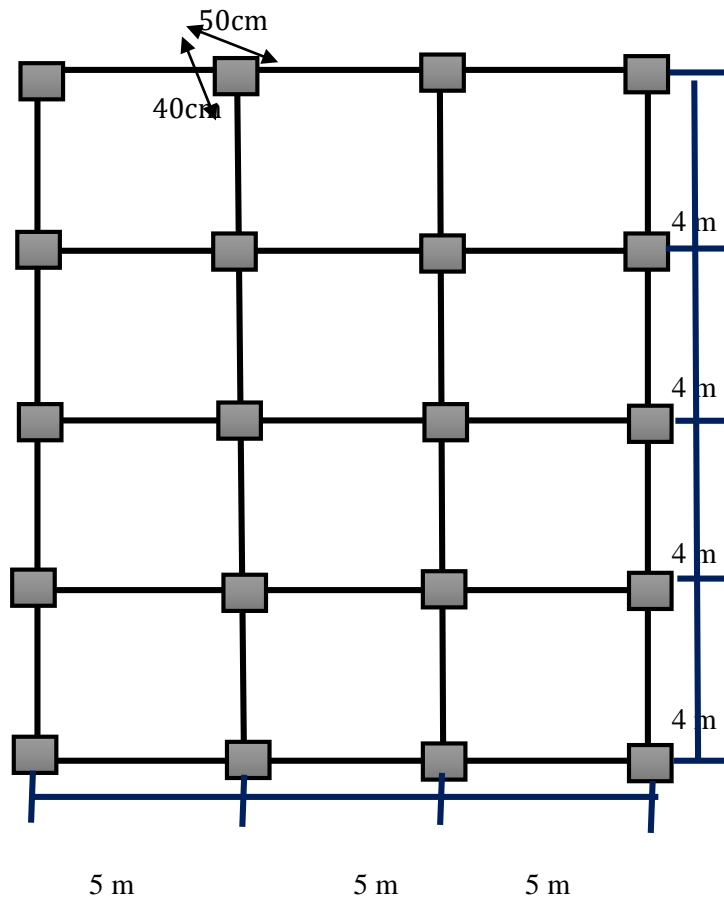
### Se pide:

- i) Determinar las masas a nivel de entrepisos.
- ii) Calcular el factor escala.
- iii) Determinar la excentricidad accidental.
- iv) Modelar con el SAP2000 y determinar los 12 primeros períodos de vibración.
- v) Efectuar el control de distorsiones de entrepisos para Sismo X y Sismo Y e indicar si es necesario reforzar la estructura.
- vi) Determinar las fuerzas internas máximas, indicando donde ocurre.

Fuerza interna	Sismo X	Sismo Y
$N_{max}$		



$V_{\max}$		
$M_{\max}$		



### SOLUCIONARIO PRÁCTICA DIRIGIDA N°2

1. i) **MASAS A NIVEL DE ENTREPISOS**  
**Piso 4:**

$$M_{t(4)} = \frac{166.147}{9.81} = 16.936 \text{ T.s}^2/\text{m}$$

$$M_{r(4)} = \frac{16.936(15.5^2 + 16.4^2)}{12} = 718.665 \text{ T.s}^2 \cdot \text{m}$$

**Piso 3:**

$$M_{t(3)} = \frac{201.810}{9.81} = 20.572 \text{ T.s}^2/\text{m}$$

$$M_{r(3)} = \frac{20.572(15.5^2 + 16.4^2)}{12} = 872.956 \text{ T.s}^2 \cdot \text{m}$$

**Piso 2:**

$$M_{t(2)} = \frac{201.810}{9.81} = 20.572 \text{ T.s}^2/\text{m}$$

$$M_{r(2)} = \frac{20.572(15.5^2 + 16.4^2)}{12} = 872.956 \text{ T.s}^2 \cdot \text{m}$$

**Piso 1:**

$$M_{t(1)} = \frac{211.410}{9.81} = 21.550 \text{ T.s}^2/\text{m}$$

$$M_{r(1)} = \frac{20.572(15.5^2 + 16.4^2)}{12} = 914.456 \text{ T.s}^2 \cdot \text{m}$$

**ii) FACTOR ESCALA**

$$F.E. = \frac{ZUSg}{R} = 1.02 \text{ T.s}^2 \cdot \text{m}$$

Siendo:

ZONA	4	
<b>z</b> =	<b>0.4</b>	
<b>U</b> =	<b>1.3</b>	(Biblioteca)
i =	2	
<b>S<sub>i</sub></b> =	<b>1.6</b>	
<b>g</b> =	<b>9.81 m/s<sup>2</sup></b>	
<b>R</b> =	$R_0 \cdot I_a \cdot I_p = 8.1.1 =$	<b>8</b>

Donde:

R0=	8	Coficiente básico de reducción para el sistema aporticado de concreto armado
Ia=	1	Regular en altura
Ip=	1	Regular en planta

