



UNIVERSIDAD CÉSAR VALLEJO

FACULTAD DE INGENIERÍA Y ARQUITECTURA

ESCUELA PROFESIONAL DE INGENIERÍA CIVIL

“Evaluación de las propiedades físico-mecánicas del pavimento articulado adicionando caucho reciclado para el tránsito de vehículos ligeros, Lima-2020”

**TESIS PARA OBTENER EL TÍTULO PROFESIONAL DE
INGENIERO CIVIL**

AUTOR:

Quiñones Lenes, Ricardo (ORCID: 0000-0002-3881-3117)

ASESOR:

Mg. Ing. Benites Zúñiga, José Luis (ORCID: 0000-0003-4459-494X)

LINEA DE INVESTIGACIÓN

Diseño de Infraestructura Vial

LIMA – PERÚ

2020

Dedicatoria

El presente trabajo de investigación está dedicado a todas las personas que me apoyaron en la realización del mismo, principalmente a mis padres por el apoyo incondicional que me brindaron durante toda la carrera, a mis compañeros que me dieron el apoyo necesario para llegar hasta aquí.

Agradecimiento

Agradezco principalmente a mi alma mater la Universidad César Vallejo y los profesores que cada semestre compartieron sus conocimientos, a mi asesor que gracias a sus enseñanzas y paciencia pude desarrollar y mejorar mi trabajo de investigación, a mis compañeros Antonio, Danfer y a todos que con su apoyo y consejo he podido culminar los cursos de esta hermosa carrera.

Índice de contenidos

Carátula	i
Dedicatoria.....	ii
Agradecimiento.....	iii
Índice de contenidos.....	iv
Índice de tablas.....	v
Índice de gráficos y figuras.....	vi
Resumen.....	viii
Abstract.....	ix
I. INTRODUCCION:.....	1
II. MARCO TEORICO.....	5
III. METODOLOGÍA.....	18
3.1. Tipo y diseño de investigación.....	18
3.2- Variables y operacionalización	19
3.3. Población, muestra y muestreo	19
3.4. Técnicas e instrumentos de recolección de datos.....	20
3.5. Procedimiento	21
3.6. Método de Análisis de datos.....	21
3.7. Aspectos Éticos.....	22
IV. RESULTADOS.....	23
V. DISCUSIÓN	39
VI. CONCLUSIONES	42
VII. RECOMENDACIONES	43
REFERENCIAS.....	45
ANEXOS.....	47

Índice de tablas

Tabla 1. Tipos y uso de los adoquines de concreto	15
Tabla 2. Resistencia a la compresión del concreto	16
Tabla 3. Tolerancia dimensional	18
Tabla 4. Ensayo de granulometría del A.F.	69
Tabla 5. Granulometría del caucho.....	70
Tabla 6. Contenido de humedad del A.G.....	71
Tabla 7. Contenido de humedad del A.F.....	71
Tabla 8. P.E. y absorción del A.F.....	71
Tabla 9. P.E. y absorción del A.G.....	72
Tabla 10. P.E. y absorción del caucho.....	72
Tabla 11. P.U. agregado fino.....	73
Tabla 12. P.U. agregado grueso.....	73
Tabla 13. P.U. del caucho.....	74
Tabla 14. Características del pavimento articulado.....	75
Tabla 15. Ensayos a la compresión 7 días.....	77
Tabla 16. Ensayos a la compresión 14 días.....	78
Tabla 17. Ensayos a la compresión 28 días.....	79
Tabla 18. Ensayos a la flexión.....	80

Índice de gráficos

Gráfico 1. Medidas del pavimento articulado (ancho).....	75
Gráfico 2. Medidas del pavimento articulado (longitud).....	75
Gráfico 3. Medidas del pavimento articulado (altura).....	76
Gráfico 4. Medidas del pavimento articulado (peso).....	76
Gráfico 5. Resistencia a la compresión 7 días.....	77
Gráfico 6. Resistencia a la compresión 14 días	78
Gráfico 7. Resistencia a la compresión 28 días	79
Gráfico 8. Resistencia a flexión.....	80

Índice de figuras

Figura 1. Reciclaje y modificación de caucho en forma primaria	56
Figura 2. Tipos de adoquines	66
Figura 3. Mapa de región Lima.....	66
Figura 4. Mapa político del Perú.....	66
Figura 5. Mapa del distrito de Cercado de Lima.....	67
Figura 6. Ubicación del distrito de Cercado de Lima.....	67
Figura 7. Características del pavimento articulado.....	74
Figura 8. Ensayo a la compresión.....	77
Figura 9. Ensayo a la flexión.....	80

Resumen

El presente trabajo de investigación tuvo como objetivo general determinar el comportamiento del pavimento articulado elaborado con caucho reciclado con respecto a sus propiedades físico-mecánicas para el tránsito vehicular ligero cuya finalidad esperada era que mejore la resistencia a la compresión y flexión brindando así un mejor uso para pavimentos articulados. En esta investigación aplicada se usó el método experimental, realizando una recolección de datos para adquirir nuevos conocimientos con respecto a la resistencia a la compresión y flexión. Primero se desarrolló los ensayos de control de calidad de los agregados para el diseño, el cual se usó para la fabricación de los adoquines, luego se realizó el diseño de mezclas para los adoquines, entonces se elaboró los 4 tipos de adoquines: convencional, con reemplazo del 3%, 6% y 9% de volumen del agregado con caucho reciclado, para posteriormente someterlos a los ensayos, donde se evaluó la resistencia a la flexión y a la compresión. Luego de los realizar los ensayos, se demostró que las propiedades del pavimento articulado con un 3% cumple la resistencia a la compresión establecida en la NTP 399.611, los pavimentos articulados con el 6% de reemplazo alcanzaron solo el 95% de resistencia a la compresión indicada en la norma, a su vez los pavimentos articulados con un 9% de reemplazo de caucho alcanzaron el 85% de la resistencia mínima a la compresión que nos indica la norma.

Palabra clave: Pavimento articulado, caucho reciclado, compresión, propiedades físico-mecánicas.

Abstract

The general objective of the present research work was to determine the behavior of the articulated pavement made with recycled rubber with respect to its physical-mechanical properties for light vehicular traffic whose expected purpose was to improve the resistance to compression and flexion, thus providing better use for articulated floors. In this applied research, the experimental method was used, collecting data to acquire new knowledge regarding compressive and flexural strength. First, the quality control tests of the aggregates were developed for the design, which was used for the manufacture of the paving stones, then the design of mixtures for the paving stones was carried out, then the 4 types of paving stones were elaborated: conventional, with replacement of 3%, 6% and 9% by volume of the aggregate with recycled rubber, to later submit them to tests, where the resistance to bending and compression was evaluated. After carrying out the tests, it was shown that the properties of the articulated pavement with 3% comply with the compressive strength established in NTP 399.611, the articulated pavements with 6% replacement reached only 95% compression resistance indicated in the standard, in turn the articulated pavements with a 9% replacement of rubber reached 85% of the minimum resistance to compression indicated by the standard.

Keyword: Articulated flooring, recycled rubber, compression, physical-mechanical properties.

I. INTRODUCCIÓN

El adoquín ha sido uno de los materiales más empleados para construcción de vías durante décadas, puesto que cuando se edificaron los caminos Romanos se emplearon componentes de piedra trabajada de tal manera que la extensión quede llana, a continuación, se crearon los adoquines de concreto que hasta el día de hoy se usa por su gran resistencia al desgaste. A pesar de que en la actualidad ya existe el pavimento flexible y rígido no se ha podido sustituir al pavimento articulado, entonces es forzoso buscar otra materia base que además de servir para la producción de adoquines, ayude a cuidar el medio ambiente, tal es el caso del caucho obtenido a partir de llantas recicladas, puesto que debido al incremento del parque automotor ha ido en aumento estos residuos, en la necesidad de reciclarlos y hacer la reutilización de ser el caso. ¹

Por ejemplo, con respecto a la minería en Chile, el mayor problema de las llantas en desuso o también llamados fuera de uso (NFU o NFUs). Según estadísticas de la CONAMA (Comisión Nacional del Medio Ambiente), allí, más de 1000 llantas, de 2700 Kg de peso promedio, son desechadas mensualmente. En el espacio de un año, se acopian aproximadamente doce mil toneladas de restos que se suman a los que ya existen en los botaderos que lo rodea, conforme a evaluaciones, las 60 mil toneladas. ²

Nuestro país no es ajeno a este problema, se sabe que en diversas zonas se hace costumbre acopiar llantas en las azoteas o botaderos que se encuentran cerca de las viviendas, luego en épocas donde hay lluvias se crean pozas contrahechas en su interior, creandose lugares perfectos para la propagación del insecto *Aedes Aegypti* que es el mayor transmisor del dengue en el Perú. ³

¹ CUZCO, A. *Análisis comparativo de las propiedades mecánicas entre el adoquín convencional y el adoquín de caucho*. Quito: Universidad Central del Ecuador, 2015.

² YDROGO, M. *Resistencia a la compresión del adoquín convencional tipo I $f'c=290Kg/m^2$, adicionando caucho al 5% y 10% como agregado fino*. Cajamarca: Universidad Privada del Norte, 2019

³ MAGALLANES y Guillén. *Experiencias en el tratamiento de neumáticos fuera de uso en Iberoamérica*. Lima: Congreso de la Republica, 2014

En la actualidad, buscamos que los productos más utilizados tengan en su estructura materiales que puedan ser reciclados, y con esto, buscar aliviar la gran cantidad de residuos sólidos que generamos de forma constante. Lo que se intenta con el presente trabajo de investigación es proponer un tipo de adoquín adicionando caucho reciclado para la ciudad de Lima, como una solución ambiental en busca de suprimir este tipo de desperdicio, ya que si son quemados desprenden grandes cantidades de gases y humos con un alto contenido de sustancias tóxicas, este proyecto tiene como enfoque ser sostenible y amigable con el medio ambiente.

Problema general

¿De qué manera será el comportamiento del pavimento articulado adicionando caucho reciclado con respecto a sus propiedades físico-mecánicas para pavimento vehicular ligero en Lima-2020?

Problemas específicos

¿De qué manera influye el caucho reciclado en las propiedades físicas del pavimento articulado en Lima-2020?

¿Cómo afecta el caucho reciclado en las propiedades mecánicas del pavimento articulado en Lima-2020?

¿Cuál es el impacto que tiene el caucho reciclado en la trabajabilidad y consistencia del mortero del pavimento articulado en Lima-2020?

¿Qué incidencia tiene el caucho reciclado en la permeabilidad del pavimento articulado en Lima-2020?

La justificación social, de esta investigación nos ayudara con el fin de proponer una nueva alternativa de pavimento articulado adicionando caucho reciclado así reducir los desechos de llantas ya que su consumo es muy elevado y su óptima anulación como su proceso de biodegradación es muy lenta.

La justificación teórica de esta investigación busca la aplicación de conocimientos básicos para realizar el diseño de mezcla del pavimento articulado adicionando materiales como caucho reciclado con el objetivo de cumplir con los requerimientos estipulados en la N.T.P. 399.611 en donde nos indica las propiedades físico-mecánicas como la resistencia a la compresión y al desgaste, absorción de agua.

La justificación práctica, de esta investigación nos servirá de ayuda en caso se requiera tener un adoquín con un porcentaje de material reciclado, ya que al usar el material mencionado obtendremos un pavimento articulado que cumpla las propiedades físicas y mecánicas que nos indica la N.T.P.

Justificación metodológica de este trabajo de investigación se desarrolla con el fin de que sea de fácil entendimiento, ayudando a los estudiantes sirviendo como un trabajo base para que puedan realizar diferentes y nuevas técnicas de diseño y presentar una nueva alternativa de adoquín para el uso en los pavimentos articulados, consiguiendo la disminución de desechos de llantas y así obtener productos ecológicos.

Objetivo general

Determinar el comportamiento del pavimento articulado elaborado con caucho reciclado con respecto a sus propiedades físico-mecánicas para pavimento vehicular ligero en Lima-2020

Objetivos específicos

Estimar la influencia del caucho reciclado en las propiedades físicas del pavimento articulado en Lima-2020.

Evaluar la influencia del caucho reciclado en las propiedades mecánicas del pavimento articulado en Lima-2020.

Determinar la influencia del caucho reciclado en la trabajabilidad y consistencia del mortero del pavimento articulado en Lima-2020

Calcular la incidencia del caucho reciclado en la permeabilidad del pavimento articulado en Lima-2020

Hipótesis general

La aplicación del caucho reciclado mejora las propiedades físico-mecánicas del pavimento articulado para pavimento vehicular ligero en Lima-2020

Hipótesis específicas

El caucho reciclado influye en las propiedades físicas del pavimento articulado en Lima-2020

El caucho reciclado afecta en las propiedades mecánicas del pavimento articulado en Lima-2020

El caucho reciclado tiene un impacto negativo en la trabajabilidad y consistencia del mortero del pavimento articulado en Lima-2020

El caucho reciclado tiene una incidencia significativa en la permeabilidad del pavimento articulado en Lima-2020

II. MARCO TEÓRICO

Ydrogo (2019), en su trabajo de investigación para optar por el título profesional de Ingeniero Civil, titulado ***“Resistencia a la compresión del adoquín convencional tipo I féc.=290 kg/cm², adicionando caucho al 5% y 10% como agregado fino”***, de la Universidad Privada del Norte. Tuvo como **objetivo de investigación** determinar la resistencia a la compresión del adoquín convencional y otros elaborados adicionando caucho al 5% y 10% como agregado fino. Fue un estudio experimental, la **población** de estudio fueron los adoquines y tomó como **muestra** los 54 adoquines hechos de concreto con adición de dos niveles de caucho, ensayados a las edades de 7, 14 y 28 días, los **instrumentos** empleados fueron los protocolos y la observación directa. Los principales **resultados** fueron que los adoquines con un 5% de caucho reciclado presentaban una resistencia parecida a lo establecido como mínimo en la NTP 399.611 que es de 31Mpa (320kg/cm²) para adoquín de tipo I y que el adoquín con el 10% de caucho no cumple con el mínimo establecido. Se **concluyó** que es factible utilizar el 5% de caucho reciclado ya que no varía la resistencia sustancialmente.

Rey (2018), en su trabajo de investigación para optar por el título profesional de ingeniero civil, titulado ***“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”***, de la Universidad Privada del Norte. Tuvo como **objetivo de investigación** contrastar las propiedades físico – mecánica de adoquín con polipropileno y caucho al 10% y 15% de reemplazo del agregado grueso para su utilización en tránsito liviano en pavimentos articulados en la ciudad de Cajamarca. Fue un **estudio** de tipo experimental, la **población** fue un conjunto de adoquines convencionales de concreto, un conjunto de adoquines elaborados con 10% y 15% polipropileno y de caucho y se tomó como **muestra** 12 unidades de adoquines de concreto convencional, además 18 unidades de adoquines con polipropileno y caucho de 10%y 15%, los **instrumentos** empleados fueron las fichas de recolección y análisis de datos. Los principales **resultados** fueron que los adoquines con reemplazo de 15% de caucho no logro la resistencia mínima que especifica la N.T.P y que la tensión del adoquín con polipropileno es mal alta que la del

adoquín convencional, también que la tensión en los adoquines con caucho cumple con las expectativas. Se **concluyó** que las propiedades físico-mecánicas de los adoquines con polipropileno al 10% presentan mejores características en comparación a los adoquines patrón y los adoquines con el 10% y 15% de caucho, así mismo los adoquines con el mínimo del 10% de caucho reemplazo no cumplen los requerimientos mínimos.

Ledezma y Yauri (2018), en su trabajo de investigación para optar por el título profesional de Ingeniero Civil, titulado ***“Diseño de mezcla del concreto para elaboración de adoquines con material reciclado de neumáticos en la provincia de Huancavelica”***, de la Universidad Nacional de Huancavelica, tuvo como **objetivo de investigación** establecer la influencia del material reciclado de llantas en la resistencia a la tensión y compresión, en el diseño de mezcla del concreto para la preparación de adoquines en la provincia de Huancavelica. Fue un **estudio** tipo aplicativo y experimental, la **población** de estudio fue la mezcla de concreto para adoquín con y sin material reciclado de neumáticos, la **muestra** fue 1 unidad de mezcla de concreto sin material de neumático y 4 unidades de mezcla de concreto con determinado porcentaje de material reciclado de neumático, los **instrumentos** empleados fueron a través de la observación directa, así mismo se usó las fichas de recolección de datos. Los principales **resultados** fueron que a medida se fue añadiendo más material de caucho en cada mezcla de concreto disminuye la resistencia a la compresión y no cumple los parámetros de acuerdo a la N.T.P., así mismo la resistencia a la flexión es muy baja. Se **concluyó** que el uso de partículas de llanta en una mezcla de concreto reduce la capacidad de la resistencia a la flexión y compresión, según pautas de la N.T.P.

Cuzco (2015), en su trabajo de investigación para optar por el título profesional de Ingeniero Civil, titulado ***“Análisis comparativo de las propiedades mecánicas entre el adoquín convencional y el adoquín de caucho”***, de la Universidad Central del Ecuador, tuvo como **objetivo de investigación** estudiar y confrontar las propiedades mecánicas del adoquín convencional y el adoquín elaborado con caucho producto de la trituración de las llantas recicladas. Fue un **estudio** de tipo aplicativo y experimental, la población fue los

adoquines y la muestra un conjunto de adoquines de hormigón y de caucho, los **instrumentos** empleados fueron fichas de recolección de datos, la observación directa y bibliografías. Los principales **resultados** que el adoquín de caucho ofrece propiedades adicionales en comparación al adoquín de concreto que es la elasticidad, consecuentemente, es capaz de absorber mayor cuantía de energía y una vez que acaba la carga que lo altera recupera su forma original, así garantiza que el pavimento tenga un mayor tiempo de vida útil, así mismo para la producción de un adoquín de 8"x8" se necesita dos llantas de aro 14, medidas que son las más usadas. Se **concluyó** que, al realizar un presupuesto de los dos tipos de pavimentos en estudio, pese a que el adoquín con adición de caucho muestra magnas ventajas, este resulta tres veces más costoso que el adoquín convencional ya que es un material que actualmente no existe mucha demanda y recién está saliendo al mercado.

Pérez (2017), en su trabajo de investigación para obtener el título profesional de Ingeniero Civil, titulado ***"Estudio para caracterizar una mezcla de concreto con caucho reciclado en un 5% en peso comparado con una mezcla de concreto tradicional de 3500 PSI"***, de la Universidad Católica de Colombia, tuvo como objetivo de investigación determinar el concreto de 3500 psi con mezcla de grano de caucho al 5% de material particulado fino y grueso en diferentes porcentajes, comparado con una mezcla tradicional. Fue un **estudio** de tipo experimental, la muestra de estudio fue una mezcla de concreto convencional y una mezcla de concreto con un porcentaje de caucho reciclado, los instrumentos utilizados fueron las fichas de recolección de datos de acuerdo a cada ensayo realizado. Los principales **resultados** fueron que las muestras de concreto modificado con grano de caucho difirieron más en resquebrajarse, mostrando fracturas endebles y escasa separación de materiales, esta conducta se le imputa a la mayor capacidad de impregnación de energía que presenta el concreto adicionado con caucho. Se concluyó que la sustitución de caucho reciclado elimina la falla catastrófica del concreto ya que en la muestra de concreto convencional se observó que la primera grieta se propagó inmediatamente en cambio al compuesto con caucho reciclado conservó los lados de las grietas unidas, así mismo el concreto con adición de caucho reciclado presenta buenas características a las deformaciones y le otorgó un

peso menor en comparación al concreto tradicional.

Izurieta y Rodríguez (2018), en su trabajo de investigación para optar el título de Arquitecto, titulado *“Elaboración de un adoquin para revestimiento de camineras, a partir del plástico PET 1 y el caucho reciclado”*, de la Universidad Laica Vicente Rocafuerte de Ecuador, tuvo como **objetivo de investigación** elaborar un adoquin de caucho y plástico PET 1 reciclados para revestimiento de vías en parques. Fue un **estudio** de tipo aplicada y experimental, la población de estudio estuvo conformada por los usuarios del producto y la **muestra** fue de cien personas seleccionadas aleatoriamente que harían uso del producto objeto de la investigación, los instrumentos empleados fueron investigaciones bibliográficas y ficha de recolección de datos. Los principales resultados fueron que el adoquin tradicional cumplió con las características indicadas en la norma, el adoquin que contenía plástico PET 1 resulto ser menos pesado que el convencional y con la adecuada resistencia según la norma, el adoquin con contenido de caucho demostró ser muy poroso y no cumpliendo con la resistencia requerida en la norma. Se **concluyó** que queda como alternativa el uso de PET1 el cual se relaciona con la piedra quedando descartando el uso de caucho al ser maleable en relación con la arena, esto demuestra que con el uso del PET1 el adoquin consta de una superficie lisa y son deformaciones al igual que el adoquin tradicional.

Zhou (2014), in his research entitled *“Recycled tires as coarse aggregate in concrete pavement mixtures”*, from the B.S., northeast Forestry University, its research **objective** was examine the main effects of cumulative the proportion of coarse aggregates and analyze the compressive forte of the concrete, the flexural forte, the permeability, the modulus of elasticity and the struggle to cold of the material as well as the thawing; and to regulate the optimum proportion of standby of coarse aggregates with recycled rubber particles for the preparation of mixtures in the use of pavements, the **instruments** used were bibliographic investigations, data collection sheets. The main **results** the chemical mix dosage varied from pre-approved CDOT Class P concrete to mix proportions, with more than 20% coarse aggregate replacement. For the 10% replacement mix, the chemical mix doses remained consistent with the previously approved mix ratio.

All hardened concrete property test results were obtained with the average of the test samples. It was **concluded** eleven concrete mixes were considered, grouped, and verified for both new concrete possessions include settling, temperature, air gratified, and unit heaviness. The properties of hardboiled concrete contain compressive forte, ductile forte, flexural forte, wild chloride. Ion penetration, freeze / thaw strength (in phase 1) and compressive forte and modulus of elasticity.

Las virutas de llantas se pueden usar como reemplazo parcial de agregado grueso en mezclas de pavimento de concreto. La mezcla con el 10% de agregado grueso reemplazado tuvo mejor rendimiento en comparación con la mezcla con el 20% de caucho reciclado, la trabajabilidad de todas las mezclas fue baja. Se recomienda realizar pruebas adicionales para evaluar la incorporación de cenizas volantes para mejorar la caída del hormigón.

Hegazi (2014), in their research article entitled *“Evaluation of cold weather performance of rubber modified asphalt placed in Ontario”*, from the university of Waterloo. Its **research objective** was to conduct a literature evaluation on the present use of RMA in roadways nationally and globally y discusses the viability of the use of RMA in Canada as associated to the United States, and get deductions and references founded on the examined consequences, the **instruments** used data collection sheets, were bibliographic, standards and laboratory investigations. The main **results** were that the road under study was paved using two different types of mixtures, the first HMA convection mixture and the other field rubber mixture. These two types of mixes were intended to apply the experience of the highest circulation load on the road. Comparable to the additional roads the assembly of the road was not known and so the similar molds were made concerning the thickness of the coatings and the use of the AASHTO93 method of calculating the pavement structure. It was **concluded** that an asphalt that has been modified with recycled rubber can also demonstrate other benefits such as flex. These benefits make the pavement perform better in footings of the level of serviceability for users. The benefits of recycled rubber-altered asphalt include, for example, reduced noise from tires caused by light and heavy vehicles moving on the road, decreased splashing

through wet climate, and augmented friction to help stop ensure the roads are safer.

Los resultados del análisis de AASHTO mostraron que, como estructura, los pavimentos de asfalto modificado con caucho funcionaron tan bien como la mezcla convencional de HMA cuando se evalúa el índice de rugosidad internacional, la deformación permanente y el agrietamiento de fondo durante una vida útil de 40 años. Sin embargo, el rendimiento de la goma se determinó que el asfalto en términos de craqueo térmico es mejor que el del HMA convencional. De estos resultados se puede concluir que la adición de caucho no disminuye el rendimiento del caucho y funciona al mismo nivel que el HMA convencional, sin embargo, el beneficio adicional del caucho no se modela a través de este software y las mezclas de goma probablemente superarían al HMA convencional si las entradas se cambiaron para reflejar las propiedades del material de goma en la mezcla.

