



**UNIVERSIDAD CÉSAR VALLEJO**

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

Tarrajeo en muros exteriores de adobe, usando caucho pulverizado  
reciclado para reducir desgaste en las viviendas, las Pampas -  
Huánuco.

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

**AUTOR:**

Castillo Civico, Neisser Caleb ([orcid.org/0000-0002-2036-9142](https://orcid.org/0000-0002-2036-9142))

**ASESOR:**

Mg. Meza Rivas, Jorge Luis ([orcid.org/0000-0002-4258-4097](https://orcid.org/0000-0002-4258-4097))

**LÍNEA DE INVESTIGACIÓN:**

Diseño sísmico y estructural

**LÍNEA DE RESPONSABILIDAD SOCIAL UNIVERSITARIA:**

Desarrollo sostenible y adaptación al cambio climático

**HUARAZ – PERÚ**

**2023**

## **Dedicatoria**

El siguiente trabajo va primero dirigido a Dios ya que sin su amor y bendición no lo hubiese podido lograr, luego a mi madre que siempre me apoyo y no me dejo solo, a mi familia y a todas las personas que colaboraron para que este trabajo se realice.

### **Agradecimiento**

Agradezco a mi madre por darme el impulso día a día para seguir adelante, mi familia y personas que me ayudaron sin duda toda esa ayuda fue indispensable para lograr culminar este trabajo de investigación.

## ÍNDICE DE CONTENIDOS

Dedicatoria .....	ii
Agradecimiento .....	iii
ÍNDICE DE CONTENIDOS .....	iv
ÍNDICE DE TABLAS.....	vi
ÍNDICE DE GRÁFICOS Y FIGURAS .....	vii
Resumen.....	ix
Abstract.....	x
I. INTRODUCCIÓN.....	1
II. MARCO TEÓRICO.....	7
III. METODOLOGÍA.....	20
3.1 Tipo y diseño de investigación .....	20
3.1.2 Tipo de investigación .....	20
3.1.3 Diseño de investigación.....	21
3.2 Variables y operacionalización (Ver anexo 3) .....	21
3.2.1 Variables.....	21
3.2.2 Matriz de clasificación de variables.....	22
3.2.3 Matriz de Operacionalización de variables (Ver anexo).....	23
3.3 Población, muestra y muestreo.....	23
3.3.1 Población:.....	23
3.3.2 Muestra.....	23
3.4. Técnicas e instrumentos de recolección de datos, validez y confiabilidad .....	24
3.4.1. Técnica .....	24
3.4.2. Instrumento de recolección de datos .....	24
3.4.3. Validación del Instrumento de recolección de datos .....	24
3.4.4. Confiabilidad de los instrumentos de recolección de datos. ....	25
3.5 Procedimiento .....	25
3.6. Método de análisis de datos.....	27
3.6.1. Técnica de análisis de datos.....	27
3.7 Aspectos éticos.....	27
3.8 Desarrollo de tesis .....	28
3.8.1 Adquisición de materiales .....	28
3.8.2 Estudio Granulométrico .....	29



3.8.2.1	Análisis granulométrico de la Arena fina .....	29
3.8.2.2	Análisis granulométrico del Polvo de caucho.....	31
3.8.2.3	Peso específico y absorción de la arena fina.....	33
3.8.2.4	Peso específico y absorción del Polvo de caucho .....	35
3.8.3	Diseño de Mezcla .....	36
3.8.3.1	Elaboración de probetas cilíndricas .....	36
3.8.3.2	Dosificación de la mezcla y polvo de caucho.....	36
3.8.3.3	Preparación de las mezclas .....	37
3.8.4	Resistencia a la compresión .....	38
3.8.5	Absorción de Agua.....	42
3.8.6	Prueba de Retracción .....	46
3.8.6.1	A los 7 días .....	47
3.8.6.1	A los 14 días .....	50
3.8.6.1	A los 28 días .....	52
IV	RESULTADOS.....	55
4.1	Prueba de granulometría.....	55
4.2	Peso específico y absorción.....	56
4.3	Diseño de Mezcla.....	57
4.4	Resistencia a la Compresión.....	57
4.5	Prueba de Absorción de Agua .....	59
4.6	Prueba de Retracción .....	61
V	DISCUSIÓN .....	63
5.1	Resistencia a la compresión .....	63
5.2	Absorción de agua o permeabilidad.....	64
5.3	Retracción.....	64
VI	CONCLUSIONES .....	65
VII	RECOMENDACIONES .....	66
	REFERENCIAS.....	67
	ANEXOS .....	74
	Anexo 1: Declaratorio de autenticidad (autor).....	74
	Anexo 2: Declaratoria de autenticidad (asesor). .....	75
	Anexo 3: Operacionalización.....	76
	Anexo 4: Documentos y fotos .....	77

## ÍNDICE DE TABLAS

<b>Tabla 1:</b> Identificación de Variables. ....	22
<b>Tabla 2:</b> Composición de las muestras. ....	26
<b>Tabla 3:</b> Análisis granulométrico de la arena fina. ....	30
<b>Tabla 4:</b> Análisis granulométrico del polvo de caucho. ....	32
<b>Tabla 5:</b> Peso específico y absorción de la arena fina. ....	35
<b>Tabla 6:</b> Características de la probeta cilíndrica. ....	36
<b>Tabla 7:</b> Dosificación del diseño de mezcla inicial. ....	36
<b>Tabla 8:</b> Dosificación del diseño de mezcla con adición de caucho pulverizado. .....	37
<b>Tabla 9:</b> Prueba de resistencia a la compresión 7 días. ....	39
<b>Tabla 10:</b> Prueba de resistencia a la compresión 14 días. ....	40
<b>Tabla 11:</b> Prueba de resistencia a la compresión 28 días. ....	41
<b>Tabla 12:</b> Prueba absorción de agua – variación de masa inicial. ....	45
<b>Tabla 13:</b> Prueba absorción de agua – variación de masa posterior. ....	45
<b>Tabla 14:</b> Peso específico y absorción de la arena fina. ....	56
<b>Tabla 15:</b> Diseño de mezcla – relación. ....	57
<b>Tabla 17:</b> Resumen ensayo de resistencia a la compresión. ....	58
<b>Tabla 18:</b> Resumen ensayo de absorción de agua. ....	60
<b>Tabla 19:</b> Relación de permeabilidad Vs. % de adición de caucho reciclado. .	61
<b>Tabla 20:</b> Resumen ensayo de retracción. ....	62
<b>Tabla 21:</b> Comparación de resultados de ensayo de resistencia a la compresión. .....	63
<b>Tabla 22:</b> Comparación de resultados de Promedio de Permeabilidad. ....	64
<b>Tabla 23:</b> Cuadro de Operacionalización. ....	76

## ÍNDICE DE GRÁFICOS Y FIGURAS

<b>Figura 1:</b> Vivienda de muestra. Foto Propia, (2022).....	23
<b>Figura 2:</b> Bolsa de cemento (material). Foto Propia, (2022).....	28
<b>Figura 3:</b> Arena Fina.....	28
<b>Figura 4:</b> Saco de polvo de caucho reciclado.....	29
<b>Figura 5:</b> Curva de distribución.....	31
<b>Figura 6:</b> Curva de distribución.....	33
<b>Figura 7:</b> Procedimiento de la mezcla. ....	37
<b>Figura 8:</b> Llenado de probetas.....	38
<b>Figura 9:</b> Probetas siendo curadas para prueba de absorción de agua. ....	42
<b>Figura 10:</b> Secado en el horno. Foto Propia, (2022). ....	42
<b>Figura 11:</b> Sellado de probetas. Foto Propia, (2022).....	43
<b>Figura 12:</b> Colocación de probetas en el molde para calcular la absorción.....	43
<b>Figura 13:</b> Prueba de retracción, muestras tomadas.....	47
<b>Figura 14:</b> Muestra R1 a los 7 días. ....	48
<b>Figura 15:</b> Muestra R2 a los 7 días. ....	48
<b>Figura 16:</b> Muestra R3 a los 7 días. ....	49
<b>Figura 17:</b> Muestra R4 a los 7 días. ....	50
<b>Figura 18:</b> Muestra R1 a los 14 días.....	50
<b>Figura 19:</b> Muestra R2 a los 14 días.....	51
<b>Figura 20:</b> Muestra R3 a los 14 días.....	51
<b>Figura 21:</b> Muestra R4 a los 14 días.....	52
<b>Figura 22:</b> Muestra R1 a los 28 días.....	53
<b>Figura 23:</b> Muestra R2 a los 28 días.....	53
<b>Figura 24:</b> Muestra R3 a los 28 días.....	54
<b>Figura 25:</b> Muestra R4 a los 28 días. Foto Propia, (2022).....	54
<b>Figura 26:</b> Resultado de la granulometría.....	55
<b>Figura 27:</b> Resultado de la granulometría del polvo de caucho.....	56
<b>Figura 28:</b> Polvo de caucho estado natural. ....	84
<b>Figura 29:</b> Pesado de polvo de caucho. ....	84
<b>Figura 30:</b> Acomodo de tamices para prueba granulométrica. ....	85
<b>Figura 31:</b> Captura de material en los tamices. ....	85
<b>Figura 32:</b> Peso de captura de material en los tamices.....	86
<b>Figura 33:</b> Resultado de material retenido en prueba granulométrica.....	86

<b>Figura 34:</b> Preparación de moldes para las probetas.....	87
<b>Figura 35:</b> Pesado de materiales secos para diseño de mezcla. ....	87
<b>Figura 36:</b> Preparación de mezclas para muestra patrón con adición 15%.....	88
<b>Figura 37:</b> Adición de agua para el diseño de mezcla para muestras patrón. .	88
<b>Figura 38:</b> Curado de probetas para prueba de resistencia a la compresión. .	89
<b>Figura 39:</b> Prueba de resistencia a la compresión a los 7 días. ....	89
<b>Figura 40:</b> Prueba de resistencia a la compresión a los 14 días. ....	90
<b>Figura 41:</b> Prueba de resistencia a la compresión a los 28 días. ....	90
<b>Figura 42:</b> Rotura tipo cono en prueba de resistencia a la compresión.....	91
<b>Figura 43:</b> Curado de probetas para prueba de absorción de agua. ....	91
<b>Figura 44:</b> Secado al horno de probetas para prueba de absorción de agua. .	92
<b>Figura 45:</b> Secado al horno de probetas para prueba de absorción de agua. .	92
<b>Figura 46:</b> Colocación de probetas y llenado de agua en bandeja de cristal...	93
<b>Figura 47:</b> Pesado de probetas para prueba de absorción de agua.....	93
<b>Figura 48:</b> Pesado de material para prueba de retracción.....	94
<b>Figura 49:</b> Delimitación y preparación de zonas para prueba de retracción....	94
<b>Figura 50:</b> Tarrajeo de zonas para prueba de retracción.....	95
<b>Figura 51:</b> Resultados de prueba de retracción a los 7 días. ....	95
<b>Figura 52:</b> Resultados de prueba de retracción a los 14 días. ....	96
<b>Figura 52:</b> Resultados de prueba de retracción a los 28 días. ....	96

## Resumen

En la actualidad contamos con una gran cantidad de neumáticos desechados debido al aumento descontrolado del parque automotor. Sin embargo, muy pocas unidades son reciclada o reutilizadas provocando que el caucho se convierta cada vez más en un problema, debido a esto se propone una posible alternativa de uso en el campo de la construcción.

En la ciudad de Huánuco no existen políticas acerca de los desechos de los neumáticos, pero si se observa gran cantidad en estos en los botaderos de la ciudad. A raíz de esto se plantea darle un uso alternativo y novedoso para la localidad. Esta investigación consistió en comprobar si la adición de polvo de caucho reciclado en proporciones de 5%, 10% y 15% a la mezcla de mortero para tarrajeo mejoraba sus condiciones físico mecánicas, con el fin de reducir el desgaste de los muros exteriores de adobe de las viviendas en las Pampas.

Para el desarrollo de este estudio se utilizó el diseño experimental cuantitativo, es decir, que la recolección de datos se obtuvo a través de ensayos en el laboratorio y en campo. Los ensayos realizados fueron la resistencia a la compresión, absorción de agua y retracción la cual se midió a los 7, 14 y 28 días, todo esto bajo las normas ACI, ASTM C39, la Norma Europea UNE-EN 1015-18, ASTM C1585 y UNE-EN1015-12.

Los resultados del ensayo de resistencia a la compresión presentan un buen comportamiento siempre y cuando el agregado no supere el 5%. Por otro lado, los resultados del ensayo de absorción de agua muestran que la mezcla queda impermeabilizada y tiene poca absorción de agua y, por último, la prueba de retracción demuestra que el mortero con polvo de caucho tiene un proceso de secado mucho más controlado, lo que se traduce a una apariencia con menos “fallas”.

Palabras Clave: Polvo de caucho, mortero, tarrajeo, resistencia a la compresión, absorción de agua, retracción.

## **Abstract**

Currently we have a large number of discarded tires due to the uncontrolled increase in the vehicle fleet. However, very few units are recycled or reused, causing rubber to become more and more of a problem, due to which a possible alternative for use in the field of construction is proposed.

In the city of Huánuco there are no policies regarding tire waste, but a large quantity of tires is observed in the city's dumps. As a result of this, it is proposed to give it an alternative and novel use for the town. This investigation consisted of verifying if the addition of recycled rubber powder in proportions of 5%, 10% and 15% to the mortar mixture for plastering improved its physical-mechanical conditions, in order to reduce the wear of exterior adobe walls. of homes in the Pampas.

For the development of this study, the quantitative experimental design was used, that is, the data collection was obtained through tests in the laboratory and in the field. The tests carried out were the resistance to compression, water absorption and shrinkage which was measured at 7, 14 and 28 days, all this under the ACI standards, ASTM C39, the European Standard UNE-EN 1015-18, ASTM C1585 and UNE-EN1015-12.

The results of the compressive strength test show good behavior as long as the aggregate does not exceed 5%. On the other hand, the results of the water absorption test show that the mixture is waterproofed and has little water absorption and, finally, the shrinkage test shows that the mortar with rubber powder has a much more controlled drying process, which translates to an appearance with fewer "flaws".

Keywords: Rubber powder, mortar, plastering, compressive strength, water absorption, shrinkage.

## I. INTRODUCCIÓN

En el Perú el aumento de vehículos es muy alto ya sea en el sector particular como en el sector público, por lo que se necesita inmediatamente reciclar los neumáticos que no se usen. En el año 2019, solo en la ciudad de Lima transitaban 28 000 vehículos los cuales eran de transporte público, en su mayoría custers y combis 19 600 vehículos de estos deberían dejar de circular por el pésimo estado y las precarias condiciones que se encuentran, Gestión (25 de junio 2019), en el año 2021 el sector automotriz aumentó sus ventas a nivel de todo el Perú solo en este año se vendieron 174 751 vehículos entre vehículos livianos y pesados (AAP, p.9). Esto nos indica que la demanda de vehículos incrementa cada vez más y que los vehículos que son sacados de las calles dejan los neumáticos en desuso y estos son tirados en botaderos informales donde se queman y esto genera una contaminación al medio ambiente, baja de biodiversidad y una inminente amenaza en nuestra ecología.

Según todo lo explicado se propone una posible solución al tema de reciclado de caucho, aplicando como nuevo material dentro de la construcción en reemplazo del agregado fino. Por otra parte, se ha investigado anteriormente y se recomienda no usar el material del caucho en los elementos estructurales, porque la resistencia a compresión baja notablemente, entonces es por ello que se sugiere usar este material nuevo a reemplazo del agregado fino para hacer el revestimiento de muros. Cómo sería el caso del mortero que es lo que se está planteando. Se tiene estudios previos en donde se ve si es posible adicionar el caucho en la mezcla del mortero. Estudios pasados citan que la sustitución del caucho en el agregado grueso y fino es en diferentes porcentajes. Seguidamente mencionan que no se debería pasar del porcentaje de 30% de sustitución para así no tener variaciones bajo lo requerido en el concreto. Por lo tanto, la presente investigación se enfocará en los cambios que tendrá el mortero al adicionarle caucho pulverizado reemplazando el agregado fino en porcentajes diferentes. Los datos a tomar en consideración serán de los análisis de las propiedades físico mecánicas. Se tendrá que ver el cumplimiento adecuado de la resistencia del mortero, se verificará que cumpla los estándares mínimos como se pide en las normas ya estandarizadas.

Actualmente a nivel global, el planeta está luchando en una batalla contra el calentamiento que es producto de las grandes emisiones de gas metano (CH<sub>4</sub>) y de dióxido de carbono (CO<sub>2</sub>). Las industrias con sustanciosas aportaciones a esta problemática son el transporte ocupando el cuarto lugar entre los sectores más contaminantes y la construcción en quinto puesto de acuerdo a Martínez, (2021).

En América latina el sector de transporte es uno de los que posee menos normas con respecto a reciclaje, sólo países desarrollados como los europeos y Estados Unidos las tienen, estas indican no sólo como deben ser desechados en vertederos regulados, sino que también poseen empresas dedicadas a reciclarlos. (La república, 2019). En los últimos años más países se han sumado a esta práctica por sus altas cantidades de neumáticos desechados, por ejemplo, en México son dejados en la basura o botaderos clandestinos 40 millones de neumáticos cada año lo que ha acumulado 300 millones de ellos en todo el país, de los cuales solo el 12% son reciclados de acuerdo al Programa de Monitoreo de neumáticos usados de desecho en el 2015.

En Argentina se arrojan 135 mil toneladas de neumáticos cada año, de los que más se desechan son de vehículos pesados como el de los camiones con 98 550 unidades que representan el 73% del total, seguido por el de automóviles con el 21%, después camionetas con un 4%, por último, maquinaria agrícola y otros con un 2%, muchos de estos son abandonados en la vía pública. ARMENTIA, (2019).

En Brasil cada año se producen 54.085,90 millones de neumáticos, mientras que salen de circulación. más de 80 mil solo en Sao Paulo, de los cuales muchos terminan en los ríos u otros depósitos de agua, y debido a su difícil desintegración llegan a tapar canales o rejillas, provocando En Brasil cada año se producen 54.085,90 millones de neumáticos, mientras que salen de circulación. más de 80 mil solo en Sao Paulo, de los cuales muchos terminan en los ríos u otros depósitos de agua inundaciones a las zonas aledañas o enfermedades ya que son depósitos que sirven como un criadero de insectos y larvas que se pueden proliferar. (ANIP, 2017).



En Chile se aprobó la Ley REP, “Responsabilidad Extendida del Productor”, en el 2021 que consiste en un decreto para la recolección regional de los neumáticos trazando una meta fija hasta el año 2023 donde se proponen reciclar el 50% de las llantas fuera de uso. Esta medida se debe a que cada año se desechan 180 mil toneladas lo que equivale a 6,6 millones de unidades de los que anteriormente sólo se reciclaba el 17% (Molina, J. 2019).

En Perú de acuerdo a los datos obtenidos del Ministerio del Ambiente, por día se desechan 18.000 toneladas de basura de las cuales solo el 42% es propiamente arrojado a los 11 rellenos autorizados dispersos por todo el territorio, además no existen políticas estrictas sobre el reciclaje o tratamiento de los desechos, en especial de elementos que tienen un proceso diferenciado como es el caso de los neumáticos, a su vez tampoco posee plantas procesadoras o botaderos certificados y apropiados para este producto. En nuestro país Según Magallanes y Guillen, (2014) las llantas que dejan de usarse simplemente son desechadas junto con el resto de la basura, son enterradas, quemadas o dejadas a la intemperie, lo que ocasiona diversos problemas como : una acumulación de plagas de roedores o insectos, enfermedades debido a las condiciones insalubres, contaminación, entre otros Junto a esto, se sabe que cada neumático tarda alrededor de 500 años en desintegrarse en condiciones óptimas y 1000 años si están guardadas en bodegas o almacenes. Actualmente en nuestro país se desechan alrededor de 45.000 toneladas de neumáticos de las cuales ni el 5% se recicla. (DIGESA, 2018).

En la ciudad de Huánuco, el manejo de desechos sólidos está a cargo de las municipalidades y existen 71 botaderos, según el Organismo de Evaluación y Fiscalización Ambiental (AHORA, 2018) solo obtuvo 5 puntos en la escala de 0 a 20 en el rango de fiscalización ambiental sobre el recojo de residuos sólidos de diligencia municipal, lo que nos señala que no está cumpliendo con los requerimientos de limpieza pública, este problema se agrava al saber que por día se producen 120 toneladas de desechos en la ciudad. Por los crecientes números del parque automotor las vulcanizadores y mecánicas arrojan una gran variedad de desechos catalogados como peligrosos entre ellos los que más se

arrojan son los neumáticos, de los cuales son mezclados en los depósitos con otro tipo de desechos sin diferenciarlos. (Rodríguez, Carriel, Gavilanes; 2012).

En el sector construcción, el uso del adobe como unidad de albañilería viene desde la antigüedad, a pesar de ser un elemento ecológico puede verse afectado por agentes externos como la autoconstrucción, los climas extremos, sismos, animales, entre otros. En las zonas rurales se opta por la autoconstrucción ya que antiguamente las edificaciones no llegaban a los cinco pisos, pero en la actualidad por el crecimiento inmobiliario y la migración interna la demanda y los costos de la misma ha ocasionado gran informalidad, sobre todo en el emplazamiento de grupos humanos buscando zonas habitables de fácil apropiación. Estos se transforman en asentamientos humanos, pueblos jóvenes, o derivados. En la zona de estudio, el centro poblado de Las Pampas, lleva sus residuos al botadero de 1,111m<sup>2</sup> llamado Quichqui ubicado en Tomay-kichwa, sin embargo, no existe un área diferenciada para el tratamiento de los neumáticos fuera de uso, solo son arrojados con toda la basura donde esperan su proceso de descomposición, que en esas condiciones puede tardar entre 500 a 600 años y mientras tanto ser un foco infeccioso, además muchos tienden a quemarlos, contaminando el aire, incluso el monóxido que se produce por la quema puede ser cancerígeno. (DIGESA,2018). En cuanto a la construcción en las Pampas, una vez que edifican sus casas con adobe son pocos los que buscan recubrirlo, de los que sí lo hacen, emplean materiales como el yeso o el mismo barro, que es sólo una solución inmediata puesto que estas coberturas no son resistentes, lo que representa a largo plazo un daño constante a la estructura, ya que se va debilitando y carcomiendo, esto es más evidente en los muros exteriores debido a que son los que están expuestos al ambiente, como consecuencia puede ocasionar derrumbes, filtraciones, grietas, y más, lo que podría provocar pérdidas materiales y humanas.( INADUR, 2017).

El problema general planteado en esta investigación será: ¿Cómo el uso de polvo de caucho reciclado en el mortero para el tarrajeo, logrará ser la solución para evitar el desgaste de los muros exteriores de las viviendas de adobe en las Pampas - Huánuco?

