



**UNIVERSIDAD CÉSAR VALLEJO**

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

“Aplicación del caucho reciclado para mejorar las propiedades de la  
carpeta asfáltica en la pavimentación del Jr. Grau, Cochabamba 2021”

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

**Ingeniero Civil**

**AUTORES:**

Ocaña Tarazona, Diomedes Neoge (ORCID 0000-0002-3551-9350)

Rosales Romero, Danny Meler (ORCID 0000-0002-9741-1038)

**ASESOR:**

Ing. Marin Cubas, Percy Lethelier (ORCID: 0000-0001-5232-2499)

**LÍNEA DE INVESTIGACIÓN:**

Diseño de Infraestructura Vial

HUARAZ – PERÚ

2021

## **Dedicatoria**

A Dios quien ha sido mi guía, fortaleza y su mano de fidelidad y amor han estado conmigo hasta el día de hoy.

A mi madre Isidora Osorio Montes, quien con su amor, paciencia y esfuerzo me han permitido llegar a cumplir hoy un sueño más, gracias por inculcar en mí el ejemplo de esfuerzo y valentía, de no temer las adversidades porque Dios está conmigo siempre.

A mis hermanos Andrea y José por su cariño y apoyo incondicional, durante todo este proceso, por estar conmigo en todo momento gracias.

A toda mi familia porque con sus oraciones, consejos y palabras de aliento hicieron de mí una mejor persona y de una u otra forma me acompañan en todos mis sueños y metas.

## **Agradecimiento**

Agradezco de manera especial a todos mis docentes por permitir que esta tesis desarrollará en el marco de un proyecto de colaboración. Debo agradecer también su amabilidad y disponibilidad durante mis estancias en su

la universidad, durante las cuales tuve una formación con los mejores profesionales para alcanzar los objetivos perseguidos. Muchas gracias por permitirme vivir una experiencia tan importante para mi formación.

## Índice de contenidos

Carátula .....	i
Dedicatoria.....	ii
Agradecimiento .....	iii
Índice de contenidos .....	iv
Índice de tablas.....	v
Índice de gráficos y figuras .....	vi
Resumen .....	vii
Abstract .....	viii
I. INTRODUCCIÓN .....	1
II. MARCO TEÓRICO.....	3
III. METODOLOGÍA.....	10
3.1. Tipo y diseño de investigación .....	10
3.2. Variables y operacionalización .....	10
3.3. Población, muestra y muestreo .....	10
3.4. Técnicas e instrumentos de recolección de datos. ....	12
3.5. Método de análisis de datos .....	13
3.6. Aspectos éticos .....	13
IV. RESULTADOS .....	15
V. DISCUSIÓN.....	28
VI. CONCLUSIONES.....	32
VII. RECOMENDACIONES.....	33
REFERENCIAS .....	34
ANEXOS .....	37

## Índice de tablas

<i>Tabla 1: Características del Caucho.....</i>	<i>15</i>
<i>Tabla 2: Temperatura. ....</i>	<i>15</i>
<i>Tabla 3: Sesgo estandarizado y curtosis. ....</i>	<i>16</i>
<i>Tabla 4: Propiedades físicas MAC-P.....</i>	<i>17</i>
<i>Tabla 5: Propiedades físicas MAC-16.....</i>	<i>18</i>
<i>Tabla 6: Propiedades físicas según MAC-18.....</i>	<i>19</i>
<i>Tabla 7: Propiedades Mecánicas MAC-20 .....</i>	<i>20</i>
<i>Tabla 8: Propiedades Mecánicas MAC- Patrón.....</i>	<i>21</i>
<i>Tabla 9: Atributos mecánicos MAC al 16%.....</i>	<i>22</i>
<i>Tabla 10: Características o atributos de tipo mecánicas MAC-18% .....</i>	<i>23</i>
<i>Tabla 11: Propiedades o características Mecánicas de MAC-20%.....</i>	<i>24</i>
<i>Tabla 12: Peso Efectivo de los Agregados para el 3% de Caucho Reciclado.....</i>	<i>25</i>
<i>Tabla 13: Porcentaje de vacíos de aire en la composición compactada.....</i>	<i>25</i>
<i>Tabla 14: Espacios Vacíos Llenos con Asfalto.....</i>	<i>26</i>
<i>Tabla 15: Vacíos Llenos con Asfalto Modificado. ....</i>	<i>26</i>
<i>Tabla 16: resultado final. ....</i>	<i>27</i>
<i>Tabla 17: características físicos y mecánicos del diseño. ....</i>	<i>27</i>

## Índice de gráficos y figuras

Gráfico 1: Mezcla asfáltica .....	17
Gráfico 2: Propiedades físicas a considerar en la mezcla asfáltica a alta temp. (MAC-P). .....	18
Gráfico 3: Propiedades físicas para el diseño de mezcla asfáltica en caliente (MAC-P 16). .....	19
Gráfico 4: Características físicas del diseño de mezcla asfáltica en caliente o MAC– 18. .....	20
Gráfico 5: Atributos físicos para diseñar de mezcla asfáltica en caliente o MAC – 20..	21
Gráfico 6: Características mecánicas en cuanto al diseño de mezcla asfáltica en caliente o también denominado MAC – P .....	22
Gráfico 7: Atributos mecánicos para el diseño de mezcla asfáltica MAC -P16% en caliente.....	23
Gráfico 8: Propiedades o atributos mecánicas para el diseño MAC-P18% de mezcla(composición) asfáltica en caliente.....	24
Gráfico 9: Características mecánicas para el diseño (MAC – P20%) de mezcla asfáltica en caliente. ....	25
Figura 1: Estudio topográfico .....	40
Figura 2: Estudio de laboratorio .....	40
Figura 3: Cuantificación de carros .....	41

## Resumen

El presente proyecto de investigación es de tipo aplicada ya que se analizó la aplicación del caucho reciclado para mejorar las propiedades de la carpeta asfáltica en la pavimentación del Jr. Grau, de tal manera buscar la solución a la realidad problemática, el diseño de investigación fue Cuasi Experimental – Descriptivo. Porque fue fundamentada en distintas categorías, así mismo en conceptos y variables, describiendo adecuadamente el análisis técnico del pavimento. El Jr. Grau posee una población de 2+430 km de longitud y 6.80 m de ancho de la calzada de doble vía. Las coordenadas de ubicación de la presente vía son las siguientes x: 233266.9150, Y: 8825307.054. La investigación está desarrollada en una muestra de 25 metros de pavimento del Jr Grau- cochas, elegido aleatoriamente, las técnicas utilizadas fue la observación de campo, y las herramientas fueron las fichas técnicas de los ensayos en los laboratorios. Finalmente se concluye que la aplicación del caucho reciclado mejora el 20% de las propiedades de la carpeta asfáltica de esta manera se cumple con las hipótesis.

**Palabras clave:** Reciclado, Asfalto, Mejoramiento, Durabilidad, Ambiente.

## **Abstract**

The present research project is of an applied type since the application of recycled rubber was analyzed to improve the properties of the asphalt binder in the paving of Jr. Grau, in such a way to seek the solution to the problematic reality, the research design was Quasi Experimental - Descriptive. Because it was based on different categories, also on concepts and variables, adequately describing the technical analysis of the pavement. The Jr. Grau has a population of 2 + 430 km in length and 6.80 m in width of the double track. The location coordinates of this road are the following x: 233266.9150, Y: 8825307.054. The research is carried out on a sample of 100 meters of pavement from Jr Graucochas, chosen at random, the techniques used were field observation, and the tools were the technical sheets of the tests in the laboratories. Finally, it is concluded that the application of recycled rubber improves 20% of the properties of the asphalt layer, in this way the hypotheses are fulfilled.

**Keywords:** Recycled, Asphalt, Improvement, Durability, Environment.

## I. INTRODUCCIÓN

En los lugares más recónditos del país, en los 5 últimos años se puede apreciar una economía a un nivel descentralizado. Sin embargo, en los puntos estratégicos como el sector de cochas, se puede ver que hay necesidad que es de gran importancia tanto para su desarrollo social y crecimiento poblacional y hasta el momento no son escuchados por las autoridades locales ni regionales. Según Fantozzi (2019) señala que, este déficit perjudica al país, ya que lo transforma en un estado aislado, por lo que el país es lento y atrasado, lo que se refleja en la gobernabilidad, la producción y la economía, así como en las regiones, provincias y distritos. Asimismo, Mario (2020), expresa que, la superación de un país se demuestra mediante la inclusión de varios pueblos pequeños en el ámbito económico nacional e internacional, con el fin de fomentar el intercambio sociocultural entre ellos. Las normas de construcción son otro factor a considerar en la problemática descrita, ya que el déficit al momento de cumplir con la normativa de construcción y diseño que es el origen de los daños graves en las carreteras en sus distintos tipos, ya que, sin un diseño adecuado, el espesor adecuado conducirá más fácilmente a daños. El Min. de Trans. y Com. en un informe realizado en 2018, dijo que, en la zona de Ancash, cerca de 8.000 km se encuentran sin carreteras asfaltadas, lo que dificulta el desarrollo económico. El aumento de la población ha llevado a la necesidad urgente de aumentar los límites de urbanización del distrito de Cochabamba para que esté conectada con otras ciudades. El Distrito de Cochabamba no es ajena a este problema, pues la mala gestión es producto de la falta de interés, en los proyectos de inversión para ejecutar las obras; Esta es la causa de los principales defectos en el sector de las carreteras, tanto en la construcción como en el mantenimiento de las carreteras, que ahora están en mal estado. Otros factores que han aumentado los obstáculos para este desarrollo son la investigación climática de eficiente, el diseño deficiente y, en algunas situaciones, el mal uso de materiales de construcción que no cumplen con las normas fijadas por el MTC. La población cuyo nivel de crecimiento es perenne, requiere la adición de los límites de urbanización y la correlación de estos límites con otras áreas urbanas. Para conducir la solución a esta problemática se requiere realizar un diseño más eficiente. Ello nos conlleva a plantear el siguiente

problema: ¿Cómo el empleo del caucho reciclado mejora las propiedades de la carpeta asfáltica en la pavimentación del JR. Grau? Con esto buscamos desarrollar una solución productiva mediante la aplicación, del caucho en el asfalto convencional. En cuanto a la justificación técnica. Se puede decir que el caucho reciclado tiene propiedades mecánicas muy efectivas y duraderas, al mezclarse con un material bituminoso como el asfalto convencional. Asimismo con respecto a la justificación económica se observó que mediante el uso de caucho reciclado en el asfalto convencional, viable económicamente (menos horas de trabajo de máquina, menos explotación de canteras, menos tiempo de aplicación, también son bastante económicos) con respecto a la justificación ambiental, es preciso señalar que la minimización del impacto al medio ambiente mediante el empleo de esta moderna tecnología está teóricamente comprobada de acuerdo a los siguientes criterios: Uso de agregados naturales, en excavación se reduce significativamente el volumen, uso de menos camiones y durante la compresión, la energía se reduce considerablemente. A la hora de optar por aplicar caucho reciclado a los pavimentos resilientes se ha producido una reducción importante en relación a la extracción de los materiales de las canteras, con ello beneficiando a cada uno de los miembros de las distintas ciudades, debido al mínimo hecho de reducir drásticamente su efecto en el impacto ambiental. Por lo antes expuesto nos planteamos el objetivo general siguiente. Analizar la aplicación del caucho Pulverizado y la mejora de las propiedades en la carpeta asfáltica del JR. Grau. Acto seguido los objetivos específicos planteados son: 1). Determinar el impacto de la aplicación del caucho triturado y propiedades físicas de la carpeta asfáltica del JR Grau. 2). Comprobar la incidencia de la aplicación del caucho pulverizado y mejora de las propiedades mecánicas de la carpeta del JR Grau. 3). Establecer de qué forma el uso del caucho mejora la resistencia a la deformación de la carpeta asfáltica del Jr. Grau.

## II. MARCO TEÓRICO.

En cuanto a los **Antecedentes Nacionales**. Tenemos a **Carrizales (2018)**, donde este trabajo de investigación llevo como título lo siguiente: “Asfalto característicamente modificado a base llantas recicladas para su uso en pavimento flexible”. Su objetivo general fue analizar combinaciones de materiales reciclados de llantas con asfalto para su aplicación en pavimentos flexibles. En cuanto a la tipología de investigación adoptado fue la correlacional de carácter exploratorio, donde en la investigación el método fue cuantitativo, consecuentemente se propuso el diseño experimental. Concluyendo lo siguiente: Los problemas raíz que ocasionan daños al asfalto en las carreteras son: Grietas en la vía. Por otro lado, la contaminación provocada por los residuos sólidos, especialmente los Combustible derramados, es un aspecto no gestionado de los problemas ambientales que azotan al país. Sugiere un método de uso de residuos sólidos, como llantas desgastadas, para brindar una alternativa al problema de la obstrucción del asfalto y alargar su vida útil. Por otro lado, **Martínez y et. al (2016)**, en su trabajo de investigación titulado: “Diseño de combinación asfáltica a base de la tecnología de aislamiento de caucho asfáltico en la provincia de Lima”. Donde su objetivo fue: Causales de la falta de estudio vial a la hora de diseño de pavimentos en vías de alto tráfico. El trabajo de investigación es lo que resulta de un estudio de análisis realizados en campo como los obtenido de las pruebas aplicados en las canteras, pavimento habido, así como las traducciones de manuales y folletos, porque nuestro país sigue la regulación y está sujeto por las normativas de la Organización Vial, por los métodos de diseño. Las evaluaciones realizadas en campo fueron. Los estudios de tipo de suelo, los estudios geológicos, Características de pavimentación actual, drenaje, disponibilidad de material, tráfico futuro y actual. El diseño de investigación que se ha usado en este antecedente fue la experimental. Concluye lo siguiente: Las actividades de recomposición y mantenimiento con material como el caucho, es una solución bastante motivadora para los pavimentos ya sé que crea un punto plástico bastante confiables que garantiza la estabilidad en la estructura del pavimento Flexible. Tanto en zonas calidad y frías. El método de investigación es cuantitativo. **MARTÍNEZ MOISES y et. Al (2019)**, en su estudio sobre el diseño de pavimento de la nueva autopista