**iii) EXCENTRECIDAD ACCIDENTAL**

$$e_x = \frac{0.05 \times 15.5}{16.4} = 0.775 \text{ m}$$
$$e_y = \frac{0.05 \times 16.4}{16.4} = 0.820 \text{ m}$$

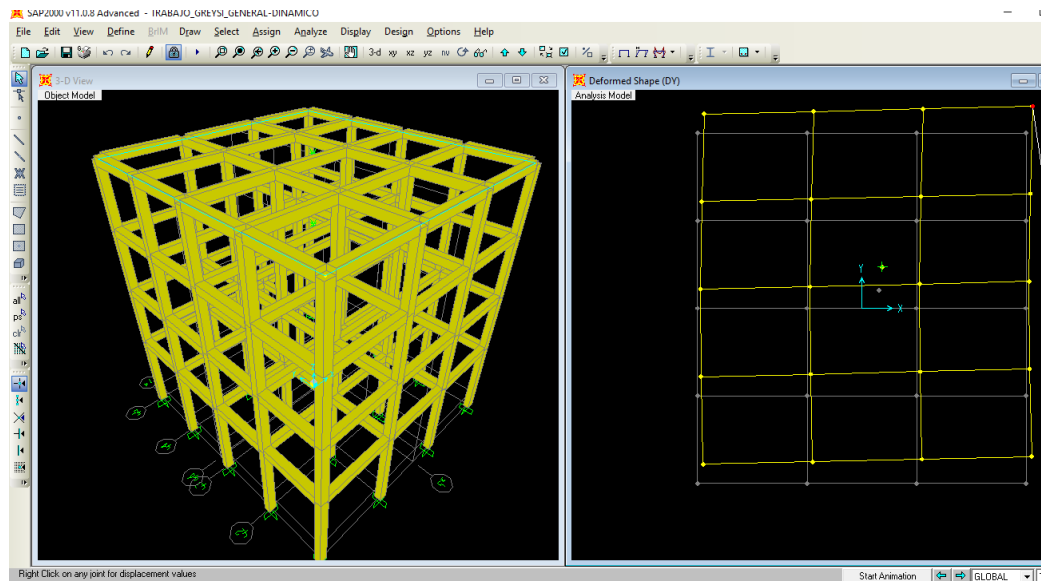
**iv) PERIODOS DE VIBRACIÓN**

**Tabla 1**

<b>MODO</b>	<b>PERIODO (s)</b>
1	0.75938
2	0.70273
3	0.56031
4	0.24692
5	0.22523
6	0.18114
7	0.14531
8	0.12807
9	0.10887
10	0.10519
11	0.09141
12	0.07663

**iv)**

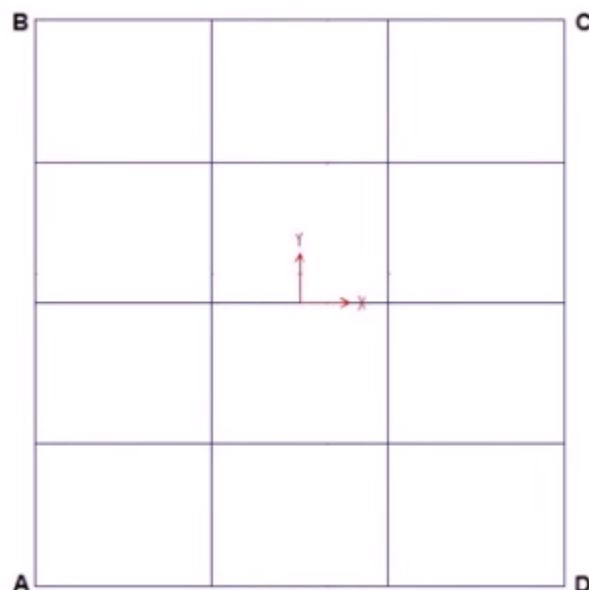
En la siguiente figura se muestra el edificio modelado en 3D y el desplazamiento real máximo para la dirección Y. correspondiente al nudo extremo superior derecho ( nudo color rojo) del piso 4.



Como la edificación es regular en ambas direcciones, para calcular el desplazamiento real, deberemos de amplificar el desplazamiento elástico por el factor  $0.75R$  siendo, en este caso,  $0.75 \times 8 = 6$  para ambas direcciones

En las tablas 2 a la 9, se muestran los desplazamientos en X e Y, así como las distorsiones de cada nudo extremo de las losas de entresijos.

Para una mejor visualización, en la siguiente figura se muestran los nudos A, B, C y D, correspondiente a cada extremo de la losa de entresijo.