Esto nos conduce a los problemas específicos que son los siguientes:

¿Cuál es la diferencia de la resistencia a la compresión entre un mortero tradicional para tarrajeo y un mortero con adición del 5%, 10% y 15% de polvo de caucho reciclado?

¿La absorción de agua de la mezcla del mortero tradicional para tarrajeo será menor que la mezcla con el 5%, 10% y 15% de caucho pulverizado reciclado?

¿En qué forma ayudará a disminuir la retracción el adicionar el 5%, 10% y 15% de polvo de caucho reciclado en el mortero para tarrajeo?

La ciudad de Huánuco está considerada entre las más pobres de todo el Perú y con menor crecimiento económico (INEI, 2017), lo que afecta directamente el cómo viven las personas. Tradicionalmente se construye con adobe y es usado hasta la actualidad por su bajo costo y fácil manufactura, a pesar de que las viviendas y la unidad de albañilería presentan buenas propiedades térmicas y acústicas, estas no son suficientes para garantizar la resistencia de las mismas. Se sabe que las personas que construyen sus casas no siempre tienen en cuenta las especificaciones de este tipo de mampostería como las que se resumen en la Norma E-0.80 del Reglamento Nacional de Edificaciones (RNE, 2017), en el cual especifican las luces máximas, tipos de refuerzo, medida del adobe, proporción de los espacios, amplitud de los vanos, entre otros. Las personas lo hacen con el poco conocimiento que tienen o guiados por el gusto o necesidades personales, lo que posteriormente conlleva a un riesgo.

El uso de este tipo de viviendas se emplea mayormente en zonas rurales y de acuerdo a la información del último censo realizado por el Instituto Nacional de Estadística e Informática (INEI, 2017), existen 345 mil 615 habitantes viviendo en estas zonas lo que representa el 47,9% del total de la población de Huánuco. Sólo en la provincia de Ambo se registran 11053 viviendas hechas con adobe.

Por su ubicación geográfica la ciudad se encuentra en la zona sísmica 2, lo que lo convierte en un lugar de riesgo medio para este tipo de construcciones que como máximo presentan 2 pisos, sin embargo, los factores climáticos pueden llegar a debilitarlos si no presentan una cobertura que los impermeabilice puesto que a pesar de tener el invierno durante los meses de Julio y Agosto las

precipitaciones se presentan constantes durante todo el año con un promedio anual de 388mm (SENAMHI, 2022). Actualmente son pocas las viviendas que presentan una cobertura con mortero a base de cemento y arena fina, otras con yeso que es altamente absorbente de agua además de poco resistente y en el peor de los casos no posee ninguna. El factor económico es un condicionante ya que se tiene que buscar una opción de cobertura poco costosa y de larga duración, por todas estas variables y con los estudios teóricos previos realizados de las propiedades del polvo de caucho y el aporte que brinda en las propiedades físico mecánicas para el mortero proponiéndolo, como un actual material en el rubro de construcción y por último su uso permitirá reducir la cantidad de neumáticos en desuso y por ende su impacto negativo para el medio ambiente.

La hipótesis general será comprobar si, existe una diferencia de mejora significativa entre las propiedades físicas y mecánicas del mortero para tarrajeo de los muros exteriores de las viviendas de adobe en Las Pampas – Huánuco, al reemplazar parcialmente el agregado fino por polvo de caucho reciclado.

El objetivo general será, establecer el porcentaje de polvo de caucho reciclado a usar en la mezcla del mortero para mejorar sus propiedades físicas y mecánicas para reducir el desgaste de los muros exteriores de adobe de las viviendas en las Pampas - Huánuco. Y los objetivos específicos son los siguientes:

Determinar la diferencia de la resistencia a la compresión entre el mortero tradicional para tarrajeo y el mortero con la adición del 5%, 10% y 15% de polvo de caucho reciclado.

Determinar si la mezcla tradicional para tarrajeo presenta menor absorción en comparación con las mezclas que tienen la adición del 5%, 10% y 15% de polvo de caucho pulverizado.

Descubrir si el mortero tradicional para tarrajeo presenta menor retracción que las mezclas que tienen la adición del 5%, 10% y 15% de polvo de caucho pulverizado.

## II. MARCO TEÓRICO

Los antecedentes internacionales serán los siguientes:

***“Evaluación del comportamiento mecánico de un concreto no convencional adicionando caucho reciclado”.***

(Tapias y Ramírez 2018). Tuvieron como objetivo evaluar el comportamiento mecánico de un concreto no convencional adicionando caucho reciclado (p.13) Ibagué – Tolima, en la ciudad de Colombia. La realización de su diseño de mezcla del concreto no convencional adicionando caucho triturado se optó por la metodología de Abrams para una estimación de dosificación de concretos convencionales, por lo cual tiene mucha dependencia de las características físico mecánicas de los agregados que se usará. Todo esto se obtiene con los ensayos en el laboratorio basados en normas de ensayos de materiales para carreteras del INVIAS – 13 (p.24). de acuerdo a los datos obtenidos su porcentaje de absorción del agregado grueso sería de un 1.59% por lo tanto nos indica que la muestra va a retener poca agua, esto nos dice que es algo beneficioso para el proceso de la mezcla (p.42), su absorción del agregado fino es de 3.09% esto indica que el material absorbe bastante cantidad de agua, en este caso se tiene que tomar muy en cuenta al momento de hacer el diseño de mezcla ya que se podría ver afectado (p.46). Cuando existe más porcentaje de caucho mayor es el coeficiente de permeabilidad esto es debido a que la presencia del caucho en más cantidad muestra vacíos por donde el agua se infiltra fácilmente (p.63). En cuanto a las conclusiones se obtiene que el caucho triturado adicionado a la mezcla de concreto es muy beneficioso para el medio ambiente. Pero se tiene que buscar la dosificación más viable que se trabajó en el laboratorio.

Esta investigación aporta datos obtenidos mediante la metodología Abrams la cual consiste en determinar mediante proporciones de agua y material cementante la manejabilidad del concreto, de los cuales pudieron establecer que el aumento de proporciones de caucho en la mezcla mejora la permeabilización de la misma.

### ***“Mortero tradicional con caucho reciclado para recubrimiento de mampostería”.***

(Martínez y Martillo 2020) Tuvo como objetivo desarrollar un mortero con caucho de vehículos reciclados (NFU) para paredes en una construcción, con una dosificación indicada que exija los niveles óptimos normados para mampostería (p.6). La realización del trabajo, dentro de la metodología de adquisición de desarrollo y desarrollo, se trabajarán distintos métodos que creen productos y aplicaciones mediante las óptimas interpretaciones y conclusiones del tema a tratar, como materiales novedosos e innovadores en la construcción (p.53). El proyecto fue llevado con un enfoque mixto quiere decir que esté generado por el enfoque cualitativo y el cuantitativo, por lo cual se planteó describir en base a los ambos enfoques y así determinar el estudio del problema y poder explicar los motivos dentro de su contexto, luego encontrar una solución óptima, eficaz y conveniente (p.56).

Cabe mencionar que el material que se obtuvo para la ejecución de este proyecto trajo con el mismo granulometrías ya pautadas desde el proceso de trituración de la empresa encargada del mismo, granos que aumentan de los 3 a 6mm; en pruebas pasadas anteriormente se realizó un cálculo, medio entre los resultados diferentes, con el fin de tener un porcentaje general con relación a la materia obtenida. De un costal de 50 kg de caucho reciclado obtenido de la empresa “Casa Guzmán” la cual tenía granulometrías en aumento de 3 a 6 mm ya normadas, en el proceso se obtuvo que existía una presencia de 89% de material 6mm y 10% de material 3 mm (p.78), el mortero con dosificación (1cemento:2arena:2caucho), cumple con los requisitos y características mínimas necesarias tales como manejabilidad, consistencia para poder seguir con las pruebas posteriores (p.81). En los distintos ensayos experimentales que se realizó, el mortero con adición de caucho en su composición : cemento, arena y caucho, con una dosificación de 168 de 1cemento, 2arena, 1caucho, se demostró que tiene una resistencia a la compresión óptima y también un alto rango a la resistencia a la tracción por lo tanto una adherencia buena a la superficie, la cual es la característica principal del mortero y la más importe,

sumado a las demás propiedades anteriores de dicho material en experimento, de la misma manera se obtuvo que funciona como aislante térmico.

La presente investigación nos condujo como una guía ya que se trabajaron tanto procesos cualitativos y cuantitativos para demostrar la proporción idónea de caucho en las muestras de laboratorio, para poder obtener los datos que nos ayudaron a determinar la granulometría y características del material, así como el grado de resistencia de la mezcla.

### ***“Uso de caucho de desecho en la elaboración de concreto hidráulico”***

Brito (2021). La finalidad del trabajo fue modificar sus propiedades mecánicas en el concreto hidráulico adicionando proporcionalmente porciones de caucho triturado reduciendo el material de grava (p.33). El proyecto fue de tipo experimental se eligió usar una resistencia a la compresión de 200 kg f/cm<sup>2</sup>, por sus características mecánicas que muestra, mediante esto permitirá al concreto ser usado en cualquier tipo de losa de rodamiento, losa residencial o pisos residenciales. Definir el porcentaje de caucho a incluir para cada mezcla del concreto hidráulico, se determinó usar porcentajes de caucho en 0%, 10%, 20%, 25% y 40% en el diseño de la mezcla (p.34). Evaluando del objetivo general del proyecto de investigación sobre modificar las propiedades mecánicas del concreto hidráulico mediante el reemplazo proporcional del agregado grueso por caucho reciclado, los resultados de la compresión se observa que efectivamente hay una modificación de sus propiedades mecánicas del concreto al reemplazar caucho por el agregado grueso, de la misma forma existen cambios a las propiedades mecánicas al someterlo al proceso de plasma, observando que las características y propiedades mecánicas ensayados son perceptibles de poder ser usados en pisos firmes sean en un medio rural o urbano, ya que poseen una capacidad de carga permisible (p.50-51). Al poner el caucho de llantas en desuso reemplazando al agregado grueso reduce propiedades mecánicas al concreto, pero la falla que se obtuvo no es fatal, el diseño que resultó según los datos obtenidos se recomienda usar si el proyecto no requiera una resistencia a la compresión que supere los 150 kg f/cm<sup>2</sup>.

Los resultados de esta investigación de tipo experimental son importantes ya que proponen modificar las propiedades de la mezcla en una dosificación porcentual que sometido a una fuerza de compresión media pueda actuar de manera correcta, se concluyó que funciona, pero a una resistencia menor a la propuesta sin embargo a la que fue sometida a mayor resistencia tuvo fallas poco fatales.

Continuando con el marco teórico los antecedentes nacionales son :

***“Evaluación del desempeño térmico utilizando polvo de caucho y poliestireno expandido para uso como material alternativo en acabados y juntas de muros de albañilería en la ciudad de Tacna - 2019”.***

(Quiroga y Maquera, 2019) tuvieron dos objetivos siendo el primero el de evaluar el desempeño térmico en muros con un mortero tradicional con relación 1:4 y compararlo con el mortero modificado a un 10% y 30% utilizando polvo de caucho y poliestireno expandido, como segundo objetivo comparar la variación en la resistencia a la compresión axial ( $f_m$ ) del mortero tradicional 1:4 y el mortero modificado a un 10% y 30% (p.5), el proyecto de investigación fue de tipo aplicada, ya que está orientada a lograr nuevos datos científicos – tecnológicos con el fin de buscar soluciones para una mejor calidad de vida, exploratorio porque no existen antecedentes directos que faciliten la realización del trabajo (p.33), se realizaron pruebas de calor para así poder comparar la temperatura del ambiente en relación a los muretes con tarrajeo y sin tarrajeo, las temperaturas del ambiente se controlaron para que no existan alteraciones quedando en el rango de 22°C (p.46), en la falla de compresión axial se trabajaron pilas de albañilería con ladrillo “Hércules Y” su espesor del mortero tradicional fue de 1.5cm de proporción 1:4, mientras que otras pilas se modificaron con las proporciones de arena con un 10% y 30% de polvo de caucho y poliestireno (p.50). Se concluye que en la primera prueba los resultados arrojaron que la muestra con el agregado al 30% de polvo de caucho soportó mejor la temperatura. En la prueba de compresión las muestras con mejores resultados fueron la tradicional, que obtuvo un valor de 77.49 kgf/cm<sup>2</sup> seguida por la que contenía un 10% de polvo de caucho con un resultado de 73.28 kgf/cm<sup>2</sup>.



El aporte de este estudio aplicado sugiere que la adición del polvo de caucho en la mezcla es beneficioso ante las altas temperaturas y que su comportamiento a la resistencia a la compresión axial mejoró.

***“Influencia de la adición de caucho granulado en 5%, 10% y 15% en la resistencia a la compresión y flexión del concreto para la utilización en obras de ingeniería”***

(García, 2020) tuvo como objetivo diagnosticar la influencia del aumento de caucho granulado, en la resistencia a compresión y flexión del concreto para la utilización en obras de ingeniería, en Lima 2020 (p.89), el diseño de la investigación fue experimental y fue de tipo aplicada (práctica), la investigación aplicada está muy relacionada con la investigación básica, ya que depende del resultado y el avance de esta última, de modo que la investigación empírica muestra consecuencias prácticas que es lo que interesa al investigador (p.90), Los resultados ante la compresión axial a los 7 días de curado dieron como fuerza máxima el valor de 180 kg/cm<sup>2</sup>, proviniendo de la muestra con el agregado al 5%, mientras que el convencional sólo alcanzaba 169 kg/cm<sup>2</sup>. A los 14 días el resultado fue de 199 kg/cm<sup>2</sup> al 5% y 190 kg/cm<sup>2</sup> en el convencional. En cuanto a las pruebas de flexión a los 28 días el módulo de rotura máxima fue de 26 kgf/cm<sup>2</sup> de las muestras con 5% y 10%, mientras que en la convencional alcanzó los 25 kgf/cm<sup>2</sup> (p.130 – 137). Con estas pruebas realizadas se concluyó que el concreto trabaja mejor con la incorporación del caucho y se determinó parcialmente la hipótesis general que es : “La adición de caucho granulado en el concreto patrón de calidad  $f'c = 210$  kg/cm<sup>2</sup> tiene una influencia significativa positiva en su resistencia a compresión y flexión para la utilización en obras de ingeniería, en Lima 2020” ya que tiene un incremento en su resistencia a la compresión a los 7 y 14 días de 4%, con la adición de 5% de caucho granulado.

Los datos obtenidos de este estudio experimental y aplicada sirven como punto de partida porque basan sus estudios en distintos escenarios y tiempos de curación del concreto lo que lo convierte en pruebas reales sobre el comportamiento del mortero en la intemperie y su funcionamiento ante la flexión y compresión.

### ***“Resistencia a la compresión y flexión de concreto con 10% y 20% de fibras de caucho reciclado”***

(Giraldo, 2019) tuvo como objetivo principal determinar la resistencia a flexión y compresión de un concreto  $f'c=210$  kg/cm<sup>2</sup> reemplazando el agregado grueso por fibra de caucho reciclado en un 10% y 20% (p.30), respecto al tipo de investigación fue explicativa ya que lo que se pretende es ver el porqué de cada comportamiento mecánico que se obtuviese por medio del laboratorio, la forma de la investigación fue aplicada ya que los resultados que se obtengan van a servir de ayuda para soluciones relacionadas al diseño de mezcla, y así poder mejorar las propiedades del concreto: resistencia a flexión, compresión y trabajabilidad, en cuanto al diseño fue experimental porque lo que se hará es comparar el concreto convencional y el nuevo diseño elaborado con el reemplazo de un porcentaje de FCR. El estudio en casi la mayoría de partes se centrará en ensayos del laboratorio de mecánica de suelos, siguiendo lo descrito en los objetivos (p.31). En los ensayos de resistencia a la compresión se muestran los resultados; con 100% de agregado grueso sin adición alguna, siendo la resistencia de diseño  $f'c=210$  kg/cm<sup>2</sup>, se obtuvo una resistencia de  $f'c=212.14$  kg/cm<sup>2</sup>, se puede apreciar en el cuadro (15) las resistencias obtenidas a los 7, 14 y 28 días de curado (p.42). En el ensayo de resistencia a la flexión de viguetas se muestran los resultados; con 100% de agregado grueso sin adición alguna, siendo la resistencia de diseño  $f'c=210$  kg/cm<sup>2</sup>, se obtuvo una resistencia  $f'c=6.20$  Mpa. Se puede apreciar en la figura (12) las resistencias obtenidas a los 7, 14 y 28 días (p.49). El reemplazo parcial de caucho reciclado en un 10% al agregado grueso, mejora ciertas propiedades físico mecánicas del concreto, todo esto se comprobó en los ensayos que se realizaron en el laboratorio, por lo que es recomendable usar este porcentaje de sustitución al diseño. Por lo contrario, sustituyendo el 20% de caucho reciclado al agregado grueso, bajo las propiedades físico mecánicas del concreto, por el cual no se recomienda el uso. En conclusión, sustituir 20% de agregado grueso por fibras de caucho reciclado contribuye negativamente en su resistencia mecánica, en relación a los ensayos que se hicieron en el laboratorio al agregado grueso y fino del concreto para el fin de una mezcla apta según las NTP Y ASTM, por lo tanto se concluye que los datos obtenidos se encuentran en el rango de parámetros dados por las normas

ya establecidas, en consecuencia, dichos agregados son aptos para usarlos en el diseño de mezcla necesarios para los estudios.

Es de vital importancia conocer el porqué del comportamiento de la mezcla como un mismo material, pero en composiciones distintas trabajan de manera diferente y pueden arrojar resultados diferenciados, y este estudio se centró en ese punto, se usó fibras de caucho en la mezcla en lugar de polvo lo cual modificó mucho los resultados obtenidos en investigaciones anteriores ante las mismas propiedades físico mecánicas.

***“Influencia de la incorporación de partículas de caucho reciclado en concreto poroso, en la ciudad de Jaén – Cajamarca, 2020.”***

(Estela y Vásquez, 2020). El trabajo de investigación tuvo como objetivo precisar la influencia que tienen las partículas de caucho reciclado en la mezcla de concreto poroso, la investigación del proyecto fue experimental, lo que quiere decir que se tomarán datos en base a pruebas realizadas en el laboratorio como son la de resistencia a la compresión y permeabilidad para comparar si cumple con los objetivos de la misma investigación (p.24). En cuanto al ensayo correspondiente a la resistencia a la compresión los resultados determinaron que la mezcla sin adición de caucho tuvo un crecimiento exponencial de resistencia conforme la edad, empezando a los 7 días con una media de 108.05 Kg/cm<sup>2</sup> y culminando a los 28 días con 172.79 Kg/cm<sup>2</sup>, mientras que la muestra con 5% de adición de caucho a los 7 días tuvo una media de 97.87 Kg/cm<sup>2</sup> y 160.68 a los 28 días. (p.58), y siendo la muestra con 15% de adición de caucho la menos resistente con una media a los 7 días de 76.13 Kg/cm<sup>2</sup> y a los 27 días de 147.18 Kg/cm<sup>2</sup>. En el ensayo de permeabilidad o absorción de agua se realizaron solo a los 14 y 28 días, la muestra patrón obtuvo a los 14 días un coeficiente de permeabilidad media de 4.04 mm/s, y a los 28 días de 3.91 mm/s lo que indica que tuvo un declive, mientras que la muestra con mejores resultados fue la que tuvo un porcentaje de caucho reciclado de 15%, teniendo a los 14 días un coeficiente de 8.45 mm/s y de 7.98 mm/s a los 28 días.

En conclusión, los datos indican que conforme se aumentó el porcentaje de partículas de caucho reciclado en el diseño de mezclas en las diferentes dosificaciones la resistencia tiende a un declive negativo en cuanto a la

resistencia a la compresión, en comparación con la mezcla patrón. Por el contrario, en la prueba de permeabilidad, el análisis de las medias marginales estimadas concluye que a mayor porcentaje de caucho reciclado tiende a incrementar cada vez más la permeabilidad del concreto y que entre cada porcentaje esta mejora en un 20% dicha capacidad, cumpliendo con lo especificado en la norma ACI 522R.

Por último, como único antecedente local esta:

***“Estudio experimental de la resistencia mecánica a la compresión del concreto adicionado con residuos de llantas de caucho, Huánuco 2019”***

Chinchano (2019). Tuvo como objetivo del proyecto determinar la influencia del adicionar residuos de caucho en la resistencia a la compresión en el concreto 210 kg/cm<sup>2</sup> (p.19), el trabajo se realizó con un enfoque cuantitativo, esto quiere decir que son datos numéricos que resultan de una condición formal hechos en los ensayos en el laboratorio para calcular la resistencia a compresión del concreto. Respecto al tema se pueden presentar incógnitas y/o preguntas del cual se generan hipótesis y se determina sus variables, posterior a ello de hace un plan para la prueba (diseño), se miden variables y estas mediciones obtenidas se analizan (usando métodos de estadística) posterior se establece conclusiones respecto a su hipótesis (p.72). En cuanto al ensayo de rotura a compresión de las muestras de concreto se guio de la norma ASTM C 39, donde como resultado nos da que el concreto elaborado con un 10% de caucho reciclado tiene una resistencia mayor relativamente, llegando a la resistencia de 279.18 kg//cm<sup>2</sup>, el concreto sin adiciones alcanzó una resistencia de 268.01 kg/cm<sup>2</sup>, diferenciándose en 11.17 kg/cm<sup>2</sup>. Por lo contrario, el concreto con 20% de caucho reciclado dio un menor resultado a la resistencia a la compresión del concreto sin adiciones, dando como resultado 232.98 kg/cm<sup>2</sup> (p.110). Se concluyó que la resistencia del concreto adicionando el 10% de caucho es la que más resistencia tiene a los 28 días, por el contrario, el de 20% tiene la resistencia más baja en comparación con un concreto sin adición. Respecto a lo técnico y económico se concluye que tiene la propiedad de trabajabilidad, y en la parte económica es admisible debido que son residuos de llantas y estos tienen un costo cero, por lo que provienen de desechos de vehículos en desuso.

La contribución de esta investigación cuantitativa nos indica cómo adaptar este método basado en análisis estadísticos en nuestra zona de estudio, ya que con este nos describe de manera concisa cómo obtener la proporción ideal para superar las pruebas de compresión siguiendo los parámetros de la norma ASTM C 39 y de esta forma obtener una mezcla correcta.

Conceptos para el mejor entendimiento sobre el tema a tratar:

Tarrajeo en la Norma Técnica de Metrados nos indica que consta en la aplicación del mortero sobre la superficie de exteriores o interiores de los muros, vigas o columnas, con el fin de obtener un recubrimiento de protección para la estructura y tener un acabado más prolijo. Los componentes que se utilizaran para la fabricación de un mortero son los siguientes:

**Cemento:** en la fabricación del mortero usaremos cemento portland tipo I, teniendo que cumplir con los requisitos de la NTP 334.048:2014 Determinación de contenido de aire en morteros de cemento hidráulico (ASOCEM, 2015).

