



UNIVERSIDAD CÉSAR VALLEJO

FACULTAD DE INGENIERÍA Y ARQUITECTURA

ESCUELA PROFESIONAL DE INGENIERÍA CIVIL

**Adición de Caucho Reciclado en las Propiedades
Físico-Mecánicas en Adoquines Ecológicos para Pavimento
de Tránsito liviano en Trujillo, 2022**

TESIS PARA OBTENER EL TÍTULO PROFESIONAL DE:
Ingeniero Civil

AUTORES:

Aguilar Carrera, Sirly Liliana (orcid.org/0000-0001-5028-0512)
Moya Santos, Geanfranco Jose Wilfor (orcid.org/0000-0002-8249-4221)

ASESOR:

Mg. Villar Quiroz, Josualdo Carlos (orcid.org/0000-0003-3392-9580)

LÍNEA DE INVESTIGACIÓN:

Diseño de Infraestructura Vial

LÍNEA DE RESPONSABILIDAD SOCIAL UNIVERSITARIA:

Desarrollo Sostenible y adaptación al Cambio Climático

TRUJILLO - PERÚ

2022

DEDICATORIA

A Dios, por brindarme sabiduría para lograr cumplir mis objetivos. A mi madre Olinda Rosa Carrera Calderón, por ser mi soporte a través de su amor y comprensión durante toda mi vida. A mi padre José Edy Aguilar Cadenillas, por brindarme su ayuda cuando más lo necesite y animarme cada día a cumplir con mi meta.

Aguilar Carrera, Sirly Liliana

A Dios por brindarme la sabiduría que ilumina mi mente y por estar conmigo en mi vida. A mi padre Wilfor Heder Moya Aredo, por depositar su confianza en mí y por el apoyo incondicional que me brinda, sus consejos que me animan a seguir adelante. A mi madre Petronila Angelica Santos Malpartida, por depositar su confianza y darme su apoyo incondicional.

Moya Santos, Geanfranco José Wilfor

AGRADECIMIENTO

A mis padres, quienes me apoyaron incondicionalmente en el transcurso de mi etapa como estudiante. Asimismo, agradezco a todos los docentes universitarios por enseñarme y comprenderme siempre. Además, agradezco a mis amistades por las buenas vibras durante la elaboración de mi tesis.

Aguilar Carrera, Sirly Liliana

A mis padres, Wilfor Moya Aredo y Petronila Santos Malpartida, gracias por su apoyo, porque me impulsan a ser cada vez mejor, mediante sus enseñanzas y ejemplos de superación. A mis hermanas Liscy y Xiomara, por todo su cariño. Y con mucho amor a mis abuelos que me acompañaron en la formación de mi persona y ahora me acompañan desde el cielo.

Moya Santos, Geanfranco José Wilfor

ÍNDICE DE CONTENIDOS

DEDICATORIA	ii
AGRADECIMIENTO	iii
ÍNDICE DE CONTENIDOS	iv
ÍNDICE DE TABLAS.....	v
ÍNDICE DE FIGURAS	vii
ÍNDICE DE ECUACIONES	ix
RESUMEN	x
ABSTRACT.....	xi
I. INTRODUCCIÓN	1
1.1. Realidad problemática.	1
1.2. Planteamiento del problema.	6
1.3. Justificación.....	6
1.4. Objetivos.	8
1.5. Hipótesis.	9
II. MARCO TEÓRICO	10
2.1 Antecedentes.	10
2.2 Bases teóricas.....	14
III. METODOLOGÍA.....	21
3.1. Enfoque, Tipo y Diseño de Investigación.	21
3.2. Operacionalización de Variables.....	23
3.3. Población, muestra, muestreo y unidad de análisis.	25
3.4. Técnicas e instrumentos de recolección de datos.....	27
3.5. Procedimientos.	30
3.6. Método de análisis de datos.....	41
3.7. Aspectos éticos.....	47
3.8. Desarrollo.....	48
IV. RESULTADOS	76
V. DISCUSIÓN.....	81
VI. CONCLUSIONES	91
VII. RECOMENDACIONES.....	93
REFERENCIAS.....	94
ANEXOS	100

ÍNDICE DE TABLAS

Tabla 1. Matriz de Clasificación de Variables.....	24
Tabla 2. Instrumentos y Validaciones.....	28
Tabla 3. Análisis granulométrico del agregado fino.....	48
Tabla 4. Análisis granulométrico del agregado grueso.....	49
Tabla 5. Contenido de humedad del agregado fino.....	50
Tabla 6. Contenido de humedad de agregado grueso.	51
Tabla 7. Peso específico y absorción del agregado fino.	52
Tabla 8. Peso específico y absorción del agregado grueso.	54
Tabla 9. Peso unitario suelto de agregado fino.	56
Tabla 10. Peso unitario compactado del agregado fino.	56
Tabla 11. Peso unitario suelto del agregado grueso.	57
Tabla 12. Peso unitario compactado del agregado grueso.	58
Tabla 13. Resumen de las características del agregado fino.....	59
Tabla 14. Resumen de las características del agregado grueso.....	59
Tabla 15. Resumen de las características del cemento.	59
Tabla 16. Resumen de la característica del agua.	59
Tabla 17. Dosificación de mezcla en peso.	66
Tabla 18. Dosificación de adoquín patrón.	67
Tabla 19. Dosificación del adoquín con el 5% de caucho reciclado.....	68
Tabla 20. Dosificación del adoquín con el 10% de caucho reciclado.....	69
Tabla 21. Dosificación del adoquín con el 15% de caucho reciclado.....	70
Tabla 22. Tolerancia dimensional del largo de los adoquines.....	70
Tabla 23. Tolerancia dimensional del ancho de los adoquines.....	71
Tabla 24. Tolerancia dimensional del espesor de los adoquines.....	71
Tabla 25. Ensayo de absorción del adoquín patrón.	72
Tabla 26. Ensayo de absorción con el 5% de caucho reciclado.....	72
Tabla 27. Ensayo de absorción con el 10% de caucho reciclado.....	72
Tabla 28. Ensayo de absorción con el 15% de caucho reciclado.....	72
Tabla 29. Ensayo de resistencia a la comprensión a los 7 días.....	73
Tabla 30. Ensayo de resistencia a la comprensión a los 14 días.....	74
Tabla 31. Ensayo de resistencia a la comprensión a los 28 días.....	74

Tabla 32. Ensayo a la flexión de los adoquines.	75
Tabla 33. Módulo de fineza del agregado fino.	76
Tabla 34. Tamaño máximo nominal.	76
Tabla 35. Contenido de humedad de los Agregados.	76
Tabla 36. Peso específico y absorción de los Agregados.	76
Tabla 37. Porcentaje de absorción de los Agregados.	76
Tabla 38. Peso unitario suelto y varillado de los Agregados.	76
Tabla 39. Relación agua/cemento.	77
Tabla 40. Cuantificación de los agregados.	77
Tabla 41. Tolerancia Dimensional.	77
Tabla 42. Matriz de Operacionalización de Variables.	102
Tabla 43. Matriz de Indicadores de Variables.	103

ÍNDICE DE FIGURAS

Figura 1. Rango de tolerancia dimensional.	14
Figura 2. Forma del adoquín.	15
Figura 3. Rango de absorción.	15
Figura 4. Resistencia a la compresión.	16
Figura 5. Sección transversal del pavimento articulado.	17
Figura 6. Diagrama del diseño de investigación.	22
Figura 7. Esquema de investigación.	23
Figura 8. Unidad de análisis.	27
Figura 9. Cuadro sinóptico del procedimiento.	30
Figura 10. Partes del adoquín.	39
Figura 11. Esquema del ensayo de resistencia a la compresión.	40
Figura 12. Esquema del desarrollo de resistencia a la flexión.	41
Figura 13. Tabla del resumen de ensayos a agregados.	42
Figura 14. Tabla de las dosificaciones de los agregados.	43
Figura 15. Tabla del ensayo de tolerancia dimensional.	44
Figura 16. Gráfico del ensayo de tolerancia dimensional.	44
Figura 17. Tabla del ensayo de absorción.	45
Figura 18. Gráfico del ensayo de absorción.	45
Figura 19. Tabla del ensayo de resistencia a la compresión.	46
Figura 20. Gráfico del ensayo de resistencia a la compresión.	46
Figura 21. Tabla del ensayo de resistencia a la flexión.	46
Figura 22. Gráfico del ensayo de resistencia a la flexión.	47
Figura 23. Curva granulométrica del agregado fino.	49
Figura 24. Curva granulométrica del agregado grueso.	50
Figura 25. Clases de mezcla según su asentamiento.	60
Figura 26. Contenido de aire atrapado.	60
Figura 27. Volumen unitario de agua.	60
Figura 28. Resistencia promedio requerida.	61
Figura 29. Relación agua/cemento.	61
Figura 30. Peso del agregado grueso.	62
Figura 31. Ensayo de absorción de los adoquines.	77

Figura 32. Ensayo de resistencia a la compresión.	78
Figura 33. Ensayo de resistencia a la flexión.	78
Figura 34. Análisis descriptivo de los ensayos.	79
Figura 35. Resultado ANOVA de los ensayos.	79
Figura 36. Análisis del ensayo de tolerancia dimensional (largo).	80
Figura 37. Análisis del ensayo de tolerancia dimensional (ancho).	80
Figura 38. Análisis del ensayo de tolerancia dimensional (ancho).	80
Figura 39. Porcentaje de Turnitin.	184
Figura 40. Análisis de similitud con el Turnitin.	185

ÍNDICE DE ECUACIONES

Ecuación 1. Porcentaje retenido parcial.	32
Ecuación 2. Porcentaje retenido acumulado.	32
Ecuación 3. Porcentaje que pasa.	33
Ecuación 4. Porcentaje de error.	33
Ecuación 5. Módulo de fineza.	33
Ecuación 6. Contenido de humedad.	34
Ecuación 7. Peso específico del agregado fino.	34
Ecuación 8. Peso específico del agregado fino saturado.	34
Ecuación 9. Peso específico aparente del agregado fino.	34
Ecuación 10. Absorción del agregado fino.	35
Ecuación 11. Peso específico del agregado grueso.	35
Ecuación 12. Peso específico del agregado grueso saturado.	35
Ecuación 13. Peso específico aparente del agregado grueso.	35
Ecuación 14. Absorción del agregado grueso.	35
Ecuación 15. Peso unitario suelto y compactado.	36
Ecuación 16. Tolerancia dimensional.	38
Ecuación 17. Porcentaje de absorción.	39
Ecuación 18. Resistencia a la compresión.	40
Ecuación 19. Resistencia a la flexión.	41
Ecuación 20. Resistencia promedio requerida.	61
Ecuación 21. Volumen del material.	63
Ecuación 22. Corrección por humedad de los agregados.	64
Ecuación 23. Aporte de agua a la mezcla.	64
Ecuación 24. Agua efectiva.	65
Ecuación 25. Volumen del adoquín.	66
Ecuación 26. Cuantificación.	66

RESUMEN

La presente investigación se realizó en Trujillo, en la Universidad César Vallejo, se determinó la influencia de la adición de caucho reciclado en las propiedades físico-mecánicas en adoquines ecológicos para pavimento de tránsito liviano. Para el desarrollo de la tesis se utilizó un diseño experimental, cuasi experimental, siendo el muestreo no probabilístico por juicio de expertos, la población fueron todos los adoquines ecológicos, la muestra fue 72 adoquines, realizada con la técnica de la observación, el instrumento fue la ficha de observación, para analizar los datos se empleó la estadística descriptiva e inferencia estadística. El problema de las calles en Trujillo es que se encuentran en malas condiciones ocasionando dificultades en el tránsito vehicular; además, existe contaminación ambiental por el exceso de neumáticos afectando la salud de las personas, se obtuvo propiedades físicas: tolerancia dimensional (mm) de -0.11 (largo), 0.15 (ancho) y 0.07 (espesor); absorción de 2.56%; propiedades mecánicas: resistencia a la compresión de 458.07Kg/cm²; resistencia a la flexión de 45.21 Kg/cm²; con la adición del 5%, 10% y 15% de caucho reciclado. Se determinó la influencia del aditivo ecológico en las propiedades físico-mecánicas, encontrándose que la adición del 5% de caucho reciclado fue el porcentaje más óptimo.

Palabras clave: Caucho reciclado, propiedades físico-mecánicas, adoquines ecológicos, tránsito liviano.

ABSTRACT

This research was carried out in Trujillo, at the Universidad César Vallejo, to determine the influence of the addition of recycled rubber on the physical-mechanical properties of ecological pavers for light traffic paving. For the development of the thesis an experimental, quasi-experimental design was used, with non-probabilistic sampling by expert judgment, the population was all the ecological pavers, the sample was 72 pavers, carried out with the observation technique, the instrument was the observation sheet, to analyze the data descriptive statistics and statistical inference were used. The problem of the streets in Trujillo is that they are in poor condition, causing difficulties in vehicular traffic; in addition, there is environmental pollution due to the excess of tires, affecting people's health. 11 (length), 0.15 (width) and 0.07 (thickness); absorption of 2.56%; mechanical properties: compressive strength of 458.07 kg/cm²; flexural strength of 45.21 kg/cm²; with the addition of 5%, 10% and 15% of recycled rubber. The influence of the ecological additive on the physical-mechanical properties was determined, and it was found that the addition of 5% recycled rubber was the most optimum percentage.

Key words: recycled rubber, physical-mechanical properties, ecological pavers, light traffic.

I. INTRODUCCIÓN

1.1. Realidad problemática.

Desde tiempos antiguos, en el mundo se han utilizado distintos tipos de pavimentos en el sector transporte con la idea de conectar pueblos para generar una mayor economía y comercialización. Para ello, se optó como una alternativa de solución, un sistema adoquinado que fue de gran ayuda hacia la estabilización de pisos, donde los primeros materiales usados fueron las piedras que cubrían los terrenos para unificar su recubrimiento por algo más estable. A pesar de que, en la actualidad se cuentan con pavimentos rígidos y flexibles se tienen muy escasos las vías adoquinadas para tránsito liviano. Donde, existen distintos materiales que actúan como aditivos para mejorar las características físicas y mecánicas de los adoquines, dentro de ellos existe el caucho de los neumáticos que una vez deteriorados son destinados a estar a cielo abierto o quemados, generando así escenarios desagradables teniéndose un hábitat para los roedores y moscas; de manera que, afecta a la salud de la sociedad y todo ello conlleva a una contaminación ambiental (Varas y Areche, 2021, p. 151).

Asimismo, con el avance de la tecnología y el de tener un mundo eco sostenible que ofrecen a la sociedad una excelente condición, la Organización de las Naciones Unidas viene estableciendo objetivos de desarrollo sostenible; donde esta investigación se rigió bajo la ODS 9 industria, innovación e infraestructura brinda una solución económica y dinámica en las diferentes competencias que generan empleos e ingresos económicos para la población; asimismo en la ODS 11 ciudades y comunidades sostenibles, puesto que existen escasas carreteras aptas ante el aumento del parque automotriz de manera que ocasiona la contaminación del aire produciendo CO₂.

En Colombia, comercializan miles de neumáticos, baterías y aceites; produciendo así el 80% de contaminación en la atmósfera dañando así a las ciudades como Bogotá, además se tiene múltiples vías sin pavimentar; es por ello, que se elaboraron adoquines ecológicos donde se obtuvo un impacto positivo en las características físicas-mecánicas, demostrando que mientras

más adición del material ecológico se tiene mayor es su absorción en relación al agua (Jaimes y Torres, 2019, p. 34).

En México, el transporte de vehículos ha ido incrementando abruptamente en los últimos años, originándose así una gran cantidad de neumáticos desechados lo cual ocasiona problemas ecológicos y sociales. Es por ello, que se diseñaron adoquines ecológicos con el fin de optimizar su capacidad de resistencia a la flexión como de absorción en relación al agua, mejorando así sus características que se suelen presentar dichos adoquines convencionales. (Meza, Sierra, Rodríguez y Romo, 2019, p. 3).

En Ecuador, se fabricaron adoquines ecológicos con el propósito de minimizar la contaminación hacia el medioambiente que se tiene; de tal manera que, estas partículas de dicho material ecológico fueron recolectadas en Durallanta al sur del país, donde a través de unos ensayos de sus características físico-mecánicas se alcanzó mejorar dichas características en relación a los adoquines convencionales (Lara, Guerrero y Altamirano, 2017, p. 135).

En el Perú, se elaboran adoquines ecológicos con la finalidad de reutilizar los neumáticos ya usados; produciéndose óptimas propiedades físico-mecánicas, en pruebas como la absorción y el módulo de rotura donde se tiene que mientras más caucho reciclado se le adicionada se tiene una disminución en su resistencia. (Canales y Mamani, 2021, p. 15).

En Trujillo, se tiene que gran parte de los pavimentos con sistema de adoquinado tradicional sufren múltiples deterioros, rajaduras y/o hundimientos cuando son expuestos a cargas, todo ello debido a las características físico-mecánicas que los adoquines poseen; de manera que, dificultan el tránsito vehicular provocando a la población un malestar (Chavarri y Rubio, 2020, p. 3).

Actualmente, los adoquines ecológicos deben cumplir una serie de parámetros establecidos en relación a las propiedades físicas y mecánicas; es por ello, que se basa en el Reglamento Nacional de Edificaciones CE. 010 Pavimento Urbanos, la Norma Técnica Peruana 399.611 Unidades de Albañilería y la Norma Técnica Peruana 339.078 Concreto, donde especifican

los requisitos mínimos para que cumpla con los materiales indicados, el diseño, el análisis, el proceso de construcción y la calidad para poder ser aplicado.

(Ledesma y Yauri, 2018). Encontró que la minimización de las características de los adoquines con la incorporación de polvo de neumático en la prueba del módulo de rotura, se debe a la porosidad que presentan dichas muestras. Asimismo, se tiene que el comportamiento de los adoquines con la incorporación del 25% en peso de polvo de neumáticos, muestran resultados positivos en relación a los adoquines tradicionales. Todo ello, se debe a que al reemplazo de los vacíos existentes por las partículas del polvo de neumáticos.

(Medrano, 2019). Encontró que la resistencia del adoquín baja conforme se va aumentando la dosificación de los agregados de poliestireno expandido y polvo de caucho, comprobando que el adoquín D1 con las cantidades 51 de 2 g de poliestireno y 70 g de polvo de caucho presenta óptimas propiedades con una capacidad de rotura de $124,7 \text{ Kg/cm}^2$, en similitud con el adoquín D2 con la dosificación de 4 g de poliestireno y 120 g de polvo de caucho con la resistencia de $71,20 \text{ kg/cm}^2$.

(Gutarra, 2020). En relación a los resultados que se tuvieron según los estudios dados en el laboratorio especializado, se evaluó las características físicas de los adoquines ecológicos; de manera que, las dimensiones están dentro del rango establecido con la normativa peruana; esto quiere decir, se tuvieron los siguientes promedios: en longitud 20.034 cm, en ancho 10.01 cm y en espesor 8.015 cm, cumpliéndose así con el ensayo de tolerancia dimensional.

Todos estos estudios proporcionaron contribuciones y resultados positivos, al instante de hacer uso del material del caucho reciclado como aditivo incorporado en los adoquines ecológicos; es decir, brindaron conocimiento acerca del porcentaje de adición del material ecológico e incluso facilitan la información sobre los resultados de los ensayos aplicados, para que este pueda tener óptimos resultados en las propiedades físico-mecánicas

cumpliendo así con la normativa vigente. Por otra parte, estos estudios nos crean una nueva información que puede hacerse uso para poder elaborar el adoquín ecológico, conllevando así la innovación en la tecnología de materiales.

La empresa MP Recicla S.A.C. con RUC 20600289544, más conocida como ciclo es la primera empresa de innovación que elaboran productos sostenibles en el Perú, tales como: adoquines, ladrillos y bloques; todo ello mediante el reciclaje de los desperdicios de construcción y/o demoliciones. Tienen por objetivo brindar soluciones ante la problemática del transporte, ambiental y socioeconómica que produce la falta de la gestión de estos materiales, con la finalidad de disminuir que estos desechos sean arrojados en mares, ríos, áreas naturales, rellenos sanitarios o espacios públicos. Es por ello, que los adoquines ecológicos elaborados nos permiten conocer acerca de las mejoras en las propiedades físico-mecánicas que posee este elemento de construcción, donde se basa en torno a los requerimientos mínimos establecidos: dimensiones, utilidad, textura, color y resistencia a la compresión ($f'c$) (MP Recicla S.A.C., 2018).

Otra empresa es Tecnología Ecosostenible del Perú E.I.R.L. con RUC 20604262080, conocida como Ichick Kabil, es una empresa amazónica se enfoca en el sector transporte porque brinda el servicio de diseño, optimización de las propiedades físico-mecánicas en sus elementos de construcción; por ejemplo: los adoquines ecológicos; es decir construcción de obras civiles eco-amigables. Además, se desarrolló en un proyecto de la construcción de un gimnasio al aire libre con los Ecopets Blocks tipo adoquín, este producto fue compuesto por el procesamiento de media tonelada de plástico (Tecnología Ecosostenible del Perú E.I.R.L., 2021).

Los adoquines no son más que productos con distintos componentes; tales como: agua, agregado grueso, agregado fino, cemento; se tiene que en todo el mundo los materiales de construcción poseen ciertas particularidades como la perdurabilidad, la dureza y la persistencia. Estos materiales al ser mezclados tienen el objetivo de cumplir con las propiedades físicas-

mecánicas, cumpliendo con estándares de calidad logrando así obtener un producto adecuado y poder ser aplicado como parte del pavimento articulado hacia el tránsito vehicular; pese a ello, en la provincia de Trujillo la problemática surge en cuanto al proceso de elaboración de los adoquines debido a que no siempre se cumplen con estos parámetros mencionados provocando así que los pavimentos articulados fallen y/o colapsen, conllevando a una vía en estado de malas condiciones.

Además, se tiene en cuenta que para elaborar adoquines se involucra la empresa de fabricación donde no siempre se cuenta con empresas legales sino también empresas ilegales, siendo de este tipo la mayoría, donde tener el adecuado control para el proceso de fabricación es complicado. Dentro de las empresas ilegales se tiene que la gran parte no tienen los materiales, herramientas y procesos de fabricación adecuados; asimismo, tampoco tienen el correcto rendimiento en la mano de obra en función a elaborar un producto de calidad para que este pueda resultar con las propiedades físico-mecánicas requeridas, donde posteriormente pueda ser empleado como elemento de construcción de un pavimento.

Asimismo, se manifiesta de manera alarmante la contaminación atmosférica, al suelo y sobre todo a la sociedad, producto de la acumulación de las llantas de los neumáticos a cielo abierto; todo ello, debido a una desinformación acerca de la reutilización de este material cuando ya deja de cumplir su principal función que es de ser una parte elemental del vehículo para su tránsito; es decir, la carencia de conciencia ambiental que tiene la sociedad (Loayza y Mostacero, 2020, p. 5).

Además, si no se tiene el correcto control como para los demás materiales, puede que no se tengan adoquines mejorados en las propiedades físico-mecánicas hacia su implementación en el pavimento articulado; puesto que, no se están cumpliendo con las normas especificadas donde nos muestran los rangos establecidos para alcanzar un producto de calidad.

Por lo tanto, lo que se pretende con esta investigación es darnos cuenta acerca de la influencia que posee al añadir caucho reciclado en las

propiedades físico-mecánicas de los adoquines ecológicos para pavimento de tránsito liviano, donde de esta manera se busca realizar las pruebas establecidas bajo la norma perteneciente e incluso se busca estudiar los materiales que lo componen a dicho adoquín ecológico para poder obtener un buen producto con los componentes adecuados a implementarse. De esta forma, se estaría potenciando la adición de este material y a su misma vez haciendo uso de una de las 3R que es la reutilización enmarcando así la conciencia ambiental en la sociedad.

En caso de no realizar esta investigación, se seguirá mantenimiento a la sociedad desinformada acerca de qué tan valiosa es la adición de caucho reciclado en el adoquín ecológico; puesto que, esta adición podría ser la pieza clave para que el adoquín obtenga una excelente calidad y alcance los parámetros establecidos para mejorar las propiedades físico-mecánicas, donde posteriormente se convertirá en un adoquín sobresaliente dentro de la industria del mercado. De igual manera, se estaría dando a mostrar ante la población un producto innovador y sobre todo eco amigable donde se estaría haciendo uso de la reutilización de las llantas de los vehículos de manera que se evitaría la propagación de la contaminación que generan esos neumáticos al ser tirados en plena vía pública o acumulados a cielo abierto.

1.2. Planteamiento del problema.

¿Cómo influye la adición de caucho reciclado en las propiedades físico-mecánicas en adoquines ecológicos para pavimento de tránsito liviano en Trujillo, 2022?

1.3. Justificación.

1.3.1. Justificación general.

Esta investigación, se origina debido a la necesidad de poder elaborar los adoquines ecológicos para facilitar el tránsito vehicular ligero; puesto que, cada año se incrementa el parque automotor y la tasa poblacional generando así más viviendas donde las familias necesitan vivir. Asimismo, no siempre las empresas fabricantes de este producto satisfacen con los estándares de calidad requeridos y el adecuado proceso de fabricación, presentando así fallas convirtiendo en un pavimento articulado en mal estado que no cuentan

las propiedades físico-mecánicas necesarias.

La solución de la problemática nos sirve para que se pueda elaborar adoquines ecológicos de manera rápida, con calidad, con propiedades físico-mecánicas óptimas y sobre todo económica; para el uso en las vías de transporte vehicular liviano. Además, no solo nos ayuda para el acceso de vehículos sino también para incentivar una cultura ambiental con el uso de una de las 3R como es la reutilización.

Es por ello que, se realizó con el propósito de lograr optimizar las propiedades físico-mecánicas de adoquines convencionales mediante la incorporación del caucho reciclado para el tránsito de vehículos ligeros junto a ello disminuir los desechos de las llantas puesto que su proceso de biodegradación es lento.

Esta investigación sirve como ayuda hacia la población de la provincia de Trujillo, donde facilita una pavimentación conformada por adoquines ecológicos con rápida aplicación y sobre todo de manera eficiente. Además, brinda ayuda a las entidades públicas como privadas, debido a que el desarrollo del adoquín ecológico influye en las propiedades físico-mecánicas que el adoquín convencional, donde se estaría manejando un buen prototipo de pavimento articulado.

1.3.2. Justificación teórica.

La presente investigación se justifica teóricamente; debido a que, busca la aplicación de conocimientos básicos al momento del diseño de mezcla donde se le incorpora la adición de un material ecológico como es el caucho reciclado conforme a las normativas vigentes; donde nos indica los valores de las propiedades que debe tener todo adoquín. De manera que, este adoquín tendrá uso en los pavimentos articulados tipo II (uso de tránsito liviano) en base a la normativa pertinente.

1.3.3. Justificación práctica.

La investigación se justifica prácticamente, porque nos sirve como una alternativa de solución en la reutilización que se le da al caucho procedente

de los vehículos para la fabricación de adoquines ecológicos que se aplican en el pavimento articulado, porque estos se encuentran expuestos en lugares abiertos generando contaminación al medioambiente y dañando la salud de la sociedad. Asimismo, al desarrollar un prototipo de adoquines ecológicos poseen la facilidad para la instalación, reparación y requiere poco mantenimiento como pavimento articulado en relación al pavimento flexible o rígido; convirtiéndose así en adoquines ecológicos económicos.

1.3.4. Justificación metodológica.

La presente investigación se justifica metodológicamente, porque tiene el propósito, que sea entendible y viable; la técnica de recolección de datos fue la guía de observación, teniendo el instrumento de recolección de datos a la ficha de observación mostrando así las características que tenían los agregados, las dosificaciones respectivas según el porcentaje de adición y las propiedades físico-mecánicas que poseían los adoquines ecológicos; es por ello, que se recogieron todos los datos y se evaluaron mediante la NTP establecida para ser presentado al caucho reciclado como un material ecológico hacia la aplicación dentro del pavimento articulado.

1.3.5. Justificación social.

La presente investigación se justifica socialmente, debido al uso de un material ecológico como es el caucho reciclado, evitando la contaminación y malestar que dicho material provoca; al reutilizar este material se proporciona un estilo de vida mejor, inculcando cultura ambiental y sirve como una propuesta innovadora para incentivar la reutilización. Asimismo, los resultados que se encuentran plasmados dentro de esta investigación, sirven como una propuesta para ser incorporada en futuras investigaciones similares.

1.4. Objetivos.

1.4.1. Objetivo general.

Determinar la influencia de la adición de caucho reciclado en las propiedades físico-mecánicas en adoquines ecológicos para pavimento de tránsito liviano en Trujillo, 2022.

1.4.2. Objetivos específicos.

- Obtener las características de los agregados en Trujillo, 2022.
- Determinar las dosificaciones de los agregados en Trujillo, 2022.
- Determinar las propiedades físicas en adoquines ecológicos para pavimento de tránsito liviano en Trujillo, 2022.
- Determinar las propiedades mecánicas en adoquines ecológicos para pavimento de tránsito liviano en Trujillo, 2022.

1.5. Hipótesis.

1.5.1. Hipótesis general.

La adición de caucho reciclado influye significativamente en las propiedades físico-mecánicas en adoquines ecológicos para pavimento de tránsito liviano en Trujillo, 2022.

II. MARCO TEÓRICO

2.1 Antecedentes.

“Aprovechamiento del Grano De Caucho Reciclado para la Elaboración de Adoquines Ecológicos como Alternativa a la Industria Constructiva”

Jaimés & Torres (2019), elaboró adoquines con las cuantificaciones más adecuadas dentro de la composición, que implica añadiendo diversos porcentajes de caucho reciclado (p. 34). Se desarrolló una metodología tipo experimental porque se fabricó doce adoquines con la adición del 0%, 5%, 7% y 9% de caucho reciclado en cada cuantificación (p. 35). Se obtuvo como resultado, que las muestras fueron elaboradas el mismo día, y por orden de ejecución, donde primero se utilizó para los adoquines patrones: 610 kg de cemento, 366 l de agua, 1100 kg de agregado fino; para los adoquines con el 5% de GCR se hizo uso de 515 kg de cemento, 329.6 l de agua, 1250 kg de agregado fino; para los adoquines con el 7% de GCR se usó 434 kg de cemento, 290.78 l de agua, 1425 kg de agregado fino y para los adoquines con el 9% de GCR se utilizó 373 kg de cemento, 272.29 l de agua, 1525 kg de agregado fino (p. 37). Se concluye que, dentro de la elaboración de los adoquines ecológicos, la cuantificación más apropiada y que cumple con la normativa colombiana es del 5% de grano de caucho reciclado dentro de la composición en los adoquines. (p. 42)

La presente investigación aporta en cómo tener un modelo de las posibles cuantificaciones a utilizar en la composición del adoquín ecológico, sobre todo la adición de porcentajes de grano de caucho reciclado, todo ello basados bajo la normativa; es decir, brinda los parámetros de una adecuada dosificación para elaborar un adoquín ecológico de calidad.

“Análisis de las Propiedades Físicas-Mecánicas del Adoquinado de Concreto y Bloques de Asfalto con Material Reciclado de Neumático para Pavimento de Tránsito Liviano, Lima 2019”

Sanchez (2019), analizó la influencia del caucho reciclado en las características físico-mecánicas en los adoquines convencionales y los bloques de asfalto destinados al pavimento de tránsito liviano, Lima 2019 (p.

7). Se desarrolló una metodología experimental, porque se manipula la variable caucho reciclado en tres porcentajes (5%, 10%, 15%) como reemplazo del agregado fino, además se elaboraron muestras con un 0% de caucho para ver la influencia de dicho material ecológico, todo ello con el propósito de optimizar las propiedades físico-mecánicas del pavimento articulado. (p. 30-31). Se obtuvo como resultado lo siguiente, dentro de la prueba de rotura a compresión: 471.7 kg/cm² (0%), 431.8 kg/cm² (5%), 290.9 kg/cm² (10%) y 237.4 kg/cm² (15%); además, en la prueba de rotura a flexión se obtuvo: 51.8 kg/cm² (0%), 47.4 kg/cm² (5%), 32.0 kg/cm² (10%) y 25.3 kg/cm² (15%) (p. 81-83). Se concluyó, que según las cifras adquiridas de la prueba de la capacidad de soporte brinda que la adición del caucho reciclado en el adoquín tiende a disminuir su capacidad ocasionados por la poca adherencia entre sus agregados (p. 89).

La presente investigación aporta en las características del soporte de cargas del adoquín con adición de caucho reciclado, brindando así que mientras más es el porcentaje de adición del caucho su módulo de rotura disminuye tanto en compresión como tracción.

“Análisis de la influencia del caucho de llantas recicladas como agregado en la fabricación de adoquines de concreto”

Mejía (2020), analizó la influencia del caucho de llantas recicladas como sustituyente parcial del material fino dentro de la composición de los adoquines, evaluando por medio de los ensayos correspondientes, las propiedades físico-mecánicas de este elemento. (p. 56). Se logró desarrollar bajo un enfoque metodológico cuantitativo, siendo este un problema de investigación que puede ser medido mediante la realización de ensayos que nos permitieron llegar a estos puntos o datos concretos. (p. 59). Se obtuvieron los siguientes resultados respecto al ensayo de absorción, para el adoquín con el 0% de adición de caucho reciclado entre 11.14% de absorción, para el 5% de adición de caucho reciclado se logró una absorción de 6.51%, para el 10% de adición de caucho reciclado se alcanzó una absorción de 6.30%, para el 20% entre 5.40% y para el 30% entre el 6.85%. (p. 82). Se concluyó que, los valores alcanzados dentro del ensayo de absorción, indican como las

unidades de adoquines se ven directamente afectadas con la incorporación de caucho; es decir, conforme va aumentando la adición del caucho reciclado en las muestras, la absorción va disminuyendo, siendo esto concordante con los resultados del proyecto de investigación realizado en Bogotá. (p. 88).

La presente investigación aporta en la correlación entre la incorporación del caucho y su influencia en las propiedades; manifestando conforme se va añadiendo más el porcentaje de caucho reciclado en los adoquines se tiene una disminución de la dicha absorción.

“Evaluación de las propiedades físico-mecánicas del Adoquín 6 Tipo II, reemplazando el Agregado Fino por Caucho Reciclado”

Marín (2020), evaluó las características físico-mecánicas del adoquín 6 Tipo II, en reemplazo del agregado fino por el caucho reciclado. (p. 27). Se desarrolló una metodología de enfoque cuantitativo, porque permitió obtener resultados acerca de las particularidades que presentaban las unidades de estudio 6 tipo II con los siguientes porcentajes 3%, 6% y 9% de caucho reciclado. (p. 75). Se obtuvo en el ensayo de la tolerancia dimensional valores desde -1.0 mm hasta el 0.50 mm de variación en el ancho y largo para el 3%, 6% y 9% de adición de caucho reciclado en el adoquín; pese a ello, se obtuvo desde -2.00 mm hasta 0.50 mm en la variación del espesor para dichos porcentajes en el adoquín ecológico. (p. 91). Se concluyó que, los porcentajes empleados en la adición de caucho reciclado, todas las muestras ensayadas mostraron una tolerancia dimensional dentro de los rangos establecidos según la normativa peruana; esto quiere decir, que se tuvo un promedio del ancho y longitud adecuados; sin embargo, en el promedio del espesor se tuvo una variación de 2 mm, cumpliéndose así con la normativa porque se permitía hasta una variación en el espesor de hasta 3.2 mm. (p. 95).

La presente investigación aporta que, en la propiedad física que tiene un adoquín ecológico conlleva a la realización del ensayo de tolerancia dimensional, donde se debe tener una variación dimensional promedio en el espesor de hasta 3.2 mm basados en la NTP 399.611.

“Influencia de las partículas de caucho en la resistencia a la compresión de bloques de concreto”

Lara, Guerrero & Altamirano (2020), se analizó el reemplazo del agregado fino por el caucho procedentes de los vehículos. (p. 135). La metodología abordada fue cuantitativa porque se elaboraron bloques de concreto patrón y con 3 tipos de diseño de mezclas; es decir, con el 10%, 15% y 20% de caucho reciclado, teniendo 39 cm (largo) x 19 cm (ancho) x 14 cm (espesor); donde se utilizó como materiales al cemento, arena, piedra, agua y el agregado ecológico. (p. 135-137). Se obtuvo las siguientes características del agregado fino: módulo de fineza de 3.01, tamaño máximo nominal de 4.76 mm, contenido de humedad de 7.24%, porcentaje de absorción del 6.30%, peso específico de 2660 Kg/cm³ y peso unitario compactado de 1640 Kg/cm³; además, se consiguió las características del agregado grueso: tamaño máximo nominal de 19.05 mm, contenido de humedad de 1.44%, porcentaje de absorción de 2.67%, peso específico de 2650 Kg/cm³ y peso unitario compactado de 1440 Kg/cm³; ambos agregados fueron extraídos de una cantera situada en el Ecuador.(p. 136). Se concluyó que, las características de los agregados fueron base para mejorar las propiedades de los bloques, encontrándose en óptimas condiciones donde fueron empleadas como parte de los agregados hacia la fabricación de los bloques ecológicos. (p. 140).

La presente investigación aporta en lo fundamental que es la evaluación de las características que se consideran tanto del agregado fino como del agregado grueso, porque con ello se evaluaron si los agregados a emplearse como parte de las unidades ecológicas se encuentran en condiciones o no para la obtención de un producto de calidad que se rige en la normativa correspondiente.

“Efecto del caucho reciclado en la resistencia a compresión en adoquines de concreto diseñados para pavimentos articulados”

Chavarri y Rubio (2020), investigó la adición de las fibras de llantas desechadas, nos sirven para la elaboración de adoquines como probabilidad para mitigar la repercusión ambiental en el cantón Ambato. (p. 5). La metodología empleada fue cuantitativa por que se realizó de una manera la cual se pudo calcular y juntar las cifras mediante la prueba de flexión en los adoquines tradicionales y los elaborados con el 3%, 5% y 7% del grano de

caucho en reemplazo del material de la arena diseñados para pavimentos con sistema de adoquinado. (p. 17). Asimismo, se obtuvo de la prueba de módulo de rotura de los adoquines ecológicos, según el promedio se obtuvo lo siguiente: 15.28 MPa (a los 3 días), 23.38 MPa (a los 7 días) y 34.26 MPa (a los 28 días). (p. 35). Se concluyó, que los adoquines con el 3%, 5% y 7% poseen distintos resultados en cuanto a la prueba del módulo de rotura, afirmando así que no es propicio la utilización de caucho reciclado.

La presente investigación aporta sobre la determinación de los porcentajes de adición de caucho reciclado en el adoquín; dando así, que frente al 3%, 5% y el 7% de caucho no son buenos porcentajes debido a que no cumplen con lo estipulado en la normativa del ensayo del módulo de rotura.

2.2 Bases teóricas.

Propiedades físicas.

Según la Norma Técnica Peruana 399.611 Unidades de Albañilería (2017, p. 7) son las características medibles sin alterar la estructura del adoquín; es decir, se basa en las dimensiones como el ancho, el largo y el espesor de la unidad ecológica. Para ello, fueron analizados a través de los siguientes ensayos mostrados a continuación.

- Ensayo de Tolerancia Dimensional.

Es aquella variabilidad dimensional de las unidades de adoquines, donde se tomó en cuenta los siguientes requisitos; esto conllevó a tener un largo y un ancho con una tolerancia de ± 2 mm y en el espesor con una tolerancia de ± 3 mm en relación al adoquín convencional.

Tolerancia dimensional, máx. (mm)		
Longitud	Ancho	Espesor
$\pm 1,6$	$\pm 1,6$	$\pm 3,2$

Figura 1. Rango de tolerancia dimensional.

Fuente: NTP 399.611

De la misma forma, para llevar a cabo el ensayo de tolerancia dimensional dependió de la forma que posee el adoquín antes de su elaboración; es por

ello, que se cuenta con adoquines de forma rectangular, así como de adoquines ensamble M11; entre otros.

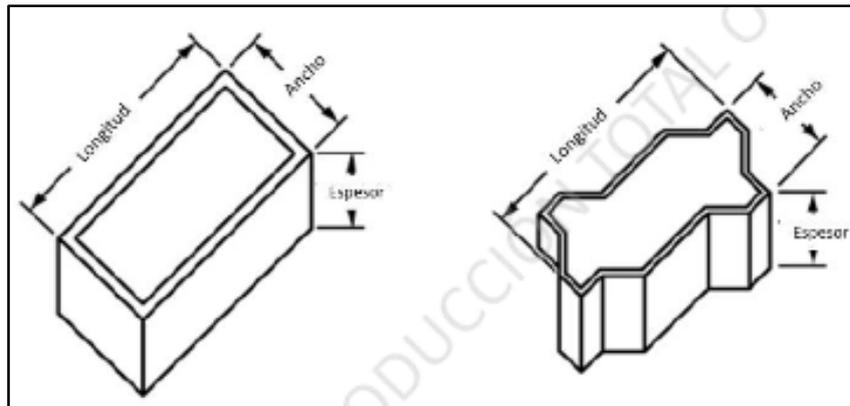


Figura 2. Forma del adoquín.

Fuente: NTP 399.611

- Ensayo de Absorción.

La prueba se realiza conforme al procedimiento determinado en la normativa donde se puede verificar la cantidad de agua que el adoquín posee a diferencia de su propio kilaje cuando está seca, teniendo en el adoquín tipo I y II una absorción máxima de 7.5% y en el adoquín tipo III el 7%.

Tipo de Adoquín	Absorción, máx. (%)	
	Promedio de 3 unidades	Unidad individual
I y II	6	7,5
III	5	7

Figura 3. Rango de absorción.

Fuente: NTP 399.611

Propiedades Mecánicas.

Para Manrique, L. & Manrique, F. (2021, p. 3) son aquellas características que se muestran cuando empleamos alguna fuerza con el fin de obtener su capacidad de soporte, además la norma peruana menciona que debemos realizar los ensayos también los 28 días.

- Ensayo de Resistencia a la Compresión.

Según la NTP 399.611 Unidades de Albañilería (2017, p. 6) es un procedimiento que tiene por finalidad el soporte de las cargas según sea sus

tipos, teniendo para el tipo I una compresión mínima de 28 MPa; para el tipo II, 32 MPa; para el tipo III, 50 MPa.

Tipo	Espesor nominal (mm)	Resistencia a la compresión, mín. MPa (kg/cm ²)	
		Promedio de 3 unidades	Unidad individual
I (Peatonal)	40	31 (320)	28 (290)
	60	31 (320)	28 (290)
II (Vehicular ligero)	60	41 (420)	37 (380)
	80	37 (380)	33 (340)
	100	35 (360)	32 (325)
III (Vehicular pesado, patios industriales o de contenedores)	≥ 80	55 (561)	50 (510)

Figura 4. Resistencia a la compresión.

Fuente: NTP 399.611

- Ensayo de Resistencia a la Flexión.

Para la Norma Técnica Peruana 339.078 Concreto (2012, p. 2) conocido también como la capacidad de soporte que tiene el adoquín donde se hace uso de una máquina de prensa aplicando un peso en los tercios de la luz de la unidad ecológica, presentando así una rotura.

Caucho Reciclado.

Para Angulo, Ramírez & Orjuela (2020, p. 50) es aquel material procedente de los neumáticos teniendo en cuenta las propiedades y características que este posee para poder ser ejecutado como un material ecológico en el rubro de la construcción. Es decir, es una cubierta compuesta de caucho teniendo como función el soporte de las cargas que genera el vehículo.

Neumático.

Según Castro (2008, p. 2) es aquel elemento que posibilita el desplazamiento de un vehículo sobre la superficie; además, está cubierto primordialmente de caucho que contiene aire, lo cual hace posible de servir como soporte del vehículo y junto a ello las cargas expuestas.

Pavimento Articulado.

Para Navas y Rincón (2020, p. 38) es aquella estructura vial que tiene como fin el tránsito vehicular; además está compuesto por: una subrasante, una

subbase, una base y una capa de rodadura donde esta capa se tiene a la cama de arena, a los adoquines con sus juntas respectivas y el sello de arena.

- **Estructura.**

Sub-rasante.

Según el Manual de Carreteras: suelos, geología, geotecnia y pavimentos (2014, p. 198-199) es aquella capa denominada terreno de asentamiento donde finaliza todas las actividades de movimiento de tierras; es decir, la capa terminal que sobre de ella están las siguientes capas mencionadas.

Sub-base.

Es aquella capa donde varía dependiendo el tipo del suelo de asentamiento y las características que esta tiene; teniendo como finalidad el impedimento del tránsito del agua, de forma que se evita la absorción del pavimento ocasionado por la sub-rasante.

Base.

Esta capa se localiza por debajo de la capa de rodadura, donde es la que resiste todas las fuerzas que transitan sobre ella; además, de ser compactada también necesita ser estabilizada en relación al tipo del suelo y sus características.

Cama de arena.

Esta cama posee un espesor que oscila entre 25 mm hasta 40 mm; teniendo como principal finalidad el emparejamiento nivelado debido a que en esta capa es donde se colocan los adoquines de concreto.

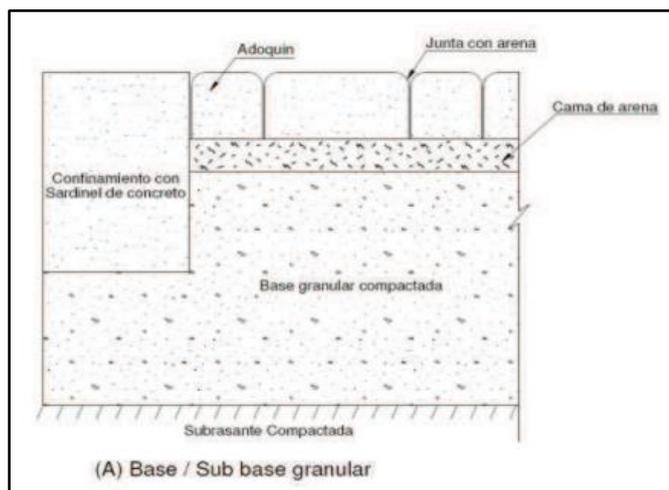


Figura 5. Sección transversal del pavimento articulado.

Fuente: Manual de Carreteras.

- **Ventajas.**

Escasos gastos de conservación.

Según Instituto Español del Cemento y sus Aplicaciones (2021, p. 2) frente a la elaboración de pavimentos siempre se requiere una conservación de gastos, para ello se debe analizar los pesos, en una calzada con sistema de adoquinado se disminuye la flora que crece en las juntas entre los adoquines. Por otro lado, este pavimento tiene una ventaja en cuanto a la facilidad de levantamiento, generando así la reutilización de dichos adoquines usados.

Resistencia a inflamables.

Un pavimento articulado con una buena compactación de la base y sub base podrá resistir todo tipo de acciones de todos los elementos mientras que otros tipos de pavimentos sin una buena compactación sufrirán fallas y los elementos mencionados causarán daños a dichos pavimentos.

Amplias posibilidades expresivas

Se tendrá en cuenta de que tipo o diseño serán los adoquines y también se tiene que analizar en qué tipo de pavimento de usar, pero lo más común se utiliza en pavimentos articulados para tránsito peatonal tipo I y tránsito de peso liviano que sería tipo 2 como será colocado dichos bloques de concreto o adoquines y el proyectista tendrá que analizar para que tipo lo usara.

Ventajas medioambientales

Se tiene que cada producto elaborado con cemento dentro de la industria de la construcción posee ventajas en cuanto al medioambiente correlacionado con la dureza del material y el uso de los agregados para su elaboración como es también se le puede adicionar o incorporas caucho granulado, plástico, vidrio, entre otros. Así ayudando al lado ambiental e incentivando la reutilización de dichos aditivos mencionados ya sea en reemplazo de algunos materiales o de manera de adición sin sustituir ningún material.

Adoquín de Concreto.

Según Madhi, Babu, Hossiney & Abdullah (2022, p. 2) es un bloque sólido no reforzado compuesto esencialmente de cemento, donde sirve para ser aplicado en los pavimentos. Es una técnica utilizada desde tiempos antiguos que en relación con el avance tecnológico y la expansión de la población en las naciones se ha ido implementando adoquines con un material de rehúso.

- **Clasificación de Adoquines.**

Según Norma Técnica de Edificación CE.010 Pavimentos Urbanos (2010, p. 14) se clasifica en tres tipos: el tipo I para tránsito de peatones; tipo II, tránsito de vehículos livianos; tipo III, tránsito de vehículos pesados. Cada uno de la clasificación de los ladrillos tienen sus propiedades establecidas para poder darle el uso adecuado dentro de las pavimentaciones.

- **Ventajas.**

Según Rey (2018, p. 42) se tiene que el adoquín es capaz de volver a ser reutilizado, para su aplicación no se necesariamente tiene que ser mano de obra especializada, la manera de colocar el adoquín es de forma rápida, tiene perdurabilidad y es económica.

Dosificación.

Según la NTP 399.611 (2017, p. 35). nos dice que es uno de los métodos más utilizados en la construcción y elaboración de adoquines, entre otras obras de concreto, para tener una adecuada dosificación tenemos que tener buenas proporciones correspondientes.

Agregados.

- **Cemento.**

Para la Norma Técnica Peruana 334.009 Cementos (2020, p. 4) es aquel conglomerante obtenido por la atomización del Clinker, donde es una constitución de silicatos de calcio hidráulico; para poder ser empleado como un material elemental hacia la construcción de edificios, pavimentos, entre otros.

- **Agregado Fino.**

Según la Norma Técnica Peruana 400.037 Agregados (2018, p. 6) es aquel agregado que es derivado de la arena ya sea de manera natural o artificial; teniendo que en el tamizado pasa por la maya 3/8" quedándose reteniendo en

el tamiz número 200, cumpliendo con los valores determinados en dicha normativa.

- **Agregado Grueso.**

Es aquel agregado procedente de grava ya sea de manera natural o procesada mecánicamente por trituración; teniendo que encontramos en la maya n° 4, de manera que se cumple con los requerimientos mínimo dados en la normativa peruana.

- **Agua.**

Para Reddy, Madhusudana, & Venkata (2018, p. 1314) es aquel componente que se utiliza para mezclar y poder tener el curado del concreto; asimismo, debe estar limpio de sustancias dañinas que puedan alterar su composición, siendo beneficiosa en el tiempo del fraguado.

III. METODOLOGÍA

3.1. Enfoque, Tipo y Diseño de Investigación.

3.1.1. Enfoque de la Investigación.

En esta investigación se tiene que, según su enfoque es cuantitativa; puesto que, se midió la variable de estudio que son las propiedades físico-mecánicas; asimismo, se hizo uso del método deductivo que consta en ir de lo general hacia lo particular.