Alfayez (2018), in their research article entitled *“Eco-efficient preplaced recycled aggregate concrete incorporating recycled tire waste rubber granules and steel wire fibre reinforcement”*, from The University of Western Ontario, its research **objective** was to investigate the elevating the awareness on the negative environmental impact of positioning tire waste and the potential of valorizing it in construction manufacturing applications, presenting green concrete technology having superior ability to use large capacities of recycled concrete aggregate (from demolition waste) and recycled tire waste, exploring key engineering properties of the eco-efficient concrete shaped in order to inspire the construction manufacturing to implement it, while having sureness in its powered strength and durability, the **instruments** used were bibliographic investigations, standards and laboratory investigations and bibliographic investigations. The main **results** were that the compressive strength test decreased with increasing tire rubber. The reduction rate varied between 10% and 30% depending on the level of replacement: the incorporation of the steel wire waste also showed a decrease in the compressive strength test, probably due to the fact that the steel wire residue it obstructs the grout’s filling effect, which resistance when including up to 30% of tire residues and 0.5% of the steel

wire fibers of the rim, while it could reach a resistance to 20Mpa compression adding up to half of tire rubber granules and 0.5% of steel wire scrap. This proposals us a extremely eco-efficient alternative for the elaboration of multiple road and substructure works. It was **concluded** that this research work explored the performance of concrete with ecological aggregate, pre-replaced and recycled incorporated as aggregate rubber granules of tires and fiber of steel wires product of recycled tires. This material is intended to create new environmentally friendly control technologies for pavements, sidewalks, crash barriers, partition walls and building exteriors that offer little material and placement energy with a high recycled content, a small dose of cement material and substantial saving in labor and energy in general.

Los resultados indican que la incorporación de partículas de caucho para neumáticos disminuyo significativamente las propiedades mecánicas como se esperaba. La adición de alambre de acero de llantas de desecho mejoro la tensión y comportamiento a la flexión, limitando la caída en la resistencia a la compresión y el módulo de elasticidad debido la inclusión de caucho y mejoro la tenacidad general y el comportamiento posterior a la fisuración. En consecuencia, la tecnología eco eficiente propuesta puede implementarse para hacer duradera y hormigón sostenible. Sin embargo, todavía es necesario realizar mas investigaciones para mejorar la fuerza de este hormigón eco eficiente; por ejemplo, mediante la adición de materiales cementosos efectivos.

Magallanes y Guillén (2014), en su artículo de investigación titulado ***“Experiencias en el tratamiento de neumáticos fuera de uso en Iberoamérica”***, del informe de investigación N° 61/2014-2015, tuvo como **objetivo de investigación** busca alternativas para el aprovechamiento de los residuos sólidos especiales, como son los neumáticos, con la finalidad de proporcionar información que pueda servir de apoyo, fue un **estudio** tipo experimental, los **instrumentos** empleados fueron ficha de recolección de datos, bibliografías de investigación en laboratorios y libros. Los principales **resultados** fueron que existe un inadecuado manejo de los neumáticos fuera de uso (NFU) y esto constituye un serio problema ambiental desde hace varios años,

generando a su vez riesgos en la salud de las personas. Se **concluyó** que en el Perú no se cuenta de un marco legal determinado para la gestión de desechos sólidos especiales como son los NFU, por ello esencialmente su tratamiento se maneja por la Ley General de Residuos Sólidos.

Farfán (2018), en su artículo de investigación titulado “**Caucho reciclado en la resistencia a la compresión y flexible de concreto modificado con aditivo plastificante**”, de la Universidad César Vallejo, Trujillo, Perú. Tuvo como **objetivo de investigación** elaborar un concreto con material reciclado y así disminuir considerablemente los recursos durante el proceso de fabricación de los componentes, se evaluaron las resistencias a compresión y flexión en concreto de 210 Kg/cm² usando en su composición caucho reciclado de 5%, 10% y 15%, fue un **estudio** de tipo aplicada y experimental, los **instrumentos** empleados fueron investigaciones de laboratorios, fichas de recolección de datos y normas. Los principales **resultados** fueron, el ensayo a la resistencia a la compresión, la mezcla de concreto con aditivo plastificante alcanzo la resistencia esperada, para las muestras con diferentes contenidos de caucho estuvieron hasta 29% por debajo de la resistencia de diseño. Se **concluyó** que el porcentaje óptimo de caucho reciclado para lograr la resistencia máxima a la compresión de concreto es de 5%, así mismo el porcentaje óptimo de caucho reciclado para lograr la máxima resistencia a la flexión es de 10%.

A continuación, se hará mención a algunos conceptos relacionados al tema, así poder comprender el proyecto de investigación.

Caucho reciclado, se entiende por reciclaje al reprocesado de los materiales de los restos cuando se ejecute como proceso productivo con objeto de consignar esos materiales a los mismos fines a los que se destinaban originalmente o a otros distintos, excluyendo la recuperación de la energía. Para enfrentar el problema medioambiental varios países han empezado a regular la gestión de los residuos de llantas usadas. ⁴

⁴ RAE 2020

Caucho natural, es un producto derivado del látex que crean algunas variedades vegetales como defensa ante heridas en la corteza de su tronco. Es una mixtura de grasas, hidrocarburos, ciertas proteínas y azúcares de origen vegetal. Dependiendo de la especie vegetal el caucho está presente en un 80% y un 95% siendo principalmente un polímero del isopreno.⁵

Caucho reciclado, obtenido de llantas usadas se identifican por estar formados por muchos materiales como son acero, caucho y tejido de poliamida o poliéster, dentro de una composición compleja. Al reciclar las llantas se separan las partículas para obtener las partículas que presentan mayor adición con el concreto.⁶

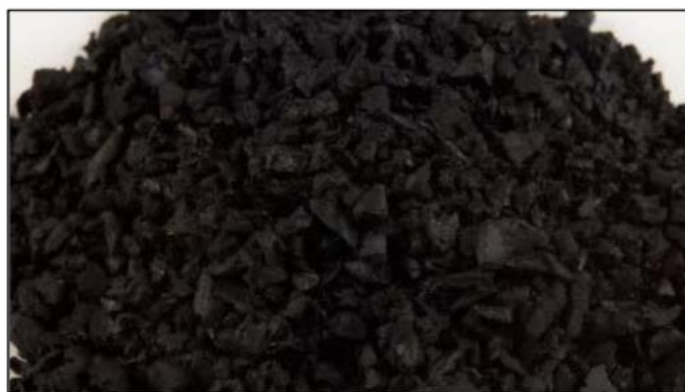


Figura 1. Reciclaje y modificación de caucho en forma primaria

Fuente: (Guillen, 2015)

Pavimento articulado, Según el instituto del Cemento y del Concreto de Guatemala, precisa como pavimento articulado a la capa de rodamiento constituida por elementos uniformes compactos de concreto, denominados adoquines, que se instalan ensamblados y que, gracias a su entrelazado y a la distribución de sus lados laterales, consienten una transmisión de cargas desde el elemento que las absorbe hacia diferentes de sus contiguos, trabajando sólidamente y sin posibilidad de desmontaje individual.⁷

⁵ PEREDA y Cubas. *Investigación de los asfaltos modificados con el uso de caucho reciclado de llantas y su comparación técnico-económico con los asfaltos convencionales*. Trujillo, Perú: Universidad Privada Antenor Orrego, 2015

⁶ CANTANHEDE, Estado del arte del manejo de llantas usadas en las Américas. Lima, Perú: Centro Panamericano de Ingeniería Sanitaria y Ciencias del Ambiente, 2002

⁷ ICCG, guía de instalación de adoquines de concreto. Instituto del cemento y del concreto de Guatemala, 1998

Adoquin, es una piedra trabajada, puede ser de concreto u otro material en forma de un prisma para uso de pavimentos.⁸



Figura 2. Tipos de adoquines

Fuente: <https://www.pacasmayo.com.pe>

Adoquines de concreto, son piezas rectangulares de concreto simple que en su fabricación han pasado por un proceso de vibro compactación, asegurando un tránsito más rápido, seguro, confortable, además de presentar un menor costo y poseer un mejor comportamiento ante las lluvias.⁹

Tabla 1. Tipos y uso de los adoquines de concreto

TIPO	USO
I	Adoquines para pavimentos de uso peatonal
II	Adoquines para pavimentos de tránsito vehicular ligero
III	Adoquines para tránsito vehicular pesado, patios industriales y de contenedores

Fuente: RNE – CE.010, 2010

Ensayo de resistencia a la compresión, esta es la propiedad más frecuente de desempeño que manejan los expertos para plantear incomparables tipos de estructuras. Los resultados de los ensayos de resistencia a la compresión se manejan principalmente para demostrar que la mezcla de concreto entregada

⁸ MINISTERIO de transportes y comunicaciones. Glosario de términos de uso frecuente en proyectos de infraestructura vial, Lima, Perú, 2008

⁹ WIKIPEDIA, 2020

cumpla con la resistencia descrita de los proyectos y además acepta estimar otras medidas de diseño tales como resistencia al corte, resistencia a la tracción, módulo de elasticidad, resistencia al corte, etc.¹⁰

Ensayo de resistencia a la compresión, nos ayudara a determinar la densidad aparente del hormigón en estado fresco o concreto recién mezclado, así mismo la mayoría de valores empleados están en pulgadas-libra, en todo caso dependiendo de la unidad que se use según características de cada diseño pueden ser mediante las unidades SI.¹¹

Ensayo de resistencia a la compresión, este tipo de ensayo consiste en colocar una muestra cilíndrica en una prensa al que se dejara aplicar una fuerza hasta que la muestra o testigo presente roturas.¹²

Tabla 2. Resistencia a la compresión

TIPO	ESPEJOR (mm)	PROMEDIO (Mpa)	MÍNIMO (Mpa)
I	40	31	28
I	60	31	28
II	60	41	37
II	80	37	33
III	100	35	32
III	≥80	55	50

Fuente: RNE – CE.010, 2010

Trabajabilidad, es la característica del concreto en estado fresco la cual establece su capacidad para ser mezclado, manipulado, transportado, colocado y consolidado convenientemente, con un máximo de homogeneidad y un mínimo

¹⁰ OSPINA, H. Valoración de propiedades mecánicas y de durabilidad de concreto adicionado con residuos de llantas de caucho. Tecnología de Concreto. Bogotá, Colombia Escuela Colombiana de ingeniería Julio Garavito, 2014

¹¹ NTG 41017 h5, 2010, p3

¹² MINISTERIO de transportes y comunicaciones, Glosario de términos de uso frecuente en proyectos de infraestructura vial, Lima, Perú, 2008, p.19

de trabajo; así como para ser acabado sin que se presente segregación.¹³

Trabajabilidad, es la facilidad con que las mezclas de pavimentación y de otras obras de infraestructura vial pueden ser colocadas y compactadas.¹⁴

Trabajabilidad, del concreto se puede definir como la propiedad de determinar el esfuerzo requerido para manipular una cantidad de mezcla de concreto fresco, en otras palabras, la trabajabilidad es esa característica que tiene el concreto fresco que sea fácil de manejar y contraer, sin un riesgo apreciable de segregación.¹⁵

Permeabilidad, es la capacidad de un material para admitir que un fluido lo atraviese sin alterar su estructura interna. La velocidad con la que un fluido atraviesa el material depende de tres factores básicos como: La porosidad, viscosidad y la presión a que está sometido el fluido.¹⁶

Permeabilidad, en el concreto se describe a la cuantía de migración de agua u otras sustancias líquidas por los poros del material en un tiempo específico; y así ser el resultado de la estructura de la porosidad en la pasta de concreto, la hidratación o la asociación con la liberación de calor o calor de hidratación y evaporación del agua de mezcla, la temperatura del concreto y la formación de cavidades y grietas por contracción plástica en el concreto durante el tiempo de fraguado.¹⁷

Permeabilidad, según la RAE nos dice que es un material que puede ser traspasado por el agua u otro fluido, se afirma que es un material permeable se deja pasar a través de él una cantidad estimable de fluido en un lapso dado.¹⁸

¹³ SENCICO, Manual de preparación, colocación y cuidados del concreto. Lima, Perú, 2014

¹⁴ MINISTERIO de transportes y comunicaciones, Glosario de términos de uso frecuente en proyectos de infraestructura vial, Lima, Perú, 2008, p.22

¹⁵ GOMEZ, J. Colocación del concreto bajo clima caluroso. Bogotá, Colombia, 2016

¹⁶ MINISTERIO de transportes y comunicaciones, Glosario de términos de uso frecuente en proyectos de infraestructura vial, Lima, Perú, 2008, p.16

¹⁷ VELEZ, L. Permeabilidad y porosidad en concreto. Medellín, Colombia, 2010

¹⁸ RAE, 2020

Propiedades físicas, son aquellas que se pueden medir sin que afecte la estructura del material, las dimensiones del adoquin son: longitud, ancho y espesor. Según la N.T.P. 399.611, existe una lista de conceptos relacionados a las propiedades físicas del adoquin:

Dimensiones de fabricación, son aquellas dimensiones acogidas por el fabricante.

Dimensiones efectivas, son aquellas que se consiguen por medidas directa realizada sobre el adoquin.

Dimensiones nominales, son las dimensiones establecidas en la Norma Técnica Peruana para designar el tamaño del adoquin.¹⁹

Tabla 3. *Tolerancia dimensional*

Tolerancia dimensional, máx. (mm)		
Longitud	Ancho	Espesor
± 1.6	± 1.6	±1.6

Fuente: NTP 399.611

¹⁹ NTP, 2015

III. METODOLOGÍA

3.1. Tipo y diseño de investigación

Diseño de investigación

El diseño del presente proyecto de investigación es experimental, ya que se manipulará la variable caucho reciclado en tres niveles (3%, 6% y 9%) como adición del agregado fino y además se usará un control (0% de caucho) con la finalidad de mejorar las propiedades físico- mecánicas del pavimento articulado.

“El diseño experimental de un trabajo de investigación es aquel según el cual el autor manipula una variable experimental no comprobada, bajo situaciones rigurosamente controladas. Su objetivo es describir de qué modo y porque causa se produce o puede producirse un fenómeno. Busca predecir el futuro, elaborar pronósticos que una vez demostrados, se convierten en leyes y generalizaciones tendentes a extender el cúmulo de conocimientos pedagógicos y el mejoramiento de la labor educativa”.²⁰

La investigación experimental es completamente explicativa ya que su intención es manifestar que los cambios que sufrieron la variable dependiente fueron a causa de la variable independiente, trata de establecer una relación causa-efecto.

El tipo de investigación es explicativa porque se intenta valorar cómo influye las dosificaciones de caucho reciclado adicionado en la mezcla de la preparación del pavimento articulado en términos de resistencia a la compresión, módulo de rotura, análisis esfuerzo-deformación, entre otros.

El trabajo de investigación es de tipo nivel explicativo, ya que su finalidad es explicar la conducta de la variable que este en función de otra, ahí se establece la relación causa-efecto. ²¹

²⁰ STRACUZZI y Pestana. Metodología de la Investigación Cuantitativa, Caracas: Fedupel, 2010. ISBN 980-273-445-4

²¹ ESTADISTICA para la investigación, 2017. p.43

El enfoque de la presente investigación, es cuantitativa, ya que se recogerán y analizarán datos numéricos, tanto de la variable dependiente (Propiedades físico-mecánicas) e independiente (Caucho reciclado), así mismo se podrá corroborar el planteamiento de la hipótesis, tal y como se especificó al inicio de la presente investigación.

La investigación cuantitativa es secuencial, ya que sigue pasos que no se pueden eludir en la realización de la investigación y además es probatorio porque los resultados que se obtiene mostrarán si la hipótesis planteada son las correctas.²²

3.2. Variables y operacionalización

Una variable es una característica que puede fluctuar y cuya diversificación es susceptible de observarse y medirse. Se denomina variables a los constructos, características o propiedades que adquieren valores. Es un símbolo o una representación, por lo tanto, una abstracción que adquiere un valor no constante.²³

Las variables que conforman la presente investigación son:

Variable Independiente: Caucho reciclado.

Variable Dependiente: Propiedades físico-mecánicas del pavimento articulado

3.3. Población, muestra y muestreo

La población, del presente trabajo de investigación será el conjunto de adoquines convencionales de concreto y conjuntos de adoquines elaborados con 3%, 6% y 9% de caucho reciclado.

La población es la totalidad de un fenómeno de estudio, incluye la totalidad de unidades de análisis o sujetos de población que forman dicho fenómeno y que debe cuantificarse para un determinado estudio integrado un conjunto N de sujetos que participan de una concluyente característica, y se le denomina

²² FERNÁNDEZ y Baptista. Metodología de la Investigación, México D.F.: Mc Graw Hill, 2014. ISBN 978-1-4562-2396-0

²³ ESTADISTICA para la investigación, 2017, p.35

población por constituir la suma del fenómeno adscrito a una investigación o estudio.²⁴

La muestra, que se tomó son 9 adoquines de concreto convencional, además de 27 adoquines con adiciones de 3%, 6% y 9% de caucho reciclado.

La muestra es el subconjunto que representa o es parte de las particularidades de la población.²⁵

El muestreo, en el presente trabajo de investigación es no probabilístico, ya que nuestras muestras se seleccionaron en base a nuestro criterio personal.

Las muestras no probabilísticas, también llamadas muestras dirigidas, suponen un procedimiento de selección encauzado por las características de la investigación, más que por un criterio estadístico de generalización.²⁶

3.4. Técnicas e instrumentos de recolección de datos

La técnica, a manejar para el presente proyecto de investigación será la observación directa, esta técnica nos va a permitir recopilar datos que se registrarán en el laboratorio, para nuestros estudios que se realizaran.

La técnica de investigación es la manera o forma particular de obtener información o datos. Las técnicas son específicas y particulares de un método, por lo que sirve de complemento de investigación con propósitos esenciales y específicos.²⁷

Los instrumentos de esta investigación serán las fichas de recolección de información y datos.

²⁴ METODOLOGÍA de la investigación, 2014, p. 174

²⁵ METODOLOGÍA de la investigación, 2014, p. 175

²⁶ FERNÁNDEZ y Baptista. Metodología de la Investigación, México D.F.: Mc Graw Hill, 2014. ISBN 978-1-4562-2396-0

²⁷ METODOLOGÍA de la investigación, 2014, p. 176

El instrumento se define como una herramienta en la que se basa el investigador con el fin de poder recopilar y registrar innumerables datos, estos pueden ser: listas, cuestionarios y fichas.²⁸

3.5. Procedimientos

Para llevar a cabo la evaluación del adoquin con caucho reciclado con respecto a los ensayos mencionados, primero se ubicará el agregado fino y el caucho reciclado el cual se obtendrá de llantas recicladas y se procederá a separar el caucho de los demás elementos, adicionalmente se conseguirá los materiales para la preparación del adoquin como son: cemento, agua, arena. Luego se procederá a la preparación del diseño de mezcla del adoquin con adición del caucho reciclado al 3,6 y 9% en reemplazo del agregado. Se procederá a llevar a un laboratorio para realizar los ensayos de las muestras en 7, 14 y 28 días.

Al realizar los ensayos se logrará determinar los siguientes resultados, con respecto a la resistencia a la flexión, resistencia a la compresión y el ensayo a la absorción del agua,

3.6. Método de análisis de datos

Para la recopilación de datos se realizará mediante la observación directa, por medio de ello nos permitirá visualizar cada prueba, ensayado en laboratorio y tomando los apuntes correspondientes necesarios para nuestros resultados y contrastarlos con la hipótesis.

El investigador es quien deberá elegir el tipo metodológico de análisis de datos y procesarlos de manera que se asemejan a su realidad, ya sea de manera cuantitativa o cualitativa, ya que de ello dependerá la veracidad de los resultados.²⁹

²⁸ ESTADISTICA para la investigación, 2017, p. 75

²⁹ FERNÁNDEZ y Baptista. Metodología de la Investigación, México D.F.: Mc Graw Hill, 2014. ISBN 978-1-4562-2396-0

3.7. Aspectos éticos

El presente trabajo de investigación, se desarrolló con total honestidad, honradez, respeto y confianza de no haber plagiado total o parcialmente la tesis de otros autores, respetando sus aportes, todos los manuales e instrumentos que se usaron en el trabajo de investigación se ha mantenido los criterios de la guía proporcionada por la Universidad Cesar Vallejo, las citas y referencias se basaron en la Norma ISO 690 con el fin de evitar el plagio y dar el crédito a los autores de las investigaciones, los cuales fueron una herramienta útil para el desarrollo de este trabajo de investigación.

IV. RESULTADOS

4.1 Descripción de la zona de estudio

Nombre de la tesis

“Evaluación de las propiedades físico-mecánicas del pavimento articulado adicionando caucho reciclado para el tránsito de vehículos ligeros, Lima-2020”

Ubicación Política:

La zona de estudio se ubicó en la región de Lima, Provincia de Lima, Distrito de Lima en el cual tiene limitaciones con los siguientes distritos:



Figura 3. Mapa de la región Lima

Fuente: <http://lajornada-huacho.blogspot.com/2013/>



Figura 4. Mapa político del Perú

Fuente: <https://es.wikipedia.org>

Ubicación del proyecto:

Provincia y Departamento de Lima



Distrito de Cercado de Lima

Figura 5. Mapa del distrito de Cercado de Lima

Fuente: <https://es.wikipedia.org>

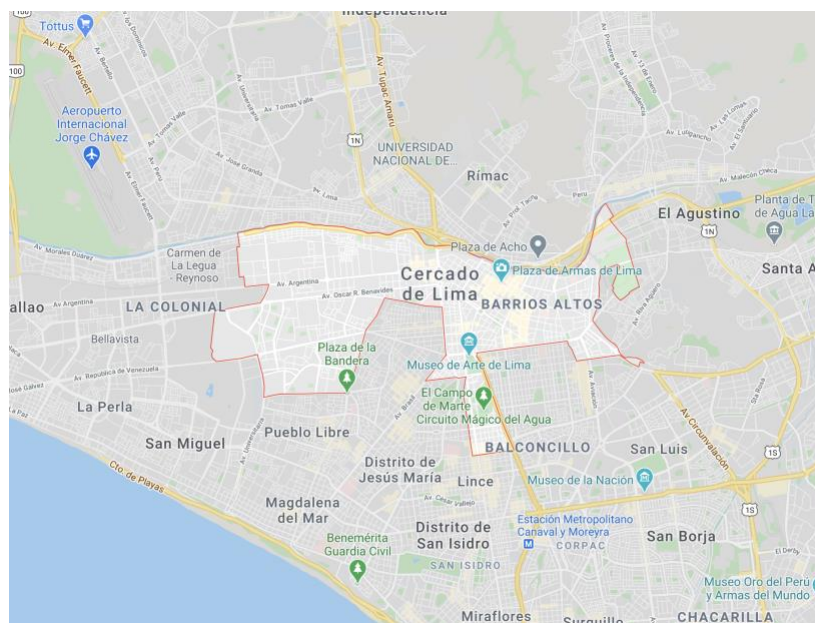


Figura 6. Ubicación del distrito de Cercado de Lima

Fuente: <https://www.google.com/maps/place/CercadodeLima>

Limita por el:

Norte: Con el distrito de San Martín de Porres y el Rímac

Sur: Con el distrito de la Victoria

Este: Con el distrito de San Juan de Lurigancho y el Agustino

Oeste: Con la provincia constitucional del Callao

Esta zona de estudio fue designada con la finalidad de aplicar los pavimentos articulados elaborados con caucho reciclado, se encuentra en el distrito de Cercado de Lima ya que es en ese distrito donde existen más plazas y el uso de adoquines es mayor en comparación con otros distritos de Lima.

Ubicación Geográfica

De manera geográfica el distrito de Cercado de Lima esta en las coordenadas Longitud $077^{\circ}41'66''$ Latitud $S12^{\circ}02'35.45''$, tiene un area aproximadamente de 21.98 Km², posee una altitud de 2.87 m.s.n.m. y hasta el 2019 contaba con una población de 289 855 hab.

Clima:

En el distrito de Cercado de Lima posee un clima tropical, según estudios la temperatura promedio es de 20 °C y su temperatura varía entre los 17.3 °C y 21.5 °C a nivel del año.