**Arena:** en los acabados que se le harán a la superficie se tiene que tener en cuenta la calidad de la arena, esta no tiene que pasar el 4% de arcilla en su estructura. Si este fuera el caso y sobrepasa se tendría que lavar con el fin de descartar el polvo y otros agentes externos.

**Agua:** tiene que estar limpia y libre de impurezas como: aceites, ácidos, sales, materiales orgánicos y otras sustancias nocivas que puedan dañar el concreto o el refuerzo.

**Herramientas para el tarrajeo:** Las herramientas manuales que comúnmente usamos en el tarrajeo en un muro son:

**Badilejo:** El badilejo es una herramienta manual que se usa en construcción, con una forma de paleta forjada en acero, un mango muy resistente y duradero. Tiene un ángulo de incidencia, que ayuda a facilitar los trabajos del personal cuando trabaja con ladrillos y morteros.

**Cordel:** Se trata de una cuerda de polipropileno que nos sirve para poder señalar, en las paredes y en el suelo, líneas referenciales que piden que

ejecutemos en las partidas de una construcción se usa en albañilería, en cualquier tipo de construcciones.

**Frotacho:** se le conoce con el nombre de fratacho o fratás a la herramienta que está diseñada por una pequeña tabla rectangular y lisa que están unidas a un mango, se usa para, una vez humedecido, igualar o alisar las superficies de los muros revocados o enfoscados y así dejarlo sin asperezas ni hoyos.

**Plomada:** El uso de la plomada es para poder emplear gravedad y así poder establecer lo que efectivamente es vertical, en una construcción se usa para poder saber si ciertamente un muro o pared son verticales y/o perpendiculares para poder verificar su distribución y estabilidad de la carga de una estructura, quedando de esta manera correctamente como el plano de nivel de una construcción.

Detallaremos cada tipo de tarrajeo existente en el sector construcción:

**Tarrajeo Liso:** Tarrajeo que se ejecuta si necesitamos una superficie uniforme y lisa, habitualmente son usadas para aplicarse en espacios internos de una vivienda ya sean comedores, dormitorios, salas y otro caso que sea requerido.

**Tarrajeo frotachado:** este tipo de tarrajeo tiene un acabado muy básico y ordinario, es realizado con un frotacho hecho de madera, produciendo por consecuencia un acabado levemente áspero.

**Empastado de muros de adobe:** este tipo de tarrajeo incluirá aplicar barro sobre una superficie, esto quiere decir, elaborar la mezcla con agua, tierra y un material de tipo ligante ya sea paja, luego será aplicada sobre una superficie o muro.

**Tarrajeo sobre malla metálica en muros de adobe:** para este tipo de tarrajeo con el objetivo de poder conseguir una mayor adhesión en la superficie y el mortero se ubica una malla de metal sobre el paramento, a su vez está obtenga el mortero.

Según la Norma Técnica Peruana de Edificaciones (NTP, 2018), el mortero se puntualiza como la unión homogénea de cemento, agregado fino y agua, en

ciertas ocasiones una proporción de aditivos. Esta unión puede ser usada en una edificación para asentar muros de ladrillos, en el cual, emplearemos agregado grueso, para el caso de tarrajes de cielo rasos y paredes, utilizaremos agregado fino.

Las propiedades cuando el mortero se encuentra en el estado plástico serán:

**Manejabilidad:** tiene como capacidad poder manipular fácilmente a la mezcla y poder darle una forma anhelada. Dicha propiedad dependerá bastante en la relación cemento y agua que tiene la mezcla, si es mayor el vínculo a/c su manejabilidad incrementa.

**Retención de agua:** será cuando la mezcla tiene la disposición de conservar su plasticidad cuando accede en relación con la superficie.

**Velocidad de endurecimiento:** será el periodo que transcurre de llevar de estado plástico a su estado endurecido, por lo general se encuentra en el espacio de 2 a 24 horas posterior de su utilización de la mezcla en la superficie.

Propiedad del mortero cuando se encuentra en estado endurecido:

**Adherencia:** Tendrá como finalidad incorporarse monolíticamente a la superficie en el cual fue usada la mezcla.

**Durabilidad:** será la capacidad de resistir agentes superficiales tales como temperaturas bajas, heladas, friajes, inserción de agua, desgaste por abrasión y agentes corrosivos.

**Estético:** el aspecto del mortero luego del periodo de fraguada genera en la superficie un mejor aspecto estético.

Teniendo los tipos de morteros siguientes:

**Morteros de cemento:** Son los que más se usan en el ámbito de construcción y su estructura está hecha a base de arena y cemento Portland tipo I.

para este tipo de mortero participa la cal como agente aglomerante.

**Morteros de yeso:** Tiene la preparación del yeso hidratado como material aglomerante con la adición de agua.

Siendo el caucho un material polímero que su principal característica es resistir a altas deformaciones al aplicar elevadas cargas y pese a eso regresa a su tamaño previo, sin algún cambio y deformación permanente.

Teniendo como las propiedades principales del caucho:

- Tiene una permeabilidad completamente nula, esto quiere decir el elemento es completamente impermeable.
- Se caracteriza por tener magníficas propiedades mecánicas tales como la tracción, flexión y compresión.
- Una buena capacidad de absorber las vibraciones.
- Elevado poder calorífico, excelente receptor de calor.
- Elevada resistencia a los agentes climatológicos.

La diferencia entre reciclar y reutilizar refiere a la práctica que constara en exponer a un cambio de transformar un material inservible o desecho para posterior ser aprovechado como fuente que permita regresar a incluir en su ciclo de vida útil para así no tener que buscar nuevos recursos naturales. El reciclar es una buena manera de terminar con una buena cantidad de desechos humanos, permitiendo que el material se use muchas veces para hacer productos nuevos, lo que indica la disminución de posteriores desechos y al mismo tiempo disminuye el uso de materias primas, así permitiendo ahorrar energía, tiempo y rentabilidad que siempre serán indispensables para la extracción mediante muchos cambios de fabricación (Isan, 2017).

Se tiene que tener bien claro los conceptos de reciclar y el reutilizar, en su mayoría empleamos el termino reciclaje para conversar de reutilizaciones, pero tenemos que diferenciar ambos conceptos, disgregando cada término y su significado. Es muy fácil diferenciar como su mismo su nombre lo dice reutilizar refiere a las reparaciones de los elementos dañados o dejados en el olvido para



usarlas de un modo diferente a lo habitual. Un ejemplo de reutilizar sería, usar unos zapatos de agua como uno recipientes para un jardín, usar un recipiente de vidrio como un jarrón o convertir un pantalón viejo en una cartera o bolso de mano.

Por otro modo, se considerará reciclaje si dichos materiales se pueden reciclar, esto nos quiere decir, que un material se someta a una transformación fisicoquímica, mecánico o un proceso para así poder conseguir una nueva materia prima o un nuevo producto, ambos conceptos tal vez pueden llegar a ser algo similares, ya que el reciclaje tiene como fin una reutilización, también se puede a llegar a reciclar un objeto o partes de un objeto para una reutilización,

Se tiene que establecer un límite a lo que indicamos como proceso de transformación y adquisición de materia prima, pero ciertamente también en muchos de los casos la referencia está muy bien marcada y diferenciada entonces se tiene que hacer más apropiado el uso de un término y el otro (Isan, 2017).

### **III. METODOLOGÍA**

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

Debido a la naturaleza de la investigación en la cual se propone medir y demostrar la influencia del polvo de caucho en la mezcla para tarrajeo para disminuir el desgaste de los muros de adobe, el enfoque que tendrá el presente trabajo será de tipo mixto, ya que como lo plantean Hernández, Fernández y Baptista (2014) p.4, en su artículo titulado “Definiciones de los Enfoques Cuantitativo y Cualitativo, sus similitudes y diferencias”, este método se basa en grandes grupos: características, procesos y bondades. Los cuales nos permiten cumplir un proceso de manera secuencial y probatorio, donde cada etapa es subsecuente y rigurosa, partiendo de una idea, delimitando, creando objetivos y preguntas, construyendo una perspectiva teórica y determinando variables para probarlas, analizar y medir los resultados obtenidos para llegar a una conclusión.

##### **3.1.2 Tipo de investigación**

Según los autores Hernández, Fernández y Baptista (2014), es mixta y de acuerdo a Supo (2015), el tipo de estudio es experimental porque si habrá manipulación de la variable: prospectivo porque los datos recolectados tendrán un control de medición, longitudinal porque la variable es medida en 3 o más ocasiones y analítico porque plantea corroborar la hipótesis.

##### **3.1.2.1 Tipo de investigación por el propósito**

De acuerdo a Schwarz (2017), una investigación de tipo aplicada es la que genera un conocimiento directo y trata de resolver la problemática existente en el mercado, producto o servicio, que en este caso sería el desgaste de los muros de adobe de las viviendas de los habitantes del centro poblado de Las Pampas, y se hace mediante procesos tecnológicos, por este motivo se escogió este tipo de investigación.

### **3.1.2.2 Tipo de investigación por el diseño**

Por otro lado, este estudio tendrá un diseño de tipo experimental ya que como lo explica Borja (2012) en “Metodología de investigación para Ingeniería Civil” se basa en un experimento y la muestra se toma de manera aleatoria para poder verificar las variables planteadas y determinar la relación causa y efecto de la problemática. A su vez la investigación tendrá la característica de control interno de la situación experimental, ya que implica cerciorarse que durante el experimento todas las modificaciones que tenga la variable dependiente solo sean debido a los cambios de la variable independiente.

### **3.1.2.3 Tipo de investigación por el nivel**

El nivel para esta investigación será de tipo aplicativo por ser el más elevado, ya que como lo explica Schwarz (2017), en su artículo titulado “Guía de referencia para la elaboración de una investigación aplicada” nos indica que si conocemos el problema podemos incluirla en una escala de investigación donde incrementa el conocimiento cognitivo. Además, una investigación aplicada requiere proponer, predecir, demostrar y desarrollar una solución a la problemática,

### **3.1.3 Diseño de investigación**

El diseño de la investigación es de tipo experimental longitudinal y aplicativo, de manera que se tendrá un manejo controlado de las variables, los resultados obtenidos de este experimento serán obtenidos en días diferentes para garantizar su correcto funcionamiento lo que nos servirá para entregar una solución a los problemas de desgaste que sufren los muros de adobe exteriores de las viviendas de los pobladores de Las Pampas.

## **3.2 Variables y operacionalización (Ver anexo 3)**

### **3.2.1 Variables**

El siguiente proyecto presentado tendrá dos variables, la independiente será “La adición de polvo de caucho reciclado” y las dependientes serán “La resistencia a la compresión, absorción de agua y retracción”, son propiedades que se pueden alternar, por lo que su variación es susceptible a medirse u observarse.

Podría ser; el aprendizaje de conceptos, la resistencia de un material, la masa entre otros. (Hernández, Fernández y Baptista, 2014 p. 105).

### 3.2.2 Matriz de clasificación de variables

**Tabla 1:** Identificación de Variables.

Variable	Relación	Clasificación		
		Naturaleza	Escala de medición	Dimensión
- Adición de polvo de caucho reciclado	Independiente	Cuantitativa Continua	Escalares: Gramos (gr)	Elaborar el diseño de mezcla de mortero para tarrajeo con la adición del 5%, 10% y 15% de polvo de caucho pulverizado.
-Resistencia a la compresión			Resistencia a la compresión (F'c=kg/cm <sup>2</sup> )	- Resistencia a la compresión
- Absorción de agua	Dependiente	Cuantitativa Continua	Permeabilidad Promedio (mm/s)	- Menor absorción de agua (capilaridad)
- Retracción			Numero de fallas	- Menor retracción

Fuente: Elaboración Propia.

### 3.2.3 Matriz de Operacionalización de variables (Ver anexo)

## 3.3 Población, muestra y muestreo

### 3.3.1 Población:

Para esta investigación se tomarán 36 probetas cilíndricas para la prueba de compresión, 12 probetas para la prueba de absorción de agua y 4 áreas modelo para el ensayo de retracción, dándonos un total de 52 objetos de estudio. Dentro de cada conjunto se realizaron cuatro mezclas (tradicional, con adición de 5%, 10% y 15% de polvo de caucho reciclado). Para los muros exteriores de adobe sin tarrajear de una vivienda del centro poblado de Las Pampas ubicada en el cruce de la Av. Huallaga 1260 y la Calle con la Calle Andrés Avelino Cáceres-Ermita hasta Lachiron.

**Figura 1:** Vivienda de muestra. Foto Propia, (2022).



Fuente: Elaboración propia, 2022.

### 3.3.2 Muestra

Como lo indica Borja (2012) en un estudio de tipo no probabilístico como este, es necesario que la muestra sea estadísticamente representativa por ende, se tomaron como mínimo 3 probetas por mezcla en cada día (7,14 y 28) dando un total de 36 especímenes para el ensayo de resistencia a la compresión, mientras

que para la absorción de agua se tomaron 4 mezclas y 3 probetas por cada una y por último se analizaron 5 viviendas modelo bajo 5 criterios de las cuales en la vivienda seleccionada (Av. Huallaga 1260) se asignaron 4 áreas modelo para la prueba de retracción. Las 4 mezclas de mortero tienen las siguientes características:

Muestra 1: Mezcla de mortero tradicional con una proporción de acuerdo a la NTP 334.051.

Muestra 2: Mezcla reemplazando el 5% de arena fina por polvo de caucho reciclado y cemento.

Muestra 3: Mezcla de mortero reemplazando el 10% de arena fina por polvo de caucho reciclado y cemento.

Muestra 4: Mezcla reemplazando el 15% de arena fina por polvo de caucho reciclado y cemento.

### **3.4. Técnicas e instrumentos de recolección de datos, validez y confiabilidad**

#### **3.4.1. Técnica**

Para esta investigación las técnicas que se emplearán serán la recolección de datos, la prueba de resistencia a la compresión de probetas cúbicas de mortero tradicional y con adición de polvo de caucho reciclado, ensayo a la resistencia de la flexión, prueba de absorción de agua, prueba de campo (muestra de secado de tarrajeo) y análisis de resultados.

#### **3.4.2. Instrumento de recolección de datos**

Los instrumentos de recolección de datos a usar en este proyecto de investigación serán las fichas de recolección de datos (hoja de cálculo), equipos y herramientas de laboratorio.

#### **3.4.3. Validación del Instrumento de recolección de datos**

Para la validación de datos todas las muestras serán ensayados en el laboratorio Pirámide E.I.R.L., para determinar las propiedades de los agregados de acuerdo

a las normas técnicas vigentes Y los formatos estandarizados tales, como la NTP, ASTM, ACI, UNE-EN. Entre los principales se tienen:

Norma Técnica Peruana 334.051 para la dosificación del mortero.

Norma Técnica Peruana 339.034 Determinación de La Resistencia a La Compresión Del Concreto en Muestras Cilíndricas

ASTM C1585 método estándar para medir el porcentaje de absorción de agua en el concreto

UNE-EN1015-12 Método de ensayo de los morteros para albañilería pt 13: determinación de la retracción de los morteros endurecidos.

Norma Técnica Peruana 400.010 para los Agregados, Extracción y preparación de muestras.

Norma Técnica Peruana 400.012: Análisis granulométrico del agregado fino, grueso y global.

Diseño de Mezcla (ACI-COMITÉ 211)

#### **3.4.4. Confiabilidad de los instrumentos de recolección de datos.**

Por su parte, utilizando métodos, ensayos normados y homologados tanto nacionales e internacionales que cuentan con entradas en vigor de organizaciones acreditadas ya que nos brindan condiciones paramétricas rigurosas y confiables para verificar el estado de las muestras a analizar.

### **3.5 Procedimiento**

El procedimiento para realizar los ensayos se va a dividir en 4 etapas operacionales las cuales se describirán a detalle:

Primera Etapa - Obtención de materiales, se procederá con la adquisición de la materia prima, el cemento a utilizar será de la marca SOL tipo I, con un factor de resistencia de  $f'c=210 \text{ kg/cm}^2$  que será comprado de PROMART por ser una tienda de confianza y para garantizar la frescura y calidad del cemento, para el agregado fino en cuanto a la arena se adquiere de una ferretería local y para el

polvo de caucho se hará la compra por parte del proveedor que en este caso es Master Decor y el agua será de tipo potable.

Segunda Etapa- Evaluación preliminar, en esta etapa se realizarán pruebas de granulometría del polvo de caucho para determinar el tamaño de grano óptimo para ser utilizado en la mezcla, en esta prueba se tomará una porción del polvo no menor a 300gr. y se colocará en un juego de tamices con distintos tamaños de malla hasta dar con el tamaño ideal.

Tercera Etapa - El comité ACI 211 desarrolló un proceso de diseño compuesto bastante simple basado en tablas, dando valores para los diferentes materiales que componen la mezcla, por ende, se efectuarán 4 mezclas teniendo en consideración el diseño de mezcla de la norma NTP 334.051 cuyas características y proporciones se detallan en la tabla 3. Cada mezcla será vaciada en 3 moldes cúbicos de 5x5x5cm teniendo en total 24 probetas y se dejarán curar.

**Tabla 2:** Composición de las muestras.

<b>Muestra</b>	<b>Composición del Mortero</b>
<b>Muestra 1</b>	Cemento, arena fina, agua
<b>Muestra 2</b>	Cemento, arena fina reemplazando el 5% con polvo de caucho, agua
<b>Muestra 3</b>	Cemento, arena fina reemplazando el 10% con polvo de caucho, agua
<b>Muestra 4</b>	Cemento, arena fina reemplazando el 15% con polvo de caucho, agua

Fuente: Elaboración Propia.

Cuarta Etapa - Ensayo de Laboratorio, se ejecutarán las pruebas de laboratorio de resistencia a la compresión y absorción de agua a los 7, 14 y 28 días de curado para determinar el cumplimiento con la normativa AST-270. También se realizará la prueba de retracción en campo bajo la norma europea UNE-EN1015-12 a la vivienda indicada descrita en la población.



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

Una vez recopilada toda la información, se realiza un análisis de lo que se investiga, es decir un fenómeno o evento con el fin de indicar las propiedades nuevas tanto físicas y mecánicas como resultado de la cuarta etapa del plan de pruebas, tales como análisis de resistencia a la compresión, cuantificación de la cantidad de agua que absorbe y retracción.

#### **3.6.1. Técnica de análisis de datos**

El proyecto de investigación actual es sobre variables cuantitativas, se utilizará el software del programa Excel para recopilar la información de los ensayos de laboratorio y convertir los datos en tablas. Para la prueba de granulometría se tendrá como referencia la norma ASTM C-136 y NTP 400.012, para la prueba de resistencia a la compresión N.060 y NTP 334.051, para determinar la absorción de agua o prueba de capilaridad ASTM C1585 y para la prueba de retracción la norma europea UNE-EN1015-12.

### **3.7 Aspectos éticos**

En cuanto a este aspecto en el ámbito internacional, se respetarán todas las contribuciones de otros autores que fueron usados como guías en esta investigación de acuerdo a la Decisión N°351 que establece el Régimen Común sobre Derecho de Autor y Derechos Conexos del Acuerdo de Cartagena, así como también el Convenio de Berna para la Protección de Obras Literarias y Artísticas.

En lo nacional, los resultados obtenidos en las pruebas de laboratorio respetarán la fiabilidad, veracidad y la certeza de los datos al igual que todo lo mencionado en el trabajo de estudio por ser de manera detallada y consistente con lo informado en todas las páginas en cuanto a contenido y forma. Para garantizar este aspecto se tomarán en cuenta no sólo reglamentos peruanos impuestos en el RNE, sino también códigos de ética como los del Colegio de Ingenieros (CIP, 1987) bajo La Ley N. o 24648, la garantía del laboratorio, La ley Universitaria N.º 30220 y el resultado de similitud del Turnitin. Todas estas medidas se tomarán para el beneficio de la investigación, así como de la familia propietaria del inmueble del cual se tomará como muestra.

### 3.8 Desarrollo de tesis

#### 3.8.1 Adquisición de materiales

Debido a que todos los materiales se pueden adquirir de forma fácil en cualquier ferretería se optaron por las marcas más destacadas en calidad en el mercado, todas fueron compradas con financiamiento propio y de acuerdo a lo indicado en el cronograma del anexo 3.

#### Cemento

La marca por la que se opta fue el cemento Andino tipo I con un factor de resistencia de  $f'c = 210 \text{ kg/cm}^2$ , se adquirió el producto en la tienda Promart – Huánuco verificando la fecha de envasado y el estado de la envoltura, el costo fue de s/.26.50.

**Figura 2:** Bolsa de cemento (material). Foto Propia, (2022).



Fuente: Elaboración propia, 2022.

#### Arena Fina

Ya que el estado de este agregado tiene que ser óptimo para no alterar los resultados de la mezcla teniendo humedad, también se optó por comprarla empaquetada, se compraron en total 1 saco que contenía 40 kilos para realizar todas las pruebas. La marca elegida fue Luk y tuvo un precio de s/.6.90.

**Figura 3:** Arena Fina.



Fuente: Elaboración propia, 2022.

## **Polvo de caucho**

La compra del caucho pulverizado se realizó a través de la empresa Master Decor ubicada en la ciudad de Lima, el producto lleva por nombre Ecorubber la presentación es en un saco con 15 kg y para los fines del ensayo se pidió en el tamaño más pequeño que es el número 2. La empresa describe el producto como un agregado fino listo para la adición a la mezcla del concreto o mortero a ser usado en contrapisos y tarrajes de paredes que ayudará a distribuirse mejor y reducirá el espesor y peso en un 50% de la arena y adiciona un 25% el volumen del concreto. El precio fue de s/.87.80, adicional se pagó el costo de s/.30.00 por el envío hasta la ciudad de Huánuco.

**Figura 4:** Saco de polvo de caucho reciclado.



Fuente: Elaboración propia, 2022.

## **3.8.2 Estudio Granulométrico**

### **3.8.2.1 Análisis granulométrico de la Arena fina**

Para este ensayo se tomaron los procedimientos de la norma ACI y la NTP 339.128, para ello se tomó agregado y se procedió a pesar la cantidad de 1 kg para no desbordar la capacidad del tamiz, seguido se coloca en una bandeja y se dejó secar a una temperatura constante de  $110^{\circ} \text{C} \pm 5^{\circ} \text{C}$ .

Luego se ordenaron los tamices por orden de apertura decreciente y la cazoleta de manera que cumpla con los requerimientos del material. Por movimientos de vaivén constante se agita el juego de tamices en un periodo específico de 1 minuto por cada tamiz. Por último, se procedió a pesar el material retenido por cada bandeja, dando el siguiente resultado.