**Tabla 2: Sismo X para el nudo A**

Piso	Desplazamiento	Distorsión
4	38.051 mm	0.001
3	33.800 mm	0.002
2	25.907 mm	0.003
1	14.919 mm	0.003

**Tabla 3: Sismo X para el nudo B**

Piso	Desplazamiento	Distorsión
4	59.163 mm	0.002
3	52.794 mm	0.003
2	40.782 mm	0.004
1	23.919 mm	0.005

**Tabla 4: Sismo X para el nudo C**

Piso	Desplazamiento	Distorsión
4	59.163 mm	0.002
3	52.794 mm	0.003
2	40.782 mm	0.004
1	23.919 mm	0.005

**Tabla 5: Sismo X para el nudo D**

Piso	Desplazamiento	Distorsión
4	38.051 mm	0.001
3	33.800 mm	0.002
2	25.907 mm	0.003
1	14.919 mm	0.003

**Tabla 6: Sismo Y para el nudo A**

Piso	Desplazamiento	Distorsión
4	43.627 mm	0.001
3	39.473 mm	0.002
2	31.464 mm	0.003
1	20.113 mm	0.004

**Tabla 7: Sismo Y para el nudo B**

Piso	Desplazamiento	Distorsión
4	43.627 mm	0.001
3	39.473 mm	0.002
2	31.464 mm	0.003
1	20.113 mm	0.004

**Tabla 8: Sismo Y para el nudo C**

Piso	Desplazamiento	Distorsión
4	61.290 mm	0.001
3	55.395 mm	0.003
2	43.975 mm	0.004
1	27.726 mm	0.005

**Tabla 2: Sismo Y para el nudo D**

Piso	Desplazamiento	Distorsión
4	61.290 mm	0.002
3	55.235 mm	0.003
2	43.975 mm	0.004
1	27.726 mm	0.005

De acuerdo a la Norma E030-2016, la distorsión de entrepiso se calculará como el promedio de las distorsiones de los extremos del entrepiso, mostrándose en las tablas 10 y 11 las distorsiones de entrepiso.

**Tabla 10: Distorsión de entrepiso en X**

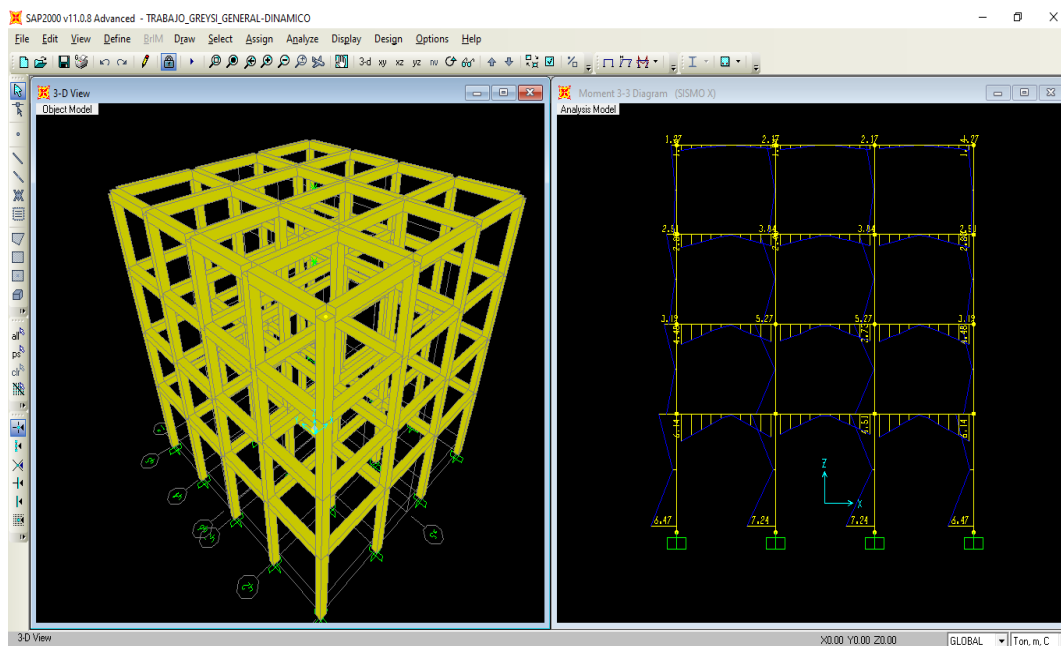
Piso	Distorsión del extremo A	Distorsión del extremo B	Distorsión del extremo C	Distorsión del extremo D	Distorsión de entrepiso	Cumple
4	0.001	0.002	0.002	0.001	0.001	<b>SI</b>
3	0.002	0.003	0.003	0.002	0.002	<b>SI</b>
2	0.003	0.004	0.004	0.003	0.003	<b>SI</b>
1	0.003	0.005	0.005	0.003	0.004	<b>SI</b>

**Tabla 11: Distorsión de entrepiso en Y**

Piso	Distorsión del extremo A	Distorsión del extremo B	Distorsión del extremo C	Distorsión del extremo D	Distorsión de entrepiso	Cumple
4	0.001	0.001	0.001	0.002	0.001	<b>SI</b>
3	0.002	0.002	0.003	0.003	0.002	<b>SI</b>
2	0.003	0.003	0.004	0.004	0.003	<b>SI</b>
1	0.004	0.004	0.005	0.005	0.005	<b>SI</b>

De los resultados obtenidos, se desprende que cumplen en X e Y, no siendo necesario reforzar la estructura de ambas direcciones.