Localidad para la compra de materiales:

Los materiales para la elaboración de los adoquines serán obtenidos cerca de la zona de estudio para de esta manera disminuir los gastos por concepto de transporte, a excepción de los granos de caucho que fueron adquiridos en una empresa que está ubicada en el distrito de Ventanilla.

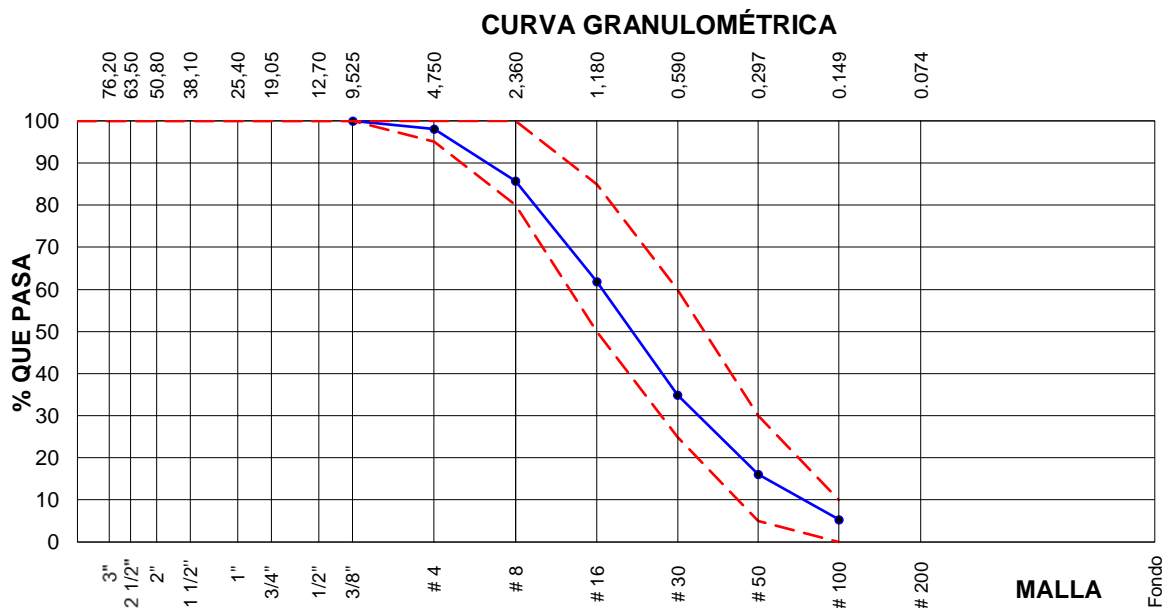
Resultado de los ensayos de laboratorio

Tabla 4. Ensayo de granulometría del AF

AGREGADO FINO ASTM C33/C33M - 18 - ARENA GRUESA							
Malla		Peso Retenido g	% Parcial Retenido	% Acumulado Retenido	% Acumulado que pasa	ASTM "LIM INF"	ASTM "LIM SUP"
4"	100.00 mm					100.00	100.00
3 1/2"	90.00 mm					100.00	100.00
3"	75.00 mm					100.00	100.00
2 1/2"	63.00 mm					100.00	100.00
2"	50.00 mm					100.00	100.00
1 1/2"	37.50 mm					100.00	100.00
1"	25.00 mm					100.00	100.00
3/4"	19.00 mm					100.00	100.00
1/2"	12.50 mm					100.00	100.00
3/8"	9.50 mm				100.00	100.00	100.00
# 4	4.75 mm	8.8	1.93	1.93	98.07	95.00	100.00
# 8	2.36 mm	56.1	12.30	14.23	85.77	80.00	100.00
# 16	1.18 mm	109.4	23.99	38.22	61.78	50.00	85.00
# 30	600 µm	122.2	26.79	65.01	34.99	25.00	60.00
# 50	300 µm	86.0	18.86	83.86	16.14	5.00	30.00
# 100	150 µm	49.1	10.77	94.63	5.37	0.00	10.00
Fondo	-	24.5	5.37	100.00	0.00	-	-
						MF	2.98
						TMN	---

Fuente: Elaboración propia

Gráfico 1. Curva granulométrica del A.F.



Fuente: Elaboración propia

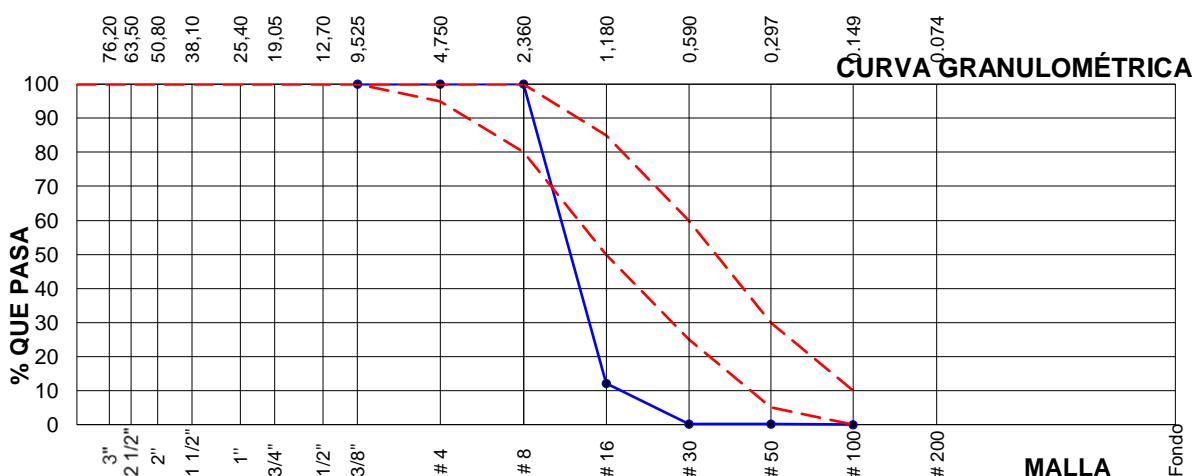
Según la N.T.P. el módulo de finura del agregado fino no debe ser menor de 2.3 ni mayor de 3.1, según el ensayo del laboratorio que se realizó a la muestra se obtuvo un módulo de fineza de 2.98.

Tabla 5. Granulometría del caucho

AGREGADO FINO ASTM C33/C33M - 18 - CAUCHO RECICLADO							
Malla		Peso Retenido g	% Parcial Retenido	% Acumulado Retenido	% Acumulado que pasa	ASTM "LIM INF"	ASTM "LIM SUP"
4"	100.00 mm					100.00	100.00
3 1/2"	90.00 mm					100.00	100.00
3"	75.00 mm					100.00	100.00
2 1/2"	63.00 mm					100.00	100.00
2"	50.00 mm					100.00	100.00
1 1/2"	37.50 mm					100.00	100.00
1"	25.00 mm					100.00	100.00
3/4"	19.00 mm					100.00	100.00
1/2"	12.50 mm					100.00	100.00
3/8"	9.50 mm				100.00	100.00	100.00
# 4	4.75 mm	0.0	0.00	0.00	100.00	95.00	100.00
# 8	2.36 mm	0.2	0.04	0.04	99.96	80.00	100.00
# 16	1.18 mm	437.8	87.79	87.83	12.17	50.00	85.00
# 30	600 µm	60.1	12.05	99.88	0.12	25.00	60.00
# 50	300 µm	0.1	0.02	99.90	0.10	5.00	30.00
# 100	150 µm	0.3	0.06	99.96	0.04	0.00	10.00
Fondo	-	0.2	0.04	100.00	0.00	-	-
						MF	3.88
						TMN	---

Fuente: Elaboración propia

Gráfico 2. Curva granulométrica del caucho.



Fuente: Elaboración propia

En el ensayo de granulometría que se realizó a una pequeña muestra del caucho se obtuvo un Módulo de finura de 3.88.

Tabla 6. *Contenido de humedad del A.G.*

CONTENIDO DE HUMEDAD DEL AGREGADO GRUESO				
ITEM	DESCRIPCION	UND.	DATOS	CANTERA
1	Peso del Recipiente	g	175.6	Trapiche
2	Peso del Recipiente + muestra húmeda	g	1213.1	
3	Peso del Recipiente + muestra seca	g	1188.3	
4	CONTENIDO DE HUMEDAD	%	2.45	

Fuente: Elaboración propia

Tabla 7. *Contenido de humedad del A.F.*

CONTENIDO DE HUMEDAD DEL AGREGADO FINO				
ITEM	DESCRIPCION	UND.	DATOS	CANTERA
1	Peso del Recipiente	g	212.2	Trapiche
2	Peso del Recipiente + muestra húmeda	g	946.1	
3	Peso del Recipiente + muestra seca	g	933.4	
4	CONTENIDO DE HUMEDAD	%	1.76	

Fuente: Elaboración propia

El contenido de humedad para el agregado fino siempre tiene una variación de 0.5 al 1.5%, según el M.T.C. E-108. A continuación, se muestra la fórmula que se utiliza para calcular el porcentaje de humedad de los agregados.

$$\%h = \left(\frac{P_h - P_s}{P_s} \right) \times 100$$

Tabla 8. *P.E. y absorción del A.F.*

	IDENTIFICACIÓN	1	2	
A	Peso Mat. Sat. Sup. Seca (SSS)	500.1	500.0	
B	Peso Frasco + agua	671.7	671.7	
C	Peso Frasco + agua + muestra SSS	986.8	987.3	
D	Peso del Mat. Seco	491.1	490.8	
	Pe Bulk (Base seca) o Peso específico de masa = D/(B+A-C)	2.655	2.662	2.658
	Pe Bulk (Base Saturada) o Peso específico SSS = A/(B+A-C)	2.703	2.711	2.707
	Pe Aparente (Base seca) o Peso específico aparente = D/(B+D-C)	2.790	2.801	2.796
	% Absorción = 100*((A-D)/D)	1.8	1.9	1.9

Fuente: Elaboración propia

Tabla 9. P.E. y absorción del A.G.

DATOS		A	B	
1	Peso de la muestra sss	1142.5	1276.3	
2	Peso de la muestra sss sumergida	708.1	790.6	
3	Peso de la muestra secada al horno	1120.7	1252.3	
RESULTADOS		1	2	PROMEDIO
PESO ESPECIFICO DE MASA		2.58	2.578	2.579
PESO ESPECIFICO DE MASA S.S.S		2.63	2.628	2.629
PESO ESPECIFICO APARENTE		2.716	2.712	2.714
PORCENTAJE DE ABSORCIÓN (%)		1.9	1.9	1.9

Fuente: Elaboración propia

Tabla 10. P.E. y absorción del caucho

DATOS		A	B	
1	Peso de la muestra sss	250	250	
2	Peso de la muestra sss sumergida	-131.4	-147.3	
3	Peso de la muestra secada al horno	250	250	
RESULTADOS		1	2	PROMEDIO
PESO ESPECIFICO DE MASA		0.655	0.629	0.642
PESO ESPECIFICO DE MASA S.S.S		0.655	0.629	0.642
PESO ESPECIFICO APARENTE		0.655	0.629	0.642
PORCENTAJE DE ABSORCIÓN (%)		0	0	0

Fuente: Elaboración propia

Tabla 11. P.U. Agregado Fino**PESO UNITARIO SUELTO**

IDENTIFICACIÓN	1	2	PROMEDIO
Peso de molde (kg)	6.268	6.268	
Volumen de molde (m3)	0.002127	0.002127	
Peso de molde + muestra suelta (kg)	9.719	9.720	
Peso de muestra suelta (kg)	3.451	3.452	
PESO UNITARIO SUELTO (kg/m3)	1622	1623	

PESO UNITARIO COMPACTADO

IDENTIFICACIÓN	1	2	PROMEDIO
Peso de molde (kg)	6.268	6.268	
Volumen de molde (m3)	0.002127	0.002127	
Peso de molde + muestra suelta (kg)	10.056	10.079	
Peso de muestra suelta (kg)	3.788	3.811	
PESO UNITARIO SUELTO (kg/m3)	1781	1792	

Fuente: Elaboración propia

Tabla 12. P.U. Agregado grueso**PESO UNITARIO SUELTO**

IDENTIFICACIÓN	1	2	PROMEDIO
Peso de molde (kg)	2.358	2.358	
Volumen de molde (m3)	0.007211	0.007211	
Peso de molde + muestra suelta (kg)	13.701	13.699	
Peso de muestra suelta (kg)	11.343	11.341	
PESO UNITARIO SUELTO (kg/m3)	1573	1573	

PESO UNITARIO COMPACTADO

IDENTIFICACIÓN	1	2	PROMEDIO
Peso de molde (kg)	2.358	2.358	
Volumen de molde (m3)	0.007211	0.007211	
Peso de molde + muestra suelta (kg)	14.001	13.993	
Peso de muestra suelta (kg)	11.643	11.635	
PESO UNITARIO SUELTO (kg/m3)	1615	1614	

Fuente: Elaboración propia

Tabla 13. P.U. del caucho

PESO UNITARIO SUELTO

IDENTIFICACIÓN	1	2	PROMEDIO
Peso de molde (kg)	6.282	6.282	
Volumen de molde (m3)	0.002127	0.002127	
Peso de molde + muestra suelta (kg)	7.075	7.048	
Peso de muestra suelta (kg)	0.793	0.766	
PESO UNITARIO SUELTO (kg/m3)	373	360	

PESO UNITARIO COMPACTADO

IDENTIFICACIÓN	1	2	PROMEDIO
Peso de molde (kg)	6.282	6.282	
Volumen de molde (m3)	0.002127	0.002127	
Peso de molde + muestra suelta (kg)	7.202	7.197	
Peso de muestra suelta (kg)	0.920	0.915	
PESO UNITARIO SUELTO (kg/m3)	433	430	

Fuente: Elaboración propia

Objetivo 1:

“Estimar la influencia del caucho reciclado en las propiedades físicas del pavimento articulado en Lima-2020”



Figura 7. Características del pavimento articulado

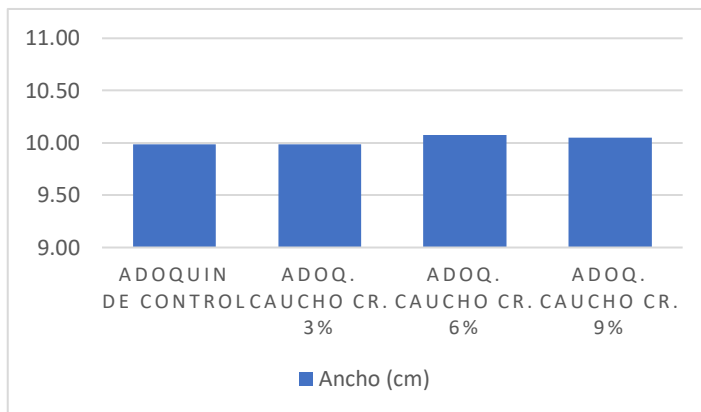
Fuente: Elaboración propia

Tabla 14. Características del pavimento articulado

IDENTIFICACIÓN	ANCHO (cm)	LONGITUD (cm)	ALTURA (cm)	PESO (g)	ÁREA BRUTA (cm ²)
ADOQUIN DE CONTROL	9.99	20.03	8.02	3821.33	200.00
ADOQ. CAUCHO CR. 3%	9.99	20.00	8.03	3702.33	199.73
ADOQ. CAUCHO CR. 6%	10.07	19.99	8.04	3658.33	201.37
ADOQ. CAUCHO CR. 9%	10.05	20.03	8.01	3570.00	201.34

Fuente: Elaboración propia

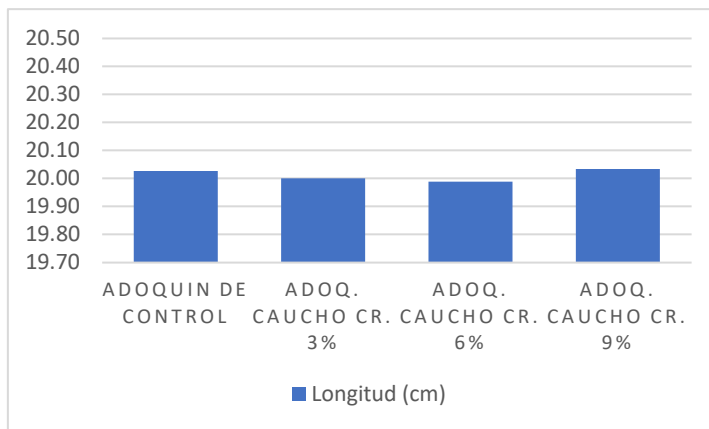
Gráfico 1. Medidas del pavimento articulado (Promedio de 3 unid)



Fuente: Elaboración propia

En este gráfico podemos evidenciar las variaciones de ancho de las muestras, en el caso del adoquin patrón obtuvimos 99.9 mm, así como también el adoquin con el 3% de caucho se obtuvo un ancho de 99.9 mm, para la muestra del adoquin con 6% de caucho se obtuvo 100.7mm y por último en la muestra del adoquin con 9% se obtuvo la medida de 100.5mm, cumpliendo la establecido en la norma que indica que existe una tolerancia de 1.6mm.

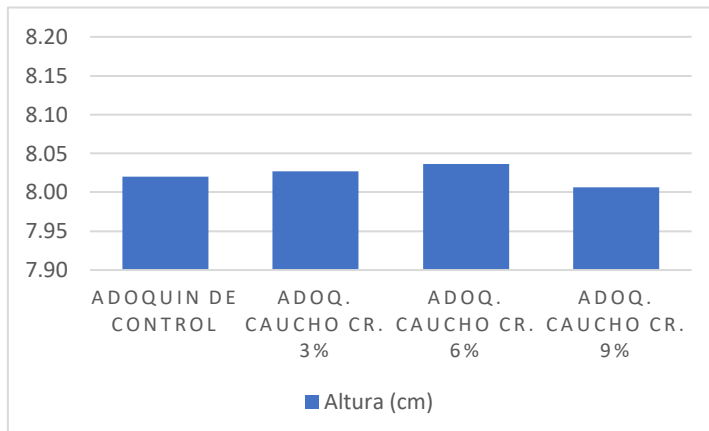
Gráfico 2. Medidas del pavimento articulado (Promedio de 3 unid)



Fuente: Elaboración propia

En el gráfico 2 podemos evidenciar las variaciones de longitud de las muestras, en el caso del adoquin patrón obtuvimos 200.3 mm, así como también el adoquin con el 3% de caucho se obtuvo un ancho de 200 mm, para la muestra del adoquin con 6% de caucho se obtuvo 199.9mm y por último en la muestra del adoquin con 9% se obtuvo la medida de 200.3 mm, cumpliendo la establecido en la norma que indica que existe una tolerancia de 1.6mm.

Gráfico 3. Medidas del pavimento articulado (Promedio de 3 unid)

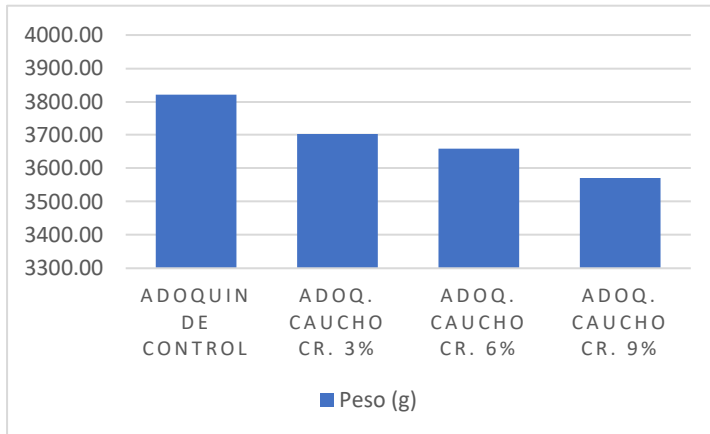


Fuente: Elaboración propia

En el gráfico 3 podemos evidenciar las variaciones de altura de las muestras, en el caso del adoquin patrón obtuvimos 80.2 mm, así como también el adoquin con el 3% de caucho se obtuvo un ancho de 80.3 mm, para la muestra del adoquin con 6% de caucho se obtuvo 80.4mm y por último en la muestra del adoquin con

9% se obtuvo la medida de 80.1mm, cumpliendo la establecido en la norma que indica que existe una tolerancia de 1.6mm.

Gráfico 4. Medidas del pavimento articulado (Promedio de 3 unid)



Fuente: Elaboración propia

En grafico 4 podemos evidenciar las variaciones de peso de las muestras, en el caso del adoquin patrón obtuvimos 3821.33 g, en el caso de la muestra con 3% de caucho 3702.33 g, en el caso del adoquin con 6% 3658.33 y para la muestra con 9% de caucho 3570 g, evidenciando la disminución de peso a medida que se aumenta el porcentaje de caucho.

Objetivo 2:

“Evaluar la influencia del caucho reciclado en las propiedades mecánicas del pavimento articulado en Lima-2020”



Figura 8. Ensayo a la compresión

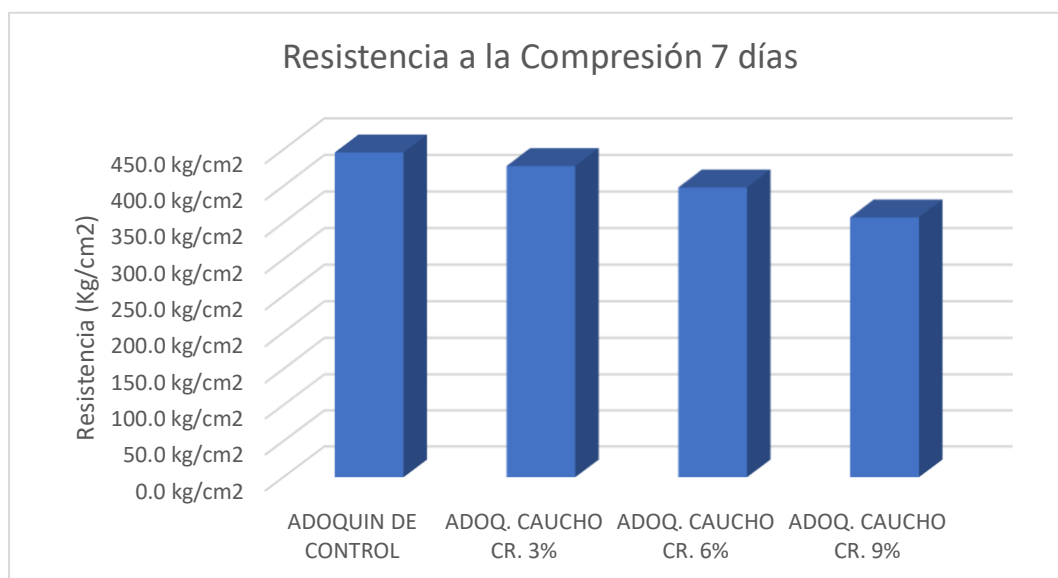
Fuente: Elaboración propia

Tabla 14. Ensayo a la compresión 7 días

IDENTIFICACIÓN	EDAD (días)	FUERZA MÁXIMA (kg)	ÁREA BRUTA (cm ²)	ESFUERZO F'm	% F'c
ADOQUIN DE CONTROL	7	72705.1	200.0	363.5 kg/cm ²	80.79%
ADOQ. CAUCHO CR. 3%	7	68407.8	199.7	342.5 kg/cm ²	79.41%
ADOQ. CAUCHO CR. 6%	7	62186.4	201.4	308.8 kg/cm ²	78.37%
ADOQ. CAUCHO CR. 9%	7	56685.2	201.3	281.5 kg/cm ²	76.11%

Fuente: Elaboración propia

Gráfico 5. Resistencia a la compresión



Fuente: Elaboración propia

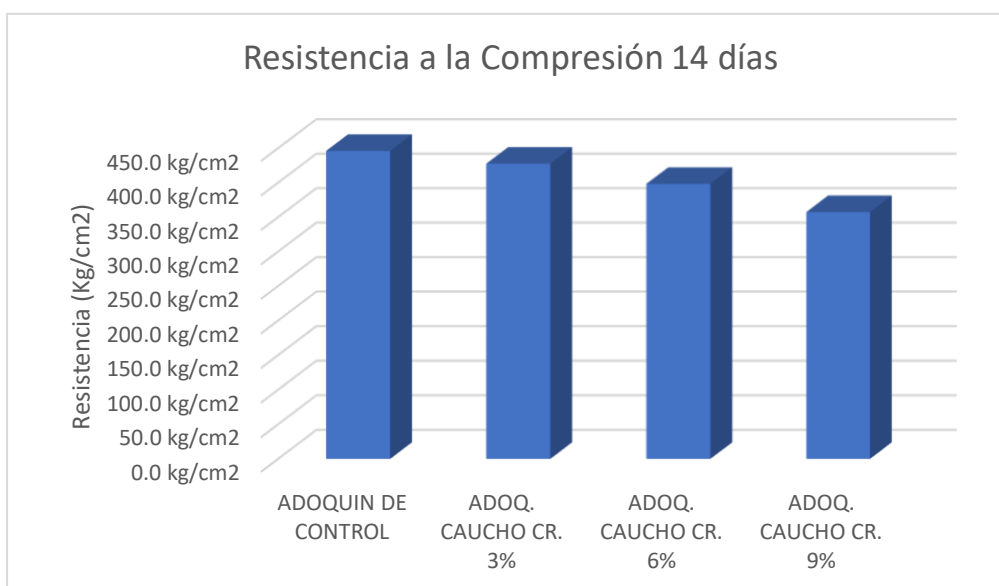
En el gráfico 5 se puede visualizar la resistencia a la compresión del concreto patrón llegó a una resistencia de 363.53 kg/cm², luego al adicionar **el caucho al 3%** se obtuvo una resistencia máxima de 342.5kg/cm², así mismo al incorporar **el caucho al 6%** en reemplazo del agregado se obtiene una resistencia máxima de 308.83 kg/cm² y por último al agregar **el caucho al 9%** se consigue una resistencia máxima de 281.53 kg/cm².