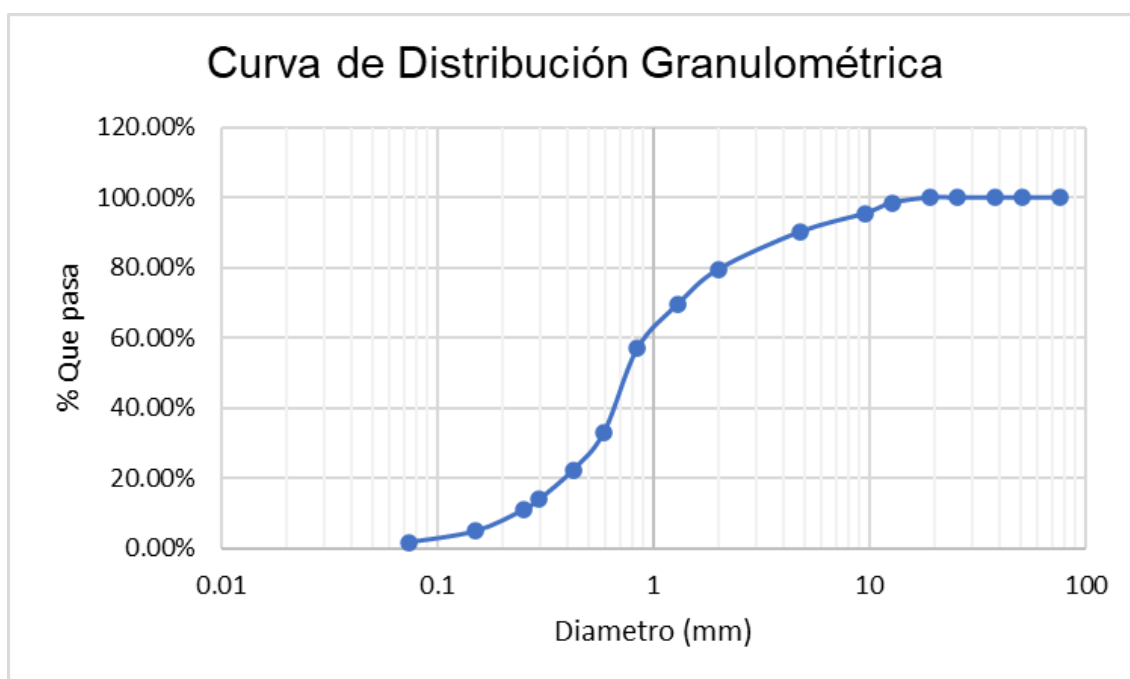
**Tabla 3:** Análisis granulométrico de la arena fina.

<b>Tamiz N°</b>	<b>Diámetro (mm)</b>	<b>Peso Retenido (g)</b>	<b>% Retenido Parcial</b>	<b>% Retenido Acumulado</b>	<b>% Que pasa</b>
<b>3"</b>	76.200	0.00	0.00	0.00	100.00
<b>2"</b>	50.800	0.00	0.00	0.00	100.00
<b>1 1/2"</b>	38.100	0.00	0.00	0.00	100.00
<b>1"</b>	25.400	0.00	0.00	0.00	100.00
<b>3/4"</b>	19.050	0.00	0.00	0.00	100.00
<b>1/2"</b>	12.700	15.30	1.53	1.53	98.47
<b>3/8"</b>	9.525	30.10	3.01	4.54	95.46
<b>No.4</b>	4.760	52.80	5.28	9.82	90.18
<b>No.10</b>	2.000	106.60	10.66	20.48	79.52
<b>No.16</b>	1.300	98.70	9.87	30.35	69.65
<b>No.20</b>	0.840	128.10	12.81	43.16	56.84
<b>No.30</b>	0.590	237.80	23.78	66.94	33.06
<b>No.40</b>	0.426	106.60	10.66	77.60	22.40
<b>No.50</b>	0.297	83.70	8.37	85.97	14.03
<b>No.60</b>	0.250	30.80	3.08	89.05	10.95
<b>No.100</b>	0.149	61.10	6.11	95.16	4.84
<b>No.200</b>	0.074	31.60	3.16	98.32	1.68
<b>Cazoleta</b>		16.80	1.68	100	0.00
<b>TOTAL</b>		1000	100		

Fuente: Elaboración Propia.

Los resultados nos indican que la mayor cantidad del agregado se quedó en la malla N° 30. Tiene un coeficiente de finura de acuerdo con el rango especificado y sin ningún rastro de grava o materia orgánica, esto nos indica que es un material ideal para la mezcla de mortero de alta resistencia, el coeficiente de finura es importante porque nos da una idea del espesor o finura de la arena y este tiene que superar el tamiz N°4. Por último, la mayor cantidad del agregado fino si pasa la prueba de tamizado.

**Figura 5:** Curva de distribución.



Fuente: Elaboración Propia.

En base a los resultados de la prueba, la fineza deseada teniendo como base y referencia a la Norma Técnica Peruana 400.012 el material que se encuentra en todos los tamices desde el N° 4 son adecuados. Adicional a ello, la mayor cantidad de arena fina quedó atrapada en el tamiz N° 10.

### **3.8.2.2 Análisis granulométrico del Polvo de caucho**

Se realizó la prueba con unas muestras de 500gr. Ya que por las propiedades electroestáticas del polvo de caucho y el volumen tan solo con esta cantidad ocupaban todo el tamiz. Se procedió a ordenar los tamices de acuerdo a la apertura de las mallas siendo la más alta el de 3" y la menor la N° 200 y por último la cazoleta y a tamizar. La tabla muestra los porcentajes de material que pasan por los tamices, cumpliendo de esta manera con los porcentajes establecidos según la norma ASTM C136.

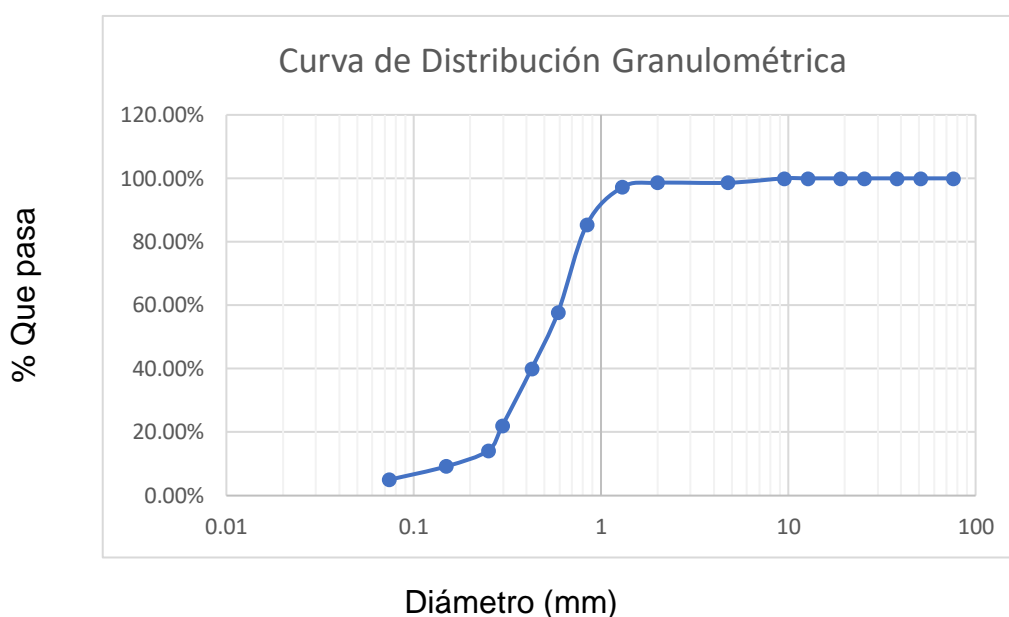
**Tabla 4:** Análisis granulométrico del polvo de caucho.

<b>Tamiz N°</b>	<b>Diámetro (mm)</b>	<b>Peso Retenido (g)</b>	<b>% Retenido Parcial</b>	<b>% Retenido Acumulado</b>	<b>% Que pasa</b>
3"	76.200	0.00	0.00	0.00	100.00
2"	50.800	0.00	0.00	0.00	100.00
1 1/2"	38.100	0.00	0.00	0.00	100.00
1"	25.400	0.00	0.00	0.00	100.00
3/4"	19.050	0.00	0.00	0.00	100.00
1/2"	12.700	0.00	0.00	0.00	100.00
3/8"	9.525	0.00	0.00	0.00	100.00
No.4	4.760	7.0	1.40	1.40	98.60
No.10	2.000	0.00	0.00	0.00	98.60
No.16	1.300	7.0	1.40	2.80	97.20
No.20	0.840	59.0	11.80	14.60	85.40
No.30	0.590	138.0	27.60	42.20	57.80
No.40	0.426	89.0	17.80	60.00	40.00
No.50	0.297	90.0	18.00	78.00	22.00
No.60	0.250	39.0	7.80	85.80	14.20
No.100	0.149	25.0	5.00	90.80	9.20
No.200	0.074	21.0	4.20	95.00	5.00
Cazoleta		25.0	5.00	100.00	0.00
<b>TOTAL</b>		<b>500</b>	<b>100</b>		

Fuente: Elaboración Propia.

Los resultados nos indican que la mayor cantidad del agregado se quedó en la malla N° 30, para que el polvo de caucho pueda ser usado en la mezcla se requiere que cada grano sea menor de 0.05mm. En sumatoria la mayor cantidad del material si pasa la prueba de tamizado.

**Figura 6:** Curva de distribución.



Fuente: Elaboración Propia.

Interpretando la curva del gráfico muestra los porcentajes de agregado fino según el ensayo de granulometría, de tal forma que cumple con los porcentajes determinados por la norma ASTM C136. Esto nos indica que del total del polvo de caucho analizado el porcentaje de grano gruesos es el 1.40%, el de medianos donde se concentra la mayor cantidad de agregado con un 93.60% y los finos con 5.00%.

### 3.8.2.3 Peso específico y absorción de la arena fina

Para el ensayo de peso específico lo primero que se realizó fue el cuarteo de 1 kg de material de acuerdo a la NTP 400.012 y ASTM C 136, después se procedió a pasarlo a un recipiente adecuado para ponerlo al horno y secarlo a una temperatura de 100-110°C, después de retirarlo se vertió el agregado en una bandeja donde se llenó con agua y se dejó reposar por 24 horas. Después sobre una superficie lisa se extiende el agregado y se deja secar a temperatura ambiente cuidando de que el sol no le alcance directamente y removiendo periódicamente para un secado homogéneo. Para determinar el estado superficial seco del agregado se introdujo la arena fina suelta en un molde cónico donde se procedió a golpear la superficie de manera suave 25 veces con ayuda de una varilla de metal, se levantó el molde y este se derrumbó parcialmente, indicando un estado óptimo (ni muy seca, ni con demasiada agua). A

continuación, en la fiola se procedió a llenar de agua hasta alcanzar la marca de 1000 cm<sup>3</sup> a una temperatura de 20°C y se secó cualquier sobrante, se pesó en una balanza. Luego se añade una muestra del agregado correspondiente a 500 gr. y se lleva a baño maría a una temperatura entre los 21° a 25°C por una hora para eliminar las burbujas de aire, se retira, se deja enfriar hasta alcanzar la temperatura inicial y se pesó. Culminado este proceso se vierte el agregado en una bandeja y se coloca en el horno a 100° C. por 24 horas. Por último, se deja enfriar a temperatura ambiente donde se procedió a pesar la muestra seca.

A través de la aplicación de las siguientes fórmulas conocidas para este procedimiento se calcularon los pesos específicos.

Peso específico de masa (Pem):

$$Pem = \frac{A}{B+S-C}$$

Peso específico de masa saturada con superficie seca (Pemsss):

$$Pemsss = \frac{S}{B-C-S}$$

Peso específico aparente (Pea):

$$Pea = \frac{A}{B+A-C}$$

Absorción (%):

$$Abs. (\%) = \frac{S-A}{A} * 100$$

Dónde:

A = Peso en el aire de la muestra seca.

B = Peso de la fiola aforada llena de agua.

C= Peso total de la fiola aforada con la muestra de agua.

S = Peso de la muestra saturada con superficie seca.



**Tabla 5:** Peso específico y absorción de la arena fina.

<b>Descripción</b>	<b>Und.</b>	<b>Ensayo</b>
<b>A = Peso en el aire de la muestra seca</b>	Gr.	484.90
<b>B = Peso de la fiola aforada llena de agua</b>	Gr.	673.45
<b>C = Peso total de la fiola, aforada con la muestra de agua</b>	Gr.	980.55
<b>S = Peso de la muestra saturada con superficie seca</b>	Gr.	500.00
<b>Peso específico de masa (Pem)</b>	Gr.	2.55
<b>Peso específico de masa saturada con superficie seca (Pemsss)</b>	Gr.	2.75
<b>Peso específico aparente (Pea)</b>	Gr.	2.47
<b>Absorción (%)</b>	(%)	2.86

Fuente: Elaboración Propia.

#### **3.8.2.4 Peso específico y absorción del Polvo de caucho**


De acuerdo al método de procesos para los ensayos de laboratorio para los agregados finos el procedimiento consiste en someter a la muestra a un cuarteo inicial para posteriormente dejarlo secar en el horno a una temperatura de 100° - 110°C por un tiempo determinado. Sin embargo, por las características físicas y químicas del agregado fino que se tiene no se pudo realizar este proceso ya que al ser un material sintético cuyo tipo es un polímero compuesto por una serie de hidrocarburos como isopreno, isobuliteno, cloropreno, butadieno, entre otros, que, sometido a altas temperaturas superiores o iguales a los 100°C, su estructura se altera permanentemente y pasa a un estado de plasticidad. (Beliczky y Fajen, 2000).

### 3.8.3 Diseño de Mezcla

#### 3.8.3.1 Elaboración de probetas cilíndricas

De acuerdo a la norma ASTM C109 para morteros, indica que las probetas deben tener un tamaño de 50mm o 2 pulgadas, también que el número mínimo de especímenes a ensayar debe ser de 3. Para la presente tesis se emplearán 4 muestras patrón con 9 probetas por cada una dando un total de 36 especímenes para ensayo, estos son cilíndricas y de PVC, además poseen las siguientes características:

**Tabla 6:** Características de la probeta cilíndrica.

Probeta	Características	Unidades
	Diámetro	0.05m
	Altura	0.05m
	Vol. probeta	0.00039m <sup>3</sup>
	Vol. Total + % desperdicio	0.0004485m <sup>3</sup>

Elaboración Propia.

#### 3.8.3.2 Dosificación de la mezcla y polvo de caucho

Para la muestra patrón tradicional M1, se tomó la medida del volumen de la probeta y se tuvo en cuenta el número de cilindros que es en total 9, de igual manera con el cemento, para la arena fina la proporción fue de 2.75 sobre el cemento y el agua con una relación de 0.485 quedando de la siguiente manera.

**Tabla 7:** Dosificación del diseño de mezcla inicial.

Material	Peso
Cemento	500 gr.
Arena Fina	1375 gr.
Agua	242 ml.

Fuente: Elaboración Propia.

Por otro lado, las cantidades en las muestras con el agregado de caucho triturado reciclado se harán en fusión a la cantidad de arena fina de la muestra patrón tradicional, puesto que se reemplaza parte de esta en porcentajes del 5%, 10% y 15%. Se tendrán 3 muestras patrones M2, M3 y M4 con 9 probetas cada una, con las siguientes características.

**Tabla 8:** Dosificación del diseño de mezcla con adición de caucho pulverizado.

<b>Peso de la Arena Fina</b>	<b>% de Polvo de Caucho</b>	<b>Peso Polvo de Caucho</b>
<b>1375 gr.</b>	5% polvo de caucho	68.75 gr.
	10% polvo de caucho	137.50 gr.
	15% polvo de caucho	206.25 gr.

Fuente: Elaboración Propia.

### 3.8.3.3 Preparación de las mezclas

Después de haber acordado el diseño para las mezclas se procedió a preparar cada una. El procedimiento de cada mezcla será la misma y consiste en pesar cada uno de los materiales de acuerdo a su dosificación previamente especificada en las tablas anteriores. Posteriormente se pone en una bandeja el cemento, la arena y se mezcla hasta tener una consistencia homogénea, donde se le añadirá el agua, se procede a mezclar hasta obtener el resultado deseado.

**Figura 7:** Procedimiento de la mezcla.



Fuente: Elaboración propia, 2022.

Después se etiqueta cada una de las probetas y se engrasa el interior del molde con ayuda de una brocha delgada para evitar que se pegue la mezcla y sea más fácil el desmoldado, al terminar este proceso se vierte una capa de la mezcla aproximadamente hasta cubrir la tercera parte del molde tal como lo indican las normas ASTM C31 y la NTP 339.033 donde se procederá a apisonar con ayuda del compactador en una secuencia intersecada de 25 golpes por cada capa, esto se repite hasta llenar por completo la probeta donde se vuelve a apisonar y quitar el exceso que puedan esparcirse por los bordes o dar cierta irregularidad a la muestra. Una vez culminado se dejarán secar por 1 día para poder ser llevadas a curar en el tanque, y así posteriormente ser sometidas al ensayo de compresión y a los 7 días, 14 días y 28 días respectivamente y al ensayo de absorción de agua.

**Figura 8:** Llenado de probetas.



Fuente: Elaboración propia, 2022.

#### **3.8.4 Resistencia a la compresión**

Para este ensayo cada probeta será sometida a una carga axial aplicada en la parte superior de la misma, hasta llevarla al límite y a su rotura tal y como se describe en la norma ASTM C39. Utilizando la siguiente fórmula se obtendrán los datos de las pruebas.

$$F_m = \frac{P}{A} - E_c \quad (17)$$

Donde:

$F_m$  = Resistencia a la compresión ( $N/mm^2 \times 10.19 = Kg/cm^2$ ).

$P$  = Es la carga máxima total en (KN).

$A$  = Área de la superficie de carga (mm)

Se realizó la primera prueba a los 7 días dando los siguientes resultados:

**Tabla 9:** Prueba de resistencia a la compresión 7 días.

Testigo	Fecha		Edad	Resistencia
	Moldeo	Rotura	Días	Obtenida Kg/cm <sup>2</sup>
<b>M1-9 Tradicional</b>	03/05/2022	10/05/2022	7	37.18
<b>M1-8 Tradicional</b>	03/05/2022	10/05/2022	7	39.22
<b>M1-7 Tradicional</b>	03/05/2022	10/05/2022	7	36.16
<b>M2-9 con 5% polvo caucho</b>	03/05/2022	10/05/2022	7	40.74
<b>M2-8 con 5% polvo caucho</b>	03/05/2022	10/05/2022	7	41.76
<b>M2-7 con 5% polvo caucho</b>	03/05/2022	10/05/2022	7	39.72
<b>M3-9 con 10% polvo caucho</b>	03/05/2022	10/05/2022	7	25.97
<b>M3-8 con 10% polvo caucho</b>	03/05/2022	10/05/2022	7	26.99
<b>M3-7 con 10% polvo caucho</b>	03/05/2022	10/05/2022	7	24.96
<b>M4-9 con 15% polvo caucho</b>	03/05/2022	10/05/2022	7	16.81
<b>M4-8 con 15% polvo caucho</b>	03/05/2022	10/05/2022	7	14.26
<b>M4-7 con 15% polvo caucho</b>	03/05/2022	10/05/2022	7	15.79

Fuente: Elaboración propia.

En este ensayo los resultados arrojaron que la muestra M2-8 con el 5% de polvo de caucho tuvo una resistencia mayor, luego se ubica la muestra M2-9 con 5% polvo caucho y en tercer lugar la M1-8 Tradicional.

**Tabla 10:** Prueba de resistencia a la compresión 14 días.

Testigo	Fecha		Edad Días	Resistencia Obtenida Kg/cm2
	Moldeo	Rotura		
<b>M1-6 Tradicional</b>	03/05/2022	17/05/2022	14	57.04
<b>M1-5 Tradicional</b>	03/05/2022	17/05/2022	14	61.12
<b>M1-4 Tradicional</b>	03/05/2022	17/05/2022	14	60.10
<b>M2-6 con 5% polvo caucho</b>	03/05/2022	17/05/2022	14	59.59
<b>M2-5 con 5% polvo caucho</b>	03/05/2022	17/05/2022	14	57.04
<b>M2-4 con 5% polvo caucho</b>	03/05/2022	17/05/2022	14	51.44
<b>M3-6 con 10% polvo caucho</b>	03/05/2022	17/05/2022	14	39.72
<b>M3-5 con 10% polvo caucho</b>	03/05/2022	17/05/2022	14	28.52
<b>M3-4 con 10% polvo caucho</b>	03/05/2022	17/05/2022	14	30.56
<b>M4-6 con 15% polvo caucho</b>	03/05/2022	17/05/2022	14	26.48
<b>M4-5 con 15% polvo caucho</b>	03/05/2022	17/05/2022	14	21.90
<b>M4-4 con 15% polvo caucho</b>	03/05/2022	17/05/2022	14	23.94

Fuente: Elaboración propia.

A los 14 días de curado los testigos ya estaban en la mitad de las pruebas de ensayo, las probetas que tuvieron mayor resistencia fueron las de la muestra tradicional, la más alta de este grupo alcanzo una fuerza de compresión de 1370 kgf, seguidas por las muestras con el agregado del 5% en la cual la muestra M2-6 soportó una fuerza de compresión de 1170 kgf.

**Tabla 11:** Prueba de resistencia a la compresión 28 días.

Testigo	Fecha		Edad Días	Resistencia
	Moldeo	Rotura		Obtenida Kg/cm2
<b>M1-3 Tradicional</b>	03/05/2022	31/05/2022	28	63.66
<b>M1-2 Tradicional</b>	03/05/2022	31/05/2022	28	62.64
<b>M1-1 Tradicional</b>	03/05/2022	31/05/2022	28	61.62
<b>M2-3 con 5% polvo caucho</b>	03/05/2022	31/05/2022	28	64.68
<b>M2-2 con 5% polvo caucho</b>	03/05/2022	31/05/2022	28	63.66
<b>M2-1 con 5% polvo caucho</b>	03/05/2022	31/05/2022	28	61.12
<b>M3-3 con 10% polvo caucho</b>	03/05/2022	31/05/2022	28	42.27
<b>M3-2 con 10% polvo caucho</b>	03/05/2022	31/05/2022	28	31.58
<b>M3-1 con 10% polvo caucho</b>	03/05/2022	31/05/2022	28	36.16
<b>M4-3 con 15% polvo caucho</b>	03/05/2022	31/05/2022	28	31.07
<b>M4-2 con 15% polvo caucho</b>	03/05/2022	31/05/2022	28	24.96
<b>M4-1 con 15% polvo caucho</b>	03/05/2022	31/05/2022	28	28.52

Fuente: Elaboración propia.

Los resultados para la prueba a los 28 días indican que la muestra M2-1 con 5% polvo caucho obtuvo la mayor resistencia, soportando 1210 kgf. En segundo lugar, la muestra M1-3 Tradicional pudo soportar 1100 kgf.