Panamericana norte en la ruta Huacho-Pativilca, con el fin de estudiar con precisión la ruta en cuestión, el método empleado en el trabajo fue el AASHTO93, por otro lado el del instituto a posteriori realizar la comparación entre los resultados obtenidos a comparación y consecuentemente seleccionar la mejor alternativa, Todo esto lo lleva a concluir que en el marco del estudio de tráfico que se realizó muestra un promedio diario de 8.702 vh/d y la cantidad de reproducciones de ejes similares de diseño  $4.1 \text{ E}+07$  en cuanto al pavimento flexible, de igual manera sustenta que el eje o factor de crecimiento tiende a aumentar con el pasar del tiempo, esto debido al grado de avance económico en el país, por lo que recomienda el desarrollo de monitores de tránsito de forma continua y teniendo en cuenta el peso máximo, para de evitar cargas no previas en el momento del diseño. **Conde y Cueva (2018)**, proponen realizar mejoras en el nivel de las vías pavimentadas en beneficio de los pobladores de Cusco-Aco. Emplean un diseño de tipo descriptivo y han fijado una serie de modelos de formatos, muestras de laboratorio, equipos de topografía, agrupación de medios desiguales y también un software a manera de herramienta. Se puede deducir que la zona de cusca es del mapa topográfico de 18-L, donde la mayor pendiente es de 10% y se clasifica como talud, finalmente autor obtuvo 35 puntos relacionados con las características topográficas, de lo cual los estudiantes concluyen que el camino es considerado peligroso. **Segovia (2019)**, en su trabajo denominado: Estudio de los asfaltos molecularmente modificados utilizando neumáticos de caucho en desuso y su comparación de manera tanto como técnica y económica con asfaltos clásicos. Su principal objetivo era: Análisis del uso de llantas recicladas como aditivo en asfalto para vías de poco tráfico. En cuanto al diseño la investigación fue experimental-correlacional. Finalmente concluye: A) Buscar nueva tecnología utilizando neumáticos reciclados para utilizarlos en beneficio de la sociedad y aportar un granito de arena a la preservación del medio ambiente a través de la investigación, análisis, investigación y verificación de nuevos procesos amigables con el medio ambiente, reducción de residuos, o en cualquier forma simbiosis industrial. B) Los gránulos de caucho son fáciles de aplicar a los neumáticos debido a su bajo costo, facilidad de repetibilidad, propiedades mejoradas del asfalto, una larga vida útil de los pavimentos flexibles, así como ser una operación no contaminante y respetuosa con el medio ambiente, contribuye a la disminución de llantas

desechados de forma indiscriminada, reciclando y reusando neumáticos para el beneficio superior de la sociedad en su conjunto y el interés general del medio ambiente. **Salinas (2019)**, en su estudio técnicas para la aplicación de MICROPAVIMENTO de caucho reciclado y asfaltos modificados con polímeros. Considero como objetivo: Mostrar de manera técnica ésta innovadora utilización de MICROPAVIMENTO de caucho reciclado y asfaltos manipulados químicamente con plásticos químicos para poder reconstruir las vías y así hacer ver la mejoría de las características químicas y físicas del asfalto químicamente manipulado comparado con el asfalto clásico. Para finalizar concluyó dando detalle de los asfaltos cuyo origen fue la refinería de Talara, Repsol han sido probados con los polímeros y caucho reciclado; de manera similar las pruebas se utilizan para evaluar la compatibilidad y la selección del tipo de dispersión durante la implementación del proyecto. Al realizar la comparación de los indicadores obtenidos con el asfalto manipulado en relación al asfalto clásico, encontró que en el diseño de combinación convencional de un asfalto la proporción de mezcla óptima era de 6,4% mientras que la proporción de mezcla modificada fue de 6,3%. Esto demuestra que, desde un punto de vista económico, no hay un “ahorro” cuando se ejecuta la vía o carretera. Por otra parte, se tiene la esperanza en cuanto a la vida útil del pavimento trabajado se prolongue. Esto conllevaría al ahorro tanto en la fase de ejecución como la de su respectivo mantenimiento. El tipo de investigación que se usó fue Correlacional – exploratorio. Por otro lado, **Salazar (2018)**, en su estudio titulado: “Neumáticos de caucho reciclados en mezcla asfáltica a presión para mejorar propiedades mecánicas”. Surgió del problema del reciclaje llantas usadas, y la necesidad de tener mejoras de las propiedades y/o características mecánicas al realizar la mezcla asfáltica mediante la agregación de gránulos de caucho reciclado, para llegar a los resultados del presente estudio se ha empleado el método de Marshall denominado vía húmeda. A manera de objetivo principal se propuso: Realizar el diseño de una mezcla de asfalto con adición de gránulos húmedos de caucho reciclado para mejorar sus propiedades mecánicas. El diseño de investigación es experimental y concluye con los ensayos realizados, y menciona que se está llegando a mostrar que la adición de gránulos de caucho reciclado perfecciona los atributos tanto mecánicas y físicas del convencional. Antecedentes internacionales; En la tesis de **Ulloa (2019)**, La autora tuvo como

título. Diseño de la mezcla asfáltica con materiales granulares y caucho Reciclado estabilizados asfaltos espumados. Su objetivo fue: Establecer orientación sobre las pruebas básicas requeridas para el control de calidad en 3 pasos básicos en la ejecución de los pavimentos de mezcla de asfalto y caucho pulverizado. Lo anterior cumple con las especificaciones, reglamentos, normas y procedimientos estándar nacionales e internacionales que se utilizan en la UCR de Lanamme para muestrear y evaluar la forma de comportarse de los diversos tipos de materia que forman parte del pavimento. Se concluyó que la mezcla asfáltica en Costa Rica es una buena alternativa para extender la vida útil del pavimento asfáltico en Costa Rica puesto que cada año, el nivel de tráfico aumenta y daña aún más las carreteras principales. **Díaz (2017)**, tuvo como objetivo principal Implementación de gránulos de caucho reciclado (gr) a partir de llantas usadas para mejorar la mezcla asfáltica y asegurar un pavimento sustentable en Bogotá. Además, mencionó en detalladamente que el avance de la infraestructura vial construida en el país Colombia, especialmente en Bogotá, avanza, señaló que se debe prestar más atención a la investigación, especialmente en tecnologías innovadores para de esta manera poder mejorar los materiales, ofreciendo salidas a muchas dificultades y asegurando de esta manera el eficiente uso de las carreteras. La ductilidad proveniente de esta combinación se reduce en elevadas temperaturas, lo cual favorece para evitar circunstancias como el agrietamiento. Así también, a más bajas temperaturas, aumenta la flexibilidad de este compuesto, lo que se traduce en una mejor respuesta ante problemas de fisuración futuros. En esta serie de etapas se deben tener en cuenta diversos factores que determinan los resultados esperados de esta mezcla, "asfalto-caucho". Los factores son: La textura, tamaño, la relación del GCR, la variedad del cemento a base de asfalto, el grado temperatura para el mezclado, tiempo, y el nivel de agitación mecánica a la reacción del 30% de la composición (GCR más cemento de asfalto), la composición aromática del cemento a base de asfalto y el empleo de otros tipos de aditivos. Se concluyó que el GCR adicionado a una mezcla asfáltica ayuda a mejorar los problemas de ahuellamiento, y a reducir la composición de espacio de aire en la mezcla asfáltica asociado con la compactación de la mezcla. Inicialmente se demostró en estudios que la problemática del ahuellamiento, se debía, entre diversos factores, a la falta de compactación, sin embargo, al

agregar GCR, los ciclos podrían reducirse, debido a que las partículas de caucho reusado ayudan a mejorar esta propiedad, en comparación con la mezcla clásica. La información existente sobre la metodología de mejoramiento de la mezcla asfáltica muestra importantes avances a nivel internacional, con respecto a métodos de adición, proporciones ideales, soluciones de alta viscosidad (creadas mediante la adición de GCR), optimización de los mecanismos de la mezcla asfáltica y solución de problemas al momento de realizar la trituración, y ahuellamiento. Asimismo, la tesis de **Infantes (2017)**, tuvo como título: Efecto del caucho en el asfalto y su impacto en su mezcla como selladores viales. Determino a manera de objetivo realizar una serie de estudios de materiales que no son biodegradables, que puedan reciclarse y reutilizarse como selladores en pavimentos de asfalto. Los productos reciclados son caucho de neumáticos y poliestireno para mejorar los atributos, mecánicas, químicas y físicas del asfalto. Se realizan pruebas que incluyen la caracterización fisicoquímica del material para encontrar la relación óptima para la aplicación en el campo. Las pruebas se analizan en cuanto a estabilidad química, fatiga, deformación plástica, y módulo dinámico del compuesto diseñado. El grado de alcance de esta etapa del estudio es la colocación, producción, y seguimiento de nuevos materiales para la reparación de daños superficiales en aceras resilientes, cuya parte de prueba ha sido aprobada por el Instituto de Desarrollo Urbano (IDU). Así mismo, la tesis de **Villavicencio (2017)**, llevó como título: Implicancia de la expansión de tecnologías nuevas de impermeabilización con protección de caucho asfalto, para costar la construcción y calidad de vías secundarias en Chile. Su objetivo fue estudiar lo que ocasiona en la duración, y costo por km construido, resultante del uso de nuevas tecnologías para la aplicación de selladores protectores asfálticos del tipo (TSS) tratamiento superficial simple, mecanismo de tratamiento superficial doble (DTS), capa sea (TSS más lechada asfáltica) finalmente caucho diluido, en los proyectos de construcción viales primarios intermedios de la red vial secundaria nacional. Se concluye que una revisión de la experiencia de otros países y el desarrollo de la pericia en las construcciones conjuntas en el Perú, hace hincapié que capas protectoras de este tipo, aplicadas a tratamientos superficiales simples y duales (DTS) son los grados que brindarán desempeño en el costo anual más bajo y la mayor durabilidad. **Vega (2017)**, en su estudio planteo como título: “Estudio del actuar a compresión de asfalto

constituido por caucho reciclado de neumático a manera de componente del pavimento a base de material asfáltico”. Su objetivo fue: Realizar un análisis de presión de la mezcla compuesta por llantas de hule reciclado como componente del pavimento de concreto asfáltico. El método de diseño que empleo fue el método de Marshall, que le permitió ver la con claridad la razón óptima de cemento a base de material asfáltico en la combinación en caliente de asfalto. La relación óptima se obtuvo con base en los resultados de estabilidad, caudal, gravedad específica, vacíos de aire, vacíos rellenos con asfalto y vacíos en agregados minerales, los cuales se obtuvieron de esta prueba. Concluyó que la incorporación de polvo de caucho de neumáticos recicladas en la mezcla asfáltica disminuye en un margen alto la contaminación de ambiente causada por el deterioro a largo plazo o varios métodos de tratamiento y eliminación, y la producción de pavimento verde es rentable y la reutilización de llantas usadas contribuye en gran medida a la protección del medio ambiente, porque hay millones de ellos que no están debidamente destinadas. Esta es la principal ventaja, pero para obtenerla se requiere un ligero aumento de recursos económicos, el costo de una mezcla asfáltica convencional es de 105,16 USD, 1 metro cúbico en fabrica, por otro lado, el precio de una modificación con material de caucho es de 108,79 USD, lo que significa que ha aumentado, debido a la mezcla de polvo de caucho, esto puede considerarse una desventaja debido a su costo. El diseño de investigación es experimental Correlacional.

Antecedentes Locales. Aquí tenemos a **Guerrero (2017)**, En su tesis de titulación de la Universidad del Santa-Ancash, Perú. Tuvo como título: “Diseño y Control de Calidad de Superficies Utilizando Caucho reciclado del Tramo 02 de Panamericana - Chimbote (2017)”. Su objetivo general era diseñar un revestimiento microscópico utilizando caucho líquido. Para condiciones y estándares específicos como los que tiene Chimbote (alta humedad y temperatura) y detalles de aplicación precisa del recubrimiento y pruebas para lograr estándares de calidad y rendimiento a diferentes temperaturas. Concluyo que la composición ideal de emulsión se obtiene a partir de la superposición de las curvas características que se obtienen de los resultados del Loaded Wheel Test (LWT) y Wet Track Abrasion Test (WTAT.) con diferentes combinaciones de emulsiones asfálticas. **Valladares (2017)**, En su investigación realizado en la Unasam, tuvo como título: “Uso de caucho reciclado para maximizar las

características de la capa asfáltica en la pavimentación de Huaraz-Carhuaz (2017)". Su objetivo fue. Detectar y Analizar los daños estructurales viales de Huaraz- Carhuaz, y soluciones a fallas estructurales, mediante el asfalto y caucho pulverizado. Conclusión principal. La combinación del 42.2%. De caucho al Asfalto caliente Ayudan a la conservación de la estructura pavimentada, la reparación debe ser aplicado con el caucho pulverizado ya que tiene una mejor durabilidad y consistencia que el asfalto normal.

### III. METODOLOGÍA

#### 3.1. Tipo y diseño de investigación

##### Tipo de investigación

Tipo de Investigación: se realizó la investigación aplicada, respecto a este tipo de aplicación el Valderrama nos expresa que se basa en el estudio teórico; cuyo propósito específico es aplicar los procesos tecnológicos y teorías existentes para producir estándares, dominar procesos o circunstancias de la realidad

Se adoptó la investigación aplicada, debido a que se utilizó el uso de caucho reciclado para asfalto clásico para dar solución al hecho problemático, con el fin de desarrollar un análisis posterior de la aplicación del caucho que se recicla para mejorar las características de la capa de asfalto en la pavimentación Jr. Grau, Cochabamba 2021.

##### Diseño de investigación

El diseño del estudio empleado fue cuasi experimental porque según Hernández Sampieri, Fernández, y Baptista (2017), hace referencia a una investigación en el que una o más de una variable independientes son manipuladas intencionalmente (asumiendo una causa previa), para de esta manera poder realizar el análisis de las consecuencias de la manipulación realizada que ocurre en una o varias variables de tipo dependiente (probables efectos consecuentes).

#### 3.2. Variables y operacionalización

##### Variable

Es un rasgo que tiene un cambio medible u observable.

**Variable (X):** Hernández y Collado (2017), manifiestan que esto se considera una causa virtual en la relación entre variables y es un requisito previo, y los efectos causados por las causas siguientes se denominan variables dependientes.

**La Variable independiente.** (Caucho Reciclado).

**Variable (Y):** Hernández (2017), muestra que la variable no está siendo manipulada, tan solo se realiza la medición para apreciar el efecto de realizar la manipulación de la variable independiente.

**“La Variable dependiente”.** (Carpeta Asfáltica).

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

#### **3.3.1. Población:**

Según Novoa (2017), menciona que la: “Población es el grupo de personas, individuos u organizaciones que son objeto de la investigación. En la investigación social es común distinguir 2 tipos de poblaciones: Como viene a ser la población objetivo, él cual es la población completa pero que no está disponible, y por otro lado la población a la que es posible acceder. Es necesario definir claramente la cantidad de sujetos que tiene la población y cuáles son sus características primordiales. Las características son: De género; que significa hombres y mujeres, su edad promedio, origen familiar, ocupación de padres y estudiantes, o detalles económicos del hogar. Los atributos pueden actuar a manera de variables de intervención y, por lo ello, pueden influir durante el logro de los objetivos trazados en las proposiciones experimentales seleccionadas. De la misma manera Córdoba (2003) manifiesta que, una población está formada por un conjunto infinito y finito de unidades, y pueden ser personas y cosas, entre otros, las que servirán para adquirir sus características comunes. En la misma línea Borda (2017), sostiene que, son un grupo de individuos que quieren saber algo en un proyecto de investigación, la población será donde se toma la muestra y se aplicarán los criterios tanto como de exclusión y inclusión. Por todo lo expuesto la población para el diseño de mezcla asfáltica 2,430 metro de longitud y 6.80 metros de ancho de pavimentado del Jr. Grau – cochas.