Tabla 15. Ensayo a la compresión 14 días

IDENTIFICACIÓN	EDAD (días)	FUERZA MÁXIMA (kg)	ÁREA BRUTA (cm ²)	ESFUERZO F'm	% F'c
ADOQUIN DE CONTROL	14	82208.5	200.0	411.0 kg/cm ²	91.34%
ADOQ. CAUCHO CR. 3%	14	77492.0	199.7	388.0 kg/cm ²	89.54%
ADOQ. CAUCHO CR. 6%	14	73261.1	201.4	363.8 kg/cm ²	87.50%
ADOQ. CAUCHO CR. 9%	14	68344.5	201.3	339.5 kg/cm ²	86.22%

Fuente: Elaboración propia

Gráfico 6. Resistencia a la compresión



Fuente: Elaboración propia

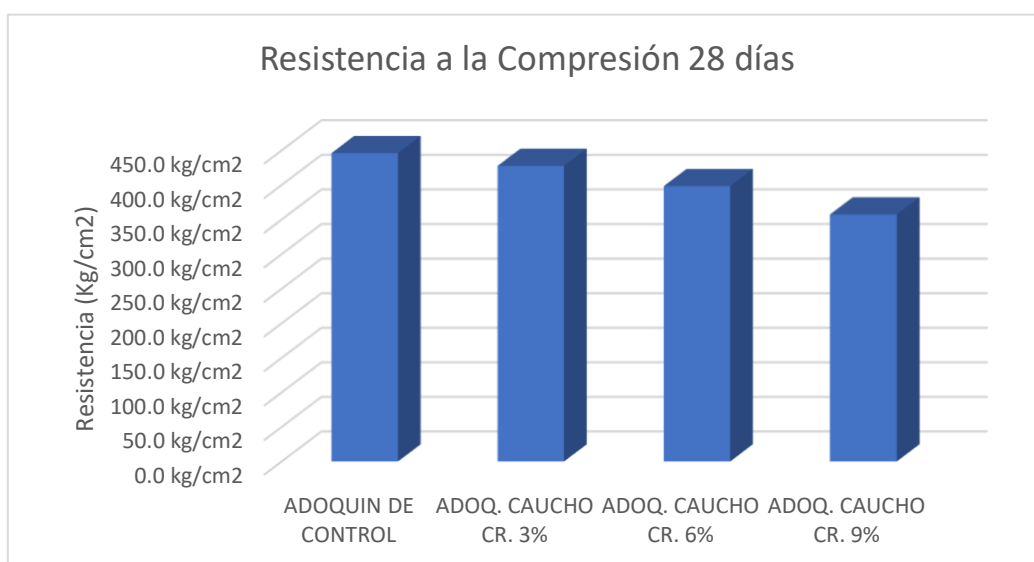
En el gráfico 6 se puede visualizar la resistencia a la compresión del concreto patrón llegó a una resistencia de 411.0 kg/cm², luego al adicionar **el caucho al 3%** se obtuvo una resistencia máxima de 388.0 kg/cm², así mismo al incorporar **el caucho al 6%** en reemplazo del agregado se obtiene una resistencia máxima de 363.8 kg/cm² y por último al agregar **el caucho al 9%** se obtiene una resistencia máxima de 339.5 kg/cm².

Tabla 16. Ensayo a la compresión 28 días

IDENTIFICACIÓN	EDAD (días)	FUERZA MÁXIMA (kg)	ÁREA BRUTA (cm ²)	ESFUERZO F'm	% F'c
ADOQUIN DE CONTROL	28	89214.8	200.0	446.1 kg/cm ²	99.13%
ADOQ. CAUCHO CR. 3%	28	85397.9	199.7	427.6 kg/cm ²	97.43%
ADOQ. CAUCHO CR. 6%	28	80193.7	201.4	398.2 kg/cm ²	96.22%
ADOQ. CAUCHO CR. 9%	28	71941.7	201.3	357.3 kg/cm ²	95.01%

Fuente: Elaboración propia

Gráfico 7. Resistencia a la compresión



Fuente: Elaboración propia

En el gráfico 7 se puede visualizar la resistencia a la compresión del concreto patrón llegó a una resistencia de 446.10 kg/cm², luego al adicionar **el caucho al 3%** se obtuvo una resistencia máxima de 427.6 kg/cm², así mismo al incorporar **el caucho al 6%** en reemplazo del agregado se obtiene una resistencia máxima de 398.20 kg/cm² y por último al agregar **el caucho al 9%** se obtiene una resistencia máxima de 357.3 kg/cm².



Figura 9. Ensayo a flexión

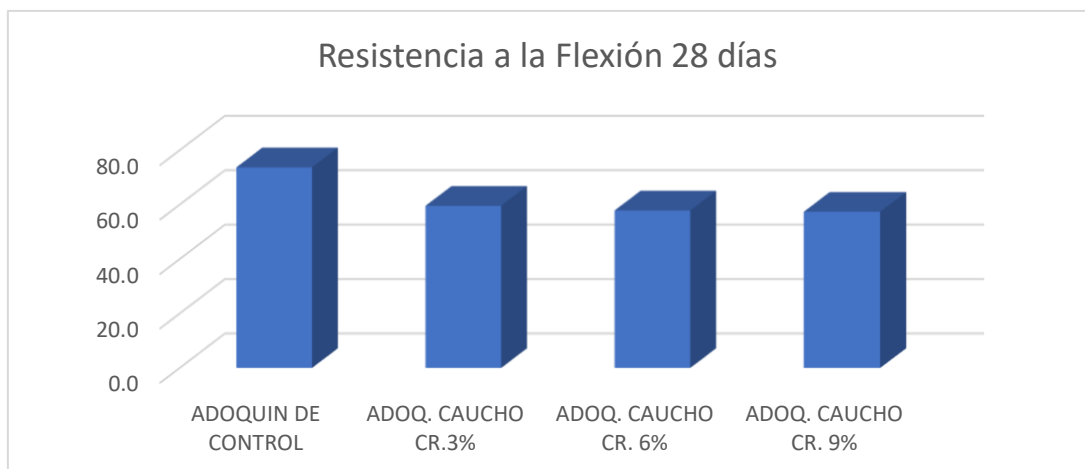
Fuente: Elaboración propia

Tabla 17. Ensayo a la flexión

IDENTIFICACIÓN	FUERZA MÁXIMA (kg)	MR (kg/cm ²)
ADOQUIN DE CONTROL	1588.80	73.7
ADOQ. CAUCHO CR.3%	1323.57	59.6
ADOQ. CAUCHO CR. 6%	1251.87	57.9
ADOQ. CAUCHO CR. 9%	1215.63	57.4

Fuente: Elaboración propia

Gráfico 8. Resistencia a la flexión



Fuente: Elaboración propia

En este gráfico se puede visualizar la resistencia a la flexión de las muestras patrón llegó a una resistencia de 73.7 kg/cm², luego al adicionar **el caucho al 3%** se obtuvo una resistencia máxima de 59.6 kg/cm², así mismo al incorporar **el caucho al 6%** en reemplazo del agregado se obtiene una resistencia máxima de 57.9 kg/cm² y por último al agregar **el caucho al 9%** se obtiene una resistencia máxima de 57.4 kg/cm².

V. DISCUSIÓN

En el presente trabajo de investigación se evaluó la **resistencia a la compresión** para cada una de las muestras de pavimento articulado sin caucho reciclado y con un porcentaje de 3%, 6% y 9% de caucho en reemplazo del agregado fino. En la tabla 14, 15 y 16 podemos identificar que la resistencia a la compresión del pavimento articulado sin caucho tiene un promedio de 446.1 kg/cm², puesto que con estos valores encontrados se cumple con lo que se establece en la norma N.T.P. 399.611 que es 37 MPa (380 kg/cm²) para adoquines de tipo II. También podemos decir que en el caso del pavimento articulado con porcentaje de 3% de caucho reciclado los valores del ensayo de resistencia a la compresión 427.6 kg/cm², con esto podemos determinar que la resistencia a la compresión es similar a lo establecido como mínimo en la norma N.T.P. 399.611 37 de MPa (380 kg/cm²) para adoquines de tipo II de tránsito vehicular ligero. Ya que sería factible realizar pavimento articulado con 3% de reemplazo de caucho reciclado. Con respecto al pavimento articulado con 6% de caucho reciclado en reemplazo del agregado fino obtenemos una resistencia promedio a los 28 días de 398.2 kg/cm², estos valores hallados cumplen con la resistencia mínima establecida en la NTP 399.611 que es de 37 MPa (380 kg/cm²), así mismo el pavimento articulado con reemplazo del 9% de caucho se obtuvo un promedio de 357.3 kg/cm² alcanzando solo un 94% de la resistencia determinada en la NTP 399.611 que es de 37 MPa (380 kg/cm²). Así mismo según **Ydrogo** (2019) para el ensayo a la resistencia a la compresión de las muestras patrón y con sus adiciones de 5% y 10% de caucho como agregado fino obtuvo los siguientes valores a los 28 días fue de 349.35 kg/cm², 279.2 kg/cm² y 151.22 kg/cm² respectivamente, así mismo estos resultados expresados en porcentajes son de 120%, 96% y 52% respectivamente. Los aportes de **Rey** (2018) que utilizó un concreto con caucho en 10% y 15% de reemplazo del agregado grueso, el autor obtuvo los siguientes resultados en los ensayos a compresión a la edad de 28 días 364.99 kg/cm² y 333.57% respectivamente, los valores expresados en porcentajes son: 115% y 105% respectivamente. A continuación, se presenta los gráficos al ensayo de compresión de las tesis antes mencionadas.

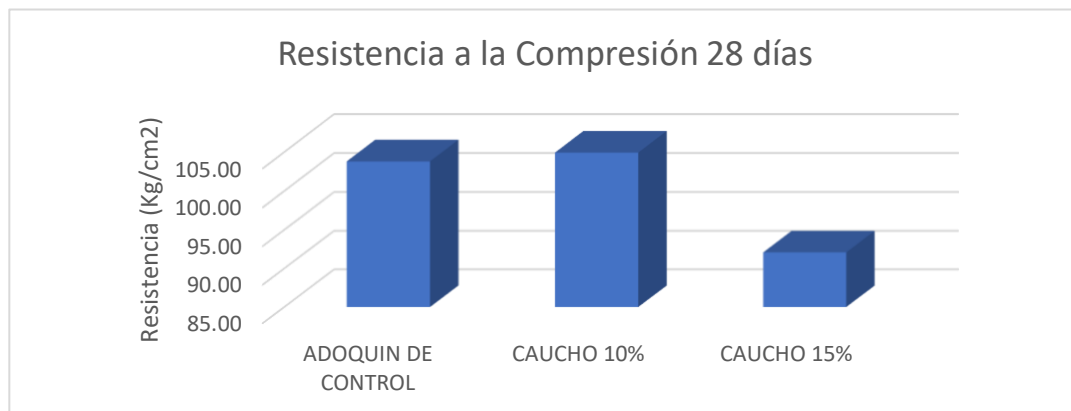
Gráfico 9. Resistencia a la compresión



Fuente: Ydrogo (2019)

En el gráfico 9 se puede visualizar la resistencia a la compresión del concreto patrón llegó a una resistencia de 446.10 kg/cm², luego al adicionar **el caucho al 5%** se obtuvo una resistencia máxima de 427.6 kg/cm², así mismo al incorporar **el caucho al 10%** en reemplazo del agregado se obtiene una resistencia máxima de 398.20 kg/cm².

Gráfico 10. Resistencia a la compresión



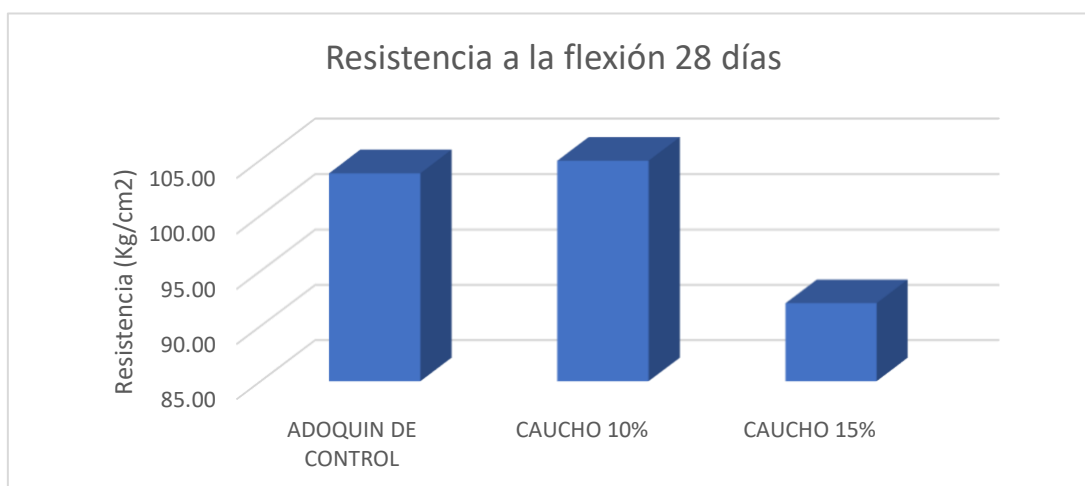
Fuente: Rey (2018)

En el gráfico 10 se puede visualizar la resistencia a la compresión de la muestra patrón llegó a una resistencia de 446.10 kg/cm², luego al adicionar **el caucho al 5%** se alcanzó una resistencia máxima de 427.6 kg/cm², así mismo al incorporar **el caucho al 10%** en reemplazo del agregado se obtiene una resistencia máxima de 398.20 kg/cm².

Como se puede observar tanto en los resultados de Ydrogo y Rey, adicionar caucho en reemplazo del agregado no es favorable ya que a medida que se aumenta el porcentaje, la resistencia a la compresión disminuye.

El ensayo de la **resistencia a la flexión**, para el caso de mis resultados se realizaron 4 muestras de pavimento articulado, pavimento patrón, 3%, 6% y 9% con ello se obtuvo los siguientes resultados: 446.1 kg/cm², 427.6 kg/cm², 398.2 kg/cm² y 357.3 kg/cm² respectivamente. De los aportes de Rey (2018) para los adoquines con caucho al 10% y 15% de reemplazo del agregado grueso para tránsito liviano obtuvo los siguientes resultados: 10.18 MPa, 10.29 MPa y 9.03 MPa respectivamente, a continuación, expresamos en gráficos los resultados de la tesis mencionada.

Gráfico 11. Resistencia a la flexión



Fuente: Rey (2018)

Como se puede observar en el gráfico 11 los resultados de Rey, la adición del caucho reciclado reduce los porcentajes de resistencia a la flexión, en el caso de la muestra patrón se obtuvo 103.8 kg/cm², en el caso de la adición con 10% se obtuvo 104.93 kg/cm² y en la muestra con 15% de caucho se obtuvo 92.08 kg/cm².

VI. CONCLUSIONES

Las conclusiones a las que llegamos están en concordancia con nuestros objetivos, hipótesis, marco teórico y la aplicación de los instrumentos. Dichas conclusiones son las siguientes:

Con relación al objetivo general, se logró determinar que la aplicación o incorporación de caucho reciclado disminuye las propiedades físicas y mecánicas del pavimento articulado hasta en un 13%.

Para el ensayo de resistencia a la compresión del se obtuvieron los siguientes resultados para el adoquin patrón y los porcentajes de caucho reciclado de 3, 6% y 9% de reemplazo de agregado fino a la edad de 7 días; 363.5 kg/cm², 342.5 kg/cm², 308.8 kg/cm² y 281.5 kg/cm². A la edad de 14 días; 411.0 kg/cm², 388.0 kg/cm², 363.8 kg/cm² y 339.5 kg/cm². A la edad de 28 días; 446.1 kg/cm², 427.6 kg/cm², 398.2 kg/cm² y 357.3 kg/cm² respectivamente, entonces podemos concluir que el caucho reciclado reduce la resistencia a la compresión del concreto.

Para el ensayo a flexión del pavimento articulado patrón y sus adiciones de caucho al 3%, 6% y 9% en reemplazo del agregado fino se obtuvieron los siguientes resultados; 73.7 kg/cm², 59.6 kg/cm², 57.9 kg/cm² y 57.4 kg/cm². Así mismo podemos observar que la adición del caucho reduce la resistencia a la flexión, pero estos valores cumplen con la norma C.E.010.

VII. RECOMENDACIONES

Para cumplir con los objetivos de la implementación se debe aplicar la técnica utilizada en la presente investigación.

Para mejorar las propiedades mecánicas del adoquín, se podría modificar la dosificación de la mezcla del mortero.

Es recomendable controlar el proceso previo al curado para obtener un eficiente resultado en la resistencia a la compresión, después de realizar el moldeo del adoquín dejar secar a la intemperie por 24 horas, luego es colocado en una poza de curado, para realizar las roturas se les saca de acuerdo a la edad que se desea romper.

Asimismo, es necesario llevar un control para que la trabajabilidad del mortero sea fluida, para ello el diseño se realiza de dos formas: por pesos y por volumen; de acuerdo a eso es necesario que los pesos o volúmenes de los agregados utilizados sean los correctos al momento de hacer el diseño.

Es posible que se pueda utilizar otro tipo de fibras de caucho para obtener mejores resultados o utilizar otro tipo de plásticos como son: PEAD, PVC, PEBD, PP Y PS, ya que según los estudios realizados los adoquines con PET son adecuados para tránsito peatonal.

REFERENCIAS

CANTANHEDE, Estado del arte del manejo de llantas usadas en las Américas. Lima, Perú: Centro Panamericano de Ingeniería Sanitaria y Ciencias del Ambiente, 2002.

CUZCO, A. *Análisis comparativo de las propiedades mecánicas entre el adoquín convencional y el adoquín de caucho*. Quito: Universidad Central del Ecuador, 2015.

ESTADISTICA para la investigación, 2017

GOMEZ, J. Colocación del concreto bajo clima caluroso. Bogotá, Colombia, 2016

FERNÁNDEZ y Baptista. Metodología de la Investigación, México D.F.: Mc Graw Hill, 2014. ISBN 978-1-4562-2396-0

ICCG, guía de instalación de adoquines de concreto. Instituto del cemento y del concreto de Guatemala, 1998.

MAGALLANES y Guillén. *Experiencias en el tratamiento de neumáticos fuera de uso en Iberoamérica*. Lima: Congreso de la República, 2014.

MINISTERIO de transportes y comunicaciones. Glosario de términos de uso frecuente en proyectos de infraestructura vial, Lima, Perú, 2008.

NTG 41017 h5, 2010.

NTP, 2015.

OSPINA, H. Valoración de propiedades mecánicas y de durabilidad de concreto adicionado con residuos de llantas de caucho. Tecnología de Concreto. Bogotá, Colombia Escuela Colombiana de ingeniería Julio Garavito, 2014.

PEREDA y Cubas. *Investigación de los asfaltos modificados con el uso de caucho reciclado de llantas y su comparación técnico-económico con los asfaltos convencionales*. Trujillo, Perú: Universidad Privada Antenor Orrego, 2015.

RAE, Real Academia Española, 2020 [fecha de consulta: 19 de mayo 2020].

SENCICO, Manual de preparación, colocación y cuidados del concreto. Lima, Perú, 2014.

STRACUZZI y Pestana. *Metodología de la Investigación Cuantitativa*, Caracas: 4Fedupel, 2010. ISBN 980-273-445-4

VELEZ, L. *Permeabilidad y porosidad en concreto*. Medellín, Colombia, 2010

WIKIPEDIA, La Enciclopedia en línea, 2020 [fecha de consulta 19 de mayo]

YDROGO, M. *Resistencia a la compresión del adoquín convencional tipo I $f'c=290\text{Kg/m}^2$, adicionando caucho al 5% y 10% como agregado fino*. Cajamarca: Universidad Privada del Norte, 2019.