Es un conjunto de datos utilizados con el fin de probar la hipótesis donde se realizó un análisis por medio de las mediciones numéricas y las estadísticas para lograr desarrollar pautas y comprobar teorías (Hernández, Fernández y Baptista, 2014, p. 4).

3.1.2. Tipo de Investigación.

3.1.2.1. Por el Propósito.

En esta investigación se tiene que, de acuerdo con el propósito fue aplicada; puesto que se usó principios y conocimientos obtenidos por la Norma Técnica de Edificaciones CE. 010 Pavimentos Urbanos, la Norma Técnica Peruana 399.611 y la Norma Técnica Peruana 339.078, donde son fundamentales para poder establecer una alternativa de solución hacia la problemática que nos genera; teniendo por finalidad el análisis de los adoquines ecológicos donde sea considerado como un producto innovador que cumple con los requerimientos mínimos de calidad como una ayuda hacia la población.

Asimismo, una investigación de tipo aplicada, empírica o práctica consistió en la indagación del estudio en los conocimientos para poder brindar una alternativa de solución frente a una determinada dificultad que se pueda presentar (Ríos, 2017, p. 80).

3.1.2.2. Por el Diseño.

La presente investigación, según el diseño fue de tipo experimental; dado que, los investigadores manipularon deliberadamente la variable independiente del estudio, donde fue la adición del caucho reciclado como parte de la composición de los adoquines.

3.1.2.3. Por el Nivel de Estudio.

En esta investigación se tiene que, por el nivel de estudio fue de tipo explicativo; debido a que, consistió en el comportamiento de la variable en relación de las otras variables donde busca el porqué de los sucesos a través de la relación causa-efecto.

Este nivel de estudio permitió establecer relaciones entre conceptos para poder comprobar las razones del comportamiento de algún evento; esto quiere decir, la obtención de las respuestas de las causas y sus fenómenos que se pretendieron estudiar (Hernández et al., 2014, p. 95).

3.1.3. Diseño de Investigación.

En esta investigación fue de diseño experimental; dado que, existió una manipulación intencional en la variable independiente donde se evidenció las consecuencias en la variable dependiente; asimismo, se tiene que fue de diseño cuasi-experimental, porque se basó y apoyó desde la observación, donde para que la experimentación se logre desarrollar se aplicó los ensayos según lo establecido en la NTP.

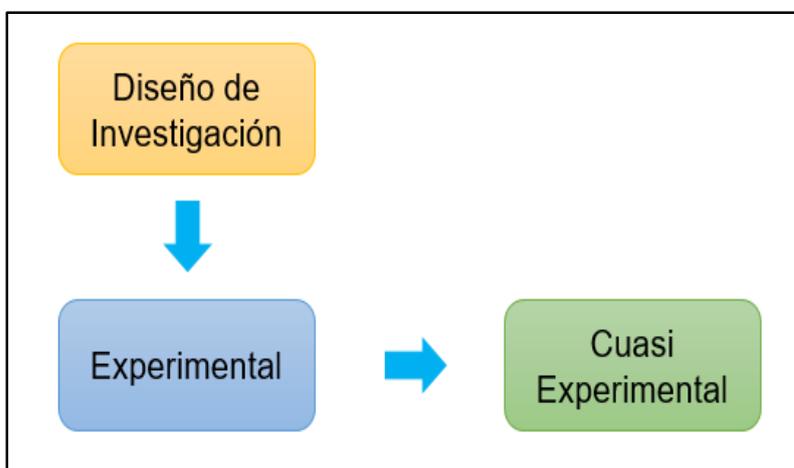


Figura 6. *Diagrama del diseño de investigación.*

Las investigaciones con diseño cuasi experimentales son diseños que presentan una manipulación de las variables y tienen una hipótesis para contrastar, además la mayoría de sus características es de un experimento. (Para Alan y Cortez, 2018, p. 73).

El diseño de la presente investigación, quedó conformado por un post prueba

únicamente y grupo control. Para ello, se obtuvo el esquema de la investigación, mostrado a continuación.

O1	X1	O5
O2	X2	O6
O3	X3	O7
O4	X4	O8

Figura 7. Esquema de investigación.

Donde:

O1, O2, O3 Y O4: Grupo de sujetos (adoquín convencional).

X1: Adición del 0% de caucho reciclado.

X2: Adición del 5% de caucho reciclado.

X3: Adición del 10% de caucho reciclado.

X4: Adición del 15% de caucho reciclado.

O5, O6, O7 y O8: Resultados tras las pruebas acerca de las propiedades físico-mecánicas de los adoquines.

3.2. Operacionalización de Variables.

3.2.1. Variables.

En esta investigación, contó con dos variables de estudio, tales como: la variable independiente será adición de caucho reciclado, y la variable dependiente será las propiedades físico-mecánicas. Donde dicha variable dependiente dependerá de la independiente; esto quiere decir, que conforme se fue adicionando caucho reciclado en los adoquines ecológicos estos influenciaron en las propiedades físico-mecánicas.

3.2.2. Matriz de Clasificación de Variables.

Las variables de la investigación hicieron posible el desarrollo del proyecto; de manera que, en la tabla siguiente nos muestra la identificación y la clasificación de la variable tanto independiente como dependiente de dicha investigación.

Tabla 1. Matriz de Clasificación de Variables.

Variables	CLASIFICACIÓN				
	Relación	Naturaleza	Escala de medición	Dimensión	Forma de medición
Adición de caucho reciclado	Independiente	Cuantitativa Continua	Razón	Adimensional	Indirecta
Propiedades físico-mecánicas	Dependiente	Cuantitativa Continua	Razón	Multidimensional	Indirecta

3.2.3. Matriz de Operacionalización de Variables.

Cuando se identificaron las variables de la investigación, fue imprescindible realizar su concepto y su operacionalización. Donde el conceptuar implica la definición de la variable; es decir, lo que se entiende de ella. Asimismo, el operacionalizar fue desglosar la variable de estudio a sus dimensiones, indicadores y con ello su escala de medición. (Para Bernal, 2010, p. 141).

Variable Independiente: Adición de caucho reciclado (Cuantitativo).

- **Definición conceptual:** Es un residuo procedente de los neumáticos; es decir, un aditivo que contiene óptimos componentes hacia la elaboración del adoquín de manera que mejora sus propiedades (Arroyo, et al., 2018, p. 301).
- **Definición operacional:** Será analizado mediante las distintas adiciones en porcentaje del caucho reciclado a la dosificación para la elaboración de los adoquines ecológicos.
- **Dimensiones:** -
- **Indicadores:** Porcentajes de caucho reciclado (5%, 10%, 15%).
- **Escala de medición:** Se utilizó de razón para todos los indicadores.

Variable Dependiente: Propiedades físico-mecánicas (Cuantitativo).

- **Definición conceptual:** Son aquellas características establecidas de un adoquín que son medibles a través de los ensayos en laboratorios

especializados para que de esta manera cumpla con la normativa logrando evitar futuras fallas (NTP 399.611 Unidades de Albañilería, 2017, p. 4).

- **Definición operacional:** Para la obtención de las propiedades serán medidas a través los ensayos correspondientes a la Norma Técnica Peruana CE.010, la NTP 399.611 y la NTP 339.078, adicionando los porcentajes de caucho reciclado.
- **Dimensión:** Características de los agregados, Dosificación, Propiedades físicas y Propiedades mecánicas.
- **Indicadores:** Para la primera dimensión se tiene como indicadores a Análisis Granulométrico, Contenido de Humedad, Peso específico y absorción y Peso unitario suelto y varillado; segunda dimensión, Relación de agua/cemento y Cuantificación de los agregados; tercera dimensión, Tolerancia dimensional y Absorción; y la última dimensión, Resistencia a la compresión y Resistencia a la flexión.
- **Escala de medición:** Se utilizó de razón para todos los indicadores.

A continuación, se muestra la Matriz de Operacionalización de Variables de la Investigación en el Anexo 3.1.

3.3. Población, muestra, muestreo y unidad de análisis.

3.3.1. Población.

En esta investigación, se tiene que la población fueron todos los adoquines ecológicos para pavimento de tránsito liviano en Trujillo, 2022.

Se le conoce también como universo, donde hizo referencia al conjunto de seres, objetos u cosas que se desearon estudiar dentro de una investigación, las cuales se caracterizan por poseer particularidades en común (Hernández et al., 2014, p. 174).

3.3.2. Muestra y Muestreo.

3.3.2.1. Técnicas de Muestreo.

En la presente investigación, se utilizó la técnica de muestreo no probabilístico por juicio de expertos; puesto que, no todos los adoquines ecológicos tienen la misma oportunidad de ser elegidos. Se considera que la

población fue alterada haciendo uso de distintos porcentajes del aditivo de caucho reciclado teniendo como finalidad optimizar las características físicas y mecánicas del adoquín ecológico basados según la NTP 399.611 y la NTP 339.078 que nos indica cuántos adoquines se requiere por ensayo; asimismo, se realizó una comparación entre ellos para obtener el porcentaje adecuado.

3.3.2.2. Tamaño de Muestra.

Fueron 72 unidades de adoquines ecológicos para pavimento de tránsito liviano, teniéndose la siguiente distribución: respecto a la NTP 399.611, recomendó como mínimo 3 adoquines de 100 mm x 200 mm x 80 mm de dimensiones; para ello, tuvimos un total 3 adoquines ecológicos para el ensayo de tolerancia dimensional con la adición del 0%, 5 %, 10% y 15% de caucho reciclado; 3 adoquines ecológicos para el ensayo de absorción con la adición del 0%, 5 %, 10% y 15% de caucho reciclado; 3 adoquines ecológicos para el ensayo de resistencia a la compresión con la adición del 0%, 5 %, 10% y 15% de caucho reciclado a los 7, 14 y 28 días de secado; además, se tuvo en cuenta la NTP 339.078 donde nos señaló un mínimo de 3 adoquines ecológicos para el ensayo de resistencia a la flexión con adiciones del 0%, 5 %, 10% y 15% de caucho reciclado a los 28 días. (Anexo 5).

La muestra se definió como aquella parte representativa de la población total del estudio; donde para la obtención de dicha muestra pasa por una serie de procesos, la cual constaban en establecer el tipo de muestreo: muestreo probabilístico y muestreo no probabilístico (Baena, 2017, p. 125).

3.3.2.3. Unidad de Análisis.

Un adoquín ecológico para pavimento de tránsito liviano con las medidas de 10 cm x 20 cm x 8 cm.

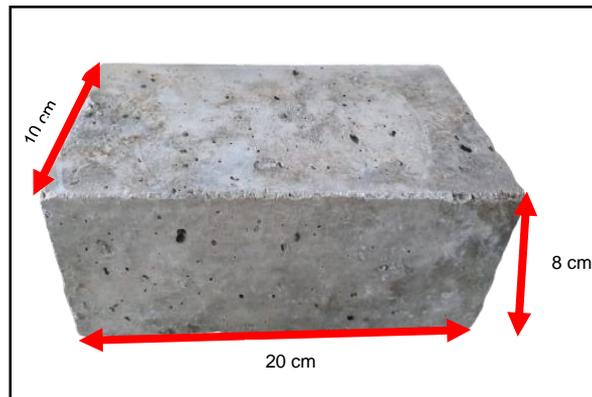


Figura 8. *Unidad de análisis.*

3.4. Técnicas e instrumentos de recolección de datos.

3.4.1. Técnicas de recolección de datos.

En la presente investigación, se utilizó como técnica la observación de campo experimental; donde según el nivel de participación fue una observación participante, debido a que los investigadores se involucraron de manera total con los ensayos establecidos a los adoquines ecológicos; según la forma de registrar la conducta fue una observación directa, porque los autores observaron de manera directa los ensayos; y según la planificación de la observación fue una observación sistemática, puesto que los autores usaron como instrumento una ficha de observación.

3.4.2. Instrumentos de recolección de datos.

De acuerdo a la técnica de recolección de valores, se tuvo de instrumento a la ficha de observación: la Ficha de Observación 1 (anexo 4.1.), este instrumento brindó la recolección de datos al desarrollo de los ensayos pertinentes del agregado fino; la Ficha de Observación 2 (anexo 4.2.), este instrumento permitió la obtención de datos a la realización de los ensayos pertinentes del agregado grueso; la Ficha de Observación 3 (anexo 4.3.), este instrumento brindó la recolección de datos a la realización de las dosificaciones de los agregados; la Ficha de Observación 4 (anexo 4.4.), este instrumento permitió la obtención de los datos al realizarse el ensayo de tolerancia dimensional en los adoquines ecológicos, la Ficha de Observación 5 (anexo 4.5.) nos brindó la obtención de datos para el ensayo de absorción de los adoquines ecológicos; la Ficha de Observación 6 (anexo 4.6.), donde este instrumento permitió recolectar los datos para la

determinación de la resistencia a la compresión en los adoquines ecológicos; y la Ficha de Observación 7 (anexo 4.7.), este instrumento nos permitió la recolección de datos para la determinación de la resistencia a la flexión en los adoquines ecológicos.

Tabla 2. Instrumentos y Validaciones.

ETAPAS DE LA INVESTIGACIÓN (Dimensiones)	INSTRUMENTOS	VALIDACIÓN/ CONFIABILIDAD
Características de los Agregados	<ul style="list-style-type: none"> Ficha de Observación 1 (Agregado Fino) 	- Juicio de expertos
		- MTC E 203
		- MTC E 204
		- MTC E 205
	<ul style="list-style-type: none"> Ficha de Observación 2 (Agregado Grueso) 	- MTC E 215
		- Juicio de expertos
		- MTC E 203
		- MTC E 204
Dosificaciones de los Agregados	<ul style="list-style-type: none"> Ficha de Observación 3. 	- MTC E 206
		- MTC E 215
Propiedades físicas	<ul style="list-style-type: none"> Ficha de Observación 4 (Tolerancia dimensional) 	- Juicio de expertos
		- Método ACI 211
	<ul style="list-style-type: none"> Ficha de Observación 5 (Absorción) 	- NTP 399.611
		- Juicio de expertos
Propiedades mecánicas	<ul style="list-style-type: none"> Ficha de Observación 6 (Resistencia a la compresión) 	- NTP 399.611
		- NTP 399.604
		- Juicio de expertos
	<ul style="list-style-type: none"> Ficha de Observación 7 (Resistencia a la flexión) 	- NTP 339.078
		- Juicio de expertos
		- NTP 339.078

3.4.3. Validación del instrumento de recolección de datos.

Los instrumentos de recolección de datos empleados en la presente investigación, tuvieron la validación mediante el juicio de expertos; esto quiere decir, por ingenieros civiles colegiados especialistas. Las fichas de observación 1, 2, 3, 4, 5, 6 y 7 tienen la validación por el ingeniero José Luis Chapoñan Cueva con CIP 205154, el ingeniero Luis Armando Capurro

Salinas con CIP 68445, el ingeniero Willy Jesús Narcizo Burgos con CID 230344 y el magister Josualdo Villar Quiroz con CIP 106997. (Anexo 6.1.).

Asimismo, se apoyó bajo las normas pertinentes como la MTC E 203, MTC E 204, MTC E 205, MTC E 206, MTC 215, Método Aci 211, la NTP 399.611, NTP 399.604, NTP 339.078, donde nos señalaron los parámetros para comprobar si los adoquines ecológicos cumplen con lo requerido.

3.4.4. Confiabilidad de los instrumentos de recolección de datos.

- Los equipos utilizados para el cálculo los pesos de los adoquines ecológicos en el ensayo tolerancia dimensional (balanza calibrada) garantizaron su confiabilidad mediante el certificado de calibración pertinente. (Anexo 6.2.1.).
- Los datos obtenidos por la máquina dentro del ensayo de resistencia a la compresión y flexión (prensa hidráulica), garantizaron su confiabilidad mediante el certificado de calibración correspondiente. (Anexo 6.2.2.).
- Asimismo, la Ficha de Observación 1 de los ensayos sobre las características del agregado fino, la Ficha de Observación 2 de los ensayos sobre las características del agregado grueso, la Ficha de Observación 3 del ensayo de las dosificaciones de los agregados, la Ficha de Observación 4 del ensayo de tolerancia dimensional, la Ficha de Observación 5 del ensayo de absorción, Ficha de Observación 6 del ensayo de resistencia a la compresión y la Ficha de Observación 7 del ensayo de resistencia a la flexión, la confiabilidad de dichos instrumentos fueron garantizadas por el jefe especialista encargado del laboratorio. (Anexo 6.2.3.).

3.5. Procedimientos.

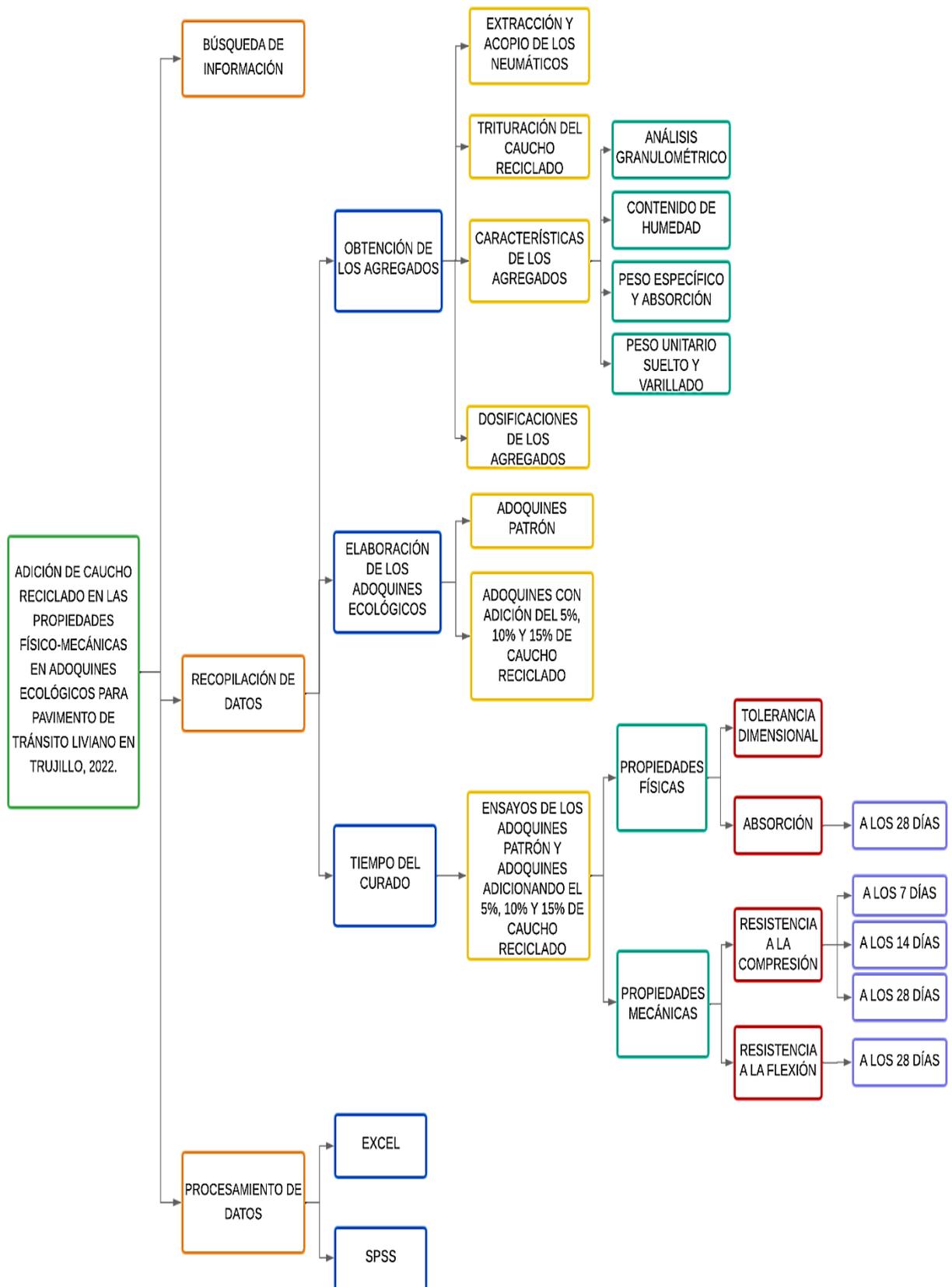


Figura 9. Cuadro sinóptico del procedimiento.

En la presente figura, presentó el procedimiento sobre cómo se llevó a cabo esta investigación, donde consistió la búsqueda de información, luego la recopilación de la información mediante la elaboración y estudios sobre las propiedades físicas-mecánicas de todas las unidades ecológicas, finalmente se realizó el procesamiento de los datos obtenidos.

3.5.1. Búsqueda de Información.

Dentro de la primera fase, se logró indagar todas las investigaciones existentes anteriormente hacia la ejecución de la presente investigación; para ello, se enfocó en las teorías dadas según manuales, normas y/o reglamento; asimismo, de las metodologías usadas.

3.5.2. Recopilación de datos.

En esta parte de la investigación, corresponde a la compilación de los datos obtenidos a través de la elaboración de los adoquines según la dimensión establecida por la normativa peruana y según el porcentaje de adición de caucho reciclado. Además, sirvió hacia llevar a cabo de manera sistemática los siguientes pasos mostrados, a continuación.

3.5.2.1. Obtención de los agregados.

El cemento se consiguió de la Tienda Dino ubicada en la carretera Industrial; puesto que, los estándares de calidad que esta tienda de renombre posee, permitió cumplir con el control de calidad. Asimismo, el material fino y material grueso fueron extraídos de la cantera San Martín.

- Extracción y acopio de los neumáticos.

La fabricación y consumo excesivo de los neumáticos en la provincia de Trujillo, facilitaron la obtención de los neumáticos que se encontraban sin ningún tipo de uso, atentando la salud de los pobladores y ocasionando mucha contaminación cuando se desecha o se quema.

- Trituración del caucho reciclado.

Cuando se recogieron los neumáticos fueron cortados por partes para su fácil trituración; donde este proceso fue llevado a cabo por medio de una máquina esmeriladora. Donde finalmente, se logró obtener granos de caucho reciclado para adicionar dentro de la composición los adoquines.

- **Características de los agregados.**

Para ello, se realizaron todos los estudios requeridos a los agregados que conformaron la composición de los adoquines; de tal manera que, se obtuvo sus características para ver en qué condiciones se encuentran los agregados; además, de con estas características obtenidas se estableció una dosificación por cada incorporación del porcentaje de caucho reciclado.

o **Análisis granulométrico.**

Para el presente ensayo, se tuvo en cuenta el MTC E 204 donde consistió en realizar un análisis granulométrico que tuvieron material fino y material grueso; de manera que, se desarrolló mediante una orden de tamices con distintas aberturas; es decir, desde el tamiz con una abertura de 9.5 mm hasta el tamiz con una abertura de 0.08 mm. Para ello, se colocó sobre una bandeja el agregado (fino o grueso) hasta extenderlo de manera que se seleccionó una muestra de agregado mediante el cuarteo. Posteriormente, se secó al sol, extendiendo la muestra seleccionada. Para ello, se colocó la cantidad agregado seleccionado, donde fue pobra realizado un meneo manual entre un tiempo de 3 a 5 minutos, donde finalmente se logró obtener el peso retenido teniendo como magnitud los gramos.

Módulo de Fineza.

Para la obtención del Módulo de Fineza (MF) del material fue registrado a través de la ficha de observación 1, donde una vez obtenido el peso retenido en gramos de la muestra se continuó a realizarse el cálculo del porcentaje retenido parcial; teniéndose como magnitud al porcentaje.

$$\% \text{ Retenido Parcial} = \frac{\text{Peso Retenido (g)}}{\text{Peso Retenido Total (g)}} \times 100\% \dots\dots\dots (1)$$

Posteriormente, se realizó el cálculo del porcentaje retenido acumulado, donde se realizó a través de la siguiente ecuación que nos muestra a continuación para lograr obtener el módulo de fineza; teniendo como magnitud al porcentaje.

$$\% \text{ Retenido Acumulado} = \% \text{ Ret. acum. Ant.} + \% \text{ Retenido} \dots\dots\dots (2)$$

Después, se efectuó el cálculo para obtener el porcentaje que pasa, a través de la siguiente ecuación donde nos muestra que es la resta del cien por ciento menos el porcentaje acumulado; donde tendrá como magnitud al porcentaje.

$$\% \text{ Que Pasa} = 100\% - \% \text{ Retenido Acumulado} \dots\dots\dots (3)$$

Luego, se determinó la operación del porcentaje de error; de manera que, según la ecuación mostrada a continuación, fue la división entre el peso inicial menos el peso final todo ello se dividió entre el peso inicial y finalmente se multiplicó por el cien por ciento.

$$\% \text{ de Error} = \frac{\text{Peso Inicial (g)} - \text{Peso Final Total(g)}}{\text{Peso Inicial (g)}} \times 100\% \dots\dots\dots (4)$$

Finalmente, se realizó el cálculo del módulo de fineza, donde fue obtenido mediante la siguiente ecuación, siendo la división entre la sumatoria de los porcentajes acumulados contenidos de cada tamiz, todo ello dividido entre el cien por ciento.

$$\text{Módulo de Fineza} = \frac{\sum \% \text{ Acumul. Ret. (3/8", N° 4, N° 8, N° 16, N° 30, N° 50, N° 100)}}{100\%} \dots (5)$$

Curva Granulométrica.

Es una curva donde consistió en la representación gráfica ente la abertura de la malla de los tamices (mm) y el porcentaje pasante; de manera que, se fue estableciendo las coordenadas hasta que se fue formando una curva. Esta curva, nos permitió analizar de manera global la proporción que se tuvo cada uno de los distintos tamaños del agregado determinado.

○ **Contenido de Humedad.**

Este ensayo fue realizado en el material fino y material grueso, cumpliendo con el MTC E 215, donde tuvo por objetivo la determinación del porcentaje de humedad de un material. Para ello, se hizo uso de un recipiente, un horno y una balanza. Primero, la muestra se pesó, luego se secó mediante un horno (110°C); donde finalmente volvió a tomarse dicho peso final; teniéndose como magnitud el porcentaje.

$$P = \frac{100 \times (W - D)}{D} \dots\dots\dots (6)$$

Donde:

W = Peso del material húmedo (g).

D = Peso del material seco (g).

P = Contenido de humedad (%).

○ **Gravedad Específica y Absorción.**

El ensayo se basó en la Ministerio de Transporte y Comunicaciones E 205 (agregado fino) y el MTC E 206 (agregado grueso). Es por ello, que se subdividió según el tipo de agregado; pese a ello, ambos ensayos tuvieron como única finalidad la obtención del peso específico seco, el saturado, aparente y la absorción (1 día posterior) de haber estado inmerso en el agua.

Gravedad Específica y Absorción del Agregado Fino.

Esta prueba hizo uso tanto de equipos como una balanza, horno, recipiente en forma de cono, varilla de acero. Luego, la muestra seleccionada fue a través del cuarteo y de haber estado seco en el horno; después, se dejó con agua por un lapso de 1 día; posteriormente, se realizó la decantación; luego, se procedió a colocar dicho material en una mesa donde fue secado uniformemente; de tal forma, que con el uso del molde en forma de cono se fue llenando dicho agregado al molde apisonando con una varilla (25 golpes); finalmente, se levantó el molde para observar la humedad existente; esto quiere decir, que si el agregado sigue igual aún hay humedad pero si el cono se derrumba indica que logró obtener la condición necesaria. A continuación, se presentan las ecuaciones pertenecientes para el desarrollo del presente ensayo.

$$P_{em} = \frac{A}{(S - C)} \dots\dots\dots (7)$$

$$P_{e_{SSS}} = \frac{B}{(S - C)} \dots\dots\dots (8)$$

$$P_{ea} = \frac{A}{V} \dots\dots\dots (9)$$

$$A_b(\%) = \frac{(B - A)}{A} \times 100\% \dots\dots\dots (10)$$

Donde:

A = Peso de la muestra seca en el horno (g).

B = Peso de la muestra saturada superficialmente seca (aire) (g).

C = Peso de la muestra + agua (g).

S = Peso de fiola + muestra saturada superficialmente seca + agua (g).

V = Volumen de la masa.

P_{em} = Peso específico de la masa.

P_{esss} = Peso específico de la masa saturada con superficie seca.

P_{ea} = Peso específico aparente.

A_b (%) = Absorción (%).

Gravedad Específica y Absorción del Agregado Grueso.

De igual manera, se hizo uso de los mismos equipos que en el agregado fino; posteriormente, se preparó la muestra pasando por un proceso de tamizado junto a la decantación, obteniendo así una muestra de aproximadamente 500 g; luego, dicho agregado se secó dentro del horno y se colocó a enfriar; después, se colocó la muestra sumergiéndola en el agua por un tiempo de 24 horas. Por consiguiente, se manifiestan las ecuaciones pertenecientes para la operación del presente ensayo.

$$P_{em} = \frac{A}{(B - C)} \dots\dots\dots (11)$$

$$P_{esss} = \frac{B}{(B - C)} \dots\dots\dots (12)$$

$$P_{ea} = \frac{A}{(A - C)} \dots\dots\dots (13)$$

$$A_b(\%) = \frac{(B - A)}{A} \times 100\% \dots\dots\dots (14)$$

Donde:

A = Peso de la muestra seca en el horno (g).

B = Peso de la muestra saturada superficialmente seco (aire) (g).

C = Peso de la muestra saturada superficialmente seca (agua) (g).

P_{em} = Peso específico de la masa.

P_{esss} = Peso específico de la masa saturada con superficie seca.

P_{ea} = Peso específico aparente.

A_b (%) = Absorción.

○ **Peso unitario suelto y compactado.**

Esta prueba fue realizada en conformidad con el MTC E 203 donde fue aplicado para agregado fino y agregado grueso; además, la prueba tiene por finalidad la obtención del porcentaje de vacíos que tiene el agregado. Por lo tanto, se utilizó como equipo una balanza y como material una varilla de acero de forma cilíndrica junto a una pala o cucharón. De tal forma que, dicho procedimiento fue primero llenar el recipiente con agua donde se obtuvo su peso; luego, se obtuvo el volumen del recipiente.

Determinación del Peso Unitario Suelto.

Se instaló el agregado (fino o grueso) con apoyo de una pala dentro de un recipiente, donde todo el material excedente se fue eliminando con el apoyo de una regla; haciendo uso de los cálculos respectivos teniendo como magnitud kilogramos sobre metros cúbicos.

Determinación del Peso Unitario Compactado.

El proceso para dicho ensayo, consistió en el llenado del recipiente con el agregado (fino o grueso) y se fue chuceando por cada capa con la ayuda de una varilla de acero dando un total de 25 golpes uniformes hasta llegar a la capa número 3. Sin embargo, cuando se realizó el apisonamiento se tomó con mucho cuidado de que la varilla no toque el fondo. Finalmente, cuando se tuvo las 3 capas de agregado se procedió a enrasar con el apoyo de una regla, eliminando así el material en exceso; haciendo uso de los cálculos respectivos se tuvo como magnitud kilogramos sobre metros cúbicos.

$$M = \frac{(G - T)}{V} \dots\dots\dots (15)$$

Donde:

M = Peso unitario suelto y compactado (Kg/m^3).

G = Peso del recipiente junto con el material (kg).

T = Peso del recipiente (kg).

V = Volumen del recipiente (m^3).

- **Dosificaciones de los agregados.**

Una vez de haber sido obtenidos los materiales finos y materiales grueso junto a los estudios pertinentes para el establecimiento de las características que presentaron estos agregados, se procedió a realizar el cálculo para la cuantificación mediante el Método ACI 211, de los materiales ante cada porcentaje de adición de caucho reciclado (5%, 10% y 15%) para posteriormente elaborarse los adoquines; además, se tuvo en cuenta la relación agua-cemento hacia la dosificación aplicada.

3.5.2.2. Elaboración de los adoquines ecológicos.

- **Adoquines patrón.**

Según la NTP 399.611. para la elaboración de los adoquines sin adición de caucho se manejó como adoquín patrón, lo cual se tuvo que realizar la cuantificación de los materiales para la elaboración de los adoquines convencionales, obteniendo 18 adoquines con adición del 0% de caucho reciclado, que fueron codificados desde el P-01 hasta P-18.

- **Adoquines adicionados con el 5% de caucho.**

La NTP 399.611 estableció que en esta fase se pudo observar la cuantificación de los materiales y la fabricación de 18 adoquines con la incorporación del 5% de caucho reciclado relacionado con el material fino, sin variar el confitillo y el cemento, respetando la cantidad de material; donde los adoquines fueron codificados para su identificación desde el EC-01 hasta el EC-18.

- **Adoquines adicionados con el 10% de caucho.**

Según NTP 399.611 estableció que en esta fase se pudo observar la cuantificación de los materiales y la fabricación de 18 adoquines con la incorporación del 10% de caucho reciclado relacionado con el material fino, sin variar el confitillo y el cemento, respetando la cantidad de material; donde los adoquines fueron codificados para su identificación desde el ED-01 hasta el ED-18.

- **Adoquines adicionados con el 15% de caucho.**

En esta etapa, según la NTP 399.611 se pudo efectuar la cuantificación de los materiales y la fabricación de 18 adoquines con la incorporación del 15% de caucho reciclado relacionado con el material fino, sin variar el confitillo y

el cemento, respetando la cantidad de material; donde los adoquines fueron codificados para su identificación desde el EQ-01 hasta el EQ-18.

3.5.2.3. Tiempo del Curado.

Según la norma American Concrete Institute (ACI) 308, el tiempo de curado implicó que los adoquines patrones y adoquines ecológicos fueran sumergidos en un pozo lleno de agua con una temperatura no mayor a los 11°C, para que alcance óptimas propiedades; en caso contrario, los adoquines presentarán agrietamientos en la superficie.

- Ensayos de los adoquines adicionando el 0%, 5%, 10% y 15% de caucho reciclado.

En esta fase comprendió la realización de todos los ensayos pertinentes para poder ver aquella influencia que tiene el adoquín al añadirle el caucho reciclado en comparación a los adoquines patrones. Para ello, se tuvo que tener en cuenta las siguientes propiedades.

o Propiedades Físicas.

Tolerancia Dimensional.

Para el siguiente ensayo, se tuvo en cuenta el procedimiento de la NTP 399.611, donde primero todos los adoquines elaborados deberán ser limpiados del polvo expuesto. Luego, se hizo uso de una regla metálica milimetrada para obtener una mayor precisión de las medidas de los adoquines patrones y los adoquines ecológicos (incorporados con el 5%, 10% y 15% de caucho), para ello cada muestra fue identificada según la codificación establecida para el registro de datos. Después, se midió de cada muestra el ancho, largo y alto (de las 4 esquinas) de manera precisa; de forma que, se hizo un cálculo del promedio de los datos obtenidos de los adoquines patrones y los ecológicos. Por consiguiente, se tiene la ecuación acerca de la tolerancia dimensional, teniéndose como magnitud los milímetros.

$$T.D. = DP - DN \dots\dots\dots (16)$$

Dónde:

T.D. = Tolerancia Dimensional (mm).

DP= Dimensión Promedio.

DE= Dimensión Nominal.

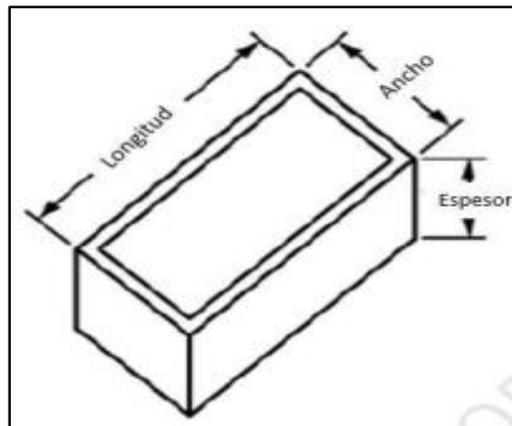


Figura 10. Partes del adoquín.

Fuente: Norma Técnica Peruana 399.611.

Absorción.

Conforme la NTP 399.604, este ensayo se hizo utilización de la balanza electrónica con la finalidad de obtener una mayor precisión en el peso de los adoquines patrones y adoquines ecológicos (incorporados con el 5%, 10% y 15% de caucho), donde fueron evaluados a los 28 días de su elaboración; para ello, cada muestra fue identificada según su codificación para ser pesada y registrada con dicho instrumento. Posteriormente, las muestras fueron sumergidas completamente en una piscina de agua por un tiempo de 24 horas; luego, fueron retiradas del agua para poder obtener nuevamente el peso nuevo de las muestras. Por consiguiente, se colocaron en un horno por un tiempo de 24 horas a una temperatura de 100°C, para adquirir el nuevo peso. De manera que, para conseguir el peso de los adoquines, se realizará el siguiente cálculo teniendo como magnitud el porcentaje.

$$\text{Absorción(\%)} = \frac{(W_s - W_d)}{W_d} \times 100\% \dots\dots\dots (17)$$

Donde:

Ws= Peso saturado de la muestra (kg).

Wd=Peso secado al horno de la muestra saturada (kg).

➤ **Propiedades Mecánicas.**

Resistencia a la Compresión.

La NTP 399.604 nos indicó los parámetros de esta fase, que corresponde hacia las propiedades mecánicas que pudieron tener tantos los adoquines patrones y los adoquines ecológicos (incorporados con el 5%, 10% y 15% de caucho), donde fueron evaluados cada cierto periodo de tiempo; es decir, a los 7 días, a los 14 días y a los 28 días de su elaboración. Para ello, haremos uso de la prensa hidráulica donde se colocó la muestra dentro de esta máquina; posteriormente, se fue incrementando fuerzas de manera vertical hasta que esta unidad sufra una ruptura. Donde se expresó en Mpa o Kg/cm².

$$F'c = \frac{P}{A} \dots\dots\dots (18)$$

Donde:

F'c= Resistencia a la compresión (MPa o kg/cm²).

P= Fuerza ejercida en la muestra (KN o kg).

A= Área de la parte superior de la muestra (mm² o cm²).

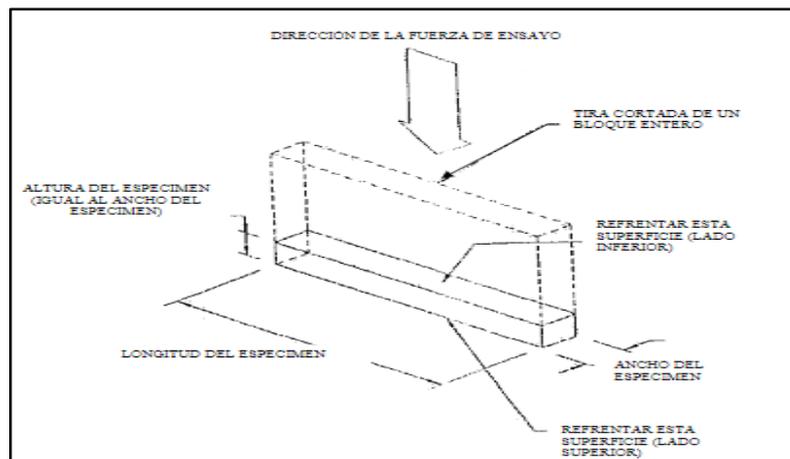


Figura 11. Esquema del ensayo de resistencia a la compresión.

Fuente: Norma Técnica Peruana 399.604.

Resistencia a la Flexión.

En la siguiente prueba se realizó conforme a la NTP 339.078, donde las unidades de los adoquines patrones y los adoquines ecológicos (incorporados con el 5%, 10% y 15% de caucho), donde fueron evaluados a los 28 días de su elaboración; estas muestras fueron colocadas sobre una máquina que poseía de dos varillas de acero liso donde brindó su capacidad de soporte de las muestras; de manera que, se aplicó una carga al centro de la superficie de esta muestra de manera gradual hasta que

procedimientos de los cuales el investigador somete dichos valores con el propósito de alcanzar las metas propuestas por los investigadores (Hernández y Mendoza, 2018).

3.6.1. Técnica de análisis de datos.

Estadística Descriptiva.

En esta investigación, los datos fueron vinculados con la hipótesis; además, las variables son cuantitativas continuas que fueron procesadas mediante el instrumento de recolección establecido. Por lo siguiente, se hizo uso del método estadística descriptiva donde según el instrumento, que es la ficha de observación de datos a aplicados, correspondieron a gráficos, tales como: histogramas, ojiva y polígonos de frecuencia.

- ✓ **Características de los agregados:** Se utilizó la ficha de observación para conseguir los valores correspondientes sobre las particularidades de los agregados tanto finos como gruesos, fueron realizados mediante una tabla de frecuencia, mostrado a continuación.

Resumen de ensayos a agregados					
Nº	Propiedades	Agregado fino	Agregado grueso	caucho	Unidad
1	Malla Nº 200	5.16	6.05	-	%
2	Modulo de fineza	2.48	5.25	2.18	--
3	Peso específico de masa	2.59	2.61	-	--
	Peso específico saturado superficialmente seco	2.65	2.68	-	
	Peso específico aparente	2.77	2.80	-	
	Absorción	2.54	2.56	-	%
4	Peso unitario suelto	1583.79	1660.83	-	kg/m3
	Peso unitario compactado	1678.96	1811.51	-	
	% de vacios suelto	42.82	40.68	-	%
	% de vacios compactado	39.39	35.30	-	
5	Porcentaje de humedad	3.01	3.34	-	%
6	Resistencia al desgaste	---	25.83	-	%

Figura 13. Tabla del resumen de ensayos a agregados.

Fuente: Marín, 2020.

- ✓ **Dosificaciones:** Se utilizó la ficha de observación para obtener los valores correspondientes a la dosificación de nuestros materiales, lo cual se realizó mediante un cuadro de frecuencia. Teniendo una resistencia de 350 kg/cm² según lo estipulado por la NTP 399.611.

Proporción en peso				
Cemento (kg)	Agregado grueso (kg)	Agregado fino (kg)	Agua (lt)	Aditivo (ml)
1.00	1.54	1.06	0.28	11.76
Proporción para una bolsa de cemento: Factor cemento es = 14.05				
Cemento (kg)	Agregado grueso (kg)	Agregado fino (kg)	Agua (lt)	Aditivo (lt)
42.50	65.55	45.10	12.06	0.50
Proporción para un adoquín: Si área es = 0.0012 m³				
Cemento (kg)	Agregado grueso (kg)	Agregado fino (kg)	Agua (lt)	Aditivo (ml)
0.72	1.11	0.76	0.20	8.43
Proporción para 10 adoquines				
Cemento (kg)	Agregado grueso (kg)	Agregado fino (kg)	Agua (lt)	Aditivo (ml)
7.17	11.05	7.60	2.03	84.30

Figura 14. Tabla de las dosificaciones de los agregados.

Fuente: Marín, 2020.

- ✓ **Ensayos de los adoquines con adición de caucho reciclado:** Se hizo uso de la ficha de observación para registrar los resultados de los ensayos tanto físicas y mecánicas de los adoquines ecológicos con incorporación de caucho granulado reciclado, a través de una tabla de frecuencias de datos agrupados y gráficos estadísticos.

Propiedades Físicas.

Para el estudio de los datos proporcionados por las características físicas de todos los adoquines (convencionales y ecológicos), se efectuó según los ensayos establecidos, mostrados a continuación.

- **Tolerancia Dimensional:** Se hizo uso de una hoja de cálculo para alcanzar las cifras sobre las características físicas de las unidades ecológicas y obtener la diferencia en cuanto a los adoquines convencionales; todo ello, a través de una tabla de frecuencia donde va el registro de los datos como de su gráfico ojiva, mostrados a continuación.

Descripción de Adoquines	Dimensiones previstas			Dimensiones reales			Variación dimensional			NTP 399.611 para largo y ancho (+/-1.6 mm)	NTP 399.611 para espesor (+/-3.2 mm)
	Longitud prevista (mm)	Ancho previsto (mm)	Espesor previsto (mm)	Longitud real L (mm)	Ancho real A (mm)	Espesor real E (mm)	Variación de longitud (mm)	Variación de ancho (mm)	Variación de espesor (mm)		
Patrón 1	200.00	100.00	60.00	200.00	99.50	60.50	0.00	-0.50	0.50	1.6	3.2
Patrón 2	200.00	100.00	60.00	199.00	99.00	60.00	-1.00	-1.00	0.00		
Patrón 3	200.00	100.00	60.00	199.50	100.00	60.50	-0.50	0.00	0.50		
Patrón 4	200.00	100.00	60.00	200.00	99.50	62.00	0.00	-0.50	2.00		
Patrón 5	200.00	100.00	60.00	199.50	99.50	60.50	-0.50	-0.50	0.50		
Patrón 6	200.00	100.00	60.00	200.00	100.00	60.50	0.00	0.00	0.50		
3% caucho 1	200.00	100.00	60.00	199.50	101.00	61.50	-0.50	1.00	1.50	1.6	3.2
3% caucho 2	200.00	100.00	60.00	200.00	99.50	60.00	0.00	-0.50	0.00		
3% caucho 3	200.00	100.00	60.00	200.50	100.50	61.50	0.50	0.50	1.50		
3% caucho 4	200.00	100.00	60.00	199.50	99.50	60.50	-0.50	-0.50	0.50		
3% caucho 5	200.00	100.00	60.00	199.50	100.00	62.00	-0.50	0.00	2.00		
3% caucho 6	200.00	100.00	60.00	200.00	100.50	60.50	0.00	0.50	0.50		
6% caucho 1	200.00	100.00	60.00	199.00	99.00	60.50	-1.00	-1.00	0.50	1.6	3.2
6% caucho 2	200.00	100.00	60.00	200.00	99.50	61.50	0.00	-0.50	1.50		
6% caucho 3	200.00	100.00	60.00	199.50	99.00	61.50	-0.50	-1.00	1.50		
6% caucho 4	200.00	100.00	60.00	200.00	100.50	60.00	0.00	0.50	0.00		
6% caucho 5	200.00	100.00	60.00	199.50	100.00	60.50	-0.50	0.00	0.50		
6% caucho 6	200.00	100.00	60.00	201.00	99.00	61.00	1.00	-1.00	1.00		
9% caucho 1	200.00	100.00	60.00	200.00	99.00	60.50	0.00	-1.00	0.50	1.6	3.2
9% caucho 2	200.00	100.00	60.00	200.00	100.50	61.50	0.00	0.50	1.50		
9% caucho 3	200.00	100.00	60.00	199.00	100.00	62.00	-1.00	0.00	2.00		
9% caucho 4	200.00	100.00	60.00	200.00	101.00	60.00	0.00	1.00	0.00		
9% caucho 5	200.00	100.00	60.00	199.50	100.00	61.00	-0.50	0.00	1.00		
9% caucho 6	200.00	100.00	60.00	200.00	99.00	61.50	0.00	-1.00	1.50		

Figura 15. Tabla del ensayo de tolerancia dimensional.

Fuente: Marín, 2020.

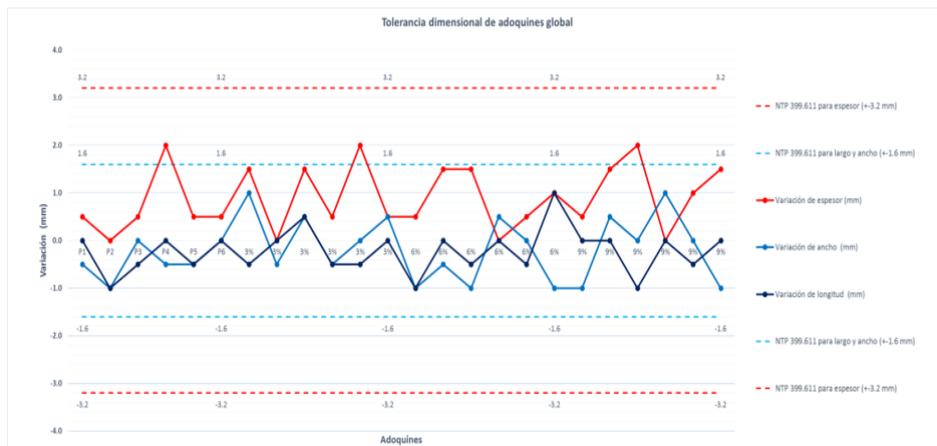


Figura 16. Gráfico del ensayo de tolerancia dimensional.

Fuente: Marín, 2020.

- **Absorción:** Se hizo uso de una hoja de Excel para alcanzar las cifras sobre las propiedades físicas de los adoquines para obtener aquella adherencia respecto al agua; mediante una tabla de frecuencia de

registro de datos y correspondientemente su gráfico ojiva, como se observa a continuación.

Diseños	Muestras			Absorción Promedio (%)
	1	2	3	
0%	5.3	5.7	6.0	5.7
5%	6.1	6.3	6.5	6.3
10%	6.8	6.6	6.6	6.7
15%	7.1	7.3	7.4	7.3

Figura 17. Tabla del ensayo de absorción.

Fuente: Sánchez, 2019.

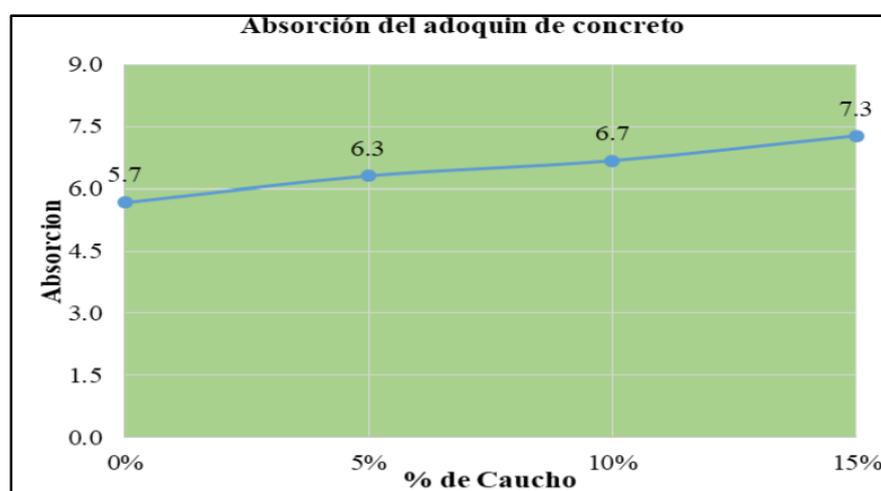


Figura 18. Gráfico del ensayo de absorción.

Fuente: Sánchez, 2019.

Propiedades Mecánicas.

Para el estudio de los datos obtenidos por las características mecánicas de todos los adoquines (tanto de adoquines convencionales como de adoquines ecológicos), se ejecutó según los ensayos establecidos, mostrados a continuación.

- **Ensayo de resistencia a la compresión:** Se utilizó de una hoja Excel sobre las cantidades de las características mecánicas de las unidades ecológicas para verificar hasta que capacidad soportan estas muestras; mediante una tabla de frecuencia de registro de datos y su gráfico ojiva, como se observa a continuación.