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

En cuanto al diseño de asfalto convencional o clásico, para la MTC (2017) se requieren análisis porcentuales de 4.0 %, 4,5 %, 5.0 %, 5,5 % y 6.0 % para tener una composición ideal de asfalto y por lo mínimo realizando análisis a 3 briquetas por cada %, lo cual expresa, que para el diseño de composición clásica se necesita al menos de quince briquetas. Para el presente estudio se deben hacer 4 estudios de asfalto, el 1ero: El diseño de la composición o comúnmente denominado mezcla asfáltica convencional, el cual servirá como eje para estudiar cómo se comporta la variable al agregar caucho y los otros tres estudios de mezcla asfáltica ajustado en porcentajes en

peso de 16%, 18% y 20% de caucho. Por ello, la muestra es 25 metros del tramo Km 1+000 - 2+000.

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

#### **3.4.1. Técnica:**

Prieto Ramos (2016), considera que la investigación considerará la accesibilidad de las variables de búsqueda y los grupos de muestra para seleccionar el método más apropiado. Esta técnica puede ser una encuesta, una entrevista o una observación directa. Según el dispositivo, los investigadores eligen como aplicar las herramientas para recopilar datos fiables y precisos. La voluntad del equipo de trabajar en grupo o de forma individual facilita la elección de un método de empleo. Las herramientas construidas por los investigadores comienzan con indicadores que componen parcialmente las dimensiones de las variables de trabajo. Se encuentran disponibles algunas herramientas estandarizadas, pero deben adaptarse al contexto o la práctica de la aplicación para que los datos recopilados sean servibles para estudios investigativos. El mecanismo de adecuación o adaptación de estas herramientas también requiere una validación estructural a nivel de revisión experta. En esta parte del proyecto de investigación actual, se recolectaron datos de transpirabilidad vial de la zona del tramo de Cochas, y a su vez se examinaron las condiciones de la vía ya mencionada, a través de un pozo de prueba para implementar el diseño usando AASHHTO 93 de pavimento flexible, para ello la información que resulto del estudio de tránsito (IMD) y mecánica de suelos serán explicados mediante tablas de descripción. De igual forma, para obtener resultados más claros, se utilizarán guías viales, de suelos, geológicas, geotécnicas y de pavimentación con el diseño recomendado de acuerdo a las características de la vía.

#### **3.4.2. Instrumento:**

En esta sección, se debe considerar y validar la herramienta que se utilizará para recopilar los datos y con las observaciones levantadas resultado del proceso de validación a través de pruebas piloto o evaluación de expertos.

### **Ficha de Registro (Nº1)**

A partir de datos sobre la condición física actual del asfalto seleccionado al azar, de Jr. Grau Cochabamba.

### **Ficha de Técnica de Registro (Nº2)**

A partir de los datos registrados respecto a las situaciones físicas adecuadas para el asfalto tipo pavimento normal identificado en el artículo anterior por Jr. Grau-Cochabamba, que en el caso teórico significa “la aplicación de caucho reciclado para mejorar las características de la capa asfáltica, que fue diseñado recientemente según el método planteado por el autor Marshall y se encuentra en un estado ideal.

## **3.5. Método de análisis de datos**

Con respecto al método de análisis de los datos empleado fue:

El análisis de tipo descriptivo, utilizando las herramientas especificadas (protocolos), se recopiló la información de laboratorio necesaria, luego estos datos fueron analizados integralmente en los que se realiza la comparación de los resultados hallados, empleando gráficos en forma de barras, proporciones, diseño de curvas para ver la tendencia, etc. con el fin de evaluar fallas y establecer la forma de comportarse de la variable según las condiciones o situaciones analíticas a las que se es expuesta.

## **3.6. Aspectos éticos**

Los aspectos éticos tomados en cuenta para este estudio fueron sacados o extraídos del Estatuto de Ética de la Universidad César Vallejo, el cual establece que toda participación de los involucrados del estudio debe ser de forma voluntaria, por lo que se requerirá la correspondiente licencia o permiso para la toma de datos en todo el proceso de ejecución. En caso contrario, los datos serán recogidos y tratados con la mayor objetividad posible, sin modificar las opiniones de los involucrados o los hallazgos en la ejecución. Finalmente, se implementará un programa antiplagio, con el fin de asegurar que la información aquí presentada sea correcta y de autoría de los investigadores de la presente tesis.

Asimismo, la metodología para la obtención de los resultados y las herramientas utilizadas siguen las etapas descritas en la normativa del reglamento MTC y ASTM. Así también, se ha visto por conveniente que las practicas adoptadas no perjudiquen ni dañen el medio ambiente que

nos rodea y es de bien común en la sociedad, teniendo en cuenta los pasos establecidos para el manejo ideal de residuos sólidos. Los autores declaran en principio que los resultados son válidos y se comprometen a asumir la responsabilidad por los datos presentados. El propósito o finalidad de este trabajo de investigación es que la aplicación de asfalto en vías de tránsito sea sostenible. Los investigadores han hecho todo lo posible y está comprometido con el desarrollo correcto del plan de investigación de tesis. El estudio de este trabajo pretende que sea sostenible el empleo de asfalto en las carreteras nacionales.

#### IV. RESULTADOS

El estudio descrito se realizó con el principal objetivo de lo siguiente: Determinar el efecto de la adición de caucho reciclado sobre las propiedades mecánicas y físicas de la mezcla asfáltica en la Pavimentación del Jr. Grau. Para hacer los diseños, es necesario seleccionar el tipo de vía, para este propósito, la Normativa CE.010 de los Pavimentos Urbanos (2010), indica con respecto a las Avenidas Colectoras que son las rutas que trasladan la transitividad de las vías vecinales hacia las distintas vías principales, así también, pretende dar acceso al tránsito vehicular de distintas clases como a los predios adyacentes. Para finalizar, podemos indicar que, la ruta denominada Jr. Grau, puede determinarse como de tránsito regular, estableciéndose, para el desarrollo de los ensayos respectivos, por consiguiente, las características que se mencionan son:

- 4.1. Respecto al primer objetivo específico planteado: **“mediante los ensayos realizados del caucho reciclado granular y Ensayo Granulométrico. obtuvimos el peso unitario y el tamaño nominal, donde se detalla en la primera tabla”**.

*Tabla 1: Características del Caucho*

Características del Caucho	
Descripción de la característica	Valor
Peso Unitario	115 g/cm <sup>3</sup>
Peso Nominal	0.42 milímetros

*Fuente: Características técnicas o de forma del caucho reusado granular Líder Grass y la medición gradual.*

#### **Interpretación:**

En cuanto al peso unitario obtenido del caucho reciclado tiene un indicador equivalente de 1,15 g/cm<sup>3</sup>, de la misma manera el tamaño nominal que se llegó a obtener fue de 0,42 milímetros.

*Tabla 2: Temperatura.*

Características - temperaturas	
Descripción de la temperatura	Val.

Mezcl.	170 grados
Compact.	160 grados

*Fuente: Ensayo obtenido del método de Marshall y el MTC E-504 /ASTM D-6927*

### **Interpretación:**

La temperatura de mezclado alcanzó un valor de 170°C y, por su parte, la temperatura de compactado alcanzó un valor de 160 °C.

#### **4.2. Respecto al segundo objetivo específico: “Analizar la mezcla asfáltica en caliente, adicionando caucho en proporciones de 16(%), 18(%) y 20(%), para el Jr. Grau Cochabamba”.**

El material agregado sacado de la Cantera de Guadalupito se caracterizó teniendo en cuenta los atributos para realizar la mezcla denominada MAC-2 (Clases de graduación de materiales agregados para composiciones asfálticas en caliente, según la norma CE. 010: Tab. 15), y las proporciones especificadas incluyen 45% de “piedra triturada” y 55% de material granular “Arena Zarandeada”. Esta tasa de compromiso se aplica a 4 diseños de mezcla de mezcla de asfalto en caliente.

El material de caucho a aumentar es perteneciente a un tamaño de grano de 0,42 mm, lo que significa, que pasa la N°40. También se debe tener en cuenta que la relación peso a peso se puede determinar en función al asfalto. Es preciso señalar que ha utilizado cemento a base de asfalto PEN 60-70 sin ser de carácter necesario combinarlo con aditivo alguno para crear unión entre el asfalto y agregado.

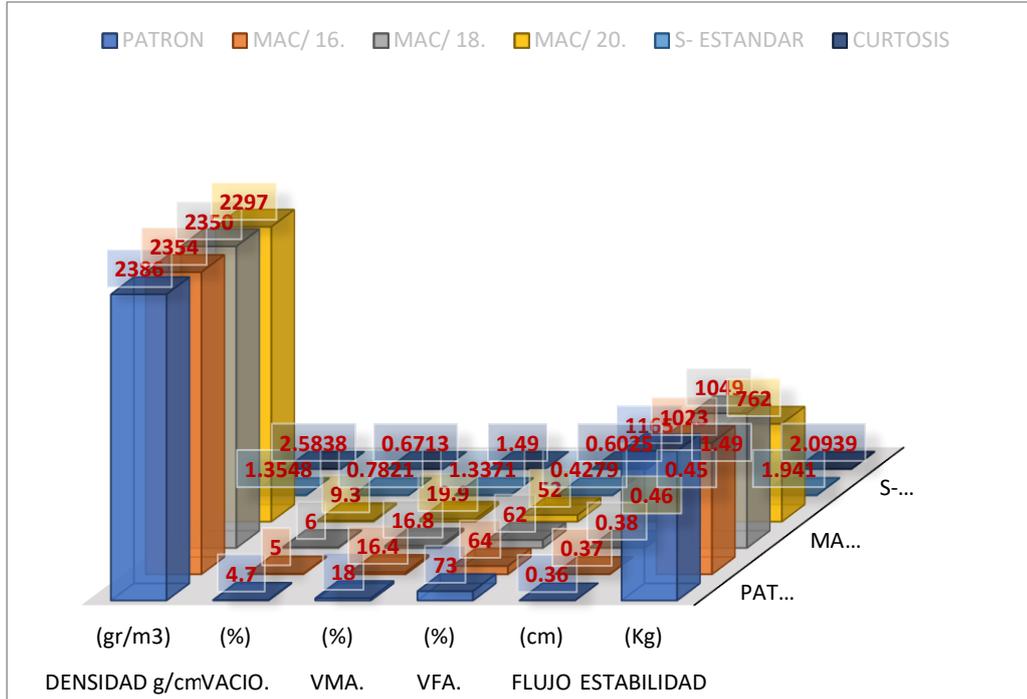
*Tabla 3: Sesgo estandarizado y curtosis.*

<b>Tabla - Sesgo Estándar - Curtosis</b>							
Descripción	UND	Patrón	MAC-16.	MAC-18.	MAC-20.	Sesgo-Estándar	Curtosis
<b>Propiedades Físicas</b>							
Densidad	(gr/m3)	2386	2354	2350	2297	1.3548	2.5838
Vacío.	(%)	4.7	5	6	9.3	0.7821	0.6713
VMA.	(%)	18	16.4	16.8	19.9	1.3371	1.49
VFA.	(%)	73	64	62	52	0.4279	0.6025
<b>Propiedades Mecánicas</b>							
Flujo	(cm)	0.36	0.37	0.38	0.46	1.354	1.49
Estabilidad	(Kg)	1165	1023	1049	762	1.941	2.0939

*Fuente: Elaboración propia con respecto a los resultados del ensayo de Marshall.*

Tal como se puede observar, el índice de sesgo normal se encuentra dentro de los límites establecidos de una distribución de tipo normal, por consiguiente, la media representa los cálculos subsiguientes.

Gráfico 1: Mezcla asfáltica



Fuente: La figura muestra las cifras de la mezcla de asfalto. Fuente: Ensayo Marshall.

En la imagen indica que el 5.7% es la mezcla asfáltica patrón del contenido óptimo de asfalto, entretanto que con un agregado de caucho del 16% es de 5.8%, con un 18% es de 5.7% y con un 20% es de 5.8%. Tenga en cuenta la tendencia creciente.

- 4.3. En cuanto al 3er Objetivo Específico se tiene lo siguiente: **“Establecer el valor correspondiente a las propiedades mecánicas y físicas del diseño de mezcla asfáltica en caliente patrón y el diseño de mezcla asfáltica en caliente modificada”.**

#### 4.3.1. Propiedades Físicas

Concerniente al diseño de composición asfáltica a altas temperaturas del Patrón (MAC-P):

Tabla 4: Propiedades físicas MAC-P.

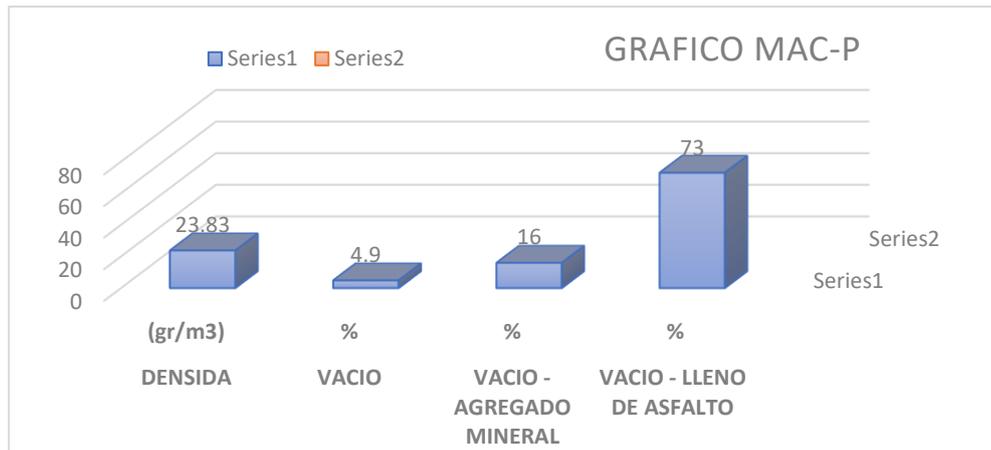
Para Diseño de Mezcla Asfáltica (caliente)		
Descripción de las propiedades	UND	Valor

Densidad	gr/m3	23.83
Vacío	%	4.9
VACÍO - AGREGADO MINERAL	%	16
VACÍO - LLENO DE ASFALTO	%	73

Fuente: Propiedades calculadas en cuanto al diseño de composición

### Interpretación:

Gráfico 2: Propiedades físicas a considerar en la mezcla asfáltica a alta temp. (MAC-P).



Fuente: La figura muestra las cifras de las propiedades físicas para diseño de mezcla asfáltica en caliente (MAC-P). Fuente: MAC-P.

La imagen indica un nivel equivalente de 2383 gr/cm<sup>3</sup> para lo que es la densidad de la composición asfáltica en alta temperatura, mientras que para el porcentaje de vacíos de la composición a base de material de asfalto en alto calor se obtiene un equivalente de 4.9% que está dentro del rango requerido (3 al 5%) concerniente a una capa asfáltica de flujo normal. Los vacíos en los agregados minerales de la composición a alta temperatura obtienen un porcentaje del 16%. La proporcionalidad de vacíos llenos con cemento de tipo asfáltico combinado con asfalto en caliente obtuvo un indicador equivalente de 73% ubicándose dentro del rango requerido (65%-78%) de la capa asfáltica de flujo moderado.