### 3.8.5 Absorción de Agua

Al igual que el diseño de mezcla para la prueba de compresión se usaron las mismas proporciones de materiales para elaborar 12 probetas siendo 3 por cada muestra patrón como lo indica la norma chilena nch2456-2001. Al elaborar las probetas se tuvo especial cuidado al momento de la compactación ya que si la muestra presentará espacios la red capilar sería mayor. Después de elaborarlos también serán llevados a curar por un periodo de 28 días.

**Figura 9:** Probetas siendo curadas para prueba de absorción de agua.



Fuente: Elaboración propia, 2022.

Transcurrido este tiempo se dejarán secar por un lapso de 48 horas en el horno a una temperatura de  $50^{\circ}\text{C} \pm 2^{\circ}\text{C}$ . para tener el peso seco de cada una.

**Figura 10:** Secado en el horno. Foto Propia, (2022).



Fuente: Elaboración propia, 2022.



Después se procede a pesar y medir los testigos con un vernier y una balanza donde se determina el peso exacto de cada cilindro, inmediatamente se sella toda la probeta con ayuda de una cinta dejando una distancia libre de 1 cm para que pueda tener contacto con el agua. Posterior a ello, en un molde de vidrio rectangular de 30cm x 30cm de lado y 10cm de altura, se colmó de agua respecto de la base de absorción de  $5\text{cm} \pm 1\text{ mm}$ . Y se prosiguió a pesar dando un total de 7017 gr.

**Figura 11:** Sellado de probetas. Foto Propia, (2022).



Fuente: Elaboración propia, 2022.

A continuación, se colocan las probetas dentro del molde y se procede a pesar las probetas en lapsos de tiempo de 1min, 3min, 5min, 10min, 15 min, 20 min, 25 min, 30 min y 1 hr. Finalmente se pesan los cubos saturados con agua por 7 días seguidos, calculado su absorción de acuerdo con la norma ASMT C39 y de la Norma Europea UNE-EN 1015-18.

**Figura 12:** Colocación de probetas en el molde para calcular la absorción.



Fuente: Elaboración propia, 2022.

Para calcular el porcentaje de absorción o el grado de capilaridad que tiene cada probeta se usa la siguiente formula:

$$I = \frac{m_t}{a \times d}$$

Donde:

I = Absorbencia

$m_t$  = El cambio en la masa de la muestra en gramos, en el momento t.

a = el área expuesta de la muestra, en mm<sup>2</sup>

d = la densidad del agua en gr / ml

Además, para calcular la densidad del agua se utilizará la siguiente formula:

$$P = \frac{m}{v}$$

Donde:

P = Densidad

m = masa (g)

v = volumen (ml)

Se realizó el ensayo de capilaridad con cada una de las probetas en tiempos determinados, donde la que obtuvo un mejor resultado fue la M2-02 con 5% de caucho pulverizado, variando su peso inicial en tan solo 1 gr, indicándonos que tiene absorción de agua volviéndolo permeable, por el contrario, la muestra con mayor permeabilidad y absorción de agua fue la M1-02 tradicional, que tuvo una variación en su peso de 13gr. con respecto a su masa inicial, esto es debido a que la dosificación tiene más cantidad de arena y esta absorbe el agua gracias al módulo de finura que tiene la arena.

**Tabla 12:** Prueba absorción de agua – variación de masa inicial.

Muestra	Peso	Tiempo (min)								Variación
	Inicial (gr)	1	5	10	20	30	60	180	300	(gr)
M1-01	199	201	203	204	204	205	205	207	208	9
M1-02	200	203	205	207	208	211	211	213	213	13
M1-03	204	205	207	209	212	213	214	214	214	10
M2-01	200	200	201	201	201	201	201	201	202	2
M2-02	191	191	192	192	192	192	192	192	192	1
M2-03	193	193	194	194	194	194	194	194	195	2
M3-01	196	196	196	196	197	197	197	197	199	3
M3-02	194	195	195	195	195	195	195	195	196	2
M3-03	204	204	204	205	205	205	205	206	208	4
M4-01	199	202	203	203	203	204	205	205	208	9
M4-02	193	193	194	194	194	194	196	196	198	5
M4-03	196	196	196	196	196	197	198	199	200	4

Fuente: Elaboración propia.

Del mismo modo se dejó curar las muestras y posterior a ello se pesó cada uno, obteniendo los siguientes resultados, lo que nos indica que la muestra M2-02 con 5% de caucho pulverizado sólo varió su peso inicial en tan solo 1 gr y la muestra con mayor variación fue la muestra M1-02 tradicional, siendo concordante con los datos obtenidos del primer pesaje.

**Tabla 13:** Prueba absorción de agua – variación de masa posterior.

Muestra	Peso Inicial	Tiempo (días)				Variación
	(gr)	1	3	5	7	(gr)
M1-01	199	209	211	213	215	16
M1-02	200	213	213	215	218	18
M1-03	204	214	216	217	218	14
M2-01	200	202	202	202	203	3
M2-02	191	192	192	192	192	1

M2-03	193	195	195	196	196	3
M3-01	196	199	199	199	199	3
M3-02	194	196	196	197	197	3
M3-03	204	208	209	209	209	5
M4-01	199	208	209	209	211	12
M4-02	193	198	199	199	200	7
M4-03	196	200	200	201	201	5

Fuente: Elaboración Propia.

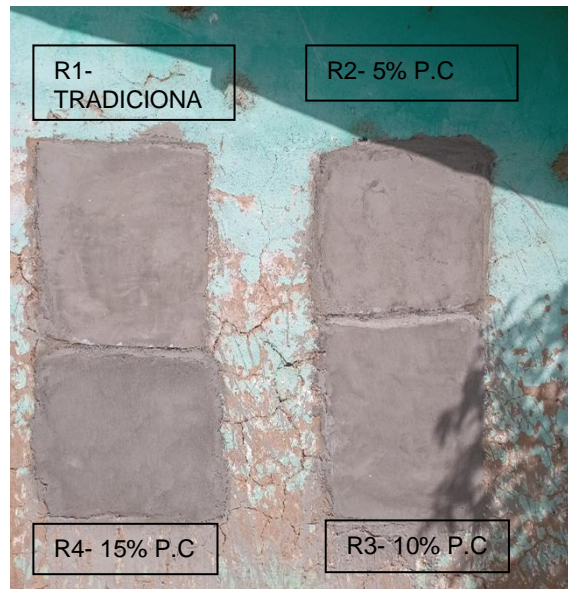
### 3.8.6 Prueba de Retracción

En la vivienda muestra se tomó una pared que no tenía un recubrimiento de mortero, luego se separó en cuatro espacios de 0.50 x 0.50 cm, en cada una se hizo un tarrajeo.

Primero pesamos los materiales con la proporción de 1 en 4 según lo normado en la RNE y para las otras 3 mezclas se reemplazó el agregado fino por polvo de caucho en proporciones de 5%, 10% y 15% correspondientemente ( ver la proporción en la tabla N°) se procedió a realizar la mezcla de cada mortero patrón, luego de delimitar el área de cada una de las muestras se procede a mojar el área a tarrajar para una mejor adición del mortero, ya que la pared no cuenta con ningún soporte de fijación como malla metálica, alambres u otros, con ayuda de la plancha se procedió a hacer una trama en la superficie para aumentar la adherencia del mortero. Después se procedió a tarrajar el área delimitada correspondiente a cada muestra y se repitió este procedimiento con las otras tres áreas con sus mezclas correspondientes.

Finalmente, se dejó secar por un periodo de 24 horas, culminado este se roseará con agua para su perfecto curado, para así ver los resultados a los 7 días, 14 días y 28 días, las fallas que se presentan y comparar en que muestra presenta mayor y menor desgaste de acuerdo a la norma (UNE-EN1015-12).

**Figura 13:** Prueba de retracción, muestras tomadas.






Fuente: Elaboración propia, 2022.

### 3.8.6.1 A los 7 días

Las muestras patronas se realizaron el día 27 de abril, y las primeras apreciaciones se tomaron el día 03 de mayo, teniendo en cuenta que todas siguieron el mismo tipo de cuidado, ambiente y secado.

Donde:

-  Retracción Plástica
-  Retracción Hidráulica
-  Retracción Térmica

La muestra R1 - Tradicional no presenta fisuras por retracción hidráulica, pero si por térmica, las fallas más grandes se ubican en la parte inferior y 2 en el centro, también se visualizan múltiples fallas por retracción plástica distribuidas por toda el área las más grandes están agrupadas en la parte superior.

**Figura 14:** Muestra R1 a los 7 días.



Fuente: Elaboración propia, 2022.

Para el área con la muestra R2- 5% con polvo de caucho presenta 1 sola área conjunta y pequeña de piel de cocodrilo producto de la retracción plástica ubicada en la parte central inferior, no se evidencia casi ninguna fisura y la más visible es pequeña sin ramificación producida por retracción hidráulica. Esta muestra retracción térmica por una concentración de calor en la parte inferior de la muestra.

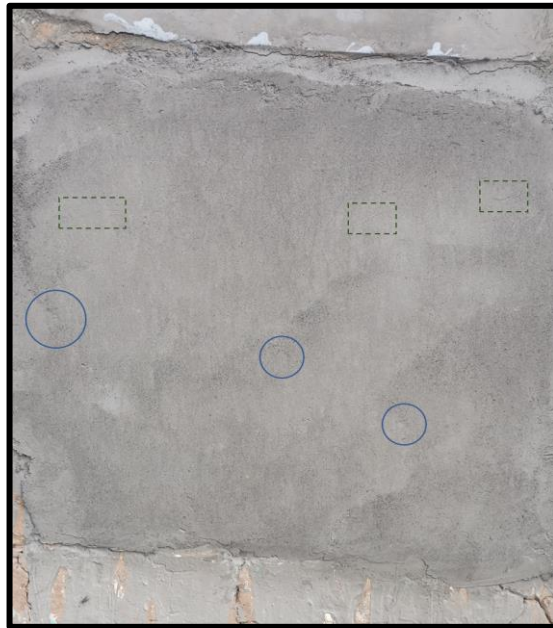
**Figura 15:** Muestra R2 a los 7 días.



Fuente: Elaboración propia, 2022.

En la muestra patrón R3 -10 % con polvo de caucho se puede observar solo 3 áreas pequeñas de fisuras por retracción plástica no conectadas ni concentradas, y muy pocas fisuras por retracción hidráulica que son cortas y no se ramifican y a su vez no están conectadas. Adicional al tacto si se siente poroso.

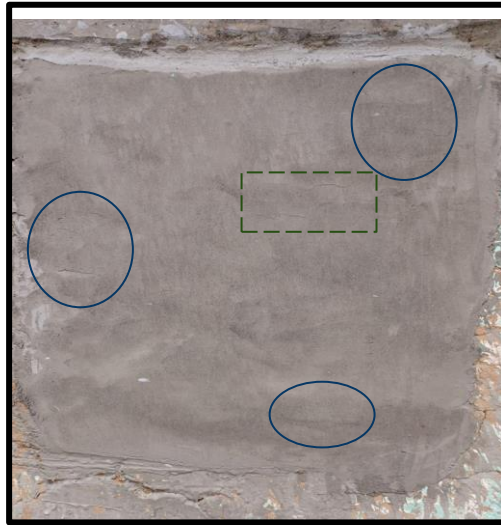
**Figura 16:** Muestra R3 a los 7 días.



Fuente: Elaboración propia, 2022.

La muestra patrón R4 - 15% polvo de caucho presento 3 áreas concentradas donde se puede apreciar la retracción plástica que le dan al tarrajeo una apariencia de piel de cocodrilo, pero son poco profundas, además en el centro del área se observa retracción de tipo hidráulica que se traduce en grietas superficiales, estas no han sido producidas por el espesor del recubrimiento puesto que todas presentan el mismo tamaño especificado en el RNE que es de 1.5cm. Sin embargo, no presentó ninguna falla de reacción térmica.

**Figura 17:** Muestra R4 a los 7 días.



Fuente: Elaboración propia, 2022.

### 3.8.6.1 A los 14 días

En el primer patrón R1 - Tradicional sigue sin presentar grietas por retracción hidráulica, nuevamente las fallas de piel de cocodrilo se concentraron en la parte superior de la muestra y la retracción térmica se incrementó desarrollándose desde la parte inferior. Presenta una textura lisa y poco porosa.

**Figura 18:** Muestra R1 a los 14 días.



Fuente: Elaboración propia, 2022.



Para el segundo patrón el R2 - 5% presentó un aumento de retracción química, y 2 zonas con grietas ramificadas cortas en los exteriores, además de 3 nuevas áreas con fallas por retracción hidráulica. Al tacto es liso y presenta baja porosidad.

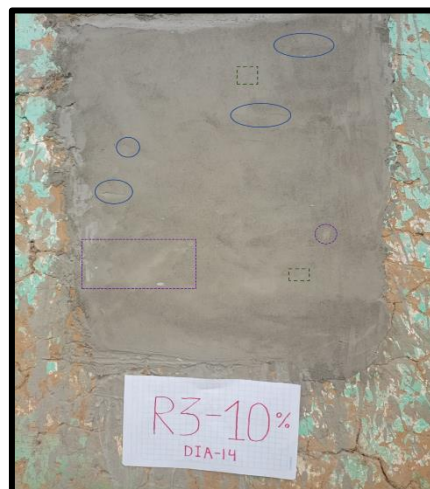
**Figura 19:** Muestra R2 a los 14 días.



Fuente: Elaboración propia, 2022.

En el caso de la muestra R3 -10% con polvo de caucho se observó que hubo fallas por retracción térmica agrupadas por la parte inferior, solo en 2 zonas hubo presencia de grietas no ramificadas y aisladas. La mayor cantidad de cambios fueron por retracción plástica, el tacto es rugoso y presenta porosidad en la periferia de la muestra.

**Figura 20:** Muestra R3 a los 14 días.



Fuente: Elaboración propia, 2022.

La muestra patrón R4 - 15% polvo de caucho presentó 3 áreas nuevas donde se aprecia retracción plástica, en cuanto a fallas de secado las nuevas se concentraron en la parte inferior pero no están ramificadas, por último, se evidenció falla por retracción térmica en la parte inferior.

**Figura 21:** Muestra R4 a los 14 días.

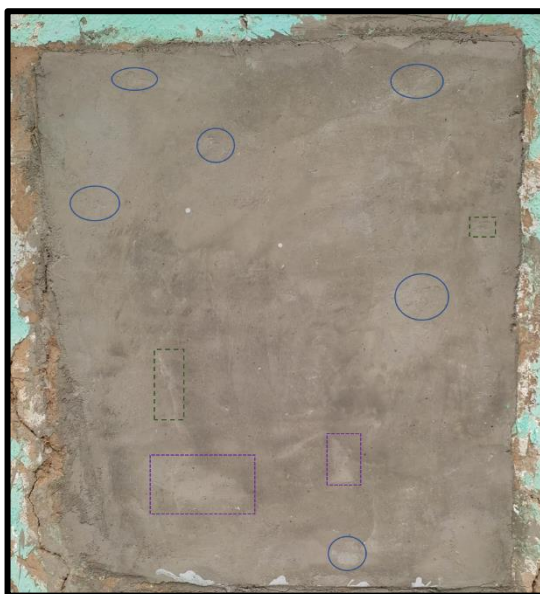


Fuente: Elaboración propia, 2022.

#### **3.8.6.1 A los 28 días**

Culminado el tiempo de curado y secado normativo de la muestra, la R1- Tradicional visualmente tiene una textura lisa, poco porosa y más clara. Sin embargo, aumentó la retracción de tipo química por casi toda la muestra, puesto que se observan pocas grietas por retracción hidráulica de tipo no ramificada y la textura de piel de cocodrilo por retracción plástica se incrementó de forma no concentrada en toda la zona.

**Figura 22:** Muestra R1 a los 28 días.



Fuente: Elaboración propia, 2022.

En el caso de la muestra R2 - 5% con polvo de caucho no se observó nuevas grietas por retracción hidráulica, en el lateral central se puede observar retracción térmica y 4 zonas pequeñas con retracción plástica superficial.

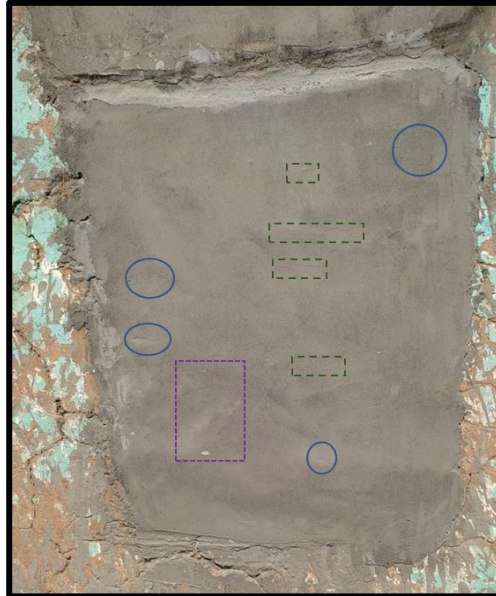
**Figura 23:** Muestra R2 a los 28 días.



Fuente: Elaboración propia, 2022.

La muestra R3-10% con polvo de caucho presento zonas con grietas ramificadas horizontales producto de la retracción hidráulica en la parte central del patrón, también 4 nuevas zonas con piel de cocodrilo producto de la retracción plástica y se hizo visible un punto focal con retracción térmica.

**Figura 24:** Muestra R3 a los 28 días.



Fuente: Elaboración propia, 2022.

Por último, en la muestra R4-15% con polvo de caucho se advierten 4 zonas con grietas horizontales individuales y superficiales por retracción de secado, además de fallas de ahogados concentrados en el lateral y también presenta un vestigio de retracción térmica en la parte inferior.

**Figura 25:** Muestra R4 a los 28 días. Foto Propia, (2022).



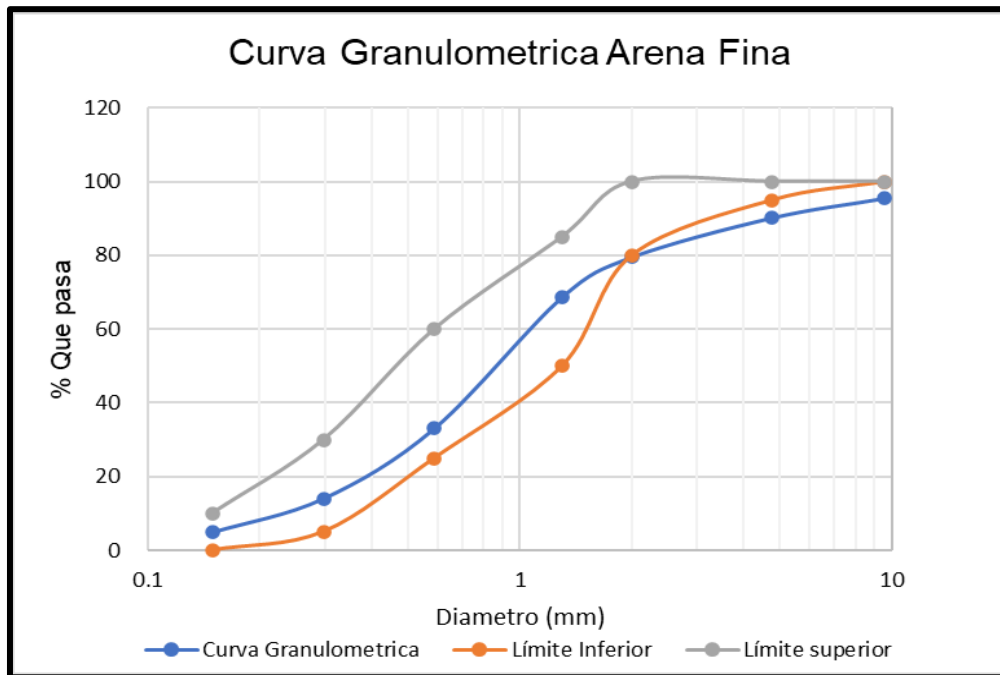
Fuente: Elaboración propia, 2022.

## IV RESULTADOS

### 4.1 Prueba de granulometría

La prueba granulométrica de la arena fina de acuerdo a la normativa del ACI el tamaño máximo permitido para los granos debe ser menor a 0.075mm. De los 1000 gr. que se tomó para la muestra 954.6gr pasaron el tamiz N°4, lo que representa el 95.46%.

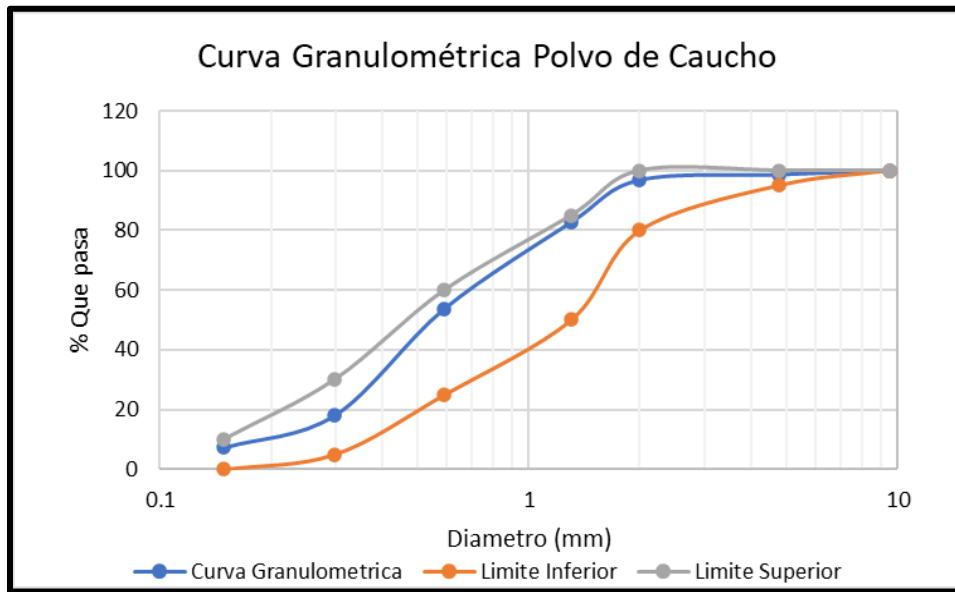
**Figura 26:** Resultado de la granulometría.



Fuente: Elaboración Propia.

Los resultados de esta prueba para el polvo de caucho reciclado se obtuvieron partiendo del requerimiento del mínimo de grano permitido debe ser menor a 0.05 mm, con una muestra de 500 gr, superando el mínimo requerido estipulado en el ACI de 300gr. El gráfico muestra que 427 gr. pasaron el tamiz N° 30 representando así el 85.4% del total.

**Figura 27:** Resultado de la granulometría del polvo de caucho.



Fuente: Elaboración Propia.