- vi) En la siguiente figura, se muestra el edificio modelado en 3D y el momento flector máximo para Sismo X.



Las fuerzas internas máximas, se muestran en la tabla 12

Tabla 12

Fuerza interna	Sismo en X	Sismo Y
$N_{\text{máx}}$	5.66 Tn.m	6.22 Tn.m
$V_{\text{máx}}$	2.65 Tn.m	2.28 Tn.m
$M_{\text{máx}}$	7.24 Tn.m	5.91 Tn.m

Para ambas direcciones del sismo, las fuerzas internas máximas surgen en las columnas del primer piso.

Se recuerda que, para el diseño, se requiere previamente cumplir con las distorsiones de entrepisos en ambas direcciones.

## ANÁLISIS SÍSMICO DINÁMICO - CON CAUCHO

1. Se tiene una edificación de 4 pisos y destinada para biblioteca, proyectada en la ciudad de Cusco, con sistema estructural aporticado, tal como se muestra en la figura y con una altura de entre piso de 4m.

Realice un análisis sísmico dinámico, considerando el suelo muy rígido y:

Resistencia a la compresión del concreto:	$f_c =$	2210 Tn/m <sup>2</sup>	
Módulo de elasticidad del concreto :	$E_c =$	2274406 Tn/m <sup>2</sup>	
Coefficiente de Poisson del concreto :	$\mu_c =$	0.2	
Losas de techo aligerada de espesor :	$e =$	20 cm	(pisos 1,2 y3)
	$e =$	17 cm	(piso 4)

Vigas transversales (eje horizontal del plano) :		×	
	40 cm		40 cm
Vigas longitudinales (eje vertical del plano) :		×	
	40 cm		40 cm

Pesos para el análisis sísmico:	Piso 1 =	211.410 T	
	Piso 2 =	201.810 T	
	Piso 3 =	201.810 T	
	Piso 4 =	166.147 T	

Zapatas aisladas de dimensiones:	×		
	1.7 m	1.6 m	0.6 m
Profundidad de desplante (contacto con zapata):	1.0 m		
Zona	1.00		
:	1.00		
Suelo	2.00		
:	2.00		

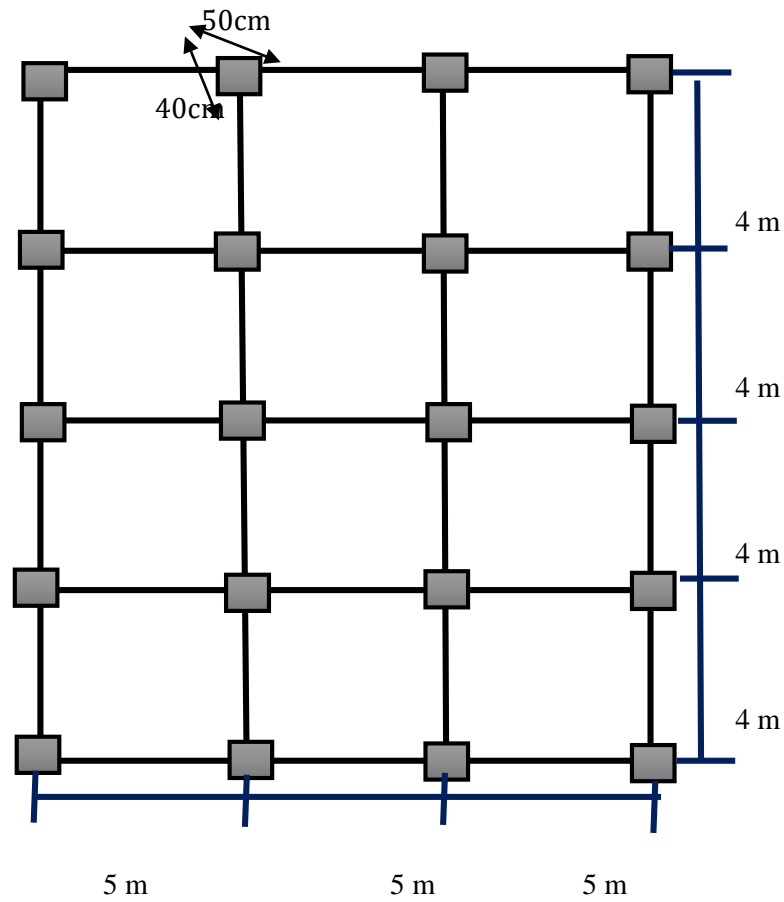
### Se pide:

- i) Determinar las masas a nivel de entrepisos.
- ii) Calcular el factor escala.
- iii) Determinar la excentricidad accidental.
- iv) Modelar con el SAP2000 y determinar los 12 primeros períodos de vibración.
- v) Efectuar el control de distorsiones de entrepisos para Sismo X y Sismo Y e indicar si es necesario reforzar la estructura.
- vi) Determinar las fuerzas internas máximas, indicando donde ocurre.