ANEXO 1

Matriz de Operacionalización de variables

PROBLEMAS	OBJETIVOS	HIPÓTESIS	VARIABLES	DIMENSIONES	INDICADORES	
GENERAL	GENERAL	GENERAL	Caucho reciclado	Caracterización del caucho reciclado	Granulometría	
¿De qué manera será el comportamiento del pavimento articulado elaborados con caucho reciclado con respecto a sus propiedades físico-mecánicas para pavimento vehicular ligero en Lima-2020	Determinar el comportamiento del pavimento articulado elaborado con caucho reciclado con respecto a sus propiedades físico-mecánicas para pavimento vehicular ligero en Lima-2020	La aplicación del caucho reciclado mejora las propiedades físico-mecánicas del pavimento articulado para pavimento vehicular ligero en Lima-2020			Dosificación	Contenido de humedad
				3%		
				6%		
				Propiedades físicas		9%
					Propiedades mecánicas	Alto
						Espesor
			Largo			
ESPECÍFICOS	ESPECÍFICO	ESPECÍFICO	Propiedades físico-mecánicas del pavimento articulado	Propiedades físicas	Peso	
¿De qué manera influye el caucho reciclado en las propiedades físicas del pavimento articulado en Lima-2020	Estimar la influencia del caucho reciclado en las propiedades físicas del pavimento articulado en Lima-2020	El caucho reciclado influye en las propiedades físicas del pavimento articulado en Lima-2020			Propiedades mecánicas	Módulo de rotura
¿Cómo afecta el caucho reciclado en las propiedades mecánicas del pavimento articulado en Lima-2020	Evaluar la influencia del caucho reciclado en las propiedades mecánicas del pavimento articulado en Lima-2020	El caucho reciclado afecta en las propiedades mecánicas del pavimento articulado en Lima-2020				Análisis esfuerzo-deformación
¿Cuál es el impacto que tiene el caucho reciclado en la trabajabilidad y consistencia del mortero del pavimento articulado en Lima-2020	Determinar la influencia del caucho reciclado en la trabajabilidad y consistencia del mortero del pavimento articulado en Lima-2020	El caucho reciclado tiene un impacto negativo en la trabajabilidad y consistencia del mortero del pavimento articulado en Lima-2020			Resistencia a la compresión	
¿Qué incidencia tiene el caucho reciclado en la permeabilidad del pavimento articulado en Lima-2020	Calcular la incidencia del caucho reciclado en la permeabilidad del pavimento articulado en Lima-2020	El caucho reciclado tiene una incidencia significativa en la permeabilidad del pavimento articulado en Lima-2020		Trabajabilidad y consistencia	Slump	
				Permeabilidad	Absorción de agua	

Matriz de consistencia

VARIABLE	DEFINICIÓN CONCEPTUAL	DEFINICIÓN OPERACIONAL	DIMENSIONES	INDICADORES	INSTRUMENTOS
Caucho reciclado	Cantanhede, 2002. El caucho reciclado es un material obtenido de las llantas usadas, se caracterizan por estar constituidos por diversos materiales como son: caucho, acero y tejido de poliamida o poliéster, dentro de una estructura compleja.	Para entender la variable independiente, se puede desplegar de la siguiente manera mediante sus dimensiones como diseño del adoquin y los materiales que se usaran en el proceso de este nuevo adoquin	Caracterización del caucho reciclado	Granulometría	Formato de laboratorio/ balanza/ tamices
				Contenido de humedad	
			Dosificación	3%	Formato de laboratorio
				6%	
9%					
VARIABLE	DEFINICIÓN CONCEPTUAL	DEFINICIÓN OPERACIONAL	DIMENSIONES	INDICADORES	INSTRUMENTOS
Propiedades físico-mecánicas del pavimento articulado	(Arango, 2016. p.123) define que para obtener un buen resultado de las características físico-mecánicas de un material es necesario tener un buen control de calidad sobre estos que estan especificados en las normas, ya que en estas se especifican de forma clara los valores y los rangos en que se deden encontrar las propiedades analizadas, con la finalidad de que los datos obtenidos sean confiables y sean conformes a los productos o materiales utilizados.	Para comprender la variable dependiente, se desglosa a través de sus dimensiones que son propiedades físicas y propiedades mecánicas, para despues especificar qué es lo que quiere medir en los indicadores	Propiedades Físicas	Alto	Fichas técnicas de laboratorio
				Espesor	
				Largo	
				Peso	Balanza
			Propiedades Mecánicas	Módulo de rotura (Flexión-tracción)	Ensayo de Viga
				Análisis esfuerzo-deformación	Ensayo de Viga
				Resistencia a la compresión	Ensayo de rotura
			Trabajabilidad	Slump	Cono de Abrams
Permeabilidad	Absorción del Agua	Ensayo de absorción de agua			

ANEXO 2

Validez y confiabilidad de los instrumentos de recolección de datos

← 📷 ⚠️ 🗑️ 📧 ⌚ 📝 📺 📹 ⋮ 25 de 73 < >

REVISIÓN DE INSTRUMENTO DE RECOLECCIÓN DE DATOS Recibidos x ⌵ 🖨️ 📄

 **Ricardo Quiñones Lenes** 📧 sáb, 27 jun. 02:35 ☆
Estimado Ing. Luis Benites, le saluda el alumno Ricardo Quiñones Lenes, estudiante del IX ciclo del curso de Proyecto de investigación de la Universidad Cesar V

 **JOSE LUIS** <jlbenites8411@gmail.com> sáb, 27 jun. 10:05 ☆ ↶ ⋮
para mí ▾

Estimado (a). Ricardo Quiñones Lenes

Habiendo revisado tus instrumentos para a recolección de datos, de tu PI titulado "Evaluación de las propiedades físico-mecánicas del pavimento articulado adicionando caucho reciclado para el tránsito de vehículos ligeros, Lima-2020", doy por **VALIDADO** para que pueda aplicar en su desarrollo de tesis.

Atte. Mg. Jose Luis Benites Zuñiga
Ingeniero Civil
CIP 126769

--
Atte.
Ing. Jose Luis Benites Zuñiga


ANEXO 3

Yo Quiñones Lenes, Ricardo egresado de la Facultad de Ingeniería y Escuela Profesional de Ingeniería Civil de la Universidad César Vallejo campus Los Olivos, declaro bajo juramento que todos los datos e información que acompañan al Trabajo de Tesis titulado: “Evaluación de las propiedades físico-mecánicas del pavimento articulado adicionando caucho reciclado para el tránsito de vehículos ligeros, Lima-2020”, es de mi autoría, por lo tanto, declaro que el Trabajo de Tesis:

1. No ha sido plagiado ni total, ni parcialmente.
2. He (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 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.


Los Olivos, 26 de noviembre de 2020

Quiñones Lenes, Ricardo	
DNI: 43060846	Firma 
ORCID:0000-0002-3881-3117	

ANEXO 4

Pantallazo del turnitin

feedback studio Ricardo Quiñones Lenés Evaluación de las propiedades físico-mecánicas del pavimento articulado adicionando caucho reciclado para el tránsito de vehículos ligeros, Lima-2020



UNIVERSIDAD CÉSAR VALLEJO

FACULTAD DE INGENIERÍA

ESCUELA PROFESIONAL DE INGENIERÍA CIVIL

Evaluación de las propiedades físico-mecánicas del pavimento articulado adicionando caucho reciclado para el tránsito de vehículos ligeros, Lima-2020

TESIS PARA OBTENER EL TÍTULO PROFESIONAL DE INGENIERO CIVIL

AUTOR:
Quiñones Lenés, Ricardo (ORCID: 0000-0002-3881-3117)

ASESOR:
Mg. Ing. Benites Zúñiga, José Luis (ORCID: 0000-0003-4459-494X)

LÍNEA DE INVESTIGACIÓN
Diseño de Infraestructura Vial

LIMA - PERÚ
(2020)

Resumen de coincidencias ✕

20 %

Se están viendo fuentes estándar

[Ver fuentes en inglés \(Beta\)](#)

Coincidencias

1	hdl.handle.net	4 %
2	repositorio.ucv.edu.pe	3 %
3	Entregado a Universida...	2 %
4	Entregado a Universida...	1 %
5	repositorio.uvr.edu.ec	1 %
6	Entregado a Universida...	1 %
7	pt.scribd.com	1 %
8	Entregado a Universida...	1 %
9	repositorio.usanpedro...	1 %
10	Entregado a Universida...	1 %
11	Entregado a Universida...	1 %

Página: 1 de 46 Número de palabras: 8992 Text-only Report High Resolution Activado

ANEXO 5

Hoja de cálculo

Diseño de mezcla de concreto convencional

Agregado	: Ag. Grueso / Ag. Fino	F'm de diseño:	450 kg/cm ²
Procedencia	: Cantera Trapiche	Asentamiento:	1" - 2"
Cemento	: Cemento Sol tipo 1	Código de mezcla:	Convencional

1. RESISTENCIA A LA COMPRESIÓN REQUERIDA

F'm = 450 kg/cm²

5. CÁLCULO DE LA CANTIDAD DE CEMENTO

Cemento = 613 kg

2. RELACIÓN AGUA CEMENTO

R a/c = 0.38

6. FACTOR CEMENTO

Bolsas x m³ = 14.4 Bolsas

3. DETERMINACIÓN DEL VOLUMEN DE AGUA

Agua = 233 L

7. CÁLCULO DE ADITIVO

0.00 kg x m³ = 0.0% / Cto

4. CANTIDAD DE AIRE ATRAPADO

Aire = 3.0%

8. CÁLCULO DEL VOLUMEN DE AGREGADOS

INSUMO	PESO ESPECIFICO	VOLUMEN ABSOLUTO				
Cemento Sol tipo 1	3050 kg/m ³	0.2010 m ³				
Agua	1000 kg/m ³	0.2330 m ³				
Aire	---	0.0300 m ³				
Aditivo	---	0.0000 m ³				
Agregado fino	2658 kg/m ³	---	HUMEDAD	ABSORCIÓN	MÓD. FINEZA	P.U. SUELTO
Caucho Reciclado	642 kg/m ³	---	1.76%	1.90%	2.98	1623
Agregado Grueso	2579 kg/m ³	---	0.00%	0.00%	3.88	366
			2.45%	1.90%	5.08	1573
	Volumen de pasta	0.4640 m ³				
	Volumen de agregados	0.5360 m ³				

9. PROPORCIÓN DE AGREGADOS SECOS

Agregado fino 40.0% ≈ 0.2144 m³ ≈ 570 kg
 Caucho Reciclado 0.0% ≈ 0.0000 m³ ≈ 0 kg
 Agregado Grueso 60.0% ≈ 0.3216 m³ ≈ 829 kg

12. VOLUMEN DE TANDA DE PRUEBA

0.030 m³

Cemento Sol tipo 1 18.39 kg
 Agua 6.88 L
 Aditivo 0.0 g
 Agregado fino 17.4 kg
 Caucho Reciclado 0.0 kg
 Agregado Grueso 25.5 kg
 Temperatura 27.7 °C
 PUT 2272 kg/m³
 PUC 2288 kg/m³
 Slump Obtenido 1.2"

10. PESO HÚMEDO DE LOS AGREGADOS - CORRECCIÓN POR HUMEDAD

Agregado fino 580 kg
 Caucho Reciclado 0 kg
 Agregado Grueso 850 kg

11. AGUA EFECTIVA CORREGIDA POR ABSORCIÓN Y HUMEDAD

Agua 229 L

13. PROPORCIÓN EN VOLUMEN DE OBRA

CEM A.F. Caucho A.G. ADIT AGUA
 1 : 0.9 : 0.0 : 1.3 : 0.0 : 15.9 L / bolsa

Diseño de mezcla de concreto con 3% de caucho

Agregado	: Ag. Grueso / Ag. Fino	F'm de diseño:	450 kg/cm ²
Procedencia	: Cantera Trapiche	Asentamiento:	1" - 2"
Cemento	: Cemento Sol tipo 1	Código de mezcla:	M2

1. RESISTENCIA A LA COMPRESIÓN REQUERIDA

F'm = 450 kg/cm²

5. CÁLCULO DE LA CANTIDAD DE CEMENTO

Cemento = 613 kg

2. RELACIÓN AGUA CEMENTO

R a/c = 0.38

6. FACTOR CEMENTO

Bolsas x m³ = 14.4 Bolsas

3. DETERMINACIÓN DEL VOLUMEN DE AGUA

Agua = 233 L

7. CÁLCULO DE ADITIVO

0.00 kg x m³ = 0.0% / Cto

4. CANTIDAD DE AIRE ATRAPADO

Aire = 3.0%

8. CÁLCULO DEL VOLUMEN DE AGREGADOS

INSUMO	PESO ESPECÍFICO	VOLUMEN ABSOLUTO	HUMEDAD	ABSORCIÓN	MÓD. FINEZA	P.U. SUELTO
Cemento Sol tipo 1	3050 kg/m ³	0.2010 m ³				
Agua	1000 kg/m ³	0.2330 m ³				
Aire	---	0.0300 m ³				
Aditivo	---	0.0000 m ³				
Agregado fino	2658 kg/m ³	---	1.76%	1.90%	2.98	1623
Caucho Reciclado	642 kg/m ³	---	0.00%	0.00%	3.88	366
Agregado Grueso	2579 kg/m ³	---	2.45%	1.90%	5.08	1573
	Volumen de pasta	0.4640 m ³				
	Volumen de agregados	0.5360 m ³				

9. PROPORCIÓN DE AGREGADOS SECOS

Agregado fino 37.0% ≈ 0.1983 m³ ≈ 527 kg
 Caucho Reciclado 3.0% ≈ 0.0161 m³ ≈ 10 kg
 Agregado Grueso 60.0% ≈ 0.3216 m³ ≈ 829 kg

12. VOLUMEN DE TANDA DE PRUEBA

0.030 m³

Cemento Sol tipo 1 18.39 kg
 Agua 6.88 L
 Aditivo 0.0 g
 Agregado fino 16.1 kg
 Caucho Reciclado 0.3 kg
 Agregado Grueso 25.5 kg
 Temperatura 27.3 °C
 PUT 2239 kg/m³
 PUC 2242 kg/m³
 Slump Obtenido 1.4"

10. PESO HÚMEDO DE LOS AGREGADOS - CORRECCIÓN POR HUMEDAD

Agregado fino 536 kg
 Caucho Reciclado 10 kg
 Agregado Grueso 850 kg

11. AGUA EFECTIVA CORREGIDA POR ABSORCIÓN Y HUMEDAD

Agua 229 L

13. PROPORCIÓN EN VOLUMEN DE OBRA

1 : 0.8 : 0.1 : 1.3 : 0.0 : 15.9 L / bolsa

OBSERVACIONES:

* Muestras provistas e identificadas por el solicitante

CEM A.F. Caucho A.G. ADIT AGUA

Diseño de mezcla de concreto con 6% de caucho

Agregado	: Ag. Grueso / Ag. Fino	F'm de diseño:	450 kg/cm ²
Procedencia	: Cantera Trapiche	Asentamiento:	1" - 2"
Cemento	: Cemento Sol tipo 1	Código de mezcla:	M3

1. RESISTENCIA A LA COMPRESIÓN REQUERIDA

F'm = 450 kg/cm²

5. CÁLCULO DE LA CANTIDAD DE CEMENTO

Cemento = 613 kg

2. RELACIÓN AGUA CEMENTO

R a/c = 0.38

6. FACTOR CEMENTO

Bolsas x m³ = 14.4 Bolsas

3. DETERMINACIÓN DEL VOLUMEN DE AGUA

Agua = 233 L

7. CÁLCULO DE ADITIVO

0.00 kg x m³ = 0.0% / Cto

4. CANTIDAD DE AIRE ATRAPADO

Aire = 3.0%

8. CÁLCULO DEL VOLUMEN DE AGREGADOS

INSUMO	PESO ESPECÍFICO	VOLUMEN ABSOLUTO	HUMEDAD	ABSORCIÓN	MÓD. FINEZA	P.U. SUELTO
Cemento Sol tipo 1	3050 kg/m ³	0.2010 m ³				
Agua	1000 kg/m ³	0.2330 m ³				
Aire	---	0.0300 m ³				
Aditivo	---	0.0000 m ³				
Agregado fino	2658 kg/m ³	---	1.76%	1.90%	2.98	1623
Caucho Reciclado	642 kg/m ³	---	0.00%	0.00%	3.88	366
Agregado Grueso	2579 kg/m ³	---	2.45%	1.90%	5.08	1573
	Volumen de pasta	0.4640 m ³				
	Volumen de agregados	0.5360 m ³				

9. PROPORCIÓN DE AGREGADOS SECOS

Agregado fino 34.0% ≈ 0.1822 m³ ≈ 484 kg
 Caucho Reciclado 6.0% ≈ 0.0322 m³ ≈ 21 kg
 Agregado Grueso 60.0% ≈ 0.3216 m³ ≈ 829 kg

12. VOLUMEN DE TANDA DE PRUEBA

0.030 m³

Cemento Sol tipo 1 18.39 kg
 Agua 6.87 L
 Aditivo 0.0 g
 Agregado fino 14.8 kg
 Caucho Reciclado 0.6 kg
 Agregado Grueso 25.5 kg
 Temperatura 26.5 °C
 PUT 2205 kg/m³
 PUC 2216 kg/m³
 Slump Obtenido 1.6"

10. PESO HÚMEDO DE LOS AGREGADOS - CORRECCIÓN POR HUMEDAD

Agregado fino 493 kg
 Caucho Reciclado 21 kg
 Agregado Grueso 850 kg

11. AGUA EFECTIVA CORREGIDA POR ABSORCIÓN Y HUMEDAD

Agua 229 L

13. PROPORCIÓN EN VOLUMEN DE OBRA

CEM A.F. Caucho A.G. ADIT AGUA
 1 : 0.7 : 0.1 : 1.3 : 0.0 : 15.9 L / bolsa

OBSERVACIONES:

* Muestras provistas e identificadas por el solicitante

Diseño de mezcla de concreto con 9% de caucho

Agregado	: Ag. Grueso / Ag. Fino	F'm de diseño:	450 kg/cm ²
Procedencia	: Cantera Trapiche	Asentamiento:	1" - 2"
Cemento	: Cemento Sol tipo 1	Código de mezcla:	M4

1. RESISTENCIA A LA COMPRESIÓN REQUERIDA

F'm = 450 kg/cm²

5. CÁLCULO DE LA CANTIDAD DE CEMENTO

Cemento = 613 kg

2. RELACIÓN AGUA CEMENTO

R a/c = 0.38

6. FACTOR CEMENTO

Bolsas x m³ = 14.4 Bolsas

3. DETERMINACIÓN DEL VOLUMEN DE AGUA

Agua = 233 L

7. CÁLCULO DE ADITIVO

0.00 kg x m³ = 0.0% / Cto

4. CANTIDAD DE AIRE ATRAPADO

Aire = 3.0%

8. CÁLCULO DEL VOLUMEN DE AGREGADOS

INSUMO	PESO ESPECÍFICO	VOLUMEN ABSOLUTO	HUMEDAD	ABSORCIÓN	MÓD. FINEZA	P.U. SUELTO
Cemento Sol tipo 1	3050 kg/m ³	0.2010 m ³				
Agua	1000 kg/m ³	0.2330 m ³				
Aire	---	0.0300 m ³				
Aditivo	---	0.0000 m ³				
Agregado fino	2658 kg/m ³	---	1.76%	1.90%	2.98	1623
Caucho Reciclado	642 kg/m ³	---	0.00%	0.00%	3.88	366
Agregado Grueso	2579 kg/m ³	---	2.45%	1.90%	5.08	1573
	Volumen de pasta	0.4640 m ³				
	Volumen de agregados	0.5360 m ³				

9. PROPORCIÓN DE AGREGADOS SECOS

Agregado fino 31.0% ≈ 0.1661 m³ ≈ 442 kg
 Caucho Reciclado 9.0% ≈ 0.0482 m³ ≈ 31 kg
 Agregado Grueso 60.0% ≈ 0.3216 m³ ≈ 829 kg

12. VOLUMEN DE TANDA DE PRUEBA

0.030 m³

Cemento Sol tipo 1 18.39 kg
 Agua 6.87 L
 Aditivo 0.0 g
 Agregado fino 13.5 kg
 Caucho Reciclado 0.9 kg
 Agregado Grueso 25.5 kg
 Temperatura **26.9 °C**
 PUT **2172 kg/m³**
 PUC **2171 kg/m³**
 Slump Obtenido **1.7"**

10. PESO HÚMEDO DE LOS AGREGADOS - CORRECCIÓN POR HUMEDAD

Agregado fino 449 kg
 Caucho Reciclado 31 kg
 Agregado Grueso 850 kg

11. AGUA EFECTIVA CORREGIDA POR ABSORCIÓN Y HUMEDAD

Agua 229 L

13. PROPORCIÓN EN VOLUMEN DE OBRA

CEM A.F. Caucho A.G. ADIT AGUA
 1 : 0.7 : 0.2 : 1.3 : 0.0 : 15.9 L / bolsa

OBSERVACIONES:

* Muestras provistas e identificadas por el solicitante

Resistencia a la compresión a 7 días

Tipo de muestra : Adoquines de concreto
 Presentación : Unidad
 Resistencia de diseño (F'm) : 450 kg/cm²

RESISTENCIA A LA COMPRESIÓN ASTM C140 / NTP 399.604

IDENTIFICACIÓN	FECHA DE ELABORACIÓN	FECHA DE ROTURA	EDAD (días)	ANCHO (cm)	LONGITUD (cm)	ALTURA (cm)	PESO (g)	FUERZA MÁXIMA (kg)	ÁREA BRUTA (cm ²)	ESFUERZO F'm	% F'c
ADOQUIN DE CONTROL	1/10/20	8/10/20	7	9.98	20.03	8.05	3816	71325.4	199.9	356.8 kg/cm ²	79.3%
ADOQUIN DE CONTROL	1/10/20	8/10/20	7	10.02	20.07	7.97	3788	73024.6	201.1	363.1 kg/cm ²	80.7%
ADOQUIN DE CONTROL	1/10/20	8/10/20	7	9.96	19.98	8.04	3860	73765.3	199.0	370.7 kg/cm ²	82.4%
ADOQ. CAUCHO CR. 3%	1/10/20	8/10/20	7	9.99	19.97	8.03	3685	67471.3	199.5	338.2 kg/cm ²	75.2%
ADOQ. CAUCHO CR. 3%	1/10/20	8/10/20	7	9.96	20.03	7.99	3737	69646.2	199.5	349.1 kg/cm ²	77.6%
ADOQ. CAUCHO CR. 3%	1/10/20	8/10/20	7	10.01	20.00	8.06	3685	68106.0	200.2	340.2 kg/cm ²	75.6%
ADOQ. CAUCHO CR. 6%	2/10/20	9/10/20	7	10.1	20.01	7.99	3653	62366.4	202.1	308.6 kg/cm ²	68.6%
ADOQ. CAUCHO CR. 6%	2/10/20	9/10/20	7	10.08	19.99	8.05	3675	61493.4	201.5	305.2 kg/cm ²	67.8%
ADOQ. CAUCHO CR. 6%	2/10/20	9/10/20	7	10.04	19.97	8.07	3647	62699.4	200.5	312.7 kg/cm ²	69.5%
ADOQ. CAUCHO CR. 9%	2/10/20	9/10/20	7	9.98	20.00	8.00	3588	56173.5	199.6	281.4 kg/cm ²	62.5%
ADOQ. CAUCHO CR. 9%	2/10/20	9/10/20	7	10.03	20.08	8.03	3533	57742.1	201.4	286.7 kg/cm ²	63.7%
ADOQ. CAUCHO CR. 9%	2/10/20	9/10/20	7	10.14	20.02	7.99	3589	56139.9	203.0	276.5 kg/cm ²	61.5%

Resistencia a la compresión a 14 días

Tipo de muestra : Adoquines de concreto
 Presentación : Unidad
 Resistencia de diseño (F'm) : 450 kg/cm²

RESISTENCIA A LA COMPRESIÓN ASTM C140 / NTP 399.604

IDENTIFICACIÓN	FECHA DE ELABORACIÓN	FECHA DE ROTURA	EDAD (días)	ANCHO (cm)	LONGITUD (cm)	ALTURA (cm)	PESO (g)	FUERZA MÁXIMA (kg)	ÁREA BRUTA (cm ²)	ESFUERZO F'm	% F'c
ADOQUIN DE CONTROL	1/10/20	15/10/20	14	10.05	19.99	8.01	3819	81938.3	200.9	407.9 kg/cm ²	90.6%
ADOQUIN DE CONTROL	1/10/20	15/10/20	14	10.00	20.06	8.00	3701	83133.5	200.6	414.4 kg/cm ²	92.1%
ADOQUIN DE CONTROL	1/10/20	15/10/20	14	10.10	19.98	7.98	3718	81553.6	201.8	404.1 kg/cm ²	89.8%
ADOQ. CAUCHO CR. 3%	1/10/20	15/10/20	14	9.99	20.00	8.00	3715	76918.6	199.8	385.0 kg/cm ²	85.6%
ADOQ. CAUCHO CR. 3%	1/10/20	15/10/20	14	10.10	20.00	8.06	3655	76990.9	202.0	381.1 kg/cm ²	84.7%
ADOQ. CAUCHO CR. 3%	1/10/20	15/10/20	14	10.12	19.97	8.10	3752	78566.5	202.1	388.8 kg/cm ²	86.4%
ADOQ. CAUCHO CR. 6%	2/10/20	16/10/20	14	9.99	20.10	7.89	3641	71626.9	200.8	356.7 kg/cm ²	79.3%
ADOQ. CAUCHO CR. 6%	2/10/20	16/10/20	14	10.00	20.00	8.00	3708	74538.9	200.0	372.7 kg/cm ²	82.8%
ADOQ. CAUCHO CR. 6%	2/10/20	16/10/20	14	10.08	19.99	8.12	3667	73617.4	201.5	365.3 kg/cm ²	81.2%
ADOQ. CAUCHO CR. 9%	2/10/20	16/10/20	14	10.12	20.10	8.00	3568	68204.2	203.4	335.3 kg/cm ²	74.5%
ADOQ. CAUCHO CR. 9%	2/10/20	16/10/20	14	9.99	19.97	7.98	3629	67926.8	199.5	340.5 kg/cm ²	75.7%
ADOQ. CAUCHO CR. 9%	2/10/20	16/02/20	-229	10.02	20.00	8.00	3605	68902.6	200.4	343.8 kg/cm ²	76.4%

Resistencia a la compresión a 28 días

Tipo de muestra : Adoquines de concreto
 Presentación : Unidad
 Resistencia de diseño (F'm) : 450 kg/cm2