#### 4.2 Peso específico y absorción

Se obtuvieron los siguientes porcentajes promedios del contenido de humedad para el agregado fino (arena), como se muestra en la siguiente tabla. Donde la masa promedio tiene como peso específico 2.55gr/cm<sup>3</sup>, y el peso específico de masa saturada 2.75g/cm<sup>3</sup>, peso específico aparente 2.47g/cm<sup>3</sup> y una absorción de 2.86%.

**Tabla 14:** Peso específico y absorción de la arena fina.

Descripción	Ensayo
A = Peso en el aire de la muestra seca	484.90
B = Peso de la fiola aforada llena de agua	673.45
C = Peso total de la fiola, aforada con la muestra de agua	980.55
S = Peso de la muestra saturada con superficie seca	500.00
Peso específico de masa (Pem)	2.55
Peso específico de masa saturada con superficie seca (Pemsss)	2.75
Peso específico aparente (Pea)	2.47
Absorción (%)	2.86

Fuente: Elaboración Propia.

### 4.3 Diseño de Mezcla

Se tomó como guía la normativa ACI donde cada muestra se elaboró con las características y proporciones descritas en las tablas.

**Tabla 15:** Diseño de mezcla – relación.

Material	Peso	Relación
Cemento	500 gr.	-
Arena Fina	1375 gr.	2.75
Polvo de Caucho	1375 gr.	2.75 -%
Agua	242 ml.	0.485

Fuente: Elaboración Propia.

**Tabla 16:** Dosificación de materiales para el diseño de las muestras.

Muestra	Cemento	Arena	Agua	Polvo de Caucho	Peso Total (gr)
1: Mortero tradicional	500 gr	1375	242ml	-	2117
2: Mortero con 5% caucho	500 gr	1306.25	242ml	68.75	
3: Mortero con 10% caucho	500 gr	1237.5	242ml	137.5	
4: Mortero con 15% caucho	500 gr	1168.75	242ml	206.25	

Fuente: Elaboración Propia.

### 4.4 Resistencia a la Compresión

Los valores obtenidos del ensayo basado en la norma ASTM C39 y el método NTP 339.034, donde se aplicó una carga axial en la parte superior de cada probeta hasta que alcance la rotura, teniendo que alcanzar un mínimo de 35 kgf/cm<sup>2</sup> a los 28 días. Se prepararon 36 probetas, siendo repartidas de acuerdo al porcentaje de polvo de caucho de 5%, 10% y 15% por cada tiempo de curado, para 7 días, 14 días y 28 días. (Ver tablas).

Para el mejor entendimiento se elaboró la siguiente tabla a modo de resumen donde a cada familia de muestras se le asignó una letra, el M2-B con 5% polvo caucho obtuvo un mejor resultado a los 7 días con 41.76 kgf/cm<sup>2</sup>, a los 14 días fue la M1-B Tradicional con 61.12 kgf/cm<sup>2</sup> y a los 28 días la M2-A con 5% polvo

caucho con 64.68 kgf/cm<sup>2</sup>. Lo que nos indica que las probetas que tienen una dosificación con un agregado de 5% de polvo de caucho resultaron óptimos.

**Tabla 17:** Resumen ensayo de resistencia a la compresión.

<b>Muestra</b>	<b>Día de moldeo</b>	<b>Día 7</b>	<b>Día 14</b>	<b>Día 28</b>
<b>M1-A</b> <b>Tradicional</b>	03/05/2022	37.18	57.04	63.66
<b>M1-B</b> <b>Tradicional</b>	03/05/2022	39.22	61.12	62.64
<b>M1-C</b> <b>Tradicional</b>	03/05/2022	36.16	60.10	61.62
<b>M2-A con 5%</b> <b>polvo caucho</b>	03/05/2022	40.74	59.59	64.68
<b>M2-B con 5%</b> <b>polvo caucho</b>	03/05/2022	41.76	57.04	63.66
<b>M2-C con 5%</b> <b>polvo caucho</b>	03/05/2022	39.72	51.44	61.12
<b>M3-A con 10%</b> <b>polvo caucho</b>	03/05/2022	25.97	39.72	42.27
<b>M3-B con 10%</b> <b>polvo caucho</b>	03/05/2022	26.99	28.52	31.58
<b>M3-C con 10%</b> <b>polvo caucho</b>	03/05/2022	24.96	30.56	36.16
<b>M4-A con 15%</b> <b>polvo caucho</b>	03/05/2022	16.81	26.48	31.07
<b>M4-B con 15%</b> <b>polvo caucho</b>	03/05/2022	14.26	21.90	24.96
<b>M4-C con 15%</b> <b>polvo caucho</b>	03/05/2022	15.79	23.94	28.52

Fuente: Elaboración propia.



#### **4.5 Prueba de Absorción de Agua**

Después de procesar los datos obtenidos en el ensayo se determina que la muestra con menor capilaridad es la M2-02, cuya composición de mezcla tiene la adición del polvo de caucho en un 5%, mientras que la probeta con mayor porcentaje de absorción de agua y cambio en de peso en su masa fue la M1-01, perteneciente a la mezcla tradicional que no presenta ningún porcentaje de caucho pulverizado, que en los primeros 300 minutos su peso aumento en 13gr. y al cabo de 8 días en 18 gr. Del mismo modo, todas las muestras tradicionales fueron las que mayor aumento en masa presentaron, lo que se traduce como poco permeables debido a que por su composición con arena lo hace más absorbente de agua, mientras que las partículas de caucho pulverizado lo repelen y trabajan rellenando los espacios vacíos en la probeta con lo cual los convierten en menos porosas.

**Tabla 18:** Resumen ensayo de absorción de agua.

Tiempo (s)	Muestra Tradicional			5% polvo caucho			10% polvo caucho			15% polvo caucho		
	M1-01	M1-02	M1-03	M2-01	M2-02	M2-03	M3-01	M3-02	M3-03	M4-01	M4-02	M4-03
<b>60s</b>	0.0151	0.0151	0.0050	0.0000	0.0000	0.0000	0.0050	0.0050	0.0000	0.0000	0.0000	0.0000
<b>300s</b>	0.0101	0.0101	0.0101	0.0050	0.0050	0.0050	0.0000	0.0000	0.0000	0.0050	0.0050	0.0000
<b>600s</b>	0.0050	0.0101	0.0101	0.0000	0.0000	0.0000	0.0000	0.0000	0.0050	0.0000	0.0000	0.0000
<b>900s</b>	0.0000	0.0050	0.0151	0.0000	0.0000	0.0000	0.0050	0.0000	0.0000	0.0000	0.0000	0.0000
<b>1200s</b>	0.0050	0.0151	0.0050	0.0000	0.0000	0.0000	0.0000	0.0000	0.0000	0.0050	0.0000	0.0050
<b>1500s</b>	0.0000	0.0000	0.0050	0.0000	0.0000	0.0000	0.0000	0.0000	0.0000	0.0050	0.0101	0.0050
<b>1800s</b>	0.0101	0.0101	0.0000	0.0000	0.0000	0.0000	0.0000	0.0000	0.0050	0.0000	0.0000	0.0050
<b>3600s</b>	0.0050	0.0000	0.0000	0.0050	0.0000	0.0050	0.0101	0.0050	0.0101	0.0151	0.0101	0.0050
<b>86400s</b>	0.0050	0.0000	0.0000	0.0000	0.0000	0.0000	0.0000	0.0000	0.0000	0.0000	0.0000	0.0000
<b>259200s</b>	0.0101	0.0000	0.0101	0.0000	0.0000	0.0000	0.0000	0.0000	0.0050	0.0050	0.0050	0.0000
<b>432000s</b>	0.0101	0.0101	0.0050	0.0050	0.0000	0.0050	0.0000	0.0050	0.0000	0.0000	0.0000	0.0050
<b>604800s</b>	0.0101	0.0151	0.0050	0.0000	0.0000	0.0000	0.0000	0.0000	0.0000	0.0101	0.0050	0.0000

Fuente: Elaboración Propia.

Se determinó la permeabilidad del mortero según recomendación de la norma europea para las diferentes dosificaciones para el cual se ensayaron un total de 12 testigos de concreto, en los cuales obtenemos el coeficiente de absorción promedio por cada diseño de mezcla.

**Tabla 19:** Relación de permeabilidad Vs. % de adición de caucho reciclado.

<b>% de Adición de polvo de caucho</b>	<b>Permeabilidad Promedio (mm/s)</b>
0	0.08
5	0.01
10	0.02
15	0.04

Fuente: Elaboración Propia.

#### **4.6 Prueba de Retracción**

En la tabla se muestra de forma progresiva el proceso de secado y las fallas de retracción, obtuvo un mejor secado la R2-5% que presento baja cantidad de grietas producto de retracción hidráulica, solo 5 zonas de retracción plástica y 2 de retracción térmica, seguida por la muestra R1-Tradicional, la R3-10% y por último la R4-15%, con múltiples fallas, textura porosa, tono más oscuro.

**Tabla 20:** Resumen ensayo de retracción.

Muestra		7 días		14 días		28 días
<b>R1- Tradicional</b>		6 zonas retrac. Plástica 0 zonas retrac. Hidrau. 2 zonas retrac. Térmica		4 zonas retrac. Plástica 0 zonas retrac. Hidrau. 2 zonas retrac. Térmica		6 zonas retrac. Plástica 2 zonas retrac. Hidrau. 2 zonas retrac. Térmica
<b>R2- 5% Polvo de caucho</b>		1 zonas retrac. Plástica 1 zonas retrac. Hidrau. 1 zonas retrac. Térmica		2 zonas retrac. Plas. 3 zonas retrac. Hidrau. 1 zonas retrac. Térmica		0 zonas retrac. Plástica 4 zonas retrac. Hidrau. 1 zonas retrac. Térmica
<b>R3- 10% Polvo de caucho</b>		3 zonas retrac. Plas. 3 zonas retrac. Hidrau. 0 zonas retrac. Termica		4 zonas retrac. Plas. 1 zonas retrac. Hidrau. 2 zonas retrac. Térmica		4 zonas retrac. Plástica 4 zonas retrac. Hidrau. 1 zonas retrac. Térmica
<b>R4- 15% Polvo de caucho</b>		3 zonas retrac. Plástica 1 zonas retrac. Hidrau. 0 zonas retrac. Térmica		3 zonas retrac. Plástica 2 zonas retrac. Hidrau. 1 zonas retrac. Térmica		4 zonas retrac. Plástica 4 zonas retrac. Hidrau. 1 zonas retrac. Térmica

Fuente: Elaboración Propia.

## V DISCUSIÓN

El propósito de esta investigación es determinar la influencia que tiene el polvo de caucho al utilizarlo como agregado fino en la mezcla y cómo influye sobre las propiedades en estado endurecido del mortero, para esto fue necesario realizar la caracterización de la materia prima (caucho pulverizado), donde este material pasó por un control de calidad bajo las Normas Técnicas Peruanas (NTP) y las Sociedad Americana para Pruebas y Materiales (ASTM), para tener un 95% de confiabilidad y así lograr resultados más precisos. Adicional, se realizó los ensayos mecánicos en estado endurecido como: compresión y absorción de agua (capilaridad) a probetas cilíndricas de mortero a base de cemento Andino tipo V, arena fina y a diferentes porcentajes (5,10% y15%) de polvo de caucho.

### 5.1 Resistencia a la compresión

En la investigación de (García, 2020) se determinó que: “La adición de caucho granulado en el concreto patrón de calidad  $f'c= 210 \text{ kg/cm}^2$  tiene una influencia significativa positiva en su resistencia a compresión y flexión para la utilización en obras de ingeniería, en Lima 2020” ya que tiene un incremento en su resistencia a la compresión a los 7 y 14 días de 4%, con la adición de 5% de caucho granulado. Y en esta investigación se corrobora los resultados obtenidos ya que también se llegó a la misma proporción del 5% como la muestra que obtuvo mejores resultados en específico, la M2-B con 5% polvo caucho que a los 28 días arrojó una resistencia de  $64.68 \text{ kg/cm}^2$ , mientras que la tradicional M1-A obtuvo una resistencia de  $63.66 \text{ kg/cm}^2$ .

**Tabla 21:** Comparación de resultados de ensayo de resistencia a la compresión.

Autor	Muestra	Días		
		7	14	28
García, 2020.	Tradicional	169	190	-
	5% polvo caucho	180	199	-
Propia, 2022	M1 – A Tradicional	37.18	57.04	63.66
	M2 – B con 5% polvo caucho	41.76	59.59	64.68

Fuente: Elaboración Propia.

## 5.2 Absorción de agua o permeabilidad

Se tomó el estudio de (Estela y Vásquez, 2020) ya que tiene el mismo porcentaje de (0%, 5%, 10% y 15% de partículas de caucho reciclado), aunque el diseño de las mezclas son distintas una para concreto poroso y otra para mortero lo que puede resultar en brechas de valores altos ambos tienen como común la conclusión que por medio del ensayo de permeabilidad se determina que la mezcla porosa tiene una permeabilidad promedio en la muestra tradicional de 3.91 mm/s y la que tiene la adición del 15% de 7.98 mm/s, mientras que en esta investigación la muestra tradicional tiene un promedio de 0.08mm/s y la muestra con 15% de 0.40 mm/s se observa que a medida que se incrementa el porcentaje de caucho reciclado la permeabilidad incrementa en un 20%. Estos datos afirman y secundan los resultados obtenidos en esta investigación ya que la muestra con mejor resultado fue la M2-02 con 5% de caucho.

**Tabla 22:** Comparación de resultados de Promedio de Permeabilidad.

% de Adición de polvo de caucho	Permeabilidad Promedio (mm/s)	
	Propia	Estela y Vásquez
<b>0</b>	0.08	3.91
<b>5</b>	0.10	4.72
<b>10</b>	0.20	6.56
<b>15</b>	0.40	7.98

Fuente: Elaboración Propia

## 5.3 Retracción

Ya que las investigaciones en el tema del mortero con adición de polvo de caucho reciclado en esta prueba son de campo y de tipo cualitativo, no es posible compararlo con investigaciones previas puesto que no existe una matriz establecida para ello y los resultados van a variar y verse afectados por diversos motivos como: región, ubicación de la aplicación de la muestra, tipo de muro, condiciones climáticas, entre otros.

## VI CONCLUSIONES

1. Se determinó que para lograr que el polvo de caucho sea adecuado para la mezcla del mortero esta debe cumplir con la normativa ASTM C136, es decir que su granulometría sea fina y no sobrepasar los 0.05mm o estar en los tamices inferiores al número 40.
2. En cuanto a la prueba de resistencia a la comprensión se determinó que solo es necesario la incorporación de un 5% de caucho pulverizado en la mezcla del mortero para aumentar la resistencia, ya que si se sobrepasa esta proporción la mezcla tiende a sufrir un declive negativo, no superando lo mínimo establecido de 3.45 Mpa o 35 kgf/cm<sup>2</sup> según el método NTP 339.034 en comparación con la muestra patrón convencional o sin adición de caucho.
3. Para absorción de agua o permeabilidad se concluye que la adición del polvo de caucho aumenta las propiedades impermeabilizantes del concreto al fundirse y sellar los huecos o poros por donde se filtra el agua. Esto se ve reflejado en la muestra M2-02 que obtuvo el mejor resultado. Y se traduce como una ventaja aplicativa como en la premisa de esta investigación sobre los muros de adobe propensos a la humedad o lluvias.
4. Se concluye con la prueba de campo que la muestra R2 con 5% de polvo de caucho obtuvo el mejor proceso de curado, secado, de adherencia y aspecto presentando un aspecto con pocas “fallas visibles”, lo que se traduce como menor retracción y a su vez la mejor opción para el tarrajeo sobre muros de albañilería a base de tierra como el adobe.

## VII RECOMENDACIONES

1. Se recomienda seguir elaborando estudios posteriores para aplicar este agregado nuevo en campo y superficies más grandes, ya que hasta la actualidad sólo existe 1 antecedente local.
2. Es recomendable elegir el polvo de caucho más fino, puesto que las medidas más comerciales oscilan entre 2 a 5 mm, sin embargo, para el diseño de mezcla se requiere que sea menor de 0.05 mm.
3. Al ser un agregado muy fino cuya composición tiene derivados del petróleo y otros compuestos nocivos, es recomendable la manipulación del mismo con epps (guantes, cubrebocas, lentes). Y almacenarlo en un lugar seco.
4. Para conseguir una buena distribución del polvo de caucho, se recomienda mezclar al principio con el resto de material seco, después de haber colocado el agregado fino y el cemento para posterior adicionar el agua en pequeñas cantidades mientras se realiza la mezcla y evitar que se levante cualquier polvillo.
5. Se recomienda usar este material académico como instrumento o guía de consulta para efecto de futuras investigaciones sobre la adición del polvo de caucho en el mortero.



## REFERENCIAS

1. **A.C. 2015.** *Plan de Manejo de Neumáticos Usados de Desecho. En línea. NOM-161-SEMARNAT-2011.* México. Disponible en: [https://www.gob.mx/cms/uploads/attachment/file/190012/Plan\\_de\\_Manejo\\_de\\_Neumaticos\\_Usados.pdf](https://www.gob.mx/cms/uploads/attachment/file/190012/Plan_de_Manejo_de_Neumaticos_Usados.pdf). Consultado el 08/03/2022].
2. **AHORA. (2018).** *Hay 71 botaderos municipales en Hco. OEFA ordena recuperar áreas.* [en línea]. 27 de noviembre de 2018. Disponible en: <https://ahora.com.pe/hay-71-botaderos-municipales-en-hco-oefa-ordena-recuperar-areas/#:~:text=En%20Huánuco%20el%20botadero%20más,toneladas%20de%20residuos%20depositados%20diariamente>.
3. **ARMENTIA, A (2019).** *Neumáticos en desuso: aporte de la ciencia bonaerense a una problemática ambiental.* COMISION DE INVESTIGACIONES CIENTIFICAS [en línea]. [consultado el 05 de mayo de 2022]. Disponible en: <https://www.cic.gba.gob.ar/2021/05/27/reciclado-de-neumaticos-aporte-de-la-ciencia-bonaerense-a-una-problematika-ambiental/>
4. **Asociación de Productores de Cemento, 2015.** *Aprueban normas técnicas peruanas referidas a Cemento, Concreto y Agregados.* En línea. Disponible en: <http://www.asocem.org.pe/noticias-nacionales/aprueban-normas-tecnicas-peruanas-referidas-a-cemento-concreto-y-agregados>. [Consultado el 21/03/2022].
5. **ASOCEM (2015).** *Asociación de productores de cemento.* (s. f.). Asocem. <http://www.asocem.org.pe/>
6. **ASTM International (2015).** *Standard test method for measurement of rate of absorption of water by hydraulic-cement concretes.* (s. f.). *Standards Worldwide.* <https://www.astm.org/c1585-13.html>
7. **BELICZKY, D. y FAJEN, J. (2000).** *Capítulo 80 Industria del caucho.* En: Enciclopedia de la OIT. Washington D. C.: D – INSHT, 2012. 22 p.
8. **BORJA Suárez, Manuel. 2012.** *Metodología de Investigación Científica para Ingeniería Civil.* Chiclayo: s.n., 2012.
9. **BRITO Rodríguez, J. (2021).** *Uso de caucho de desecho en la elaboración de concreto hidráulico.* Tesis de maestría. Cuernavaca Morelos: Universidad Autónoma del Estado de Morelos.
10. **CASTILLO Castillo, R. (2013).** *Manual de construcción.* Unión Andina de Cementos S.A.A. <https://www.unacem.com.pe/wp-content/uploads/2014/12/MCons.pdf>

11. **CONSTRUMÁTICA, (2005).** *Características de los morteros.* En línea. Portal de Arquitectura, Ingeniería y Construcción | Construmática. [s. f.]. Disponible en:  
[https://www.construmatica.com/construpedia/Características\\_de\\_los\\_Morteros](https://www.construmatica.com/construpedia/Características_de_los_Morteros). [Consultado el 15/04/2022].
12. **Colegio de Ingenieros del Perú, (1987).** *Código de Ética.*  
[https://www.cip.org.pe/publicaciones/reglamentosCNCD2018/codigo\\_de\\_etica\\_del\\_cip.pdf](https://www.cip.org.pe/publicaciones/reglamentosCNCD2018/codigo_de_etica_del_cip.pdf)
13. **COMUNIDAD ANDINA.** *Decisión 636 Modificación de la Decisión 617. Norma Internacional de 19 de julio de 2006. Gaceta Oficial del Acuerdo de Cartagena* [en línea]. 21 de julio de 2006, (1372) [consultado el 12 de abril de 2022]. Disponible en: <https://www.gob.ec/regulaciones/decision-636-modificacion-decision-617>
14. **Convenio de Berna para Protección de Obras Literarias y Artísticas.** *Páginas - Procuraduría Universitaria de la UTPL* [en línea]. [sin fecha] [consultado el 12 de abril de 2022]. Disponible en: <https://procuraduria.utpl.edu.ec/SiteAssets/Legislacion%20Externa/Convenio%20de%20Berna.pdf>
15. **CHINCHANO Poma, E. (2019).** *Estudio experimental de la resistencia mecánica a la compresión del concreto adicionado con residuos de llantas de caucho, Huánuco 2019.* Título Profesional. Repositorio Universidad de Huánuco. Recuperado de:  
<http://repositorio.udh.edu.pe/bitstream/handle/123456789/2449/CHINCHANO>
16. **DISEÑO DE MEZCLA (ACI-COMITÉ 211), (2018).** *American Concrete Institute.*
17. **ESTELA Horna, J. y VASQUEZ Quispe, J. (2020).** *Influencia de la incorporación de partículas de caucho reciclado en el concreto poroso, en la ciudad de Jaén – Cajamarca.* Título Profesional. Repositorio Universidad Nacional de Jaén. Recuperado de:  
<http://repositorio.unj.edu.pe/handle/UNJ/269>
18. **GARCÍA, M. A. (2020).** *Influencia de la adición de caucho granulado en 5%, 10% y 15% en la resistencia a compresión y flexión del concreto para la utilización en obras de ingeniería, Lima.* Tesis de licenciatura. Repositorio de la Universidad Privada del Norte. Recuperado de  
<https://hdl.handle.net/11537/25034>