Fuerza interna	Sismo X	Sismo Y
$N_{max}$		



$V_{\max}$		
$M_{\max}$		



### SOLUCIONARIO PRÁCTICA DIRIGIDA N°2

1. i) **MASAS A NIVEL DE ENTREPISOS**

**Piso 4:**

$$M_{t(4)} = \frac{166.147 \text{ T}}{9.81} = 16.936 \text{ T.s}^2/\text{m}$$

$$M_{r(4)} = \frac{16.936(15.5^2 + 16.4^2)}{12} = 718.665 \text{ T.s}^2 \cdot \text{m}$$

**Piso 3:**

$$M_{t(3)} = \frac{201.810}{9.81} = 20.572 \text{ T.s}^2/\text{m}$$

$$M_{r(3)} = \frac{20.572(15.5^2 + 16.4^2)}{12} = 872.956 \text{ T.s}^2 \cdot \text{m}$$

**Piso 2:**

$$M_{t(2)} = \frac{201.810}{9.81} = 20.572 \text{ T.s}^2/\text{m}$$

$$M_{r(2)} = \frac{20.572(15.5^2 + 16.4^2)}{12} = 872.956 \text{ T.s}^2 \cdot \text{m}$$

**Piso 1:**

$$M_{t(1)} = \frac{211.410}{9.81} = 21.550 \text{ T.s}^2/\text{m}$$

$$M_{r(1)} = \frac{21.550(15.5^2 + 16.4^2)}{12} = 914.456 \text{ T.s}^2 \cdot \text{m}$$

**ii) FACTOR ESCALA**

$$F.E. = \frac{ZUSg}{R} = 1.02 \text{ T.s}^2 \cdot \text{m}$$

Siendo:

ZONA	4	
<b>z</b> =	<b>0.4</b>	
<b>U</b> =	<b>1.3</b>	(Biblioteca)
i =	2	
<b>S<sub>i</sub></b> =	<b>1.6</b>	
<b>g</b> =	<b>9.81 m/s<sup>2</sup></b>	
<b>R</b> =	$R_0 \cdot I_a \cdot I_p = 8.1.1 =$	<b>8</b>

Donde:

R0=	8	Coficiente básico de reducción para el sistema aporticado de concreto armado
Ia=	1	Regular en altura
IP=	1	Regular en planta

### iii) EXCENTRECIDAD ACCIDENTAL

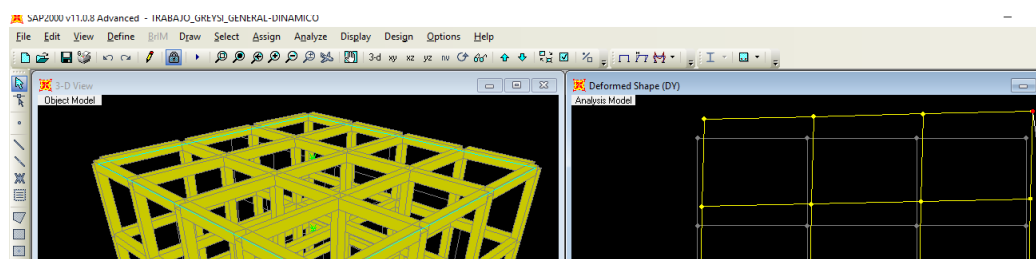
$$e_x = 0.05 \times 15.5 = 0.775 \text{ m}$$
$$e_y = 0.05 \times 16.4 = 0.820 \text{ m}$$

### iv) PERIODOS DE VIBRACIÓN

**Tabla 1**

MODO	PERIODO (s)
1	1.24015
2	1.14756
3	1.04739
4	0.40384
5	0.36797
6	0.33915
7	0.23770
8	0.20905
9	0.19694
10	0.17806
11	0.14932
12	0.14300

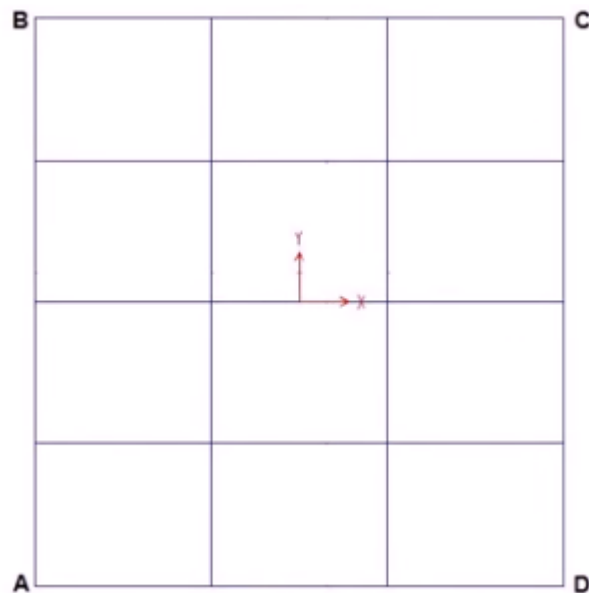
- iv) En la siguiente figura se muestra el edificio modelado en 3D y el desplazamiento real máximo para la dirección Y. correspondiente al nudo extremo superior derecho ( nudo color rojo) del piso 4.