Muestras	Largo (cm)	Ancho (cm)	Carga (kgf)	Resistencia a la Compresión (kg/cm ²)	Edad en días	Promedio (kg/cm ²)
0%	19.8	10.07	94580.4	474.4	28	471.7
	19.8	10.12	93764.1	467.9	28	
	19.7	10.10	94087.0	472.9	28	
5%	19.9	10.11	86709.4	431.0	28	431.8
	19.8	10.08	85703.5	429.4	28	
	19.8	10.09	86925.0	435.1	28	
10%	19.7	10.11	58259.0	292.5	28	290.9
	19.9	10.08	58703.5	292.7	28	
	19.7	10.10	57225.0	287.6	28	
15%	19.8	10.07	47314.9	237.3	28	237.4
	19.9	10.10	48703.5	242.3	28	
	19.7	10.09	46225.0	232.6	28	

Figura 19. Tabla del ensayo de resistencia a la compresión.

Fuente: Sánchez, 2019.

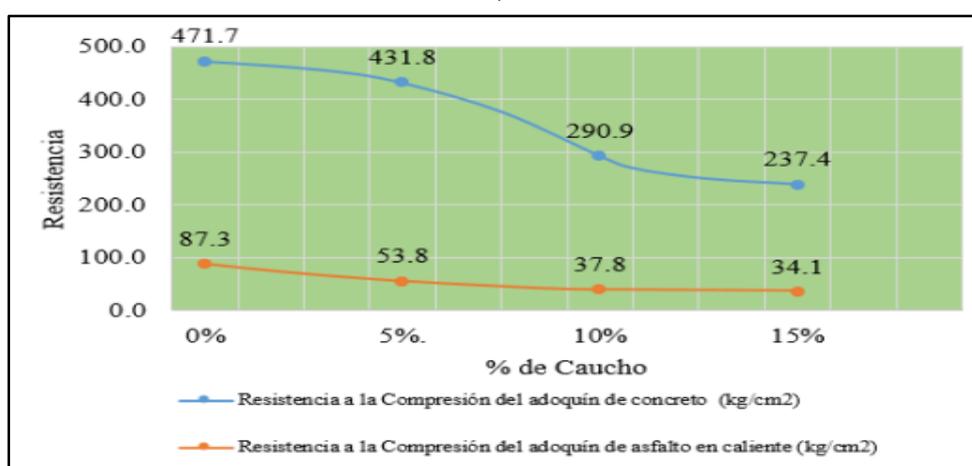


Figura 20. Gráfico del ensayo de resistencia a la compresión.

Fuente: Sánchez, 2019.

- **Resistencia a la Flexión:** Se hizo uso de una hoja Excel donde se alcanzó las cantidades sobre las características mecánicas de las muestras ecológicas con el fin de lograr la capacidad máxima; mediante una tabla de frecuencia de registro de datos y su gráfico ojivo, como se observa a continuación.

Muestras	Edad en días	Módulo de rotura (MPa)	Módulo de rotura (kg/cm ²)	Promedio (kg/cm ²)
0%	1	5.1	51.4	51.8
	1	5.2	52.2	
	1	5.2	51.7	
5%	1	4.7	47.3	47.4
	1	4.8	48.3	
	1	4.7	46.7	
10%	1	3.2	32.2	32.0
	1	3.1	30.8	
	1	3.3	33.0	
15%	1	2.6	26.0	25.3
	1	2.5	25.3	
	1	2.5	24.7	

Figura 21. Tabla del ensayo de resistencia a la flexión.

Fuente: Sánchez, 2019.

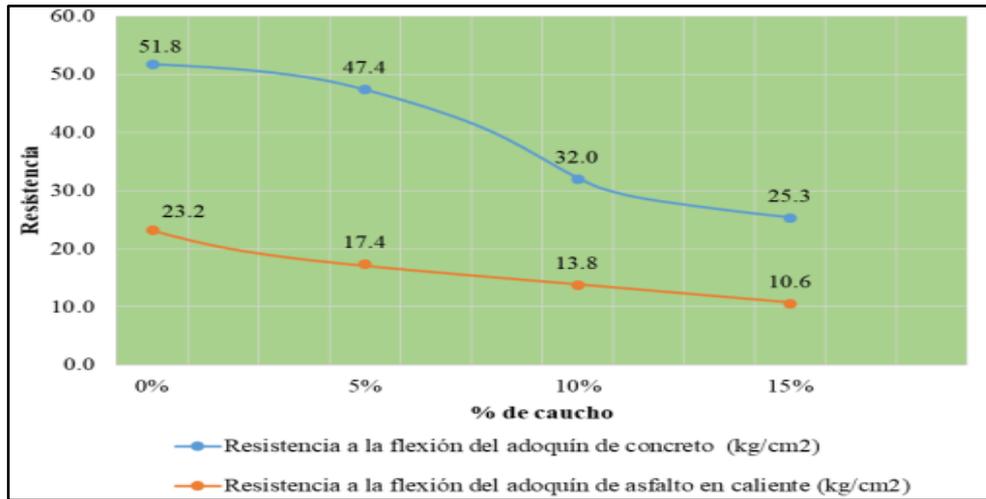


Figura 22. Gráfico del ensayo de resistencia a la flexión.

Fuente: Sánchez, 2019.

Inferencia Estadística.

El método de análisis fue a través del programa de Microsoft Excel donde se presentaron aquellos datos registrados mediante tablas y/o figuras. Además, se hizo utilización del software Statistical Package for Social Sciences (SPSS), en dicho software se realizó los distintos análisis conforme a los datos de los ensayos obtenidos. Para ello, se realizaron pruebas paramétricas; debido a que la investigación fue de diseño cuasi-experimental donde nos permitió realizar comparaciones entre sus resultados por medio del análisis de varianza (ANOVA), que brindó la influencia de la adición de caucho reciclado en los adoquines.

3.7. Aspectos éticos.

En la investigación, se demostró con originalidad y sinceridad como base de los valores éticos y morales. Además, debe ejecutarse conforme a los lineamientos emitidos por los expertos; de manera que, se tuvo en cuenta la normativa para lograr resultados distinguibles. Respecto a la estructura de la investigación, se realizó conforme a lo establecido por la universidad; además, las citas y referencias bibliográficas extraídas se emplearon con el estilo ISO 690 y 690-II; de tal forma que, se evita cualquier tipo de falsificación y plagio. Dicho proyecto se compromete con la sociedad y el medioambiente, siendo esta investigación una alternativa de solución hacia una excelente calidad de vida de la sociedad.

3.8. Desarrollo.

3.8.1. Características de los agregados.

Para el logro de las particularidades de los materiales: tanto del agregado fino como del agregado grueso; ambos agregados son provenientes de la cantera San Martín situada en el distrito de Chicama. Por consiguiente, se trasladó los agregados al laboratorio JVC Consultoría Geotecnia S.A.C., lugar para llevar a cabo todos los ensayos pertinentes a los agregados.

3.8.1.1. Análisis granulométrico.

La presente prueba se basó tomando en cuenta el MTC E 204, donde se tuvo para el agregado fino teniendo como peso inicial de 1227.50 g y para el agregado grueso 1886.20 g. De tal manera, que fue registrada en la Ficha de observación 1 (Anexo 4.2.1.) y Ficha de observación 2 (Anexo 4.2.2.).

Tabla 3. Análisis granulométrico del agregado fino.

Análisis Granulométrico: Agregado Fino (MTC E 204)					
Tamiz		Peso retenido (g)	% Retenido Parcial	% Retenido Acumulado	% Que Pasa
Abertura	(mm)				
1/2"	12.50	0.00	0.00	0.00	100.00
3/8"	9.50	0.00	0.00	0.00	100.00
N° 4	4.75	1.40	0.11	0.11	99.89
N° 8	2.36	75.60	6.16	6.27	93.73
N° 16	1.18	306.30	24.95	31.23	68.77
N° 30	0.60	411.50	33.52	64.75	35.25
N° 50	0.30	291.30	23.73	88.48	11.52
N° 100	0.15	114.10	9.30	97.78	2.22
N° 200	0.08	26.40	2.15	99.93	0.07
Fondo	-	0.90	0.07	100.00	0.00
Total		1227.50	100.00		

Por consiguiente, una vez obtenidos los datos del tamizado, se desarrolló el cálculo del módulo de fineza del agregado fino; siendo este la principal finalidad del ensayo de análisis granulométrico del agregado fino; de manera que, se hizo uso de la ecuación 5.

$$\text{Módulo de Fineza} = \frac{0.00+0.00+0.11+6.27+31.23+64.75+88.48+97.78}{100\%}$$

Módulo de Fineza = 2.89

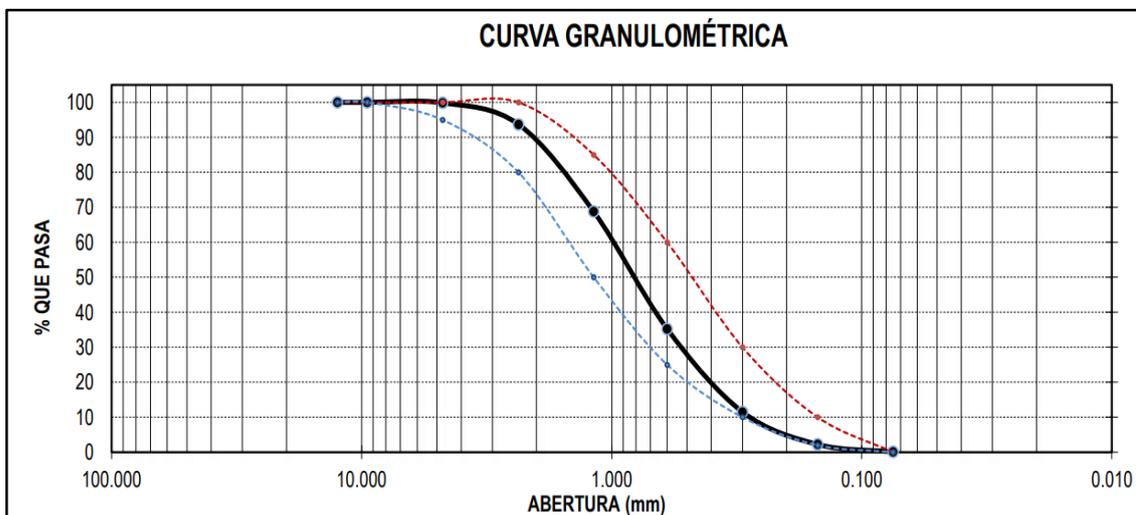


Figura 23. Curva granulométrica del agregado fino.

Fuente: Laboratorio JVC Consultoría Geotecnia S.A.C.

Tabla 4. Análisis granulométrico del agregado grueso.

Análisis Granulométrico: Agregado Grueso (MTC E 204)					
Tamiz		Peso retenido (g)	% Retenido Parcial	% Retenido Acumulado	% Que Pasa
Abertura	(mm)				
2"	50.00	0.00	0.00	0.00	100.00
1 1/2"	37.50	0.00	0.00	0.00	100.00
1"	25.00	0.00	0.00	0.00	100.00
3/4"	19.00	0.00	0.00	0.00	100.00
1/2"	12.50	0.00	0.00	0.00	100.00
3/8"	9.50	59.40	3.15	3.15	96.85
N° 4	4.75	1823.30	96.67	99.81	0.19
Fondo	-	3.50	0.19	100.00	0.00
Total		1886.20	100.00		

Posteriormente, cuando se obtuvo los datos del tamizado, se basó en la identificación del tamaño máximo nominal; la cual es la principal finalidad del ensayo de análisis granulométrico en el agregado grueso; teniendo a continuación.

Tamaño Máximo Nominal= 3/8"

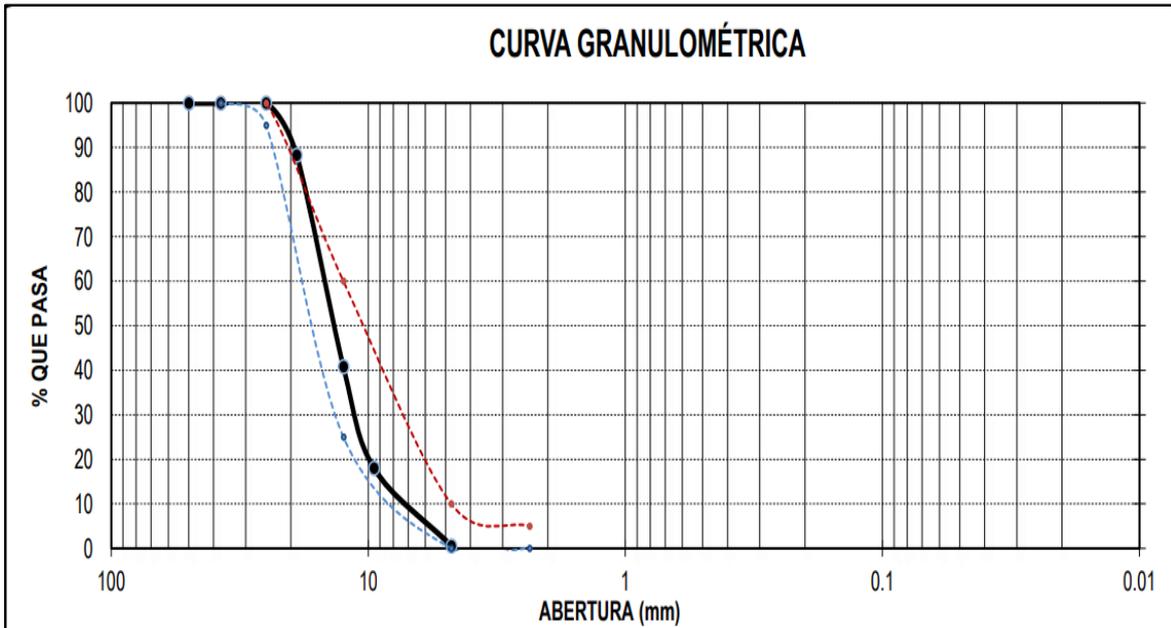


Figura 24. Curva granulométrica del agregado grueso.

Fuente: Laboratorio JVC Consultoría Geotecnia S.A.C.

3.8.1.2. Contenido de humedad.

El presente ensayo, se elaboró bajo el MTC E 215 de los agregados; esto quiere decir, de los materiales: agregado fino y agregado grueso. Por lo tanto, se pretendió dar a conocer el grado de humedad que poseen ambos agregados teniendo relación con la porosidad. Asimismo, los datos alcanzados fueron apuntados en la Ficha de observación 1 (Anexo 4.2.1.) y Ficha de observación 2 (Anexo 4.2.2.).

Tabla 5. Contenido de humedad del agregado fino.

Contenido de Humedad: Agregado Fino (MTC E 215)				
Descripción	Cantidad	Unidad	Cantidad	Unidad
Peso de tara	98.70	g	103.40	g
Peso de tara + agregado húmedo	1833.40	g	1743.80	g
Peso del agregado húmedo (W)	1734.70	g	1640.40	g
Peso de tara + agregado seco	1823.60	g	1735.00	g
Peso del agua	9.80	g	8.80	g
Peso del agregado seco (D)	1724.90	g	1631.60	g
Contenido de Humedad (P)	0.57	%	0.54	%

En consecuencia, una vez obtenidos los datos, se realizó la fórmula del

contenido de humedad (P) del agregado fino; puesto que, fue la finalidad del presente ensayo; haciéndose uso de la ecuación 6.

Tara 1:

$$P = \frac{100 \times (1734.70 - 1724.90)}{1724.90}$$

$$P = 0.57\%$$

Tara 2:

$$P = \frac{100 \times (1640.40 - 1631.60)}{1631.60}$$

$$P = 0.54\%$$

Tabla 6. *Contenido de humedad de agregado grueso.*

Contenido de Humedad: Agregado Grueso (MTC E 215)				
Descripción	Cantidad	Unidad	Cantidad	Unidad
Peso de tara	104.80	g	112.30	g
Peso de tara + agregado húmedo	1789.60	g	1654.70	g
Peso del agregado húmedo (W)	1684.80	g	1542.40	g
Peso de tara + agregado seco	1779.80	g	1648.50	g
Peso del agua	9.80	g	6.20	g
Peso del agregado seco (D)	1675.00	g	1536.20	g
Contenido de Humedad (P)	0.59	%	0.40	%

Por consiguiente, cuando se obtuvieron los resultados necesarios, se continuó con realizar el cálculo del contenido de humedad (P) del agregado grueso; puesto que, fue la finalidad del presente ensayo; haciéndose uso de la ecuación 6.

Tara 3:

$$P = \frac{100 \times (1684.80 - 1675.00)}{1675.00}$$

$$P = 0.59\%$$

Tara 4:

$$P = \frac{100 \times (1542.40 - 1536.20)}{1536.20}$$

$$P = 0.40\%$$

3.8.1.3. Peso específico y absorción.

Esta prueba se basó del MTC E 205 para agregado fino y del MTC E 206 para agregado grueso; de tal forma que, se hizo uso de 2 muestras para cada tipo de agregado. Dicho ensayo pretendió mostrar el volumen no disponible del agregado en la dosificación. Además, todos los resultados se encuentran anotados en la Ficha de observación 1 (Anexo 4.2.1.) y Ficha de observación 2 (Anexo 4.2.2.).

Tabla 7. *Peso específico y absorción del agregado fino.*

Gravedad Específica y Absorción: Agregado Fino (MTC E 205)				
Descripción	Cantidad	Unidad	Cantidad	Unidad
Peso de la muestra s.s.s. seco (aire)	500.00	g	500.00	g
Peso de fiola + agua	1208.30	g	1208.20	g
Peso de fiola + muestra s.s.s. + agua	1708.30	g	1708.20	g
Peso de la muestra + agua	1522.20	g	1522.10	g
Volumen de muestra + volumen de vacíos	186.10	g	186.10	g
Peso de la muestra seca en el horno	494.50	g	494.40	g
Volumen de la masa	180.60	g	180.50	g
Peso específico de masa	2.657	-	2.66	-
Peso específico de masa s.s.s.	2.687	-	2.687	-
Peso específico aparente	2.738	-	2.739	-
ABSORCIÓN %	1.11	%	1.13	%
Peso específico de la masa (g)	2.66			
Porcentaje de absorción (%)	1.12			

Por consiguiente, una vez obtenidos los datos necesarios en esta prueba,

donde hizo uso de 2 muestras de agregado fino; posteriormente, se realizó el cálculo del peso específico (g) y el porcentaje de absorción (%) de dicho material; además, se hizo uso de la ecuación 7, ecuación 8, ecuación 9 y ecuación 10 respectivamente.

Muestra 1:

$$P_{e_m} = \frac{494.50}{(1708.30 - 1522.20)}$$

$$P_{e_m} = 2.657$$

$$P_{e_{SSS}} = \frac{500.00}{(1708.30 - 1522.20)}$$

$$P_{e_{SSS}} = 2.687$$

$$P_{e_a} = \frac{494.50}{180.60}$$

$$P_{e_a} = 2.738$$

$$A_b(\%) = \frac{(500 - 494.50)}{494.50} \times 100\%$$

$$A_b(\%) = 1.11$$

Muestra 2:

$$P_{e_m} = \frac{494.40}{(1708.20 - 1522.10)}$$

$$P_{e_m} = 2.657$$

$$P_{e_{SSS}} = \frac{500.00}{(1208.20 + 500 - 1522.10)}$$

$$P_{e_{SSS}} = 2.687$$

$$P_{e_a} = \frac{494.40}{180.50}$$

$$P_{e_a} = 2.739$$

$$A_b(\%) = \frac{(500 - 494.40)}{494.40} \times 100\%$$

$$A_b(\%) = 1.13$$

Tabla 8. *Peso específico y absorción del agregado grueso.*

Peso Específico y Absorción: Agregado Grueso (MTC E 206)				
Descripción	Cantidad	Unidad	Cantidad	Unidad
Peso de la muestra s.s.s. (aire)	1813.60	g	1813.50	g
Peso de la muestra s.s.s.	1143.00	g	1143.10	g
Volumen de masa + volumen de vacíos	670.60	g	670.40	g
Peso de material seco en el horno	1794.50	g	1794.60	g
Volumen de masa	651.50	g	651.50	g
Peso específico de masa	2.676	-	2.677	-
Peso específico de masa s.s.s.	2.704	-	2.705	-
Peso específico aparente	2.754	-	2.755	-
ABSORCIÓN %	1.06	%	1.05	%
Peso específico de la masa (g)	2.68			
Porcentaje de absorción (%)	1.06			

Es por ello, que una vez alcanzados los datos necesarios en este ensayo, donde se utilizó dos muestras de agregado grueso; por consiguiente, se realizó el cálculo del peso específico (g) y el porcentaje de absorción (%) de dicho material; asimismo, utilizó la ecuación 11, ecuación 12, ecuación 13 y ecuación 14 respectivamente.

Muestra 3:

$$P_{em} = \frac{1794.50}{(1813.60 - 1143.00)}$$

$$P_{em} = 2.676$$

$$P_{e_{SSS}} = \frac{1813.60}{(1813.60 - 1143.00)}$$

$$P_{e_m} = 2.704$$

$$P_{e_a} = \frac{1794.50}{(1794.50 - 1143.00)}$$

$$P_{e_a} = 2.754$$

$$A_b(\%) = \frac{(1813.60 - 1794.50)}{1794.50} \times 100\%$$

$$A_b(\%) = 1.06$$

Muestra 4:

$$P_{e_m} = \frac{1794.60}{(1813.60 - 1143.10)}$$

$$P_{e_m} = 2.677$$

$$P_{e_{SSS}} = \frac{1813.50}{(1813.50 - 1143.10)}$$

$$P_{e_m} = 2.705$$

$$P_{e_a} = \frac{1794.60}{(1794.60 - 1143.10)}$$

$$P_{e_a} = 2.755$$

$$A_b(\%) = \frac{(1813.50 - 1794.60)}{1794.60} \times 100\%$$

$$A_b(\%) = 1.05$$

3.8.1.4. Peso unitario suelto y varillado.

La presente prueba se ejecutó cumpliendo el MTC 203 en material fino y en material grueso; por ende, se utilizó 3 cantidades como muestra para cada agregado. Asimismo, los datos conseguidos fueron anotados en la Ficha de

observación 1 (Anexo 4.2.1.) y Ficha de observación 2 (Anexo 4.2.2.).

Tabla 9. *Peso unitario suelto de agregado fino.*

Peso Unitario Suelto: Agregado Fino				
Descripción	Cantidad			Unidad
	1	2	3	
Muestra				
Peso del recipiente + agregado (G)	7135.00	7012.00	7094.00	g
Peso del recipiente (T)	2568.60	2568.60	2568.60	g
Peso del agregado (G-T)	4566.40	4443.40	4525.40	g
Volumen del recipiente (V)	2849.99	2849.99	2849.99	g
Peso unitario suelto (M)	1.60	1.56	1.59	cm3
Peso unitario suelto promedio	1.58			g/cm3
Peso unitario suelto promedio	1583.07			kg/m3

Posteriormente, una vez alcanzados los datos necesarios, se realizó el cálculo del peso unitario suelto (M) del material fino; puesto que, fue la principal finalidad del presente ensayo; a continuación, se utilizó la ecuación 15 para dicho cálculo.

Cantidad 1:

$$M = \frac{(7135.00 - 2568.60)}{2849.99}$$

$$M = 1.60 \text{ g/cm}^3$$

Tabla 10. *Peso unitario compactado del agregado fino.*

Peso Unitario Compactado: Agregado Fino				
Descripción	Cantidad			Unidad
	1	2	3	
Peso del recipiente + agregado (G)	7463.00	7458.00	7461.00	g
Peso del recipiente (T)	2568.60	2568.60	2568.60	g
Peso del agregado (G-T)	4894.40	4889.40	4892.40	g
Volumen del recipiente (V)	2849.99	2849.99	2849.99	g
Peso unitario compactado (M)	1.72	1.72	1.72	g/cm3
Peso unitario compactado promedio	1.72			g/cm3
Peso unitario compactado promedio	1716.52			kg/m3

Por consiguiente, una vez obtenidos los datos necesarios, logrando el cálculo del peso unitario compactado (M) del material fino; debido a que, es la principal finalidad del presente ensayo; a continuación, se hizo uso de la ecuación 15, para dicho cálculo.

Cantidad 1:

$$M = \frac{(7463.00 - 2568.60)}{2849.99}$$

$$M = 1.72 \text{ g/cm}^3$$

Tabla 11. *Peso unitario suelto del agregado grueso.*

Peso Unitario Suelto: Agregado Grueso				
Descripción	Cantidad			Unidad
Muestra	1	2	3	
Peso del recipiente + agregado (G)	18126.00	18145.00	18138.00	g
Peso del recipiente (T)	5392.40	5392.40	5392.40	g
Peso del agregado (G-T)	12733.60	12752.60	12745.60	g
Volumen del recipiente (V)	9500.65	9500.65	9500.65	g
Peso unitario suelto (M)	1.34	1.34	1.34	g/cm ³
Peso unitario suelto promedio	1.34			g/cm³
Peso unitario suelto promedio	1341.37			kg/m³

Posteriormente, una vez alcanzados los datos necesarios, se realizó la fórmula del peso unitario suelto (M) del material grueso; puesto que, fue la principal finalidad del presente ensayo; a continuación, se utilizó la ecuación 15 para dicho cálculo.

Cantidad 1:

$$M = \frac{(18126.00 - 5392.40)}{9500.65}$$

$$M = 1.34 \text{ g/cm}^3$$

Tabla 12. *Peso unitario compactado del agregado grueso.*

Peso Unitario Compactado: Agregado Grueso				
Descripción	Cantidad			Unidad
	1	2	3	
Peso del recipiente + agregado (G)	19303.00	19333.00	19328.00	g
Peso del recipiente (T)	5392.40	5392.40	5392.40	g
Peso del agregado (G-T)	13910.60	13940.60	13935.60	g
Volumen del recipiente (V)	9500.65	9500.65	9500.65	g
Peso unitario compactado (M)	1.46	1.47	1.47	cm ³
Peso unitario compactado promedio	1.47			g/cm ³
Peso unitario compactado promedio	1466.10			kg/m ³

Por consiguiente, una vez obtenidos los datos necesarios, se realizó la fórmula del peso unitario compactado (M) del material grueso; debido a que, fue la principal finalidad del presente ensayo; a continuación, se utilizó la ecuación 15 para dicho cálculo.

Cantidad 1:

$$M = \frac{(19303.00 - 5392.40)}{9500.65}$$

$$M = 1.46 \text{ g/cm}^3$$

3.8.2. Dosificaciones.

Teniéndose las particularidades del material fino y material grueso; procedió con todos los cálculos hacia la obtención de las dosificaciones de los componentes involucrados en la elaboración de los adoquines ecológicos; es decir, cemento, agregado fino, agregado grueso y caucho reciclado; dicho ensayo se realizó bajo lo que estipula el Método ACI 211. Todos los datos obtenidos y calculados fueron anotados en la Ficha de observación 3 (Anexo 4.2.3.). Por consiguiente, se muestran las características obtenidas de los materiales que intervienen dentro de este proceso, siendo los siguientes: agregado fino, agregado grueso, cemento y agua.

Tabla 13. *Resumen de las características del agregado fino.*

Agregado Fino		
Ensayo	Dato	Unidad
Módulo de fineza	2.89	-
Contenido de humedad	0.55	%
Peso específico de masa	2657.00	Kg/cm ³
Contenido de absorción	1.12	%
Peso unitario suelto	1583.00	Kg/cm ³
Peso unitario compactado	1717.00	Kg/cm ³

Tabla 14. *Resumen de las características del agregado grueso.*

Agregado Grueso		
Ensayo	Dato	Unidad
Tamaño máximo nominal	3/8	pulg
Contenido de humedad	0.49	%
Peso específico de masa	2676.00	Kg/cm ³
Contenido de absorción	1.06	%
Peso unitario suelto	1341.00	Kg/cm ³
Peso unitario compactado	1466.00	Kg/cm ³

Tabla 15. *Resumen de las características del cemento.*

Cemento		
Ensayo	Dato	Unidad
Peso específico	3.12	g/cm ³
Peso volumétrico	1500	Kg/cm ³

Tabla 16. *Resumen de la característica del agua.*

Agua		
Ensayo	Dato	Unidad
Peso específico	1000	Kg/cm ³

- Diseño.

○ Slump.

Consistencia	Slump	Trabajabilidad	Método de Compactación
Seca	0" a 2"	Poco trabajable	Vibración normal
Plástica	3" a 4"	Trabajable	Vibración chuseada
Fluida	> 5"	Muy trabajable	Chuseado

Figura 25. Clases de mezcla según su asentamiento.

Fuente: Comité 211-American Concrete Institute.

○ Contenido de aire atrapado.

TABLA 02
CONTENIDO DE AIRE ATRAPADO

Tamaño Máximo Nominal del Agregado grueso.	Aire atrapado
3/8 "	3.0 %
1/2 "	2.5 %
3/4 "	2.0 %
1 "	1.5 %
1 1/2 "	1.0 %
2 "	0.5 %
3 "	0.3 %
4 "	0.2 %

Figura 26. Contenido de aire atrapado.

Fuente: Comité 211-American Concrete Institute.

○ Contenido de agua.

TABLA 01
VOLUMEN UNITARIO DE AGUA

Agua en l/m³, para los tamaños máx. nominales de agregado grueso y consistencia indicada.

Asentamiento	3/8"	1/2"	3/4"	1"	1 1/2"	2"	3"	6"
Concreto sin aire incorporado								
1" a 2"	207	199	190	179	166	154	130	113
3" a 4"	228	216	205	193	181	169	145	124
6" a 7"	243	228	216	202	190	178	160	-----
Concreto con aire incorporado								
1" a 2"	181	175	168	160	150	142	122	107
3" a 4"	202	193	184	175	165	157	133	119
6" a 7"	216	205	197	184	174	166	154	-----

Figura 27. Volumen unitario de agua.

Fuente: Comité 211-American Concrete Institute.

○ **Relación agua/cemento.**

Una vez obtenidas las características de los materiales, se propuso inicialmente una resistencia deseada de $f'c = 350 \text{ Kg/cm}^2$; por consiguiente, para lograr la resistencia de cálculo se apoyó en la Norma Técnica De Edificación E.060 Concreto Armado, en la tabla mostrada a continuación.

TABLA 5.3
RESISTENCIA PROMEDIO A LA COMPRESIÓN REQUERIDA CUANDO NO HAY DATOS DISPONIBLES PARA ESTABLECER UNA DESVIACIÓN ESTÁNDAR DE LA MUESTRA

Resistencia especificada a la compresión, MPa	Resistencia promedio requerida a la compresión, MPa
$f_c < 21$	$f'_{cr} = f_c + 7,0$
$21 \leq f_c \leq 35$	$f'_{cr} = f_c + 8,5$
$f_c > 35$	$f'_{cr} = 1,1 f_c + 5,0$

Figura 28. Resistencia promedio requerida.

Fuente: Norma Técnica De Edificación E.060 Concreto Armado.

$$f'c = f_c + 8.5 \dots\dots\dots (20)$$

$$f'c = \frac{(350 \times 0.0980665) + 8.5}{0.0980665}$$

$$f'c = 437 \text{ Kg/cm}^2$$

Después, se procedió la identificación de la relación agua/cemento, según la resistencia obtenida. Por lo tanto, se basó en la siguiente tabla mostrada a continuación; de manera que, como se encuentra entre ese rango de valores en la resistencia se realizó una interpolación donde finalmente se obtuvo dicha relación.

TABLA 05
RELACION AGUA/CEMENTO POR RESISTENCIA

$f'c$ (Kg/cm ²)	Relación agua/cemento en peso	
	Concretos sin aire incorporado	Concretos con aire incorporado
150	0.80	0.71
200	0.70	0.61
250	0.62	0.53
300	0.55	0.46
350	0.48	0.40
400	0.43	
450	0.38	

Figura 29. Relación agua/cemento.

Fuente: Comité 211-American Concrete Institute.

$$\frac{450 - 437}{0.38 - x} = \frac{450 - 400}{0.38 - 0.43}$$

$$x = 0.393$$

○ **Contenido de cemento.**

Cantidad de cemento.

$$\text{Cant. cemento} = \frac{228 \text{ l/m}^3}{0.393} = 579.675 \text{ Kg}$$

Factor de cemento.

$$\text{Factor cemento} = 579.675 \text{ Kg} \times \frac{1 \text{ bol cemento}}{42.5 \text{ Kg}} = 13.64 \text{ bol} \cong 14 \text{ bol}$$

○ **Peso de agregado grueso.**

Volumen de agregado grueso.

Luego, se procedió con la identificación del peso del agregado grueso, según el tamaño máximo nominal del agregado mencionado anteriormente y según el módulo de fineza del agregado fino, para encontrar el volumen del material grueso. Para ello, nos apoyamos en la siguiente tabla mostrada a continuación; de manera que, como se encuentra entre ese rango de valores se realizó una interpolación donde finalmente se obtuvo dicha relación.

TABLA 04
PESO DEL AGREGADO GRUESO POR UNIDAD DE VOLUMEN DEL CONCRETO

Volumen de agregado grueso, seco y compactado, por unidad de volumen del concreto, para diversos módulos de fineza del fino. (b / b_s)

Tamaño máximo nominal del agregado grueso	2.40	2.60	2.80	3.00
3/8"	0.50	0.48	0.46	0.44
1/2"	0.59	0.57	0.55	0.53
3/4"	0.66	0.64	0.62	0.60
1"	0.71	0.69	0.67	0.65
1 1/2"	0.76	0.74	0.72	0.70
2"	0.78	0.76	0.74	0.72
3"	0.81	0.79	0.77	0.75
6"	0.87	0.85	0.83	0.81

Figura 30. *Peso del agregado grueso.*

Fuente: Comité 211-American Concrete Institute.

$$\frac{3.00 - 2.89}{0.44 - x} = \frac{3.00 - 2.80}{0.44 - 0.46}$$

$$x = 0.451 \text{ m}^3$$

Peso de agregado grueso.

$$\text{Peso agregado grueso} = 0.45 \text{ m}^3 \times 1466 \text{ Kg/m}^3$$

$$\text{Peso agregado grueso} = 661.17 \text{ Kg}$$

○ **Volumen de agregado fino.**

$$\text{Vol. material} = \frac{\text{Peso del material}}{\text{Peso específico material}} \dots\dots\dots (21)$$

Cemento.

$$\text{Vol. cemento} = \frac{579.675 \text{ Kg}}{3120 \text{ Kg/m}^3}$$

$$\text{Vol. cemento} = 0.186 \text{ m}^3$$

Agua.

$$\text{Vol. agua} = \frac{228 \text{ l/m}^3}{1000 \text{ l}}$$

$$\text{Vol. agua} = 0.228 \text{ m}^3$$

Aire.

$$\text{Vol. agua} = \frac{3 \%}{100 \%}$$

$$\text{Vol. agua} = 0.030 \text{ m}^3$$

Agregado grueso.

$$\text{Vol. agregado grueso} = \frac{661.17 \text{ Kg}}{2676 \text{ Kg/m}^3}$$

$$\text{Vol. agregado grueso} = 0.247 \text{ m}^3$$

Volumen de agregado fino.

$$\text{Vol. agr. fino} = 1 \text{ m}^3 - (0.186 \text{ m}^3 + 0.228 \text{ m}^3 + 0.030 \text{ m}^3 + 0.247 \text{ m}^3)$$

$$\text{Vol. agr. fino} = 0.309 \text{ m}^3$$

Peso de agregado fino.

$$\text{Peso agregado fino} = 0.309 \text{ m}^3 \times 2657 \text{ Kg/m}^3$$

$$\text{Peso agregado fino} = 821.37 \text{ m}^3$$

○ **Diseño en estado seco.**

$$\text{Cemento} = 579.68 \text{ Kg}$$

$$\text{Agregado fino} = 821.37 \text{ Kg}$$

$$\text{Agregado grueso} = 661.17 \text{ Kg}$$

$$\text{Agua} = 228 \text{ L}$$

○ **Corrección por humedad de los agregados.**

$$\text{Correc. por humedad de los agr.} = \text{Peso seco} \times \left(\frac{\% W}{100 \%} + 1 \right) \dots\dots (22)$$

Agregado fino.

$$\text{Correc. por humedad agr. fino} = 821.37 \text{ Kg} \times \left(\frac{0.55 \%}{100 \%} + 1 \right)$$

$$\text{Correc. por humedad agr. fino} = 825.885 \text{ Kg}$$

Agregado grueso.

$$\text{Correc. por humedad agr. grueso} = 661.17 \text{ Kg} \times \left(\frac{0.49 \%}{100 \%} + 1 \right)$$

$$\text{Correc. por humedad agr. grueso} = 664.406 \text{ Kg}$$

○ **Aporte de agua a la mezcla.**

$$\text{Aport. agua a la mezcla} = \left(\frac{(\% W - \% \text{ Abs.})}{100 \%} \times \text{Agr. seco} \right) \dots\dots (23)$$

Agregado fino.

$$\text{Aport. agua a la mezcla} = \left(\frac{(0.55 \% - 1.12 \%)}{100 \%} \times 825.88 \text{ Kg} \right)$$

$$\text{Aport. agua a la mezcla} = -4.682 \text{ L}$$

Agregado grueso.

$$\text{Aport. agua a la mezcla} = \left(\frac{(0.49 \% - 1.06 \%)}{100 \%} \times 664.41 \text{ Kg} \right)$$

$$\text{Aport. agua a la mezcla} = - 3.769 \text{ L}$$

Agua en agregados.

$$\text{Agua en agr.} = - 4.682 \text{ L} + (- 3.769 \text{ L})$$

$$\text{Agua en agr.} = - 8.450 \text{ L}$$

○ **Agua efectiva.**

$$\text{Agua efectiva} = \text{Agua de diseño} - \text{Aport. agua total} \dots\dots\dots (24)$$

$$\text{Agua efectiva} = 228.00 \text{ L} - (- 8.450 \text{ L})$$

$$\text{Agua efectiva} = 236.450 \text{ L}$$

- **Dosificación de mezcla.**

○ **Dosificación en peso.**

$$\text{Cemento} = 579.68 \text{ Kg}$$

$$\text{Agregado fino} = 825.89 \text{ Kg}$$

$$\text{Agregado grueso} = 664.41 \text{ Kg}$$

$$\text{Agua} = 236.45 \text{ L}$$

En peso.

$$\text{Cemento} = \frac{579.68 \text{ Kg}}{579.68 \text{ Kg}} = 1$$

$$\text{Agregado fino} = \frac{825.89 \text{ Kg}}{579.68 \text{ Kg}} = 1.42$$

$$\text{Agregado grueso} = \frac{664.41 \text{ Kg}}{579.68 \text{ Kg}} = 1.15$$

$$\text{Agua} = \frac{236.45 \text{ L}}{13.64 \text{ bol cemento}} = 17.34$$

Tabla 17. *Dosificación de mezcla en peso.*

Cemento	Agregado fino	Agregado grueso	Agua
1	1.42	1.15	17.34

Por consiguiente, se procedió con el cálculo para hallar la cuantificación de cada uno de los materiales tanto para los adoquines patrón y los adoquines ecológicos con el 5%, 10%, 15%; asimismo, se tuvo en cuenta su dosificación para cada cuantificación realizado dentro de las unidades ecológicas. Para ello, se tuvo en cuenta primero el cálculo del volumen del adoquín.

$$\text{Volumen del adoquín} = \text{ancho} \times \text{largo} \times \text{altura} \dots\dots\dots (25)$$

$$\text{Volumen del adoquín} = 0.10 \text{ m} \times 0.20 \text{ m} \times 0.08 \text{ m}$$

$$\text{Volumen del adoquín} = 0.0016 \text{ m}^3$$

Cuantificación de adoquín patrón.

$$\text{Cuantificación} = \text{Material} \times \text{Vol. adoquín} \dots\dots\dots (26)$$

$$\text{Cemento} = 579.68 \text{ Kg/m}^3 \times 0.0016 \text{ m}^3$$

$$\text{Cemento} = 0.92749 \text{ Kg} = 927.49 \text{ g}$$

$$\text{Agregado fino} = 591.71 \text{ Kg/m}^3 \times 0.0016 \text{ m}^3$$

$$\text{Agregado fino} = 0.946736 \text{ Kg} = 946.74 \text{ g}$$

$$\text{Agregado grueso} = 900.12 \text{ Kg/m}^3 \times 0.0016 \text{ m}^3$$

$$\text{Agregado grueso} = 1.440192 \text{ Kg} = 1440.19 \text{ g}$$

$$\text{Agua} = 236.46 \text{ L/m}^3 \times 0.0016 \text{ m}^3$$

$$\text{Agua} = 0.378336 \text{ L} = 378.34 \text{ ml}$$

Dosificación de adoquín patrón.

$$\text{Cemento} = \frac{927.49 \text{ g}}{927.49 \text{ g}} = 1$$

$$\text{Agregado fino} = \frac{946.74 \text{ g}}{927.49 \text{ g}} = 1.02$$

$$\text{Agregado grueso} = \frac{1140.19 \text{ g}}{927.49 \text{ g}} = 1.30$$

$$\text{Agua} = \frac{378.34 \text{ ml}}{13.64 \text{ bol cemento}} = 27.74$$

Tabla 18. *Dosificación de adoquín patrón.*

Cemento	Agregado fino	Agregado grueso	Agua
1	1.02	1.30	27.74

Cuantificación de adoquín con la adición del 5% de caucho reciclado.

$$\text{Cemento} = 0.92749 \text{ Kg} = 927.49 \text{ g}$$

$$\text{Agregado fino} = 0.946736 \text{ Kg} = 946.74 \text{ g}$$

$$\text{Agregado grueso} = 1.440192 \text{ Kg} = 1440.19 \text{ g}$$

$$\text{Agua} = 0.378336 \text{ L} = 378.34 \text{ ml}$$

$$\text{Adición del 5\% de caucho reciclado} = 946.74 \text{ g} \times \frac{5\%}{100\%}$$

$$\text{Adición del 5\% de caucho reciclado} = 47.34 \text{ g}$$

Dosificación de adoquín con la adición del 5% de caucho reciclado.

$$\text{Cemento} = \frac{927.49 \text{ g}}{927.49 \text{ g}} = 1$$

$$\text{Agregado fino} = \frac{946.74 \text{ g}}{927.49 \text{ g}} = 1.02$$

$$\text{Agregado grueso} = \frac{1140.19 \text{ g}}{927.49 \text{ g}} = 1.30$$

$$\text{Agua} = \frac{378.34 \text{ ml}}{13.64 \text{ bol cemento}} = 27.74$$

$$\text{Adición del 5\% de caucho reciclado} = \frac{47.34 \text{ g}}{927.49 \text{ g}} = 0.05$$

Tabla 19. Dosificación del adoquín con el 5% de caucho reciclado.

Cemento	Agregado fino	Agregado grueso	Agua	Adición de caucho reciclado
1	1.02	1.30	27.74	5%

Cuantificación de adoquín con la adición del 10% de caucho reciclado.

$$\text{Cemento} = 0.92749 \text{ Kg} = 927.49 \text{ g}$$

$$\text{Agregado fino} = 0.946736 \text{ Kg} = 946.74 \text{ g}$$

$$\text{Agregado grueso} = 1.440192 \text{ Kg} = 1440.19 \text{ g}$$

$$\text{Agua} = 0.378336 \text{ L} = 378.34 \text{ ml}$$

$$\text{Adición del 10\% de caucho reciclado} = 946.74 \text{ g} \times \frac{10\%}{100\%}$$

$$\text{Adición del 10\% de caucho reciclado} = 94.67 \text{ g}$$

Dosificación de adoquín con la adición del 10% de caucho reciclado.

$$\text{Cemento} = \frac{927.49 \text{ g}}{927.49 \text{ g}} = 1$$

$$\text{Agregado fino} = \frac{946.74 \text{ g}}{927.49 \text{ g}} = 1.02$$

$$\text{Agregado grueso} = \frac{1140.19 \text{ g}}{927.49 \text{ g}} = 1.30$$

$$\text{Agua} = \frac{378.34 \text{ ml}}{13.64 \text{ bol cemento}} = 27.74$$

$$\text{Adición del 10\% de caucho reciclado} = \frac{94.67 \text{ g}}{927.49 \text{ g}} = 0.10$$

Tabla 20. Dosificación del adoquín con el 10% de caucho reciclado.

Cemento	Agregado fino	Agregado grueso	Agua	Adición de caucho reciclado
1	1.02	1.30	27.74	10%

Cuantificación de adoquín con la adición del 15% de caucho reciclado.

$$\text{Cemento} = 0.92749 \text{ Kg} = 927.49 \text{ g}$$

$$\text{Agregado fino} = 0.946736 \text{ Kg} = 946.74 \text{ g}$$

$$\text{Agregado grueso} = 1.440192 \text{ Kg} = 1440.19 \text{ g}$$

$$\text{Agua} = 0.378336 \text{ L} = 378.34 \text{ ml}$$

$$\text{Adición del 15\% de caucho reciclado} = 946.74 \text{ g} \times \frac{15\%}{100\%}$$

$$\text{Adición del 15\% de caucho reciclado} = 142.01 \text{ g}$$

Dosificación de adoquín con la adición del 15% de caucho reciclado.

$$\text{Cemento} = \frac{927.49 \text{ g}}{927.49 \text{ g}} = 1$$

$$\text{Agregado fino} = \frac{946.74 \text{ g}}{927.49 \text{ g}} = 1.02$$

$$\text{Agregado grueso} = \frac{1440.19 \text{ g}}{927.49 \text{ g}} = 1.30$$

$$\text{Agua} = \frac{378.34 \text{ ml}}{13.64 \text{ bol cemento}} = 27.74$$

$$\text{Adición del 15\% de caucho reciclado} = \frac{142.01 \text{ g}}{927.49 \text{ g}} = 0.15$$

Tabla 21. Dosificación del adoquín con el 15% de caucho reciclado.

Cemento	Agregado fino	Agregado grueso	Agua	Adición de caucho reciclado
1	1.02	1.30	27.74	15%

3.8.3. Propiedades Físicas.

Una vez que se elaboraron todas las unidades patrones y las unidades ecológicas con la incorporación del caucho reciclado (5%, 10% y 15%), las propiedades físicas fueron determinadas mediante el ensayo de tolerancia dimensional y de absorción, pruebas que se desarrollaron en el laboratorio especialista.

3.8.3.1. Tolerancia dimensional.

El presente ensayo, se realizó según la NTP 399.611, donde se determinó la propiedad física que poseen los adoquines patrones y ecológicos teniendo un total de 36 unidades; asimismo, se obtuvieron las dimensiones de todos los adoquines implicado según cada porcentaje, dichos datos fueron registrados en la Ficha de observación 4 (Anexo 4.2.4.).

Tabla 22. Tolerancia dimensional del largo de los adoquines.

Adición de Caucho Reciclado	Muestra	Largo				Promedio (mm)	Dimensión Nominal (mm)	Variación Dimensional (mm)	Promedio de Variación Dimensional (mm)
		L1 (mm)	L2 (mm)	L3 (mm)	L4 (mm)				
0%	P-01	200	200	200	200	200.00	200.00	0.00	-0.04
	P-02	200.5	200	200	200	200.13	200.00	0.13	
	P-03	200	199	200	200	199.75	200.00	-0.25	
5%	EC-01	199	200	200	199	199.50	200.00	-0.50	-0.25
	EC-02	200	199	200	200	199.75	200.00	-0.25	
	EC-03	200	200	200	200	200.00	200.00	0.00	
10%	ED-01	200	200	201	201	200.50	200.00	0.50	-0.08
	ED-02	198	200	198	199	198.75	200.00	-1.25	
	ED-03	200	201	200	201	200.50	200.00	0.50	
15%	EQ-01	199	199	200	200	199.50	200.00	-0.50	-0.08
	EQ-02	200	200	200	201	200.25	200.00	0.25	
	EQ-03	200	200	200	200	200.00	200.00	0.00	
									-0.11

Tabla 23. Tolerancia dimensional del ancho de los adoquines.

Adición de Caucho Reciclado	Muestra	Ancho				Promedio (mm)	Dimensión Nominal (mm)	Variación Dimensional (mm)	Promedio de Variación Dimensional (mm)
		A1 (mm)	A2 (mm)	A3 (mm)	A4 (mm)				
0%	P-01	100	100.1	100	100	100.03	100.00	0.03	0.09
	P-02	100	100	102	100	100.50	100.00	0.50	
	P-03	99	100	100	100	99.75	100.00	-0.25	
5%	EC-01	100	101	100	100.5	100.38	100.00	0.38	0.17
	EC-02	100.5	100	100	100	100.13	100.00	0.13	
	EC-03	99	100	101	100	100.00	100.00	0.00	
10%	ED-01	100	100.5	100.5	100	100.25	100.00	0.25	0.21
	ED-02	100	100	100	100	100.00	100.00	0.00	
	ED-03	99	101	100.5	101	100.38	100.00	0.38	
15%	EQ-01	100	100	100.1	100	100.03	100.00	0.03	0.13
	EQ-02	100	99.9	101	100	100.23	100.00	0.22	
	EQ-03	100.1	100	100	100.5	100.15	100.00	0.15	
									0.15

Tabla 24. Tolerancia dimensional del espesor de los adoquines.

Adición de Caucho Reciclado	Muestra	Espesor				Promedio (mm)	Dimensión Nominal (mm)	Variación Dimensional (mm)	Promedio de Variación Dimensional (mm)
		H1 (mm)	H2 (mm)	H3 (mm)	H4 (mm)				
0%	P-01	80	80	78	81	79.8	80.00	-0.25	0.04
	P-02	80	81.5	80	79	80.1	80.00	0.13	
	P-03	80	80	81	80	80.3	80.00	0.25	
5%	EC-01	80	80	81	80	80.3	80.00	0.25	0.13
	EC-02	80	80	80	80	80.0	80.00	0.00	
	EC-03	80	80.5	80	80	80.1	80.00	0.13	
10%	ED-01	80	81	80	79.8	80.2	80.00	0.20	0.06
	ED-02	79.9	80	80	80	80.0	80.00	-0.03	
	ED-03	80	80	80	80	80.0	80.00	0.00	
15%	EQ-01	81	80	79.9	80	80.2	80.00	0.22	0.07
	EQ-02	80	80	80	80	80.0	80.00	0.00	
	EQ-03	80	80	80	80	80.0	80.00	0.00	
									0.07

3.8.3.2. Absorción.

En esta prueba, se ejecutó según la NTP 399.611, donde se determinó la propiedad física que poseen los adoquines patrones y ecológicos teniendo un total de 12 unidades; además, se consiguieron los datos necesarios en porcentaje de las unidades ecológicas, donde dichos datos fueron registrados en la Ficha de observación 5 (Anexo 4.2.5.).