#### 4.3.1.1. Respecto al diseño de combinación asfáltica en caliente con un agregado del 16% o también llamado (MAC-16):

Tabla 5: Propiedades físicas MAC-16.

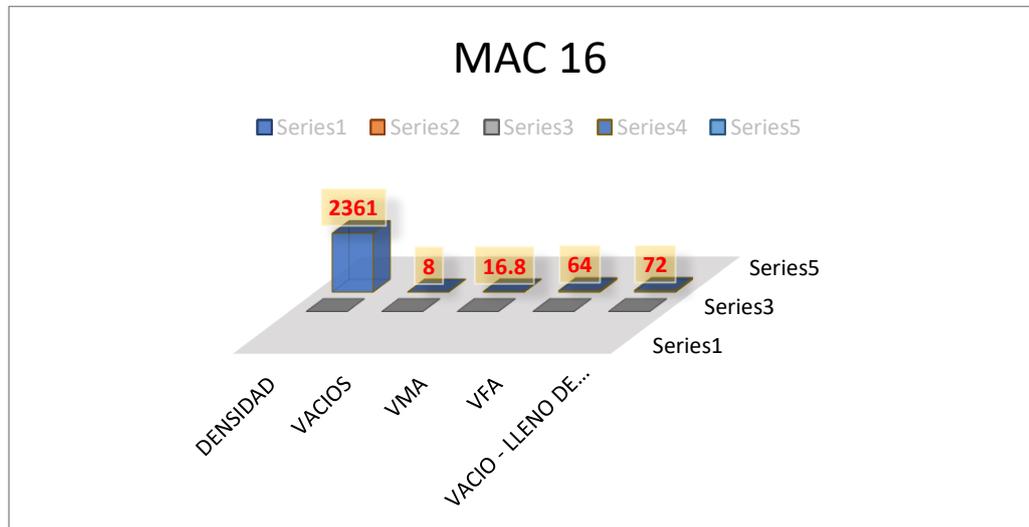
Propiedades Físicas MAC-16		
Para Diseño de Mezcla Asfáltica (caliente)		
Descripción de las propiedades	UND	Valor

Densidad	gr/m3	2361
Vacío	%	8
VMA	%	16.8
VFA	%	64
VACIO - LLENO DE ASFALTO	%	72

*Fuente:* Fuente. Resultados obtenidos teniendo referencia el ensayo de Marshall.

### Interpretación:

Gráfico 3: Propiedades físicas para el diseño de mezcla asfáltica en caliente (MAC-P 16).



*Fuente.* La figura muestra las cifras de las propiedades físicas para diseño de mezcla asfáltica en caliente (MAC-P 16). Fuente: *Ensayo Marshall.*

La imagen indica una estimación de 2361 gr/cm<sup>3</sup> para la densidad de la de lo resultante de la mezcla asfáltica en caliente, mientras que para el % de vacíos de la mezcla asfáltica en caliente se obtiene un indicador de 8% que no está dentro del rango requerido (3 al 5%) concerniente a una capa asfáltica de flujo moderado. Los vacíos en los agregados minerales de la composición en caliente obtienen un indicador del 16.8%. La proporcionalidad de vacíos llenos a base de cemento asfáltico en composición asfáltica en caliente obtuvo un porcentaje de 72%, que se ubica dentro del rango requerido (65%-78%) de la capa asfáltica de flujo moderado.

#### 4.3.1.2. Respecto al diseño de mezcla asfáltica en caliente con un agregado del 18% (MAC-18):

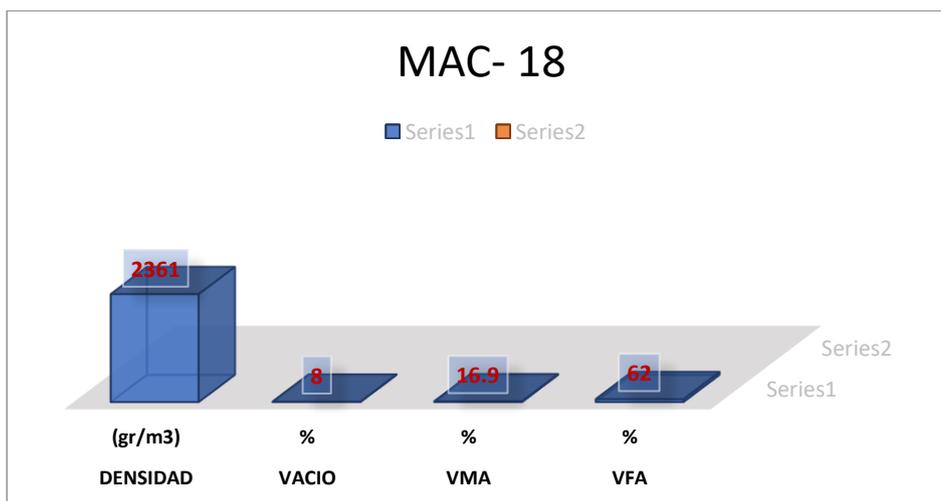
*Tabla 6: Propiedades físicas según MAC-18.*

<b>Para Diseño de Mezcla Asfáltica (caliente) del 18% MAC</b>			
Descripción de las propiedades	UND	Valor	
Densidad	gr/m3	2361	
Vacío	%	8	
VMA	%	16.9	
VFA	%	62	

Fuente: Resultados según el Ensayo Marshall.

### Interpretación:

Gráfico 4: Características físicas del diseño de mezcla asfáltica en caliente o MAC- 18.



Fuente: La figura muestra las cifras de las características físicas para diseño de composición a base de material asfáltico en caliente (MAC - 18).

#### 4.3.1.3. Para el diseño de mezcla asfáltica en caliente – Adición 20%(MAC-20):

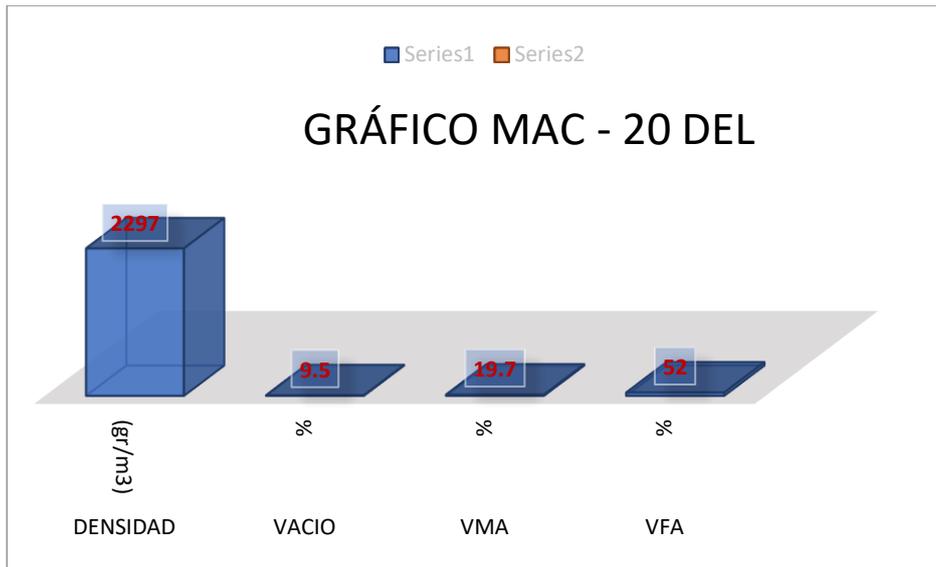
Tabla 7: Propiedades Mecánicas MAC-20

<b>Propiedades Físicas MAC-20</b>			
<b>Adición 20 %</b>			
Descripción de las propiedades	UND	Valor	
Densidad	gr/m3	2297	
Vacío	%	9.5	
VMA	%	19.7	
VFA	%	52	

Fuente: Modelo del Ensayo Marshall aplicado a la investigación.

### Interpretación:

Gráfico 5: Atributos físicos para diseñar de mezcla asfáltica en caliente o MAC - 20.



Fuente: La figura muestra las cifras de las características físicas del diseño de mezcla o composición en base al asfalto en caliente (MAC - 20). Fuente: Modelo baso en el Ensayo Marshall.

### 4.3.2. Propiedades Mecánicas.

#### 4.3.2.1. Respecto al diseño de mezcla asfáltica en caliente patrón (MAC-P):

Tabla 8: Propiedades Mecánicas MAC- Patrón.

Propiedades Mecánicas MAC-P		
Para Diseño de Mezcla Asfáltica MAC - PATRON		
Descripción de las propiedades	UND	Val
Fluj.	Cent.	0.35
Estab.	Kilogramo	1021

Fuente: Ensayo Marshall – MTC E-504 /ASTM D-6927002E

### Interpretación:

Gráfico 6: Características mecánicas en cuanto al diseño de mezcla asfáltica en caliente o también denominado MAC – P



Fuente: La figura muestra las cifras de las características mecánicas concerniente al diseño asfáltico en caliente o también llamado (MAC – P). Fuente: Basado en el Ensayo Marshal.

La imagen indica un valor de 1021 kg en cuanto a la densidad de la composición asfáltica a alta temperatura que está dentro del rango requerido (mínimo 544 kg), el cual está ubicada en el parámetro predeterminado (mín. 544kg). Mientras que con un indicador de 0.35 cm para lo que es el flujo de la mezcla (composición) asfáltico patrón en caliente.

#### 4.3.2.2. Respecto al diseño de composición asfáltica en caliente del patrón en 16% de MAC.

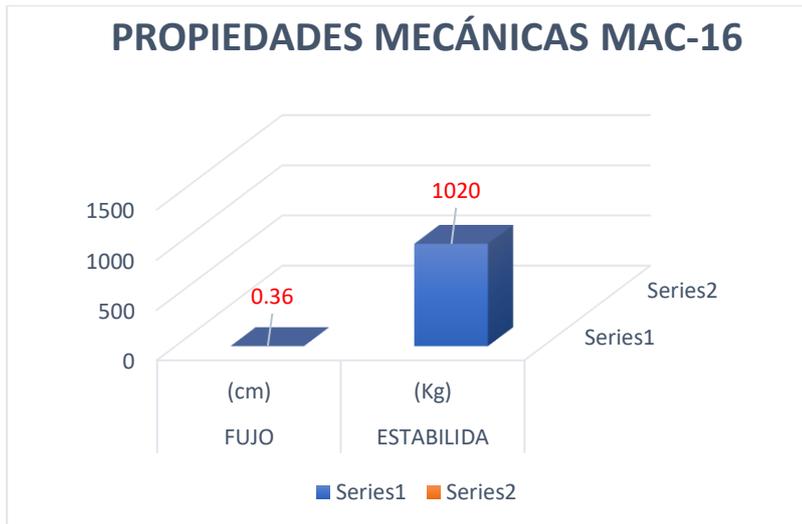
Tabla 9: Atributos mecánicos MAC al 16%.

Propiedades Mecánicas MAC-16		
Para Diseño de Mezcla Asfáltica		
Descripción de las propiedades	UND	Valor
Flujo	cm	0.36
Estabilidad	kg	1020

Fuente: Ensayo basado en Marshall – MTC.

### Interpretación:

Gráfico 7: Atributos mecánicos para el diseño de mezcla asfáltica MAC -P16% en caliente.



Fuente: La figura muestra las cifras de las propiedades mecánicas de MAC-16%P para su diseño de mezcla asfáltica en caliente. Fuente: Elaboración propia.

La imagen indica un valor de 1020 kg en cuanto a la densidad de la composición de asfalto en caliente que está dentro del rango requerido (mínimo 544 kg). Mientras que con un índice de 0.36 cm en concordancia con el flujo de la combinación asfáltica a alta temperatura que está dentro del rango requerido (8-16 mm).

#### 4.3.2.3. Respecto al diseño de composición patrón de MAC-18% asfáltica en caliente.

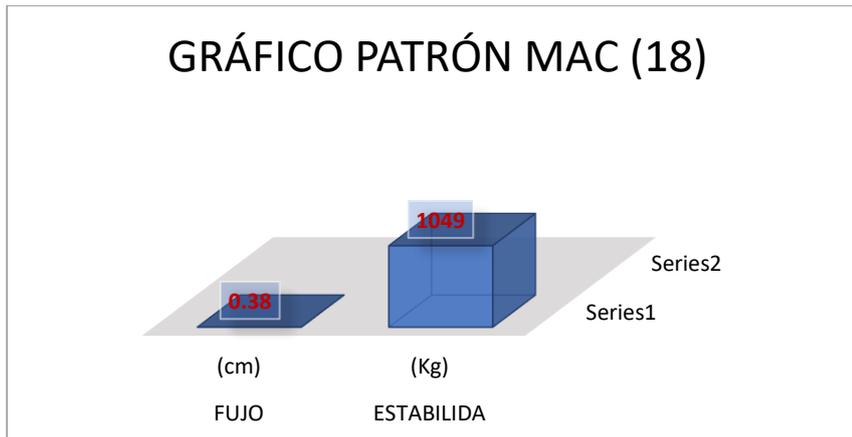
Tabla 10: Características o atributos de tipo mecánicas MAC-18%

Propiedades Mecánicas MAC-18		
Para Diseño de Mezcla Asfáltica		
Descripción de las propiedades	UND	Valor
Flujo	cm	0.38
Estabilidad	Kg	1049

Fuente: Resultados conforme al Ensayo Marshall.

## Interpretación:

Gráfico 8: *Propiedades o atributos mecánicas para el diseño MAC-P18% de mezcla (composición) asfáltica en caliente.*



*Fuente: La figura muestra las cifras de las características de tipo mecánicas del MAC-18%P y su diseño de mezcla asfáltica en caliente. Fuente: Elaboración propia según el Ensayo Marshall.*

La densidad de la mezcla asfáltica en caliente arroja un valor de 1050 kg el cual se encuentra en el rango de solicitud (mínimo 544kg). El flujo de la mezcla asfáltica en caliente alcanza un valor de 0.39cm el cual se encuentra en el rango de solicitud (8-16 mm).

### 4.3.2.4. Para el diseño de mezcla asfáltica en caliente – Patrón (MAC-20%):

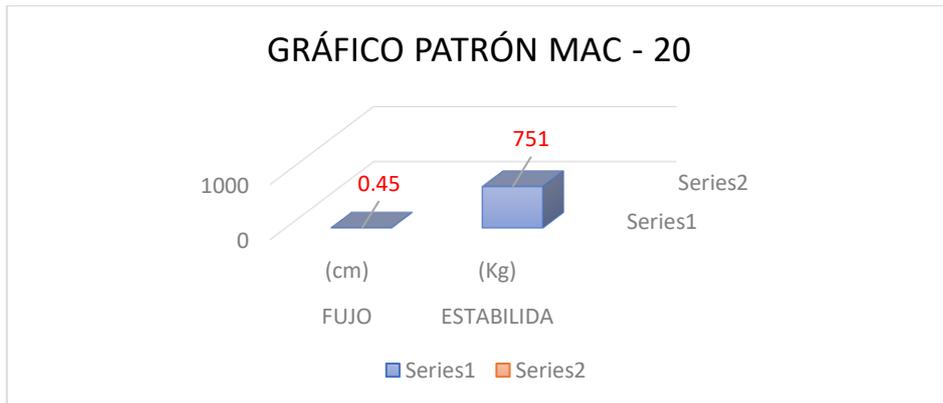
*Tabla 11: Propiedades o características Mecánicas de MAC-20%*

<b>Propiedades Mecánicas MAC-20</b>			
<b>Para Diseño de Mezcla Asfáltica</b>			
Descripción de las propiedades	UND	Valor	
Flujo	cm	0.45	
Estabil.	Kilg.	751	

*Fuente: Ensayo Marshall y elaboración propia.*

## Interpretación:

Gráfico 9: Características mecánicas para el diseño (MAC – P20%) de mezcla asfáltica en caliente.