Como la edificación es regular en ambas direcciones, para calcular el desplazamiento real, deberemos de amplificar el desplazamiento elástico por el factor  $0.75R$  siendo, en este caso,  $0.75 \times 8 = 6$  para ambas direcciones

En las tablas 2 a la 9, se muestran los desplazamientos en X e Y, así como las distorsiones de cada nudo extremo de las losas dde entrepisos.

Para una mejor visualización, en la siguiente figura se muestran los nudos A, B, C y D, correspondiente a cada extremo de la losa de entrepiso.



**Tabla 2: Sismo X para el nudo A**

**Tabla 3: Sismo X para el nudo B**



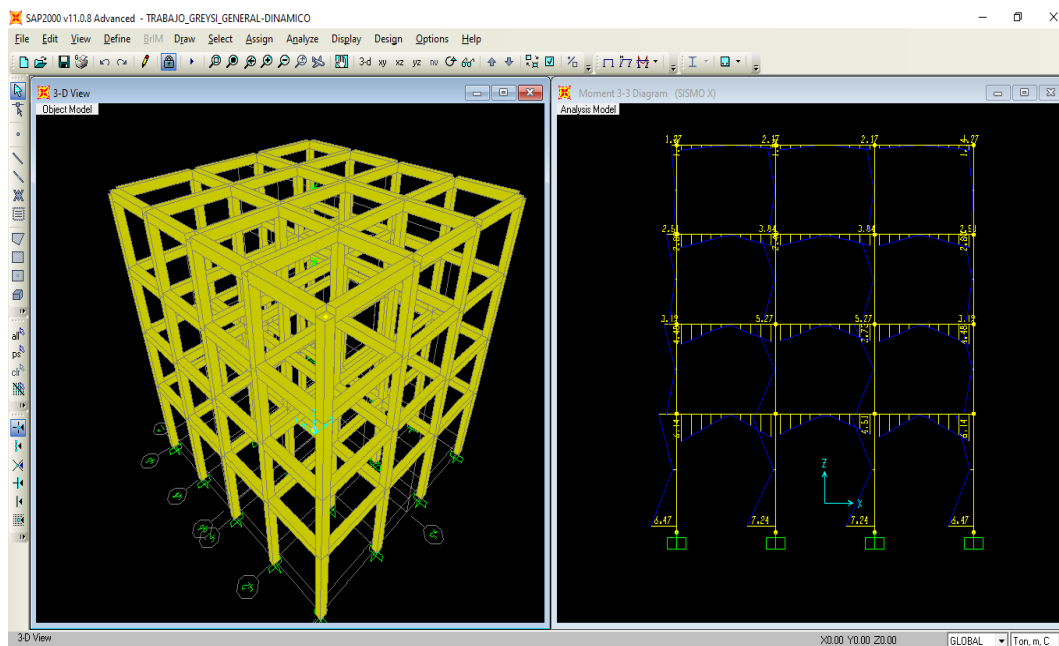
3	0.004	0.005	0.005	0.001	0.003	<b>SI</b>
2	0.005	0.006	0.006	0.008	0.006	<b>SI</b>
1	0.006	0.007	0.007	0.006	0.006	<b>SI</b>

**Tabla 11: Distorsión de entrepiso en Y**

Piso	Distorsión del extremo A	Distorsión del extremo B	Distorsión del extremo C	Distorsión del extremo D	Distorsión de entrepiso	Cumple
4	0.002	0.002	0.002	0.002	0.002	<b>SI</b>
3	0.004	0.004	0.004	0.004	0.004	<b>SI</b>
2	0.005	0.005	0.006	0.006	0.006	<b>SI</b>
1	0.006	0.006	0.007	0.007	0.006	<b>SI</b>

De los resultados obtenidos, se desprende que cumplen en X e Y, no siendo necesario reforzar la estructura de ambas direcciones.

- vi) En la siguiente figura, se muestra el edificio modelado en 3D y el momento flector máximo para Sismo X.



Las fuerzas internas máximas, se muestran en la tabla 12

**Tabla 12**

Fuerza interna	Sismo en X	Sismo Y
$N_{\text{máx}}$	9.38 Tn.m	10.59 Tn.m

$V_{m\acute{a}x}$	3.56 Tn.m	3.55 Tn.m
$M_{m\acute{a}x}$	9.74 Tn.m	9.19 Tn.m

Para ambas direcciones del sismo, las fuerzas internas máximas surgen en las columnas del primer piso.

Se recuerda que, para el diseño, se requiere previamente cumplir con las distorsiones de entrepisos en ambas direcciones.