Tabla 25. *Ensayo de absorción del adoquín patrón.*

Adición de Caucho Reciclado	Muestra	Peso de muestra seca (g)	Peso de muestra saturada (g)	Peso sumergido en agua (g)	Absorción (%)	Promedio Absorción 3 und (%)
0%	P-04	3902.00	4016.00	2374.00	2.92	2.91
	P-05	3895.00	4009.00	2367.00	2.93	
	P-06	3906.00	4019.00	2377.00	2.89	

Tabla 26. *Ensayo de absorción con el 5% de caucho reciclado.*

Adición de Caucho Reciclado	Muestra	Peso de muestra seca (g)	Peso de muestra saturada (g)	Peso sumergido en agua (g)	Absorción (%)	Promedio Absorción 3 und (%)
5%	EC-04	3801.00	3920.00	2265.00	3.13	3.14
	EC-05	3805.00	3923.00	2248.00	3.10	
	EC-06	3797.00	3918.00	2256.00	3.19	

Tabla 27. *Ensayo de absorción con el 10% de caucho reciclado.*

Adición de Caucho Reciclado	Muestra	Peso de muestra seca (g)	Peso de muestra saturada (g)	Peso sumergido en agua (g)	Absorción (%)	Promedio Absorción 3 und (%)
10%	ED-04	3727.00	3863.00	2146.00	3.65	3.66
	ED-05	3719.00	3854.00	2142.00	3.63	
	ED-06	3721.00	3859.00	2154.00	3.71	

Tabla 28. *Ensayo de absorción con el 15% de caucho reciclado.*

Adición de Caucho Reciclado	Muestra	Peso de muestra seca (g)	Peso de muestra saturada (g)	Peso sumergido en agua (g)	Absorción (%)	Promedio Absorción 3 und (%)
15%	EQ-04	3658.00	3811.00	2047.00	4.18	4.17
	EQ-05	3655.00	3807.00	2039.00	4.16	
	EQ-06	3661.00	3814.00	2056.00	4.18	

3.8.4. Propiedades Mecánicas.

De la misma forma, se realizó los respectivos ensayos con todas las unidades patrones y las unidades ecológicas con la incorporación del caucho reciclado (5%, 10% y 15%) elaborados, las propiedades mecánicas fueron determinadas mediante el ensayo de resistencia a la compresión y resistencia a la flexión, pruebas que fueron ejecutados en el laboratorio especialista.

3.8.4.1. Resistencia a la compresión.

Esta prueba, se efectuó rigiéndose en la NTP 399.611; de manera que, se determinó la propiedad mecánica que poseen los adoquines patrones y ecológicos teniendo un total de 36 unidades; a la misma vez, se lograron los datos necesarios en cuanto a su capacidad de rotura de las unidades ecológicas, donde dichos datos fueron registrados en la Ficha de observación 6 (Anexo 4.2.6.).

Tabla 29. *Ensayo de resistencia a la compresión a los 7 días.*

N° DÍAS	Adición de Caucho Reciclado	Muestra	Dimensiones		Área (cm ²)	Carga (Kg)	F'c (Kg/cm ²)	Resistencia Máxima (Kg/cm ²)	Promedio F'c (Kg/cm ²)
			Largo (cm)	Ancho (cm)					
7 DÍAS	0%	P-07	20.00	10.00	200.00	98228.72	350.00	491.14	488.91
		P-08	20.00	10.00	200.00	95354.19	350.00	476.77	
		P-09	20.00	10.10	202.00	100759.62	350.00	498.81	
	5%	EC-07	20.00	10.00	200.00	87898.14	350.00	439.49	424.34
		EC-08	20.00	10.50	210.00	88940.27	350.00	423.53	
		EC-09	20.00	10.50	210.00	86102.45	350.00	410.01	
	10%	ED-07	20.00	10.30	206.00	78135.53	350.00	379.30	397.28
		ED-08	20.00	10.30	206.00	83532.80	350.00	405.50	
		ED-09	20.00	10.30	206.00	83847.89	350.00	407.03	
	15%	EQ-07	20.20	10.00	202.00	80235.09	350.00	397.20	384.59
		EQ-08	20.00	10.00	200.00	80140.26	350.00	400.70	
		EQ-09	20.00	10.00	200.00	71173.02	350.00	355.87	

Tabla 30. Ensayo de resistencia a la compresión a los 14 días.

N° DÍAS	Adición de Caucho Reciclado	Muestra	Dimensiones		Área (cm ²)	Carga (Kg)	F'c (Kg/cm ²)	Resistencia Máxima (Kg/cm ²)	Promedio F'c (Kg/cm ²)
			Largo (cm)	Ancho (cm)					
14 DÍAS	0%	P-10	20.00	10.00	200.00	104549.84	350.00	522.75	514.67
		P-11	20.00	10.10	202.00	103224.23	350.00	511.01	
		P-12	20.00	10.20	204.00	104090.98	350.00	510.25	
	5%	EC-10	20.00	10.00	200.00	88120.43	350.00	440.60	450.86
		EC-11	20.00	10.00	200.00	92708.06	350.00	463.54	
		EC-12	20.00	10.00	200.00	89685.67	350.00	448.43	
	10%	ED-10	20.00	10.00	200.00	82852.66	350.00	414.26	420.94
		ED-11	20.00	10.10	202.00	86455.26	350.00	428.00	
		ED-12	20.00	10.00	200.00	84109.95	350.00	420.55	
	15%	EQ-10	20.00	10.00	200.00	81556.63	350.00	407.78	404.67
		EQ-11	20.00	10.00	200.00	80078.06	350.00	400.39	
		EQ-12	20.00	10.00	200.00	81167.10	350.00	405.84	

Tabla 31. Ensayo de resistencia a la compresión a los 28 días.

N° DÍAS	Adición de Caucho Reciclado	Muestra	Dimensiones		Área (cm ²)	Carga (Kg)	F'c (Kg/cm ²)	Resistencia Máxima (Kg/cm ²)	Promedio F'c (Kg/cm ²)
			Largo (cm)	Ancho (cm)					
28 DÍAS	0%	P-13	20.00	10.00	200.00	111126.91	350.00	555.63	557.16
		P-14	20.00	10.20	204.00	112442.32	350.00	551.19	
		P-15	20.00	10.00	200.00	112931.78	350.00	564.66	
	5%	EC-13	20.00	10.00	200.00	104131.76	350.00	520.66	481.85
		EC-14	20.00	10.20	204.00	93646.19	350.00	459.05	
		EC-15	20.00	10.00	200.00	93168.97	350.00	465.84	
	10%	ED-13	20.10	10.00	201.00	92346.07	350.00	459.43	460.87
		ED-14	20.00	10.00	200.00	90910.33	350.00	454.55	
		ED-15	20.00	10.00	200.00	93722.67	350.00	468.61	
	15%	EQ-13	20.00	10.00	200.00	85466.16	350.00	427.33	431.48
		EQ-14	20.00	10.00	200.00	87406.64	350.00	437.03	
		EQ-15	20.00	10.00	200.00	86014.75	350.00	430.07	

3.8.4.2. Resistencia a la flexión.

En esta prueba, se ejecutó rigiéndose en la NTP 339.078; de tal forma que, se determinó la propiedad mecánica que poseen los adoquines patrones y ecológicos teniendo un total de 12 unidades; además, se alcanzaron los datos necesarios en cuanto a su módulo de rotura de las unidades ecológicas, donde dichos datos fueron registrados en la Ficha de observación 7 (Anexo 4.2.7.).

Tabla 32. *Ensayo a la flexión de los adoquines.*

N° DÍAS	Adición de Caucho Reciclado	Muestra	Distancia entre ejes de apoyo (cm)	Ancho del adoquín (cm)	Espesor del adoquín (cm)	Carga aplicada		Resistencia a la flexión (Módulo de rotura)	
						KN	Kg	MR (Kg/cm ²)	MRp (Kg/cm ²)
28 DÍAS	0%	P-16	15.00	10.00	8.00	24.13	2460.57	57.67	57.57
		P-17	15.00	10.00	8.00	23.19	2364.72	55.42	
		P-18	15.00	10.00	8.00	24.95	2544.19	59.63	
	5%	EC-16	15.00	10.00	8.00	21.23	2164.86	50.74	47.61
		EC-17	15.00	10.00	8.00	19.18	1955.82	45.84	
		EC-18	15.00	10.00	8.00	19.35	1973.15	46.25	
	10%	ED-16	15.00	10.00	8.00	18.59	1895.65	44.43	44.95
		ED-17	15.00	10.00	8.00	18.82	1919.11	44.98	
		ED-18	15.00	10.00	8.00	19.01	1938.48	45.43	
	15%	EQ-16	15.00	10.00	8.00	18.12	1847.73	43.31	43.08
		EQ-17	15.00	10.00	8.00	18.03	1838.55	43.09	
		EQ-18	15.00	10.00	8.00	17.93	1828.35	42.85	

IV. RESULTADOS

4.1. Características de los agregados.

Tabla 33. *Módulo de fineza del agregado fino.*

Agregado	Módulo de Fineza
Agregado Fino	2.89

Tabla 34. *Tamaño máximo nominal.*

Agregado	Tamaño Máximo Nominal
Agregado Grueso	3/8"

Tabla 35. *Contenido de humedad de los Agregados.*

Agregado	Contenido de Humedad
Agregado Fino	0.56 %
Agregado Grueso	0.50 %

Tabla 36. *Peso específico y absorción de los Agregados.*

Agregado	Peso específico (gr/cm ³)
Agregado Fino	2.657
Agregado Grueso	2.676

Tabla 37. *Porcentaje de absorción de los Agregados.*

Agregado	Absorción (%)
Agregado Fino	1.12%
Agregado Grueso	1.06%

Tabla 38. *Peso unitario suelto y varillado de los Agregados.*

Agregado	Peso unitario suelto (gr/cm ³)	Peso unitario compactado (gr/cm ³)
Agregado Fino	1.58 gr/cm ³	1.73 gr/cm ³
Agregado Grueso	1.34 gr/cm ³	1.47 gr/cm ³

4.2. Dosificaciones.

Tabla 39. Relación agua/cemento.

Relación agua/cemento	
Relación a/c	0.393

Tabla 40. Cuantificación de los agregados.

Cuantificación de los agregados				
Materiales	Adoquín Patrón	Adoquín Ecológico con adición del Caucho Reciclado		
		5%	10%	15%
Cemento (g)	927.49	927.49	927.49	927.49
Agregado Fino (g)	946.74	946.74	946.74	946.74
Agregado Grueso (g)	1440.19	1440.19	1440.19	1440.19
Agua (ml)	378.34	378.34	378.34	378.34
Caucho Reciclado (g)	-	47.34	94.67	142.01

4.3. Propiedades Físicas.

Tabla 41. Tolerancia Dimensional.

Tolerancia Dimensional			
Adición de Caucho Reciclado	Largo (mm)	Ancho (mm)	Espesor (mm)
0%	-0.04	0.09	0.04
5%	-0.25	0.17	0.13
10%	-0.08	0.21	0.06
15%	-0.08	0.13	0.07

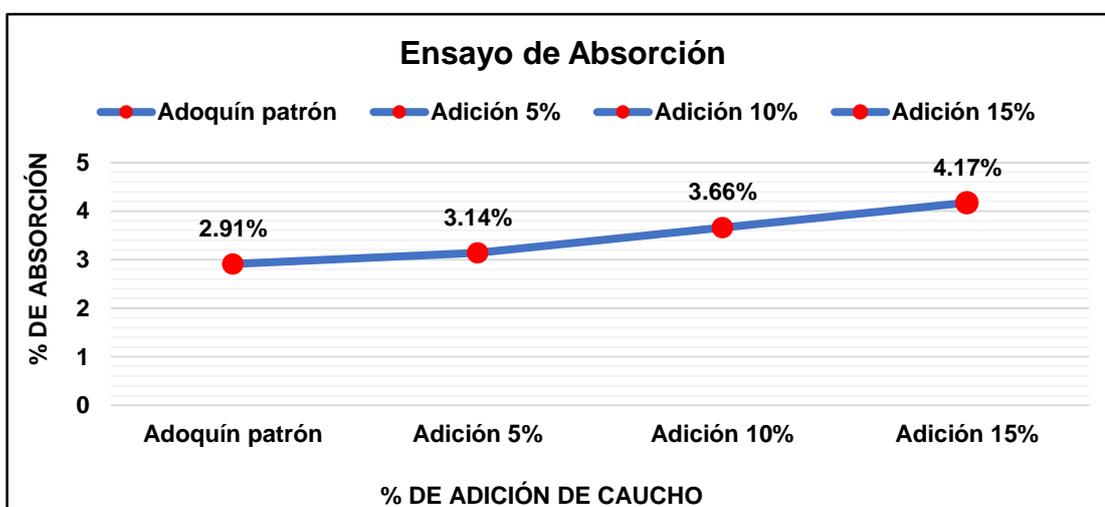


Figura 31. Ensayo de absorción de los adoquines.

4.4. Propiedades Mecánicas.

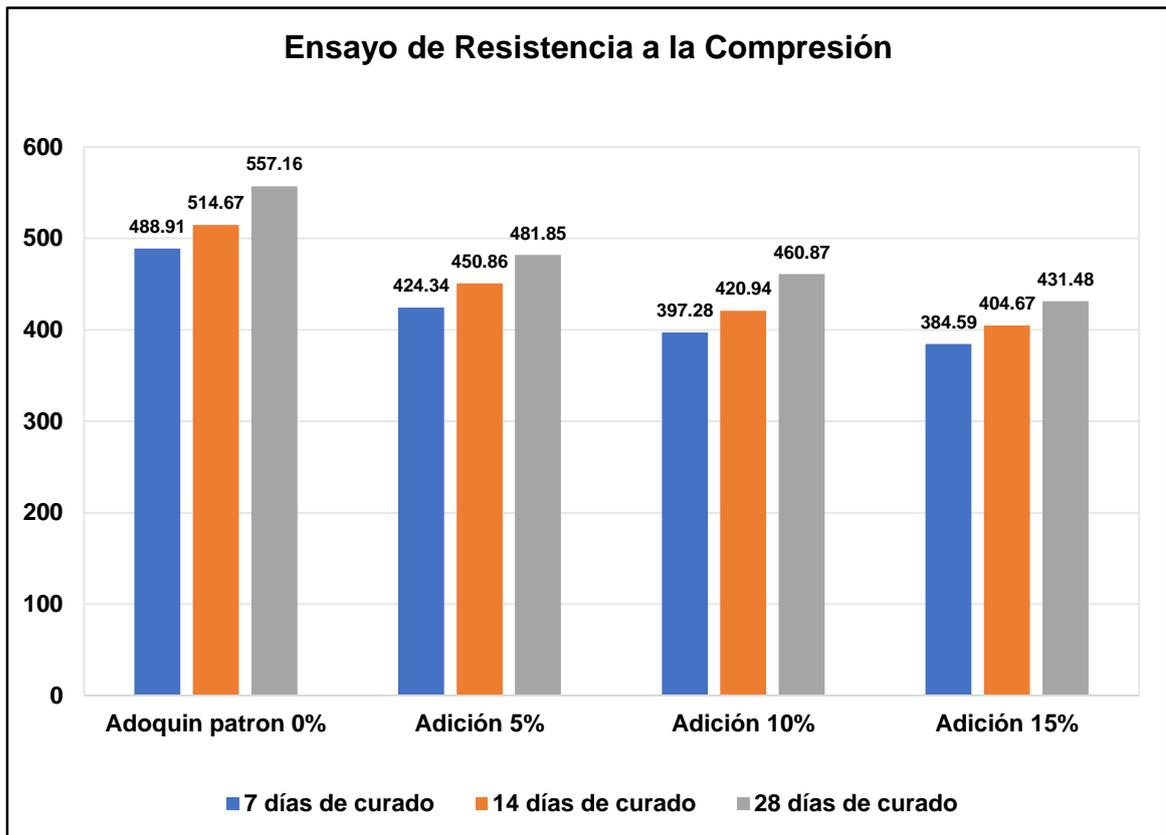


Figura 32. Ensayo de resistencia a la compresión.

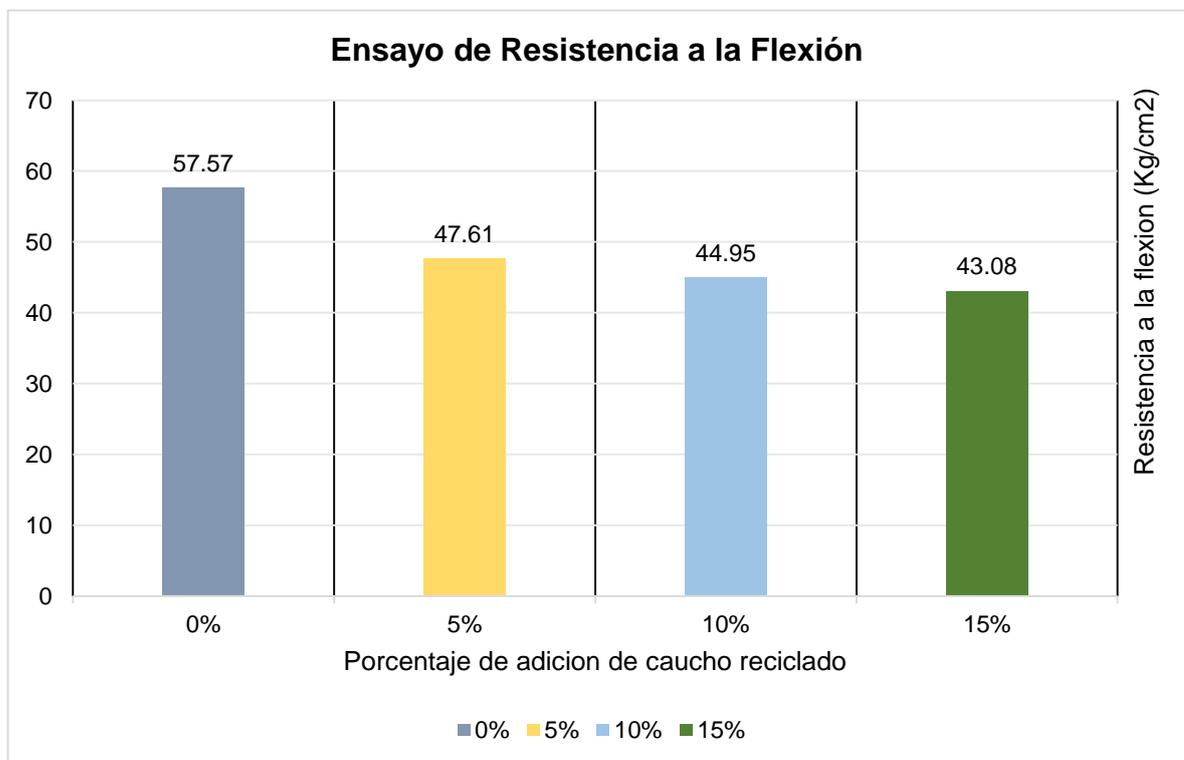


Figura 33. Ensayo de resistencia a la flexión.

4.5. Análisis de datos.

		Descriptivos							
		N	Media	Desv. Desviación	Desv. Error	95% del intervalo de confianza para la media		Mínimo	Máximo
						Límite inferior	Límite superior		
ENSAYO DE ABSORCION	ADOQUIN PATRON	3	2,9133	,02082	,01202	2,8616	2,9650	2,89	2,93
	ADOQUIN CON ADICION 5%	3	3,1400	,04583	,02646	3,0262	3,2538	3,10	3,19
	ADOQUIN CON ADICION 10%	3	3,6633	,04163	,02404	3,5599	3,7668	3,63	3,71
	ADOQUIN CON ADICION 15%	3	4,1733	,01155	,00667	4,1446	4,2020	4,16	4,18
	Total	12	3,4725	,51001	,14723	3,1485	3,7965	2,89	4,18
ENSAYO DE RESISTENCIA_COMPRESION	ADOQUIN PATRON	3	557,1600	6,86410	3,96299	540,1086	574,2114	551,19	564,66
	ADOQUIN CON ADICION 5%	3	481,8500	33,78148	19,50374	397,9322	565,7678	459,05	520,66
	ADOQUIN CON ADICION 10%	3	460,8633	7,13875	4,12156	443,1297	478,5970	454,55	468,61
	ADOQUIN CON ADICION 15%	3	431,4767	5,00065	2,88713	419,0544	443,8990	427,33	437,03
	Total	12	482,8375	50,87004	14,68492	450,5162	515,1588	427,33	564,66
ENSAYO DE RESISTENCIA_FLEXION	ADOQUIN PATRON	3	57,5733	2,10666	1,21628	52,3401	62,8066	55,42	59,63
	ADOQUIN CON ADICION 5%	3	47,6100	2,71840	1,56947	40,8571	54,3629	45,84	50,74
	ADOQUIN CON ADICION 10%	3	44,9467	,50083	,28916	43,7025	46,1908	44,43	45,43
	ADOQUIN CON ADICION 15%	3	43,0833	,23007	,13283	42,5118	43,6549	42,85	43,31
	Total	12	48,3033	6,02307	1,73871	44,4765	52,1302	42,85	59,63

Figura 34. Análisis descriptivo de los ensayos.

		ANOVA				
		Suma de cuadrados	gl	Media cuadrática	F	Sig.
ENSAYO DE ABSORCION	Entre grupos	2,852	3	,951	864,371	,000
	Dentro de grupos	,009	8	,001		
	Total	2,861	11			
ENSAYO DE RESISTENCIA_COMPRESION	Entre grupos	25936,825	3	8645,608	27,354	,000
	Dentro de grupos	2528,545	8	316,068		
	Total	28465,370	11			
ENSAYO DE RESISTENCIA_FLEXION	Entre grupos	374,788	3	124,929	41,192	,000
	Dentro de grupos	24,263	8	3,033		
	Total	399,051	11			

Figura 35. Resultado ANOVA de los ensayos.

Comparaciones múltiples								
Variable dependiente	(I) ADOQUINES	(J) ADOQUINES	Diferencia de medias (I-J)	Desv. Error	Sig.	Intervalo de confianza al 95%		
						Límite inferior	Límite superior	
LARGO	HSD Tukey	ADOQUIN PATRON	ADOQUIN CON 5% DE CAUCHO	,21000	,45943	,966	-1,2613	1,6813
			ADOQUIN CON 10% DE CAUCHO	,04333	,45943	1,000	-1,4279	1,5146
			ADOQUIN CON 15% DE CAUCHO	,04333	,45943	1,000	-1,4279	1,5146
		ADOQUIN CON 5% DE CAUCHO	ADOQUIN PATRON	-,21000	,45943	,966	-1,6813	1,2613
			ADOQUIN CON 10% DE CAUCHO	-,16667	,45943	,983	-1,6379	1,3046
			ADOQUIN CON 15% DE CAUCHO	-,16667	,45943	,983	-1,6379	1,3046
		ADOQUIN CON 10% DE CAUCHO	ADOQUIN PATRON	-,04333	,45943	1,000	-1,5146	1,4279
			ADOQUIN CON 5% DE CAUCHO	,16667	,45943	,983	-1,3046	1,6379
			ADOQUIN CON 15% DE CAUCHO	,00000	,45943	1,000	-1,4713	1,4713
		ADOQUIN CON 15% DE CAUCHO	ADOQUIN PATRON	-,04333	,45943	1,000	-1,5146	1,4279
			ADOQUIN CON 5% DE CAUCHO	,16667	,45943	,983	-1,3046	1,6379
			ADOQUIN CON 10% DE CAUCHO	,00000	,45943	1,000	-1,4713	1,4713

Figura 36. Análisis del ensayo de tolerancia dimensional (largo).

Variable dependiente	(I) ADOQUINES	(J) ADOQUINES	Diferencia de medias (I-J)	Desv. Error	Sig.	Intervalo de confianza al 95%		
						Límite inferior	Límite superior	
ANCHO	HSD Tukey	ADOQUIN PATRON	ADOQUIN CON 5% DE CAUCHO	-,07667	2334,11471	1,000	-7474,7336	7474,5803
			ADOQUIN CON 10% DE CAUCHO	-,11667	2334,11471	1,000	-7474,7736	7474,5403
			ADOQUIN CON 15% DE CAUCHO	-3301,03333	2334,11471	,525	-10775,6903	4173,6236
		ADOQUIN CON 5% DE CAUCHO	ADOQUIN PATRON	,07667	2334,11471	1,000	-7474,5803	7474,7336
			ADOQUIN CON 10% DE CAUCHO	-,04000	2334,11471	1,000	-7474,6969	7474,6169
			ADOQUIN CON 15% DE CAUCHO	-3300,95667	2334,11471	,525	-10775,6136	4173,7003
		ADOQUIN CON 10% DE CAUCHO	ADOQUIN PATRON	,11667	2334,11471	1,000	-7474,5403	7474,7736
			ADOQUIN CON 5% DE CAUCHO	,04000	2334,11471	1,000	-7474,6169	7474,6969
			ADOQUIN CON 15% DE CAUCHO	-3300,91667	2334,11471	,525	-10775,5736	4173,7403
		ADOQUIN CON 15% DE CAUCHO	ADOQUIN PATRON	3301,03333	2334,11471	,525	-4173,6236	10775,6903
			ADOQUIN CON 5% DE CAUCHO	3300,95667	2334,11471	,525	-4173,7003	10775,6136
			ADOQUIN CON 10% DE CAUCHO	3300,91667	2334,11471	,525	-4173,7403	10775,5736

Figura 37. Análisis del ensayo de tolerancia dimensional (ancho).

Variable dependiente	(I) ADOQUINES	(J) ADOQUINES	Diferencia de medias (I-J)	Desv. Error	Sig.	Intervalo de confianza al 95%		
						Límite inferior	Límite superior	
ALTO	HSD Tukey	ADOQUIN PATRON	ADOQUIN CON 5% DE CAUCHO	-,06667	,13744	,960	-,5068	,3735
			ADOQUIN CON 10% DE CAUCHO	,00000	,13744	1,000	-,4401	,4401
			ADOQUIN CON 15% DE CAUCHO	,00000	,13744	1,000	-,4401	,4401
		ADOQUIN CON 5% DE CAUCHO	ADOQUIN PATRON	,06667	,13744	,960	-,3735	,5068
			ADOQUIN CON 10% DE CAUCHO	,06667	,13744	,960	-,3735	,5068
			ADOQUIN CON 15% DE CAUCHO	,06667	,13744	,960	-,3735	,5068
		ADOQUIN CON 10% DE CAUCHO	ADOQUIN PATRON	,00000	,13744	1,000	-,4401	,4401
			ADOQUIN CON 5% DE CAUCHO	-,06667	,13744	,960	-,5068	,3735
			ADOQUIN CON 15% DE CAUCHO	,00000	,13744	1,000	-,4401	,4401
		ADOQUIN CON 15% DE CAUCHO	ADOQUIN PATRON	,00000	,13744	1,000	-,4401	,4401
			ADOQUIN CON 5% DE CAUCHO	-,06667	,13744	,960	-,5068	,3735
			ADOQUIN CON 10% DE CAUCHO	,00000	,13744	1,000	-,4401	,4401

Figura 38. Análisis del ensayo de tolerancia dimensional (ancho).

V. DISCUSIÓN

En la presente investigación, posterior a la elaboración de los adoquines y a la ejecución de los ensayos pertinentes en el laboratorio especializado, se tuvo que el análisis de la adición de caucho reciclado influye significativamente en las propiedades físico-mecánicas en adoquines ecológicos para pavimento de tránsito liviano en Trujillo, 2022. Puesto que, en las propiedades físicas se ejecutó el ensayo de tolerancia dimensional obteniéndose, en cuanto a su largo un promedio en: adoquines patrón se obtuvo -0.04 mm, en adoquines con el 5% de caucho reciclado, -0.25 mm; en adoquines con el 10% de caucho reciclado, -0.08 mm; en adoquines con el 15% de caucho reciclado, -0.08. En cuanto, a su ancho se obtuvo un promedio en: adoquines patrón de 0.09 mm; en adoquines con el 5% de caucho reciclado, 0.17 mm; en adoquines con el 10% de caucho reciclado, 0.21 mm; en adoquines con el 15% de caucho reciclado, 0.13 mm. En cuanto, a su altura se logró obtener un promedio en: adoquines patrón de 0.04 mm; en adoquines con el 5% de caucho reciclado, 0.13 mm; en adoquines con el 10% de caucho reciclado, 0.06 mm; en adoquines con el 15% de caucho reciclado, 0.07 mm. De la misma forma, otra de las propiedades físicas fue el ensayo de absorción donde se logró un promedio en: adoquines patrón de 2.91%; en adoquines con el 5% de caucho reciclado, 3.14%; en adoquines con el 10% de caucho reciclado, 3.66%; en adoquines con el 15% de caucho reciclado, 4.17%. Por otro lado, en las propiedades mecánicas se efectuó la prueba de resistencia a la compresión, donde a los 7 días de su tiempo de curado lográndose una resistencia en: adoquines patrón de 488.81 Kg/cm² en adoquines con el 5% de caucho reciclado, 424.34 Kg/cm²; en adoquines con el 10% de caucho reciclado, 397.28 Kg/cm²; en adoquines con el 15% de caucho reciclado, 384.59 Kg/cm². A los 14 días de su tiempo de curado se obtuvo una resistencia en: adoquines patrón de 514.67 Kg/cm² en adoquines con el 5% de caucho reciclado, 450.86 Kg/cm²; en adoquines con el 10% de caucho reciclado, 420.94 Kg/cm²; en adoquines con el 15% de caucho reciclado, 404.67 Kg/cm². Finalmente, a los 28 días de su tiempo de curado se obtuvo una resistencia en: adoquines patrón de 557.16 Kg/cm² en adoquines con el 5% de caucho reciclado, 481.85 Kg/cm²; en adoquines con el 10% de caucho reciclado, 460.87 Kg/cm²; en adoquines

con el 15% de caucho reciclado, 431.48 Kg/cm². Del mismo modo, otra de las propiedades mecánicas fue la prueba de resistencia a la flexión donde se consiguió un promedio en: adoquines patrón de 57.57 Kg/cm² en adoquines con el 5% de caucho reciclado, 47.61 Kg/cm²; en adoquines con el 10% de caucho reciclado, 44.95 Kg/cm²; en adoquines con el 15% de caucho reciclado, 43.08 Kg/cm²; todo ello a los 28 días de su tiempo de curado.

Frente al primer objetivo de la investigación, se obtuvo las características de los agregados; esto quiere decir, del material fino y del material grueso. Dichas características corresponden a la realización de ensayos como: análisis granulométrico, contenido de humedad, peso específico y absorción, peso unitario suelto y varillado. Es por ello, según la tabla 33 de módulo de fineza para el agregado fino se obtuvo como resultado 2.89, el cual se halla dentro de la curva granulométrica para agregado fino, donde los datos se hallaron dentro de los límites permitidos dados en el MTC E 204.

De la misma forma, según la tabla 34 se muestra el tamaño máximo nominal el cual es de 3/8" para agregado grueso; es por ello, que los resultados se hallaron dentro de los límites permitidos brindado por el MTC E 204; por ende, se tiene que el material se encontraba en buenas condiciones para ser usado.

Por otro lado, en la tabla 35 se observa el contenido de humedad, obteniendo un porcentaje de humedad de 0.56% para agregado fino y 0.50% para agregado grueso. De manera que, se obtuvo mayor porcentaje en el agregado fino que en el agregado grueso. Esta característica fue incluida para alcanzar la cantidad de agua que se le adicionó al diseño de mezcla que es parte de la dosificación de los materiales. Dicho ensayo, fue realizado bajo el MTC E 215, en material fino y material grueso.

También, en la tabla 36 se logró obtener el peso específico del agregado fino y del agregado grueso, obteniendo lo siguiente: para el agregado fino un peso específico de 2.657 g/cm³ y para el agregado grueso un peso específico de 2.676 g/cm³. Este ensayo nos permitió obtener el volumen total de los materiales dentro del diseño de mezcla; todo ello, fue elaborado cumpliendo con el MTC E 205 (agregado fino) y con el MTC E 206 (agregado grueso).

Además, en la tabla 37 se obtuvo el porcentaje de absorción de los agregados conforme a los que estipulan el MTC E 205 (agregado fino) y con el MTC E 206 (agregado grueso); de manera que, se logró un porcentaje de absorción de 1.12% para agregado fino y 1.06% para agregado grueso. Todos estos resultados nos sirvieron para posteriormente realizar la dosificación.

Igualmente, en la tabla 38 se observan los resultados basados en el MTC E 203, donde se logró obtener para el agregado fino un peso unitario suelto de 1.58 g/cm^3 y un peso unitario compactado de 1.73 g/cm^3 ; por otra parte, se obtuvo para el agregado grueso un peso unitario suelto de 1.34 g/cm^3 y un peso unitario compactado de 1.47 g/cm^3 . Se tiene que, en ambos agregados el peso unitario compactado es mayor que el peso unitario suelto; todo ello, se debe a que el agregado compactado ocupa mayor vacíos en relación al suelto.

Como segundo objetivo de la investigación, se realizó la determinación de las dosificaciones donde se hizo uso del Método ACI 211, en el cual para llegar a los resultados se basó en las características obtenidas del agregado fino y agregado grueso; es por ello, que en la tabla 39 se logró una relación agua cemento de 0.393, donde influyó dentro de la dosificación de los materiales para evidenciar la durabilidad y resistencia que posee dicha mezcla.

Asimismo, se obtuvo en la tabla 40 los siguientes resultados, donde para llegar a su cuantificación ideal de los materiales se realizó distintas pruebas lo cual sirvió para hallar las respectivas cuantificaciones de nuestros materiales sirviendo para la elaboración de los adoquines ecológicos, obteniendo el resultado de utilizar una cuantificación del adoquín patrón (cemento: 927.49 g, agregado fino: 946.74 g, agregado grueso: 1440.19 g, agua: 236.46 ml), adoquín ecológico con 5% de caucho reciclado (cemento: 927.49g, agregado fino: 946.74 g, agregado grueso: 1440.19 g, agua: 236.46 ml, caucho reciclado: 47.34 g), adoquín ecológico con 10% de caucho reciclado (cemento: 927.49 g, agregado fino: 946.74 g, agregado grueso: 1440.19 g, agua: 236.46 ml, caucho reciclado: 94.67 g), adoquín ecológico con 15% de caucho reciclado (cemento: 927.49 g, agregado fino: 946.74 g, agregado grueso: 1440.19 g, agua: 236.46ml, caucho reciclado: 142.01 g), todo ello fue realizado bajo el método

ACI 211 el cual sirvió para comparar si están dentro del parámetro establecido por dicho método.

Como tercer objetivo en la investigación, se enfoca en las propiedades físicas de los adoquines convencionales y adoquines ecológicos; una de estas propiedades fue analizada a través del ensayo de tolerancia dimensional conforme a la NTP 399.611. En la tabla 41 se logró los siguientes resultados: un promedio porcentual de tolerancia dimensional del largo en adoquines patrón de -0.02%; en adoquines con adición del 5% de caucho reciclado, 0.13%; en adoquines con adición del 10% de caucho reciclado, 0.04% y en adoquines con adición del 10% de caucho reciclado, 0.04%; cumpliendo con lo que estipula la normativa de una tolerancia máxima de $\pm 1.6\%$. También, se obtuvo un promedio porcentual de la tolerancia dimensional del ancho en adoquines patrón de -0.09%; en adoquines con adición del 5% de caucho reciclado, -0.17%; en adoquines con adición del 10% de caucho reciclado, -0.21% y en adoquines con adición del 10% de caucho reciclado, -0.13%; cumpliendo así con lo que estipula la normativa de una tolerancia máxima de $\pm 1.6\%$. Además, se logró un promedio porcentual de tolerancia dimensional de la altura en adoquines patrón de -0.05%; en adoquines con adición del 5% de caucho reciclado, -0.16%; en adoquines con adición del 10% de caucho reciclado, -0.07% y en adoquines con adición del 15% de caucho reciclado, -0.09%; cumpliendo así con lo que estipula la normativa de una tolerancia máxima de $\pm 3.2\%$.

Igualmente, en la figura 31 comprende el ensayo de absorción, basado en la NTP 399.611; debido a que, cumple con lo establecido en dicha normativa, porque no sobrepasa el 6% de absorción. Se obtuvo que la absorción del bloque de concreto fue: de los adoquines patrón (2.91%), de los adoquines con adición del 5% de caucho reciclado (3.14%), de los adoquines con adición del 10% de caucho reciclado (3.66%), de los adoquines con adición del 15% de caucho reciclado (4.17%).

Como cuarto objetivo de la investigación, tuvo a las propiedades mecánicas de los adoquines convencionales y ecológicos; donde una de estas propiedades

fue demostrada mediante el ensayo de resistencia a la compresión analizada cada cierto periodo de tiempo, conforme a lo que establece la NTP 399.611. Es por ello, que en la figura 32 se tienen los siguientes resultados de la resistencia a la compresión, teniendo: para los adoquines patrón de 488.91 Kg/cm², 514.67 Kg/cm² y 557.16 Kg/cm²; para los adoquines ecológicos con adición del 5% de caucho reciclado de 424.34 Kg/cm², 450.86 Kg/cm² y 481.85 Kg/cm²; para los adoquines ecológicos con adición del 10% de caucho reciclado de 397.28 Kg/cm², 420.94 Kg/cm² y 460.87 Kg/cm²; para los adoquines ecológicos con adición del 15% de caucho reciclado de 384.59 Kg/cm², 404.67 Kg/cm² y 431.48 Kg/cm², a los 7,14 y 28 días respectivamente después de su elaboración.

Asimismo, en la figura 33 se tienen a los resultados obtenidos del ensayo de resistencia a la flexión, dicho ensayo fue efectuado bajo la NTP 339.078; donde se logró obtener para los adoquines patrón de 57.57 Kg/cm²; para los adoquines ecológicos con adición del 5% de caucho reciclado de 47.61 Kg/cm²; para los adoquines ecológicos con adición del 10% de caucho reciclado de 44.95 Kg/cm²; para los adoquines ecológicos con adición del 15% de caucho reciclado de 43.08 Kg/cm², ensayados a 28 días de su elaboración.

Con respecto al objetivo general de la investigación, el análisis realizado de la figura 35, se tuvo que desarrollar los datos mediante el análisis de resultados en el Software IBM SPSS; por lo tanto, se lograra obtener un nivel de significancia (Sig.) intra-clase con un valor menor o igual al 0.05, por siguiente se impugna la hipótesis de igual de medias, si es mayor se aceptara la igualdad de medias, se puede deducir que no existen diferencias significativas entre los grupos. La muestra en el análisis se obtuvo que los resultados ANOVA los valores obtenidos por cada ensayo estipulado son los siguientes: Sig. De 0.0001, 0.0001 y 0.0001, en los ensayos de porcentaje de absorción, resistencia a la compresión y resistencia a flexión respectivamente y en tolerancia dimensional 0.96, 0.44 y 0.94. lo menciona que existen diferencias significativas en sus principales características físicas y mecánicas.

Lara, Guerrero & Altamirano (2020), lograron las características del agregado fino obteniendo un módulo de fineza de 3.01, un tamaño máximo nominal de

4.76 mm, un contenido de humedad de 7.24%, un porcentaje de absorción de 6.30%, un peso específico de 2660 Kg/cm³ y un peso unitario compactado de 1640 Kg/cm³; de la misma forma, para el agregado grueso se obtuvo un tamaño máximo nominal de 19.05 mm, un contenido de humedad de 1.44%, un porcentaje de absorción de 2.67%, un peso específico de 2650 Kg/cm³ y un peso unitario compactado de 1440 Kg/cm³; donde ambos agregados fueron extraídos de una cantera ubicada en el Ecuador. Por otro lado, en la presente investigación se obtuvieron las siguientes características, para el agregado fino: un módulo de fineza de 2.89, un tamaño máximo de 9.5 mm (3/8"), un contenido de humedad de 0.55%, un porcentaje de absorción de 1.12%, un peso específico de 2.657 g/cm³, un peso unitario suelto de 1583 Kg/m³ y un peso unitario compactado de 1717 Kg/cm³; asimismo, para el agregado grueso: un tamaño máximo de 9.5 mm (3/8"), un contenido de humedad de 0.49%, un porcentaje de absorción de 1.06%, un peso específico de 2.676 g/cm³, un peso unitario suelto de 1341 Kg/m³ y un peso unitario compactado de 1466 Kg/cm³; donde ambos materiales fueron provenientes de la cantera de San Martín, Chicama. Es por ello, que existe una pequeña variación en cuanto a los resultados obtenidos; todo ello, debido a la cantera de la cual fueron extraídos dichos agregados; además, otra diferencia fue que no se tomó en cuenta el peso unitario suelto para ambos agregados.

Jaimes & Torres (2019), realizaron 192 adoquines ecológicos, donde sustituyó al agregado fino por el grano de caucho reciclado con los siguientes porcentajes del 0%, 5%, 7% y 9%. Obteniendo que utilizaron las siguientes cuantificaciones: para los adoquines patrones se utilizó 610 kg de cemento, 366 l de agua, 1100 kg de agregado fino; para los adoquines con el 5% de GCR se hizo uso de 515 kg de cemento, 329.6 l de agua, 1250 kg de agregado fino; para los adoquines con el 7% de GCR se usó 434 kg de cemento, 290.78 l de agua, 1425 kg de agregado fino y para los adoquines con el 9% de GCR se utilizó 373 kg de cemento, 272.29 l de agua, 1525 kg de agregado fino. En la presente investigación se tuvo que para los adoquines convencionales se utilizó 927.49 g de cemento, 946.74 g de agregado fino, 1440.19 g de agregado grueso y 378.34 ml de agua; para los adoquines ecológicos se mantuvo la misma

cuantificación solo que se le adicionó el 5% de caucho reciclado, es decir se le adicionó 47.34 g de dicho material ecológico; para los adoquines ecológicos se le adicionó el 10% de caucho reciclado, esto quiere decir, se le adicionó 94.67 g de dicho material ecológico; y para los adoquines ecológicos se le adicionó el 15% de caucho reciclado, es decir, se le adicionó 142.01 g de dicho material ecológico. Ambas cuantificaciones fueron realizadas bajo el método ACI 211 pero existe diferencias debido al número de adoquines realizados; además, de que en la presente investigación se adicionó caucho reciclado más no se reemplazó por el agregado fino.

Marín (2020), concluyó que en el ensayo de la tolerancia dimensional se encuentran valores desde -1.0 mm hasta 0.50 mm de variación en el largo y ancho para el 3%, 6% y 9% de adición de caucho reciclado en el adoquín como sustitución del material fino; además, obtuvo valores desde -2.00 mm hasta 0.50 mm en la variación de la altura para dichos porcentajes en el adoquín ecológico; todas las muestras ensayadas mostraron una tolerancia dimensional cumplen con la NTP. En la presente investigación, en la propiedad física que tienen los adoquines ecológicos conlleva a la realización del ensayo de tolerancia dimensional, donde se alcanzó valores para el largo y ancho desde -0.25 mm hasta 0.21 mm y en el espesor se obtuvo resultados entre el 0.04 mm hasta el 0.13 mm. Por lo tanto, se tiene que existe una gran similitud de resultados en ambas investigaciones, porque ambas fueron basadas en la NTP 399.611.

Mejía (2020), concluyó que en la prueba de absorción para la elaboración de los adoquines con adición de los siguientes porcentajes: 5, 10, 15, 20 y 30 de caucho reciclado en sustitución del material fino, se obtuvo que para el adoquín con el 0% de adición de caucho reciclado entre 11.14% de absorción, para el 5% de adición de caucho reciclado se obtuvo una absorción de 6.51%, para el 10% de adición de caucho reciclado se obtuvo una absorción de 6.30%, para el 20% obtuvo 5.40% y para el 30% alcanzó el 6.85%; no cumpliendo con la normativa estipulada dado que conforme va aumentando la adición del caucho reciclado en las muestras, la absorción va disminuyendo; siendo esto relevante con los resultados del proyecto de investigación realizado en Bogotá. Por otra

parte, en la presente investigación se alcanzó una absorción promedio para los adoquines patrón de 2.91%, para los adoquines ecológicos con adición del 5% se obtuvo una absorción promedio de 3.14%, para los adoquines ecológicos con adición del 10% de caucho reciclado se logró una absorción promedio de 3.66% y para los adoquines ecológicos con adición del 15% de caucho reciclado se alcanzó una absorción promedio de 4.17%. Es por ello, que se tiene que existe entre ambos resultados una gran diferencia; debido a que, no se sustituye el agregado fino por el caucho reciclado si no adicionamos el caucho como uno de los materiales dentro de la composición de un adoquín convencional.

Chavarri y Rubio (2020), concluyeron que la resistencia a la compresión según los porcentajes de adición de fibras de llantas desechadas en sustitución del material fino, logró obtener lo siguiente: de los adoquines patrones a los 3 días de curado se obtuvo una resistencia a la compresión de 155.87 Kg/cm², 238.41 Kg/cm² a los 7 días, y los 28 días de curado se obtuvo una resistencia de 349.35 Kg/cm²; al adicionar el 3% de caucho se obtuvo 112.45 Kg/cm², 191.61 Kg/cm² y 318.82 Kg/cm² a los 3, 7 y 28 días de curado respectivamente; para las muestras con sustitución del agregado fino en 5% se obtuvo la resistencia a la compresión de 94.44 Kg/cm², 163.88 Kg/cm² y 279.20 Kg/cm² a los 3, 7 y 28 días de curado respectivamente; por último, para las muestras con sustitución del agregado fino en 7% alcanzando una resistencia a la compresión a los 3 días, 82.98 Kg/cm²; a los 7 días, 138.22 Kg/cm²; y a los 28 días, 228.01 Kg/cm². En la presente investigación, se consiguió una resistencia a la compresión promedio de los adoquines patrón de 488.91 Kg/cm², 514.57 Kg/cm² y 557.16 Kg/cm²; en los adoquines ecológicos con la adición del 5% de caucho reciclado se obtuvo 424.34 Kg/cm², 450.86 Kg/cm² y 481.85 Kg/cm²; en los adoquines ecológicos con la adición del 10% de caucho reciclado se obtuvo 397.28 Kg/cm², 420.94 Kg/cm² y 460.84 Kg/cm²; en los adoquines ecológicos con la adición del 15% de caucho reciclado se obtuvo 384.59 Kg/cm², 404.67 Kg/cm² y 431.48 Kg/cm². En comparación con la presente investigación, se tiene unas grandes diferencias en los resultados; debido a que, en una se reemplaza la cuantificación del agregado fino por la adición de caucho reciclado mientras;

por otro lado, ambas investigaciones se basaron en la NTP 399.611, donde solo la presente investigación cumple con los rangos brindados en dicha norma.

Sánchez (2019), concluyó que la resistencia a flexión de los adoquines con la adición del 5%, 10% y 15% en sustitución del material fino, este ensayo fue basado en la NTG 41086 donde se obtuvieron de cada incorporación de caucho: 51.8 kg/cm² (0%), 47.4 kg/cm² (5%), 32.0 kg/cm² (10%) y 25.3 kg/cm² (15%); es decir, el mejor resultado que obtuvo en su investigación fue el adoquín con edición del 5% con una resistencia de 47.4 kg/cm² ambos. En la presente investigación, se lograron alcanzar una resistencia a la flexión promedio: para los adoquines patrón de 57.57 Kg/cm², para los adoquines ecológicos con adición del 5%, 10% y 15% de caucho reciclado se obtuvieron 47.61%, 44.95% y 43.08% respectivamente. Por lo tanto, se concluye que existe una gran similitud de resultados en ambas investigaciones, debido a que se elaboraron adoquines con adición de caucho reciclado y no en sustitución del material fino; además, el ensayo se realizó a los 28 días después de su elaboración.

En la investigación, tenía como principal limitación encontrar el lugar donde se conviertan los neumáticos en partículas granuladas de caucho; debido a que, en la provincia de Trujillo no existen muchas máquinas que realicen este procesamiento de trituración; además, recién se está retomando todas las empresas industriales frente al atravesamiento de una cuarentena ocasionados por el COVID-19. Asimismo, otra limitación fue la elaboración de los adoquines ecológicos porque los horarios de prácticas pre-profesional terminal II de dichos autores no coincidían con el horario disponible del laboratorio especializado. Pese a estas limitaciones, esta investigación sirve como modelo hacia los porcentajes de adición de caucho reciclado (5%, 10% y 15%) dentro de la composición de un adoquín convencional; puesto que, se tienen los resultados en cuanto a las propiedades físico-mecánicas que estos adoquines ecológicos poseen y puedan formar parte dentro del pavimento articulado para tránsito vehicular liviano.

En relación con los resultados obtenidos, se tuvo en cuenta que las

propiedades físico-mecánicas de los adoquines fueron procesados estos datos mediante un software como es el SPSS, analizándose los datos dados por los ensayos para evidenciar la influencia que la adición del caucho reciclado que brinda un adoquín convencional; de tal manera que, convierte el adoquín tradicional como una unidad de adoquín ecológico, donde se reduce su impacto ambiental de dicho material adicionado.

Según las distintas investigaciones tenemos que los efectos de la adición de caucho reciclado aumentan las propiedades físico-mecánicas, mejorando la resistencia en relación a los adoquines tradicionales, en dichas simetrías que se utilizó, pero en otros estudios se hallaron datos estipulando que aumenta solamente al 5% de incorporación de partículas de caucho reciclado, coincidiendo con nuestros resultados obtenidos por la adición CR, la capacidad de aumentar cargar a los 7, 14 y 28 días, con respecto a nuestro adoquín tradicional pero sufre una disminución al usar el 10% y 15% CR. Por siguiente, los porcentajes de absorción suben en relación del patrón y se buscaba que disminuya, mientras que en otras investigaciones se usaron permeabilizante y en los agregados; es por ello, que mejora la permeabilidad más no causa un efecto positivo en el porcentaje de absorción.