19. **GIRALDO Antúnez, J. (2019).** *Resistencia a la compresión y flexión de concreto con 10% y 20% de fibras de caucho reciclado* (Título Profesional). Repositorio Universidad San Pedro. [http://repositorio.usanpedro.pe/bitstream/handle/USANPEDRO/14307/Tesis\\_63816](http://repositorio.usanpedro.pe/bitstream/handle/USANPEDRO/14307/Tesis_63816).
20. **GOMEZ, Luciano, 2018.** *El conflicto de los neumáticos brasileños: análisis del caso en el marco del Mercosur y la omc*. Informe Integrar. Buenos Aires: INSTITUTO DE INTEGRACIÓN LATINOAMERICANA.
21. **GONZALES, M. (2002).** *Tecnología Del Concreto Diseño De Mezclas en el Perú*. Editorial – Lima.
22. **HERNÁNDEZ R, FERNÁNDEZ C y BAPTISTA P., (2014).** *Definiciones de los enfoques cuantitativo y cualitativo, sus similitudes y diferencias en Metodología de la investigación*, sexta edición, McGraw Hill Education, México
23. **INADUR, (2017).** *Plan de desarrollo urbano de Huánuco*. Disponible en: <https://www.miciudad.pe/wp-content/uploads/Plan-Desarrollo-Urbano-Huanuco.pdf>
24. **INEI, (2017).** *Censos Nacionales de Población, Vivienda y Comunidades Indígenas: Perfil Sociodemográfico*. [https://www.inei.gov.pe/media/MenuRecursivo/publicaciones\\_digitales/Est/Lib1539/libro.pdf](https://www.inei.gov.pe/media/MenuRecursivo/publicaciones_digitales/Est/Lib1539/libro.pdf)
25. **International Potato Center. (2012).** *Guía práctica para producir nuestra semilla de papa de calidad: guía para agricultores/agricultoras y técnicos*. En línea. Disponible en: <https://doi.org/10.4160/978-92-9060-424-2>. [consultado el 24/03/2022].
26. **ISAN, Ana. (2017).** *Definición de reciclaje*. En línea. Ecologiaverde.com. 22/11/2017. Disponible en: <https://www.ecologiaverde.com/definicion-de-reciclaje-240.html>. [Consultado el 21/03/2022].
27. **LA REPUBLICA. (2019).** *Seis países alrededor del mundo reciclan más de 50% de su basura durante el año 2019.*, pp. 1–2. Recuperado de: <https://www.larepublica.co/responsabilidad-social/seis-paises-alrededor-del-mundo-reciclan-mas-de-50-de-su-basura-durante-el-ano-2813051>
28. **LÍDER GRASS PERÚ (2015).** *Grass Sintético, llegamos a todo PERÚ*. (s. f.). [grass-sintético-Perú. https://www.lidergrassperu.com/](https://www.lidergrassperu.com/)

29. **LORES, José Carlos (2012).** *Manual de construcción [en línea].* Lima: Cementos Lima S.A.A, [consultado el 31 de marzo de 2022]. Disponible en: doi: <file:///C:/Users/usuario/Downloads/Manual-de-Construccion%20.pdf>
30. **MAGALLANES, C. y GUILLÉN, I. (2014).** *Informe de investigación N° 61/2014-2015: Experiencias en el tratamiento de neumáticos fuera de uso en Iberoamérica.* Lima. Recuperado de [http://www2.congreso.gob.pe/sicr/cendocbib/con4\\_uibd.nsf/8825141B7F35F94F0525810C0070DA35/\\$FILE/275\\_INFINVES61\\_2014\\_neumatico.pdf](http://www2.congreso.gob.pe/sicr/cendocbib/con4_uibd.nsf/8825141B7F35F94F0525810C0070DA35/$FILE/275_INFINVES61_2014_neumatico.pdf)
31. **MARCELO M. GÓMEZ. 2015.** *Introducción a la metodología de la investigación científica.* Argentina: Editorial Brujas. ISBN 9789875911611.
32. **MARTINEZ, J. y MARTILLO, J. (2020).** *Mortero tradicional con caucho reciclado para recubrimiento de mampostería.* En línea. BachelorThesis. Guayaquil: Universidad Laica Vicente Rocafuerte. Disponible en: Repositorio Universidad Laica Vicente Rocafuerte, <http://repositorio.ulvr.edu.ec/handle/44000/3998>. [Consultado el 11/03/2022].
33. **MARTÍNEZ, J. (2021).** *Los sectores más contaminantes del planeta y sus soluciones.* BREEAM® ES. <https://breeam.es/sectores-mas-contaminantes-del-planeta/>
34. **MASTER DECO. (2022).** *Ecorubber 15 kg caucho en polvo 2.* En línea. Showroom Previa Cita. [s. f.]. Disponible en: [https://masterdecor.pe/index.php?id\\_product=110&rewrite=ecorubber-5-kg-caucho-en-polvo-2&controller=product](https://masterdecor.pe/index.php?id_product=110&rewrite=ecorubber-5-kg-caucho-en-polvo-2&controller=product). [consultado el 24/04/2022].
35. **MENDOZA, Jícara V. (2018).** *Influencia del porcentaje, tipo y dosificación de microsílíce en la resistencia a la compresión y capilaridad en morteros elaborados con cemento tipo V, Trujillo 2017* [Tesis de licenciatura]. Repositorio de la Universidad Privada del Norte. Recuperado de: <https://hdl.handle.net/11537/13859>
36. **MOLINA Alomar, Jorge. 2019.** *Ley REP: Decreto final de neumáticos fija metas de recolección regionales desde 2023 – País Circular.* En línea. País Circular. 01/04/2019. Disponible en: <https://www.paiscircular.cl/industria/ley-rep-decreto-final-de-neumaticos-fija-metas-de-recoleccion-regionales-desde-2023>. [Consultado el 24/03/2022].
37. **MOYA A, Cristobal, (2019).** *Medición de la tasa de absorción de muros de hormigón con sistema e.i.f.s.* En línea. Informe N° 1.359.133 Rev.0 /2019. Santiago: IDIEM, 2019. Disponible en: [https://catalogoarquitectura.s3.amazonaws.com/media/post\\_file/Esquema\\_absorci\\_n\\_agua\\_Def\\_5c0dabe6-5e88-478c-b07a-56fb6a13e857.pdf](https://catalogoarquitectura.s3.amazonaws.com/media/post_file/Esquema_absorci_n_agua_Def_5c0dabe6-5e88-478c-b07a-56fb6a13e857.pdf).

38. **NORMA ESPAÑOLA UNE-EN-1015-12 (2003).** *Método de ensayo de los morteros para albañilería: determinación de la retracción de los morteros endurecidos.*
39. **NORMA ESPAÑOLA UNE-EN-1015-18 (2003).** *Métodos de ensayo de los morteros para albañilería, determinación del coeficiente de absorción de agua por capilaridad del mortero endurecido.*
40. **NORMA TÉCNICA E.060 CONCRETO ARMADO. (2018).** Perú.
41. **NORMA TÉCNICA E.070 ALBAÑILERÍA. (2018).** Perú.
42. **NORMA TÉCNICA PERUANA 334.051 (2018).** *Dosificación del mortero.* Perú.
43. **NORMA TÉCNICA PERUANA 339.034 (2018).** *Determinación de La Resistencia a La Compresión Del Concreto en Muestras Cilíndricas.* Perú.
44. **NORMA TÉCNICA PERUANA 400.010 (2018).** *Agregados, Extracción y preparación de muestras.* Perú.
45. **NORMA TÉCNICA PERUANA 400.012 (2018).** *Análisis granulométrico del agregado fino, grueso y global.* Perú.
46. **PERÚ.** *Congreso de la República. Ley que modifica el artículo 84 de la Ley 30220 Ley Universitaria. Ley n.º 30697. Diario Oficial El Peruano* [en línea]. 16 de diciembre de 2017 [consultado el 12 de abril de 2022]. Disponible en: <http://epdoc2.elperuano.pe/EpPo/DescargaINDA.asp?Referencias=NjNlWQlZCvkl5V0xIOVdXVjlXWUJMSFICOVdfXzIXVU45V1hDWVhVTjIX>
47. **PERÚ.** *Ley que modifica el decreto legislativo 822, ley sobre el derecho de autor* [en línea]. Ley n.º 30276 [sin fecha]. 3 de diciembre de 2014 [consultado el 12 de abril de 2022]. Disponible en: [http://www2.congreso.gob.pe/Sicr/TraDocEstProc/Expvirt\\_2011.nsf/Repexpvirt?OpenForm&Db=201102314&View](http://www2.congreso.gob.pe/Sicr/TraDocEstProc/Expvirt_2011.nsf/Repexpvirt?OpenForm&Db=201102314&View)
48. **PORTAFOLIO, 2019.** *Las imparables ruedas de la contaminación.* En línea. Disponible en: <https://www.portafolio.co/economia/finanzas/imparables-ruedas-contaminacion-437016>. [Consultado el 21/03/2022].
49. **PORTUGAL Barriga, P. (2007).** *Tecnología del concreto de alto desempeño - High Performance Concrete.* (1a ed.). Imprimerie Lafayette. [https://doi.org/file:///C:/Users/usuario/Downloads/TECNOLOGIA\\_DEL\\_CONCRETO\\_DE\\_ALTO\\_DESEMPEN.pdf](https://doi.org/file:///C:/Users/usuario/Downloads/TECNOLOGIA_DEL_CONCRETO_DE_ALTO_DESEMPEN.pdf)

50. **QUIROGA Zúñiga, M. y MAQUERA Jalanoca, A. (2019).** *Evaluación del desempeño térmico utilizando polvo de caucho y poliestireno expandido para uso como material alternativo en acabados y juntas de muros de albañilería en la ciudad de Tacna.* Título Profesional. Tacna: Universidad Privada de Tacna.
51. **QUISPE Soto, Y. MAYHUIRE Pacheco, H. (2019).** *Incorporación de fibras de caucho neumático reciclado influyen en el comportamiento del concreto estructural en la ciudad de Abancay, 2018.* En línea. Título Profesional. Abancay: Universidad Tecnológica de los Andes. Disponible en: <https://repositorio.utea.edu.pe/handle/utea/225>.
52. **TAPIAS León, J.A. RAMIREZ Morales, S. A. (2018).** *Evaluación del comportamiento mecánico de un concreto no convencional adicionando caucho reciclado.* (Tesis pregrado). Ibagué, Colombia. Universidad de Ibagué. <http://repositorio.unibague.edu.co:80/jspui/handle/20.500.12313/735>
53. **Residuos Profesionales, 2014.** *Argentina: gobierno y municipios cooperarán en gestión de neumáticos.* En línea. Disponible en: <https://www.residuosprofesional.com/argentina-gobierno-y-municipios-cooperaran-en-la-gestion-sostenible-de-neumaticos-usados/>. [consultado el 11/03/2022].
54. **RESTU, F., HENRICUS, P., & AKHMAD, A. (2019).** *An Investigation on Mechanical Properties and Damping Behaviour of Hardened Mortar with Rubber Tire Crumbs (RTC).* MATEC Web of Conferences, 1-6.
55. **RIVVA López, E. (2000).** *Naturaleza y materiales del concreto (2a ed.). ACI Perú.* [https://doi.org/file:///C:/Users/usuario/Downloads/dokumen.tips\\_1-naturaleza-y-materiales-del-concreto-rivva-lopezpdf%20](https://doi.org/file:///C:/Users/usuario/Downloads/dokumen.tips_1-naturaleza-y-materiales-del-concreto-rivva-lopezpdf%20).
56. **RNE (2017).** *Reglamento nacional de edificaciones: Edición actualizada.* Cámara Peruana de la Construcción.
57. **Rodríguez, V. Carriel, L. Gavilanes, M. (2012).** *Procedimientos para disminuir los impactos ambientales en un taller mecánico automotriz.* Tesis para optar el título de Tecnólogo en Mecánica Automotriz. Escuela Superior Politécnica del Litoral, Guayaquil – Ecuador.
58. **SCHWARZ, M. (2017).** *Guía de referencia para la elaboración de una investigación aplicada.* Lima. Recuperado de: [https://repositorio.ulima.edu.pe/bitstream/handle/20.500.12724/6029/Schwarz\\_guia\\_investigacion\\_aplicada.pdf?sequence=1&isAllowed=y](https://repositorio.ulima.edu.pe/bitstream/handle/20.500.12724/6029/Schwarz_guia_investigacion_aplicada.pdf?sequence=1&isAllowed=y)

59. **SEHNAMI, (2022).** *Datos climatológicos de la ciudad de Huánuco*, [Consultado el 4 de abril de 2022]. Recuperado de: <https://www.senamhi.gob.pe/main.php?dp=huanuco&p=pronostico-meteorologico>
60. **SUPO, J (2015).** *Metodología de la investigación científica*. Editorial Independently published, 352 páginas.
61. **TRID, (2002).** *Nc 171: Mortero endurecido. determinación de la absorción de agua por capilaridad. En línea. Home - Transport Research International Documentation. [s. f.]. Disponible en: <https://trid.trb.org/view/966625>. Consultado el 20/04/2022*.
62. **UNACEM (2015).** *Ficha Técnica cemento SOL*. [Consultado el 1 de abril de 2022]. Disponible en: <https://www.unacem.com.pe/wp-content/uploads/2012/03/Ficha-Sol.pdf>

## ANEXOS

### Anexo 1: Declaratorio de autenticidad (autor).



**UNIVERSIDAD CÉSAR VALLEJO**

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

#### **Declaratoria de Originalidad del Autor**

Yo, CASTILLO CIVICO NEISSER CALEB estudiante de la FACULTAD DE INGENIERÍA Y ARQUITECTURA de la escuela profesional de INGENIERÍA CIVIL de la UNIVERSIDAD CÉSAR VALLEJO SAC - HUARAZ, declaro bajo juramento que todos los datos e información que acompañan la Tesis titulada: "Tarrajeo en muros exteriores de adobe, usando caucho pulverizado reciclado para reducir desgaste en las viviendas, las Pampas - Huánuco.", es de mi autoría, por lo tanto, declaro que la Tesis:

1. No ha sido plagiada ni total, ni parcialmente.
2. He mencionado todas las fuentes empleadas, identificando correctamente toda cita textual o de paráfrasis proveniente de otras fuentes.
3. No ha sido publicada, ni presentada anteriormente para la obtención de otro grado académico o título profesional.
4. Los datos presentados en los resultados no han sido falseados, ni duplicados, ni copiados.

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

<b>Nombres y Apellidos</b>	<b>Firma</b>
NEISSER CALEB CASTILLO CIVICO <b>DNI:</b> 72121572 <b>ORCID:</b> 0000-0002-2036-9142	Firmado electrónicamente por: NCCASTILLO el 06-12- 2022 10:02:06

Código documento Trilce: TRI - 0475230



## Anexo 2: Declaratoria de autenticidad (asesor).



**UNIVERSIDAD CÉSAR VALLEJO**

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

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

Yo, JORGE LUIS MEZA RIVAS, docente de la FACULTAD DE INGENIERÍA Y ARQUITECTURA de la escuela profesional de INGENIERÍA CIVIL de la UNIVERSIDAD CÉSAR VALLEJO SAC - HUARAZ, asesor de Tesis titulada: "Tarrajeo en muros exteriores de adobe, usando caucho pulverizado reciclado para reducir desgaste en las viviendas, las Pampas - Huánuco.", cuyo autor es CASTILLO CIVICO NEISSER CALEB, constato que la investigación tiene un índice de similitud de 18.00%, 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.

HUARAZ, 06 de Diciembre del 2022

Apellidos y Nombres del Asesor:	Firma
JORGE LUIS MEZA RIVAS DNI: 17902304 ORCID: 0000-0002-4258-4097	Firmado electrónicamente por: JLMEZAR el 13-12- 2022 06:57:55

Código documento Trilce: TRI - 0475229



### Anexo 3: Operacionalización

**Tabla 23:** Cuadro de Operacionalización

VARIABLE	DEFINICIÓN CONCEPTUAL	DEFINICIÓN OPERACIONAL	DIMENSIONES	INDICADORES	ESCALA DE MEDICIÓN
INDEPENDIENTE Adición de polvo de caucho reciclado	<p>Una de las deficiencias más críticas del adobe como material de construcción en el Perú, es la alta vulnerabilidad al ser expuesto a contacto con el agua que provienen de lluvias que luego posteriormente azotan con inundaciones a nuestro territorio en forma muy persistente e inevitable, haciendo necesaria la investigación para posteriores soluciones técnicas, factibles y económicas para proteger las estructuras construidas con adobe.</p> <p>(Cabrera y Huaynate, 2010)</p>	<p>Se rescató información sobre la problemática, causas, consecuencias y posibles soluciones sobre el tema, de fuente expertas y antecedentes del uso del polvo de caucho, se evaluó las características y beneficios sobre el adobe, mediante estudios de laboratorio se procede a corroborar la eficacia del reemplazo del agregado fino por el polvo de caucho. Por último, mediante distintas escalas de medición y normas se procesan y analizan los datos obtenidos.</p>	- Elaborar el diseño de mezcla de mortero para tarrajeo con la adición del 5%, 10% y 15% de polvo de caucho pulverizado.	- Tamaño del grano (NTP 400.012). - Porcentaje de adición de polvo de caucho reciclado en la mezcla para tarrajeo (ACI).	Escalares: Gramos (gr)
DEPENDIENTE  - Resistencia a la compresión			- Resistencia a la compresión de la muestra con adición del 5%, 10% y 15% de polvo de caucho pulverizado.	- Ensayo de compresión, carga de rotura, (NTP 334.051 y NTP 339.034)	Escalares: Resistencia a la compresión (F'c=kg/cm <sup>2</sup> )
- Absorción de agua			- Menor absorción de agua (capilaridad) de la muestra con adición del 5%, 10% y 15% de polvo de caucho pulverizado.	- Ensayo de capilaridad. (ASTM C1585, -UNE-EN1015-18)	Escalares: Permeabilidad Promedio (mm/s)
- Retracción			- Menor retracción de la muestra con adición del 5%, 10% y 15% de polvo de caucho pulverizado.	-Retracción plástica, retracción hidráulica o de secado, retracción térmica (UNE-EN1015-12)	Escalares: Numero de fallas

Fuente: Elaboración Propia.

## Anexo 4: Documentos y fotos



MASTER DECOR PERU EIRL  
RUC: 20537060451  
Calle Marie Curie 220 Int 3 - Urb Ind. Santa Rosa - Ate  
990304042 / 990304041 / 975326837  
www.masterdecorperu.com



Cliente: Neisser Castillo Civico  
Dirección: Jr. Tarapaca 887, Huanuco  
Contacto: Neisser Castillo Civico  
Email: -  
Ubicación: Jr. Tarapaca 887, Huanuco  
DNI: 72121572  
Teléfono: 917866231  
Proyecto: -  
Inicio: -

ITEM	DESCRIPCION DEL PRODUCTO	UNIDAD	CANTIDAD	PRECIO UNITARIO	SUB-TOTAL
<b>1</b>	<b>VENTA DE MATERIALES</b>				Soles
1.1	Ecorubber 15 kg caucho en polvo #2	saco	1.00	87.80	87.80
<b>2</b>	<b>TRANSPORTE</b>				
2.1	Despacho del almacén a agencia	serv	1.00	30.00	30.00
				Valor de venta	S/. 117.80
				IGV 18%	S/. 21.20
				<b>TOTAL</b>	<b>S/. 139.00</b>

### CONDICIONES COMERCIALES

Forma de Pago: CONTADO ANTES DE DESPACHO  
Validez de los precios: 20 días Fecha Vcto: 03/05/2022

ELABORADO POR: CLAUDIA CORDERO  
ccordero@masterdecorperu.com  
990 304 041

### DEPOSITO EN CUENTA

Cuentas a nombre de MASTER DECOR PERU EIRL

Banco BCP Corriente Soles: 193-2333754-0-71 Cuenta CCI BCP: 002-193-002333754-0-71-12  
Banco BBVA Corriente Soles: 011-0370-0100027111 Cuenta CCI BBVA: 011-370-000100027111-42  
Banco BBVA Ahorros Dólares: 0011-0370-02-00439441 Cuenta CCI BBVA: 011-370-000200439441-43

Detracción solo para los servicios

**MASTER DECOR**  
**MASTER DECOR PERU E.I.R.L**  
 CAL. MARIA CURIE MZA. G LOTE. 3 URB. INDUSTRIAL SANTA ROSA CRUCE  
 BENJAIN FRANKLIN Y MARIA CURIE  
 ATE - LIMA - LIMA

**BOLETA DE VENTA ELECTRONICA**  
**RUC: 20537060451**  
**EB01-83**

Fecha de Vencimiento :  
 Fecha de Emisión : 20/04/2022  
 Señor(es) : NEISSER CALEB CASTILLO CIVICO  
 DNI : 72121572  
 Tipo de Moneda : SOLES  
 Observación :

Cantidad	Unidad Medida	Descripción	Valor Unitario(*)	Descuento(*)	Importe de Venta(**)	ICBPER
1.00	UNIDAD	SACO DE ECORUBER CAUCHO EN POLVO #2 X 15KG	87.80	0.00	103.604	0.00
1.00	UNIDAD	SERVICIO DE MOVILIDAD	30.00	0.00	35.40	0.00
Otros Cargos :						S/ 0.00
Otros Tributos :						S/0.00
ICBPER :						S/ 0.00
Importe Total :						S/139.00

**SON: CIENTO TREINTA Y NUEVE Y 00/100 SOLES**

(\*) Sin impuestos.  
 (\*\*) Incluye impuestos, de ser Op. Gravada.

Op. Gravada :	S/ 117.80
Op. Exonerada :	S/ 0.00
Op. Inafecta :	S/ 0.00
ISC :	S/ 0.00
IGV :	S/ 21.20
ICBPER :	S/ 0.00
Otros Cargos :	S/ 0.00
Otros Tributos :	S/ 0.00
Monto de Redondeo :	S/ 0.00
<b>Importe Total :</b>	<b>S/ 139.00</b>

Esta es una representación impresa de la Boleta de Venta Electrónica, generada en el Sistema de la SUNAT. El Emisor Electrónico puede verificarla utilizando su clave SOL, el Adquirente o Usuario puede consultar su validez en SUNAT Virtual: [www.sunaf.gob.pe](http://www.sunaf.gob.pe), en Opciones sin Clave SOL/ Consulta de Validez del CPE.