## PRESUPUESTO

S10		Análisis de precios unitarios					Página : 1
Presupuesto	█	0203002 "INCORPORACIÓN DEL CAUCHO DE NEUMÁTICOS TRITURADOS PARA MEJORAR LAS PROPIEDADES FÍSICAS Y MECÁNICAS DEL CONCRETO, CHICLAYO 2023"					
Subpresupuesto	█	001 MEZCLA DE CONCRETO DE $f_c=210$ kg/cm <sup>2</sup>			Fecha presupuesto	08/08/2023	
Partida		1.01 MEZCLA DE CONCRETO $f_c=210$ kg/cm <sup>2</sup>					
Rendimiento		m3/DIA	10.0000	EQ. 10.0000	Costo unitario directo por : m3	422.67	
Código	Descripción Recurso	Unidad	Cuadrilla	Cantidad	Precio S/.	Parcial S/.	
<b>Mano de Obra</b>							
0101010003	CAPATAZ	hh	0.2000	0.1600	22.53	3.60	
0101010004	OPERARIO	hh	1.0000	0.8000	19.45	15.56	
0101010005	OFICIAL	hh	2.0000	1.6000	17.81	28.50	
01010100060002	PEON	hh	10.0000	6.0000	16.09	96.54	
						<b>144.20</b>	
<b>Materiales</b>							
0207010011	PIEDRA CHANCADA DE RIO 1/2" - 3/4"	m3		0.6100	59.50	36.30	
02070200010003	ARENA GRUESA DE RIO	m3		0.3700	59.50	22.02	
0213010001	CEMENTO PORTLAND TIPO I (42.5 kg)	bol		10.9100	19.95	217.65	
0290130022	AGUA	m3		0.2340	3.00	0.70	
						<b>276.67</b>	
<b>Equipos</b>							
0301010006	HERRAMIENTAS MANUALES	%mo		3.0000	17.60	0.53	
03012900030004	MEZCLADORA CONCRETO TAMBOR 18HP 11P3	hm	1.0000	0.0667	13.00	0.87	
0301290004	VIBRADOR DE CONCRETO 3/4" - 2", 4 HP	hm	1.0000	0.0667	6.00	0.40	
						<b>1.80</b>	