VI. CONCLUSIONES

- Se determinó la influencia de la adición de caucho reciclado en las propiedades físico-mecánicas en adoquines ecológicos para pavimento de tránsito liviano, se obtuvo dentro de las propiedades físicas de los adoquines ecológicos una tolerancia dimensional promedio de -0.11 mm para el largo, 0.15 mm para el ancho y 0.07 mm para el espesor; de la misma forma, se obtuvo una absorción de 3.14%, 3.66% y 4.17%. Además, se lograron las propiedades mecánicas donde se alcanzó una resistencia a la compresión de 481.86 Kg/cm², 460.87 Kg/cm² y 431.48 Kg/cm²; del mismo modo, se logró una resistencia a la flexión de 47.61 Kg/cm², 44.95 Kg/cm² y 43.08 Kg/cm²; todo ello con la adición del 5%, 10% y 15% de caucho reciclado, respectivamente.
- Se obtuvo las características de los agregados; esto quiere decir, del agregado fino y del agregado grueso; a través de los ensayos de análisis granulométrico donde está dentro en los límites permisibles que establece el MTC E 204 brindando que el material es óptimo para ser utilizado; el siguiente ensayo fue el contenido de humedad que los resultados estuvieron dentro del rango establecido dado por el MTC E 215; luego en el ensayo del peso específico y absorción se lograron resultados que cumplen con el MTC 205 y MTC 206; finalmente se desarrolló el ensayo del peso unitario suelto y varillado donde se obtuvieron resultados que están dentro de los valores establecidos dado por el MTC 203.
- Se determinó las dosificaciones de los agregados; por medio de una ficha de observación basados en el Método ACI 211; de tal forma, que las dosificaciones fueron las adecuadas para la elaboración de los adoquines patrón y de los ecológicos con la adición del 5%, 10% y 15% de caucho reciclado.
- Se determinó las propiedades físicas en adoquines ecológicos para pavimento de tránsito liviano; puesto que, englobaron ensayos como la tolerancia dimensional que según los resultados obtenidos todos los adoquines ecológicos cumplieron con lo que estipula la NTP 399.611, así como en ensayo de absorción donde se alcanzaron valores que están dentro del rango establecido dado NTP 399.611, siendo los adoquines ecológicos

con adición del 5% de caucho reciclado los que presentan menor capacidad de absorción, siendo el porcentaje más adecuado.

- Se determinó las propiedades mecánicas en adoquines ecológicos para pavimento de tránsito liviano; debido a que, comprendió el desarrollo del ensayo de resistencia a la compresión que, pese a que los adoquines ecológicos en relación a los adoquines patrón bajan su módulo de rotura, se encuentran dentro del margen establecido por la NTP 399.611. De igual modo, se realizó en ensayo de resistencia a la flexión donde se tiene una resistencia menor de los adoquines ecológicos, pero de igual forma cumplen con lo que estipula el NTP 339.078; siendo los adoquines ecológicos con adición del 5% de caucho reciclado que muestran mayor resistencia tanto a compresión como a flexión, convirtiéndose en el porcentaje más adecuado.

VII. RECOMENDACIONES

- ✓ Se recomienda al Gobierno Regional, iniciar capacitaciones para la implementación de este material como complemento al adoquín convencional; debido a que, brinda buenos resultados en relación a la capacidad de soporte y el módulo de rotura; además, que siga investigando sobre dicha incorporación para que se puede generar una planta en la cual se triture el caucho; de manera que, estaríamos reutilizando un material que se encuentran a cielo abierto generando mal aspecto y haciendo poco transitadas dichas calles de las distintas avenidas de la provincia de Trujillo.
- ✓ Se recomienda a la Municipalidad Provincial de Trujillo, debido al incremento del parque automotriz se necesitan más vías en el cual puedan circular los vehículos sin ocasionar una congestión; puesto que, con dicha iniciativa dada por los tesisistas es implementar adoquines con adición de caucho reciclado en el cual respetan los parámetros establecidos por la NTP CE. 010 Pavimentos Urbanos y la NTP 399.611 Adoquines de Concreto para Pavimentos.
- ✓ Se recomienda a los Ingenieros Civiles, realizar vías con adoquinado para tránsito liviano evaluando las resistencias que el caucho ofrece al adoquín, convirtiéndolo más resistente a la capacidad de soporte y módulo de rotura, donde se evalúe el porcentaje de adición de caucho respetando siempre los parámetros que nos brindan nuestras normas.
- ✓ Se recomienda motivar a los pobladores, el uso de adoquines ecológicos con la adición de caucho reciclado; puesto que, se ahorrar en cuanto al presupuesto de elaboración; asimismo, minimizamos la contaminación ambiental que producen los neumáticos, donde todo ello cumple con las normativas pertinentes.
- ✓ Se recomienda a los investigadores, que se basen en las normativas hacia la elaboración de adoquines ecológicos y sobre todo se realicen adoquines con distintos porcentajes de caucho reciclado con el fin de lograr mejoras en los adoquines.

REFERENCIAS

ALAN Neill, David y CORTÉZ Suárez, Liliana. Procesos y Fundamentos de la Investigación Científica. Ecuador: Universidad Técnica de Machala, 2018. 125 pp. ISBN: 978-9942-24-093-4

American Concrete Institute 318: Regulation requirements for structural concrete. 1° Edition. United States: ACI, 2005.

ANGULO, Gina, RAMÍREZ, Luz y ORJUELA, Andrés. Propuesta de adoquines hechos a caucho reciclado. Sostenibilidad, Tecnología y Humanismo [en línea]. Vol. 11 (1), 44-53, 2020. [Fecha de consulta 25 de abril de 2022]. Disponible en <https://doi.org/10.25213/2216-1872.34>

ARROYO, P., HERRERA, R., SALAZAR, L., GIMÉNEZ, Z., MARTÍNEZ, J. & CALAHORRA, M. Un nuevo enfoque para la integración de factores ambientales, sociales y económicos para evaluar mezclas asfálticas con y sin neumáticos de desecho. Revista ingeniería de construcción Vol. 33 (3), 301-314, 2018. [Fecha de consulta 15 de mayo de 2022]. Disponible en <http://dx.doi.org/10.4067/S0718-50732018000300301>

BAENA Paz, Guillermina. Metodología de la Investigación. 3.^a ed. México: Grupo Editorial Patria, 2017. 141 pp. ISBN: 978-607-744-748-1

BERNAL, César. Metodología de la Investigación. 3.^a ed. Colombia: Pearson Educación, 2010. 320 pp. ISBN: 978-958-699-128-5

CANALES Quilca, Adbel y MAMANI Roque, Milton. Efecto del uso de caucho reciclado en adoquines de concreto. Tesis (Título en Ingeniería Civil). Lima: Universidad César Vallejo, 2021. Disponible en <https://hdl.handle.net/20.500.12692/84400>

CHAVARRI Bazan, Carlos y RUBIO Calvay, Jeremias. Efecto del caucho reciclado en la resistencia a compresión en adoquines de concreto diseñados para

pavimentos articulados. Tesis (Título en Ingeniería Civil). Trujillo: Universidad César Vallejo, 2020.

Disponible en <https://hdl.handle.net/20.500.12692/53492>

CASTRO, Guillermo. Materiales y Compuestos para la Industria del Neumático. Argentina: Ingeniería Mecánica F.I.U.B.A., 2008. 57 pp.

GUTARRA Vásquez, Simon. Análisis del método de diseño de pavimento con adoquines de asfalto – Lima 2020. Tesis (Título en Ingeniería Civil). Lima: Universidad César Vallejo, 2020.

Disponible en <https://hdl.handle.net/20.500.12692/53363>

HERNÁNDEZ Sampieri, Roberto, FERNÁNDEZ Collado, Carlos y BAPTISTA Lucio, Pilar. Metodología de la Investigación. 6.^a ed. México: Mc Graw Hill Education, 2014. 600 pp.

ISBN: 978-1-4562-2396-0

HERNÁNDEZ Sampieri, Roberto y MENDOZA Torres, Christian. Metodología de la investigación. México: Mc Graw Hill Education, 2018. 714 pp.

ISBN: 978-1-4562-6096-5

INSTITUTO Español del Cemento y sus Aplicaciones. Pavimentos con Adoquines de Hormigón. España: Asociación Nacional de la Industria del Prefabricado de Hormigón, 2021. 13 pp.

INSTITUTO Mexicano del Cemento y del Concreto A.C. Curado del Concreto. ACI 308-92. México: Martínez Huerta, 1994. 22 pp.

INSTITUTO Nacional de Calidad. Norma Técnica Peruana 334.009. Cementos. Cementos Portland. Requisitos. 7.^a ed. Lima: INACAL, 2020. 24 pp.

INSTITUTO Nacional de Calidad. Norma Técnica Peruana 339.078. Método de ensayo para determinar la resistencia a la flexión del concreto en vigas simplemente apoyadas con cargas a los tercios del tramo. Requisitos. 3.^a ed. Lima: INACAL, 2012. 10 pp.

INSTITUTO Nacional de Calidad. Norma Técnica Peruana 399.604. Unidades de

Albañilería. Métodos de Muestreo y ensayo de unidades de albañilería de concreto. 1.^a ed. Lima: INACAL, 2015. 17 pp.

INSTITUTO Nacional de Calidad. Norma Técnica Peruana 399.611. Unidades de Albañilería. Adoquines de Concreto para Pavimentos. Requisitos. 3.^a ed. Lima: INACAL, 2017. 11 pp.

INSTITUTO Nacional de Calidad. Norma Técnica Peruana 400.037. Agregados. Agregados para Concreto. Requisitos. 4.^a ed. Lima: INACAL, 2018. 23 pp.

JAIMES, Luis y TORRES, Karina. Aprovechamiento del Grano de Caucho Reciclado para la Elaboración de Adoquines Ecológicos como Alternativa a la Industria Constructiva. Artículo Politécnica I [en línea]. Vol. 15 (29), 2019. [Fecha de consulta 19 de abril de 2022].

Disponible en <https://doi.org/10.33571/rpolitec.v15n29a3>

LARA, Edinson, GUERRERO, David y ALTAMIRANO, Byron. Influencia de las partículas de caucho en la resistencia a la compresión de bloques de concreto. Técnica de la Facultad de Ingeniería, Universidad del Zulia [en línea]. Vol. 43 (3), 2020. [Fecha de consulta 20 de abril de 2022].

Disponible en <https://www.redalyc.org/journal/6057/605766264004/>
ISSN 0254-0770

LEDESMA Chumbes, Felipe y YAURI Huiza, Wilder. Diseño de Mezcla del Concreto para Elaboración de Adoquines con Material Reciclado de Neumáticos en la Provincia de Huancavelica. Tesis (Título en Ingeniería Civil) Lircay. Universidad Nacional de Huancavelica, 2018.

Disponible en <http://repositorio.unh.edu.pe/handle/UNH/1800>

LOAYZA Saavedra, Johan y MOSTACERO Nureña, Betinho. Adición del Tereftalato de polietileno (PET) en las propiedades físicas y mecánicas en un bloque de concreto, Trujillo, 2020. Tesis (Título en Ingeniería Civil). Trujillo: Universidad César Vallejo, 2020.

Disponible en <https://hdl.handle.net/20.500.12692/61794>

MAHDI, Shaik, BABU, Dushyanth, HOSSINEY, Nabil y ABDULLAH, Mohd. Strength

and durability properties of geopolymer paver blocks made with fly ash and brick kiln rice husk ash. *Case Studies in Construction Materials* [en línea]. Vol. 16, 2022. [Fecha de consulta: 26 de abril de 2022].

Disponible en <https://doi.org/10.1016/j.cscm.2021.e00800>

ISSN 2214-5095

MANRIQUE Medina, Lionel y MANRIQUE Simón, Frans. Elaboración de adoquines de concreto ecológico con adición de caucho y acero reciclado, para pavimentos de tránsito ligero - Mazamari 2021. Tesis (Título en Ingeniería Civil). Lima. Universidad César Vallejo 2021.

Disponible en <https://hdl.handle.net/20.500.12692/86206>

MARÍN Quispe, César. Evaluación de las propiedades físico - mecánicas del adoquín 6 tipo II, reemplazando el agregado fino por caucho reciclado, Cusco 2019. Tesis (Título en Ingeniería Civil). Cusco: Universidad Andina del Cusco, 2020.

Disponible en <https://hdl.handle.net/20.500.12557/3996>

MEDRANO Chávez, Ann. Mezcla de poliestireno expandido y polvo de caucho de neumáticos en la resistencia a la compresibilidad del adoquín para uso peatonal, Lima – 2019. Tesis (Título en Ingeniería Ambiental). Lima: Universidad César Vallejo, 2019.

Disponible en <https://hdl.handle.net/20.500.12692/704222>

MEJÍA Rocha, Gregorio. Análisis de la influencia del caucho de llantas recicladas como agregado en la fabricación de adoquines de concreto. Tesis (Título en Ingeniería Civil). Cartagena: Universidad de Cartagena, 2020.

Disponible en <https://repositorio.unicartagena.edu.co/handle/11227/14994>

MEZA, Alejandro, SIERRA, Rodolfo, RODRÍGUEZ, José, ROMO, Luis. Diseño y Dispositivo de tiras de Llantas, una Opción de Reciclado. *Conciencia Tecnológica* [en línea]. Núm. 58, 2019. [Fecha de consulta 19 de abril de 2022].

Disponible en <https://www.redalyc.org/articulo.oa?id=94461547004>

MINISTERIO de Transportes y Comunicaciones. Manual de Carreteras: suelos, geología, geotecnia y pavimentos. Perú, 2014. 280 pp.

MINISTERIO de Transportes y Comunicaciones. Manual de Ensayo de Materiales. Perú: MTC E 203, 2016. 1264 pp.

MINISTERIO de Transportes y Comunicaciones. Manual de Ensayo de Materiales. Perú: MTC E 204, 2016. 1264 pp.

MINISTERIO de Transportes y Comunicaciones. Manual de Ensayo de Materiales. Perú: MTC E 205, 2016. 1264 pp.

MINISTERIO de Transportes y Comunicaciones. Manual de Ensayo de Materiales. Perú: MTC E 206, 2016. 1264 pp.

MINISTERIO de Transportes y Comunicaciones. Manual de Ensayo de Materiales. Perú: MTC E 215, 2016. 1264 pp.

MP Recicla S.A.C. CICLO. 25 de abril de 2018. Disponible en: <https://ciclo.com.pe/nosotros/>

NAVAS Baquero, Andrés y RINCÓN Torres, Cristian. Adoquín avanzado, un prototipo de pavimento articulado para vías de alto flujo vehicular. Tesis (Título en Ingeniería Civil). Cundinamarca: Universidad Piloto de Colombia, 2020. Disponible en <http://repository.unipiloto.edu.co/handle/20.500.12277/7757>

REDDY, Babu, MADHUSUDANA, Reddy & VENKATA, Ramana. Quality of mixing water in cement concrete “a review” [en línea]. Vol. 5 (1), 2018. [Fecha de consulta: 25 de abril de 2022].

Disponible en <https://doi.org/10.1016/j.matpr.2017.11.216>

ISSN 2214-7853

REY Angulo, Erick. Propiedades Físico – Mecánicas De Adoquines Con Polipropileno Y Caucho Al 10% Y 15% De Reemplazo Del Agregado Grueso, Para Su Utilización En Tránsito Liviano En Pavimentos Articulados. Tesis (Título en Ingeniería Civil). Cajamarca: Universidad Privada del Norte, 2018.

Disponible en <https://hdl.handle.net/11537/13848>

RÍOS Ramírez, Roger. Metodología para la Investigación y Redacción. España: Servicios Académicos Intercontinentales S.L., 2017. 143 pp.

ISBN-13: 978-84-17211-23-3

SANCHEZ, Michael. Análisis de las propiedades físicas-mecánicas del adoquinado de concreto y bloques de asfalto con material reciclado de neumático para pavimento de tránsito liviano, Lima 2019. Tesis (Título en Ingeniería Civil). Lima: Universidad César Vallejo, 2019.

Disponible en <https://hdl.handle.net/20.500.12692/45576>

Servicio Nacional de Capacitación para la Industria de la Construcción. Norma Técnica de Edificación CE. 010 Pavimentos Urbanos. Perú: Ministerio de Vivienda, Construcción y Saneamiento, 2010. 73 pp.

Tecnología Ecosostenible del Perú E.I.R.L. Ichick Kabil. 4 de septiembre de 2021.

Disponible en: <https://ichickkabil.com/>

VARAS, Jonathan y ARECHE, Javier. Comportamiento mecánico del adoquín de hormigón adicionando residuos orgánicos del maíz. Revista Científica [en línea]. Vol. 7 (5), 2021. [Fecha de consulta 19 de abril de 2022].

Disponible en <https://dialnet.unirioja.es/servlet/articulo?codigo=8383804>

ISSN 2477-881

ANEXOS

Anexo 1. Declaratoria de autenticidad (autores).

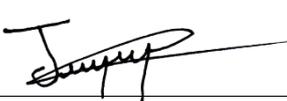
Declaratoria de Originalidad de los Autores

Nosotros, Aguilar Carrera Sirly Liliana y Moya Santos Geanfranco Jose Wilfor, egresados de la Facultad de Ingeniería y Arquitectura en la Escuela Profesional de Ingeniería Civil de la Universidad César Vallejo Trujillo, declaramos bajo juramento que todos los datos e información que acompañan a la Tesis titulado: "Adición de caucho reciclado en las propiedades físico-mecánicas en adoquines ecológicos para pavimento de tránsito liviano en Trujillo, 2022" es de nuestra autoría, por lo tanto, declaramos que el Trabajo de Investigación:

1. No ha sido plagiado ni total, ni parcialmente.
2. Hemos mencionado todas las fuentes empleadas, identificando correctamente toda cita textual o de paráfrasis proveniente de otras fuentes.
3. No ha sido publicado ni presentado 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 asumimos 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.

Trujillo, diciembre de 2022.

Aguilar Carrera Sirly Liliana	
DNI: 74977339	Firma 
ORCID: 0000-0001-5028-0512	
Moya Santos Geanfranco José Wilfor	
DNI: 73903959	Firma 
ORCID: 0000-0002-8249-4221	

Anexo 2. Declaratoria de autenticidad (asesor).

Declaratoria de Autenticidad del Asesor

Yo, Villar Quiroz, Josualdo Carlos, docente de la Ingeniería y Arquitectura y Escuela Profesional Ingeniería Civil de la Universidad Cesar Vallejo sede Trujillo, asesor del trabajo de investigación titulada:

“Adición de caucho reciclado en las propiedades físico-mecánicas en adoquines ecológicos para pavimento de tránsito liviano en Trujillo, 2022” de los autores Aguilar Carrera Sirly Liliana y Moya Santos Geanfranco José Wilfor, constato que la investigación tiene un índice de similitud de 21% 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 el trabajo de investigación / 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.

Trujillo, diciembre del 2022.

Apellidos y Nombres del Asesor: Villar Quiroz Josualdo Carlos	
DNI: 20181614	Firma 
ORCID: 0000-0003-3392-9580	

Anexo 3.

Anexo 3.1. Matriz de Operacionalización de Variables.

Tabla 42. Matriz de Operacionalización de Variables.

VARIABLE	DEFINICIÓN CONCEPTUAL	DEFINICIÓN OPERACIONAL	DIMENSIONES	INDICADORES	ESCALA DE MEDICIÓN
Variable Independiente: Adición de caucho reciclado	Es un residuo procedente de los neumáticos; es decir, un aditivo que contiene óptimos componentes hacia la elaboración del adoquín de manera que mejora sus propiedades. (Arroyo, et al., 2018, p. 301).	Será analizado mediante las distintas adiciones en porcentaje del caucho reciclado al diseño de mezcla para la elaboración de los adoquines ecológicos.	-	Porcentajes de adición de caucho reciclado (5%, 10%, 15%)	Razón
Variable Dependiente: Propiedades físico-mecánicas	Son aquellas características establecidas de un adoquín que son medibles a través de los ensayos en laboratorios especializados para que de esta manera cumpla con la normativa logrando evitar futuras fallas. (Según la Norma Técnica Peruana 399.611 Unidades de Albañilería, 2017, p. 4).	Para la obtención de las propiedades serán medidas a través los ensayos correspondientes a la NTP 399.611 y NTP 339.078, adicionando los porcentajes de caucho reciclado.	Características de los agregados Dosificaciones Propiedades Físicas Propiedades Mecánicas	Análisis Granulométrico Contenido de Humedad Peso Específico y Absorción Peso Unitario Suelto y Varillado Relación agua/cemento Cuantificación de los materiales Tolerancia Dimensional Absorción Resistencia a la compresión Resistencia a la flexión	Razón

Anexo 3.2. Indicadores de Variables.

Tabla 43. Matriz de Indicadores de Variables.

OBJETIVOS ESPECÍFICOS	DIMENSIONES	INDICADORES	DESCRIPCIÓN	TÉCNICA / INSTRUMENTO	TIEMPO EMPLEADO	MODO DE CÁLCULO
Obtener las características de los agregados en Trujillo, 2022.	Características de los agregados	Análisis Granulométrico	Para obtener las características de los agregados se utilizó la guía de observación, donde se basó en la recolección de datos obtenidos por la observación in situ.	Guía de Observación/ Ficha de Observación 1 y 2.	7 días	$M. F. = \frac{\sum \% \text{ Acumulados Retenidos}}{100 \%}$
		Contenido de Humedad				$P = \frac{100 \times (W - D)}{D}$
		Peso específico y absorción				$P_{em} = \frac{A}{(B - C)} ; A_b(\%) = \frac{(B - A)}{A} \times 100\%$
		Peso unitario suelto y compactado				$M = \frac{(G - T)}{V}$
Determinar las dosificaciones de los agregados en Trujillo, 2022.	Dosificaciones	Relación agua/cemento	Para obtener las dosificaciones de los agregados se utilizó la guía de observación, donde se rigió la observación in situ para alcanzar los datos.	Guía de Observación/ Ficha de Observación 3.	2 día	Relación a/c = $\frac{\text{Agua}}{\text{Cemento}}$
		Cuantificación de los agregados				Cuantif. = Material \times Vol. adoquín
Determinar las propiedades físicas en adoquines ecológicos para pavimento de tránsito liviano en Trujillo, 2022.	Propiedades Físicas	Tolerancia Dimensional	Para determinar las propiedades físicas de los adoquines ecológicos, se utilizó la guía de observación, donde se obtuvo los resultados a través de la observación in situ.	Guía de Observación/ Ficha de Observación 4 y 5.	3 días	$T.D.(\%) = \frac{(DN - DP)}{DN} \times 100 \%$
		Absorción				$Absorción(\%) = \frac{(Ws - Wd)}{Wd} \times 100 \%$
Determinar las propiedades mecánicas en adoquines ecológicos para pavimento de tránsito liviano en Trujillo, 2022.	Propiedades Mecánicas	Resistencia a la compresión	Para determinar las propiedades mecánicas de los adoquines ecológicos, se utilizó la guía de observación, se rigió mediante la observación in situ para la obtención de los datos.	Guía de Observación/ Ficha de Observación 6 y 7.	28 días	$F'c = \frac{P}{A}$
		Resistencia a la flexión				$MR = \frac{PL}{bh^2}$

Anexo 4. Instrumentos de recolección de datos.

Anexo 4.1. Instrumentos de recolección de datos vacíos.

Anexo 4.1.1. Ficha de Observación 1: Características del agregado fino.

 UNIVERSIDAD CÉSAR VALLEJO									
FACULTAD DE INGENIERÍA Y ARQUITECTURA									
ESCUELA PROFESIONAL DE INGENIERÍA									
FICHA DE OBSERVACIÓN 1									
ENSAYOS DE LAS CARACTERÍSTICAS DEL AGREGADO FINO									
Título de la Tesis:		Adición de caucho reciclado en las propiedades físico-mecánicas en adoquines ecológicos para pavimento de tránsito liviano en Trujillo, 2022.							
Autores:		Aguilar Carrera, Sirly Liliana y Moya Santos, Geofranco José Wilfor.							
Departamento:		La Libertad		Provincia:		Trujillo		Fecha:	
DATOS DE LA MUESTRA									
Muestra:		Agregado Fino							
Observación:									

Análisis Granulométrico: Agregado Fino (MTC E 204)					
Tamiz		Peso retenido (g)	% Retenido Parcial	% Retenido Acumulado	% Que Pasa
Abertura	(mm)				
1/2"	12.50				
3/8"	9.50				
N° 4	4.75				
N° 8	2.36				
N° 16	1.18				
N° 30	0.60				
N° 50	0.30				
N° 100	0.15				
N° 200	0.08				
Fondo	-				
Total					

Contenido de Humedad: Agregado Fino (MTC E 215)				
Descripción	Cantidad	Unidad	Cantidad	Unidad
Peso de tara		g		g
Peso de tara + agregado húmedo		g		g
Peso del agregado húmedo (W)		g		g
Peso de tara + agregado seco		g		g
Peso del agua		g		g
Peso del agregado seco (D)		g		g
Contenido de Humedad (P)		%		%

Gravedad Específica y Absorción: Agregado Fino (MTC E 205)				
Descripción	Cantidad	Unidad	Cantidad	Unidad
Peso de la muestra saturada superficialmente seco (aire) (A)		g		g
Peso de fiola + agua (B)		g		g
Peso de fiola + muestra s. s. + agua ©		g		g
Volumen de muestra + volumen de vacíos (A+B)-C		g		g
Peso de la muestra seca en el horno €		g		g
Peso específico de masa = (D/C)		-		-
Peso específico de masa saturado con superficie seca = (A/C)		-		-
Peso específico aparente = (D/E)		-		-
ABSORCIÓN % = ((A-E)/E)*100		%		%
Peso específico de la masa (g)				
Porcentaje de absorción (%)				

Peso Unitario Suelto y Compactado: Agregado Fino (MTC E 203)				
Peso Unitario Suelto: Agregado Fino				
Descripción	Cantidad			Unidad
	1	2	3	
Peso del recipiente más el agregado (G)				g
Peso del recipiente (T)				g
Peso del agregado (G-T)				g
Volumen del recipiente (V)				g
Peso unitario suelto (M)				cm ³
Peso unitario suelto promedio				g/cm ³
Peso unitario suelto promedio				kg/m ³

Peso Unitario Compactado: Agregado Fino				
Descripción	Cantidad			Unidad
	1	2	3	
Peso del recipiente más el agregado (G)				g
Peso del recipiente (T)				g
Peso del agregado (G-T)				g
Volumen del recipiente (V)				g
Peso unitario suelto (M)				cm ³
Peso unitario suelto promedio				g/cm ³
Peso unitario suelto promedio				kg/m ³


 MUNICIPALIDAD PROVINCIAL DE JULCÁN
 ING. LUIS CAPURRO SALINAS LUIS AMANDO
 INGENIERO EN INGENIERÍA CIVIL
 Ing. Capurro Salinas Luis Amando
 CIP: 68445


 MUNICIPALIDAD PROVINCIAL DE JULCÁN
 ING. JOSÉ MIGUEL CHAPOÑAN CUEVA
 INGENIERO EN INGENIERÍA CIVIL
 Ing. Chapoñan Cueva José Miguel
 CIP: 205154


 MUNICIPALIDAD PROVINCIAL DE JULCÁN
 ING. WILLY JESÚS BURGOS BURTON
 INGENIERO EN INGENIERÍA CIVIL
 Ing. Narcizo Burgos Willy Jesús
 CIP: 230344


 Mg. Ing. Villar Quiroz Josualdo
 Carlos
 CIP: 106997

Anexo 4.1.3. Ficha de Observación 3: Dosificaciones.

 UNIVERSIDAD CÉSAR VALLEJO	
FACULTAD DE INGENIERÍA Y ARQUITECTURA	
ESCUELA PROFESIONAL DE INGENIERÍA	
FICHA DE OBSERVACIÓN 3	
DOSIFICACIONES	REFERENCIA: MÉTODO ACI 211

Título de la Tesis:	Adición de caucho reciclado en las propiedades físico-mecánicas en adoquines ecológicos para pavimento de tránsito liviano en Trujillo, 2022.			
Autores:	Aguilar Carrera, Sirty Liliana y Moya Santos, Geanfranco José Wilfor.			
Departamento:	La Libertad	Provincia:	Trujillo	Fecha:

DOSIFICACIÓN DE MEZCLA DE CONCRETO

Volumen del adoquín = m³ Factor Cemento= Relación A/C=

Proporción en Peso			
Cemento	Agregado Fino	Agregado Grueso	Agua

Cuantificación de Adoquín Patrón			
Cemento	Agregado Fino	Agregado Grueso	Agua

Dosificación DE Adoquín			
Cemento	Agregado Fino	Agregado Grueso	Agua

Cuantificación de Adoquín con la adición del 5% de caucho reciclado					
Cemento	Agregado Fino	Agregado Grueso	Agua	Adición de Caucho Reciclado	
				%	g

Dosificación de Adoquín con la adición del 5% de caucho reciclado					
Cemento	Agregado Fino	Agregado Grueso	Agua	Adición de Caucho Reciclado	
				%	g

Dosificación de Adoquín con la adición del 10% de caucho reciclado					
Cemento	Agregado Fino	Agregado Grueso	Agua	Adición de Caucho Reciclado	
				%	g

Dosificación de Adoquín con la adición del 10% de caucho reciclado					
Cemento	Agregado Fino	Agregado Grueso	Agua	Adición de Caucho Reciclado	
				%	g

Dosificación de Adoquín con la adición del 15% de caucho reciclado					
Cemento	Agregado Fino	Agregado Grueso	Agua	Adición de Caucho Reciclado	
				%	g

Dosificación de Adoquín con la adición del 15% de caucho reciclado					
Cemento	Agregado Fino	Agregado Grueso	Agua	Adición de Caucho Reciclado	
				%	g


 MUNICIPALIDAD PROVINCIAL DE JULCÁN
 ING. LUIS SALINAS CAPURRO SALINAS
 DIRECTOR DE INGENIERÍA URBANA Y RURAL
 Ing. Capurro Salinas Luis Armando
 CIP: 68445


 MUNICIPALIDAD PROVINCIAL DE JULCÁN
 ING. JOSÉ MIGUEL CHAPOÑAN CUEVA
 SUB DIRECTOR DE SERVICIOS PÚBLICOS
 Ing. Chapoñan Cueva José Miguel
 CIP: 205154


 MUNICIPALIDAD PROVINCIAL DE JULCÁN
 ING. WILLY JESÚS NARCIZO BURGOS
 DIRECTOR DE SERVICIOS PÚBLICOS
 Ing. Narcizo Burgos Willy Jesús
 CIP: 230344


 Mg. Ing. Villar Quiroz Josualdo
 Carlos
 CIP: 106997

Anexo 4.1.4. Ficha de Observación 4: Ensayo de Tolerancia Dimensional.

	
UNIVERSIDAD CÉSAR VALLEJO	
FACULTAD DE INGENIERÍA Y ARQUITECTURA	
ESCUELA PROFESIONAL DE INGENIERÍA	
FICHA DE OBSERVACIÓN 4	
ENSAYO DE TOLERANCIA DIMENSIONAL	REFERENCIA: NTP 399.611

Título de la Tesis:	Adición de caucho reciclado en las propiedades físico-mecánicas en adoquines ecológicos para pavimento de tránsito liviano en Trujillo, 2022.		
Autores:	Aguilar Carrera, Sirly Liliana y Moya Santos, Geanfranco José Wilfor.		
Departamento:	La Libertad	Provincia:	Trujillo
Fecha:			

DATOS DE LA MUESTRA	
Tamaño de la Muestra:	12 adoquines.
Observación:	

Adición de Caucho Reciclado	Muestra	Largo				Promedio (mm)	Dimensión Nominal (mm)	Variación Dimensional (mm)	Promedio de Variación Dimensional (mm)
		L1 (mm)	L2 (mm)	L3 (mm)	L4 (mm)				
0%	P-01								
	P-02								
	P-03								
5%	EC-01								
	EC-02								
	EC-03								
10%	ED-01								
	ED-02								
	ED-03								
15%	EQ-01								
	EQ-02								
	EQ-03								

Adición de Caucho Reciclado	Muestra	Ancho				Promedio (mm)	Dimensión Nominal (mm)	Variación Dimensional (mm)	Promedio de Variación Dimensional (mm)
		A1 (mm)	A2 (mm)	A3 (mm)	A4 (mm)				
0%	P-01								
	P-02								
	P-03								
5%	EC-01								
	EC-02								
	EC-03								
10%	ED-01								
	ED-02								
	ED-03								
15%	EQ-01								
	EQ-02								
	EQ-03								

Adición de Caucho Reciclado	Muestra	Espesor				Promedio (mm)	Dimensión Nominal (mm)	Variación Dimensional (mm)	Promedio de Variación Dimensional (mm)
		H1 (mm)	H2 (mm)	H3 (mm)	H4 (mm)				
0%	P-01								
	P-02								
	P-03								
5%	EC-01								
	EC-02								
	EC-03								
10%	ED-01								
	ED-02								
	ED-03								
15%	EQ-01								
	EQ-02								
	EQ-03								


 MUNICIPALIDAD PROVINCIAL DE JULCÁN
 ING. LUIS SRAMUNDO CAPURRO SALINAS
 DIRECTOR DE DESARROLLO URBANO Y RURAL
 Ing. Capurro Salinas Luis Armando
 CIP: 68445


 MUNICIPALIDAD PROVINCIAL DE JULCÁN
 ING. JOSÉ MIGUEL CHAPOÑAN CUEVA
 SUB GERENTE DE SERVICIOS PÚBLICOS
 Ing. Chapoñan Cueva José Miguel
 CIP: 205154


 MUNICIPALIDAD PROVINCIAL DE JULCÁN
 ING. WILLY JESÚS NARCIZO BURGOS
 SUB GERENTE DE SERVICIOS PÚBLICOS
 Ing. Narcizo Burgos Willy Jesús
 CIP: 230344


 Mg. Ing. Villar Quiroz Josualdo
 Carlos
 CIP: 106997

Anexo 4.1.5. Ficha de Observación 5: Ensayo de Absorción.

 UNIVERSIDAD CÉSAR VALLEJO	
FACULTAD DE INGENIERÍA Y ARQUITECTURA	
ESCUELA PROFESIONAL DE INGENIERÍA	
FICHA DE OBSERVACIÓN 5	
ENSAYO DE ABSORCIÓN	REFERENCIA: NTP 399.611 y NTP 399.604

Título de la Tesis:	Adición de caucho reciclado en las propiedades físico-mecánicas en adoquines ecológicos para pavimento de tránsito liviano en Trujillo, 2022.
Autores:	Aguilar Carrera, Sirly Liliana y Moya Santos, Geanfranco José Wilfor.
Departamento:	La Libertad
Provincia:	Trujillo
Fecha:	

DATOS DE LA MUESTRA	
Tamaño de la Muestra:	12 adoquines.
Observación:	

Adición de Caucho Reciclado	Muestra	Peso de muestra seca (g)	Peso de muestra saturada (g)	Peso sumergido en agua	Absorción (%)	Promedio Absorción 3 und (%)
0%	P-04					
	P-05					
	P-06					

Adición de Caucho Reciclado	Muestra	Peso de muestra seca (g)	Peso de muestra saturada (g)	Peso sumergido en agua	Absorción (%)	Promedio Absorción 3 und (%)
5%	EC-04					
	EC-05					
	EC-06					

Adición de Caucho Reciclado	Muestra	Peso de muestra seca (g)	Peso de muestra saturada (g)	Peso sumergido en agua	Absorción (%)	Promedio Absorción 3 und (%)
10%	ED-04					
	ED-05					
	ED-06					

Adición de Caucho Reciclado	Muestra	Peso de muestra seca (g)	Peso de muestra saturada (g)	Peso sumergido en agua	Absorción (%)	Promedio Absorción 3 und (%)
15%	EQ-04					
	EQ-05					
	EQ-06					


 MUNICIPALIDAD PROVINCIAL DE JULCÁN
 ING. LUIS CAPURRO SALINAS
 GERENTE DE DESARROLLO URBANO Y RURAL

Ing. Capurro Salinas Luis Armando
CIP: 68445


 MUNICIPALIDAD PROVINCIAL DE JULCÁN
 ING. JOSÉ MIGUEL CHAPOÑAN CUEVA
 SUO GERENTE DE USUARIOS PÚBLICOS

Ing. Chapoñan Cueva José Miguel
CIP: 205154


 MUNICIPALIDAD PROVINCIAL DE JULCÁN
 ING. WILLY JESÚS BURGOS
 SUO GERENTE DE SUPERVISIÓN Y CALIDAD DE OBRAS

Ing. Narcizo Burgos Willy Jesús
CIP: 230344



Mg. Ing. Villar Quiroz Josualdo Carlos
CIP: 106997

Anexo 4.1.6. Ficha de Observación 6: Ensayo de Resistencia a la Compresión.

 UNIVERSIDAD CÉSAR VALLEJO	
FACULTAD DE INGENIERÍA Y ARQUITECTURA	
ESCUELA PROFESIONAL DE INGENIERÍA	
FICHA DE OBSERVACIÓN 6	
ENSAYO DE RESISTENCIA A LA COMPRESIÓN	REFERENCIA: NTP 399.611 y NTP 399.604

Título de la Tesis:	Adición de caucho reciclado en las propiedades físico-mecánicas en adoquines ecológicos para pavimento de tránsito liviano en Trujillo, 2022.
Autores:	Aguilar Carrera, Sirly Liliana y Moya Santos, Geanfranco José Wilfor.
Departamento:	La Libertad
Provincia:	Trujillo
Fecha:	

DATOS DE LA MUESTRA	
Tamaño de la Muestra:	36 adoquines.
Observación:	

N° DIAS	Adición de Caucho Reciclado	Muestra	Dimensiones		Área (cm ²)	Carga (Kg)	F'c (Kg/cm ²)	Resistencia Máxima (Kg/cm ²)	Promedio F'c (Kg/cm ²)
			Largo (cm)	Ancho (cm)					
7 DIAS	0%								
	5%								
	10%								
	15%								

N° DIAS	Adición de Caucho Reciclado	Muestra	Dimensiones		Área (cm ²)	Carga (Kg)	F'c (Kg/cm ²)	Resistencia Máxima (Kg/cm ²)	Promedio F'c (Kg/cm ²)
			Largo (cm)	Ancho (cm)					
14 DIAS	0%								
	5%								
	10%								
	15%								

N° DIAS	Adición de Caucho Reciclado	Muestra	Dimensiones		Área (cm ²)	Carga (Kg)	F'c (Kg/cm ²)	Resistencia Máxima (Kg/cm ²)	Promedio F'c (Kg/cm ²)
			Largo (cm)	Ancho (cm)					
28 DIAS	0%								
	5%								
	10%								
	15%								



Ing. Capurro Salinas Luis Armando
CIP: 68445



Ing. Chapoñan Cueva José Miguel
CIP: 205154



Ing. Narcizo Burgos Willy Jesús
CIP: 230344



Mg. Ing. Villar Quiroz Josualdo
Carlos
CIP: 106997

Anexo 4.1.7. Ficha de Observación 7: Ensayo de Resistencia a la Flexión.

 UNIVERSIDAD CÉSAR VALLEJO	
FACULTAD DE INGENIERÍA Y ARQUITECTURA	
ESCUELA PROFESIONAL DE INGENIERÍA	
FICHA DE OBSERVACIÓN 7	
ENSAYO DE RESISTENCIA A LA FLEXIÓN	REFERENCIA: NTP 339.078

Título de la Tesis:	Adición de caucho reciclado en las propiedades físico-mecánicas en adoquines ecológicos para pavimento de tránsito liviano en Trujillo, 2022.
Autores:	Aguilar Carrera, Sirly Liliana y Moya Santos, Geanfranco José Wilfor.
Departamento:	La Libertad
Provincia:	Trujillo
Fecha:	

DATOS DE LA MUESTRA	
Tamaño de la Muestra:	12 adoquines.
Observación:	

Módulo de rotura respecto al Diseño de mezcla			
$f'c =$		$K (ACI) =$	
		$Mr =$	

N° DÍAS	Adición de Caucho Reciclado	Muestra	Distancia entre ejes de apoyo (cm)	Ancho del adoquín (cm)	Espesor del adoquín (cm)	Carga aplicada		Resistencia a la flexión (Módulo de rotura)		
						KN	Kg	MR (Kg/cm ²)	MRp (Kg/cm ²)	Pr (Kg/cm ²)
28 DÍAS	0%									
	5%									
	10%									
	15%									


MUNICIPALIDAD PROVINCIAL DE JULCÁN
ING. LUIS CAPURRO SALINAS
GERENTE DE DESARROLLO URBANO Y RURAL

 Ing. Capurro Salinas Luis Armando
 CIP: 68445


MUNICIPALIDAD PROVINCIAL DE JULCÁN
ING. JOSÉ MIGUEL CHAPAÑAN CUEVA
SUB GERENTE DE OBRAS PÚBLICAS

 Ing. Chapañan Cueva José Miguel
 CIP: 205154


MUNICIPALIDAD PROVINCIAL DE JULCÁN
ING. WILLY JESÚS NARCIZO BURGOS
SUB GERENTE DE SUPERVISIÓN Y COORDINACIÓN DE OBRAS

 Ing. Narcizo Burgos Willy Jesús
 CIP: 230344



 Mg. Ing. Villar Quiroz Josualdo Carlos
 CIP: 106997

Anexo 4.2. Instrumentos de recolección de datos llenos.

Anexo 4.2.1. Ficha de Observación 1: Características del agregado fino.

 UNIVERSIDAD CÉSAR VALLEJO					
FACULTAD DE INGENIERÍA Y ARQUITECTURA					
ESCUELA PROFESIONAL DE INGENIERÍA					
FICHA DE OBSERVACIÓN 1					
ENSAYOS DE LAS CARACTERÍSTICAS DEL AGREGADO FINO					
Título de la Tesis:		Adición de caucho reciclado en las propiedades físico-mecánicas en adoquines ecológicos para pavimento de tránsito liviano en Trujillo, 2022.			
Autores:		Aguilar Carrera, Sirly Liliana y Moja Santos, Geanfranco José Wilfor.			
Departamento:	La Libertad	Provincia:	Trujillo	Fecha:	03/10/2022
DATOS DE LA MUESTRA					
Muestra:		Agregado Fino			
Observación:					
Análisis Granulométrico: Agregado Fino (MTC E 204)					
Tamiz	Peso retenido (g)	% Retenido Parcial	% Retenido Acumulado	% Que Pasa	
Abertura (mm)					
1/2"	12.50	0.00	0.00	100.00	
3/8"	9.50	0.00	0.00	100.00	
N° 4	4.75	1.40	0.11	99.89	
N° 8	2.36	75.60	6.16	93.73	
N° 16	1.18	306.30	24.95	68.77	
N° 30	0.60	411.50	33.52	35.25	
N° 50	0.30	291.30	23.73	88.48	
N° 100	0.15	114.10	9.30	97.78	
N° 200	0.08	26.40	2.15	99.93	
Fondo	-	0.90	0.07	100.00	
Total	1227.50	100.00			
Peso Inicial (g)	1227.5	Error (%)	0.00	Módulo de Fineza	2.89
Contenido de Humedad: Agregado Fino (MTC E 215)					
Descripción	Cantidad	Unidad	Cantidad	Unidad	
Peso de tara	98.70	g	103.40	g	
Peso de tara + agregado húmedo	1833.40	g	1743.80	g	
Peso del agregado húmedo (W)	1734.70	g	1640.40	g	
Peso de tara + agregado seco	1823.60	g	1735.00	g	
Peso del agua	9.80	g	8.80	g	
Peso del agregado seco (D)	1724.90	g	1631.60	g	
Contenido de Humedad (P)	0.57	%	0.54	%	
Gravedad Específica y Absorción: Agregado Fino (MTC E 205)					
Descripción	Cantidad	Unidad	Cantidad	Unidad	
Peso de la muestra saturada superficialmente seco (aire)	500.00	g	500.00	g	
Peso de fola + agua	1208.30	g	1208.20	g	
Peso de fola + muestra s.s.s. + agua	1708.30	g	1708.20	g	
Peso de la muestra + agua	1522.20	g	1522.10	g	
Volumen de muestra + volumen de vacíos	186.10	g	186.10	g	
Peso de la muestra seca en el horno	494.50	g	494.40	g	
Volumen de la masa	180.60	g	180.50	g	
Peso específico de masa	2.657	-	2.657	-	
Peso específico de masa saturado con superficie seca	2.687	-	2.687	-	
Peso específico aparente	2.738	-	2.739	-	
ABSORCIÓN %	1.11	%	1.13	%	
Peso específico de la masa (g)	2.66				
Porcentaje de absorción (%)	1.12				
Peso Unitario Suelto y Compactado: Agregado Fino (MTC E 203)					
Peso Unitario Suelto: Agregado Fino					
Descripción	Cantidad			Unidad	
	1	2	3		
Peso del recipiente más el agregado (G)	7135.00	7012.00	7094.00	g	
Peso del recipiente (T)	2568.60	2568.60	2568.60	g	
Peso del agregado (G-T)	4566.40	4443.40	4525.40	g	
Volumen del recipiente (V)	2849.99	2849.99	2849.99	g	
Peso unitario suelto (M)	1.60	1.56	1.59	g/cm3	
Peso unitario suelto promedio	1.58			g/cm3	
Peso unitario suelto promedio	1583.07			kg/m3	
Peso Unitario Compactado: Agregado Fino					
Descripción	Cantidad			Unidad	
	1	2	3		
Peso del recipiente más el agregado (G)	7463.00	7458.00	7461.00	g	
Peso del recipiente (T)	2568.60	2568.60	2568.60	g	
Peso del agregado (G-T)	4894.40	4889.40	4892.40	g	
Volumen del recipiente (V)	2849.99	2849.99	2849.99	g	
Peso unitario compactado (M)	1.72	1.72	1.72	g/cm3	
Peso unitario compactado promedio	1.72			g/cm3	
Peso unitario compactado promedio	1716.52			kg/m3	


 MUNICIPALIDAD PROVINCIAL DE JULCÁN
 ING. CAPURRO SALINAS LUIS AMANDO
 CIP: 68445


 MUNICIPALIDAD DE JULCÁN
 ING. CHAPOÑAN CUEVA JOSÉ MIGUEL
 CIP: 205154


 MUNICIPALIDAD DE JULCÁN
 ING. NARCIZO BURGOS WILLY JESÚS
 CIP: 230344


 Mg. Ing. Villar Quiroz Josualdo
 Cartos
 CIP: 106997

Anexo 4.2.2. Ficha de Observación 2: Características del agregado grueso.

 UNIVERSIDAD CÉSAR VALLEJO					
FACULTAD DE INGENIERÍA Y ARQUITECTURA ESCUELA PROFESIONAL DE INGENIERÍA FICHA DE OBSERVACIÓN 2 ENSAYOS DE LAS CARACTERÍSTICAS DEL AGREGADO GRUESO					
Título de la Tesis:		Adición de caucho reciclado en las propiedades físico-mecánicas en adoquines ecológicos para pavimento de tránsito liviano en Trujillo, 2022.			
Autores:		Aguilar Carrera, Sirly Liliana y Moya Santos, Geanfranco José Wilfor.			
Departamento:	La Libertad	Provincia:	Trujillo	Fecha:	03/10/2022
DATOS DE LA MUESTRA					
Muestra:	Agregado Grueso				
Observación:					
Análisis Granulométrico: Agregado Grueso (MTC E 204)					
Tamiz		Peso retenido (g)	% Retenido Parcial	% Retenido Acumulado	% Que Pasa
Abertura (mm)					
2"	50.00	0.00	0.00	0.00	100.00
1 1/2"	37.50	0.00	0.00	0.00	100.00
1"	25.00	0.00	0.00	0.00	100.00
3/4"	19.00	0.00	0.00	0.00	100.00
1/2"	12.50	0.00	0.00	0.00	100.00
3/8"	9.50	59.40	3.15	3.15	96.85
N° 4	4.75	1823.30	96.67	99.81	0.19
Fondo	-	3.50	0.19	100.00	0.00
Total		1886.20	100.00		
Peso Inicial (g)	1886.2		Error (%)	0.00	
Contenido de Humedad: Agregado Grueso (MTC E 215)					
Descripción	Cantidad	Unidad	Cantidad	Unidad	
Peso de tara	104.80	g	112.30	g	
Peso de tara + agregado húmedo	1789.60	g	1654.70	g	
Peso del agregado húmedo (W)	1684.80	g	1542.40	g	
Peso de tara + agregado seco	1779.80	g	1648.50	g	
Peso del agua	9.80	g	6.20	g	
Peso del agregado seco (D)	1675.00	g	1536.20	g	
Contenido de Humedad (P)	0.59	%	0.40	%	
Peso Específico y Absorción: Agregado Grueso (MTC E 206)					
Descripción	Cantidad	Unidad	Cantidad	Unidad	
Peso de la muestra saturada superficialmente seco (aire)	1813.60	g	1813.5	g	
Peso de la muestra saturada superficialmente seca (agua)	1143.00	g	1143.1	g	
Volumen de masa + volumen de vacíos	670.60	g	670.40	g	
Peso de material seco en el horno	1794.50	g	1794.60	g	
Volumen de masa	651.50	g	651.50	g	
Peso específico de masa	2.676	-	2.677	-	
Peso específico de masa saturado con superficie seca	2.704	-	2.705	-	
Peso específico aparente	2.754	-	2.755	-	
ABSORCIÓN %	1.06	%	1.05	%	
Peso específico de la masa (g)			2.68		
Porcentaje de absorción (%)			1.06		
Peso Unitario Suelto y Compactado: Agregado Grueso (MTC E 203)					
Peso Unitario Suelto: Agregado Grueso					
Descripción	Cantidad			Unidad	
Muestra	1	2	3		
Peso del recipiente más el agregado (G)	18126.00	18145.00	18138.00	g	
Peso del recipiente (T)	5392.40	5392.40	5392.40	g	
Peso del agregado (G-T)	12733.60	12752.60	12745.60	g	
Volumen del recipiente (V)	9500.65	9500.65	9500.65	g	
Peso unitario suelto (M)	1.34	1.34	1.34	g/cm ³	
Peso unitario suelto promedio	1.34			g/cm ³	
Peso unitario suelto promedio	1341.37			kg/m ³	
Peso Unitario Compactado: Agregado Grueso					
Descripción	Cantidad			Unidad	
Muestra	1	2	3		
Peso del recipiente más el agregado (G)	19303.00	19333.00	19328.00	g	
Peso del recipiente (T)	5392.40	5392.40	5392.40	g	
Peso del agregado (G-T)	13910.60	13940.60	13935.60	g	
Volumen del recipiente (V)	9500.65	9500.65	9500.65	g	
Peso unitario compactado (M)	1.46	1.47	1.47	cm ³	
Peso unitario compactado promedio	1.47			g/cm ³	
Peso unitario compactado promedio	1466.10			kg/m ³	


 MUNICIPALIDAD PROVINCIAL DE JULCÁN
 ING. LUIS CAPURRO SALINAS LUIS AMANDO
 CIP: 68445


 MUNICIPALIDAD PROVINCIAL DE JULCÁN
 ING. JOSÉ MIGUEL CHAPAÑAN CUEVA
 CIP: 205154


 MUNICIPALIDAD PROVINCIAL DE JULCÁN
 ING. WILLY JESÚS BURGOS NARCIZO
 CIP: 230344


 MUNICIPALIDAD PROVINCIAL DE JULCÁN
 Mg. ING. JOSUALDO VILLAR QUIROZ
 CIP: 106997

Anexo 4.2.3. Ficha de Observación 3: Dosificaciones.