**LABORATORIO DE SUELOS, CONCRETO Y ASFALTO  
LA PIRAMIDE E.I.R.L.  
RUC N° 20528905511**

OF. PRINCIPAL : JR. LAS ORQUIDEAS N° 281-PAUCARBAMBILLA  
SUCURSAL : JR. CHAVIN N° 104-PAUCARBAMBA, JR. TUPAC YUPANQUI N° 412 PAUCARBAMBA  
TELÉFONO 062-515187; CELULAR 962618006, 994880260

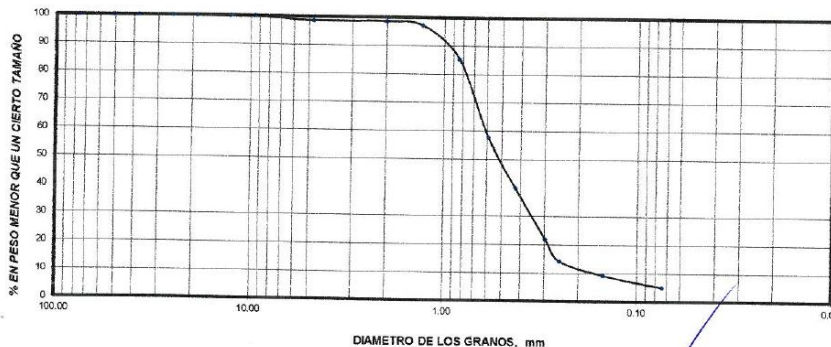


TESIS	"TARRAJEO EN MUROS EXTERIORES DE ADOBE USANDO CAUCHO PULVERIZADO RECICLADO PARA REDUCIR EL DESGASTE EN LAS VIVIENDAS DE LAS PAMPAS - HUANUCO".	UBICACIÓN:	DEPARTAM. : HUANUCO
			PROVINCIA : AMBO
			DISTRITO : CONCHAMARCA
			LOCALIDAD : LAS PAMPAS
MUESTRA	M-01	TESISTA	BACH. ING. NEISSER CALEB CASTILLO CIVICO
		ING. RESPONSABLE	PAUL SHADEK ABAL HARO
		FECHA	29/04/2022

**ANALISIS GRANULOMETRICO POR TAMIZADO**

TAMIZ No	DIAMETRO (mm)	PESO RETENIDO	% RETENIDO PARCIAL	% RETENIDO ACUMULADO	% QUE PASA	TAMAÑO MÁXIMO = 1"	DESCRIPCIÓN DEL SUELO		
3"	76.200	0.0	0.00	0.00	100.00	CAUCHO PULVERIZADO RECICLADO			
2"	50.800	0.0	0.00	0.00	100.00				
1 1/2"	38.100	0.0	0.00	0.00	100.00				
1"	25.400	0.0	0.00	0.00	100.00				
3/4"	19.050	0.0	0.00	0.00	100.00				
1/2"	12.700	0.0	0.00	0.00	100.00				
3/8"	9.525	0.0	0.00	0.00	100.00				
No 4	4.760	7.0	1.40	1.40	98.60				
No 10	2.000	0.0	0.00	1.40	98.60				
No 15	1.300	7.0	1.40	2.80	97.20				
No 20	0.840	59.0	11.80	14.80	85.40				
No 30	0.590	138.0	27.60	42.20	57.80				
No 40	0.426	89.0	17.80	60.00	40.00				
No 50	0.297	90.0	18.00	78.00	22.00				
No 60	0.250	39.0	7.80	85.80	14.20				
No 100	0.149	25.0	5.00	90.80	9.20				
No 200	0.074	21.0	4.20	95.00	5.00				
CAZOLETA		25.0	5.00	100.00	0.00				

**CURVA DE DISTRIBUCION GRANULOMETRICA**



GRUESOS 1.40 % MEDIANOS 93.60 % FINOS 5.001%

*Neisser Caleb Castillo*  
TESISTA

**Paul Shaker Abal Haro**  
INGENIERO CIVIL  
Reg. Colegio de Ingenieros N° 00763  
ING. RESPONSABLE



**LABORATORIO DE SUELOS, CONCRETO Y ASFALTO**  
**LA PIRAMIDE E.I.R.L.**  
 RUC N° 20628906511  
 OFICINA PRINCIPAL: JIRLA OQUIPES EN PRIVILEGIADA BAMBILLA  
 SUCURSAL JA. CEPEDA: AV. SAN MARTIN 1000, BAMBILLA  
 TELEFONO: 052 983 58889, 052 983 58890, 052 983 58891



**ROTURA POR COMPRESION**

<b>PROYECTO</b>	"Lanzero en muros exteriores de adobe usando caucho pulverizado reciclado para reducir desgaste en las viviendas, las Pampas - Huánuco"		
<b>UBICACIÓN</b>	REGION : HUÁNUCO PROVINCIA : AMBO DISTRITO : TOMAYUGUEÑA LOCALIDAD : LAS PAMPAS		
<b>PARTIDA</b>	PRUEBA DE ROTURA DE COMPRESION DE MORTERO		
<b>TESTISTA</b>	ING. PAUL SHAPIRA ABALHARE ING. ALBERTO VASQUEZ CORDOVA JEFE DE LABORATORIO : TECNICO SUELOS : FECHA ROTURA :		

ESTRUCTURA	FECHA DE MOLDEO	FECHA DE ROTURA	DIAMETRO (cm)	AREA (cm <sup>2</sup> )	FUERZA (Kn)	FUERZA (kgf)	EDAD EN DIAS	RESISTENCIA (f'c) kg/cm <sup>2</sup>
MUESTRA 01 - TRADICIONAL	03/05/2022	10/05/2022	5.0	19.64	7	730.00	7	37.18
TESTIGO N° 09	03/05/2022	10/05/2022	5.0	19.64	8	770.00	7	39.22
TESTIGO N° 07	03/05/2022	10/05/2022	5.0	19.64	7	710.00	7	36.16
MUESTRA 02 - 5% POLVO DE CAUCHO	03/05/2022	10/05/2022	5.0	19.64	8	800.00	7	40.74
TESTIGO N° 09	03/05/2022	10/05/2022	5.0	19.64	8	820.00	7	41.76
TESTIGO N° 07	03/05/2022	10/05/2022	5.0	19.64	8	780.00	7	39.72
MUESTRA 03 - 10% POLVO DE CAUCHO	03/05/2022	10/05/2022	5.0	19.64	5	510.00	7	25.97
TESTIGO N° 09	03/05/2022	10/05/2022	5.0	19.64	5	530.00	7	26.99
TESTIGO N° 07	03/05/2022	10/05/2022	5.0	19.64	5	490.00	7	24.96
MUESTRA 04 - 15% POLVO DE CAUCHO	03/05/2022	10/05/2022	5.0	19.64	3	330.00	7	16.81
TESTIGO N° 09	03/05/2022	10/05/2022	5.0	19.64	3	280.00	7	14.26
TESTIGO N° 07	03/05/2022	10/05/2022	5.0	19.64	3	310.00	7	15.79

OBSERVACIONES TECNICAS

*Alex Vasquez Cordova*  
 Alex Vasquez Cordova  
 Tec. Laboratorio de Suelos  
 TECNICO LABORATORIO

- 1- El ensayo fue proporcionado y verificado por el solicitante
- 2- La probeta es del laminado reglamentario
- 3- La resistencia del concreto a la compresión esta dentro de las especificaciones locales del control de calidad







**LABORATORIO DE SUELOS, CONCRETO Y ASFALTO**  
**LA PIRAMIDE E.I.R.L.**  
 RUC N° 20528906611  
 DEL PRINCIPAL: JR. LAS ORquíDEAS N° 2814 PACA RAMBULLA  
 S. GUAYMAS, JR. CHAYAN N° 4800 CORDOBA JR. TUMBAYO PASQUE N° 41 TALCAHUAMBA  
 TRUJILLO, TUMBAYO PASQUE N° 1120 TUMBAYO, TUMBAYO



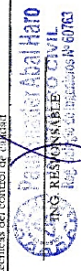
**ROTURA POR COMPRESION**

<b>PROYECTO</b>	"Larrero en muros exteriores de adobe usando caucho pulverizado reciclado para reducir desgaste en las viviendas, las Pampas - Hualuco"	<b>UBICACIÓN</b>	
<b>PARTEDA</b>		<b>REGION</b>	HUALUCO
<b>TESISTA</b>	PRUEBA DE ROTURA DE COMPRESION DE MORTERO MUSIR CALIBR CASTILLO CIVICO	<b>PROVINCIA</b>	AMBRO
		<b>DISTRITO</b>	TEMAYQUICHUA
		<b>LOCALIDAD</b>	LAS PAMPAS
		<b>JEFE DE LABORATORIO</b>	ING. PAUL SHADIR AMALIBAGO
		<b>TECNICO SUELOS</b>	ING. ALEX VASQUEZ EMEROVA
		<b>FECHA</b>	PRUEBA ROTURA

ESTRUCTURA	FECHA DE MOLDDO	FECHA DE ROTURA	DIAMETRO (cm)	AREA (cm²)	FUERZA (kg)	FUERZA (kgf)	EDAD EN DIAS	RESISTENCIA (f'c) kg/cm²
MUESTRA 01 - TRADICIONAL								
TESTIGO N° 09	03/05/2022	17/05/2022	5.0	19.64	11	1120.00	14	57.04
TESTIGO N° 08	03/05/2022	17/05/2022	5.0	19.64	12	1200.00	14	61.12
TESTIGO N° 07	03/05/2022	17/05/2022	5.0	19.64	12	1180.00	14	60.10
MUESTRA 02 - 5% POLVO DE CAUCHO								
TESTIGO N° 09	03/05/2022	17/05/2022	5.0	19.64	11	1170.00	14	59.59
TESTIGO N° 08	03/05/2022	17/05/2022	5.0	19.64	11	1120.00	14	57.04
TESTIGO N° 07	03/05/2022	17/05/2022	5.0	19.64	10	1010.00	14	51.44
MUESTRA 03 - 10% POLVO DE CAUCHO								
TESTIGO N° 09	03/05/2022	17/05/2022	5.0	19.64	8	780.00	14	39.72
TESTIGO N° 08	03/05/2022	17/05/2022	5.0	19.64	5	560.00	14	28.52
TESTIGO N° 07	03/05/2022	17/05/2022	5.0	19.64	6	600.00	14	30.56
MUESTRA 04 - 15% POLVO DE CAUCHO								
TESTIGO N° 09	03/05/2022	17/05/2022	5.0	19.64	5	520.00	14	26.48
TESTIGO N° 08	03/05/2022	17/05/2022	5.0	19.64	4	430.00	14	21.90
TESTIGO N° 07	03/05/2022	17/05/2022	5.0	19.64	5	470.00	14	23.94

OBSERVACIONES TECNICAS:  
 1.- El ensayo fue manipulado y verificado por el solicitante  
 2.- La prueba es del larrero, esplanado  
 3.- La resistencia del concreto a la compresion esta dentro de las especificaciones tecnicas del control de calidad

Ing. Alex Vasquez Cordova  
 Ing. Laboratorio de Suelos  
 RUC: 195711211  
 ING. LABORATORISTA





**LABORATORIO DE SUELOS, CONCRETO Y ASFALTO**  
**LA PIRAMIDE E.I.R.L.**  
 RUC N° 20528906511  
 OFICINA PRINCIPAL: J. LATAQUILIMAYAN N° 390 CALLE CARABAMBILLA  
 SECCIONAL: JR. CHILACAYAN N° 100 CALLE CARABAMBILLA N° 41 PATATECABAMBA  
 TELÉFONO: 064 548885, 064 548886, 064 548887, 064 548888


**ROTURA POR COMPRESION**

<b>PROYECTO</b> :	PRUEBA EN MUROS EXTERIORES DE ADOBES USANDO CAUCHO pulverizado reciclado para reducir desgaste en las viviendas, las Pampas - Huánuco	<b>UBICACIÓN</b> :	HUANUCO PROVINCIA : AMBO DISTRITO : TOMAYUCHU LOCALIDAD : LAS PAMPAS
<b>PARTIDA</b> :	PRUEBA DE ROTURA DE COMPRESION DE MORTERO	<b>JEFE DE LABORATORIO</b> :	ING. PAUL SHADER ABAL HANG
<b>TESTISTA</b> :	INGENIERO CALER CASTILLO CIVICO	<b>TECNICO SUELOS</b> :	INGENIERO ALEX VASQUEZ CORDOVA
		<b>FECHA</b> :	FECHA ROTURA

ESTRUCTURA	FECHA DE MOLDEO	FECHA DE ROTURA	DIAMETRO (cm)	AREA (cm²)	FUERZA (kg)	FUERZA (kgf)	EDAD EN DIAS	RESISTENCIA (f'c) kg/cm²
MUESTRA 01 - TRADICIONAL TESTIGO N° 09	03/05/2022	31/05/2022	5.0	19.64	12	1250.00	28	63.66
TESTIGO N° 08	03/05/2022	31/05/2022	5.0	19.64	12	1230.00	28	62.64
TESTIGO N° 07	03/05/2022	31/05/2022	5.0	19.64	12	1210.00	28	61.62
MUESTRA 02 - 5% POLVO DE CAUCHO								
TESTIGO N° 09	03/05/2022	31/05/2022	5.0	19.64	12	1270.00	28	64.68
TESTIGO N° 08	03/05/2022	31/05/2022	5.0	19.64	12	1250.00	28	63.66
TESTIGO N° 07	03/05/2022	31/05/2022	5.0	19.64	12	1200.00	28	61.12
MUESTRA 03 - 10% POLVO DE CAUCHO								
TESTIGO N° 09	03/05/2022	31/05/2022	5.0	19.64	8	830.00	28	42.27
TESTIGO N° 08	03/05/2022	31/05/2022	5.0	19.64	6	620.00	28	31.58
TESTIGO N° 07	03/05/2022	31/05/2022	5.0	19.64	7	710.00	28	36.16
MUESTRA 04 - 15% POLVO DE CAUCHO								
TESTIGO N° 09	03/05/2022	31/05/2022	5.0	19.64	6	610.00	28	31.07
TESTIGO N° 08	03/05/2022	31/05/2022	5.0	19.64	5	490.00	28	24.96
TESTIGO N° 07	03/05/2022	31/05/2022	5.0	19.64	5	560.00	28	28.52

OBSERVACIONES TECNICAS

1.- El testigo fue proporcionado y verificado por el solicitante  
 2.- La prueba es del tamaño reglamentario  
 3.- La resistencia del concreto a la compresión está dentro de las especificaciones técnicas del control de calidad

  
 Ing. Alex Vasquez Cordova  
 Tec. Laboratorio de Suelos  
 INGENIERO CIVIL  
 Reg. N° 10 de Huánuco N° 60763





**LABORATORIO DE SUELOS, CONCRETO Y ASFALTO**

**LA PIRAMIDE E.I.R.L.**  
RUC Nº 20528905511

OT: PRINCIPAL: JR. LAS ORQUIDEAS Nº 284 PAUCARBAMBILLA  
SUCURSAL: JR. CHAVIN Nº 184 PAUCARBAMBILLA JR. TUPAC YUPANQUI Nº 432 PAUCARBAMBILLA  
TELÉFONO 962-51587, CELULAR 962618036, 994866246



**ABSORCIÓN DE AGUA**

PROYECTO	UBICACIÓN	JEFES DE LABORATORIO							REGION	
		1 día	3 días	5 días	7 días	1 día	3 días	5 días		
"T"arrajeo en muros exteriores de adobe usando caucho pulverizado reciclado para reducir desgaste en las viviendas, las Pampas - Huánuco"		JEFE DE LABORATORIO :							PROVINCIA : HUÁNUCO	
PRUEBA DE ABSORCIÓN DE AGUA POR CAPILARIDAD		TECNICO SUELOS :							DISTRITO : AMBO	
NERSER CALEB CASTILLO CIVICO									LOCALIDAD : LAS PAMPAS	
imp-22									ING. PAUL SHADER ABAL HARO	
									ILMER ALEX VASQUEZ CORDOVA	
ESTRUCTURA										
MUESTRA 01 - TRADICIONAL										
TESTIGO Nº 01	PESO INICIAL	1min	5min	10min	20min	30min	60min	180min	300min	PESO FINAL
	199.0	5.00	1.00	0.00	2.00	2.00	1.00	1.00	1.00	217.00
TESTIGO Nº 02	200.0	5.00	2.00	3.00	1.00	3.00	1.00	0.00	2.00	218.00
TESTIGO Nº 03	204.0	1.00	2.00	3.00	1.00	1.00	1.00	0.00	2.00	218.00
MUESTRA 02 - 5% POLVO DE CAUCHO										
TESTIGO Nº 01	200.0	0.00	1.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	1.00	203.00
TESTIGO Nº 02	191.0	0.00	1.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	192.00
TESTIGO Nº 03	193.0	0.00	1.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	1.00	196.00
MUESTRA 03- 10% POLVO DE CAUCHO										
TESTIGO Nº 01	196.0	0.00	0.00	0.00	1.00	0.00	0.00	0.00	2.00	199.00
TESTIGO Nº 02	194.0	1.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	1.00	197.00
TESTIGO Nº 03	204.0	0.00	0.00	1.00	0.00	0.00	0.00	1.00	2.00	209.00
MUESTRA 04 - 15% POLVO DE CAUCHO										
TESTIGO Nº 01	199.0	3.00	1.00	0.00	0.00	1.00	1.00	0.00	3.00	208.00
TESTIGO Nº 02	193.0	0.00	1.00	0.00	0.00	0.00	2.00	0.00	2.00	192.00
TESTIGO Nº 03	196.0	0.00	0.00	0.00	0.00	1.00	1.00	1.00	1.00	201.00
ABSORCIÓN										
(G/S)	0.6366	0.4244	0.2546	0.2971	0.3395	0.2971	0.1273	0.1273	0.7639	0.2546
(%)	0.6366	1.0610	1.3157	1.6128	1.9523	2.2494	2.3767	3.1407	3.1831	3.3953

OBSERVACIONES TECNICAS

- 1- El testigo fue proporcionado y verificado por el solicitante
- 2- La probeta es del tamaño reglamentario

Ilmer Alex Vasquez Cordova  
Téc. Laboratorio de Suelos  
RUC. 19757412271  
TEC. LABORATORISTA

*Ilmer Alex Vasquez Cordova*  
18/04/11

Paul Shadar Abal Haro  
INGENIERO CIVIL  
REG. Coleg. de Ingenieros N° 50763

ING. RESPONSABLE

**Figura 28:** Polvo de caucho estado natural.



Fuente: Elaboración Propia.

**Figura 29:** Pesado de polvo de caucho.



Fuente: Elaboración Propia.

**Figura 30:** Acomodo de tamices para prueba granulométrica.



Fuente: Elaboración Propia.

**Figura 31:** Captura de material en los tamices.



Fuente: Elaboración Propia.



**Figura 32:** Peso de captura de material en los tamices.



Fuente: Elaboración Propia.

**Figura 33:** Resultado de material retenido en prueba granulométrica.



Fuente: Elaboración Propia.

**Figura 34:** Preparación de moldes para las probetas.



Fuente: Elaboración Propia.

**Figura 35:** Pesado de materiales secos para diseño de mezcla.



Fuente: Elaboración Propia.

**Figura 36:** Preparación de mezclas para muestra patrón con adición 15%.



Fuente: Elaboración Propia.

**Figura 37:** Adición de agua para el diseño de mezcla para muestras patrón.



Fuente: Elaboración Propia.



**Figura 38:** Curado de probetas para prueba de resistencia a la compresión.



Fuente: Elaboración Propia.

**Figura 39:** Prueba de resistencia a la compresión a los 7 días.



Fuente: Elaboración Propia.

**Figura 40:** Prueba de resistencia a la compresión a los 14 días.



Fuente: Elaboración Propia.

**Figura 41:** Prueba de resistencia a la compresión a los 28 días.



Fuente: Elaboración Propia.



**Figura 42:** Rotura tipo cono en prueba de resistencia a la compresión.



Fuente: Elaboración Propia.

**Figura 43:** Curado de probetas para prueba de absorción de agua.



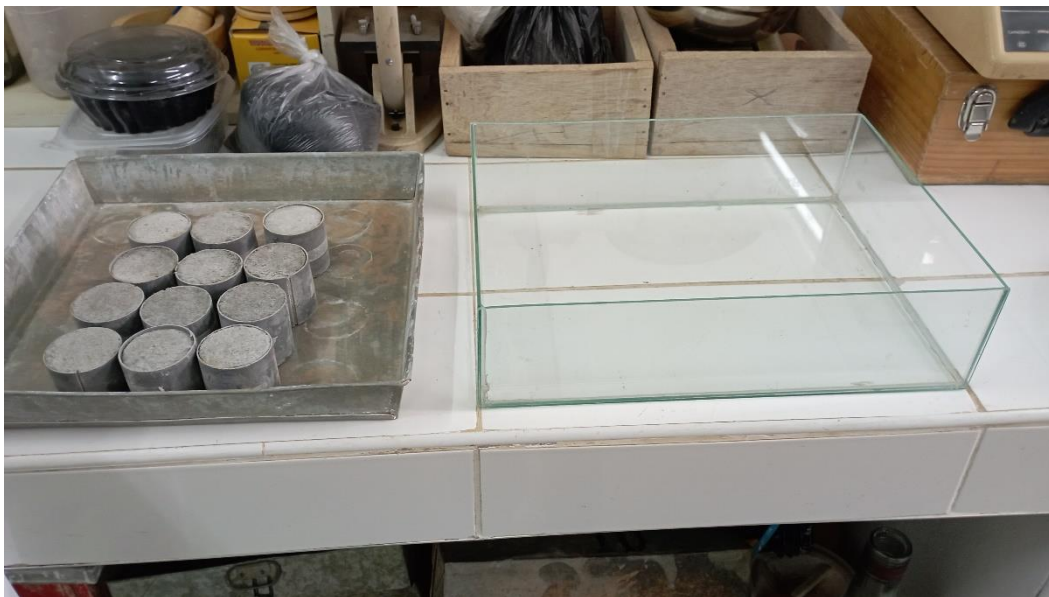
Fuente: Elaboración Propia.

**Figura 44:** Secado al horno de probetas para prueba de absorción de agua.



Fuente: Elaboración Propia.

**Figura 45:** Secado al horno de probetas para prueba de absorción de agua.



Fuente: Elaboración Propia.

**Figura 46:** Colocación de probetas y llenado de agua en bandeja de cristal.



Fuente: Elaboración Propia.

**Figura 47:** Pesado de probetas para prueba de absorción de agua.





Fuente: Elaboración Propia.

**Figura 48:** Pesado de material para prueba de retracción.



Fuente: Elaboración Propia.

**Figura 49:** Delimitación y preparación de zonas para prueba de retracción.



Fuente: Elaboración Propia.

**Figura 50:** Tarrajeo de zonas para prueba de retracción



Fuente: Elaboración Propia.

**Figura 51:** Resultados de prueba de retracción a los 7 días.



Fuente: Elaboración Propia.

**Figura 52:** Resultados de prueba de retracción a los 14 días.



Fuente: Elaboración Propia.

**Figura 52:** Resultados de prueba de retracción a los 28 días.



Fuente: Elaboración Propia.



**UNIVERSIDAD CÉSAR VALLEJO**

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

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

Yo, JORGE LUIS MEZA RIVAS, docente de la FACULTAD DE INGENIERÍA Y ARQUITECTURA de la escuela profesional de INGENIERÍA CIVIL de la UNIVERSIDAD CÉSAR VALLEJO SAC - HUARAZ, asesor de Tesis titulada: "Tarrajeo en muros exteriores de adobe, usando caucho pulverizado reciclado para reducir desgaste en las viviendas, las Pampas - Huánuco.", cuyo autor es CASTILLO CIVICO NEISSER CALEB, constato que la investigación tiene un índice de similitud de 18.00%, 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.

HUARAZ, 06 de Diciembre del 2022

<b>Apellidos y Nombres del Asesor:</b>	<b>Firma</b>
JORGE LUIS MEZA RIVAS <b>DNI:</b> 17902304 <b>ORCID:</b> 0000-0002-4258-4097	Firmado electrónicamente por: JLMEZAR el 13-12- 2022 06:57:55

Código documento Trilce: TRI - 0475229