RESISTENCIA A LA COMPRESIÓN ASTM C140 / NTP 399.604

IDENTIFICACIÓN	FECHA DE ELABORACIÓN	FECHA DE ROTURA	EDAD (días)	ANCHO (cm)	LONGITUD (cm)	ALTURA (cm)	PESO (g)	FUERZA MÁXIMA (kg)	ÁREA BRUTA (cm2)	ESFUERZO F'm	% Fc
ADOQUIN DE CONTROL	1/10/20	29/10/20	28	10.05	19.96	7.98	3880	89926.4	200.6	448.3 kg/cm2	99.6%
ADOQUIN DE CONTROL	1/10/20	29/10/20	28	10.02	20.10	8.00	3758	88691.3	201.4	440.4 kg/cm2	97.9%
ADOQUIN DE CONTROL	1/10/20	29/10/20	28	9.99	19.98	8.10	3854	89026.8	199.6	446.0 kg/cm2	99.1%
ADOQ. CAUCHO CR. 3%	1/10/20	29/10/20	28	9.99	20.10	8.00	3741	85178.8	200.8	424.2 kg/cm2	94.3%
ADOQ. CAUCHO CR. 3%	1/10/20	29/10/20	28	10.10	20.00	8.13	3761	84706.2	202.0	419.3 kg/cm2	93.2%
ADOQ. CAUCHO CR. 3%	1/10/20	29/10/20	28	10.12	19.99	8.10	3724	86308.7	202.3	426.6 kg/cm2	94.8%
ADOQ. CAUCHO CR. 6%	2/10/20	30/10/20	28	10.10	20.10	7.98	3710	79675.9	203.0	392.5 kg/cm2	87.2%
ADOQ. CAUCHO CR. 6%	2/10/20	30/10/20	28	9.98	20.00	8.00	3689	80981.1	199.6	405.7 kg/cm2	90.2%
ADOQ. CAUCHO CR. 6%	2/10/20	30/10/20	28	9.97	20.10	8.08	3719	79924.2	200.4	398.8 kg/cm2	88.6%
ADOQ. CAUCHO CR. 9%	2/10/20	30/10/20	28	10.10	19.99	8.00	3584	70940.3	201.9	351.4 kg/cm2	78.1%
ADOQ. CAUCHO CR. 9%	2/10/20	30/10/20	28	10.00	20.10	7.89	3641	72047.6	201.0	358.4 kg/cm2	79.7%
ADOQ. CAUCHO CR. 9%	2/10/20	30/10/20	28	10.14	20.00	8.00	3571	72837.1	202.8	359.2 kg/cm2	79.8%

Resistencia a la flexión 28 días

RESISTENCIA A LA FLEXIÓN (MÓDULO DE ROTURA) REF: ASTM C293/C293M-16

IDENTIFICACIÓN	FECHA DE ELABORACIÓN	FECHA DE ROTURA	EDAD (días)	ANCHO (cm)	LONGITUD (cm)	ALTURA (cm)	PESO (g)	FUERZA MÁXIMA (kg)	MR (kg/cm2)
ADOQUIN DE CONTROL	1/10/20	29/10/20	28	10.05	19.80	7.90	3880	1478.2	70.0
ADOQUIN DE CONTROL	1/10/20	29/10/20	28	10.00	20.10	8.00	3658	1548.2	72.9
ADOQUIN DE CONTROL	1/10/20	29/10/20	28	10.20	19.98	8.10	3854	1740.0	77.9
ADOQ. CAUCHO CR.3%	1/10/20	29/10/20	28	9.99	20.20	8.00	3741	1388.4	65.8
ADOQ. CAUCHO CR. 3%	1/10/20	29/10/20	28	10.10	20.00	8.30	3761	1401.2	60.4
ADOQ. CAUCHO CR. 3%	1/10/20	29/10/20	28	10.20	19.70	8.10	3724	1391.0	61.4
ADOQ. CAUCHO CR. 6%	2/10/20	30/10/20	28	10.10	20.10	7.89	3710	1178.5	56.5
ADOQ. CAUCHO CR. 6%	2/10/20	30/10/20	28	10.00	20.00	8.00	3689	1281.1	60.1
ADOQ. CAUCHO CR. 6%	2/10/20	30/10/20	28	10.20	20.10	8.20	3719	1296.0	57.0
ADOQ. CAUCHO CR. 9%	2/10/20	30/10/20	28	10.10	20.10	8.00	3580	1247.2	58.2
ADOQ. CAUCHO CR. 9%	2/10/20	30/10/20	28	10.00	20.30	7.80	3594	1147.3	57.4
ADOQ. CAUCHO CR. 9%	2/10/20	30/10/20	28	10.40	20.00	8.00	3577	1252.4	56.4

Anexo 6

Panel fotográfico





	
<p>Imagen 01. Visita y verificación del laboratorio</p>	<p>Imagen 02. Ensayos de agregado grueso</p>
	
<p>Imagen 03. Ensayos de caucho reciclado</p>	<p>Imagen 04. Ensayos de peso específico del agregado fino</p>



Imagen 05. Preparación de materiales según diseño de mezcla proporcionado por el laboratorio



Imagen 06. Preparación del molde del pavimento articulado



Imagen 07. Prensado del pavimento articulado



Imagen 08. Verificación de las características físicas del pavimento articulado



Imagen 09. Traslado de muestras para ensayos en laboratorio



Imagen 10. Ensayo a compresión de los pavimentos articulados

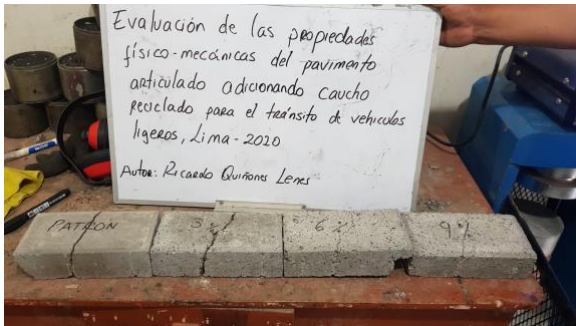


Imagen 11. Muestras sometidas a ensayos a compresión




Imagen 12. Muestra sometida a ensayo a flexión

Anexo 6

Certificados de laboratorio

Contenido de Humedad A.F. y A.G.

Página 01

 R.U.C. 20601148464	RESULTADO DE ENSAYO DE LABORATORIO PARA TESIS	CF: Ing - IF - C - PN
	Ing - IF - C - QLR - 2020 - 01	VF: 01
Solicitante: Quiñones Lenés Ricardo Institución: Universidad César Vallejo Especialidad: Ingeniería Civil		FEF: 05/10/2020
Tema de tesis: "Evaluación de las propiedades físico - mecánicas del pavimento articulado adicionando caucho reciclado para el tránsito de vehículos ligeros, Lima - 2020"		
Fecha emisión informe: 30/10/2020		
Ubicación: Lima		

CONTENIDO DE HUMEDAD DEL AGREGADO GRUESO

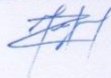
ITEM	DESCRIPCION	UND.	DATOS	CANTERA
1	Peso del Recipiente	g	175.6	Trapiche
2	Peso del Recipiente + muestra húmeda	g	1213.1	
3	Peso del Recipiente + muestra seca	g	1188.3	
4	CONTENIDO DE HUMEDAD	%	2.45	

CONTENIDO DE HUMEDAD DEL AGREGADO FINO

ITEM	DESCRIPCION	UND.	DATOS	CANTERA
1	Peso del Recipiente	g	212.2	Trapiche
2	Peso del Recipiente + muestra húmeda	g	946.1	
3	Peso del Recipiente + muestra seca	g	933.4	
4	CONTENIDO DE HUMEDAD	%	1.76	

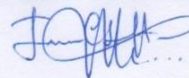
Elaborado por:
Miguel Angel Alfaro Huayanay
Especialista en Laboratorio de Suelos, Concreto y Asfalto
HIS ASESORES Y CONSULTORES S.A.C.

Firma:




Revisado por:
Juan Carlos Zapata Silva
Ing. Civil CIP 56346
HIS ASESORES Y CONSULTORES S.A.C.

Firma:

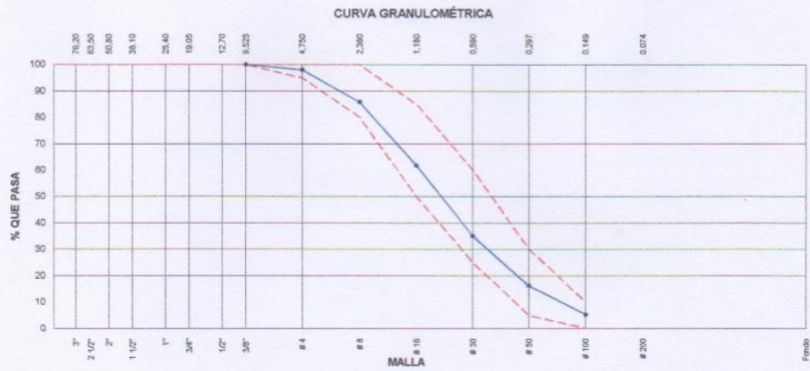


Granulometría


 <p>R.U.C. 2060148464</p>	RESULTADO DE ENSAYO DE LABORATORIO PARA TESIS Ing - IF - C - QLR - 2020 - 02		CF: Ing - IF - C - PN VF: 01 FEF: 05/10/2020
	Solicitante: Quiñones Lenés Ricardo Tema de tesis: "Evaluación de las propiedades físico - mecánicas del pavimento articulado adicionando caucho reciclado para el tránsito de vehículos ligeros, Lima - 2020" Fecha emisión informe: 30/10/2020 Ubicación: Lima	Institución: Universidad César Vallejo Especialidad: Ingeniería Civil	

Código de Muestra : ---
 Procedencia : Cantera Trapiche
 Material : Agregado Fino
 N° de Muestra : ---
 Progresiva : ---

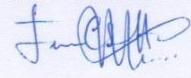
AGREGADO FINO ASTM C33/C33M - 18 - ARENA GRUESA						
Malla	Peso Retenido g	% Parcial Retenido	% Acumulado Retenido	% Acumulado que pasa	ASTM "LIM INF"	ASTM "LIM SUP"
4"	100.00 mm				100.00	100.00
3 1/2"	90.00 mm				100.00	100.00
3"	75.00 mm				100.00	100.00
2 1/2"	63.00 mm				100.00	100.00
2"	50.00 mm				100.00	100.00
1 1/2"	37.50 mm				100.00	100.00
1"	25.00 mm				100.00	100.00
3/4"	19.00 mm				100.00	100.00
1/2"	12.50 mm				100.00	100.00
3/8"	9.50 mm			100.00	100.00	100.00
# 4	4.75 mm	8.8	1.93	98.07	95.00	100.00
# 8	2.36 mm	56.1	12.30	85.77	80.00	100.00
# 16	1.18 mm	109.4	23.99	61.78	50.00	85.00
# 30	600 µm	122.2	26.79	34.99	25.00	60.00
# 50	300 µm	86.0	18.86	16.14	5.00	30.00
# 100	150 µm	49.1	10.77	5.37	0.00	10.00
Fondo		24.5	5.37	100.00	0.00	-
					MF	2.98
					TMN	---




Elaborado por:
 Miguel Angel Alfaro Huayanay
 Especialista en Laboratorio de Suelos, Concreto y Asfalto
 HIS ASESORES Y CONSULTORES S.A.C.

Firma: 

Revisado por:
 Juan Carlos Zapata Silva
 Ing. Civil CIP 56346
 HIS ASESORES Y CONSULTORES S.A.C.

Firma: 




 <p>HIS ASESORES Y CONSULTORES S.A.C. R.U.C. 20601148464</p>	<p>RESULTADO DE ENSAYO DE LABORATORIO PARA TESIS</p> <p><u>Ing - IF - C - QLR - 2020 - 03</u></p>	<p>CF: Ing - IF - C - PN</p> <p>VF: 01</p> <p>FEF: 05/10/2020</p>
	<p>Solicitante: Quiñones Lenés Ricardo Institución: Universidad César Vallejo Especialidad: Ingeniería Civil</p> <p>Tema de tesis: "Evaluación de las propiedades físico - mecánicas del pavimento articulado adicionando caucho reciclado para el tránsito de vehículos ligeros, Lima - 2020"</p> <p>Fecha emisión informe: 30/10/2020</p> <p>Ubicación: Lima</p>	

Código de Muestra : --
 Procedencia : Cantera Trapiche.
 Material : Agregado Fino
 N° de Muestra : --
 Progresiva : --


MATERIAL MÁS FINO QUE EL TAMIZ N° 200
(ASTM C117)

IDENTIFICACIÓN	1	2	PROMEDIO
Peso de tara (g)	175.6	212.6	
Peso de tara + muestra seca (g)	723.4	824.9	
Peso de tara + muestra lavada y seca (g)	695.4	792.1	
MATERIAL MENOR AL TAMIZ N°200 (%)	5.12	5.36	5.24

Elaborado por:
 Miguel Angel Añoro Huayanay
 Especialista en Laboratorio de Suelos, Concreto y Asfalto
 HIS ASESORES Y CONSULTORES S.A.C.


Firma: 

Revisado por:
 Juan Carlos Zapala Silva
 Ing. Civil CIP 56346
 HIS ASESORES Y CONSULTORES S.A.C.

Firma: 

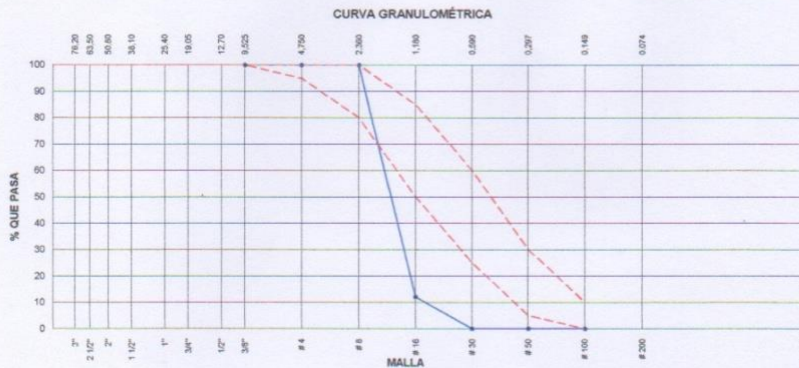


Granulometría Caucho

 <p>HIS ASESORES Y CONSULTORES S.A.C. R.U.C. 20601148464</p>	RESULTADO DE ENSAYO DE LABORATORIO PARA TESIS <u>Ing - IF - C - QLR - 2020 - 04</u>	CF: Ing - IF - C - PN VF: 01 FEF: 05/10/2020
	Solicitante: Quiñones Lenos Ricardo Institución: Universidad César Vallejo Especialidad: Ingeniería Civil Tema de tesis: "Evaluación de las propiedades físico - mecánicas del pavimento articulado adicionando caucho reciclado para el tránsito de vehículos ligeros, Lima - 2020" Fecha emisión informe: 30/10/2020 Ubicación: Lima	

Código de Muestra : --
 Procedencia : --
 Material : Caucho Reciclado
 N° de Muestra : --
 Progresiva : --

AGREGADO FINO ASTM C33/C33M - 18 - CAUCHO RECICLADO							
Malla		Peso Retenido g	% Parcial Retenido	% Acumulado Retenido	% Acumulado que pasa	ASTM "LIM INF"	ASTM "LIM SUP"
4"	100.00 mm					100.00	100.00
3 1/2"	90.00 mm					100.00	100.00
3"	75.00 mm					100.00	100.00
2 1/2"	63.00 mm					100.00	100.00
2"	50.00 mm					100.00	100.00
1 1/2"	37.50 mm					100.00	100.00
1"	25.00 mm					100.00	100.00
3/4"	19.00 mm					100.00	100.00
1/2"	12.50 mm					100.00	100.00
3/8"	9.50 mm				100.00	100.00	100.00
# 4	4.75 mm	0.0	0.00	0.00	100.00	95.00	100.00
# 8	2.36 mm	0.2	0.04	0.04	99.96	80.00	100.00
# 16	1.18 mm	437.8	87.79	87.83	12.17	50.00	85.00
# 30	600 µm	60.1	12.05	99.88	0.12	25.00	60.00
# 50	300 µm	0.1	0.02	99.90	0.10	5.00	30.00
# 100	150 µm	0.3	0.06	99.96	0.04	0.00	10.00
Fondo	-	0.2	0.04	100.00	0.00	-	-
						MF	3.88
						TMN	--



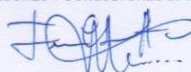
Elaborado por:
 Miguel Angel Alfaro Huayanay
 Especialista en Laboratorio de Suelos, Concreto y Asfalto
 HIS ASESORES Y CONSULTORES S.A.C.

Firma:




Revisado por:
 Juan Carlos Zapata Silva
 Ing. Civil CIP 56346
 HIS ASESORES Y CONSULTORES S.A.C.

Firma:

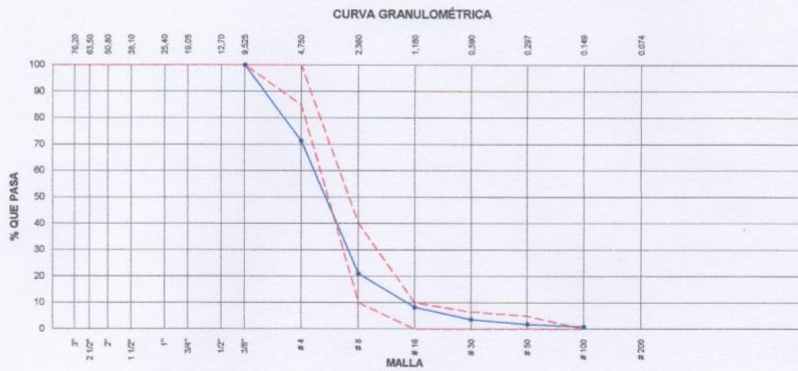



Granulometría A.G.

 <p>HIS ASESORES Y CONSULTORES S.A.C. R.U.C. 20601148464</p>	RESULTADO DE ENSAYO DE LABORATORIO PARA TESIS Ing - IF - C - QLR - 2020 - 05		CF: Ing - IF - C - PN VF: 01 FEF: 05/10/2020
	Solicitante: Quiñones Lenés Ricardo Institución: Universidad César Vallejo Especialidad: Ingeniería Civil Tema de tesis: "Evaluación de las propiedades físico - mecánicas del pavimento articulado adicionando caucho reciclado para el tránsito de vehículos ligeros, Lima - 2020" Fecha emisión informe: 30/10/2020 Ubicación: Lima		

Código de Muestra : --
 Procedencia : Cantera Trapiche
 Material : Agregado Grueso
 N° de Muestra : --
 Progresiva : --

AGREGADO GRUESO ASTM C33/C33M - 1B - HUSO # 9							
Malla		Peso Retenido g	% Parcial Retenido	% Acumulado Retenido	% Acumulado que pasa	ASTM "LIM INF"	ASTM "LIM SUP"
4"	100.00 mm					100.00	100.00
3 1/2"	90.00 mm					100.00	100.00
3"	75.00 mm					100.00	100.00
2 1/2"	63.00 mm					100.00	100.00
2"	50.00 mm					100.00	100.00
1 1/2"	37.50 mm					100.00	100.00
1"	25.00 mm					100.00	100.00
3/4"	19.00 mm					100.00	100.00
1/2"	12.50 mm					100.00	100.00
3/8"	9.50 mm		0.00	0.00	100.00	100.00	100.00
# 4	4.75 mm	635.8	28.66	28.66	71.34	85.00	100.00
# 8	2.36 mm	1116.6	50.33	78.99	21.01	10.00	40.00
# 16	1.18 mm	283.4	12.77	91.76	8.24	0.00	10.00
# 30	600 µm	102.2	4.61	96.37	3.63	0.00	6.50
# 50	300 µm	40.6	1.83	98.20	1.80	0.00	5.00
# 100	150 µm	20.6	0.93	99.13	0.87	0.00	0.00
Fondo	-	19.4	0.87	100.00	0.00	-	-
						MF	5.08
						TMN	N° 4



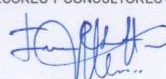
Elaborado por:
 Miguel Ángel Alfaro Huayanay
 Especialista en Laboratorio de Suelos, Concreto y Asfalto
 HIS ASESORES Y CONSULTORES S.A.C.

Firma:




Revisado por:
 Juan Carlos Zapata Silva
 Ing. Civil CIP 56346
 HIS ASESORES Y CONSULTORES S.A.C.

Firma:




PE y absorción AF

 <p>R.U.C. 20601148464</p>	RESULTADO DE ENSAYO DE LABORATORIO PARA TESIS <u>Ing - IF - C - QLR - 2020 - 06</u>		CF: Ing - IF - C - PN VF: 01 FEF: 05/10/2020
	Solicitante: Quiñones Lenés Ricardo Institución: Universidad César Vallejo Especialidad: Ingeniería Civil Tema de tesis: "Evaluación de las propiedades físico - mecánicas del pavimento articulado adicionando caucho reciclado para el tránsito de vehículos ligeros, Lima - 2020" Fecha emisión informe: 30/10/2020 Ubicación: Lima		

Código de Muestra : ---
 Procedencia : Canterra Trapiche
 Material : Agregado Fino
 N° de Muestra : ---
 Progresiva : ---

PESO ESPECIFICO Y ABSORCION DE AGREGADOS FINOS
(ASTM C128)

IDENTIFICACIÓN		1	2	
A	Peso Mat. Sat. Seca (SSS)	500.1	500.0	
B	Peso Frasco + agua	671.7	671.7	
C	Peso Frasco + agua + muestra SSS	986.8	987.3	
D	Peso del Mat. Seco	491.1	490.8	
Pe Bulk (Base seca) o Peso específico de masa = D/(B+A-C)		2.655	2.662	2.668
Pe Bulk (Base Saturada) o Peso específico SSS = A/(B+A-C)		2.703	2.711	2.707
Pe Aparente (Base seca) o Peso específico aparente = D/(B+D-C)		2.790	2.801	2.796
% Absorción = 100*((A-D)/D)		1.8	1.9	1.9

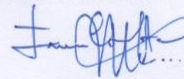
Elaborado por:
 Miguel Angel Alfaro Huayanay
 Especialista en Laboratorio de Suelos, Concreto y Asfalto
 HIS ASESORES Y CONSULTORES S.A.C.

Firma:




Revisado por:
 Juan Carlos Zapata Silva
 Ing. Civil CIP 56346
 HIS ASESORES Y CONSULTORES S.A.C.

Firma:




PE y absorción AG

 R.U.C. 20601148464	RESULTADO DE ENSAYO DE LABORATORIO PARA TESIS	CF: Ing - IF - C - PN
	Ing - IF - C - QLR - 2020 - 07	VF: 01 FEF: 05/10/2020
Solicitante: Quiñones Lenes Ricardo Institución: Universidad César Vallejo Especialidad: Ingeniería Civil		
Tema de tesis: "Evaluación de las propiedades físico - mecánicas del pavimento articulado adicionando caucho reciclado para el tránsito de vehículos ligeros, Lima - 2020"		
Fecha emisión informe: 30/10/2020		
Ubicación: Lima		

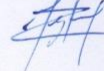
Tipo de muestra : ---
Procedencia : Cantera Trapiche
Material : Agregado Grueso
N° de Muestra : ---
Progresiva : ---

**PESO ESPECIFICO Y ABSORCION DE AGREGADOS GRUESOS
(ASTM C127)**

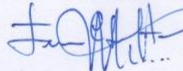
DATOS		A	B
1	Peso de la muestra sss	1142.5	1276.3
2	Peso de la muestra sss sumergida	708.1	790.6
3	Peso de la muestra secada al horno	1120.7	1252.3

RESULTADOS	1	2	PROMEDIO
PESO ESPECIFICO DE MASA	2.580	2.578	2.579
PESO ESPECIFICO DE MASA S.S.S	2.630	2.628	2.629
PESO ESPECIFICO APARENTE	2.716	2.712	2.714
PORCENTAJE DE ABSORCIÓN (%)	1.9	1.9	1.9

Elaborado por:
Miguel Angel Alfaro Huayanay
Especialista en Laboratorio de Suelos, Concreto y Asfalto
HIS ASESORES Y CONSULTORES S.A.C.