 UNIVERSIDAD CÉSAR VALLEJO	
FACULTAD DE INGENIERÍA Y ARQUITECTURA	
ESCUELA PROFESIONAL DE INGENIERÍA	
FICHA DE OBSERVACIÓN 3	
DOSIFICACIONES	REFERENCIA: MÉTODO ACI 211

Título de la Tesis:	Adición de caucho reciclado en las propiedades físico-mecánicas en adoquines ecológicos para pavimento de tránsito liviano en Trujillo, 2022.				
Autores:	Aguilar Carrera, Sirty Liliana y Moya Santos, Geanfranco José Wilfor.				
Departamento:	La Libertad	Provincia:	Trujillo	Fecha:	10/10/2022

DOSIFICACIÓN DE MEZCLA DE CONCRETO

Volumen del adoquín : 0.0016 m³ Factor Cemento= 13.64 bol Relación A/C= 0.393

Proporción en Peso			
Cemento	Agregado Fino	Agregado Grueso	Agua
579.68 Kg/cm ³	591.71 Kg/cm ³	900.12 Kg/cm ³	236.46 L/cm ³

Cuantificación de Adoquín Patrón			
Cemento	Agregado Fino	Agregado Grueso	Agua
927.49 g	946.74 g	1440.19 g	378.34 ml

Dosificación de Adoquín			
Cemento	Agregado Fino	Agregado Grueso	Agua
1	1.02	1.55	27.74

Cuantificación de Adoquín con la adición del 5% de caucho reciclado					
Cemento	Agregado Fino	Agregado Grueso	Agua	Adición de Caucho Reciclado	
				%	g
927.49 g	946.74 g	1440.19 g	378.34 ml	5	47.34

Dosificación de Adoquín con la adición del 5% de caucho reciclado					
Cemento	Agregado Fino	Agregado Grueso	Agua	Adición de Caucho Reciclado	
				%	g
1	1.02	1.55	27.74 ml	5	0.05

Dosificación de Adoquín con la adición del 10% de caucho reciclado					
Cemento	Agregado Fino	Agregado Grueso	Agua	Adición de Caucho Reciclado	
				%	g
927.49 g	946.74 g	1440.19 g	378.34 ml	10	94.67

Dosificación de Adoquín con la adición del 10% de caucho reciclado					
Cemento	Agregado Fino	Agregado Grueso	Agua	Adición de Caucho Reciclado	
				%	g
1	1.02	1.55	27.74 ml	10	0.10

Dosificación de Adoquín con la adición del 15% de caucho reciclado					
Cemento	Agregado Fino	Agregado Grueso	Agua	Adición de Caucho Reciclado	
				%	g
927.49 g	946.74 g	1440.19 g	378.34 ml	15	142.01

Dosificación de Adoquín con la adición del 15% de caucho reciclado					
Cemento	Agregado Fino	Agregado Grueso	Agua	Adición de Caucho Reciclado	
				%	g
1	1.02	1.55	27.74 ml	15	0.15


 MUNICIPALIDAD PROVINCIAL DE JULCÁN
 ING. LUIS ARMANDO CAPURRO SALINAS
 GERENTE DE FACILIDADES URBANAS Y RURALES
 Ing. Capurro Salinas Luis Armando
 CIP: 68445


 MUNICIPALIDAD PROVINCIAL DE JULCÁN
 ING. JOSÉ MIGUEL CHAPOÑAN CUEVA
 SUB GERENTE DE OBRAS PÚBLICAS
 Ing. Chapoñan Cueva José Miguel
 CIP: 205154


 MUNICIPALIDAD PROVINCIAL DE JULCÁN
 ING. WILLY JESÚS BURGOS FERRER
 GERENTE DE OBRAS PÚBLICAS
 Ing. Narcizo Burgos Willy Jesús
 CIP: 230344


 Mg. Ing. Villar Quiroz Josualdo
 Carlos
 CIP: 106997

Anexo 4.2.4. Ficha de Observación 4: Tolerancia Dimensional.

 UNIVERSIDAD CÉSAR VALLEJO	
FACULTAD DE INGENIERÍA Y ARQUITECTURA	
ESCUELA PROFESIONAL DE INGENIERÍA	
FICHA DE OBSERVACIÓN 4	
ENSAYO DE TOLERANCIA DIMENSIONAL	REFERENCIA: NTP 399.611

Título de la Tesis:	Adición de caucho reciclado en las propiedades físico-mecánicas en adoquines ecológicos para pavimento de tránsito liviano en Trujillo, 2022.		
Autores:	Aguilar Carrera, Sirly Liliana y Moya Santos, Geanfranco José Wilfor.		
Departamento:	La Libertad	Provincia:	Trujillo
Fecha:	14/11/2022		

DATOS DE LA MUESTRA	
Tamaño de la Muestra:	12 adoquines.
Observación:	

Adición de Caucho Reciclado	Muestra	Largo				Promedio (mm)	Dimensión Nominal (mm)	Variación Dimensional (mm)	Promedio de Variación Dimensional (mm)
		L1 (mm)	L2 (mm)	L3 (mm)	L4 (mm)				
0%	P-01	200	200	200	200	200.00	200.00	0.00	-0.04
	P-02	200.5	200	200	200	200.13	200.00	0.13	
	P-03	200	199	200	200	199.75	200.00	-0.25	
5%	EC-01	199	200	200	199	199.50	200.00	-0.50	-0.25
	EC-02	200	199	200	200	199.75	200.00	-0.25	
	EC-03	200	200	200	200	200.00	200.00	0.00	
10%	ED-01	200	200	201	201	200.50	200.00	0.50	-0.08
	ED-02	198	200	198	199	198.75	200.00	-1.25	
	ED-03	200	201	200	201	200.50	200.00	0.50	
15%	EQ-01	199	199	200	200	199.50	200.00	-0.50	-0.08
	EQ-02	200	200	200	201	200.25	200.00	0.25	
	EQ-03	200	200	200	200	200.00	200.00	0.00	
									-0.11

Adición de Caucho Reciclado	Muestra	Ancho				Promedio (mm)	Dimensión Nominal (mm)	Variación Dimensional (mm)	Promedio de Variación Dimensional (mm)
		A1 (mm)	A2 (mm)	A3 (mm)	A4 (mm)				
0%	P-01	100	100.1	100	100	100.03	100.00	0.03	0.09
	P-02	100	100	102	100	100.50	100.00	0.50	
	P-03	99	100	100	100	99.75	100.00	-0.25	
5%	EC-01	100	101	100	100.5	100.38	100.00	0.38	0.17
	EC-02	100.5	100	100	100	100.13	100.00	0.13	
	EC-03	99	100	101	100	100.00	100.00	0.00	
10%	ED-01	100	100.5	100.5	100	100.25	100.00	0.25	0.21
	ED-02	100	100	100	100	100.00	100.00	0.00	
	ED-03	99	101	100.5	101	100.38	100.00	0.38	
15%	EQ-01	100	100	100.1	100	100.03	100.00	0.03	0.13
	EQ-02	100	99.9	101	100	100.23	100.00	0.22	
	EQ-03	100.1	100	100	100.5	100.15	100.00	0.15	
									0.15

Adición de Caucho Reciclado	Muestra	Espesor				Promedio (mm)	Dimensión Nominal (mm)	Variación Dimensional (mm)	Promedio de Variación Dimensional (mm)
		H1 (mm)	H2 (mm)	H3 (mm)	H4 (mm)				
0%	P-01	80	80	78	81	79.8	80.00	-0.25	0.04
	P-02	80	81.5	80	79	80.1	80.00	0.13	
	P-03	80	80	81	80	80.3	80.00	0.25	
5%	EC-01	80	80	81	80	80.3	80.00	0.25	0.13
	EC-02	80	80	80	80	80.0	80.00	0.00	
	EC-03	80	80.5	80	80	80.1	80.00	0.13	
10%	ED-01	80	81	80	79.8	80.2	80.00	0.20	0.06
	ED-02	79.9	80	80	80	80.0	80.00	-0.03	
	ED-03	80	80	80	80	80.0	80.00	0.00	
15%	EQ-01	81	80	79.9	80	80.2	80.00	0.22	0.07
	EQ-02	80	80	80	80	80.0	80.00	0.00	
	EQ-03	80	80	80	80	80.0	80.00	0.00	
									0.07


 MUNICIPALIDAD PROVINCIAL DE JULCÁN
 ING. LUIS ARMANDO CAPURRO SALINAS
 DIRECTOR DE ORDENAMIENTO URBANO Y RURAL
 Ing. Capurro Salinas Luis Armando
 CIP: 68445


 MUNICIPALIDAD PROVINCIAL DE JULCÁN
 ING. JOSÉ MIGUEL CHAPOÑAN CUEVA
 SUB GERENTE DE OBRAS PÚBLICAS
 Ing. Chapoñan Cueva José Miguel
 CIP: 205154


 MUNICIPALIDAD PROVINCIAL DE JULCÁN
 ING. WILLY JESÚS NARCIZO BURGOS
 SUB GERENTE DE OBRAS PÚBLICAS
 Ing. Narcizo Burgos Willy Jesús
 CIP: 230344


 Mg. Ing. Villar Quiroz Josueldo
 Carlos
 CIP: 106997

Anexo 4.2.5. Ficha de Observación 5: Absorción.

 UNIVERSIDAD CÉSAR VALLEJO	
FACULTAD DE INGENIERÍA Y ARQUITECTURA	
ESCUELA PROFESIONAL DE INGENIERÍA	
FICHA DE OBSERVACIÓN 5	
ENSAYO DE ABSORCIÓN	REFERENCIA: NTP 399.611 y NTP 399.604

Título de la Tesis:	Adición de caucho reciclado en las propiedades físico-mecánicas en adoquines ecológicos para pavimento de tránsito liviano en Trujillo, 2022.				
Autores:	Aguilar Carrera, Sirly Liliana y Moya Santos, Geanfranco José Wilfor.				
Departamento:	La Libertad	Provincia:	Trujillo	Fecha:	14/11/2022

DATOS DE LA MUESTRA	
Tamaño de la Muestra:	12 adoquines.
Observación:	

Adición de Caucho Reciclado	Muestra	Peso de muestra seca (gr.)	Peso de muestra saturada (gr.)	Peso sumergido en agua	Absorción (%)	Promedio Absorción 3 und (%)
0%	P-04	3902.00	4016.00	2374.00	2.92	2.91
	P-05	3895.00	4009.00	2367.00	2.93	
	P-06	3906.00	4019.00	2377.00	2.89	

Adición de Caucho Reciclado	Muestra	Peso de muestra seca (gr.)	Peso de muestra saturada (gr.)	Peso sumergido en agua	Absorción (%)	Promedio Absorción 3 und (%)
5%	EC-04	3801.00	3920.00	2265.00	3.13	3.14
	EC-05	3805.00	3923.00	2248.00	3.10	
	EC-06	3797.00	3918.00	2256.00	3.19	

Adición de Caucho Reciclado	Muestra	Peso de muestra seca (gr.)	Peso de muestra saturada (gr.)	Peso sumergido en agua	Absorción (%)	Promedio Absorción 3 und (%)
10%	ED-04	3727.00	3863.00	2146.00	3.65	3.66
	ED-05	3719.00	3854.00	2142.00	3.63	
	ED-06	3721.00	3859.00	2154.00	3.71	

Adición de Caucho Reciclado	Muestra	Peso de muestra seca (gr.)	Peso de muestra saturada (gr.)	Peso sumergido en agua	Absorción (%)	Promedio Absorción 3 und (%)
15%	EQ-04	3658.00	3811.00	2047.00	4.18	4.17
	EQ-05	3655.00	3807.00	2039.00	4.16	
	EQ-06	3661.00	3814.00	2056.00	4.18	


 MUNICIPALIDAD PROVINCIAL DE JULCÁN
 ING. LUIS CAPURRO SALINAS
 GERENTE DE DESARROLLO URBANO Y RURAL

Ing. Capurro Salinas Luis Armando
CIP: 68445


 MUNICIPALIDAD PROVINCIAL DE JULCÁN
 ING. JOSÉ MIGUEL CHAPOÑAN CUEVA
 SUB GERENTE DE USUARIOS PÚBLICOS

Ing. Chapoñan Cueva José Miguel
CIP: 205154


 MUNICIPALIDAD PROVINCIAL DE JULCÁN
 ING. WILLY JESÚS NARCIZO BURGOS
 SUB GERENTE DE SUPERVISIÓN Y COORDINACIÓN DE OBRAS

Ing. Narcizo Burgos Willy Jesús
CIP: 230344



Mg. Ing. Villar Quiroz Josualdo Carlos
CIP: 106997

Anexo 4.2.6. Ficha de Observación 6: Resistencia a la Compresión.

	
UNIVERSIDAD CÉSAR VALLEJO	
FACULTAD DE INGENIERÍA Y ARQUITECTURA	
ESCUELA PROFESIONAL DE INGENIERÍA	
FICHA DE OBSERVACIÓN 6	
ENSAYO DE RESISTENCIA A LA COMPRESIÓN	REFERENCIA: NTP 399.611 y NTP 399.604

Título de la Tesis:	Adición de caucho reciclado en las propiedades físico-mecánicas en adoquines ecológicos para pavimento de tránsito liviano en Trujillo, 2022.		
Autores:	Aguilar Carrera, Sirly Liliana y Moya Santos, Gearfranco José Wilfor.		
Departamento:	La Libertad	Provincia:	Trujillo
Fecha:	14/11/2022		

DATOS DE LA MUESTRA	
Tamaño de la Muestra:	36 adoquines.
Observación:	

N° DÍAS	Adición de Caucho Reciclado	Muestra	Dimensiones		Área (cm ²)	Carga (Kg)	F'c (Kg/cm ²)	Resistencia Máxima (Kg/cm ²)	Promedio F'c (Kg/cm ²)
			Largo (cm)	Ancho (cm)					
7 DÍAS	0%	P-07	20.00	10.00	200.00	98228.72	350.00	491.14	488.91
		P-08	20.00	10.00	200.00	95354.19	350.00	476.77	
		P-09	20.00	10.10	202.00	100759.62	350.00	498.81	
	5%	EC-07	20.00	10.00	200.00	87898.14	350.00	439.49	424.34
		EC-08	20.00	10.50	210.00	88940.27	350.00	423.53	
		EC-09	20.00	10.50	210.00	86102.45	350.00	410.01	
	10%	ED-07	20.00	10.30	206.00	78135.53	350.00	379.30	397.28
		ED-08	20.00	10.30	206.00	83532.80	350.00	405.50	
		ED-09	20.00	10.30	206.00	83847.89	350.00	407.03	
	15%	EQ-07	20.20	10.00	202.00	80235.09	350.00	397.20	384.59
		EQ-08	20.00	10.00	200.00	80140.26	350.00	400.70	
		EQ-09	20.00	10.00	200.00	71173.02	350.00	355.87	

N° DÍAS	Adición de Caucho Reciclado	Muestra	Dimensiones		Área (cm ²)	Carga (Kg)	F'c (Kg/cm ²)	Resistencia Máxima (Kg/cm ²)	Promedio F'c (Kg/cm ²)
			Largo (cm)	Ancho (cm)					
14 DÍAS	0%	P-10	20.00	10.00	200.00	104549.84	350.00	522.75	514.67
		P-11	20.00	10.10	202.00	103224.23	350.00	511.01	
		P-12	20.00	10.20	204.00	104090.98	350.00	510.25	
	5%	EC-10	20.00	10.00	200.00	88120.43	350.00	440.60	450.86
		EC-11	20.00	10.00	200.00	92708.06	350.00	463.54	
		EC-12	20.00	10.00	200.00	89685.67	350.00	448.43	
	10%	ED-10	20.00	10.00	200.00	82852.66	350.00	414.26	420.94
		ED-11	20.00	10.10	202.00	86455.26	350.00	428.00	
		ED-12	20.00	10.00	200.00	84109.95	350.00	420.55	
	15%	EQ-10	20.00	10.00	200.00	81556.63	350.00	407.78	404.67
		EQ-11	20.00	10.00	200.00	80078.06	350.00	400.39	
		EQ-12	20.00	10.00	200.00	81167.10	350.00	405.84	

N° DÍAS	Adición de Caucho Reciclado	Muestra	Dimensiones		Área (cm ²)	Carga (Kg)	F'c (Kg/cm ²)	Resistencia Máxima (Kg/cm ²)	Promedio F'c (Kg/cm ²)
			Largo (cm)	Ancho (cm)					
28 DÍAS	0%	P-13	20.00	10.00	200.00	111126.91	350.00	555.63	557.16
		P-14	20.00	10.20	204.00	112442.32	350.00	551.19	
		P-15	20.00	10.00	200.00	112931.78	350.00	564.66	
	5%	EC-13	20.00	10.00	200.00	104131.76	350.00	520.66	481.85
		EC-14	20.00	10.20	204.00	93646.19	350.00	459.05	
		EC-15	20.00	10.00	200.00	93168.97	350.00	465.84	
	10%	ED-13	20.10	10.00	201.00	92346.07	350.00	459.43	460.87
		ED-14	20.00	10.00	200.00	90910.33	350.00	454.55	
		ED-15	20.00	10.00	200.00	93722.67	350.00	468.61	
	15%	EQ-13	20.00	10.00	200.00	85466.16	350.00	427.33	431.48
		EQ-14	20.00	10.00	200.00	87406.64	350.00	437.03	
		EQ-15	20.00	10.00	200.00	86014.75	350.00	430.07	



Ing. Capurro Salinas Luis Armando
CIP: 68445



Ing. Chapoñan Cueva José Miguel
CIP: 205154



Ing. Narcizo Burgos Willy Jesús
CIP: 230344



Mg. Ing. Villar Quiroz Josuwaldo
Carlos
CIP: 106997

Anexo 4.2.7. Ficha de Observación 7: Resistencia a la Flexión.

 UNIVERSIDAD CÉSAR VALLEJO	
FACULTAD DE INGENIERÍA Y ARQUITECTURA	
ESCUELA PROFESIONAL DE INGENIERÍA	
FICHA DE OBSERVACIÓN 7	
ENSAYO DE RESISTENCIA A LA FLEXIÓN	REFERENCIA: NTP 339.078

Título de la Tesis:	Adición de caucho reciclado en las propiedades físico-mecánicas en adoquines ecológicos para pavimento de tránsito liviano en Trujillo, 2022.				
Autores:	Aguilar Carrera, Sirty Liliana y Moya Santos, Geanfranco José Wilfor.				
Departamento:	La Libertad	Provincia:	Trujillo	Fecha:	14/11/2022

DATOS DE LA MUESTRA	
Tamaño de la Muestra:	12 adoquines.
Observación:	

Módulo de rotura respecto al Diseño de mezcla							
$f'c =$	350	Kg/cm ²	$K (ACI) =$	2.00	$Mr =$	37.42	Kg/cm ²

N° DÍAS	Adición de Caucho Reciclado	Muestra	Distancia entre ejes de apoyo (cm)	Ancho del adoquín (cm)	Espesor del adoquín (cm)	Carga aplicada		Resistencia a la flexión (Módulo de rotura)	
						KN	Kg	MR (Kg/cm ²)	MRp (Kg/cm ²)
28 DÍAS	0%	P-16	15.00	10.00	8.00	24.13	2460.57	57.67	57.57
		P-17	15.00	10.00	8.00	23.19	2364.72	55.42	
		P-18	15.00	10.00	8.00	24.95	2544.19	59.63	
	5%	EC-16	15.00	10.00	8.00	21.23	2164.86	50.74	47.61
		EC-17	15.00	10.00	8.00	19.18	1955.82	45.84	
		EC-18	15.00	10.00	8.00	19.35	1973.15	46.25	
	10%	ED-16	15.00	10.00	8.00	18.59	1895.65	44.43	44.95
		ED-17	15.00	10.00	8.00	18.82	1919.11	44.98	
		ED-18	15.00	10.00	8.00	19.01	1938.48	45.43	
	15%	EQ-16	15.00	10.00	8.00	18.12	1847.73	43.31	43.08
		EQ-17	15.00	10.00	8.00	18.03	1838.55	43.09	
		EQ-18	15.00	10.00	8.00	17.93	1828.35	42.85	


MUNICIPALIDAD PROVINCIAL DE JULCÁN
ING. LUIS SPERANZO CAPURRO SALINAS
GERENTE DE DESARROLLO URBANO Y RURAL

Ing. Capurro Salinas Luis Armando
CIP: 68445


MUNICIPALIDAD PROVINCIAL DE JULCÁN
ING. JOSÉ MIGUEL CHAPOÑAN CUEVA
SUB GERENTE DE OBRAS PÚBLICAS

Ing. Chapoñan Cueva José Miguel
CIP: 205154


MUNICIPALIDAD PROVINCIAL DE JULCÁN
ING. WILLY JESÚS NARCIZO BURGOS
SUB GERENTE DE OBRAS PÚBLICAS Y COLABORACIÓN SOCIAL

Ing. Narcizo Burgos Willy Jesús
CIP: 230344



Mg. Ing. Villar Quiroz Josualdo Carlos
CIP: 106997

Anexo 5. Cálculo del tamaño de muestra.

TAMAÑO DE LA MUESTRA						
ADICIÓN DE CAUCHO RECICLADO	TOLERANCIA DIMENSIONAL	ABSORCIÓN	RESISTENCIA A LA COMPRESIÓN			RESISTENCIA A LA FLEXIÓN
		28 DÍAS	7 DÍAS	14 DÍAS	28 DÍAS	28 DÍAS
0%	3	3	3	3	3	3
5%	3	3	3	3	3	3
10%	3	3	3	3	3	3
15%	3	3	3	3	3	3
TOTAL	12	12	12	12	12	12
TOTAL DE LA MUESTRA	72					

Anexo 6. Validez y confiabilidad de los instrumentos.

Anexo 6.1. Validez de los instrumentos.

Anexo 6.1.1. Validez de la Ficha de Observación 1.

MATRIZ DE EVALUACIÓN DE EXPERTOS				
Título de la Investigación:	Adición de caucho reciclado en las propiedades físico-mecánicas en adoquines ecológicos para pavimento de tránsito liviano en Trujillo, 2022.			
Línea de Investigación:	Construcción Sostenible - Diseño de Infraestructura Vial			
Apellidos y Nombres del Experto:	Ing. Luis Armando Capurro Salinas			
CIP:	68445			
El instrumento de medición pertenece a la variable:	Características de los agregados – Agregado fino			
<p>Mediante la matriz de evaluación de expertos, Ud. tiene la facultad de evaluar cada una de las preguntas marcando con una "x" en las columnas de SÍ o NO. Asimismo, le exhortamos en la corrección de los ítems, indicando sus observaciones y/o sugerencias, con la finalidad de mejorar la medición sobre la variable en estudio.</p>				
Ítems	Preguntas	Aprecia		Observaciones
		SÍ	NO	
1	¿El instrumento de medición presenta el diseño adecuado?	X		
2	¿El instrumento de recolección de datos tiene relación con el título de la investigación?	X		
3	¿En el instrumento de recolección de datos se mencionan las variables de investigación?	X		
4	¿El instrumento de recolección de datos facilitará el logro de los objetivos de la investigación?	X		
5	¿El instrumento de recolección de datos se relaciona con las variables de estudio?	X		
6	¿Cada una de los ítems del instrumento de medición se relaciona con cada uno de los elementos de los indicadores?	X		
7	¿El diseño del instrumento de medición facilitará el análisis y procesamiento de datos?	X		
8	¿El instrumento de medición será accesible a la población sujeto de estudio?	X		
9	¿El instrumento de medición es claro, preciso y sencillo de manera que se pueda obtener los datos requeridos?	X		
Sugerencias:				
Firma del Experto:				
 MUNICIPALIDAD PROVINCIAL DE JULCÁN  ING. LUIS ARMANDO CAPURRO SALINAS GERENTE DE DESARROLLO URBANO Y RURAL				

MATRIZ DE EVALUACIÓN DE EXPERTOS

Título de la Investigación:	Adición de caucho reciclado en las propiedades físico-mecánicas en adoquines ecológicos para pavimento de tránsito liviano en Trujillo, 2022.
Línea de Investigación:	Construcción Sostenible - Diseño de Infraestructura Vial
Apellidos y Nombres del Experto:	Ing. José Miguel Chapoñan Cueva
CIP:	205154
El instrumento de medición pertenece a la variable:	Características de los agregados – Agregado fino

Mediante la matriz de evaluación de expertos, Ud. tiene la facultad de evaluar cada una de las preguntas marcando con una "x" en las columnas de SÍ o NO. Asimismo, le exhortamos en la corrección de los ítems, indicando sus observaciones y/o sugerencias, con la finalidad de mejorar la medición sobre la variable en estudio.

Ítems	Preguntas	Aprecia		Observaciones
		SÍ	NO	
1	¿El instrumento de medición presenta el diseño adecuado?	X		
2	¿El instrumento de recolección de datos tiene relación con el título de la investigación?	X		
3	¿En el instrumento de recolección de datos se mencionan las variables de investigación?	X		
4	¿El instrumento de recolección de datos facilitará el logro de los objetivos de la investigación?	X		
5	¿El instrumento de recolección de datos se relaciona con las variables de estudio?	X		
6	¿Cada una de los ítems del instrumento de medición se relaciona con cada uno de los elementos de los indicadores?	X		
7	¿El diseño del instrumento de medición facilitará el análisis y procesamiento de datos?	X		
8	¿El instrumento de medición será accesible a la población sujeto de estudio?	X		
9	¿El instrumento de medición es claro, preciso y sencillo de manera que se pueda obtener los datos requeridos?	X		

Sugerencias:

Firma del Experto:



 MUNICIPALIDAD PROVINCIAL DE JULCÁN
 ING. JOSÉ MIGUEL CHAPOÑAN CUEVA
 CIP 205154
 SUB GERENTE DE OBRAS PÚBLICAS

MATRIZ DE EVALUACIÓN DE EXPERTOS

Título de la Investigación:	Adición de caucho reciclado en las propiedades físico-mecánicas en adoquines ecológicos para pavimento de tránsito liviano en Trujillo, 2022.
Línea de Investigación:	Construcción Sostenible - Diseño de Infraestructura Vial
Apellidos y Nombres del Experto:	Ing. Willy Jesús Narcizo Burgos
CIP:	230344
El instrumento de medición pertenece a la variable:	Características de los agregados – Agregado fino

Mediante la matriz de evaluación de expertos, Ud. tiene la facultad de evaluar cada una de las preguntas marcando con una "x" en las columnas de SÍ o NO. Asimismo, le exhortamos en la corrección de los ítems, indicando sus observaciones y/o sugerencias, con la finalidad de mejorar la medición sobre la variable en estudio.

Ítems	Preguntas	Aprecia		Observaciones
		SÍ	NO	
1	¿El instrumento de medición presenta el diseño adecuado?	X		
2	¿El instrumento de recolección de datos tiene relación con el título de la investigación?	X		
3	¿En el instrumento de recolección de datos se mencionan las variables de investigación?	X		
4	¿El instrumento de recolección de datos facilitará el logro de los objetivos de la investigación?	X		
5	¿El instrumento de recolección de datos se relaciona con las variables de estudio?	X		
6	¿Cada una de los ítems del instrumento de medición se relaciona con cada uno de los elementos de los indicadores?	X		
7	¿El diseño del instrumento de medición facilitará el análisis y procesamiento de datos?	X		
8	¿El instrumento de medición será accesible a la población sujeto de estudio?	X		
9	¿El instrumento de medición es claro, preciso y sencillo de manera que se pueda obtener los datos requeridos?	X		

Sugerencias:

Firma del Experto:


MUNICIPALIDAD PROVINCIAL DE AJLÓN
 ING. WILLY JESÚS NARCIZO BURGOS
 SUB GERENTE DE SUPERVISIÓN Y REGULACIÓN DE USAS

MATRIZ DE EVALUACIÓN DE EXPERTOS

Título de la Investigación:	Adición de caucho reciclado en las propiedades físico-mecánicas en adoquines ecológicos para pavimento de tránsito liviano en Trujillo, 2022.
Línea de Investigación:	Construcción Sostenible - Diseño de Infraestructura Vial
Apellidos y Nombres del Experto:	Ing. Josualdo Carlos Villar Quiroz
CIP:	106997
El instrumento de medición pertenece a la variable:	Características de los agregados – Agregado fino

Mediante la matriz de evaluación de expertos, Ud. tiene la facultad de evaluar cada una de las preguntas marcando con una "x" en las columnas de SÍ o NO. Asimismo, le exhortamos en la corrección de los ítems, indicando sus observaciones y/o sugerencias, con la finalidad de mejorar la medición sobre la variable en estudio.

Ítems	Preguntas	Aprecia		Observaciones
		SÍ	NO	
1	¿El instrumento de medición presenta el diseño adecuado?	X		
2	¿El instrumento de recolección de datos tiene relación con el título de la investigación?	X		
3	¿En el instrumento de recolección de datos se mencionan las variables de investigación?	X		
4	¿El instrumento de recolección de datos facilitará el logro de los objetivos de la investigación?	X		
5	¿El instrumento de recolección de datos se relaciona con las variables de estudio?	X		
6	¿Cada una de los ítems del instrumento de medición se relaciona con cada uno de los elementos de los indicadores?	X		
7	¿El diseño del instrumento de medición facilitará el análisis y procesamiento de datos?	X		
8	¿El instrumento de medición será accesible a la población sujeto de estudio?	X		
9	¿El instrumento de medición es claro, preciso y sencillo de manera que se pueda obtener los datos requeridos?	X		

Sugerencias:

Firma del Experto:

Anexo 6.1.2. Validez de la Ficha de Observación 2.

MATRIZ DE EVALUACIÓN DE EXPERTOS				
Título de la Investigación:	Adición de caucho reciclado en las propiedades físico-mecánicas en adoquines ecológicos para pavimento de tránsito liviano en Trujillo, 2022.			
Línea de Investigación:	Construcción Sostenible - Diseño de Infraestructura Vial			
Apellidos y Nombres del Experto:	Ing. Luis Armando Capurro Salinas			
CIP:	68445			
El instrumento de medición pertenece a la variable:	Características de los agregados – Agregado grueso			
<p>Mediante la matriz de evaluación de expertos, Ud. tiene la facultad de evaluar cada una de las preguntas marcando con una "x" en las columnas de SÍ o NO. Asimismo, le exhortamos en la corrección de los ítems, indicando sus observaciones y/o sugerencias, con la finalidad de mejorar la medición sobre la variable en estudio.</p>				
Ítems	Preguntas	Aprecia		Observaciones
		SÍ	NO	
1	¿El instrumento de medición presenta el diseño adecuado?	X		
2	¿El instrumento de recolección de datos tiene relación con el título de la investigación?	X		
3	¿En el instrumento de recolección de datos se mencionan las variables de investigación?	X		
4	¿El instrumento de recolección de datos facilitará el logro de los objetivos de la investigación?	X		
5	¿El instrumento de recolección de datos se relaciona con las variables de estudio?	X		
6	¿Cada una de los ítems del instrumento de medición se relaciona con cada uno de los elementos de los indicadores?	X		
7	¿El diseño del instrumento de medición facilitará el análisis y procesamiento de datos?	X		
8	¿El instrumento de medición será accesible a la población sujeto de estudio?	X		
9	¿El instrumento de medición es claro, preciso y sencillo de manera que se pueda obtener los datos requeridos?	X		
Sugerencias:				
Firma del Experto:				
 <p>MUNICIPALIDAD PROVINCIAL DE JULCÁN</p>  <p>ING. LUIS ARMANDO CAPURRO SALINAS GERENTE DE DESARROLLO URBANO Y RURAL</p>				

MATRIZ DE EVALUACIÓN DE EXPERTOS

Título de la Investigación:	Adición de caucho reciclado en las propiedades físico-mecánicas en adoquines ecológicos para pavimento de tránsito liviano en Trujillo, 2022.
Línea de Investigación:	Construcción Sostenible - Diseño de Infraestructura Vial
Apellidos y Nombres del Experto:	Ing. José Miguel Chapoñan Cueva
CIP:	205154
El instrumento de medición pertenece a la variable:	Características de los agregados – Agregado grueso

Mediante la matriz de evaluación de expertos, Ud. tiene la facultad de evaluar cada una de las preguntas marcando con una "x" en las columnas de SÍ o NO. Asimismo, le exhortamos en la corrección de los ítems, indicando sus observaciones y/o sugerencias, con la finalidad de mejorar la medición sobre la variable en estudio.

Ítems	Preguntas	Aprecia		Observaciones
		SÍ	NO	
1	¿El instrumento de medición presenta el diseño adecuado?	X		
2	¿El instrumento de recolección de datos tiene relación con el título de la investigación?	X		
3	¿En el instrumento de recolección de datos se mencionan las variables de investigación?	X		
4	¿El instrumento de recolección de datos facilitará el logro de los objetivos de la investigación?	X		
5	¿El instrumento de recolección de datos se relaciona con las variables de estudio?	X		
6	¿Cada una de los ítems del instrumento de medición se relaciona con cada uno de los elementos de los indicadores?	X		
7	¿El diseño del instrumento de medición facilitará el análisis y procesamiento de datos?	X		
8	¿El instrumento de medición será accesible a la población sujeto de estudio?	X		
9	¿El instrumento de medición es claro, preciso y sencillo de manera que se pueda obtener los datos requeridos?	X		

Sugerencias:

Firma del Experto:



 MUNICIPALIDAD PROVINCIAL DE TRUJILLO
 ING. JOSÉ MIGUEL CHAPOÑAN CUEVA
 CIP 205154
 SUB GERENTE DE OBRAS PÚBLICAS

MATRIZ DE EVALUACIÓN DE EXPERTOS

Título de la Investigación:	Adición de caucho reciclado en las propiedades físico-mecánicas en adoquines ecológicos para pavimento de tránsito liviano en Trujillo, 2022.
Línea de Investigación:	Construcción Sostenible - Diseño de Infraestructura Vial
Apellidos y Nombres del Experto:	Ing. Willy Jesús Narcizo Burgos
CIP:	230344
El instrumento de medición pertenece a la variable:	Características de los agregados – Agregado grueso

Mediante la matriz de evaluación de expertos, Ud. tiene la facultad de evaluar cada una de las preguntas marcando con una "x" en las columnas de SÍ o NO. Asimismo, le exhortamos en la corrección de los ítems, indicando sus observaciones y/o sugerencias, con la finalidad de mejorar la medición sobre la variable en estudio.

Ítems	Preguntas	Aprecia		Observaciones
		SÍ	NO	
1	¿El instrumento de medición presenta el diseño adecuado?	X		
2	¿El instrumento de recolección de datos tiene relación con el título de la investigación?	X		
3	¿En el instrumento de recolección de datos se mencionan las variables de investigación?	X		
4	¿El instrumento de recolección de datos facilitará el logro de los objetivos de la investigación?	X		
5	¿El instrumento de recolección de datos se relaciona con las variables de estudio?	X		
6	¿Cada una de los ítems del instrumento de medición se relaciona con cada uno de los elementos de los indicadores?	X		
7	¿El diseño del instrumento de medición facilitará el análisis y procesamiento de datos?	X		
8	¿El instrumento de medición será accesible a la población sujeto de estudio?	X		
9	¿El instrumento de medición es claro, preciso y sencillo de manera que se pueda obtener los datos requeridos?	X		

Sugerencias:

Firma del Experto:




 MUNICIPALIDAD PROVINCIAL DE ALCAN
 ING. WILLY JESÚS NARCIZO BURGOS
 SUB GERENTE DE SUPERVISIÓN Y LICITACIÓN DE OBRAS

MATRIZ DE EVALUACIÓN DE EXPERTOS

Título de la Investigación:	Adición de caucho reciclado en las propiedades físico-mecánicas en adoquines ecológicos para pavimento de tránsito liviano en Trujillo, 2022.
Línea de Investigación:	Construcción Sostenible - Diseño de Infraestructura Vial
Apellidos y Nombres del Experto:	Ing. Josualdo Carlos Villar Quiroz
CIP:	106997
El instrumento de medición pertenece a la variable:	Características de los agregados – Agregado grueso

Mediante la matriz de evaluación de expertos, Ud. tiene la facultad de evaluar cada una de las preguntas marcando con una "x" en las columnas de SÍ o NO. Asimismo, le exhortamos en la corrección de los ítems, indicando sus observaciones y/o sugerencias, con la finalidad de mejorar la medición sobre la variable en estudio.

Ítems	Preguntas	Aprecia		Observaciones
		SÍ	NO	
1	¿El instrumento de medición presenta el diseño adecuado?	X		
2	¿El instrumento de recolección de datos tiene relación con el título de la investigación?	X		
3	¿En el instrumento de recolección de datos se mencionan las variables de investigación?	X		
4	¿El instrumento de recolección de datos facilitará el logro de los objetivos de la investigación?	X		
5	¿El instrumento de recolección de datos se relaciona con las variables de estudio?	X		
6	¿Cada una de los ítems del instrumento de medición se relaciona con cada uno de los elementos de los indicadores?	X		
7	¿El diseño del instrumento de medición facilitará el análisis y procesamiento de datos?	X		
8	¿El instrumento de medición será accesible a la población sujeto de estudio?	X		
9	¿El instrumento de medición es claro, preciso y sencillo de manera que se pueda obtener los datos requeridos?	X		

Sugerencias:

Firma del Experto:

Anexo 6.1.3. Validez de la Ficha de Observación 3.

MATRIZ DE EVALUACIÓN DE EXPERTOS				
Título de la Investigación:	Adición de caucho reciclado en las propiedades físico-mecánicas en adoquines ecológicos para pavimento de tránsito liviano en Trujillo, 2022.			
Línea de Investigación:	Construcción Sostenible - Diseño de Infraestructura Vial			
Apellidos y Nombres del Experto:	Ing. Luis Armando Capurro Salinas			
CIP:	68445			
El instrumento de medición pertenece a la variable:	Dosificaciones			
<p>Mediante la matriz de evaluación de expertos, Ud. tiene la facultad de evaluar cada una de las preguntas marcando con una "x" en las columnas de SÍ o NO. Asimismo, le exhortamos en la corrección de los ítems, indicando sus observaciones y/o sugerencias, con la finalidad de mejorar la medición sobre la variable en estudio.</p>				
Ítems	Preguntas	Aprecia		Observaciones
		SÍ	NO	
1	¿El instrumento de medición presenta el diseño adecuado?	X		
2	¿El instrumento de recolección de datos tiene relación con el título de la investigación?	X		
3	¿En el instrumento de recolección de datos se mencionan las variables de investigación?	X		
4	¿El instrumento de recolección de datos facilitará el logro de los objetivos de la investigación?	X		
5	¿El instrumento de recolección de datos se relaciona con las variables de estudio?	X		
6	¿Cada una de los ítems del instrumento de medición se relaciona con cada uno de los elementos de los indicadores?	X		
7	¿El diseño del instrumento de medición facilitará el análisis y procesamiento de datos?	X		
8	¿El instrumento de medición será accesible a la población sujeto de estudio?	X		
9	¿El instrumento de medición es claro, preciso y sencillo de manera que se pueda obtener los datos requeridos?	X		
Sugerencias:				
<p>Firma del Experto:</p> <div style="text-align: center;">  <p style="font-size: small; margin: 0;"> MUNICIPALIDAD PROVINCIAL DE JULCÁN MUNICIPALIDAD PROVINCIAL DE JULCÁN ING. LUIS ARMANDO CAPURRO SALINAS GERENTE DE DESARROLLO URBANO Y RURAL ING. LUIS ARMANDO CAPURRO SALINAS GERENTE DE DESARROLLO URBANO Y RURAL </p> </div>				

X

MATRIZ DE EVALUACIÓN DE EXPERTOS

Título de la Investigación:	Adición de caucho reciclado en las propiedades físico-mecánicas en adoquines ecológicos para pavimento de tránsito liviano en Trujillo, 2022.
Línea de Investigación:	Construcción Sostenible - Diseño de Infraestructura Vial
Apellidos y Nombres del Experto:	Ing. José Miguel Chapoñan Cueva
CIP:	205154
El instrumento de medición pertenece a la variable:	Dosificaciones

Mediante la matriz de evaluación de expertos, Ud. tiene la facultad de evaluar cada una de las preguntas marcando con una "X" en las columnas de SÍ o NO. Asimismo, le exhortamos en la corrección de los ítems, indicando sus observaciones y/o sugerencias, con la finalidad de mejorar la medición sobre la variable en estudio.

Ítems	Preguntas	Aprecia		Observaciones
		SÍ	NO	
1	¿El instrumento de medición presenta el diseño adecuado?	X		
2	¿El instrumento de recolección de datos tiene relación con el título de la investigación?	X		
3	¿En el instrumento de recolección de datos se mencionan las variables de investigación?	X		
4	¿El instrumento de recolección de datos facilitará el logro de los objetivos de la investigación?	X		
5	¿El instrumento de recolección de datos se relaciona con las variables de estudio?	X		
6	¿Cada una de los ítems del instrumento de medición se relaciona con cada uno de los elementos de los indicadores?	X		
7	¿El diseño del instrumento de medición facilitará el análisis y procesamiento de datos?	X		
8	¿El instrumento de medición será accesible a la población sujeto de estudio?	X		
9	¿El instrumento de medición es claro, preciso y sencillo de manera que se pueda obtener los datos requeridos?	X		

Sugerencias:

Firma del Experto:

MUNICIPALIDAD PROVINCIAL DE JULCÁN


 ING. JOSÉ MIGUEL CHAPOÑAN CUEVA
 205154
 SUB GERENTE DE OBRAS PÚBLICAS

MATRIZ DE EVALUACIÓN DE EXPERTOS

Título de la Investigación:	Adición de caucho reciclado en las propiedades físico-mecánicas en adoquines ecológicos para pavimento de tránsito liviano en Trujillo, 2022.
Línea de Investigación:	Construcción Sostenible - Diseño de Infraestructura Vial
Apellidos y Nombres del Experto:	Ing. Willy Jesús Narcizo Burgos
CIP:	230344
El instrumento de medición pertenece a la variable:	Dosificaciones

Mediante la matriz de evaluación de expertos, Ud. tiene la facultad de evaluar cada una de las preguntas marcando con una "x" en las columnas de SÍ o NO. Asimismo, le exhortamos en la corrección de los ítems, indicando sus observaciones y/o sugerencias, con la finalidad de mejorar la medición sobre la variable en estudio.

Ítems	Preguntas	Aprecia		Observaciones
		SÍ	NO	
1	¿El instrumento de medición presenta el diseño adecuado?	X		
2	¿El instrumento de recolección de datos tiene relación con el título de la investigación?	X		
3	¿En el instrumento de recolección de datos se mencionan las variables de investigación?	X		
4	¿El instrumento de recolección de datos facilitará el logro de los objetivos de la investigación?	X		
5	¿El instrumento de recolección de datos se relaciona con las variables de estudio?	X		
6	¿Cada una de los ítems del instrumento de medición se relaciona con cada uno de los elementos de los indicadores?	X		
7	¿El diseño del instrumento de medición facilitará el análisis y procesamiento de datos?	X		
8	¿El instrumento de medición será accesible a la población sujeto de estudio?	X		
9	¿El instrumento de medición es claro, preciso y sencillo de manera que se pueda obtener los datos requeridos?	X		

Sugerencias:

Firma del Experto:




 MUNICIPALIDAD PROVINCIAL DE ALCÁÑ
 ING. WILLY JESÚS NARCIZO BURGOS
 SERENATE DE SUPERINTENDENCIA DE OBRAS

MATRIZ DE EVALUACIÓN DE EXPERTOS

Título de la Investigación:	Adición de caucho reciclado en las propiedades físico-mecánicas en adoquines ecológicos para pavimento de tránsito liviano en Trujillo, 2022.
Línea de Investigación:	Construcción Sostenible - Diseño de Infraestructura Vial
Apellidos y Nombres del Experto:	Ing. Josualdo Carlos Villar Quiroz
CIP:	106997
El instrumento de medición pertenece a la variable:	Dosificaciones

Mediante la matriz de evaluación de expertos, Ud. tiene la facultad de evaluar cada una de las preguntas marcando con una "x" en las columnas de SÍ o NO. Asimismo, le exhortamos en la corrección de los ítems, indicando sus observaciones y/o sugerencias, con la finalidad de mejorar la medición sobre la variable en estudio.

Ítems	Preguntas	Aprecia		Observaciones
		SÍ	NO	
1	¿El instrumento de medición presenta el diseño adecuado?	X		
2	¿El instrumento de recolección de datos tiene relación con el título de la investigación?	X		
3	¿En el instrumento de recolección de datos se mencionan las variables de investigación?	X		
4	¿El instrumento de recolección de datos facilitará el logro de los objetivos de la investigación?	X		
5	¿El instrumento de recolección de datos se relaciona con las variables de estudio?	X		
6	¿Cada una de los ítems del instrumento de medición se relaciona con cada uno de los elementos de los indicadores?	X		
7	¿El diseño del instrumento de medición facilitará el análisis y procesamiento de datos?	X		
8	¿El instrumento de medición será accesible a la población sujeto de estudio?	X		
9	¿El instrumento de medición es claro, preciso y sencillo de manera que se pueda obtener los datos requeridos?	X		

Sugerencias:

Firma del Experto:

Anexo 6.1.4. Validez de la Ficha de Observación 4.

MATRIZ DE EVALUACIÓN DE EXPERTOS				
Título de la Investigación:	Adición de caucho reciclado en las propiedades físico-mecánicas en adoquines ecológicos para pavimento de tránsito liviano en Trujillo, 2022.			
Línea de Investigación:	Construcción Sostenible - Diseño de Infraestructura Vial			
Apellidos y Nombres del Experto:	Ing. Luis Armando Capurro Salinas			
CIP:	68445			
El instrumento de medición pertenece a la variable:	Propiedades físicas - Tolerancia Dimensional			
<p>Mediante la matriz de evaluación de expertos, Ud. tiene la facultad de evaluar cada una de las preguntas marcando con una "x" en las columnas de SÍ o NO. Asimismo, le exhortamos en la corrección de los ítems, indicando sus observaciones y/o sugerencias, con la finalidad de mejorar la medición sobre la variable en estudio.</p>				
Ítems	Preguntas	Aprecia		Observaciones
		SÍ	NO	
1	¿El instrumento de medición presenta el diseño adecuado?	X		
2	¿El instrumento de recolección de datos tiene relación con el título de la investigación?	X		
3	¿En el instrumento de recolección de datos se mencionan las variables de investigación?	X		
4	¿El instrumento de recolección de datos facilitará el logro de los objetivos de la investigación?	X		
5	¿El instrumento de recolección de datos se relaciona con las variables de estudio?	X		
6	¿Cada una de los ítems del instrumento de medición se relaciona con cada uno de los elementos de los indicadores?	X		
7	¿El diseño del instrumento de medición facilitará el análisis y procesamiento de datos?	X		
8	¿El instrumento de medición será accesible a la población sujeto de estudio?	X		
9	¿El instrumento de medición es claro, preciso y sencillo de manera que se pueda obtener los datos requeridos?	X		
Sugerencias:				
<p>Firma del Experto:</p> <div style="text-align: center;">  <p>MUNICIPALIDAD PROVINCIAL DE JULCÁN ING. LUIS ARMANDO CAPURRO SALINAS GERENTE DE DESARROLLO URBANO Y RURAL</p> </div>				

X

MATRIZ DE EVALUACIÓN DE EXPERTOS

Título de la Investigación:	Adición de caucho reciclado en las propiedades físico-mecánicas en adoquines ecológicos para pavimento de tránsito liviano en Trujillo, 2022.
Línea de Investigación:	Construcción Sostenible - Diseño de Infraestructura Vial
Apellidos y Nombres del Experto:	Ing. José Miguel Chapoñan Cueva
CIP:	205154
El instrumento de medición pertenece a la variable:	Propiedades físicas - Tolerancia Dimensional

Mediante la matriz de evaluación de expertos, Ud. tiene la facultad de evaluar cada una de las preguntas marcando con una "x" en las columnas de SÍ o NO. Asimismo, le exhortamos en la corrección de los ítems, indicando sus observaciones y/o sugerencias, con la finalidad de mejorar la medición sobre la variable en estudio.

Ítems	Preguntas	Aprecia		Observaciones
		SÍ	NO	
1	¿El instrumento de medición presenta el diseño adecuado?	X		
2	¿El instrumento de recolección de datos tiene relación con el título de la investigación?	X		
3	¿En el instrumento de recolección de datos se mencionan las variables de investigación?	X		
4	¿El instrumento de recolección de datos facilitará el logro de los objetivos de la investigación?	X		
5	¿El instrumento de recolección de datos se relaciona con las variables de estudio?	X		
6	¿Cada una de los ítems del instrumento de medición se relaciona con cada uno de los elementos de los indicadores?	X		
7	¿El diseño del instrumento de medición facilitará el análisis y procesamiento de datos?	X		
8	¿El instrumento de medición será accesible a la población sujeto de estudio?	X		
9	¿El instrumento de medición es claro, preciso y sencillo de manera que se pueda obtener los datos requeridos?	X		

Sugerencias:

Firma del Experto:

MUNICIPALIDAD PROVINCIAL DE JULCÁN


 ING. JOSÉ MIGUEL CHAPOÑAN CUEVA
 CIP 205154
 SUB GERENTE DE OBRAS PÚBLICAS

MATRIZ DE EVALUACIÓN DE EXPERTOS

Título de la Investigación:	Adición de caucho reciclado en las propiedades físico-mecánicas en adoquines ecológicos para pavimento de tránsito liviano en Trujillo, 2022.
Línea de Investigación:	Construcción Sostenible - Diseño de Infraestructura Vial
Apellidos y Nombres del Experto:	Ing. Willy Jesús Narcizo Burgos
CIP:	230344
El instrumento de medición pertenece a la variable:	Propiedades físicas - Tolerancia Dimensional

Mediante la matriz de evaluación de expertos, Ud. tiene la facultad de evaluar cada una de las preguntas marcando con una "x" en las columnas de SÍ o NO. Asimismo, le exhortamos en la corrección de los ítems, indicando sus observaciones y/o sugerencias, con la finalidad de mejorar la medición sobre la variable en estudio.