Anexo 4.- Panel Fotográfico

Figura 1. Ensayo a flexión a los 28 días



Fuente: elaboración propia

Figura 2. Ensayo a flexión a los 14 días



Fuente: elaboración propia

Figura 3. Ensayo a compresión



Fuente: elaboración propia

Figura4. Ensayo a tracción



Fuente: elaboración propia

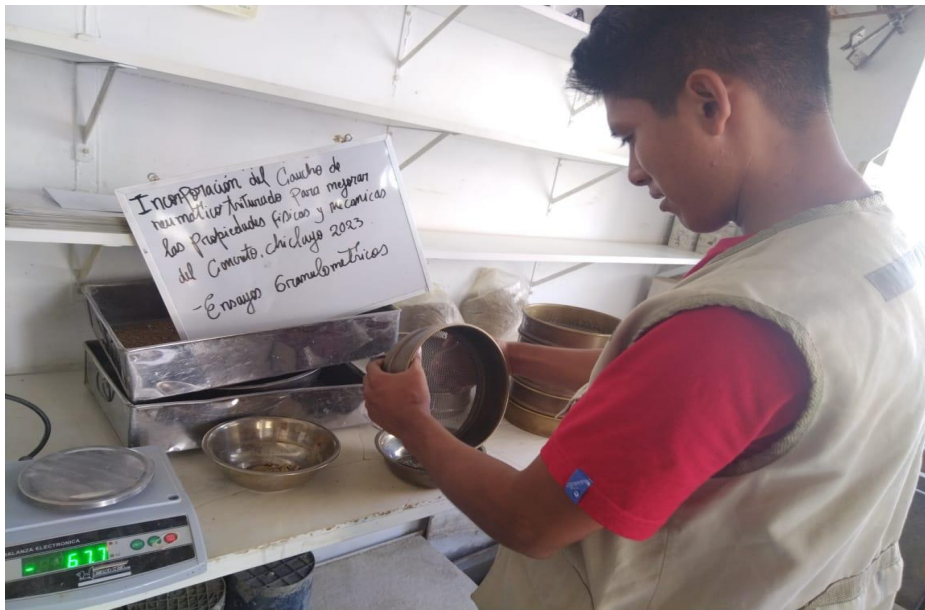


Figura 5. Medición de vigas para prueba de a flexión



Fuente: elaboración propia

Figura 6. Ensayo de análisis granulométrico



Fuente: elaboración propia

Figura 7. Probetas para ensayo a compresión y tracción



Fuente: elaboración propia

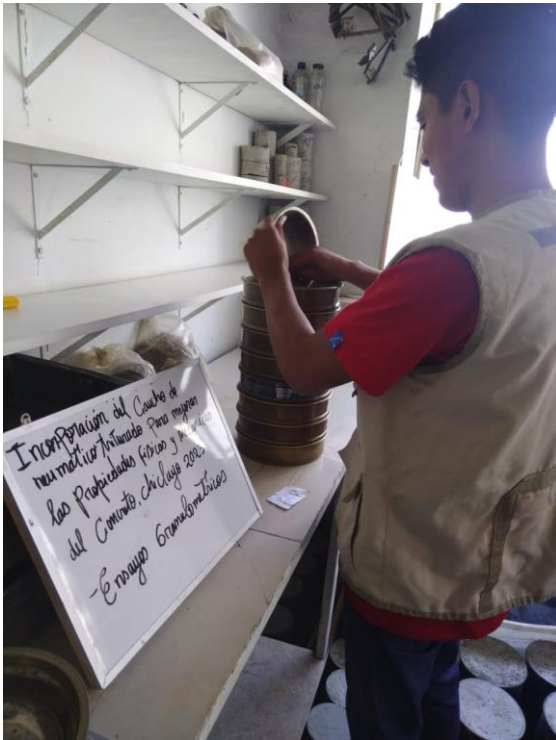
Figura 8. Vigas para ensayos a la flexión



Fuente: elaboración propia



Figura 9. Ensayo granulométrico del caucho



Fuente: elaboración propia

Figura 10. Muestras del caucho y agregados



Fuente: elaboración propia

Figura 11. Vaciado de concreto a las muestras de probetas



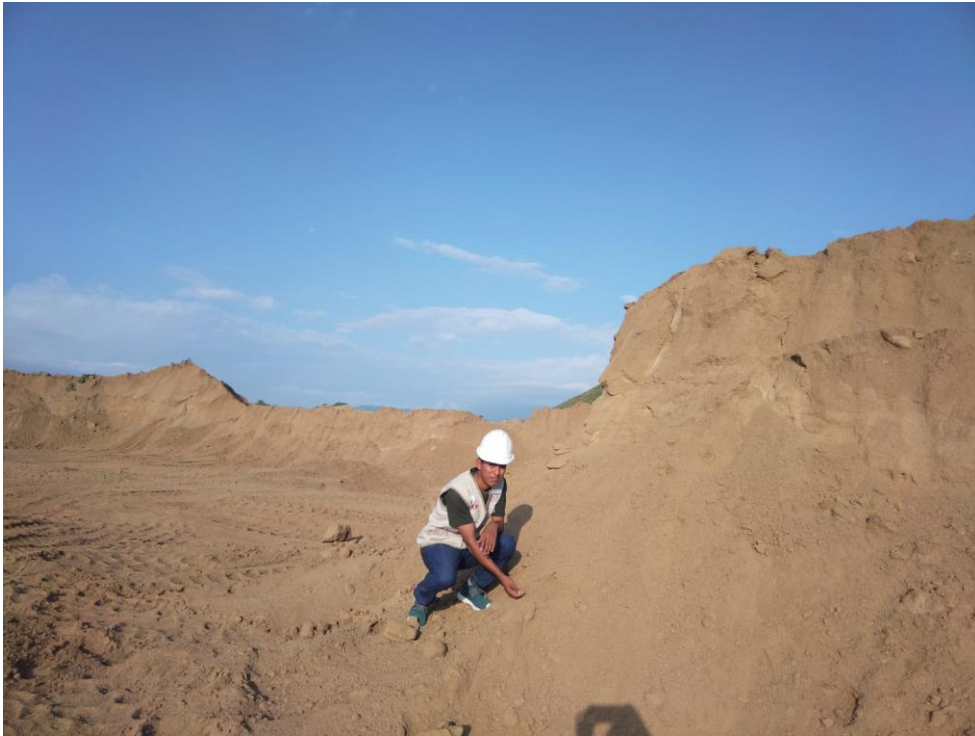
Fuente: elaboración propia

Figura 12. Cantera tres tomas



Fuente: elaboración propia

Figura 13: Muestra de cantera tres tomas



Fuente: elaboracion propia





**UNIVERSIDAD CÉSAR VALLEJO**

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

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

Yo, TEODORA MARGARITA GALLO GALLO, docente de la FACULTAD DE INGENIERÍA Y ARQUITECTURA de la escuela profesional de INGENIERÍA CIVIL de la UNIVERSIDAD CÉSAR VALLEJO SAC - CHICLAYO, asesor de Tesis titulada: "Incorporación del caucho de neumáticos triturados para mejorar las propiedades físicas y mecánicas del concreto, Chiclayo 2023", cuyo autor es SUCLUPE UBILLUS FLAVIO ERNESTO, constato que la investigación tiene un índice de similitud de 17.00%, 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.

CHICLAYO, 24 de Julio del 2023

<b>Apellidos y Nombres del Asesor:</b>	<b>Firma</b>
TEODORA MARGARITA GALLO GALLO <b>DNI:</b> 16487399 <b>ORCID:</b> 0000-0001-5793-3811	Firmado electrónicamente por: TGALLOGA el 24-07- 2023 18:55:50

Código documento Trilce: TRI - 0615638