Firma: 

Revisado por:
Juan Carlos Zapata Silva
Ing. Civil CIP 55346
HIS ASESORES Y CONSULTORES S.A.C.

Firma: 



PE y absorción del Caucho

 R.U.C. 20601148464	RESULTADO DE ENSAYO DE LABORATORIO PARA TESIS	CF: Ing - IF - C - PN
	Ing - IF - C - QLR - 2020 - 08	VF: 01
Solicitante: Quiñones Lenés Ricardo Institución: Universidad César Vallejo Especialidad: Ingeniería Civil		FEF: 05/10/2020
Tema de tesis:	"Evaluación de las propiedades físico - mecánicas del pavimento articulado adicionando caucho reciclado para el tránsito de vehículos ligeros, Lima - 2020"	
Fecha emisión informe:	30/10/2020	
Ubicación:	Lima	

Tipo de muestra : ---
Procedencia : ---
Material : Caucho Reciclado
N° de Muestra : ---
Progresiva : ---

PESO ESPECIFICO Y ABSORCION DE AGREGADOS GRUESOS
(ASTM C127)

DATOS		A	B
1	Peso de la muestra sss	250.0	250.0
2	Peso de la muestra sss sumergida	-131.4	-147.3
3	Peso de la muestra secada al horno	250.0	250.0

RESULTADOS	1	2	PROMEDIO
PESO ESPECIFICO DE MASA	0.655	0.629	0.642
PESO ESPECIFICO DE MASA S.S.S	0.655	0.629	0.642
PESO ESPECIFICO APARENTE	0.655	0.629	0.642
PORCENTAJE DE ABSORCIÓN (%)	0.0	0.0	0.0

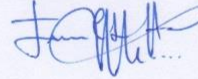
Elaborado por:
Miguel Angel Alfaro Huayanay
Especialista en Laboratorio de Suelos, Concreto y Asfalto
HIS ASESORES Y CONSULTORES S.A.C.


Firma:



Revisado por:
Juan Carlos Zapata Silva
Ing. Civil CIP 56346
HIS ASESORES Y CONSULTORES S.A.C.

Firma:



 <p>HIS ASESORES Y CONSULTORES S.A.C. R.U.C. 20601348464</p>	<p>RESULTADO DE ENSAYO DE LABORATORIO PARA TESIS</p> <p>Ing - IF - C - QLR - 2020 - 09</p>	<p>CF: Ing - IF - C - PN VF: 01 FEF: 05/10/2020</p>
	<p>Solicitante: Quiñones Lenes Ricardo Institución: Universidad César Vallejo Especialidad: Ingeniería Civil</p> <p>Tema de tesis: "Evaluación de las propiedades físico - mecánicas del pavimento articulado adicionando caucho reciclado para el tránsito de vehículos ligeros, Lima - 2020"</p> <p>Fecha emisión informe: 30/10/2020</p> <p>Ubicación: Lima</p>	

Código de Muestra : --
 Procedencia : Cantera Trapiche
 Material : Agregado Fino
 N° de Muestra : --
 Progresiva : --

PESO UNITARIO SUELTO Y VARILLADO
(ASTM C29/ C29M)


PESO UNITARIO SUELTO

IDENTIFICACIÓN	1	2	PROMEDIO
Peso de molde (kg)	6.268	6.268	
Volumen de molde (m3)	0.002127	0.002127	
Peso de molde + muestra suelta (kg)	9.719	9.720	
Peso de muestra suelta (kg)	3.451	3.452	
PESO UNITARIO SUELTO (kg/m3)	1622	1623	

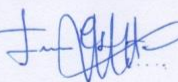
PESO UNITARIO COMPACTADO

IDENTIFICACIÓN	1	2	PROMEDIO
Peso de molde (kg)	6.268	6.268	
Volumen de molde (m3)	0.002127	0.002127	
Peso de molde + muestra suelta (kg)	10.056	10.079	
Peso de muestra suelta (kg)	3.788	3.811	
PESO UNITARIO SUELTO (kg/m3)	1781	1792	

Elaborado por:
 Miguel Ángel Alfaro Huayanay
 Especialista en Laboratorio de Suelos, Concreto y Asfalto
 HIS ASESORES Y CONSULTORES S.A.C.


Firma: 

Revisado por:
 Juan Carlos Zapata Silva
 Ing. Civil CIP 56346
 HIS ASESORES Y CONSULTORES S.A.C.

Firma: 



PU Caucho

 <p>HIS ASESORES Y CONSULTORES S.A.C. R.U.C. 20601148464</p>	<p>RESULTADO DE ENSAYO DE LABORATORIO PARA TESIS</p> <p>Ing - IF - C - QLR - 2020 - 10</p>	<p>CF: Ing - IF - C - PN</p> <p>VF: 01</p> <p>FEF: 05/10/2020</p>
	<p>Solicitante: Quiñones Lenés Ricardo Institución: Universidad César Vallejo Especialidad: Ingeniería Civil</p> <p>Tema de tesis: "Evaluación de las propiedades físico - mecánicas del pavimento articulado adicionando caucho reciclado para el tránsito de vehículos ligeros, Lima - 2020"</p> <p>Fecha emisión informe: 30/10/2020</p> <p>Ubicación: Lima</p>	

Código de Muestra : --
 Procedencia : --
 Material : Caucho Reciclado
 N° de Muestra : --
 Progresiva : --

PESO UNITARIO SUELTO Y VARILLADO
(ASTM C29/ C29M)

PESO UNITARIO SUELTO

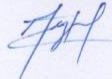
IDENTIFICACIÓN	1	2	PROMEDIO
Peso de molde (kg)	6.282	6.282	
Volumen de molde (m3)	0.002127	0.002127	
Peso de molde + muestra suelta (kg)	7.075	7.048	
Peso de muestra suelta (kg)	0.793	0.766	
PESO UNITARIO SUELTO (kg/m3)	373	360	

PESO UNITARIO COMPACTADO

IDENTIFICACIÓN	1	2	PROMEDIO
Peso de molde (kg)	6.282	6.282	
Volumen de molde (m3)	0.002127	0.002127	
Peso de molde + muestra suelta (kg)	7.202	7.197	
Peso de muestra suelta (kg)	0.920	0.915	
PESO UNITARIO SUELTO (kg/m3)	433	430	

Elaborado por:
 Miguel Ángel Alfaro Huayanay
 Especialista en Laboratorio de Suelos, Concreto y Asfalto
 HIS ASESORES Y CONSULTORES S.A.C.


Firma:



Revisado por:
 Juan Carlos Zapata Silva
 Ing. Civil CIP 56346
 HIS ASESORES Y CONSULTORES S.A.C.

Firma:




 <p>HIS ASESORES Y CONSULTORES S.A.C. R.U.C. 20601148464</p>	<p>RESULTADO DE ENSAYO DE LABORATORIO PARA TESIS</p> <p>Ing - IF - C - QLR - 2020 - 11</p>	<p>CF: Ing - IF - C - PN</p> <p>VF: 01</p> <p>FEF: 05/10/2020</p>
	<p>Solicitante: Quiñones Lenés Ricardo Institución: Universidad César Vallejo Especialidad: Ingeniería Civil</p> <p>Tema de tesis: "Evaluación de las propiedades físico - mecánicas del pavimento articulado adicionando caucho reciclado para el tránsito de vehículos ligeros, Lima - 2020"</p> <p>Fecha emisión informe: 30/10/2020</p> <p>Ubicación: Lima</p>	

Código de Muestra : --
 Procedencia : Cantera Trapiche
 Material : Agregado Grueso
 N° de Muestra : --
 Progresiva : --

PESO UNITARIO SUELTO Y VARILLADO
(ASTM C29/ C29M)

PESO UNITARIO SUELTO

IDENTIFICACIÓN	1	2	PROMEDIO
Peso de molde (kg)	2.358	2.358	
Volumen de molde (m3)	0.007211	0.007211	
Peso de molde + muestra suelta (kg)	13.701	13.699	
Peso de muestra suelta (kg)	11.343	11.341	
PESO UNITARIO SUELTO (kg/m3)	1573	1573	


PESO UNITARIO COMPACTADO

IDENTIFICACIÓN	1	2	PROMEDIO
Peso de molde (kg)	2.358	2.358	
Volumen de molde (m3)	0.007211	0.007211	
Peso de molde + muestra suelta (kg)	14.001	13.993	
Peso de muestra suelta (kg)	11.643	11.635	
PESO UNITARIO SUELTO (kg/m3)	1615	1614	

Elaborado por:
 Miguel Angel Alfaro Huayanay
 Especialista en Laboratorio de Suelos, Concreto y Asfalto
 HIS ASESORES Y CONSULTORES S.A.C.

Firma: 


Revisado por:
 Juan Carlos Zapata Silva
 Ing. Civil CIP 56346
 HIS ASESORES Y CONSULTORES S.A.C.

Firma: 



Diseño de concreto convencional

Página 01

 <p>HIS ASESORES Y CONSULTORES S.A.C. R.U.C. 20601148464</p>	<p>RESULTADO DE ENSAYO DE LABORATORIO PARA TESIS</p> <p>Ing - IF - C - QLR - 2020 - 12</p>	<p>CF: Ing - IF - C - PN VF: 01 FEF: 05/10/2020</p>
	<p>Solicitante: Quiñones Lemes Ricardo Institución: Universidad César Vallejo Especialidad: Ingeniería Civil</p> <p>Tema de tesis: "Evaluación de las propiedades físico - mecánicas del pavimento articulado adicionando caucho reciclado para el tránsito de vehículos ligeros, Lima - 2020"</p> <p>Fecha emisión informe: 30/10/2020</p> <p>Ubicación: Lima</p>	

Agregado : Ag. Grueso / Ag. Fino F_m de diseño: 450 kg/cm²
 Procedencia : Cantera Trapiche Asentamiento: 1" - 2"
 Cemento : Cemento Sol tipo 1 Código de mezcla: Convencional
 Fecha de vacado : 01/10/20

- | | |
|---|--|
| <p>1. RESISTENCIA A LA COMPRESIÓN REQUERIDA
F_m = 450 kg/cm²</p> <p>2. RELACIÓN AGUA CEMENTO
R a/c = 0.38</p> <p>3. DETERMINACIÓN DEL VOLUMEN DE AGUA
Agua = 233 L</p> <p>4. CANTIDAD DE AIRE ATRAPADO
Aire = 3.0%</p> | <p>5. CÁLCULO DE LA CANTIDAD DE CEMENTO
Cemento = 613 kg</p> <p>6. FACTOR CEMENTO
Bolsas x m³ = 14.4 Bolsas</p> <p>7. CÁLCULO DE ADITIVO
0.00 kg x m³ = 0.0% / Cto</p> |
|---|--|

8. CÁLCULO DEL VOLUMEN DE AGREGADOS

INSUMO	PESO ESPECÍFICO	VOLUMEN ABSOLUTO				
Cemento Sol tipo 1	3050 kg/m ³	0.2010 m ³				
Agua	1000 kg/m ³	0.2330 m ³				
Aire	---	0.0300 m ³				
Aditivo	---	0.0000 m ³				
Agregado fino	2658 kg/m ³	---	HUMEDAD	1.76%	ABSORCIÓN	1.90%
Caucho Reciclado	642 kg/m ³	---		0.00%		3.88
Agregado Grueso	2579 kg/m ³	---		2.45%		5.08
		Volumen de pasta				P. U. SUELTO
		0.4640 m ³				2.98
		Volumen de agregados				1623
		0.5360 m ³				366
						1573

9. PROPORCIÓN DE AGREGADOS SECOS

Agregado fino	40.0%	≈ 0.2144 m ³	≈ 570 kg
Caucho Reciclado	0.0%	≈ 0.0000 m ³	≈ 0 kg
Agregado Grueso	60.0%	≈ 0.3216 m ³	≈ 829 kg

10. PESO HÚMEDO DE LOS AGREGADOS - CORRECCIÓN POR HUMEDAD

Agregado fino	580 kg
Caucho Reciclado	0 kg
Agregado Grueso	850 kg

11. AGUA EFECTIVA CORREGIDA POR ABSORCIÓN Y HUMEDAD

Agua	229 L
------	-------

12. VOLUMEN DE TANDA DE PRUEBA 0.030 m³

Cemento Sol tipo 1	18.39 kg
Agua	6.88 L
Aditivo	0.0 g
Agregado fino	17.4 kg
Caucho Reciclado	0.0 kg
Agregado Grueso	25.5 kg
Temperatura	27.7 °C
PUT	2272 kg/m ³
PUC	2288 kg/m ³
Slump Obtenido	1.2"

13. PROPORCIÓN EN VOLUMEN DE OBRA

CEM	A.F.	Caucho	A.G.	ADIT	AGUA
1	: 0.9	: 0.0	1.3	: 0.0	: 15.9 L / bolsa

OBSERVACIONES:

- Muestras provistas e identificadas por el solicitante

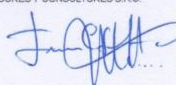
Elaborado por:
Miguel Ángel Alfaro Husaynny
Especialista en Laboratorio de Suelos, Concreto y Asfalto
HIS ASESORES Y CONSULTORES S.A.C.

Firma:




Revisado por:
Juan Carlos Zapata Silva
Ing. Civil CIP 56346
HIS ASESORES Y CONSULTORES S.A.C.

Firma:




Diseño de concreto con 3% caucho

 <p>HIS ASESORES Y CONSULTORES S.A.C. R.U.C. 20601148464</p>	RESULTADO DE ENSAYO DE LABORATORIO PARA TESIS <u>Ing - IF - C - QLR - 2020 - 13</u>	CF: Ing - IF - C - PN VF: 01 FEF: 05/10/2020	
	Solicitante: Quiliones Lenes Ricardo Institución: Universidad César Vallejo Especialidad: Ingeniería Civil	Tema de tesis: "Evaluación de las propiedades físico - mecánicas del pavimento articulado adicionando caucho reciclado para el tránsito de vehículos ligeros, Lima - 2020"	
	Fecha emisión informe: 30/10/2020 Ubicación: Lima		

Agregado : Ag. Grueso / Ag. Fino F'm de diseño: 450 kg/cm²
 Procedencia : Cantera Trapiche Asentamiento: 1" - 2"
 Cemento : Cemento Sol tipo 1 Código de mezcla: M2
 Fecha de vaceado : 01/10/20

- | | |
|--|--|
| 1. RESISTENCIA A LA COMPRESIÓN REQUERIDA
F'm = 450 kg/cm ² | 5. CÁLCULO DE LA CANTIDAD DE CEMENTO
Cemento = 613 kg |
| 2. RELACIÓN AGUA CEMENTO
R/a/c = 0.38 | 6. FACTOR CEMENTO
Bolsas x m ³ = 14.4 Bolsas |
| 3. DETERMINACIÓN DEL VOLUMEN DE AGUA
Agua = 233 L | 7. CÁLCULO DE ADITIVO
0.00 kg x m ³ = 0.0% / Cto |
| 4. CANTIDAD DE AIRE ATRAPADO
Aire = 3.0% | |

8. CÁLCULO DEL VOLUMEN DE AGREGADOS

INSUMO	PESO ESPECÍFICO	VOLUMEN ABSOLUTO	HUMEDAD	ABSORCIÓN	MÓD. FINEZA	P.U. SUELTO
Cemento Sol tipo 1	3050 kg/m ³	0.2010 m ³				
Agua	1000 kg/m ³	0.2330 m ³				
Aire	---	0.0300 m ³				
Aditivo	---	0.0000 m ³				
Agregado fino	2656 kg/m ³	---	1.76%	1.90%	2.98	1623
Caucho Reciclado	642 kg/m ³	---	0.00%	0.00%	3.88	366
Agregado Grueso	2579 kg/m ³	---	2.45%	1.90%	5.08	1573
Volumen de pasta		0.4640 m ³				
Volumen de agregados		0.5360 m ³				

9. PROPORCIÓN DE AGREGADOS SECOS

Agregado fino	37.0%	= 0.1983 m ³	= 527 kg
Caucho Reciclado	3.0%	= 0.0161 m ³	= 10 kg
Agregado Grueso	60.0%	= 0.3216 m ³	= 829 kg

10. PESO HÚMEDO DE LOS AGREGADOS - CORRECCIÓN POR HUMEDAD

Agregado fino	536 kg
Caucho Reciclado	10 kg
Agregado Grueso	850 kg

11. AGUA EFECTIVA CORREGIDA POR ABSORCIÓN Y HUMEDAD

Agua	229 L
------	-------

12. VOLUMEN DE TANDA DE PRUEBA 0.030 m³

Cemento Sol tipo 1	18.39 kg
Agua	6.88 L
Aditivo	0.0 g
Agregado fino	16.1 kg
Caucho Reciclado	0.3 kg
Agregado Grueso	25.5 kg
Temperatura	27.3 °C
PJT	2239 kg/m ³
PUC	2242 kg/m ³
Slump Obtenido	1.4"

13. PROPORCIÓN EN VOLUMEN DE OBRA

CEM	A.F.	Caucho	A.G.	ADIT	AGUA
1	: 0.8	: 0.1	1.3	: 0.0	: 15.9 L / bolsa

OBSERVACIONES:

* Muestras provistas e identificadas por el solicitante

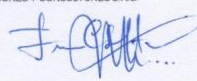
Elaborado por:
 Miguel Angel Alfaro Huaynay
 Especialista en Laboratorio de Suelos, Concreto y Asfalto
 HIS ASESORES Y CONSULTORES S.A.C.

Firma:




Revisado por:
 Juan Carlos Zapata Silva
 Ing. Civil CIP 95346
 HIS ASESORES Y CONSULTORES S.A.C.

Firma:




Diseño de concreto con 6% caucho

	RESULTADO DE ENSAYO DE LABORATORIO PARA TESIS		CF: Ing - IF - C - PN
	Ing - IF - C - QLR - 2020 - 14		VF: 01
Solicitante: Quilones Lenés Ricardo	Institución: Universidad César Vallejo	Especialidad: Ingeniería Civil	
Tema de tesis:	"Evaluación de las propiedades físico - mecánicas del pavimento articulado adicionando caucho reciclado para el tránsito de vehículos ligeros, Lima - 2020"		
Fecha emisión informe:	30/10/2020		
Ubicación:	Lima		

Agregado : Ag. Grueso / Ag. Fino F'm de diseño: 450 kg/cm²
 Procedencia : Cantera Trapiche Asentamiento: 1" - 2"
 Cemento : Cemento Sol tipo 1 Código de mezcla: M3
 Fecha de vaciado : 02/10/20

1. RESISTENCIA A LA COMPRESIÓN REQUERIDA
 F'm = 450 kg/cm²

5. CÁLCULO DE LA CANTIDAD DE CEMENTO
 Cemento = 613 kg

2. RELACIÓN AGUA CEMENTO
 R a/c = 0.38

6. FACTOR CEMENTO
 Bolsas x m³ = 14.4 Bolsas

3. DETERMINACIÓN DEL VOLUMEN DE AGUA
 Agua = 233 L

7. CÁLCULO DE ADITIVO
 0.00 kg x m³ = 0.0% / Cto

4. CANTIDAD DE AIRE ATRAPADO
 Aire = 3.0%

8. CÁLCULO DEL VOLUMEN DE AGREGADOS

INSUMO	PESO ESPECÍFICO	VOLUMEN ABSOLUTO				
Cemento Sol tipo 1	3050 kg/m ³	0.2010 m ³				
Agua	1000 kg/m ³	0.2330 m ³				
Aire	---	0.0300 m ³				
Aditivo	---	0.0000 m ³				
Agregado fino	2658 kg/m ³	---	HUMEDAD	1.76%	ABSORCIÓN	1.90%
Caucho Reciclado	642 kg/m ³	---		0.00%	MÓD. FINEZA	2.98
Agregado Grueso	2579 kg/m ³	---		2.45%	P.U. SUELTO	1623
	Volumen de pasta	0.4640 m ³				
	Volumen de agregados	0.5360 m ³				

9. PROPORCIÓN DE AGREGADOS SECOS
 Agregado fino 34.0% = 0.1822 m³ = 484 kg
 Caucho Reciclado 6.0% = 0.0322 m³ = 21 kg
 Agregado Grueso 60.0% = 0.3216 m³ = 829 kg

12. VOLUMEN DE TANDA DE PRUEBA 0.030 m³
 Cemento Sol tipo 1 18.39 kg
 Agua 6.87 L
 Aditivo 0.0 g
 Agregado fino 14.8 kg
 Caucho Reciclado 0.6 kg
 Agregado Grueso 25.5 kg
 Temperatura 26.5 °C
 PUT 2205 kg/m³
 PUC 2216 kg/m³
 Slump Obtenido 1.6"

10. PESO HÚMEDO DE LOS AGREGADOS - CORRECCIÓN POR HUMEDAD
 Agregado fino 493 kg
 Caucho Reciclado 21 kg
 Agregado Grueso 850 kg

11. AGUA EFECTIVA CORREGIDA POR ABSORCIÓN Y HUMEDAD
 Agua 229 L

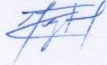
13. PROPORCIÓN EN VOLUMEN DE OBRA
 CEM A.F. Caucho A.G. ADIT. AGUA
 1 : 0.7 : 0.1 : 1.3 : 0.0 : 15.9 L / bolsa

OBSERVACIONES:

* Muestras provistas e identificadas por el solicitante

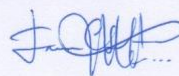
Elaborado por:
 Miguel Angel Alfaro Huayanay
 Especialista en Laboratorio de Suelos, Concreto y Asfalto
 HIS ASESORES Y CONSULTORES S.A.C.

Firma:




Revisado por:
 Juan Carlos Zapata Silva
 Ing. Civil CIP 56346
 HIS ASESORES Y CONSULTORES S.A.C.

Firma:




Diseño de concreto con 9% de caucho

Página 01

 <p>HIS ASESORES Y CONSULTORES S.A.C. R.U.C. 2060148464</p>	RESULTADO DE ENSAYO DE LABORATORIO PARA TESIS Ing - IF - C - QLR - 2020 - 15		CF: Ing - IF - C - PN VF: 01 FE: 05/10/2020
	Solicitante: Quiñones Lenés Ricardo Tema de tesis: "Evaluación de las propiedades físico - mecánicas del pavimento articulado adicionando caucho reciclado para el tránsito de vehículos ligeros, Lima - 2020" Fecha emisión informe: 30/10/2020 Ubicación: Lima	Institución: Universidad César Vallejo Especialidad: Ingeniería Civil	

Agregado : Ag. Grueso / Ag. Fino F m de diseño: 450 kg/cm²
 Procedencia : Cantera Trapiche Asentamiento: 1" - 2"
 Cemento : Cemento Sol tipo 1 Código de mezcla: M4
 Fecha de vaciado : 02/10/20

1. RESISTENCIA A LA COMPRESIÓN REQUERIDA

F m = 450 kg/cm²

2. RELACIÓN AGUA CEMENTO

R a/c = 0.38

3. DETERMINACIÓN DEL VOLUMEN DE AGUA

Agua = 233 L

4. CANTIDAD DE AIRE ATRAPADO

Aire = 3.0%

5. CÁLCULO DE LA CANTIDAD DE CEMENTO

Cemento = 613 kg

6. FACTOR CEMENTO

Bolsas x m³ = 14.4 Bolsas

7. CÁLCULO DE ADITIVO

0.00 kg x m³ = 0.0% / Cto

8. CÁLCULO DEL VOLUMEN DE AGREGADOS

INSUMO	PESO ESPECÍFICO	VOLUMEN ABSOLUTO				
Cemento Sol tipo 1	3050 kg/m ³	0.2010 m ³				
Agua	1000 kg/m ³	0.2330 m ³				
Aire	---	0.0300 m ³				
Aditivo	---	0.0000 m ³				
Agregado fino	2656 kg/m ³	---	HUMEDAD	1.76%	ABSORCIÓN	1.90%
Caucho Reciclado	642 kg/m ³	---		0.00%		3.68
Agregado Grueso	2579 kg/m ³	---		2.45%		5.08
		Volumen de pasta				1623
						366
		Volumen de agregados				1573

9. PROPORCIÓN DE AGREGADOS SECOS

Agregado fino 31.0% = 0.1661 m³ = 442 kg
 Caucho Reciclado 9.0% = 0.0482 m³ = 31 kg
 Agregado Grueso 60.0% = 0.3216 m³ = 829 kg

10. PESO HÚMEDO DE LOS AGREGADOS - CORRECCIÓN POR HUMEDAD

Agregado fino 449 kg
 Caucho Reciclado 31 kg
 Agregado Grueso 850 kg

11. AGUA EFECTIVA CORREGIDA POR ABSORCIÓN Y HUMEDAD

Agua 229 L

12. VOLUMEN DE TANDA DE PRUEBA 0.030 m³

Cemento Sol tipo 1 18.39 kg
 Agua 6.87 L
 Aditivo 0.0 g
 Agregado fino 13.5 kg
 Caucho Reciclado 0.9 kg
 Agregado Grueso 25.5 kg
 Temperatura 26.9 °C
 PUT 2172 kg/m³
 PUC 2171 kg/m³
 Slump Obtenido 1.7"

13. PROPORCIÓN EN VOLUMEN DE OBRA

CEM A.F. Caucho A.G. ADIT AGUA
 1 : 0.7 : 0.2 : 1.3 : 0.0 : 15.9 L / bolsa

OBSERVACIONES

* Muestras provistas e identificadas por el solicitante

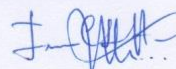
Elaborado por:
 Miguel Ángel Afaro Huayana
 Especialista en Laboratorio de Suelos, Concreto y Asfalto
 HIS ASESORES Y CONSULTORES S.A.C.