Fuente: La figura muestra las cifras de las propiedades de MAC – 20%P en cuanto a su forma mecánica para el diseño de combinación asfáltica en caliente. Fuente: Ensayo Marshall y elaboración propia.

La imagen indica un valor de 751 kg respecto a la densidad de la combinación asfáltica en caliente que está dentro del rango requerido (mínimo 544 kg). Mientras que con un índice de 0.45 cm respecto al flujo de la combinación asfáltica en alta temperatura o caliente que está dentro del rango requerido (8-16 mm).

Tabla 12: Peso Efectivo de los Agregados para el 3% de Caucho Reciclado

Peso efectivo de los agregados para el 3(%) de caucho reciclado			
Asfalto %	Peso efectivo del agregado UND (gr/cm3)		
	M- 01	M- 02	M- 03
6%	2.474	2.474	2.478
6.52%	2.484	2.484	2.484
6.90%	2.465	2.465	2.465
7.49%	2.462	2.462	2.462
8%	2.486	2.486	2.486

Fuente: Elaboración propia.

Tabla 13: Porcentaje de vacíos de aire en la composición compactada.

<b>Porcentaje de Vacíos de Aire en la Mezcla Compactada</b>				
Asfalto	Peso efec. del agregado UND (gr/cm3)			
	Porcentaje	M- 01	M- 02	M- 03
	6%	12.101	13.5	12.6
	6.52%	11.29	12850	12.4
	6.90%	9.69	10.1	9.6
	7.49%	10.9	10.901	9.3
	8%	10.59	11.1	10.25

*Fuente: Elaboración propia.*

*Tabla 14: Espacios Vacíos Llenos con Asfalto*

#### **Vacíos llenos con asfalto**

Asfalto	Peso efectivo del agregado UND (gr/cm3)			
	Porcentaje	m- 01	m- 02	m- 03
	6%	45.89	44.584	45.79
	6.52%	48.7	46.541	47.26
	6.90%	56.24	56.84	56.36
	7.49%	57.84	57.4	9.3
	8%	57.1	56.8	57.89

*Fuente: Proceso y elaboración propia.*

#### **4.3.2.5. Cálculo de la Composición Ideal de Asfalto Modificado.**

Para el cálculo de porcentaje de la composición ideal de asfalto de la mezcla, se tuvo en cuenta la estabilidad, vacíos en la mezcla y el peso unitario.

*Tabla 15: Vacíos Llenos con Asfalto Modificado.*

#### **Cálculo del Contenido Óptimo del Asfalto Modificado**

N°	Descripción	Valor	UND
1	Estabilidad optima	7	%
2	Peso unitario optima	7	%
3	Óptima para 3%	7.16	%
4	Óptima a usar	7.1	%

*Fuente: Elaboración propia*

NOTA: En cuanto a la totalidad de lo calculado con los diversos % de asfalto y caucho basados en el rango de Marshall se verán en el capítulo de Anexo.

#### **4.4. RESULTADOS FINAL.**

Resultado del Diseño de Mezcla Asfáltica en Caliente con un 3 % de caucho:

1. Mezcla de Agregados (Proporción basado en pesos)

*Tabla 16: resultado final.*

<b>RESULTADO FINAL</b>			
N°	DESCRIPCION	VALOR	UND
1	Agregado grueso chancado de 1/2"	32	%
2	A chancado de 1/4"	31	%
3	Arena natural de 3/8"	31	%
4	CAL de 3%"	3	%
5	Caucho reciclado	3	%
<b>TOTAL</b>		<b>100</b>	<b>%</b>

*Fuente: Elaboración propia*

**CEMENTO ASFÁLTICO**

Tipo de Asfalto: C. A. 120/150 %

Óptimo de C.A.: 7.06%+-0.3.

*Tabla 17: características físicos y mecánicos del diseño.*

<b>Características Físicos y Mecánicos del Diseño</b>			
N°	Descripción	Diseño	Especificaciones
1	Cemento asfaltico	7.10%	
2	Número de golpes en cada lado	75	
3	Estabilidad	804	mínimo 815.kg
4	Fluencia	7.5	2-abr
5	Vacíos de aire	6	3-may
6	VMA	23.2	mínimo 14
7	Peso unitario	2.023	
8	% VLLVA	55.9	mínimo 80
9	Estabilidad de flujo	1148	1.700 - 2500
10	Estabilidad de retenida	31.77	mínimo 75%
11	Compactibilidad	5.67	mínimo 5%

*Fuente: Elaboración propia.*

## V. DISCUSIÓN

Rondón y Reyes (2015), llegaron a la conclusión que el caucho reciclado tiene un impacto muy significativo porque mejora en las propiedades de resistencia en la durabilidad y en las propiedades mecánicas la resistencia a las grietas reflejadas, así como el comportamiento a fatiga.

En el estudio titulado "Asfalto modificado con materiales de llantas recicladas para su aplicación a pavimentos resilientes. Puno-Perú", Carrizales (2015) señaló contrariamente en su conclusión, que la mezcla asfáltica se modificó usando caucho de llantas recicladas sustancialmente por diseño, y el caucho reciclado no contribuye a mejorar las propiedades físico - mecánicas, según estudios realizados sobre las propiedades del asfalto, no logra el estándar mínimo establecido.

Así mismo Rondón y Reyes (2015), concluyen que el caucho en el asfalto convencional mejora la propiedad física de la durabilidad, la propiedad mecánica de la resistencia a los agrietamientos manifestados y mejora las propiedades de fatiga.

Referente a la gradación del caucho que usan los investigadores antes mencionados, era la pasante por la Malla N° 40, en otras palabras, el tamaño nominal es de 0.42 mm, sin embargo Vera (2015) sugiere utilizar esta gradación para conseguir una buena compatibilidad con el asfalto, además de eso, la investigación realizada en Carrizales (2015) aunque no trae una mejora significativa de las características, los orígenes atribuyen a las demás variables, así también la granulometría coincide correctamente con el asfalto favoreciendo sus propiedades de modo que no muestra mayores inconvenientes en el proceso de diseño regular de una mezcla de asfalto caliente al tener manipulación y mezclado de uso fácil es lo que manifiestan Ocampo, Caicedo y Gonzales (2002). Para la temperatura de incorporación de caucho Cervera (2016) indica que fluctúa de 170°C a 210°C y para la digestión de 150 °C a 190 °C teniendo en cuenta la temperatura de compactación sujeta a ser tomada 10° menos que la digestión, en el caso de Vera (2014) expone que en la mezcla cambiada la temperatura de la mezcla fluctúa de 167.2°C a 172.2°C,

mientras que también cuando la temperatura de compactación fluctúa de 156.2°C a 160.9°C, que son congruentes con la temperatura utilizada en el desarrollo de este estudio, es decir, 170°C para mezclar o incorporar y 160°C para la compactación. En cuanto a los agregados del caucho al asfalto, Rondón et al. (2007) observaron un descenso del Contenido Óptimo de Asfalto de 9.8%, de acuerdo a lo manifestado en caso del Contenido Óptimo de Asfalto, Fajardo Luis y Vergara y Alfonso (2014) anuncian que se disminuye hasta en un 10.71%; en cambio en los resultados alcanzados en esta investigación son contradictorios puesto que cuando se añade en gran cantidad caucho, el contenido óptimo del material suele aumentar a 1.75%, lo que puede concordar con los resultados expresados por Cervera (2016) debido a que muestran un mejor comportamiento de la mezcla en el momento en que el contenido asfáltico incrementa en un 1.72%, así mismo la inclusión de caucho aumenta un 5% a 5.2% la medida de cemento asfáltico según confirman Pereira, Oliveira, Freitas y Machado (2013).

En relación a las propiedades físicas, la densidad se reduce a causa de la disminución del peso específico del caucho (Carrizales, 2015, p. 107), del mismo modo que según aumenta la cantidad de caucho la densidad baja para Carrera (2017) a causa de que los volúmenes de las briquetas aumentan (p.124), en donde los dos fundamentos tienen relación con lo alcanzado en los resultados de la investigación, pues muestra que la densidad disminuye progresivamente a medida que aumenta el agregado del caucho.

En cuanto a la proporcionalidad de vacíos de la mezcla Cervera (2016) menciona que se reduce con el agregado de caucho (p. 73 - 91), lo que se contradice con el resultado de Vera (2014) puesto que indica un aumento de los vacíos en la inclusión del caucho como resultado (p. 112), similar a los resultados alcanzados en esta investigación en el que muestra una orientación ascendente a proporción que la medida del caucho incrementa, por lo que también se concluyó unánimemente que esto se debe al amortiguamiento que presenta el caucho frente al golpe.

Para la proporcionalidad de vacíos llenos de cemento asfáltico (VFA) con el agregado de caucho en donde Carrizales (2015) indica que este parámetro se reduce en 28% para las briquetas con caucho que son de gran volumen (p. 108) igualmente Vera (2016) obtiene una reducción significativa en los vacíos llenos (p. 112), lo mismo ocurre en la presente investigación en donde se constata dichas afirmaciones hallando al mismo tiempo que la reducción del parámetro se convierte demasiado fundamental a medida que la proporción de caucho aumenta.

Por lo que se refiere al % de vacíos llenos de adición mineral conforme a Cervera (2016), desciende en 6.47% (p. 73, 91), del mismo modo Vera (2016) incrementa en un alto grado (p.112), a pesar de ello, en la investigación hallamos coherencia respecto a los resultados de propuesto por Cervera porque se determinó que se tiende a incrementar a razón que se agrega el caucho.

Acerca de la propiedad mecánica: Para la estabilidad se potencia como máximo hasta un 25% debido a la presencia del caucho de acuerdo con Rondón et al. (2007, desde otro ángulo Villa (2017) menciona con respecto a la rigidez de la mezcla que el caucho contribuye con un 13.24%; pero Carrizales (2015), indica que hay una reducción en 14.5% en cuanto a la estabilidad, del mismo modo en esta investigación la reducción obtiene un 2.70%, de las diferencias mencionadas y se deduce que el agregado proveniente de caucho incrementa las características, sin embargo conforme se aumente más compoente, la estabilidad comienza a disminuir como se puede observar conforme a las características o especificaciones físicas a medida que los gránulos de caucho ocupen mayor lugar, se alcanzara un límite donde se afecte la rigidez.

El flujo disminuyo en un 10.81% según Villa (2017), hace referencia que la composición tiende a ser más rígida (p. 61-62); no obstante, el flujo incrementa en un 46.15% para Carrizales (2015), en otras palabras la mezcla se comportó enormemente plástica (p. 106), lo que se constata por Álvarez y Carrera (2017) en donde ellos hallaron que cuando se aumenta el agregado del caucho la fluencia incrementa (p.126),

igualmente en la investigación que a pesar de que el incremento es leve se halla que tiende a crecer la fluencia conforme se agrega el caucho.

En base a las investigaciones pasadas Vera (2016) halla que con un 14.0% se muestran mejoras significativas (p. 119-120), al mismo tiempo Ocampo, Caicedo y González (2002), señalan que luego del 15.0% ya se hallan mejoras significativas; pero contrariamente a lo mencionado, Goicochea (2017) indica que se tienen resultados perjudiciales cuando las mezclas tienen 20% de caucho, ello se relaciona con lo que expresa Carrizales (2015), que en el agregado del 3% referente a la adición simboliza una mayor proporción del 16 % del asfalto, finalmente con este estudio se halla que el agregado a base de caucho genera mejoría en el comportamiento mecánico- físico de la mezcla con proporciones del 16%, 18% y 20% referente al asfalto y solo la mezcla con agregado del 16% cumple con las solicitudes mínimas, aunque aumenta el composición ideal de cemento de tipo asfáltico.

## VI. CONCLUSIONES

1. El grado de caucho para el cambio de material de asfalto fue el que sobrepasa la malla número 40 o, en otras palabras, con una dimensión nominal de 0,42 milímetros; De la misma manera, la temperatura utilizada era de 170° Centígrados con respecto a la inclusión y 160° Centígrados para compresión, siendo el peso unitario de 1,15g/cm<sup>3</sup>.
2. La concentración óptima es 5,7 por ciento en cuanto a la mezcla principal, 5,8% con respecto a la MAC-16, así también un % de 5,7 de la MAC-18 y finalmente 5,8% relacionado a la MAC-20; donde la MAC-16 resultó ser la más óptima y tuvo un aumento de 1,75%.
3. Las características físicas son válidas para una composición de material asfáltico estándar, con 2382 gramos. /cm<sup>3</sup> de densidad, 4,8 % vacío, asimismo 17.0 % VMA así también 72.0 % VFA; respecto a la MAC-16 que puede alcanzar 2358 g/cm<sup>3</sup> de densidad, un 6% contenido de vacío, 17,20% VMA y finalmente 65% de VFA. Las características o composiciones mecánicas logran obtener valores para la mezcla de asfalto, fluidez 0,37 milímetros y estabilidad 1180 kilogramos; Comparado con el MAC-16, logra un caudal de 0,36 milímetros y 1020 kgf de estabilidad.
4. Las características físicas muestran una disminución en el cambio de densidad del 1,01 %, el % de vacío aumentó en un 25 %, el % de VMA aumentó en un 1,18 % y el % de VFA disminuyó en un 16,92 %. Las propiedades mecánicas muestran un cambio del 2,7% en el caudal y una reducción del 13,56% en la estabilidad.
5. La adición de 16%, 18% y 20% de caucho afecta de forma negativa características físicas de la combinación asfáltica en estado caliente.

## **VII. RECOMENDACIONES**

1. Se recomienda que se siga estudiando sobre las nuevas tecnologías para el debido uso de las llantas recicladas para ser utilizadas en bien de los ciudadanos y apoyar de una u otra forma a cuidado del medio ambiente que nos rodea, por medio del análisis, estudio, indagación y detección de procesos nuevos que respeten el medio ambiente con la producción de una menor cantidad de residuos, integrando la simbiosis industrial.
2. El Perú debe tomar como referencia a los países desarrollados o potencia para incluirla a las leyes y normas vigentes con respecto a la utilización de desperdicios provenientes de las industrias que pudieran ser recuperables (Neumáticos no usados) en la ejecución de pavimentos flexibles.
3. EL MTC, debe apoyar y priorizar proyectos viales para el bien común de la sociedad en la construcción y/o mantenimiento de carreteras sostenibles de distintos tipos, empleando el caucho de las llantas usadas de los vehículos del parque automotriz del Perú, ya que tiene múltiples beneficios tanto desde los ambientales, hasta la reducción de energía y ruido.