Ítems	Preguntas	Aprecia		Observaciones
		SÍ	NO	
1	¿El instrumento de medición presenta el diseño adecuado?	X		
2	¿El instrumento de recolección de datos tiene relación con el título de la investigación?	X		
3	¿En el instrumento de recolección de datos se mencionan las variables de investigación?	X		
4	¿El instrumento de recolección de datos facilitará el logro de los objetivos de la investigación?	X		
5	¿El instrumento de recolección de datos se relaciona con las variables de estudio?	X		
6	¿Cada una de los ítems del instrumento de medición se relaciona con cada uno de los elementos de los indicadores?	X		
7	¿El diseño del instrumento de medición facilitará el análisis y procesamiento de datos?	X		
8	¿El instrumento de medición será accesible a la población sujeto de estudio?	X		
9	¿El instrumento de medición es claro, preciso y sencillo de manera que se pueda obtener los datos requeridos?	X		

Sugerencias:

Firma del Experto:




MUNICIPALIDAD PROVINCIAL DE TRUJILLO
ING. WILLY JESÚS NARCIZO BURGOS
SUB GERENTE DE SUPERVISIÓN Y REGULACIÓN DE OBRAS

MATRIZ DE EVALUACIÓN DE EXPERTOS

Título de la Investigación:	Adición de caucho reciclado en las propiedades físico-mecánicas en adoquines ecológicos para pavimento de tránsito liviano en Trujillo, 2022.
Línea de Investigación:	Construcción Sostenible - Diseño de Infraestructura Vial
Apellidos y Nombres del Experto:	Ing. Josualdo Carlos Villar Quiroz
CIP:	106997
El instrumento de medición pertenece a la variable:	Propiedades Físicas – Tolerancia Dimensional

Mediante la matriz de evaluación de expertos, Ud. tiene la facultad de evaluar cada una de las preguntas marcando con una "x" en las columnas de SÍ o NO. Asimismo, le exhortamos en la corrección de los ítems, indicando sus observaciones y/o sugerencias, con la finalidad de mejorar la medición sobre la variable en estudio.

Ítems	Preguntas	Aprecia		Observaciones
		SÍ	NO	
1	¿El instrumento de medición presenta el diseño adecuado?	X		
2	¿El instrumento de recolección de datos tiene relación con el título de la investigación?	X		
3	¿En el instrumento de recolección de datos se mencionan las variables de investigación?	X		
4	¿El instrumento de recolección de datos facilitará el logro de los objetivos de la investigación?	X		
5	¿El instrumento de recolección de datos se relaciona con las variables de estudio?	X		
6	¿Cada una de los ítems del instrumento de medición se relaciona con cada uno de los elementos de los indicadores?	X		
7	¿El diseño del instrumento de medición facilitará el análisis y procesamiento de datos?	X		
8	¿El instrumento de medición será accesible a la población sujeto de estudio?	X		
9	¿El instrumento de medición es claro, preciso y sencillo de manera que se pueda obtener los datos requeridos?	X		

Sugerencias:

Firma del Experto:



Anexo 6.1.5. Validez de la Ficha de Observación 5.

MATRIZ DE EVALUACIÓN DE EXPERTOS				
Título de la Investigación:	Adición de caucho reciclado en las propiedades físico-mecánicas en adoquines ecológicos para pavimento de tránsito liviano en Trujillo, 2022.			
Línea de Investigación:	Construcción Sostenible - Diseño de Infraestructura Vial			
Apellidos y Nombres del Experto:	Ing. Luis Armando Capurro Salinas			
CIP:	68445			
El instrumento de medición pertenece a la variable:	Propiedades físicas - Absorción			
<p>Mediante la matriz de evaluación de expertos, Ud. tiene la facultad de evaluar cada una de las preguntas marcando con una "x" en las columnas de SÍ o NO. Asimismo, le exhortamos en la corrección de los ítems, indicando sus observaciones y/o sugerencias, con la finalidad de mejorar la medición sobre la variable en estudio.</p>				
Ítems	Preguntas	Aprecia		Observaciones
		SÍ	NO	
1	¿El instrumento de medición presenta el diseño adecuado?	X		
2	¿El instrumento de recolección de datos tiene relación con el título de la investigación?	X		
3	¿En el instrumento de recolección de datos se mencionan las variables de investigación?	X		
4	¿El instrumento de recolección de datos facilitará el logro de los objetivos de la investigación?	X		
5	¿El instrumento de recolección de datos se relaciona con las variables de estudio?	X		
6	¿Cada una de los ítems del instrumento de medición se relaciona con cada uno de los elementos de los indicadores?	X		
7	¿El diseño del instrumento de medición facilitará el análisis y procesamiento de datos?	X		
8	¿El instrumento de medición será accesible a la población sujeto de estudio?	X		
9	¿El instrumento de medición es claro, preciso y sencillo de manera que se pueda obtener los datos requeridos?	X		
Sugerencias:				
Firma del Experto:				
 <small>MUNICIPALIDAD PROVINCIAL DE JULCÁN ING. LUIS ARMANDO CAPURRO SALINAS GERENTE DE DESARROLLO URBANO Y RURAL</small>				

MATRIZ DE EVALUACIÓN DE EXPERTOS

Título de la Investigación:	Adición de caucho reciclado en las propiedades físico-mecánicas en adoquines ecológicos para pavimento de tránsito liviano en Trujillo, 2022.
Línea de Investigación:	Construcción Sostenible - Diseño de Infraestructura Vial
Apellidos y Nombres del Experto:	Ing. José Miguel Chapoñan Cueva
CIP:	205154
El instrumento de medición pertenece a la variable:	Propiedades físicas - Absorción

Mediante la matriz de evaluación de expertos, Ud. tiene la facultad de evaluar cada una de las preguntas marcando con una "x" en las columnas de SÍ o NO. Asimismo, le exhortamos en la corrección de los ítems, indicando sus observaciones y/o sugerencias, con la finalidad de mejorar la medición sobre la variable en estudio.

Ítems	Preguntas	Aprecia		Observaciones
		SÍ	NO	
1	¿El instrumento de medición presenta el diseño adecuado?	X		
2	¿El instrumento de recolección de datos tiene relación con el título de la investigación?	X		
3	¿En el instrumento de recolección de datos se mencionan las variables de investigación?	X		
4	¿El instrumento de recolección de datos facilitará el logro de los objetivos de la investigación?	X		
5	¿El instrumento de recolección de datos se relaciona con las variables de estudio?	X		
6	¿Cada una de los ítems del instrumento de medición se relaciona con cada uno de los elementos de los indicadores?	X		
7	¿El diseño del instrumento de medición facilitará el análisis y procesamiento de datos?	X		
8	¿El instrumento de medición será accesible a la población sujeto de estudio?	X		
9	¿El instrumento de medición es claro, preciso y sencillo de manera que se pueda obtener los datos requeridos?	X		

Sugerencias:

Firma del Experto:


 MUNICIPALIDAD PROVINCIAL DE JULCÁN

 ING. JOSÉ MIGUEL CHAPOÑAN CUEVA
 CIP 205154
 SUB GERENTE DE OBRAS PÚBLICAS

MATRIZ DE EVALUACIÓN DE EXPERTOS

Título de la Investigación:	Adición de caucho reciclado en las propiedades físico-mecánicas en adoquines ecológicos para pavimento de tránsito liviano en Trujillo, 2022.
Línea de Investigación:	Construcción Sostenible - Diseño de Infraestructura Vial
Apellidos y Nombres del Experto:	Ing. Willy Jesús Narcizo Burgos
CIP:	230344
El instrumento de medición pertenece a la variable:	Propiedades físicas - Absorción

Mediante la matriz de evaluación de expertos, Ud. tiene la facultad de evaluar cada una de las preguntas marcando con una "x" en las columnas de SÍ o NO. Asimismo, le exhortamos en la corrección de los ítems, indicando sus observaciones y/o sugerencias, con la finalidad de mejorar la medición sobre la variable en estudio.

Ítems	Preguntas	Aprecia		Observaciones
		SÍ	NO	
1	¿El instrumento de medición presenta el diseño adecuado?	X		
2	¿El instrumento de recolección de datos tiene relación con el título de la investigación?	X		
3	¿En el instrumento de recolección de datos se mencionan las variables de investigación?	X		
4	¿El instrumento de recolección de datos facilitará el logro de los objetivos de la investigación?	X		
5	¿El instrumento de recolección de datos se relaciona con las variables de estudio?	X		
6	¿Cada una de los ítems del instrumento de medición se relaciona con cada uno de los elementos de los indicadores?	X		
7	¿El diseño del instrumento de medición facilitará el análisis y procesamiento de datos?	X		
8	¿El instrumento de medición será accesible a la población sujeto de estudio?	X		
9	¿El instrumento de medición es claro, preciso y sencillo de manera que se pueda obtener los datos requeridos?	X		

Sugerencias:

Firma del Experto:




 MUNICIPIO PROVINCIAL DE ALCÁÑ
 ING. WILLY JESÚS NARCIZO BURGOS
 SUB GERENTE DE SUPERVISIÓN Y REGULACIÓN DE OBRAS

MATRIZ DE EVALUACIÓN DE EXPERTOS

Título de la Investigación:	Adición de caucho reciclado en las propiedades físico-mecánicas en adoquines ecológicos para pavimento de tránsito liviano en Trujillo, 2022.
Línea de Investigación:	Construcción Sostenible - Diseño de Infraestructura Vial
Apellidos y Nombres del Experto:	Ing. Josualdo Carlos Villar Quiroz
CIP:	106997
El instrumento de medición pertenece a la variable:	Propiedades Físicas - Absorción

Mediante la matriz de evaluación de expertos, Ud. tiene la facultad de evaluar cada una de las preguntas marcando con una "x" en las columnas de SÍ o NO. Asimismo, le exhortamos en la corrección de los ítems, indicando sus observaciones y/o sugerencias, con la finalidad de mejorar la medición sobre la variable en estudio.

Ítems	Preguntas	Aprecia		Observaciones
		SÍ	NO	
1	¿El instrumento de medición presenta el diseño adecuado?	X		
2	¿El instrumento de recolección de datos tiene relación con el título de la investigación?	X		
3	¿En el instrumento de recolección de datos se mencionan las variables de investigación?	X		
4	¿El instrumento de recolección de datos facilitará el logro de los objetivos de la investigación?	X		
5	¿El instrumento de recolección de datos se relaciona con las variables de estudio?	X		
6	¿Cada una de los ítems del instrumento de medición se relaciona con cada uno de los elementos de los indicadores?	X		
7	¿El diseño del instrumento de medición facilitará el análisis y procesamiento de datos?	X		
8	¿El instrumento de medición será accesible a la población sujeto de estudio?	X		
9	¿El instrumento de medición es claro, preciso y sencillo de manera que se pueda obtener los datos requeridos?	X		

Sugerencias:

Firma del Experto:



Anexo 6.1.6. Validez de la Ficha de Observación 6.

X MATRIZ DE EVALUACIÓN DE EXPERTOS				
Título de la Investigación:	Adición de caucho reciclado en las propiedades físico-mecánicas en adoquines ecológicos para pavimento de tránsito liviano en Trujillo, 2022.			
Línea de Investigación:	Construcción Sostenible - Diseño de Infraestructura Vial			
Apellidos y Nombres del Experto:	Ing. Luis Armando Capurro Salinas			
CIP:	68445			
El instrumento de medición pertenece a la variable:	Propiedades mecánicas – Resistencia a la compresión			
<p>Mediante la matriz de evaluación de expertos, Ud. tiene la facultad de evaluar cada una de las preguntas marcando con una "x" en las columnas de SÍ o NO. Asimismo, le exhortamos en la corrección de los ítems, indicando sus observaciones y/o sugerencias, con la finalidad de mejorar la medición sobre la variable en estudio.</p>				
Ítems	Preguntas	Aprecia		Observaciones
		SÍ	NO	
1	¿El instrumento de medición presenta el diseño adecuado?	X		
2	¿El instrumento de recolección de datos tiene relación con el título de la investigación?	X		
3	¿En el instrumento de recolección de datos se mencionan las variables de investigación?	X		
4	¿El instrumento de recolección de datos facilitará el logro de los objetivos de la investigación?	X		
5	¿El instrumento de recolección de datos se relaciona con las variables de estudio?	X		
6	¿Cada una de los ítems del instrumento de medición se relaciona con cada uno de los elementos de los indicadores?	X		
7	¿El diseño del instrumento de medición facilitará el análisis y procesamiento de datos?	X		
8	¿El instrumento de medición será accesible a la población sujeto de estudio?	X		
9	¿El instrumento de medición es claro, preciso y sencillo de manera que se pueda obtener los datos requeridos?	X		
Sugerencias:				
Firma del Experto:				
 <p>MUNICIPALIDAD PROVINCIAL DE JULCÁN ING. LUIS ARMANDO CAPURRO SALINAS GERENTE DE DESARROLLO URBANO Y RURAL</p>				

MATRIZ DE EVALUACIÓN DE EXPERTOS

Título de la Investigación:	Adición de caucho reciclado en las propiedades físico-mecánicas en adoquines ecológicos para pavimento de tránsito liviano en Trujillo, 2022.
Línea de Investigación:	Construcción Sostenible - Diseño de Infraestructura Vial
Apellidos y Nombres del Experto:	Ing. José Miguel Chapoñan Cueva
CIP:	205154
El instrumento de medición pertenece a la variable:	Propiedades mecánicas – Resistencia a la compresión

Mediante la matriz de evaluación de expertos, Ud. tiene la facultad de evaluar cada una de las preguntas marcando con una "x" en las columnas de SÍ o NO. Asimismo, le exhortamos en la corrección de los ítems, indicando sus observaciones y/o sugerencias, con la finalidad de mejorar la medición sobre la variable en estudio.

Ítems	Preguntas	Aprecia		Observaciones
		SÍ	NO	
1	¿El instrumento de medición presenta el diseño adecuado?	X		
2	¿El instrumento de recolección de datos tiene relación con el título de la investigación?	X		
3	¿En el instrumento de recolección de datos se mencionan las variables de investigación?	X		
4	¿El instrumento de recolección de datos facilitará el logro de los objetivos de la investigación?	X		
5	¿El instrumento de recolección de datos se relaciona con las variables de estudio?	X		
6	¿Cada una de los ítems del instrumento de medición se relaciona con cada uno de los elementos de los indicadores?	X		
7	¿El diseño del instrumento de medición facilitará el análisis y procesamiento de datos?	X		
8	¿El instrumento de medición será accesible a la población sujeto de estudio?	X		
9	¿El instrumento de medición es claro, preciso y sencillo de manera que se pueda obtener los datos requeridos?	X		

Sugerencias:

Firma del Experto:



 MUNICIPALIDAD PROVINCIAL DE TRUJILLO
 ING. JOSÉ MIGUEL CHAPOÑAN CUEVA
 CIP 205154
 SUB GERENTE DE OBRAS PÚBLICAS

MATRIZ DE EVALUACIÓN DE EXPERTOS

Título de la Investigación:	Adición de caucho reciclado en las propiedades físico-mecánicas en adoquines ecológicos para pavimento de tránsito liviano en Trujillo, 2022.
Línea de Investigación:	Construcción Sostenible - Diseño de Infraestructura Vial
Apellidos y Nombres del Experto:	Ing. Willy Jesús Narcizo Burgos
CIP:	230344
El instrumento de medición pertenece a la variable:	Propiedades mecánicas - Resistencia a la compresión

Mediante la matriz de evaluación de expertos, Ud. tiene la facultad de evaluar cada una de las preguntas marcando con una "x" en las columnas de SÍ o NO. Asimismo, le exhortamos en la corrección de los ítems, indicando sus observaciones y/o sugerencias, con la finalidad de mejorar la medición sobre la variable en estudio.

Ítems	Preguntas	Aprecia		Observaciones
		SÍ	NO	
1	¿El instrumento de medición presenta el diseño adecuado?	X		
2	¿El instrumento de recolección de datos tiene relación con el título de la investigación?	X		
3	¿En el instrumento de recolección de datos se mencionan las variables de investigación?	X		
4	¿El instrumento de recolección de datos facilitará el logro de los objetivos de la investigación?	X		
5	¿El instrumento de recolección de datos se relaciona con las variables de estudio?	X		
6	¿Cada una de los ítems del instrumento de medición se relaciona con cada uno de los elementos de los indicadores?	X		
7	¿El diseño del instrumento de medición facilitará el análisis y procesamiento de datos?	X		
8	¿El instrumento de medición será accesible a la población sujeto de estudio?	X		
9	¿El instrumento de medición es claro, preciso y sencillo de manera que se pueda obtener los datos requeridos?	X		

Sugerencias:

Firma del Experto:




 MUNICIPALIDAD PROVINCIAL DE TRUJILLO
 ING. WILLY JESÚS NARCIZO BURGOS
 SUB GERENTE DE SUPERVISIÓN Y LICITACIÓN DE OBRAS

MATRIZ DE EVALUACIÓN DE EXPERTOS

Título de la Investigación:	Adición de caucho reciclado en las propiedades físico-mecánicas en adoquines ecológicos para pavimento de tránsito liviano en Trujillo, 2022.
Línea de Investigación:	Construcción Sostenible - Diseño de Infraestructura Vial
Apellidos y Nombres del Experto:	Ing. Josualdo Carlos Villar Quiroz
CIP:	106997
El instrumento de medición pertenece a la variable:	Propiedades Mecánicas – Resistencia a la Compresión

Mediante la matriz de evaluación de expertos, Ud. tiene la facultad de evaluar cada una de las preguntas marcando con una "x" en las columnas de SÍ o NO. Asimismo, le exhortamos en la corrección de los ítems, indicando sus observaciones y/o sugerencias, con la finalidad de mejorar la medición sobre la variable en estudio.

Ítems	Preguntas	Aprecia		Observaciones
		SÍ	NO	
1	¿El instrumento de medición presenta el diseño adecuado?	X		
2	¿El instrumento de recolección de datos tiene relación con el título de la investigación?	X		
3	¿En el instrumento de recolección de datos se mencionan las variables de investigación?	X		
4	¿El instrumento de recolección de datos facilitará el logro de los objetivos de la investigación?	X		
5	¿El instrumento de recolección de datos se relaciona con las variables de estudio?	X		
6	¿Cada una de los ítems del instrumento de medición se relaciona con cada uno de los elementos de los indicadores?	X		
7	¿El diseño del instrumento de medición facilitará el análisis y procesamiento de datos?	X		
8	¿El instrumento de medición será accesible a la población sujeto de estudio?	X		
9	¿El instrumento de medición es claro, preciso y sencillo de manera que se pueda obtener los datos requeridos?	X		

Sugerencias:

Firma del Experto:

Anexo 6.1.7. Validez de la Ficha de Observación 7.

MATRIZ DE EVALUACIÓN DE EXPERTOS				
Título de la Investigación:	Adición de caucho reciclado en las propiedades físico-mecánicas en adoquines ecológicos para pavimento de tránsito liviano en Trujillo, 2022.			
Línea de Investigación:	Construcción Sostenible - Diseño de Infraestructura Vial			
Apellidos y Nombres del Experto:	Ing. Luis Armando Capurro Salinas			
CIP:	68445			
El instrumento de medición pertenece a la variable:	Propiedades mecánicas – Resistencia a la flexión			
<p>Mediante la matriz de evaluación de expertos, Ud. tiene la facultad de evaluar cada una de las preguntas marcando con una "x" en las columnas de SÍ o NO. Asimismo, le exhortamos en la corrección de los ítems, indicando sus observaciones y/o sugerencias, con la finalidad de mejorar la medición sobre la variable en estudio.</p>				
Ítems	Preguntas	Aprecia		Observaciones
		SÍ	NO	
1	¿El instrumento de medición presenta el diseño adecuado?	x		
2	¿El instrumento de recolección de datos tiene relación con el título de la investigación?	x		
3	¿En el instrumento de recolección de datos se mencionan las variables de investigación?	x		
4	¿El instrumento de recolección de datos facilitará el logro de los objetivos de la investigación?	x		
5	¿El instrumento de recolección de datos se relaciona con las variables de estudio?	x		
6	¿Cada una de los ítems del instrumento de medición se relaciona con cada uno de los elementos de los indicadores?	x		
7	¿El diseño del instrumento de medición facilitará el análisis y procesamiento de datos?	x		
8	¿El instrumento de medición será accesible a la población sujeto de estudio?	x		
9	¿El instrumento de medición es claro, preciso y sencillo de manera que se pueda obtener los datos requeridos?	x		
Sugerencias:				
<p>Firma del Experto:</p> <div style="text-align: center;">  <p style="font-size: small; margin: 0;"> MUNICIPALIDAD PROVINCIAL DE JULCÁN ING. LUIS ARMANDO CAPURRO SALINAS GERENTE DE DESARROLLO URBANO Y RURAL </p> </div>				

MATRIZ DE EVALUACIÓN DE EXPERTOS

Título de la Investigación:	Adición de caucho reciclado en las propiedades físico-mecánicas en adoquines ecológicos para pavimento de tránsito liviano en Trujillo, 2022.
Línea de Investigación:	Construcción Sostenible - Diseño de Infraestructura Vial
Apellidos y Nombres del Experto:	Ing. José Miguel Chapoñan Cueva
CIP:	205154
El instrumento de medición pertenece a la variable:	Propiedades mecánicas – Resistencia a la flexión

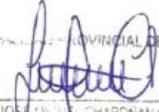
Mediante la matriz de evaluación de expertos, Ud. tiene la facultad de evaluar cada una de las preguntas marcando con una "x" en las columnas de SÍ o NO. Asimismo, le exhortamos en la corrección de los ítems, indicando sus observaciones y/o sugerencias, con la finalidad de mejorar la medición sobre la variable en estudio.

Ítems	Preguntas	Aprecia		Observaciones
		SÍ	NO	
1	¿El instrumento de medición presenta el diseño adecuado?	X		
2	¿El instrumento de recolección de datos tiene relación con el título de la investigación?	X		
3	¿En el instrumento de recolección de datos se mencionan las variables de investigación?	X		
4	¿El instrumento de recolección de datos facilitará el logro de los objetivos de la investigación?	X		
5	¿El instrumento de recolección de datos se relaciona con las variables de estudio?	X		
6	¿Cada una de los ítems del instrumento de medición se relaciona con cada uno de los elementos de los indicadores?	X		
7	¿El diseño del instrumento de medición facilitará el análisis y procesamiento de datos?	X		
8	¿El instrumento de medición será accesible a la población sujeto de estudio?	X		
9	¿El instrumento de medición es claro, preciso y sencillo de manera que se pueda obtener los datos requeridos?	X		

Sugerencias:

Firma del Experto:

C:\Users\jmcueva\Documents



 MUNICIPALIDAD PROVINCIAL DE JULCÁN
 ING. JOSÉ MIGUEL CHAPOÑAN CUEVA
 CIP 205154
 SUB GERENTE DE OBRAS PÚBLICAS

MATRIZ DE EVALUACIÓN DE EXPERTOS

Título de la Investigación:	Adición de caucho reciclado en las propiedades físico-mecánicas en adoquines ecológicos para pavimento de tránsito liviano en Trujillo, 2022.
Línea de Investigación:	Construcción Sostenible - Diseño de Infraestructura Vial
Apellidos y Nombres del Experto:	Ing. Willy Jesús Narcizo Burgos
CIP:	230344
El instrumento de medición pertenece a la variable:	Propiedades mecánicas - Resistencia a la flexión

Mediante la matriz de evaluación de expertos, Ud. tiene la facultad de evaluar cada una de las preguntas marcando con una "x" en las columnas de SÍ o NO. Asimismo, le exhortamos en la corrección de los ítems, indicando sus observaciones y/o sugerencias, con la finalidad de mejorar la medición sobre la variable en estudio.

Ítems	Preguntas	Aprecia		Observaciones
		SÍ	NO	
1	¿El instrumento de medición presenta el diseño adecuado?	X		
2	¿El instrumento de recolección de datos tiene relación con el título de la investigación?	X		
3	¿En el instrumento de recolección de datos se mencionan las variables de investigación?	X		
4	¿El instrumento de recolección de datos facilitará el logro de los objetivos de la investigación?	X		
5	¿El instrumento de recolección de datos se relaciona con las variables de estudio?	X		
6	¿Cada una de los ítems del instrumento de medición se relaciona con cada uno de los elementos de los indicadores?	X		
7	¿El diseño del instrumento de medición facilitará el análisis y procesamiento de datos?	X		
8	¿El instrumento de medición será accesible a la población sujeto de estudio?	X		
9	¿El instrumento de medición es claro, preciso y sencillo de manera que se pueda obtener los datos requeridos?	X		

Sugerencias:

Firma del Experto:



MUNICIPALIDAD PROVINCIAL DE ALCALÁ
 ING. WILLY JESÚS NARCIZO BURGOS
 SUB GERENTE DE SUPERVISIÓN Y CALIDAD DE OBRAS

MATRIZ DE EVALUACIÓN DE EXPERTOS

Título de la Investigación:	Adición de caucho reciclado en las propiedades físico-mecánicas en adoquines ecológicos para pavimento de tránsito liviano en Trujillo, 2022.
Línea de Investigación:	Construcción Sostenible - Diseño de Infraestructura Vial
Apellidos y Nombres del Experto:	Ing. Josualdo Carlos Villar Quiroz
CIP:	106997
El instrumento de medición pertenece a la variable:	Propiedades Mecánicas – Resistencia a la Flexión

Mediante la matriz de evaluación de expertos, Ud. tiene la facultad de evaluar cada una de las preguntas marcando con una "x" en las columnas de SÍ o NO. Asimismo, le exhortamos en la corrección de los ítems, indicando sus observaciones y/o sugerencias, con la finalidad de mejorar la medición sobre la variable en estudio.

Ítems	Preguntas	Aprecia		Observaciones
		SÍ	NO	
1	¿El instrumento de medición presenta el diseño adecuado?	X		
2	¿El instrumento de recolección de datos tiene relación con el título de la investigación?	X		
3	¿En el instrumento de recolección de datos se mencionan las variables de investigación?	X		
4	¿El instrumento de recolección de datos facilitará el logro de los objetivos de la investigación?	X		
5	¿El instrumento de recolección de datos se relaciona con las variables de estudio?	X		
6	¿Cada una de los ítems del instrumento de medición se relaciona con cada uno de los elementos de los indicadores?	X		
7	¿El diseño del instrumento de medición facilitará el análisis y procesamiento de datos?	X		
8	¿El instrumento de medición será accesible a la población sujeto de estudio?	X		
9	¿El instrumento de medición es claro, preciso y sencillo de manera que se pueda obtener los datos requeridos?	X		

Sugerencias:

Firma del Experto:



Anexo 6.2. Confiabilidad de los instrumentos.

Anexo 6.2.1. Confiabilidad de la balanza.

PYS EQUIPOS
LABORATORIO DE METROLOGIA

CERTIFICADO DE CALIBRACIÓN LM-1734-2021

DESTINATARIO : JVC CONCLUTORIA Y GEOTECNIA S.A.C.
DIRECCION : JR. LOS DIAMANTES NRO. 365 URB. SANTA INES LA LIBERTAD - TRUJILLO
FECHA : 2021-11-23
LUGAR DE CALIBRACIÓN : LAB. DE MECANICA, DE SUELOS ,CONCRETO,PAVIMENTOS, Y MATERIALES.

MARCA : N/I CAPACIDAD MÁXIMA 200 g
N° DE SERIE : 204 DIV. DE ESCALA (d) 0.01 g
MODELO : MH-200 DIV. DE VERIFICACIÓN (e) 0.01 g
TIPO : ELECTRÓNICA CÓDIGO NO INDICA
CLASE : II CAPACIDAD MÍNIMA 0.1 g

PESAS UTILIZADAS: **CERTIFICADO: 316 - CM - M - 2020**

CALBRACIÓN EFECTUADA SEGÚN: NMP-003-96 y Procedimiento de Calibración de Balanzas de funcionamiento No Automático PC-011

INSPECCIÓN VISUAL

AJUSTE DE CERO	TIENE	ESCALA	NO TIENE
OSCILACIÓN LIBRE	TIENE	CURSOR	NO TIENE
PLATAFORMA	TIENE	NIVELACIÓN	NO TIENE
SISTEMA DE TRABA	NO TIENE		

ENSAYO DE REPETIBILIDAD

Temp °C	Inicial		H. R. %	Final	
	22.6	22.6		70	70

Medición N°	Carga L1 = 100.00 g			Carga L2 = 200.00 g		
	l (g)	ΔL (g)	E (g)	l (g)	ΔL (g)	E (g)
1	100.00	0.005	0.000	200.00	0.005	0.000
2	100.00	0.005	0.000	200.00	0.005	0.000
3	100.00	0.006	-0.001	200.00	0.005	0.000
4	100.00	0.006	-0.001	200.00	0.006	-0.001
5	100.00	0.005	0.000	200.00	0.006	-0.001
6	100.00	0.006	-0.001	200.01	0.006	0.009
7	100.00	0.005	0.000	200.00	0.005	0.000
8	100.01	0.006	0.009	200.00	0.007	-0.002
9	100.00	0.006	-0.001	200.00	0.006	-0.001
10	100.00	0.005	0.000	200.00	0.006	-0.001

$E = 1 + \frac{1}{2}e - \Delta L - L$

Carga (g)	Diferencia Máxima (g)	E.M.P. (g)
100.00	0.010	0.03
200.00	0.011	0.03

OBSERVACIONES:

- Este informe de calibración NO podrá ser reproducido parcial o totalmente sin la autorización de Pys EQUIPOS EIRL
- El usuario es responsable de la calibración de los instrumentos de medición. Se recomienda realizar la calibración en intervalos de 06 meses dependiendo del uso y movilización de la misma

Calle 4, Mz F1, Lt. 05 Urb. Virgen del Rosario - Lima 31
Telf.: 485 3873 Cel.: 945 183 033 / 945 181 317 / 970 055 989
E-mail: ventas@pys.pe / metrologia@pys.pe
Web Page: www.pys.pe

LABORATORIO DE METROLOGIA PYS EQUIPOS VºBº

PROHIBIDA LA REPRODUCCIÓN TOTAL Y/O PARCIAL DE ESTE DOCUMENTO SIN LA AUTORIZACIÓN DE PYS EQUIPOS E.I.R.L.

ENSAYO DE EXCENTRICIDAD

Posición de las Cargas

2	5
1	
3	4

	Inicial	Final
Temp. °C	22.6	22.6

	Inicial	Final
H.R. (%)	70	70

Posición de la Carga	Determinación del Error en Cero Eo				Determinación del Error Corregido Ec				E. M. P. ± (g)	
	Carga Mínima*	l (g)	ΔL (g)	Eo (g)	Carga L (g)	l (g)	ΔL (g)	E (g)		Ec (g)
1	0.10	0.10	0.005	0.000	60.00	60.00	0.005	0.000	0.000	0.02
2		0.10	0.005	0.000		60.00	0.006	-0.001	-0.001	0.02
3		0.10	0.005	0.000		60.01	0.007	0.008	0.008	0.02
4		0.10	0.005	0.000		60.00	0.005	0.000	0.000	0.02
5		0.10	0.005	0.000		59.99	0.004	-0.009	-0.009	0.02

* Valor entre 0 y 10e

$$E = l + \frac{1}{2}e - \Delta L - L$$

$$Ec = E - Eo$$

ENSAYO DE PESAJE

	Inicial	Final
Temp. °C	22.7	22.7

	Inicial	Final
H.R. (%)	70	70

Carga L (g)	CRECIENTES					DECRECIENTES				E. M. P. ± (g)
	l (g)	ΔL (g)	E (g)	Ec (g)	l (g)	ΔL (g)	E (g)	Ec (g)		
0.10	0.10	0.005	0.000							
0.50	0.50	0.005	0.000	0.000	0.50	0.005	0.000	0.000	0.01	
1.00	1.00	0.006	-0.001	-0.001	1.00	0.005	0.000	0.000	0.01	
10.00	10.00	0.006	-0.001	-0.001	10.00	0.005	0.000	0.000	0.01	
20.00	20.00	0.005	0.000	0.000	20.00	0.006	-0.001	-0.001	0.02	
50.00	50.00	0.006	-0.001	-0.001	50.00	0.006	-0.001	-0.001	0.02	
80.00	80.00	0.006	-0.001	-0.001	80.00	0.005	0.000	0.000	0.02	
110.00	110.00	0.006	-0.001	-0.001	110.00	0.005	0.000	0.000	0.03	
140.00	140.00	0.005	0.000	0.000	140.00	0.006	-0.001	-0.001	0.03	
170.00	170.00	0.006	-0.001	-0.001	170.00	0.006	-0.001	-0.001	0.03	
200.00	200.01	0.007	0.008	0.008	200.01	0.007	0.008	0.008	0.03	

$$E = l + \frac{1}{2}e - \Delta L - L$$

$$Ec = E - Eo$$

OBSERVACIONES: La Incertidumbre de la medición ha sido determinada con un factor de cobertura K = 2, para un nivel de confianza del 95%. Donde l = Indicación de la balanza.

INCERTIDUMBRE DE LA MEDICIÓN: $U = 6 \text{ mg} + (1,3 \times 10^{-6})$

Revisado por:
Eler Pozo S
Dpto. Metrologia

Calibrado por:
Angel Perez Barroso
Dpto. Metrologia



Anexo 6.2.2. Confiabilidad de la prensa concreto.

PYS
EQUIPOS
LABORATORIO DE METROLOGIA

CERTIFICADO DE CALIBRACIÓN

LF-1463-2021
Pág. 1 de 3

INSTRUMENTO	: PRENSA CONCRETO
MARCA	: PYS EQUIPOS
MODELO	: STYE-2000
N° SERIE	: 2002021
RANGO DE MEDICION	: 0 – 100.000 kgf
SOLICITANTE	: JVC CONSULTORIA GEOTECNIA S.A.C.
DIRECCION	: JR. LOS DIAMANTES NRO. 365 URB. SANTA INES LA LIBERTAD – TRUJILLO.
CLASE DE PRECISION	: 1
FECHA DE CALIBRACION	: 2021-11-23
METODO DE CALIBRACIÓN	: Comparación Directa
LUGAR DE CALIBRACIÓN	: LAB. DE MECANICA, DE SUELOS, CONCRETO, PAVIMENTOS, Y MATERIALES.

- Este certificado expresa fielmente el resultado de las mediciones realizadas. No podrá ser reproducido total o parcialmente, excepto cuando se haya obtenido previamente permiso por escrito de la organización que lo emite.
- Los resultados contenidos en el presente certificado se refieren al momento y condiciones en que se realizaron las mediciones. La organización que lo emite no se responsabiliza de los perjuicios que puedan derivarse del uso inadecuado de los instrumentos calibrados.
- El usuario es responsable de la recalibración de sus instrumentos a intervalos apropiados

Revisado por:
Eler Pozo S.
Dpto. Metrología

Calibrado por:
Angel Perez B
Dpto. Metrología

Calle 4, Mz F1 Lt. 05 Urb. Virgen del Rosario - Lima 31
Telf.: 485 3873 / Cel.: 945 183 033 / 945 181 317 / 970 055 989
E-mail: ventas@pys.pe / metrologia@pys.pe
Web Page: www.pys.pe

LABORATORIO DE METROLOGIA
PYS
EQUIPOS
VºBº

PROHIBIDA LA REPRODUCCIÓN TOTAL Y/O PARCIAL DE ESTE DOCUMENTO SIN LA AUTORIZACIÓN DE PYS EQUIPOS E.I.R.L.



LABORATORIO DE METROLOGIA

CERTIFICADO DE CALIBRACIÓN

LF-1463-2021
Pág. 2 de 3

TRAZABILIDAD

: CELDA DE CARGA

Marca : KELI
Serie N° : 91
Capacidad : 2000KN (nominal)

INDICADOR DIGITAL

Marca : HIGH-WEIGH
Modelo : 315-X5
Serie N° : 0332565

La celda patrón empleada en la calibración mantiene la trazabilidad durante las mediciones realizadas a la máquina de ensayo ya que se encuentra trazada por el Laboratorio de Estructuras Antisísmicas de la Pontificia Universidad Católica del Perú. Expediente: INF-LE 238-21 A

RESULTADOS DE CALIBRACIÓN

Error de Exactitud : 0.07 %
Error de repetibilidad : 0.20 %
Resolución : 0.100 %

De acuerdo con los datos anteriores y según la clasificación de la Norma internacional ISO 7500-1 la máquina de ensayos se encuentra clasificada

La MAQUINA descrita CUMPLE con los errores máximos tolerados en uso, según lo estipulado en la Norma ASTM E74-06 y se procedió a aplicar valores de carga indicadas en la página 4. El proceso de calibración consistió en la aplicación de tres series de carga de celda mediante una gata hidráulica en serie con la celda patrón.

RECOMEDACIONES

1. Es necesario implementar un programa de comprobación continua de la MAQUINA con patrones adecuados.
2. Se debe implementar un programa de aseo permanente para la MAQUINA. Esto con el fin de tratar de garantizar un correcto funcionamiento

Calle 4, Mz F1 Lt. 05 Urb. Virgen del Rosario - Lima 31

Tel.: 485 3873 Cel.: 945 183 033 / 945 181 317 / 970 055 989

E-mail: ventas@pys.pe / metrologia@pys.pe

Web Page: www.pys.pe

PROHIBIDA LA REPRODUCCIÓN TOTAL Y/O PARCIAL DE ESTE DOCUMENTO SIN LA AUTORIZACIÓN DE PYS EQUIPOS E.I.R.L.





LABORATORIO DE METROLOGIA

CERTIFICADO DE CALIBRACIÓN

LF-1463-2021

Pág. 3 de 3

RESULTADOS DE LAS PRUEBAS REALIZADAS

Lectura Máquina (Fi)			Lectura del patrón			
			1(ASC)	2(ASC)	3(ASC)	PROMEDIO LECTURAS
%	kgf	kN	kN	kN	kN	kN
10	10197	100.00	99.93	100.03	99.83	99.93
20	20395	200.00	199.86	199.96	199.86	199.86
30	30592	300.00	300.08	300.18	299.99	300.08
40	40789	400.00	400.01	400.01	399.92	400.01
50	50987	500.00	500.24	500.14	500.14	500.14
60	61184	600.00	600.27	600.17	600.17	600.17
70	71381	700.00	700.39	700.49	700.19	700.39
80	81579	800.00	800.22	800.42	800.12	800.22
90	91776	900.00	900.25	900.35	900.15	900.25
100	101973	1000.00	1000.38	1000.47	1000.47	1000.47
Lectura máquina después de la fuerza			0	0	0	----

Lectura Máquina (Fi)			Cálculo de errores relativos		Resolución	Incertidumbre
			Exactitud	Repetibilidad		
%	kgf	kN	q(%)	b(%)	a(%)	U(%)
10	10197	100.00	0.07	0.20	0.100	0.272
20	20395	200.00	0.07	0.05	0.050	0.245
30	30592	300.00	-0.03	0.07	0.033	0.244
40	40789	400.00	0.00	0.02	0.025	0.241
50	50987	500.00	-0.03	0.02	0.020	0.241
60	61184	600.00	-0.03	0.02	0.017	0.241
70	71381	700.00	-0.06	0.04	0.014	0.241
80	81579	800.00	-0.03	0.04	0.012	0.241
90	91776	900.00	-0.03	0.02	0.011	0.240
100	101973	1000.00	-0.05	0.01	0.010	0.240
Error de cero fo (%)			0	0	No aplica	Error máx. de cero(0)=0,00

Calle 4, Mz F1 Lt. 05 Urb. Virgen del Rosario - Lima 31

Tel.: 485 3873 Cel.: 945 183 033 / 945 181 317 / 970 055 989

E-mail: ventas@pys.pe / metrologia@pys.pe

Web Page: www.pys.pe



PROHIBIDA LA REPRODUCCION TOTAL Y/O PARCIAL DE ESTE DOCUMENTO SIN LA AUTORIZACION DE PYS EQUIPOS E.I.R.L.

Anexo 6.2.3. Confiabilidad del jefe del laboratorio.



Declaratoria de autenticidad del ingeniero a cargo del laboratorio

Yo, Ing. Óscar Daniel Ibáñez Días, jefe de del laboratorio JVC CONSULTORIA GEOTECNIA S.A.C, con RUC: 20606092297. Ubicado en Jr. Los Diamantes 365 Dpto. 101 Urb. Santa Inés – Trujillo, especializado en Ingeniería mi persona realizo los ensayos de la tesis titulada “Adición de caucho reciclado en las propiedades físico-mecánicas en adoquines ecológicos para pavimento de tránsito liviano en Trujillo, 2022.”, de los estudiantes **Aguilar Carrera Sirly Liliana y Geanfranco José Wilfor Moya Santos**, se realizo los siguientes ensayos en nuestro laboratorio: Análisis granulométrico agregado fino y grueso, Contenido de humedad – fino y grueso, peso específico y absorción, Diseño de mezcla F'c= 380 kg/cm2, resistencia a la compresión, resistencia a la flexión.

Los ensayos se realizaron en presencia de los tesisistas, el laboratorio no ha intervenido en la selección de unidades muestrales, ni en la preparación de los mismos, los datos de los tesisistas fueron declarados como aparecen descritos en cada uno de los ensayos, y mi persona da confiabilidad de que los datos son reales y no fueron alterados y se baso en las normas peruanas de cada ensayo requerido por los tesisistas.

En tal sentido asumo la responsabilidad que corresponda ante cualquier falsedad, ocultamiento y omisión tanto de los documentos como de la información aportada.

Trujillo, 18 de noviembre del 2022.



Ing. Óscar Daniel Ibáñez Días

CIP: 257716

DNI: 18227139

Anexo 7. Fotos y Documentos.

Anexo 7.1. Panel Fotográfico.

Anexo 7.1.1. Recolección de los neumáticos desechados.



Anexo 7.1.2. Laboratorio JVC Consultoría Geotécnica S.A.C.



Anexo 7.1.3. Analizando las características de los agregados.



Anexo 7.1.4. Lavado y secado en el horno los agregados finos y gruesos.



Anexo 7.1.5. Elaboración de los adoquines de concreto (colocar la cantidad)



Anexo 7.1.6. Colocación de los adoquines a una tina para el curado.



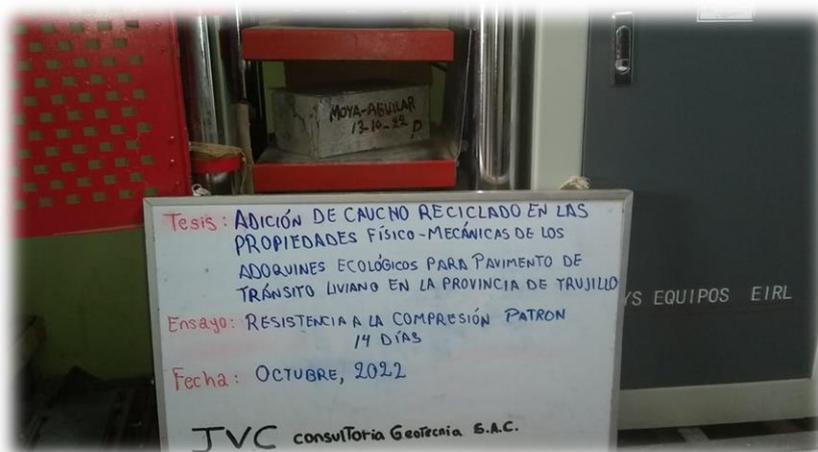
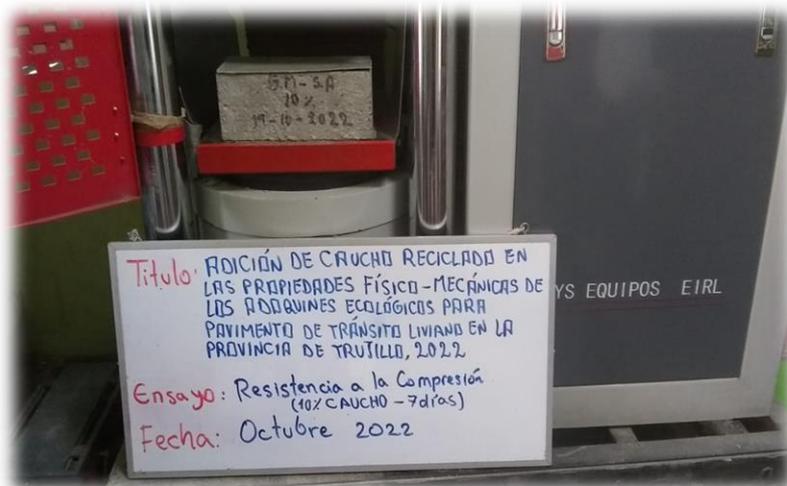
Anexo 7.1.7. Recolección de datos del ensayo de tolerancia dimensional (NTP 399.611).



Anexo 7.1.8. Realización del ensayo de Absorción al adoquín patrón y con adición de caucho (NTP 399.611).



Anexo 7.1.9. Ensayo de resistencia a la compresión a los adoquines patrón y con adición de caucho reciclado (NTP 399.611).



Anexo 7.1.10. Realización del ensayo de resistencia de Flexión (NTP 339.078).



Anexo 7.2. Documentos.

Anexo 7.2.1. Normativa y manual establecido.

N.T.E. CE. 010 PAVIMENTOS URBANOS

NORMA TÉCNICA DE EDIFICACIÓN CE.010 PAVIMENTOS URBANOS

COMITÉ TÉCNICO ESPECIALIZADO DE LA
NTE CE.010 PAVIMENTOS URBANOS

Presidente : Ing. Germán Vivar Romero
Secretario Técnico : Ing. Pablo Medina Quipe

INSTITUCIÓN	REPRESENTANTES
ASOCEM Asociación de Productores del Cemento	Ing. Miguel Alzujar Calderón
CAPECO Cámara Peruana de la Construcción	Ing. Alberto Ponce Mora
IDPP Instituto de Desarrollo de Pavimentos del Perú	Ing. Germán Vivar Romero
MVOCyS Vice Ministerio de Vivienda y Urbanismo	Ing. Fernando Franco García ✓
PONTIFICIA UNIVERSIDAD CATOLICA DEL PERU Facultad de Ciencias e Ingeniería	Ing. Manuel Ojeda Franzoso
UNIVERSIDAD NACIONAL DE INGENIERIA Facultad de Ingeniería Civil	Ing. Mercedes Rodríguez Prieto Mateo



**NORMA TÉCNICA
PERUANA**

**NTP 399.611
2017**

Dirección de Normalización - INACAL
Calle Las Camelias 817, San Isidro (Lima 27)

Lima, Perú

UNIDADES DE ALBAÑILERÍA. Adoquines de concreto para pavimentos. Requisitos

MASONRY UNITS. Solid concrete interlocking paving units. Requirements

**2017-12-27
3ª Edición**

R.D. N° 057-2017-INACAL/DN. Publicada el 2018-01-03

Precio basado en 11 páginas

I.C.S.: 93.080.20

ESTA NORMA ES RECOMENDABLE

Descriptor: Unidad, albañilería, adoquín, concreto, pavimento, requisito

© INACAL 2017

NORMA TÉCNICA
PERUANA

NTP 339.078
2012

Comisión de Normalización y de Fiscalización de Barreras Comerciales no Arancelarias - INDECOPI
Calle de La Prosa 104, San Borja (Lima 41) Apartado 145 Lima, Perú

CONCRETO. Método de ensayo para determinar la resistencia a la flexión del concreto en vigas simplemente apoyadas con cargas a los tercios del tramo

CONCRETE. Standard test method for flexural strength of concrete using simple beam with third-point loading

2012-09-26
3ª Edición

R.0092-2012/CNB-INDECOPI. Publicada el 2012-10-31

Precio basado en 10 páginas

I.C.S.: 91.100.30

ESTA NORMA ES RECOMENDABLE

Descriptor: Concreto, vigas, resistencia a la flexión, ensayo



PERÚ
Ministerio
de Transportes
y Comunicaciones

Viceministerio
de Transportes

Dirección General
de Caminos y
Ferrocarriles



MANUAL DE ENSAYO DE MATERIALES

RD N° 18 - 2016 - MTC/14



Año - 2017

Anexo 7.2.2. Resultados del Laboratorio JVC Consultoría Geotécnica S.A.C.

Anexo 7.2.2.1. Resultados de las Características del agregado fino.



RUC: 20606092297

ANALISIS GRANULOMETRICO DE AGREGADOS
NTP 400.012 / MTC E 204

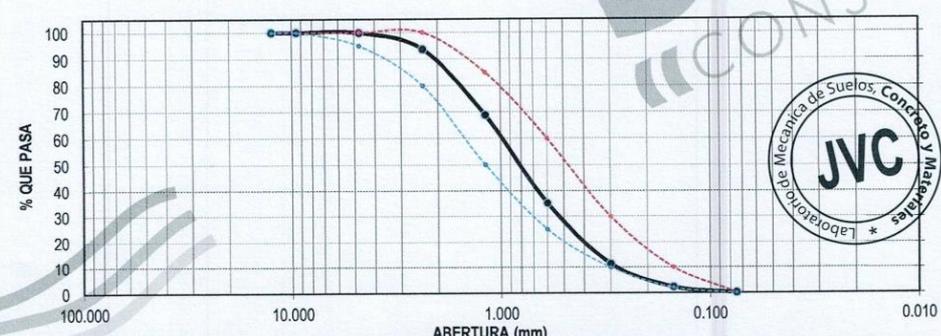
PROYECTO :	ADICION DE CAUCHO RECICLADO EN LAS PROPIEDADES FÍSICO - MECANICAS EN ADOQUINES ECOLOGICOS PARA PAVIMENTO DE TRANSITO LIVIANO EN TRUJILLO, 2022.
SOLICITANTE :	AGUILAR CARRERA, SIRLY LILIANA - MOYA SANTOS, GEANFRANCO JOSE WILFOR
UBICACIÓN :	TRUJILLO - LA LIBERTAD
FECHA :	OCTUBRE DEL 2022

DATOS DEL ENSAYO

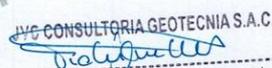
MUESTRA :	CANTERA	SAN MARTIN
MATERIAL :	ARENA	PROFUNDIDAD : ---- m COORDENADA UTM : E: ---- N: ----
PROGRESIVA :	----	

Tamices	Abertura en mm.	Peso Retenido	%Retenido Parcial	%Retenido Acumulado	% que Pasa	Especificación NTP 400.037	DESCRIPCION DE LA MUESTRA
1/2"	12.500	0.00	0.00	0.00	100.00	100	Peso de inicial seco: : 1227.50 gr
3/8"	9.500	0.00	0.00	0.00	100.00	100	Peso lavado seco : --- gr
No4	4.750	1.40	0.11	0.11	99.89	95 - 100	Peso Material que pasa #200 : 0.90 gr
8	2.360	75.60	6.16	6.27	93.73	80 - 100	TAMAÑO MAXIMO : 3/8"
16	1.180	306.30	24.95	31.23	68.77	50 - 85	MODULO DE FINEZA : 2.89
30	0.600	411.50	33.52	64.75	35.25	25 - 60	Observación :
50	0.300	291.30	23.73	88.48	11.52	10 - 30	
100	0.150	114.10	9.30	97.78	2.22	2 - 10	
200	0.075	26.40	2.15	99.93	0.07		
FONDO		0.90	0.07	100.00	0.00		
Total		1227.50	100.0				

CURVA GRANULOMÉTRICA



*** Muestreo e identificación realizada por el solicitante.


JVC CONSULTORIA GEOTECNIA S.A.C.
 Ing. Victoria de los Angeles Agustin Diaz
 GERENTE GENERAL


 Carlos Javier Ramirez Muñoz
 Ingeniero Civil
 CIP 149574

JVC CONSULTORIA GEOTECNIA S.A.C.
 Jr. Los Diamantes 365 Dpto. 101 Urb. Santa Inés - Trujillo
 Telf.: 044 - 615690 - Cel. 971492979 / 973994030
 consultoriageotecniajvc@gmail.com

ENSAYOS DE AGREGADOS HUMEDAD Y GRAVEDAD ESPECIFICA

PROYECTO : ADICION DE CAUCHO RECICLADO EN LAS PROPIEDADES FÍSICO - MECÁNICAS EN ADOQUINES ECOLÓGICOS PARA PAVIMENTO DE TRANSITO LIVIANO EN TRUJILLO, 2022.
SOLICITANTE : AGUILAR CARRERA, SIRLY LILIANA - MOYA SANTOS, GEANFRANCO JOSE WILFOR
UBICACIÓN : TRUJILLO - LA LIBERTAD
FECHA : OCTUBRE DEL 2022

DATOS DEL ENSAYO

MUESTRA : CANTERA SAN MARTIN
MATERIAL : ARENA **PROFUNDIDAD** : ---- m **COORDENADA UTM** : E: ---- N: ----
PROGRESIVA : ----

CONTENIDO DE HUMEDAD NTP 339.185

TARA	1	2	3
Peso tara (gr)	98.70	103.40	
Peso tara + Material húmedo (gr)	1833.40	1743.80	
Peso tara + Material seco (gr)	1823.60	1735.00	
Peso del agua (gr)	9.80	8.80	
Peso de material seco (gr)	1724.90	1631.60	
Humedad %	0.57%	0.54%	

GRAVEDAD ESPECIFICA Y ABSORCION DE AGREGADOS FINOS (NORMA MTC E-205, NTP 400.022: AASHTO T-84)

Peso Mat. Sat. Sup. Seco (en Aire) (gr)	500.00	500.00
Peso Frasco + agua (gr)	1208.30	1208.20
Peso Frasco + agua + A (gr)	1708.30	1708.20
Peso del Mat. + agua en el frasco (gr)	1522.20	1522.10
Vol de masa + vol de vacio (gr)	186.10	186.10
Pe. De Mat. Seco en estufa (105°C) (gr)	494.50	494.40
Vol de masa (gr)	180.60	180.50
Pe bulk (Base seca)	2.657	2.657
Pe bulk (Base saturada)	2.687	2.687
Pe aparente (Base Seca)	2.738	2.739
Porcentaje de absorción	1.11%	1.13%

RESUMEN DE CARACTERISTICAS DEL MATERIAL

CONTENIDO DE HUMEDAD %	0.55%
Pe bulk (Base seca)	2.657
Pe bulk (Base saturada)	2.687
Pe aparente (Base Seca)	2.739
Porcentaje de absorción	1.12%



JVC CONSULTORIA GEOTECNIA S.A.C.