Firma:




Revisado por:
 Juan Carlos Zapata Silva
 Ing. Civil CIP 56346
 HIS ASESORES Y CONSULTORES S.A.C.

Firma:



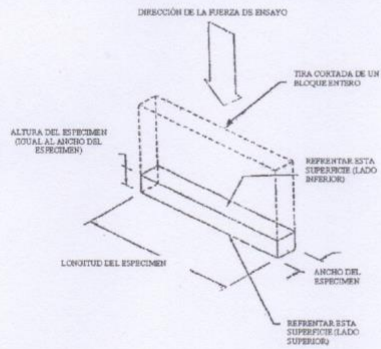

Resistencia a la compresión 7 días

	RESULTADO DE ENSAYO DE LABORATORIO PARA TESIS		CF: Ine - IF - C - PN
	Ine - IF - C - QLR - 2020 - 16		VF: 01
Solicitante: Quiñones Lenos Ricardo		Institución: Universidad César Vallejo	Especialidad: Ingeniería Civil
Tema de tesis: "Evaluación de las propiedades físico - mecánicas del pavimento articulado adicionando caucho reciclado para el tránsito de vehículos ligeros, Lima - 2020"			
Fecha emisión informe: 30/10/2020			
Ubicación: Lima			

Tipo de muestra : Adoquines de concreto
 Presentación : Unidad
 Resistencia de diseño (F'm) : 450 kg/cm2

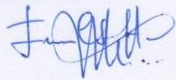
RESISTENCIA A LA COMPRESIÓN ASTM C140 / NTP 399.604

IDENTIFICACIÓN	FECHA DE ELABORACIÓN	FECHA DE ROTURA	EDAD (días)	ANCHO (cm)	LONGITUD (cm)	ALTURA (cm)	PESO (g)	FUERZA MÁXIMA (kg)	ÁREA BRUTA (cm2)	ESFUERZO F'm	% Fc
ADOQUIN DE CONTROL	01/10/2020	08/10/2020	7	9.98	20.03	8.05	3816	71325.4	199.9	356.8 kg/cm2	79.3%
ADOQUIN DE CONTROL	01/10/2020	08/10/2020	7	10.02	20.07	7.97	3788	73024.6	201.1	363.1 kg/cm2	80.7%
ADOQUIN DE CONTROL	01/10/2020	08/10/2020	7	9.96	19.98	8.04	3860	73765.3	199.0	370.7 kg/cm2	82.4%
ADOQ. CAUCHO CR. 3%	01/10/2020	08/10/2020	7	9.99	19.97	8.03	3685	67471.3	199.5	338.2 kg/cm2	75.2%
ADOQ. CAUCHO CR. 3%	01/10/2020	08/10/2020	7	9.96	20.03	7.99	3737	69646.2	199.5	349.1 kg/cm2	77.6%
ADOQ. CAUCHO CR. 3%	01/10/2020	08/10/2020	7	10.01	20.00	8.06	3885	68106.0	200.2	340.2 kg/cm2	75.6%
ADOQ. CAUCHO CR. 6%	02/10/2020	09/10/2020	7	10.1	20.01	7.99	3653	62366.4	202.1	308.6 kg/cm2	68.6%
ADOQ. CAUCHO CR. 6%	02/10/2020	09/10/2020	7	10.08	19.99	8.05	3675	61493.4	201.5	305.2 kg/cm2	67.8%
ADOQ. CAUCHO CR. 6%	02/10/2020	09/10/2020	7	10.04	19.97	8.07	3647	62699.4	200.5	312.7 kg/cm2	69.5%
ADOQ. CAUCHO CR. 9%	02/10/2020	09/10/2020	7	9.98	20.00	8.00	3588	56173.5	199.6	281.4 kg/cm2	62.5%
ADOQ. CAUCHO CR. 9%	02/10/2020	09/10/2020	7	10.03	20.08	8.03	3533	57742.1	201.4	286.7 kg/cm2	63.7%
ADOQ. CAUCHO CR. 9%	02/10/2020	09/10/2020	7	10.14	20.02	7.99	3589	56139.9	203.0	276.5 kg/cm2	61.5%




OBSERVACIONES:

Elaborado por:
Miguel Ángel Alvaro Huaymanay
Especialista en Laboratorio de Materiales, Control de Calidad y Auditoría
HIS ASSESORES Y CONSULTORES S.A.C.
Firma: 

Revisado por:
Juan Carlos Zapata Silva
Ingeniero Civil (CP 86548)
HIS ASSESORES Y CONSULTORES S.A.C.
Firma: 



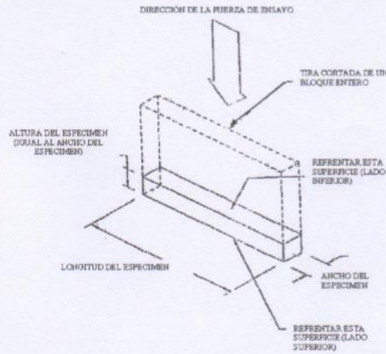
Resistencia a la compresión 14 días

	RESULTADO DE ENSAYO DE LABORATORIO PARA TESIS		CF: Ing - IF - C - PN
	Ing - IF - C - QLR - 2020 - 17		VF: 01
Solicitante: Duifones Lemos Ricardo	Institución: Universidad César Vallejo	Especialidad: Ingeniería Civil	FE: 05/10/2020
Tema de tesis: "Evaluación de las propiedades físico - mecánicas del pavimento articulado adicionando caucho reciclado para el tránsito de vehículos ligeros, Lima - 2020"			
Fecha emisión informe: 30/10/2020			
Ubicación: Lima			


Tipo de muestra : Adoquines de concreto
 Presentación : Unidad
 Resistencia de diseño (Fm) : 450 kg/cm2


RESISTENCIA A LA COMPRESIÓN ASTM C140 / NTP 399.804

IDENTIFICACIÓN	FECHA DE ELABORACIÓN	FECHA DE ROTURA	EDAD (días)	ANCHO (cm)	LONGITUD (cm)	ALTURA (cm)	PESO (g)	FUERZA MÁXIMA (kg)	ÁREA BRUTA (cm2)	ESFUERZO Fm	% Fc
ADOQUIN DE CONTROL	01/10/2020	15/10/2020	14	10.05	19.99	8.01	3819	81938.3	200.9	407.9 kg/cm2	90.6%
ADOQUIN DE CONTROL	01/10/2020	15/10/2020	14	10.00	20.08	8.00	3701	83133.5	200.6	414.4 kg/cm2	92.1%
ADOQUIN DE CONTROL	01/10/2020	15/10/2020	14	10.10	19.98	7.98	3718	81553.6	201.8	404.1 kg/cm2	89.8%
ADOQ. CAUCHO CR. 3%	01/10/2020	15/10/2020	14	9.99	20.00	8.00	3715	78918.6	199.8	385.0 kg/cm2	85.6%
ADOQ. CAUCHO CR. 3%	01/10/2020	15/10/2020	14	10.10	20.00	8.06	3655	78990.9	202.0	381.1 kg/cm2	84.7%
ADOQ. CAUCHO CR. 3%	01/10/2020	15/10/2020	14	10.12	19.97	8.10	3752	78566.5	202.1	388.8 kg/cm2	86.4%
ADOQ. CAUCHO CR. 6%	02/10/2020	16/10/2020	14	9.99	20.10	7.89	3641	71626.9	200.8	356.7 kg/cm2	79.3%
ADOQ. CAUCHO CR. 6%	02/10/2020	16/10/2020	14	10.00	20.00	8.00	3708	74538.9	200.0	372.7 kg/cm2	82.8%
ADOQ. CAUCHO CR. 6%	02/10/2020	16/10/2020	14	10.08	19.99	8.12	3667	73617.4	201.5	385.3 kg/cm2	81.2%
ADOQ. CAUCHO CR. 9%	02/10/2020	16/10/2020	14	10.12	20.10	8.00	3568	68204.2	203.4	335.3 kg/cm2	74.5%
ADOQ. CAUCHO CR. 9%	02/10/2020	16/10/2020	14	9.99	19.97	7.98	3629	67926.8	199.5	340.5 kg/cm2	75.7%
ADOQ. CAUCHO CR. 9%	02/10/2020	16/02/2020	-229	10.02	20.00	8.00	3605	68902.6	200.4	343.8 kg/cm2	76.4%



OBSERVACIONES:


Elaborado por:
 Miguel Angel Adaro Huaynaya
 Ingeniero en Laboratorio de Suelos, Concreto y Asfalto
 HIS ASESORES Y CONSULTORES S.A.C.
 Firma: 

Revisado por:
 Juan Carlos Zapata Silva
 Ing. Civil CIP 65545
 HIS ASESORES Y CONSULTORES S.A.C.
 Firma: 



Resistencia a la compresión 28 días

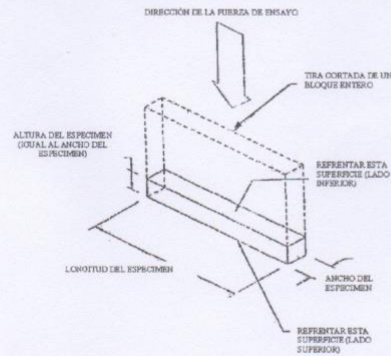
Página 01

 <p>HIS ASESORES Y CONSULTORES S.A.C. R.L.C. 206033388664</p>	RESULTADO DE ENSAYO DE LABORATORIO PARA TESIS Ing - IF - C - QLR - 2020 - 18		CF: Ing - IF - C - PN VF: 03 FEF: 05/10/2020
	Solicitante: Quiñones Lenés Ricardo Tema de tesis: "Evaluación de las propiedades físico - mecánicas del pavimento articulado adicionando caucho reciclado para el tránsito de vehículos ligeros, Lima - 2020" Fecha emisión informe: 30/10/2020 Ubicación: Lima	Institución: Universidad César Vallejo	Especialidad: Ingeniería Civil


Tipo de muestra : Adoquines de concreto
 Presentación : Unidad
 Resistencia de diseño (F_m) : 450 kg/cm²


RESISTENCIA A LA COMPRESIÓN ASTM C140 / NTP 399.804

IDENTIFICACIÓN	FECHA DE ELABORACIÓN	FECHA DE ROTURA	EDAD (días)	ANCHO (cm)	LONGITUD (cm)	ALTURA (cm)	PESO (g)	FUERZA MÁXIMA (kg)	ÁREA BRUTA (cm ²)	ESFUERZO F _m	% F _c
ADOQUIN DE CONTROL	01/10/2020	29/10/2020	28	10.05	19.96	7.98	3880	89926.4	200.6	448.3 kg/cm ²	99.6%
ADOQUIN DE CONTROL	01/10/2020	29/10/2020	28	10.02	20.10	8.00	3758	88691.3	201.4	440.4 kg/cm ²	97.9%
ADOQUIN DE CONTROL	01/10/2020	29/10/2020	28	9.99	19.98	8.10	3854	89026.8	199.6	446.0 kg/cm ²	99.1%
ADOQ. CAUCHO CR. 3%	01/10/2020	29/10/2020	28	9.99	20.10	8.00	3741	85178.8	200.8	424.2 kg/cm ²	94.3%
ADOQ. CAUCHO CR. 3%	01/10/2020	29/10/2020	28	10.10	20.00	8.13	3761	84706.2	202.0	419.3 kg/cm ²	93.2%
ADOQ. CAUCHO CR. 3%	01/10/2020	29/10/2020	28	10.12	19.99	8.10	3724	86308.7	202.3	426.6 kg/cm ²	94.8%
ADOQ. CAUCHO CR. 6%	02/10/2020	30/10/2020	28	10.10	20.10	7.98	3710	79675.9	203.0	392.5 kg/cm ²	87.2%
ADOQ. CAUCHO CR. 6%	02/10/2020	30/10/2020	28	9.98	20.00	8.00	3689	80981.1	199.6	405.7 kg/cm ²	90.2%
ADOQ. CAUCHO CR. 6%	02/10/2020	30/10/2020	28	9.97	20.10	8.08	3719	79924.2	200.4	398.8 kg/cm ²	88.6%
ADOQ. CAUCHO CR. 9%	02/10/2020	30/10/2020	28	10.10	19.99	8.00	3584	70940.3	201.9	351.4 kg/cm ²	78.1%
ADOQ. CAUCHO CR. 9%	02/10/2020	30/10/2020	28	10.00	20.10	7.89	3641	72047.6	201.0	358.4 kg/cm ²	79.7%
ADOQ. CAUCHO CR. 9%	02/10/2020	30/10/2020	28	10.14	20.00	8.00	3571	72837.1	202.8	359.2 kg/cm ²	79.8%




OBSERVACIONES:

Elaborado por:
Miguel Ángel Muro Murayaray
Ingeniería en Laboratorio de Suelos, Concreto y Asfalto
HIS ASESORES Y CONSULTORES S.A.C.
Firma: 

Revisado por:
Juan Carlos Zapata Silva
Ing. Civil CIP 96348
HIS ASESORES Y CONSULTORES S.A.C.
Firma: 



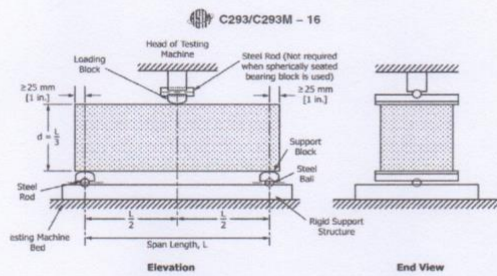
Resistencia a la flexión 28 días

 <p>HIS ASESORES Y CONSULTORES S.A.C. R.U.C. 2050134846</p>	RESULTADO DE ENSAYO DE LABORATORIO PARA TESIS InE-IF-C-QLR-2020-19		CF: InE-IF-C-IFN VF: 03 FEF: 05/10/2020
	Solicitante: Quiñones Lenas Ricardo Tema de tesis: "Evaluación de las propiedades físico-mecánicas del pavimento articulado adicionando caucho reciclado para el tránsito de vehículos ligeros, Lima - 2020" Fecha emisión Informe: 30/10/2020 Ubicación: Lima	Institución: Universidad César Vallejo Especialidad: Ingeniería Civil	

Tipo de muestra : Adoquines de concreto
 Presentación : Unidad
 Resistencia de diseño (F_m) : —

RESISTENCIA A LA FLEXIÓN (MÓDULO DE ROTURA)
 REF: ASTM C293/C293M-16

IDENTIFICACIÓN	FECHA DE ELABORACIÓN	FECHA DE ROTURA	EDAD (días)	ANCHO (cm)	LONGITUD (cm)	ALTURA (cm)	PESO (g)	FUERZA MÁXIMA (kg)	MR (kg/cm ²)
ADOQUIN DE CONTROL	01/10/2020	29/10/2020	28	10.05	19.80	7.90	3880	1478.2	70.0
ADOQUIN DE CONTROL	01/10/2020	29/10/2020	28	10.00	20.10	8.00	3658	1548.2	72.9
ADOQUIN DE CONTROL	01/10/2020	29/10/2020	28	10.20	19.98	8.10	3854	1740.0	77.9
ADOQ. CAUCHO CR. 3%	01/10/2020	29/10/2020	28	9.99	20.20	8.00	3741	1388.4	66.8
ADOQ. CAUCHO CR. 3%	01/10/2020	29/10/2020	28	10.10	20.00	8.30	3761	1401.2	60.4
ADOQ. CAUCHO CR. 3%	01/10/2020	29/10/2020	28	10.20	19.70	8.10	3724	1391.0	61.4
ADOQ. CAUCHO CR. 6%	02/10/2020	30/10/2020	28	10.10	20.10	7.89	3710	1178.5	56.5
ADOQ. CAUCHO CR. 6%	02/10/2020	30/10/2020	28	10.00	20.00	8.00	3689	1281.1	60.1
ADOQ. CAUCHO CR. 6%	02/10/2020	30/10/2020	28	10.20	20.10	8.20	3719	1296.0	57.0
ADOQ. CAUCHO CR. 9%	02/10/2020	30/10/2020	28	10.10	20.10	8.00	3580	1247.2	58.2
ADOQ. CAUCHO CR. 9%	02/10/2020	30/10/2020	28	10.00	20.30	7.80	3594	1147.3	57.4
ADOQ. CAUCHO CR. 9%	02/10/2020	30/10/2020	28	10.40	20.00	8.00	3577	1252.4	56.4



OBSERVACIONES:

Elaborado por:
 Miguel Ángel Afonso Hurtado
 Supervisor de Laboratorio de Materiales, Control y Análisis
 HIS ASESORES Y CONSULTORES S.A.C.


Firma:

Revisado por:
 Juan Carlos Zapata Silva
 Ing. Civil CIP 45446
 HIS ASESORES Y CONSULTORES S.A.C.

Firma:



Informe de resultados de laboratorio

	HIS ASESORES Y CONSULTORES S.A.C. COMUNICACIONES EXTERNAS	CF: Ing - IF - C - PN VF: 01 FEF: 05/10/2020
---	--	--

Informe Ing - IF - C - QLR - 2020 / GG-HISAYC S.A.C.

Para : Ricardo Quiñones Lenés
Tesisista de Ing. Civil - Universidad César Vallejo
De : Ing. Naya Zapata Cuadros
Gerente General HIS ASESORES Y CONSULTORES S.A.C.
Asunto : Informe de resultados de ensayos de laboratorio para tesis
Fecha : 30 de octubre de 2020

Tengo a bien dirigirme a usted para saludarlo y en atención al asunto indicarle que el alcance del presente documento corresponde únicamente a la **emisión de resultados de ensayos de laboratorio** realizados para la tesis de investigación cuyo título es "Evaluación de las propiedades físico - mecánicas del pavimento articulado adicionando caucho reciclado para el tránsito de vehículos ligeros, Lima - 2020". A continuación, la lista de los resultados de ensayos de laboratorio para el presente:

N.º	Código de Informe	Número de páginas
01	Ing - IF - C - QLR - 2020 - 01	01 (Página 01)
02	Ing - IF - C - QLR - 2020 - 02	01 (Página 01)
03	Ing - IF - C - QLR - 2020 - 03	01 (Página 01)
04	Ing - IF - C - QLR - 2020 - 04	01 (Página 01)
05	Ing - IF - C - QLR - 2020 - 05	01 (Página 01)
06	Ing - IF - C - QLR - 2020 - 06	01 (Página 01)
07	Ing - IF - C - QLR - 2020 - 07	01 (Página 01)
08	Ing - IF - C - QLR - 2020 - 08	01 (Página 01)
09	Ing - IF - C - QLR - 2020 - 09	01 (Página 01)
10	Ing - IF - C - QLR - 2020 - 10	01 (Página 01)
11	Ing - IF - C - QLR - 2020 - 11	01 (Página 01)
12	Ing - IF - C - QLR - 2020 - 12	01 (Página 01)
13	Ing - IF - C - QLR - 2020 - 13	01 (Página 01)
14	Ing - IF - C - QLR - 2020 - 14	01 (Página 01)
15	Ing - IF - C - QLR - 2020 - 15	01 (Página 01)
16	Ing - IF - C - QLR - 2020 - 16	01 (Página 01)
17	Ing - IF - C - QLR - 2020 - 17	01 (Página 01)
18	Ing - IF - C - QLR - 2020 - 18	01 (Página 01)
19	Ing - IF - C - QLR - 2020 - 19	01 (Página 01)

El presente se emite para efectos del control interno de documentos de HIS ASESORES Y CONSULTORES S.A.C.

Sin otro particular, quedo de usted.

Atentamente,


NAYA ZAPATA CUADROS
GERENTE GENERAL
HIS ASESORES Y CONSULTORES SAC

Av. Tupac Amaru 7380 Comas - Lima - Perú
941 735 737 hisasesoresyconsultoressac@gmail.com
942 358 457 malfarohuayanay@gmail.com

Página 1 de 1

Está prohibida la reproducción parcial o total del presente informe sin autorización de HIS ASESORES Y CONSULTORES S.A.C.

ANEXO 7

Certificado de calibración de los equipos



CERTIFICADO DE CALIBRACIÓN

CFM-039-2020

Pág. 1 de 3

OBJETO DE PRUEBA:	MAQUINA PARA ENSAYOS DE CONCRETOS		
Rangos	101972,0	kgf	
Dirección de carga	Ascendente		
FABRICANTE	METROTEST		
Modelo	MC-160		
Serie	228		
Indicador de Fuerza (Modelo/Serie)	MCIL-1 // C-1012		
Transductor (Modelo/Serie)	HPS-001 // 151114114		
Capacidad	1000 kN		
Ubicación	Lab. Suelos, Concreto y Asfalto - Carabaylo - Lima		
Codigo Identificacion	NO INDICA		
Norma utilizada	ASTM E4; ISO 7500-1		
Intervalo calibrado	Escala (s)	101 972 kgf	
	De 10 000 a 100 000 kgf		
Temperatura de prueba °C	Inicial	24,9	Final 25,2
Inspección general	La prensa se encuentra en buen estado de funcionamiento		
Solicitante	GEONAYLAMP S.A.C.		
Dirección	JR. LA VERONICA NRO. 436 (MZ O2 LOTE 20-) - LIMA - CARABAYLLO		
Ciudad	LIMA		
PATRON(ES) UTILIZADO(S)	Tipo / Modelo	BOTELLA	
	Código	5Y46357	
	Certif. de calibr.	INF-LE 006-19A PUCP	
Unidades de medida	Sistema Internacional de Unidades (SI)		
FECHA DE CALIBRACION	2020/02/14		
FECHA DE EMISION	2020/02/20		
FIRMAS AUTORIZADAS			



Jefe de Metrología
Luigi Asenjo G.

ANEXO 8

Recibo de pago realizado por los servicios de ensayos

HIS ASESORES Y CONSULTORES S.A.C. R.U.C. 20601148464
Jr. Venus Mza. 01 Lote. 06 Asc. Villa Collique
Comas - Lima - Lima
Cel.: 941 735 737 E-mail.: hisasesoresyconsultoressac@gmail.com

BOLETA DE VENTA
001-Nº 000018

Señor (es): Ricardo Quijales Lenes
DIRECCIÓN: _____ Doc. Ident.: 43.06.02.46

CANT.	DESCRIPCION	P. UNIT.	IMPORTE
01	SERVICIO DE REVISIÓN DE INTERFERENCIA INGENIERIA * ING - I.F. - C. - QLR - 2020 Emisión de resultados de ensayo de granulo incluye también peso específico, peso unitario y diseño concreto, resistencia a la compresión y flexión	/	1300.00

CANCELADO
Fecha 30 de 10 de 20 20

TOTAL S/ 1300.00
USUARIO

ImpresionArte
TEL: 631-2601 / 945114862
R.U.C. 20544915496
Serie: 001 del 0001 al 0100
Jul: 07/19874693 F.I. 13010017