## REFERENCIAS

1. Angulo R. y Duarte, J. (2005). *Modificación de un asfalto con caucho reciclado de llanta para su aplicación en pavimentos*. [ Tesis de pregrado, Universidad Industrial de Santander]. Archivo digital.
2. Shifeng, W. (2015). Asphalt modified by thermoplastic elastomer based on recycled rubber. Elsevier: Construction and Building Materials, (93): 678–684.
3. Bahia, H. y Davies, R. (1994). *Effect of Crumb Rubber Modifiers (CRM) on Performance -Related Properties of Asphalt Binders*. [Thesis Pregrado The Pennsylvania State University, University Park PA]. Archivo digital.
4. Behl, A., Kumar, G., y Sharma, G. (2013). Performance of Low EnergyCrumb Rubber Modified Bituminous Mixes. Elsevier: 2nd Conference of Transportation Research Group of India (2nd CTRG), (104): 49-58, 2013.
5. Bejarano. J. y Caicedo. C. (2017). *Análisis del comportamiento físico-mecánico de la mezcla asfáltica tipo mdc.19 con fibra natural de caña de azúcar*. [Tesis de pregrado, Universidad Católica de Colombia]. Archivo digital.
6. Cañadas, I. (2018). *Análisis de datos en investigación*. Editorial Universitas.
7. CAMPAÑA O., GALEAS S. y GUERRERO V. Obtención de Asfalto Modificado con Polvo de Caucho Proveniente del Reciclaje de Neumáticos de Automotores [En línea]. Revista Politécnica, 2016. 36(3), pp.6. [Fecha de Consulta: 5 de mayo de 2019]. Disponible en:
8. CAO, Weidong. Study on properties of recycled tire rubber modified asphalt mixtures using dry process. Elsevier: Construction and Building Materials, (21): 1011–1015, mayo 2007.
9. CARACTERIZACIÓN fisicoquímica y morfológica de asfaltos modificados con material reciclado por Figueroa Infante, A. [et al.]. Bogotá: Pontificia Universidad Javeriana, 2009. Pg. 45-70.
10. CARRIZALES Apaza, José. Asfalto modificado con material reciclado de llantas para su aplicación en pavimentos flexibles. Tesis (Ingeniero Civil). Puno: Universidad Nacional del Altiplano, Escuela de Ingeniería Civil, 2015. 119 pp.
11. CASTRO, Guillermo. Materiales y Compuestos para la Industria del Neumático. Departamento de Ingeniería F.I.U.B.A, 2008. 57pp.

12. CEVERA Borja, César. Influencia en las propiedades mecánicas de una mezcla asfáltica incorporando caucho reciclado de neumáticos, Cajamarca, 2016. Tesis (Ingeniero Civil). Perú: Universidad Privada del Norte, Facultad de Ingeniería, 2016. 156 pp.
13. CRIOLLO Salamea, Andrés. Caracterización del caucho reciclado proveniente de SCRAP y de neumáticos fuera de uso para su potencial aplicación como materia prima. Tesis (Ingeniero Civil). Ecuador: Universidad Politécnica Salesiana, 2014. 126pp.
14. EL uso de caucho de cubiertas en mezclas asfálticas por Cuattrocchio A.C [et al.]. Buenos Aires: Centro de Investigaciones Viales LEMAC, 2006. 19 pp.  
ISBN 950-42-0056-7
15. DEL Val, Miguel Ángel [UPN]. El método Marshall [Archivo de video]. Madrid: Universidad Politécnica de Madrid, 2016. Disponible en [https://www.youtube.com/watch?v=3\\_Wud2EO5YU](https://www.youtube.com/watch?v=3_Wud2EO5YU)
16. Escobar, P., y Bilbao, J. (2020). *Investigación y educación superior*. Editorial Lulu.
17. ESTADO del conocimiento del estudio sobre mezclas asfálticas modificadas en Colombia por Hugo Rondón Quintana [et al.]. Colombia: Infraestructura Vial (19):10-20, 2007.
18. EVALUATION of plastic–rubber asphalt: Engineering property and environmental concern por Bin Yu [et al]. Elsevier: Construction and Building Materials, (71): 416-424, setiembre 2014.
19. FAJARDO Cachay, Luis y VERGARAY Huamán, Douglas Alfonso. Efecto de la incorporación por vía seca, del polvo de neumático reciclado, como agregado fino en mezclas asfálticas. Tesis (Ingeniero civil). Lima: Universidad San Martín de Porres: Escuela Profesional de Ingeniería Civil, 2014. 145 pp.
20. Hernández Sampieri, R. y Mendoza, C. (2018). *Metodología de la investigación. Las rutas cuantitativa, cualitativa y mixta*. Mc Graw Hill Education.
21. MINISTERIO de Transportes y Comunicaciones (Perú). MTC E-504, 1999 - Resistencia de mezclas bituminosas empleando el aparato Marshall. Manual de ensayos de materiales para carreteras. Lima: 2016, pp. 583-594.
22. MINISTERIO de Transportes y Comunicaciones (Perú). MTC E-204, 1999 –

- Análisis granulométrico de agregados gruesos y finos. Manual de ensayos de materiales para carreteras. Lima: 2016, pp. 303-308.
23. MINISTERIO de Vivienda, Construcción y Saneamiento (Perú). NTE CE. 010 – Pavimentos Urbanos. 1ª ed. SENCICO: Lima: 2010, 79 pp.  
ISBN 978-9972-9433-5-5
24. OCAMPO, M., CAICEDO, B. y GONZÁLEZ, D. Mezclas asfáltico mejorado con caucho molido proveniente de llantas. Revista de Ingeniería. 2002, núm. 16: 175-80.
25. PANAGIOTIS, F. Crumb rubber-bitumen interactions: Cold-stage optical microscopy. Journal of Materials in Civil Engineering. 2003, vol. 15, núm. 5, pp. 419-426.
26. PELÁEZ Arroyave, G. J., VELÁSQUEZ Restrepo, S. M. y GIRALDO Vásquez, D. H. Applications of recycled rubber: A literature review. Revista de Ciencia e ingeniería Neogranadina. Vol. 27, no 2, 2017. Pp. 27-50. [Fecha de Consulta: 1 mayo de 2019]. Disponible en: <http://dx.doi.org/10.18359/rcin.2143>
27. PROGRESS in used tyres management in the European Union: A review [En línea] por Sienkiewicz, M [et al.]. Waste Management, Vol. 32, Número 10, 2012, p.1742- 1751. [Fecha de Consulta: 1 mayo de 2019]. Disponible en: <https://www.sciencedirect.com/science/article/pii/S0956053X1200219X>  
ISSN 0956- 053X
28. REYES, Fredy y FIGUEROA, Ana. Mejora de mezclas asfálticas de rodadura 0/10 cerradas con el uso de un elastómero (caucho) y un plastómero (tiras de bolsas de leche) en un asfalto 80-100, Congreso Mexicano del Asfalto. Mexico: Universidad Javeriana, 2017.
29. Rodríguez Sanchez, Y. (2020). *Metodología de la investigación, enfoque por competencias*. Klik soluciones educativas.
30. Sanchez, H., Reyes, C., y Mejía, K. (2018). *Manual de términos en investigación científica, tecnológica y humanística*. Universidad Ricardo Palma.

# **ANEXOS**

## ANEXO 1: OPERACIONALIZACIÓN DE VARIABLES

VARIABLE	DEFINICIÓN	DEFINICIÓN OPERACIONAL	DIMENSIONES	INDICADORES	ESCALA
VARIABLE INDEPENDIENTE <b>(CHAUCHO RESICLADO)</b>	Material elastometrico que gracias a su proceso de vulcanización hace que el estireno sea más duro y tenaz debido a que se cristaliza al ser sometido a grandes esfuerzos (Salazar,2017,420)	se identificó las características del caucho reciclado empleando como una de las técnicas la observación, ensayos granulométricos, de acuerdo a las normativas vigentes.	CAUCHO PULVERIZADO	GRANULOMETRÍA	RAZÓN
				PESO UNITARIO	NOMINAL
VARIABLE DEPENDIENTE <b>(CARPETA ASFALTICA)</b>	Refiere a cualquier propiedad cuyas características debe ser cuantificables, medibles y definir una condición mecánica (bejarano y Caicedo, 2017, p.28)	Se realizo el análisis de las propiedades físicas y mecánicas de las muestras del diseño asfaltico con la adición del caucho reciclado las cuales fueron sometidos a ensayos de laboratorio como: contenido asfaltico, granulometría de los agregados y ensayo Marshall.	PROPIEDADES FÍSICAS	DENSIDAD	INTERVALO
				PROPORCION DE VACIOS	RAZÓN
			PROPIEDADES MECÁNICAS	ESTABILIDAD	INTERVALO
				FLUJO	INTERVALO

## ANEXO 2: MATRIZ DE CONSISTENCIA

PROBLEMA	OBJETIVOS	HIPÓTESIS	VARIABLE	DIMENSIONES	INDICADORES	METODOLOGÍA
¿De qué manera la aplicación del caucho reciclado mejora las propiedades de la carpeta asfáltica en la pavimentación del Jr. Grau?	Determinar la influencia de la adición del caucho reciclado en las propiedades físicas y mecánicas de la mezcla asfáltica, en la pavimentación del Jr. Grau.	La aplicación del caucho reciclado incide en la mejora de las propiedades de la carpeta asfáltica de la pavimentación del Jr. Grau-cochas.	VARIABLE DEPENDIENTE <b>(CAUCHO RECICLADO)</b>	CAUCHO PULVERIZADO	GRANULOMETRIA	TIPO: Aplicativo. ENFOQUE: Cuantitativo. NIVEL: Explicativo.
	OBJETIVO ESPECÍFICO				PESO UNITARIO	
	a). Identificar las características físicas de caucho.		VARIABLE INDEPENDIENTE <b>(CARPETA ASFALTICA)</b>	PROPIEDADES FÍSICAS	DENSIDAD	
	B). Analizar la mezcla asfáltica en caliente con adición del caucho en proporciones del MAC 16%,18% y 20%.				PROPORCION DE VACIOS	
	C). Determinar el valor que corresponde a las propiedades físicas y mecánicas del diseño de mezcla asfáltica en caliente patrón y modificada para el Jr. Grau.				ESTABILIDAD	
					FLUJO	

### ANEXO 3: LISTA DE FIGURAS

*Figura 1: Estudio topográfico*



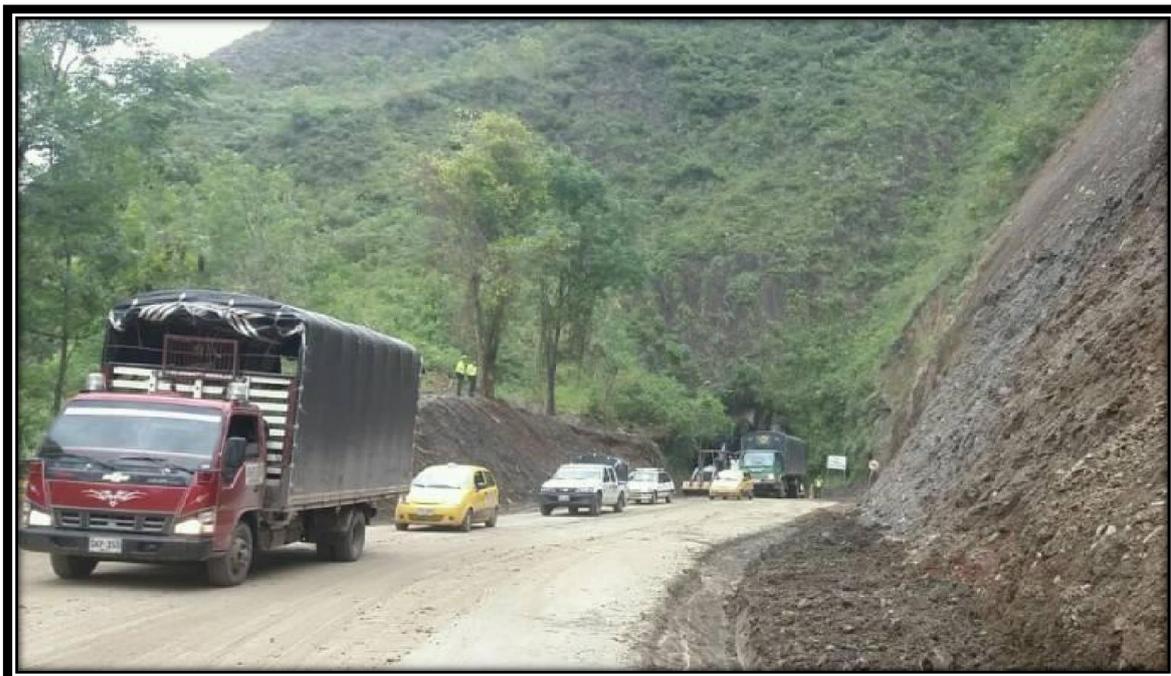
Fuente: Fotografía propia

*Figura 2: Estudio de laboratorio*



Fuente: Fotografía propia

Figura 3: Cuantificación de carros



Fuente: Fotografía propia

## ANEXO 04: FICHA DE RECOLECCIÓN DE DATOS



### CECAPED LABORATORIO DE MECANICA DE SUELOS R.U.C: 20449293330

En Geotecnia CECAPED, contamos con una amplia experiencia como Laboratorio de asfalto y realizamos control de calidad de materiales bituminosos tales como; Cemento Asfáltico, Emulsiones Asfálticas y Asfaltos Modificados.

INFORME S17 – 570-5

SOLICITANTE: ROSALES ROMERO DANNY – OCAÑA TARAZONA DIOMEDES

PROYECTO: ANALISIS DE MATERIALES PARA ASFALTO MODIFICADO – JR GRAU, COCHAS – OCROS.