Ing. Victoria de los Angeles Agustin Diaz
 GERENTE GENERAL

Carlos Javier Ramirez Muñoz
 Ingeniero Civil
 CIP 140574

PESO UNITARIO SUELTO Y COMPACTADO AGREGADO FINO

PROYECTO : ADICION DE CAUCHO RECICLADO EN LAS PROPIEDADES FÍSICO - MECÁNICAS EN ADOQUINES ECOLÓGICOS PARA PAVIMENTO DE TRANSITO LIVIANO EN TRUJILLO, 2022.
SOLICITANTE : AGUILAR CARRERA, SIRLY LILIANA - MOYA SANTOS, GEANFRANCO JOSE WILFOR
UBICACIÓN : TRUJILLO - LA LIBERTAD
FECHA : OCTUBRE DEL 2022

DATOS DEL ENSAYO

MUESTRA :	CANTERA	SAN MARTIN
MATERIAL :	ARENA	PROFUNDIDAD : ---- m
COORDENADA UTM :	E : ----	N : ----
PROGRESIVA :	----	

PESO UNITARIO SUELTO AGREGADO FINO (ASTM D 2216, MTC E 203, NTP 400.017)

			Peso Molde :	2568.60 gr
			Volumen Molde :	2849.990 cm ³
Muestra	1	2	3	
Peso de molde + muestra (gr)	7135.00	7012.00	7094.00	
Peso de molde (gr)	2568.60	2568.60	2568.60	
Peso de la muestra (gr)	4566.40	4443.40	4525.40	
Volumen (cm ³)	2849.99	2849.99	2849.99	
Peso unitario suelto (gr/cm ³)	1.60	1.56	1.59	

PESO UNITARIO COMPACTADO AGREGADO FINO (ASTM D 2216, MTC E 203, NTP 400.017)

			Peso Molde :	2568.60 gr
			Volumen Molde :	2849.990 cm ³
Muestra	1	2	3	
Peso de molde + muestra (gr)	7463.00	7458.00	7461.00	
Peso de molde (gr)	2568.60	2568.60	2568.60	
Peso de la muestra (gr)	4894.40	4889.40	4892.40	
Volumen (cm ³)	2849.99	2849.99	2849.99	
Peso unitario compactado (gr/cm ³)	1.72	1.72	1.72	

PESO UNITARIO AGREGADO FINO

PESO UNITARIO SUELTO	1.58 gr/cm ³	1583 Kg/m ³
PESO UNITARIO COMPACTADO	1.72 gr/cm ³	1717 Kg/m ³



JVC CONSULTORIA GEOTECNIA S.A.C.
Victoria de los Angeles Agustin Diaz
 Ing. Victoria de los Angeles Agustin Diaz
 GERENTE GENERAL

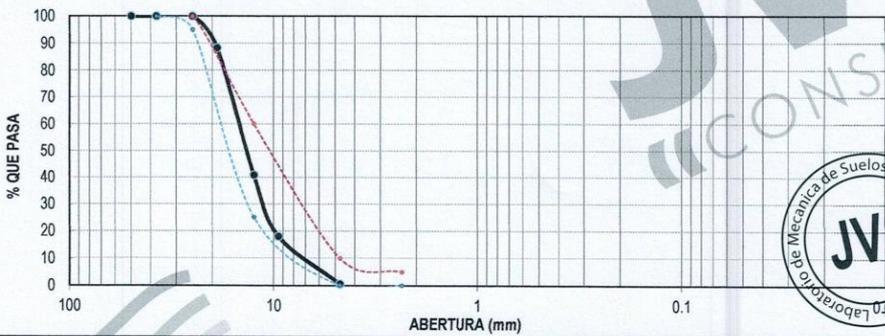
Carlos Javier Ramirez Muñoz
 Ingeniero Civil
 CIP 149574

Anexo 7.2.1.2. Resultados de las Características del agregado grueso.



ANÁLISIS GRANULOMÉTRICO DE AGREGADOS							RUC: 20606092297
NTP 400.012 / MTC E 204							
PROYECTO :	ADICION DE CAUCHO RECICLADO EN LAS PROPIEDADES FÍSICO - MECÁNICAS EN ADOQUINES ECOLÓGICOS PARA PAVIMENTO DE TRANSITO LIVIANO EN TRUJILLO, 2022.						
SOLICITANTE :	AGUILAR CARRERA, SIRLY LILIANA - MOYA SANTOS GEANFRANCO JOSE WILFOR						
UBICACIÓN :	TRUJILLO - LA LIBERTAD						
FECHA :	OCTUBRE DEL 2022						
DATOS DEL ENSAYO							
MUESTRA :	CANTERA LEKERSA						
MATERIAL :	PIEDRA	PROFUNDIDAD :	----	m	COORDENADA UTM : E: ---- N: ----		
PROGRESIVA :	----						
Tamices ASTM	Abertura en mm.	Peso Retenido	%Retenido Parcial	%Retenido Acumulado	% que Pasa	Especificación	DESCRIPCION DE LA MUESTRA
2"	50.00	0.00	0.00	0.00	100.00	100	Peso de inicial seco: : 1886.20 gr
1 1/2"	37.50	0.00	0.00	0.00	100.00	100 - 100	TAMAÑO MAXIMO : 1/2"
1"	25.00	0.00	0.00	0.00	100.00	95 - 100	TAMAÑO MAXIMO NOMINAL : 3/8"
3/4"	19.00	0.00	0.00	0.00	100.00	-	HUSO 57 ASTM 33
1/2"	12.50	0.00	0.00	0.00	100.00	25 - 60	
3/8"	9.50	59.40	3.15	3.15	96.85	0 - 10	
Nº 4	4.75	1823.30	96.67	99.81	0.19	0 - 0	
FONDO		3.50	0.19	100.00	0.00		
Total		1886.20	100.0				

CURVA GRANULOMÉTRICA



*** Muestreo e identificación realizada por el solicitante.

JVC CONSULTORIA GEOTECNIA S.A.C.

Victoria Díaz

Ing. Victoria de los Angeles Agustin Diaz
GERENTE GENERAL



Carlos Javier Ramirez Muñoz
Ingeniero Civil
CIP 149574

JVC CONSULTORIA GEOTECNIA S.A.C.

Jr. Los Diamantes 365 Dpto. 101 Urb. Santa Inés - Trujillo

Telf.: 044 - 615690 - Cel. 971492979 / 973994030

consultoriageotecniajvc@gmail.com

ENSAYOS DE AGREGADOS: CONTENIDO DE HUMEDAD Y GRAVEDAD ESPECIFICA

PROYECTO : ADICION DE CAUCHO RECICLADO EN LAS PROPIEDADES FÍSICO - MECÁNICAS EN ADOQUINES ECOLÓGICOS PARA PAVIMENTO DE TRANSITO LIVIANO EN TRUJILLO, 2022.
SOLICITANTE : AGUILAR CARRERA, SIRLY LILIANA - MOYA SANTOS GEANFRANCO JOSE WILFOR
UBICACIÓN : TRUJILLO - LA LIBERTAD
FECHA : OCTUBRE DEL 2022

DATOS DEL ENSAYO

MUESTRA :	CANTERA	SAN MARTIN		
MATERIAL :		PROFUNDIDAD :	---- m	COORDENADA UTM : E: N:
PROGRESIVA :	----			

CONTENIDO DE HUMEDAD
NTP 339.185

TARA	1	2	3
Peso tara (gr)	104.80	112.30	
Peso tara + Material húmedo (gr)	1789.60	1654.70	
Peso tara + Material seco (gr)	1779.80	1648.50	
Peso del agua (gr)	9.80	6.20	
Peso de material seco (gr)	1675.00	1536.20	
Humedad %	0.59%	0.40%	

GRAVEDAD ESPECIFICA Y ABSORCION DE AGREGADOS GRUESO
(NORMA MTC E-206, NTP 400.021: AASHTO T-85)

Peso Mat.Sat. Sup. Seca (En Aire) (gr)	1813.60	1813.50
Peso Mat.Sat. Sup. Seca (En Agua) (gr)	1143.00	1143.10
Vol. de masa + vol de vacios (gr)	670.60	670.40
Peso material seco en estufa (105 °C) (gr)	1794.50	1794.60
Vol de masa (gr)	651.50	651.50
Pe bulk (Base seca)	2.676	2.677
Pe bulk (Base saturada)	2.704	2.705
Pe aparente (Base Seca)	2.754	2.755
Porcentaje de absorción	1.06%	1.05%

RESUMEN DE CARACTERISTICAS DEL MATERIAL

CONTENIDO DE HUMEDAD %	0.49%
Pe bulk (Base seca)	2.676
Pe bulk (Base saturada)	2.705
Pe aparente (Base Seca)	2.754
Porcentaje de absorción	1.06%



JVC CONSULTORIA GEOTECNIA S.A.C.
Ing. Victoria de los Angeles Agustin Diaz
GERENTE GENERAL

Carlos Javier Ramirez Muñoz
Ingeniero Civil
CIP 149574

PESO UNITARIO SUELTO Y COMPACTADO AGREGADO GRUESO

PROYECTO : ADICION DE CAUCHO RECICLADO EN LAS PROPIEDADES FÍSICO - MECÁNICAS EN ADOQUINES ECOLÓGICOS PARA PAVIMENTO DE TRANSITO LIVIANO EN TRUJILLO, 2022.
SOLICITANTE : AGUILAR CARRERA, SIRLY LILIANA - MOYA SANTOS GEANFRANCO JOSE WILFOR
UBICACIÓN : TRUJILLO - LA LIBERTAD
FECHA : OCTUBRE DEL 2022

DATOS DEL ENSAYO

MUESTRA : CANTERA SAN MARTIN
MATERIAL : PROFUNDIDAD : m COORDENADA UTM : E: N:
PROGRESIVA :

PESO UNITARIO SUELTO AGREGADO GRUESO (ASTM D 2216, MTC E 203, NTP 400.017)

		Peso Molde : 5392.40 gr		
		Volumen Molde : 9500.645 cm ³		
Muestra		1	2	3
Peso de molde + muestra	(gr)	18126.00	18145.00	18138.00
Peso de molde	(gr)	5392.40	5392.40	5392.40
Peso de la muestra	(gr)	12733.60	12752.60	12745.60
Volumen	(cm ³)	9500.65	9500.65	9500.65
Peso unitario suelto	(gr/cm ³)	1.34	1.34	1.34

PESO UNITARIO COMPACTADO AGREGADO GRUESO (ASTM D 2216, MTC E 203, NTP 400.017)

		Peso Molde : 5392.40 gr		
		Volumen Molde : 9500.645 cm ³		
Muestra		1	2	3
Peso de molde + muestra	(gr)	19303.00	19333.00	19328.00
Peso de molde	(gr)	5392.40	5392.40	5392.40
Peso de la muestra	(gr)	13910.60	13940.60	13935.60
Volumen	(cm ³)	9500.65	9500.65	9500.65
Peso unitario compactado	(gr/cm ³)	1.46	1.47	1.47

PESO UNITARIO AGREGADO GRUESO

PESO UNITARIO SUELTO	1.34 gr/cm ³	1341 Kg/m ³
PESO UNITARIO COMPACTADO	1.47 gr/cm ³	1466 Kg/m ³



JVC CONSULTORIA GEOTECNIA S.A.C.

Ing. Victoria de los Angeles Agustin Diaz
GERENTE GENERAL

Carlos Javier Ramirez Muñoz
Ingeniero Civil
CIP 140574

JVC CONSULTORIA GEOTECNIA S.A.C.
 Jr. Los Diamantes 365 Dpto. 101 Urb. Santa Inés - Trujillo
 Telf.: 044 - 615690 - Cel. 971492979 / 973994030
 consultoriageotecniajvc@gmail.com



DISEÑO DE MEZCLAS
METODO DEL COMITÉ 211 DEL ACI

PROYECTO : ADICION DE CAUCHO RECICLADO EN LAS PROPIEDADES FÍSICO - MECÁNICAS EN ADOQUINES ECOLÓGICOS PARA PAVIMENTO DE TRANSITO LIVIANO EN TRUJILLO, 2022.
SOLICITANTE : AGUILAR CARRERA, SIRLY LILIANA - MOYA SANTOS, GEANFRANCO JOSE WILFOR
UBICACIÓN : TRUJILLO - LA LIBERTAD
FECHA : OCTUBRE DEL 2022

8.- DISEÑO EN ESTADO SECO
Cemento 579.68 kg
Agregado fino 821.37 kg
Agregado grueso 661.17 kg
Agua 228 L

9.- CORRECCIÓN POR HUMEDAD DE LOS AGREGADOS
Agregado fino 825.885 kg
Agregado grueso 664.406 kg

10.- APORTE DE AGUA A LA MEZCLA
Agregado fino -4.682 L
Agregado grueso -3.769 L
Agua en agregados -8.450 L

11.- AGUA EFECTIVA
Cantidad de agua 236.450 L

III.) DOSIFICACIÓN DE MEZCLA

12.- DOSIFICACIÓN EN PESO
Cemento 579.68 kg
Agregado fino 825.89 kg
Agregado grueso 664.41 kg
Agua 236.45 L

13.- DOSIFICACIÓN EN VOLUMEN
Cemento 13.64 bls
Agregado fino 0.522 m³
Agregado grueso 0.495 m³
Agua 0.236 m³

14.- RELACION A/C DE OBRA 0.41

EN PESO

CEMENTO	ARENA	PIEDRA	AGUA
1	1.42	1.15	17.34

POR PIE³

CEMENTO	ARENA	PIEDRA	AGUA
1	1.35	1.29	0.91



CONSULTORIA GEOTECNIA

JVC CONSULTORIA GEOTECNIA S.A.C.
Victoria de los Angeles
Ing. Victoria de los Angeles Agustín Díaz
GERENTE GENERAL

Carlos Javier
Carlos Javier Ramírez Muñoz
Ingeniero Civil
CIP 140674

Anexo 7.2.2.4. Resultado del ensayo de Absorción.



JVC
CONSULTORIA GEOTECNIA

RUC: 20606092297

PESO ESPECÍFICO Y ABSORCIÓN DE ADOQUÍN DE CONCRETO ASTM C -127							
PROYECTO : ADICIÓN DE CAUCHO RECICLADO EN LAS PROPIEDADES FÍSICO - MECÁNICAS EN ADOQUINES ECOLÓGICOS PARA PAVIMENTO DE TRANSITO LIVIANO EN TRUJILLO, 2022 SOLICITANTE : AGUILAR CARRERA, SIRLY LILIANA - MOYA SANTOS, GEANFRANCO JOSE WILFOR UBICACIÓN : TRUJILLO - LA LIBERTAD FECHA : OCTUBRE DEL 2022							
PROCEDENCIA : ADOQUÍN DE CONCRETO CON MODIFICACIÓN DE CAUCHO							
DATOS							
	ADOQUIN PATRÓN AP-1	ADOQUIN PATRÓN AP-2	ADOQUIN PATRÓN AP-3	ADQ. P. + 5% CAUCHO APS-1	ADQ. P. + 5% CAUCHO APS-2	ADQ. P. + 5% CAUCHO APS-3	
A = Peso en el aire de la muestra seca (gr)	3902.00	3896.00	3906.00	3801.00	3805.00	3797.00	
B = Peso en el aire de la muestra saturada	4016.00	4009.00	4019.00	3920.00	3923.00	3918.00	
C = Peso sumergido en agua de la muestra saturada (gr)	2374.00	2367.00	2377.00	2265.00	2248.00	2256.00	
CÁLCULOS							
	ADOQUIN PATRÓN AP-1	ADOQUIN PATRÓN AP-2	ADOQUIN PATRÓN AP-3	ADQ. P. + 5% CAUCHO APS-1	ADQ. P. + 5% CAUCHO APS-2	ADQ. P. + 5% CAUCHO APS-3	
Peso Especifico Aparente	A/(B-C)	2.38	2.37	2.38	2.30	2.27	2.28
Peso Especifico Aparente S.S.S.	B/(B-C)	2.45	2.44	2.45	2.37	2.34	2.36
Peso Especifico Nominal	A/(A-C)	2.55	2.55	2.55	2.47	2.44	2.46
Absorción %	100*(B-A)/A	2.92	2.93	2.89	3.13	3.10	3.19
OBSERVACIONES: * El ensayo se realizó en presencia del solicitante * El laboratorio no ha intervenido en la selección de unidades muestrales, ni en la preparación de los mismos. * Los datos del solicitante fueron declarados como aparecen descritos arriba, a la entrega de los especímenes, por ende es responsabilidad de éste último la veracidad de ellos							



JVC CONSULTORIA GEOTECNIA S.A.C.



Ing. Victoria de los Angeles Agustin Diaz
GERENTE GENERAL



Carlos Javier Ramirez Muñoz
Ingeniero Civil
CIP 149574

JVC CONSULTORIA GEOTECNIA S.A.C.
 Jr. Los Diamantes 365 Dpto. 101 Urb. Santa Inés - Trujillo
 Telf.: 044 - 615690 - Cel. 971492979 / 973994030
 consultoriageotecniajvc@gmail.com

PESO ESPECÍFICO Y ABSORCIÓN DE ADOQUÍN DE CONCRETO ASTM C -127

PROYECTO : ADICION DE CAUCHO RECICLADO EN LAS PROPIEDADES FÍSICO - MECÁNICAS EN ADOQUINES ECOLÓGICOS PARA PAVIMENTO DE TRANSITO LIVIANO EN TRUJILLO, 2022
 SOLICITANTE : AGUILAR CARRERA, SIRLY LILIANA - MOYA SANTOS GEANFRANCO JOSE WILFOR
 UBICACIÓN : TRUJILLO - LA LIBERTAD
 FECHA : OCTUBRE DEL 2022

PROCEDENCIA : ADOQUÍN DE CONCRETO CON MODIFICACIÓN DE CAUCHO

DATOS

	ADQ. P. + 10% CAUCHO AP10-1	ADQ. P. + 10% CAUCHO AP10-2	ADQ. P. + 10% CAUCHO AP10-3	ADQ. P. + 15% CAUCHO AP15-1	ADQ. P. + 15% CAUCHO AP15-2	ADQ. P. + 15% CAUCHO AP15-3
A = Peso en el aire de la muestra seca (gr)	3727.00	3719.00	3721.00	3658.00	3655.00	3661.00
B = Peso en el aire de la muestra saturada	3863.00	3854.00	3859.00	3811.00	3807.00	3814.00
C = Peso sumergido en agua de la muestra saturada (gr)	2146.00	2142.00	2154.00	2047.00	2039.00	2056.00

CÁLCULOS

		ADQ. P. + 10% CAUCHO AP10-1	ADQ. P. + 10% CAUCHO AP10-2	ADQ. P. + 10% CAUCHO AP10-3	ADQ. P. + 15% CAUCHO AP15-1	ADQ. P. + 15% CAUCHO AP15-2	ADQ. P. + 15% CAUCHO AP15-3
Peso Especifico Aparente	A/(B-C)	2.17	2.17	2.18	2.07	2.07	2.08
Peso Especifico Aparente S.S.S.	B/(B-C)	2.25	2.25	2.26	2.16	2.15	2.17
Peso Especifico Nominal	A/(A-C)	2.36	2.36	2.37	2.27	2.26	2.28
Absorción %	100*(B-A)/A	3.65	3.63	3.71	4.18	4.16	4.18

OBSERVACIONES:

- * El ensayo se realizó en presencia del solicitante
- * El laboratorio no ha intervenido en la selección de unidades muestrales, ni en la preparación de los mismos.
- * Los datos del solicitante fueron declarados como aparecen descritos arriba, a la entrega de los especímenes, por ende es responsabilidad de éste último la veracidad de ellos



JVC CONSULTORIA GEOTECNIA S.A.C.

Victoria de los Angeles Agustin Diaz
 Ing. Victoria de los Angeles Agustin Diaz
 GERENTE GENERAL

Carlos Javier Ramirez Muñoz
 Carlos Javier Ramirez Muñoz
 Ingeniero Civil
 CIP 149574

Anexo 7.2.2.5. Resultado del ensayo de Resistencia a la Compresión.



RUC: 20606092297

ENSAYOS DE RESISTENCIA A LA COMPRESIÓN DE ADOQUIN DE CONCRETO

PROYECTO	ADICIÓN DE CAUCHO RECICLADO EN LAS PROPIEDADES FÍSICO - MECÁNICAS EN ADOQUINES ECOLÓGICOS PARA PAVIMENTO DE TRANSITO LIVIANO EN TRUJILLO, 2022								
SOLICITANTE	AGUILAR CARRERA, SIRLY LILIANA - MOYA SANTOS, GEANFRANCO JOSE WILFOR								
UBICACIÓN	TRUJILLO - LA LIBERTAD								
FECHA	NOVIEMBRE DEL 2022								

PROCEDENCIA : ADOQUIN DE CONCRETO

N° DE ORDEN Y CÓDIGO DEL ADOQUIN	FECHA DE FABRI.	FECHA DEL ENSAYO	EDAD EN DIAS	CARGA KN	CARGA Kg	Resist. diseño Kg/cm ²	RESISTENCIA MÁXIMA (Kg/cm ²)	PORCENTAJE OBTENIDO (%)		
N°	DESCRIPCIÓN									
1	ADOQUIN PATRON AP-1		13/10/2022	20/10/2022	7	963.31	98228.72	350 Kg/cm ²	491.14	140.33
2	ADOQUIN PATRON AP-2		13/10/2022	20/10/2022	7	935.12	95354.19	350 Kg/cm ²	476.77	136.22
3	ADOQUIN PATRON AP-3		13/10/2022	20/10/2022	7	988.13	100759.62	350 Kg/cm ²	498.81	142.52
4	ADOQUIN PATRON AP-4		13/10/2022	27/10/2022	14	1025.30	104549.84	350 Kg/cm ²	522.75	149.36
5	ADOQUIN PATRON AP-5		13/10/2022	27/10/2022	14	1012.30	103224.23	350 Kg/cm ²	511.01	146.00
6	ADOQUIN PATRON AP-6		13/10/2022	27/10/2022	14	1020.80	104090.98	350 Kg/cm ²	510.25	145.79

CARACTERÍSTICAS DEL ESPECIMEN DE ENSAYO

MUESTRA	AP-1	AP-2	AP-3	AP-4	AP-5	AP-6
LARGO	20.00	20.00	20.00	20.00	20.00	20.00
ANCHO	10.00	10.00	10.10	10.00	10.10	10.20
ALTO	8.00	8.00	8.00	8.00	8.00	8.00
ÁREA BRUTA PROMEDIO	200.00	200.00	202.00	200.00	202.00	204.00
	--	--	--	--	--	--

DATOS DE MAQUINA DE ROTURA

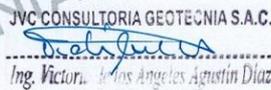
MARCA: PYS EQUIPOS, (N° SERIE: 2002021)
 CAPACIDAD: 100 000 Kgf.
 CERTIFICADO DE CALIBRACIÓN: LF-1463-2021 (23-11-2021)
 LABORATORIO METROLOGIA PYS EQUIPOS

OBSERVACIONES:

- * El ensayo se realizó en presencia del solicitante.
- * El laboratorio no ha intervenido en la selección de unidades muestrales, ni en la preparación de los mismos.
- * Los datos del solicitante fueron declarados como aparecen descritos arriba, a la entrega de los especímenes, por ende es responsabilidad de éste último la veracidad de ellos.



JVC CONSULTORIA GEOTECNIA S.A.C.



Ing. Victoria de los Angeles Agustín Díaz
GERENTE GENERAL



Carlos Javier Ramirez Muñoz
Ingeniero Civil
CIP 149574

JVC CONSULTORIA GEOTECNIA S.A.C.
 Jr. Los Diamantes 365 Dpto. 101 Urb. Santa Inés - Trujillo
 Telf.: 044 - 615690 - Cel. 971492979 / 973994030
 consultoriageotecniajvc@gmail.com

ENSAYOS DE RESISTENCIA A LA COMPRESIÓN DE ADOQUIN DE CONCRETO

PROYECTO : ADICIÓN DE CAUCHO RECICLADO EN LAS PROPIEDADES FÍSICO - MECÁNICAS EN ADOQUINES ECOLÓGICOS PARA PAVIMENTO DE TRANSITO LIVIANO EN TRUJILLO, 2022
SOLICITANTE : AGUILAR CARRERA, SIRLY LILIANA - MOYA SANTOS, GEANFRANCO JOSE WILFOR
UBICACIÓN : TRUJILLO - LA LIBERTAD
FECHA : NOVIEMBRE DEL 2022

PROCEDENCIA : ADOQUIN DE CONCRETO

Nº DE ORDEN Y CÓDIGO DEL ADOQUIN	FECHA DE FABRI.	FECHA DEL ENSAYO	EDAD EN DIAS	CARGA KN	CARGA Kg	Resist. diseño Kg/cm ²	RESISTENCIA MÁXIMA (Kg/cm ²)	PORCENTAJE OBTENIDO (%)
1 ADOQUIN PATRON AP-7	13/10/2022	10/11/2022	28	1089.80	111126.91	350 Kg/cm ²	555.63	158.75
2 ADOQUIN PATRON AP-8	13/10/2022	10/11/2022	28	1102.70	112442.32	350 Kg/cm ²	551.19	157.48
3 ADOQUIN PATRON AP-9	13/10/2022	10/11/2022	28	1107.50	112931.78	350 Kg/cm ²	564.66	161.33
4 ADOQUIN PATRON AP5-1	17/10/2022	24/10/2022	7	862.00	87898.14	350 Kg/cm ²	439.49	125.57
5 ADOQUIN PATRON AP5-2	17/10/2022	24/10/2022	7	872.22	88940.27	350 Kg/cm ²	423.53	121.01
6 ADOQUIN PATRON AP5-3	17/10/2022	24/10/2022	7	844.39	86102.45	350 Kg/cm ²	410.01	117.15

CARACTERÍSTICAS DEL ESPECIMEN DE ENSAYO

MUESTRA	AP-7	AP-8	AP-9	AP5-1	AP5-2	AP5-3
LARGO	20.00	20.00	20.00	20.00	20.00	20.00
ANCHO	10.00	10.20	10.00	10.00	10.50	10.50
ALTO	8.00	8.00	8.00	8.00	8.00	8.00
ÁREA BRUTA PROMEDIO	200.00	204.00	200.00	200.00	210.00	210.00

DATOS DE MÁQUINA DE ROTURA

MARCA: PYS EQUIPOS. (Nº SERIE: 2002021)
 CAPACIDAD: 100 000 Kg.
 CERTIFICADO DE CALIBRACIÓN: LF-1463-2021 (23-11-2021)
 LABORATORIO METROLOGIA PYS EQUIPOS

OBSERVACIONES:

- * El ensayo se realizó en presencia del solicitante.
- * El laboratorio no ha intervenido en la selección de unidades muestrales, ni en la preparación de los mismos.
- * Los datos del solicitante fueron declarados como aparecen descritos arriba, a la entrega de los especímenes, por ende es responsabilidad de éste último la veracidad de ellos.



JVC CONSULTORIA GEOTECNIA S.A.C.

Ing. Victoria de los Angeles Agustín Díaz
GERENTE GENERAL

Carlos Javier Ramírez Muñoz
Ingeniero Civil
CIP 149974

ENSAYOS DE RESISTENCIA A LA COMPRESIÓN DE ADOQUIN DE CONCRETO

PROYECTO : ADICION DE CAUCHO RECICLADO EN LAS PROPIEDADES FÍSICO - MECÁNICAS EN ADOQUINES ECOLÓGICOS PARA PAVIMENTO DE TRANSITO LIVIANO EN TRUJILLO, 2022

SOLICITANTE : AGUILAR CARRERA, SIRLY LILIANA - MOYA SANTOS, GEANFRANCO JOSE WILFOR

UBICACIÓN : TRUJILLO - LA LIBERTAD

FECHA : NOVIEMBRE DEL 2022

PROCEDENCIA : ADOQUIN DE CONCRETO

N° DE ORDEN Y CÓDIGO DEL ADOQUIN		FECHA DE FABRI.	FECHA DEL ENSAYO	EDAD EN DIAS	CARGA KN	CARGA Kg	Resist. diseño Kg/cm ²	RESISTENCIA MÁXIMA (Kg/cm ²)	PORCENTAJE OBTENIDO (%)
N°	DESCRIPCIÓN								
1	ADOQUIN PATRON AP5-4	17/10/2022	31/10/2022	14	864.18	88120.43	350 Kg/cm ²	440.60	125.89
2	ADOQUIN PATRON AP5-5	17/10/2022	31/10/2022	14	909.17	92708.06	350 Kg/cm ²	463.54	132.44
3	ADOQUIN PATRON AP5-6	17/10/2022	31/10/2022	14	879.53	89685.67	350 Kg/cm ²	448.43	128.12
4	ADOQUIN PATRON AP5-7	17/10/2022	14/11/2022	28	1021.20	104131.76	350 Kg/cm ²	520.66	148.76
5	ADOQUIN PATRON AP5-8	17/10/2022	14/11/2022	28	918.37	93646.19	350 Kg/cm ²	459.05	131.16
6	ADOQUIN PATRON AP5-9	17/10/2022	14/11/2022	28	913.69	93168.97	350 Kg/cm ²	465.84	133.10

CARACTERÍSTICAS DEL ESPECIMEN DE ENSAYO

MUESTRA	AP5-4	AP5-5	AP5-6	AP5-7	AP5-8	AP5-9
LARGO	20.00	20.00	20.00	20.00	20.00	20.00
ANCHO	10.00	10.00	10.00	10.00	10.20	10.00
ALTO	8.00	8.00	8.00	8.00	8.00	8.00
ÁREA BRUTA PROMEDIO	200.00	200.00	200.00	200.00	204.00	200.00

DATOS DE MÁQUINA DE ROTURA

MARCA: PYS EQUIPOS. (N° SERIE: 2002021)
 CAPACIDAD: 100 000 Kg.
 CERTIFICADO DE CALIBRACIÓN: LF-1493-2021 (23-11-2021)
 LABORATORIO METROLOGIA PYS EQUIPOS

OBSERVACIONES:

- * El ensayo se realizó en presencia del solicitante.
- * El laboratorio no ha intervenido en la selección de unidades muestrales, ni en la preparación de los mismos.
- * Los datos del solicitante fueron declarados como aparecen descritos arriba, a la entrega de los especímenes, por ende es responsabilidad de éste último la veracidad de ellos.



JVC CONSULTORIA GEOTECNIA S.A.C.
 Ing. Victoria de los Angeles Agustin Diaz
 GERENTE GENERAL

Carlos Javier Ramírez Muñoz
 Ingeniero Civil
 CIP 140574

ENSAYOS DE RESISTENCIA A LA COMPRESIÓN DE ADOQUIN DE CONCRETO

PROYECTO : ADICION DE CAUCHO RECICLADO EN LAS PROPIEDADES FÍSICO - MECÁNICAS EN ADOQUINES ECOLÓGICOS PARA PAVIMENTO DE TRANSITO LIVIANO EN TRUJILLO, 2022

SOLICITANTE : AGUILAR CARRERA, SIRLY LILIANA - MOYA SANTOS, GEANFRANCO JOSE WILFOR

UBICACIÓN : TRUJILLO - LA LIBERTAD

FECHA : NOVIEMBRE DEL 2022

PROCEDENCIA : ADOQUIN DE CONCRETO

N° DE ORDEN Y CÓDIGO DEL ADOQUIN	FECHA DE FABRIL	FECHA DEL ENSAYO	EDAD EN DIAS	CARGA KN	CARGA Kg	Resist. diseño Kg/cm2	RESISTENCIA MÁXIMA (Kg/cm2)	PORCENTAJE OBTENIDO (%)
1 ADOQUIN PATRON AP10-1	17/10/2022	24/10/2022	7	766.26	78135.53	350 Kg/cm2	379.30	108.37
2 ADOQUIN PATRON AP10-2	17/10/2022	24/10/2022	7	819.19	83532.80	350 Kg/cm2	405.50	115.86
3 ADOQUIN PATRON AP10-3	17/10/2022	24/10/2022	7	822.28	83847.89	350 Kg/cm2	407.03	116.29
4 ADOQUIN PATRON AP10-4	17/10/2022	31/10/2022	14	812.52	82852.66	350 Kg/cm2	414.26	118.36
5 ADOQUIN PATRON AP10-5	17/10/2022	31/10/2022	14	847.85	86455.26	350 Kg/cm2	428.00	122.28
6 ADOQUIN PATRON AP10-6	17/10/2022	31/10/2022	14	824.85	84109.95	350 Kg/cm2	420.55	120.16

CARACTERÍSTICAS DEL ESPECIMEN DE ENSAYO

MUESTRA	AP10-1	AP10-2	AP10-3	AP10-4	AP10-5	AP10-6
LARGO	20.00	20.00	20.00	20.00	20.00	20.00
ANCHO	10.30	10.30	10.30	10.00	10.10	10.00
ALTO	8.00	8.00	8.00	8.00	8.00	8.00
ÁREA BRUTA PROMEDIO	206.00	206.00	206.00	200.00	202.00	200.00

DATOS DE MAQUINA DE ROTORA

MARCA: PYS EQUIPOS (N° SERIE: 2002021)
 CAPACIDAD: 100 000 Kg.
 CERTIFICADO DE CALIBRACIÓN: LF-1463-2021 (23-11-2021)
 LABORATORIO METROLOGIA PYS EQUIPOS

OBSERVACIONES:

- * El ensayo se realizó en presencia del solicitante.
- * El laboratorio no ha intervenido en la selección de unidades muestrales, ni en la preparación de los mismos.
- * Los datos del solicitante fueron declarados como aparecen descritos arriba, a la entrega de los especímenes, por ende es responsabilidad de éste último la veracidad de ellos.



JVC CONSULTORIA GEOTECNIA S.A.C.

Victoria de los Angeles Agustín Díaz
 Ing. Victoria de los Angeles Agustín Díaz
 GERENTE GENERAL

Carlos Javier Ramírez Muñoz
 Carlos Javier Ramírez Muñoz
 Ingeniero Civil
 CIP 146574



ENSAYOS DE RESISTENCIA A LA COMPRESIÓN DE ADOQUIN DE CONCRETO

PROYECTO : ADICION DE CAUCHO RECICLADO EN LAS PROPIEDADES FÍSICO - MECÁNICAS EN ADOQUINES ECOLÓGICOS PARA PAVIMENTO DE TRANSITO LIVIANO EN TRUJILLO, 2022
SOLICITANTE : AGUILAR CARRERA, SIRLY LILIANA - MOYA SANTOS, GEANFRANCO JOSE WILFOR
UBICACIÓN : TRUJILLO - LA LIBERTAD
FECHA : NOVIEMBRE DEL 2022

PROCEDENCIA : ADOQUIN DE CONCRETO

Nº DE ORDEN Y CÓDIGO DEL ADOQUIN	FECHA DE FABRI.	FECHA DEL ENSAYO	EDAD EN DIAS	CARGA KN	CARGA Kg	Resist. diseño Kg/cm ²	RESISTENCIA MÁXIMA (Kg/cm ²)	PORCENTAJE OBTENIDO (%)	
Nº	DESCRIPCIÓN								
1	ADOQUIN PATRON AP10-7	17/10/2022	14/11/2022	28	905.62	92346.07	350 Kg/cm ²	459.43	131.27
2	ADOQUIN PATRON AP10-8	17/10/2022	14/11/2022	28	891.54	90910.33	350 Kg/cm ²	454.55	129.87
3	ADOQUIN PATRON AP10-9	17/10/2022	14/11/2022	28	919.12	93722.67	350 Kg/cm ²	468.61	133.89
4	ADOQUIN PATRON AP15-1	17/10/2022	24/10/2022	7	786.85	80235.09	350 Kg/cm ²	397.20	113.49
5	ADOQUIN PATRON AP15-2	17/10/2022	24/10/2022	7	785.92	80140.26	350 Kg/cm ²	400.70	114.49
6	ADOQUIN PATRON AP15-3	17/10/2022	24/10/2022	7	697.98	71173.02	350 Kg/cm ²	355.87	101.68

CARACTERÍSTICAS DEL ESPECIMEN DE ENSAYO

MUESTRA	AP10-7	AP10-8	AP10-9	AP15-1	AP15-2	AP15-3
LARGO	20.10	20.00	20.00	20.20	20.00	20.00
ANCHO	10.00	10.00	10.00	10.00	10.00	10.00
ALTO	8.00	8.00	8.00	8.00	8.00	8.00
ÁREA BRUTA PROMEDIO	201.00	200.00	200.00	202.00	200.00	200.00

DATOS DE MÁQUINA DE ROTURA
MARCA: PYS EQUIPOS. (N° SERIE: 2002021)
CAPACIDAD: 100 000 Kg.
CERTIFICADO DE CALIBRACIÓN: LF-1483-2021 (23-11-2021)
LABORATORIO METROLOGIA PYS EQUIPOS

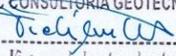
OBSERVACIONES:

- * El ensayo se realizó en presencia del solicitante.
- * El laboratorio no ha intervenido en la selección de unidades muestrales, ni en la preparación de los mismos.
- * Los datos del solicitante fueron declarados como aparecen descritos arriba, a la entrega de los especímenes, por ende es responsabilidad de éste último la veracidad de ellos.



CONSULTORIA GEOTECNIA

JVC CONSULTORIA GEOTECNIA S.A.C.


Ing. Victoria de los Angeles Agustín Díaz
GERENTE GENERAL


Carlos Javier Ramírez Muñoz
Ingeniero Civil
CIP 140574



ENSAYOS DE RESISTENCIA A LA COMPRESIÓN DE ADOQUIN DE CONCRETO

PROYECTO : ADICIÓN DE CAUCHO RECICLADO EN LAS PROPIEDADES FÍSICO - MECÁNICAS EN ADOQUINES ECOLÓGICOS PARA PAVIMENTO DE TRANSITO LIVIANO EN TRUJILLO, 2022
SOLICITANTE : AGUILAR CARRERA, SIRLY LILIANA - MOYA SANTOS, GEANFRANCO JOSE WILFOR
UBICACIÓN : TRUJILLO - LA LIBERTAD
FECHA : NOVIEMBRE DEL 2022

PROCEDENCIA : ADOQUIN DE CONCRETO

Nº	DESCRIPCIÓN	FECHA DE FABRI.	FECHA DEL ENSAYO	EDAD EN DIAS	CARGA KN	CARGA Kg	Resist. diseño Kg/cm ²	RESISTENCIA MÁXIMA (Kg/cm ²)	PORCENTAJE OBTENIDO (%)
1	ADOQUIN PATRON AP15-4	17/10/2022	31/10/2022	14	799.81	81556.63	350 Kg/cm ²	407.78	116.51
2	ADOQUIN PATRON AP15-5	17/10/2022	31/10/2022	14	785.31	80078.06	350 Kg/cm ²	400.39	114.40
3	ADOQUIN PATRON AP15-6	17/10/2022	31/10/2022	14	795.99	81167.10	350 Kg/cm ²	405.84	115.95
4	ADOQUIN PATRON AP15-7	17/10/2022	14/11/2022	28	838.15	85466.16	350 Kg/cm ²	427.33	122.09
5	ADOQUIN PATRON AP15-8	17/10/2022	14/11/2022	28	857.18	87406.64	350 Kg/cm ²	437.03	124.87
6	ADOQUIN PATRON AP15-9	17/10/2022	14/11/2022	28	843.53	86014.75	350 Kg/cm ²	430.07	122.88

CARACTERÍSTICAS DEL ESPECIMEN DE ENSAYO

MUESTRA	AP15-4	AP15-5	AP15-6	AP15-7	AP15-8	AP15-9
LARGO	20.00	20.00	20.00	20.00	20.00	20.00
ANCHO	10.00	10.00	10.00	10.00	10.00	10.00
ALTO	8.00	8.00	8.00	8.00	8.00	8.00
ÁREA BRUTA PROMEDIO	200.00	200.00	200.00	200.00	200.00	200.00

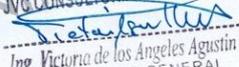
DATOS DE MÁQUINA Y EQUIPOS

MARCA: PYS EQUIPOS. (N° SERIE: 2002021)
CAPACIDAD: 100 000 Kg.
CERTIFICADO DE CALIBRACIÓN: LF-1463-2021 (23-11-2021)
LABORATORIO METROLOGIA PYS EQUIPOS

OBSERVACIONES:

- * El ensayo se realizó en presencia del solicitante.
- * El laboratorio no ha intervenido en la selección de unidades muestrales, ni en la preparación de los mismos.
- * Los datos del solicitante fueron declarados como aparecen descritos arriba, a la entrega de los especímenes, por ende es responsabilidad de éste último la veracidad de ellos.



JVC CONSULTORIA GEOTECNIA S.A.C.

Ing. Victoria de los Angeles Agustin Diaz
GERENTE GENERAL


Carlos Javier Ramirez Muñoz
Ingeniero Civil
CIP 140574

Anexo 7.2.2.6. Resultado del ensayo de Resistencia a la Flexión.



RUC: 20606092297

CERTIFICADO DE RESISTENCIA A LA FLEXION DEL ADOQUIN CON APOYOS SIMPLES CON CARGAS A LOS TERCIOS DEL TRAMO
NTP 339.078 / MTC E 709

OBRA	: ADICION DE CAUCHO RECICLADO EN LAS PROPIEDADES FISICO - MECANICAS EN ADOQUINES ECOLOGICOS PARA PAVIMENTO DE TRANSITO LIVIANO EN TRUJILLO, 2022
SOLICITANTE	: AGUILAR CARRERA, SIRLY LILIANA - MOYA SANTOS, GEANFRANCO JOSE WILFOR
UBICACION	: TRUJILLO - LA LIBERTAD
EMISION DE INFORME	: NOVIEMBRE DEL 2022

ENSAYO DE RESISTENCIA A LA FLEXION DE ADOQUINES

N°	ESPECIMEN Elemento	Diseño R. Compresión Kg/cm ²	Fecha de Rotura		Edad (días)	Longitud cm	Ancho cm	Altura cm	Luz libre entre apoyos cm	Carga			Resistencia Mr Kg/cm ²
			Elaboración	Rotura						KN	Kgs.	Lbs.	
01	ADOQUIN PATRON APF-01	350 Kg/cm ²	13/10/2022	10/11/2022	28	20.00	10.00	8.00	15.00	24.13	2460.54	5424.55	57.57
02	ADOQUIN PATRON APF-02	350 Kg/cm ²	13/10/2022	10/11/2022	28	20.00	10.00	8.00	15.00	23.19	2364.68	5213.24	55.42
03	ADOQUIN PATRON APF-03	350 Kg/cm ²	13/10/2022	10/11/2022	28	20.00	10.00	8.00	15.00	24.95	2544.15	5608.89	59.63
04	ADOQUIN PATRON + 5% CAUCHO APF-04	350 Kg/cm ²	17/10/2022	14/11/2022	28	20.00	10.00	8.00	15.00	21.23	2164.82	4772.62	50.74
05	ADOQUIN PATRON + 5% CAUCHO APF-05	350 Kg/cm ²	17/10/2022	14/11/2022	28	20.00	10.00	8.00	15.00	19.18	1955.78	4311.77	45.84
06	ADOQUIN PATRON + 5% CAUCHO APF-06	350 Kg/cm ²	17/10/2022	14/11/2022	28	20.00	10.00	8.00	15.00	19.35	1973.12	4349.98	46.24
07	ADOQUIN PATRON + 10% CAUCHO APF-07	350 Kg/cm ²	17/10/2022	14/11/2022	28	20.00	10.00	8.00	15.00	18.59	1895.62	4179.13	44.43
08	ADOQUIN PATRON + 10% CAUCHO APF-08	350 Kg/cm ²	17/10/2022	14/11/2022	28	20.00	10.00	8.00	15.00	18.82	1919.08	4230.84	44.98
09	ADOQUIN PATRON + 10% CAUCHO APF-09	350 Kg/cm ²	17/10/2022	14/11/2022	28	20.00	10.00	8.00	15.00	19.01	1938.45	4273.55	45.43
10	ADOQUIN PATRON + 15% CAUCHO APF-10	350 Kg/cm ²	17/10/2022	14/11/2022	28	20.00	10.00	8.00	15.00	18.12	1847.70	4073.47	43.31
11	ADOQUIN PATRON + 15% CAUCHO APF-11	350 Kg/cm ²	17/10/2022	14/11/2022	28	20.00	10.00	8.00	15.00	18.03	1838.52	4053.24	43.09
12	ADOQUIN PATRON + 15% CAUCHO APF-12	350 Kg/cm ²	17/10/2022	14/11/2022	28	20.00	10.00	8.00	15.00	17.93	1828.32	4043.82	42.96

Observaciones : Las Probetas de concreto fueron elaboradas por el solicitante, el Laboratorio sólo realizó el ensayo a la flexión.
El laboratorio no participó en la elaboración, ni en el curado de los especímenes de ensayo.

Calculo el módulo de rotura:

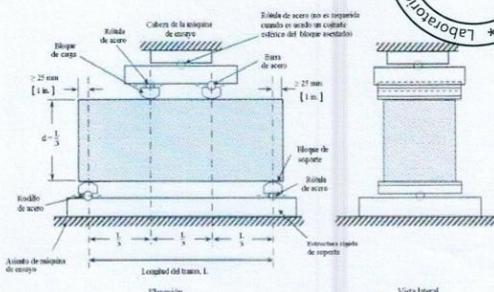
$$M_r = \frac{PL}{bh^2}$$

En donde:

Mr: es el módulo de rotura, en Kg/cm².
 P: Es la carga máxima de rotura indicada por la máquina de ensayo, en Kg.
 L: Es la luz libre entre apoyos, en mm.
 b: Es el ancho promedio de la viga, en cm.
 h: Es la altura promedio de la viga, en cm.
 NOTA 2: El peso de la viga no está incluido en los cálculos antes detallados.

DATOS DE MAQUINA DE ROTURA

MARCA: PYS EQUIPOS, (N° SERIE: 2002021)
 CAPACIDAD: 1000 000 Kg.
 CERTIFICADO DE CALIBRACION: LF-1463-2021 (23-11-2021)
 LABORATORIO METROLOGIA PYS EQUIPOS



Elevación

Vista lateral

JVC CONSULTORIA GEOTECNIA S.A.C.

Victoria de los Angeles Agustin Diaz

Ing. Victoria de los Angeles Agustin Diaz
GERENTE GENERAL



Carlos Javier Ramirez Muñoz
Ingeniero Civil
CIP 140574

JVC CONSULTORIA GEOTECNIA S.A.C.
 Jr. Los Diamantes 365 Dpto. 101 Urb. Santa Inés - Trujillo
 Telf.: 044 - 615690 - Cel. 971492979 / 973994030
 consultoriageotecniajvc@gmail.com



UNIVERSIDAD CÉSAR VALLEJO

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

Declaratoria de Autenticidad del Asesor

Yo, VILLAR QUIROZ JOSUALDO CARLOS, docente de la FACULTAD DE INGENIERÍA Y ARQUITECTURA de la escuela profesional de INGENIERÍA CIVIL de la UNIVERSIDAD CÉSAR VALLEJO SAC - TRUJILLO, asesor de Tesis titulada: "Adición de caucho reciclado en las propiedades físico-mecánicas en adoquines ecológicos para pavimento de tránsito liviano en Trujillo, 2022", cuyos autores son AGUILAR CARRERA SIRLY LILIANA, MOYA SANTOS GEANFRANCO JOSE WILFOR, constato que la investigación tiene un índice de similitud de 20.00%, 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.

TRUJILLO, 21 de Diciembre del 2022

Apellidos y Nombres del Asesor:	Firma
VILLAR QUIROZ JOSUALDO CARLOS DNI: 40132759 ORCID: 0000-0003-3392-9580	Firmado electrónicamente por: JVILLARQ el 21-12- 2022 18:00:05

Código documento Trilce: TRI - 0498509