UBICACIÓN: URB. LAS GARDENIAS. NUEVO CHIMBOTE

FECHA: 22 DE OCTUBRE DEL 2021

#### REPORTE DE ENSAYOS DE LABORATORIO

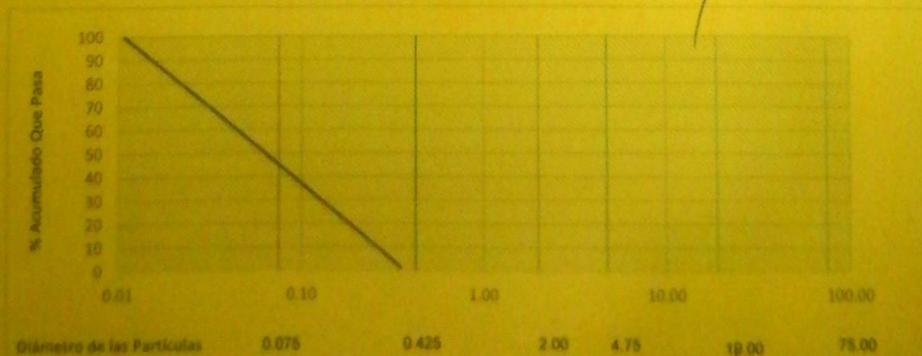
CANTERA: Gloria

MUESTRA: CAUCHO TRITURADO

#### ANALISIS GRANULOMETRICO POR TAMIZADO – ASTM.

Tamiz	Abertura (mm)	P. Retenido (%)	Retenido (%)	
			Retenido	Pasante
3"	41.250			
2"	52.480			
1 ½"	40.150			
1"	28.315			
¾"	21.100			
½"	10.841			
3/8"	8.128			
¼"	6.541			
N°4	3.980			100.0
N°10	2.854	50.8	50.8%	49.2
N°20	0.947	47.8	98.6%	14
N°30	0.541	14	100.0	0.0
N°40	0.429	0.0	100 %	
N°60	0.232		100 %	
N°100	0.148		100 %	
N°200	0.068		100%	
FONDO				

CURVA GRANULOMETRICA



LABORATORIO DE MECANICA DE SUELOS Y ASFALTO  
DRG. FIDELBA GARCIA MILLA  
ESPECIALISTA EN GEOTECNIA

Informe@institutocecasac.com teléfono: 014572237

En Geotecnia CECAPED, contamos con una amplia experiencia como Laboratorio de asfalto y realizamos control de calidad de materiales bituminosos tales como; Cemento Asfáltico, Emulsiones Asfálticas y Asfaltos Modificados.



**CECAPED LABORATORIO DE MECANICA DE  
SUELOS  
R.U.C: 20449293330**

En Geotecnia CECAPED, contamos con una amplia experiencia como Laboratorio de asfalto y realizamos control de calidad de materiales bituminosos tales como; Cemento Asfáltico, Emulsiones Asfálticas y Asfaltos Modificados.

**INFORME S17 – 570-10**

**SOLICITANTE:** ROSALES ROMERO DANNY – OCAÑA TARAZONA DIOMEDES

**PROYECTO:** ANALISIS DE MATERIALES PARA ASFALTO MODIFICADO – JR GRAU, COCHAS – OCROS.

**UBICACIÓN:** URB. LAS GARDENIAS. NUEVO CHIMBOTE

**FECHA:** 22 DE OCTUBRE DEL 2021

**REPORTE DE ENSAYOS DE LABORATORIO**

Cantera: Ñaña

Muestra: Arena + 1.1% de caucho en polvo.

**ENSAYO DE RIEDEL WEBER E - 220**

Agregado: Fino

Desplazamiento Parcial: 3%

Desplazamiento Total: 5%

NOTA. La muestra fue remetida e identificada por el solicitante antes mencionado.

LABORATORIO DE MECANICA DE SUELOS Y ASFALTO  
  
ING. EDGAR GINES MILLA  
ESPECIALISTA EN GEOTECNIA

informe@mti-geotecniasas.com teléfono: 014572237

En Geotecnia CECAPED, contamos con una amplia experiencia como Laboratorio de asfalto y realizamos control de calidad de materiales bituminosos tales como; Cemento Asfáltico, Emulsiones Asfálticas y Asfaltos Modificados.



**CECAPED LABORATORIO DE MECANICA DE  
SUELOS  
R.U.C: 20449293330**

En Geotecnia CECAPED, contamos con una amplia experiencia como Laboratorio de asfalto y realizamos control de calidad de materiales bituminosos tales como; Cemento Asfáltico, Emulsiones Asfálticas y Asfaltos Modificados.

**INFORME S17 – 570-6**

**SOLICITANTE:** ROSALES ROMERO DANNY – OCAÑA TARAZONA DIOMEDES

**PROYECTO:** ANALISIS DE MATERIALES PARA ASFALTO MODIFICADO – JR GRAU, COCHAS – OCROS.

**UBICACIÓN:** URB. LAS GARDENIAS. NUEVO CHIMBOTE

**FECHA:** 22 DE OCTUBRE DEL 2021

**REPORTE DE ENSAYOS DE LABORATORIO**

Cantera: Ñaña

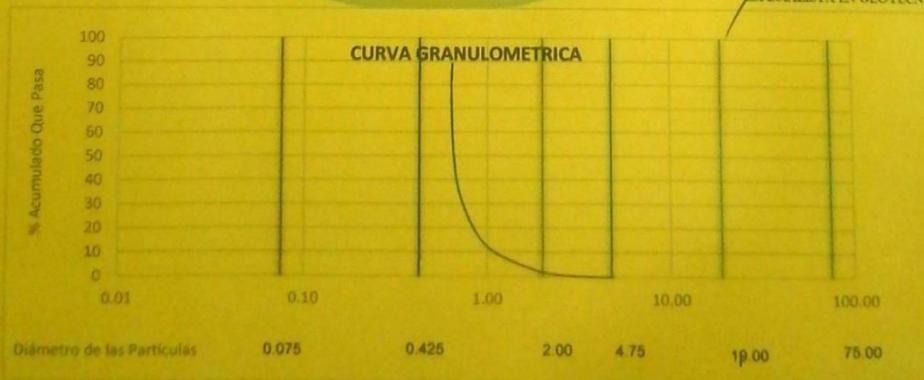
Muestra: Caucho Pulverizado

**ANALISIS GRANULOMETRICO POR TAMIZADO – ASTM**

Tamiz	Abertura (mm)	%		
		P. Retenido	Retenido	Pasante
3"	71.280			
2"	48.920			
1 ½"	35.520			
1"	21.890			
¾"	18.25			
1/2"	11.900			
3/8"	8.625			
1/4"	7.430			
N°4	3.257			100.0
N°10	2.258			16.9
N°20	0.840	87.4	82.1	4.0
N°30	0.590	11.25	95.0	0.6
N°40	0.474	3.4	98.4	0.0
N°60	0.251	0.5	100.0	
N°100	0.162		100.0	
N°200	0.074		100.0	
FONDO				

LABORATORIO DE MECANICA DE SUELOS Y ASFALTO.

*[Firma]*  
ING. GINÉS MILLA  
ESPECIALISTA EN GEOTECNIA



Informe@otitecnicas.com teléfono: 014572237

En Geotecnia CECAPED, contamos con una amplia experiencia como Laboratorio de asfalto y realizamos control de calidad de materiales bituminosos tales como; Cemento Asfáltico, Emulsiones Asfálticas y Asfaltos Modificados.



**CECAPED LABORATORIO DE MECANICA DE  
SUELOS**  
R.U.C: 20449293330

En Geotecnia CECAPED, contamos con una amplia experiencia como Laboratorio de asfalto y realizamos control de calidad de materiales bituminosos tales como; Cemento Asfáltico, Emulsiones Asfálticas y Asfaltos Modificados.

**INFORME S17**

**SOLICITANTE:** ROSALES ROMERO DANNY – OCAÑA TARAZONA DIOMEDES

**PROYECTO:** ANALISIS DE MATERIALES PARA ASFALTO MODIFICADO – JR GRAU, COCHAS – OCROS.

**UBICACIÓN:** URB. LAS GARDENIAS. NUEVO CHIMBOTE

**FECHA:** 22 DE OCTUBRE DEL 2021

**REPORTE DE ENSAYOS DE LABORATORIO**

**Cantera:** Gloria

**Muestra:** Arena + 1.5% de caucho pulverizado

**ENSAYO DE RIEDEL WEBER MTC E 220**

**Agregado:** Fino

**Desplazamiento Parcial (indice):** 4

**Desplazamiento total (indice):** 6

**NOTA.** La muestra fue remitida e identificada por el solicitante

LABORATORIO DE MECANICA DE SUELOS Y ASFALTO  
  
**DR. EDGAR GINES MILLA**  
ESPECIALISTA EN GEOTECNIA

Informe@mlgeotecniasac.com teléfono: 014572237

En Geotecnia CECAPED, contamos con una amplia experiencia como Laboratorio de asfalto y realizamos control de calidad de materiales bituminosos tales como; Cemento Asfáltico, Emulsiones Asfálticas y Asfaltos Modificados.



**CECAPED LABORATORIO DE MECANICA DE  
SUELOS**  
R.U.C: 20449293330

En Geotecnia CECAPED, contamos con una amplia experiencia como Laboratorio de asfalto y realizamos control de calidad de materiales bituminosos tales como; Cemento Asfáltico, Emulsiones Asfálticas y Asfaltos Modificados.

**INFORME S17 – 570-12**

**SOLICITANTE:** ROSALES ROMERO DANNY – OCAÑA TARAZONA DIOMEDES

**PROYECTO:** ANALISIS DE MATERIALES PARA ASFALTO MODIFICADO – JR GRAU, COCHAS – OCROS.

**UBICACIÓN:** URB. LAS GARDENIAS. NUEVO CHIMBOTE

**FECHA:** 22 DE OCTUBRE DEL 2021

**REPORTE DE ENSAYOS DE LABORATORIO**

**Cantera:** Naña

**Muestra:** Arena + 2% de caucho pulverizado

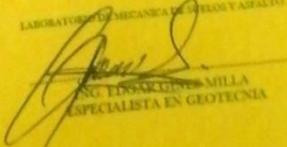
**ENSAYO DE RIEDEL WEBER E- 220.**

**Agregado:** Fino

**Desplazamiento Parcial:** 3.8 %

**Desplazamiento total:** 4.9%

**NOTA.** La muestra fue remitida a los integrantes.

LABORATORIO DE MECANICA DE SUELOS Y ASFALTO  
  
ING. LINDA OLIVERA MILLA  
ESPECIALISTA EN GEOTECNIA

Informe@mgtecniasac.com teléfono: 014572237

En Geotecnia CECAPED, contamos con una amplia experiencia como Laboratorio de asfalto y realizamos control de calidad de materiales bituminosos tales como; Cemento Asfáltico, Emulsiones Asfálticas y Asfaltos Modificados.



CECAPED LABORATORIO DE MECANICA DE  
SUELOS  
R.U.C: 20449293330

En Geotecnia CECAPED, contamos con una amplia experiencia como Laboratorio de asfalto y realizamos control de calidad de materiales bituminosos tales como; Cemento Asfáltico, Emulsiones Asfálticas y Asfaltos Modificados.

DISEÑO MARSHALL ASTM D1559

SOLICITANTE: ROSALES ROMERO DANNY – OCAÑA TARAZONA DIOMEDES

PROYECTO: ANALISIS DE MATERIALES PARA ASFALTO MODIFICADO – JR GRAU, COCHAS – OCROS.

UBICACIÓN: URB. LAS GARDENIAS. NUEVO CHIMBOTE

FECHA: 22 DE OCTUBRE DEL 2021

1) MATERIALES

1.1) ASFALTO: CEMENTO ASFALTICO

1.2) CAUCHO RECICLADO: 3%

1.3) AGREGADO GRUESO

CANTERA	GLORIA
MUESTRA	AGREGADO GRANULAR GRUESO

ANALISIS GRANULOMETRICO:

TAMIZ	% QUE PASA
1"	100.0
3/4"	100.0
1/2"	61.22
3/8"	29.8
N°4	0.91
N°10	0.1

1.4) AGREGADO FINO

CANTERA	LA GLORIA
MUESTRA	AGREGADO FINO

ANALISIS GRANULOMETRICO:

TAMIZ	% QUE PASA
3/8"	100.0
N°4	99.8
N°10	84.2
N°40	32.5
N°80	16.8
N°200	3.2

PESO ESPECIFICO DEL A-GRUESO (gr/cm3)	2.68
ABSORCION DEL A-GRUESO (%)	0.4
P.U SUELTO (kg/m3)	1641
P.U COMPACTADO (kg/m3)	1785

OBSERVACION: Muestra de agregados asfalto fueron provistas e identificadas por el peticionario.

LABORATORIO DE MECANICA DE SUELOS Y ASFALTO.

ING. EDGAR DINES MILLA  
ESPECIALISTA EN GEOTECNIA

Informe@mtigeotecniasac.com teléfono: 014572237

En Geotecnia CECAPED, contamos con una amplia experiencia como Laboratorio de asfalto y realizamos control de calidad de materiales bituminosos tales como; Cemento Asfáltico, Emulsiones Asfálticas y Asfaltos Modificados.



**CECAPED LABORATORIO DE MECANICA DE SUELOS**  
R.U.C: 20449293330

En Geotecnia CECAPED, contamos con una amplia experiencia como Laboratorio de asfalto y realizamos control de calidad de materiales bituminosos tales como; Cemento Asfáltico, Emulsiones Asfálticas y Asfaltos Modificados.

**DISEÑO MARSHALL ASTM D1559**

**SOLICITANTE:** ROSALES ROMERO DANNY – OCAÑA TARAZONA DIOMEDES.

**PROYECTO:** ANALISIS DE MATERIALES PARA ASFALTO MODIFICADO – JR GRAU, COCHAS – OCROS.

**UBICACIÓN:** URB. LAS GARDENIAS. NUEVO CHIMBOTE.

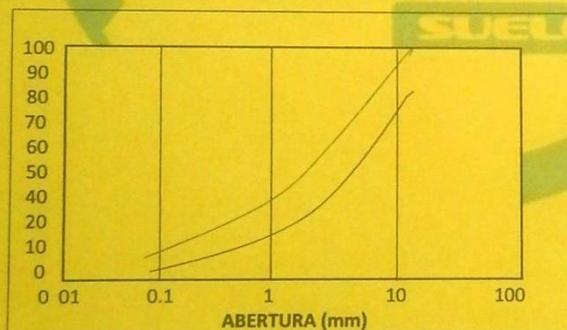
**FECHA:** 22 DE OCTUBRE DEL 2021.

**2) MEZCLA DE AGREGADOS**

TAMIZ	%QUE PASA				COMBINACION 43% GRAVA + 57% ARENA +	ESPECIFICACION MAC - 2
	AGREGADO GRUESO	AGREGADO FINO	AGREGADO GRUESO 41%	AGREGADO FINO 59%		
1"	100.0	100.0	41.0	59.0	100.0	100
3/4"	100.0	100.0	41.0	59.0	100.0	100
1/2"	69.2	100.0	28.4	59.0	87.4	80 – 100
3/8"	32.1	100.0	13.2	59.0	72.2	70 – 88
N°4	1.2	99.3	0.5	58.6	59.1	51 – 68
N°8	0.2	86.3	0.1	50.9	51.0	38 – 52
N°40	0.0	34.5	0.0	20.4	20.4	17 – 28
N°80	0.0	17.0	0.0	10.0	10.0	8 – 17
N°200	0.0	4.2	0.0	2.5	2.5	4 – 8

**OBSERVACION:**

Muestras de agregados asfalto fueron provistas e identificadas por el peticionario.



LABORATORIO DE MECANICA DE SUELOS Y ASFALTO  
ING. EDGAR GINES MILLA  
ESPECIALISTA EN GEOTECNIA

[Informe@mtlgeotecniasac.com](mailto:Informe@mtlgeotecniasac.com) teléfono: 014572237

En Geotecnia CECAPED, contamos con una amplia experiencia como Laboratorio de asfalto y realizamos control de calidad de materiales bituminosos tales como; Cemento Asfáltico, Emulsiones Asfálticas y Asfaltos Modificados.



CECAPED LABORATORIO DE MECANICA DE  
SUELOS  
R.U.C: 20449293330

En Geotecnia CECAPED, contamos con una amplia experiencia como Laboratorio de asfalto y realizamos control de calidad de materiales bituminosos tales como; Cemento Asfáltico, Emulsiones Asfálticas y Asfaltos Modificados.

LABORATORIO DE ENSAYO DE MATERIALES

INFORME

SOLICITANTE: ROSALES ROMERO DANNY – OCAÑA TARAZONA DIOMEDES

PROYECTO: ANALISIS DE MATERIALES PARA ASFALTO MODIFICADO – JR GRAU, COCHAS – OCROS.

UBICACIÓN: URB. LAS GARDENIAS. NUEVO CHIMBOTE

FECHA: 22 DE OCTUBRE DEL 2021

6) COMPROBACION DEL DISEÑO MARSHALL

% C.A EN PESO DE MEZCLA	6.01	6.50	6.50	
% A.G (>N°4) EN PESO DE MEZCLA	33.41	39.39	39.39	
% A.G (<N1") EN PESO DE MEZCLA				
% A.F (<N°4) EN PESO DE MEZCLA	60.23	60.23	60.23	
% A.F (<N°4) EN PESO DE MEZCLA				
P.E DEL CEMENTO ASFALTICO APARENTE	2.0	2.0	2.0	
P.E BULK DEL AGREGADO GRUESO (<1")	3.24	3.24	3.24	
P.E BULK DEL AGREGADO GRUESO (<1")				
P.E BULK DEL AGREGADO FINO	3.10	3.10	3.10	
P.E BULK DEL AGREGADO FINO				
ALTURA PROMEDIO DE LA BRIQUETA (cm)	5.99	6.00	6.01	
PESO DE LA BRIQUETA AL AIRE (gr)	1179.9	1191.5	1187.6	
PESO DE LA BRIQUETA SATURADO SUPERFICIALMENTE SECA (c)	1188.5	1182.1	1186.8	
PESO DE LA BRIQUETA EN EL AGUA (gr)	698.3	687.4	685.9	
VOLUMEN DE LA BRIQUETA (cc)	387.1	479.9	466.7	
PESO DE LA PARAFINA (gr)				
VOLUMEN DE LA PARAFINA (cc)				
VOLUMEN DE LA BRIQUETA (cc)				PROMEDIO
P.E BULK DE LA BRIQUETA (gr/cc)	3.434	2.422	2.445	2.434
PESO ESPECÍFICO MÁXIMO (gr/cc)	3.187	3.187	3.187	
% VACIOS	2.9	3.1	2.8	2.9
P.E BULK DEL TOTAL	3.098	3.098	3.098	
V.M. A	17.2	17.4	16.7	17.4
% VACIOS LLENADOS CON C A	81.1	81.2	82.0	81.2
P.E EFECTIVO DEL TOTAL	2.956	2.956	2.956	
ASF. ABSORCIÓN	1.89	1.89	1.89	
% ASFALTO EFECTIVO	6.22	6.22	6.22	
FLUJO (mm)	2.65	2.32	2.99	2.65
ESTABILIDAD SIN CORREGIR (KG)	2100	1984	2129	
FACTOR DE ESTABILIDAD	1.10	1.10	1.10	
ESTABILIDAD CORREGIDA (kg)	1581	1365	1415	1550

ESTABILIDAD RETENIDA	74
ÍNDICE DE COMPATIVIDAD	6.0

LABORATORIO DE MECANICA DE SUELOS Y ASFALTO

ING. EDGAR GINES MILLA  
ESPECIALISTA EN GEOTECNIA

Informe@mtlgeotecniasac.com teléfono: 014572237

En Geotecnia CECAPED, contamos con una amplia experiencia como Laboratorio de asfalto y realizamos control de calidad de materiales bituminosos tales como; Cemento Asfáltico, Emulsiones Asfálticas y Asfaltos Modificados.



**CECAPED LABORATORIO DE MECANICA DE SUELOS**  
R.U.C: 20449293330

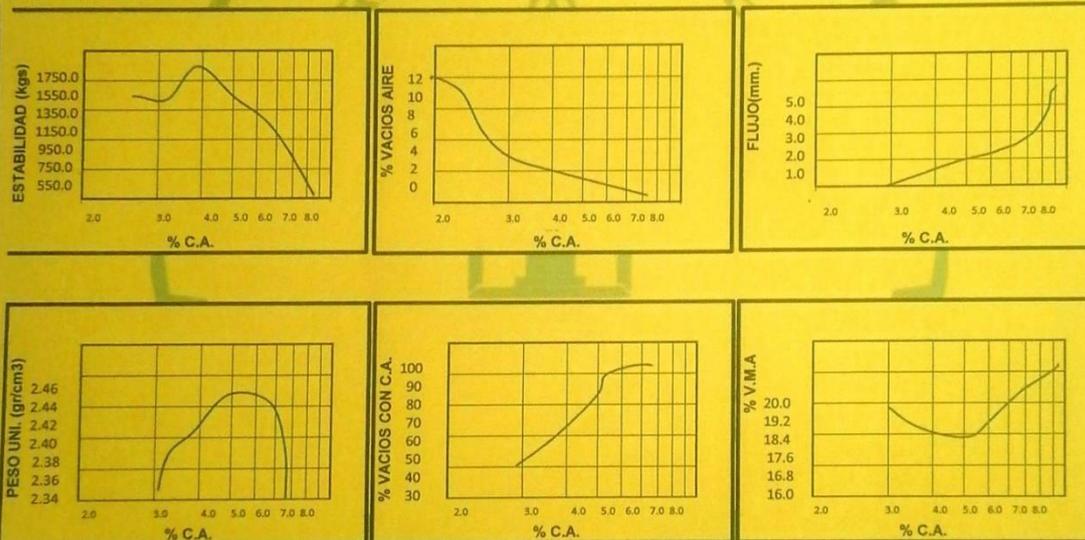
En Geotecnia CECAPED, contamos con una amplia experiencia como Laboratorio de asfalto y realizamos control de calidad de materiales bituminosos tales como; Cemento Asfáltico, Emulsiones Asfálticas y Asfaltos Modificados.

**LABORATORIO DE ENSAYO DE MATERIALES**

**SOLICITANTE:** ROSALES ROMERO DANNY – OCAÑA TARAZONA DIOMEDES  
**PROYECTO:** ANALISIS DE MATERIALES PARA ASFALTO MODIFICADO – JR GRAU, COCHAS – OCROS.

**UBICACIÓN:** URB. LAS GARDENIAS. NUEVO CHIMBOTE  
**FECHA:** 22 DE OCTUBRE DEL 2021

**5) GRAFICOS**



**RESUMEN DE RESULTADOS PARA OBTENER LOS GRAFICOS.**

	5.0	3.0	7.0	6.0	9.0
<b>% CEMENTO ASALFATICO</b>					
<b>P.E BULK DE BRIQUETA (g/cc)</b>	3.229	3.187	3.471	3.567	3.199
<b>% VACIO</b>	11.00	5.98	4.11	1.59	2.11
<b>V.M.A</b>	16.9	16.6	15.9	17.0	16.7
<b>% VACIOS LLENADOS CON C.A.</b>	55	70	60	77	80
<b>FLUJO (mm)</b>	2.09	1.69	2.91	2.42	3.34
<b>ESTABILIDAD CORREGIDA</b>	1376.5	1126.8	1543.9	1385.3	799.8

LABORATORIO DE MECANICA DE SUELOS Y ASFALTO

*[Signature]*  
ING. EDGAR GINES MILLA  
ESPECIALISTA EN GEOTECNIA

Informe@mitigeotecniasac.com teléfono: 014572237

En Geotecnia CECAPED, contamos con una amplia experiencia como Laboratorio de asfalto y realizamos control de calidad de materiales bituminosos tales como; Cemento Asfáltico, Emulsiones Asfálticas y Asfaltos Modificados.



**CECAPED LABORATORIO DE MECANICA DE  
SUELOS  
R.U.C: 20449293330**

En Geotecnia CECAPED, contamos con una amplia experiencia como Laboratorio de asfalto y realizamos control de calidad de materiales bituminosos tales como; Cemento Asfáltico, Emulsiones Asfálticas y Asfaltos Modificados.

**LABORATORIO DE ENSAYO DE MATERIALES  
DISEÑO MARSHALL ASTM D1559**

**SOLICITANTE:** ROSALES ROMERO DANNY – OCAÑA TARAZONA DIOMEDES  
**PROYECTO:** ANALISIS DE MATERIALES PARA ASFALTO MODIFICADO – JR GRAU, COCHAS – OCROS.

**UBICACIÓN:** URB. LAS GARDENIAS. NUEVO CHIMBOTE  
**FECHA:** 22 DE OCTUBRE DEL 2021

**3) CRITERIOS DE DISEÑO**

DE ACUERDO A LAS INDICACIONES DEL PETICIONARIO LAS ESPECIFICACIONES DEL PROYECTO SON LAS QUE SE INDICAN A CONTINUACION.

TRAFFICO	PESADO
N° DE GOLPES POR CARA	81
ESTABILIDAD	863 kg
FLUJO	1 - 6.0 mm
PORCENTAJE DE VACIOS EN LA MEZCLA A RESPECTO AL VOLUMEN DEL ESPECIMEN	2 - 5 %
ESTABILIDAD/FLUJO kg/cm	1800 - 1900
INDICE DE COMPATIVIDAD	6 min
ESTABILIDAD RETENIDA 24 HORAS A 50 °C	75% min

**4) RESULTADO DE LOS ENSAYOS**

EL CONTENIDO OPTIMO DE CEMENTO ASFALTICO SE HA DETERMINADO A PARTIR DEL ESTUDIO DE LAS CURVAS DE ENERGÍA DE COMPACTACIÓN CONSTANTE VS CONTENIDO ASFALTICO.

CONTENIDO DE CEMENTO ASFALTICO	6.00	%
N° DE GOLPES EN CADA LADO DEL ESPECIMEN	69	
ESTABILIDAD	1576	kg
FLUJO	2.9	mm
VACIOS DE AIRE EN LA MEZCLA	7.7	%
ESTABILIDAD/FLUJO	4679	Kg/cm
PESO UNITARIO	3.31	c/cm <sup>3</sup>
V M A	15.7	%
VACIOS LLENADOS CON CEMENTO ASFALTICO	68.5	%

CEMENTO ASFALTICO	4.86	%
MEZCLA DE AGREGADOS	92.57	%
AGREGADO GRUESO (45.0 %)	35.91	%
AGREGADO FINO (55.0 %)	47.89	%

MEZCLA DE AGREGADOS CAUCHO RECICLADO CEMENTO ASFALTICO MEZCLA ASFALTICA	94.7	%
	1.0	%
	4.3	%
	100.0	%

**OBSERVACION:** Muestra de agregados asfalto fueron provistas e identificadas por el peticionario se ha considerado el 5.9 % de cemento asfaltico para disminuir en lo posible la relación estabilidad flujo.

LABORATORIO DE MECANICA DE SUELOS Y ASFALTO  
ING. EDGAR GINES MILLA  
ESPECIALISTA EN GEOTECNIA

Informe@mtlgeotecnia.com teléfono: 014572237

En Geotecnia CECAPED, contamos con una amplia experiencia como Laboratorio de asfalto y realizamos control de calidad de materiales bituminosos tales como; Cemento Asfáltico, Emulsiones Asfálticas y Asfaltos Modificados.



**CECAPED LABORATORIO DE MECANICA DE  
SUELOS**  
R.U.C: 20449293330

En Geotecnia CECAPED, contamos con una amplia experiencia como Laboratorio de asfalto y realizamos control de calidad de materiales bituminosos tales como; Cemento Asfáltico, Emulsiones Asfálticas y Asfaltos Modificados.

**CALICATA 01**

MUESTRA TOMADA: TRAMO 0 + 840 m				
MUESTRA	CLORUROS (PMM)	SULFATOS (PPM)	SALES SOLUBLES (PPM)	PH
C-01	468	498	2296	5.99

LABORATORIO DE MECANICA DE SUELOS Y ASFALTO  
  
ING. EDGAR OBES MILLA  
ESPECIALISTA EN GEOTECNIA

Informe@mlgeotecniasac.com teléfono: 014572237

En Geotecnia CECAPED, contamos con una amplia experiencia como Laboratorio de asfalto y realizamos control de calidad de materiales bituminosos tales como; Cemento Asfáltico, Emulsiones Asfálticas y Asfaltos Modificados.



**CECAPED LABORATORIO DE MECANICA DE  
SUELOS  
R.U.C: 20449293330**

En Geotecnia CECAPED, contamos con una amplia experiencia como Laboratorio de asfalto y realizamos control de calidad de materiales bituminosos tales como; Cemento Asfáltico, Emulsiones Asfálticas y Asfaltos Modificados.

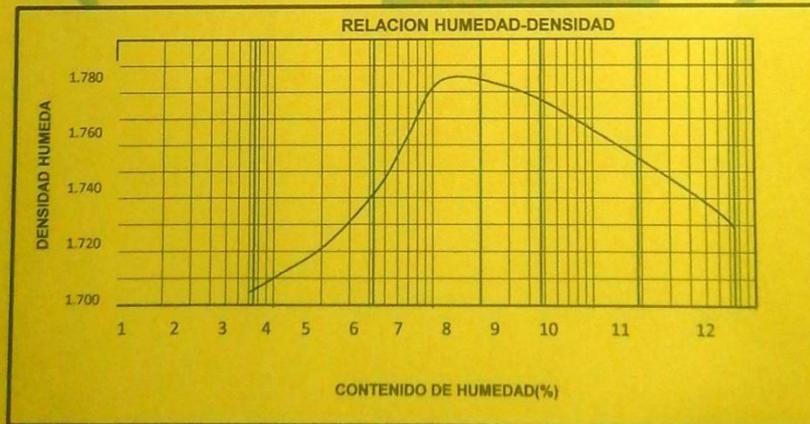
**ENSAYO PROCTOR MODIFICADO**

**DENSIDAD HUMEDA**

Peso suelo + molde gr	9611.00	8949.00	11087.00	9897.00
Peso molde gr	3965.00	4329.00	3897.00	4099.00
Peso suelo húmedo compacto gr	4783.00	5791.00	5982.00	6360.00
Volumen del molde cm <sup>2</sup>	3093.00	3437.00	4015.00	2981.00
Peso volumétrico húmeda gr/cm <sup>3</sup>	2.00	2.62	1.72	2.01

**CONTENIDO DE HUMEDAD Y DENSIDAD SECA**

Recipiente N°		1	2	3	4
Peso del suelo húmedo gr		205.590	258.850	181.170	231.240
Peso del suelo seco + tara gr		198.730	235.650	167.140	210.470
Peso de la tara gr		26.500	27.000	25.890	27.690
Peso de agua gr		6.860	15.200	14.030	20.770
Peso del suelo seco gr		172.230	208.650	141.250	182.790
Porcentaje de humedad %		3.99	7.25	9.93	11.36
Peso volumétrico seco gr/cm <sup>3</sup>		1.659	1.740	1.765	1.650
	Densidad máxima				1.776
	Humedad óptima (%)				9.10



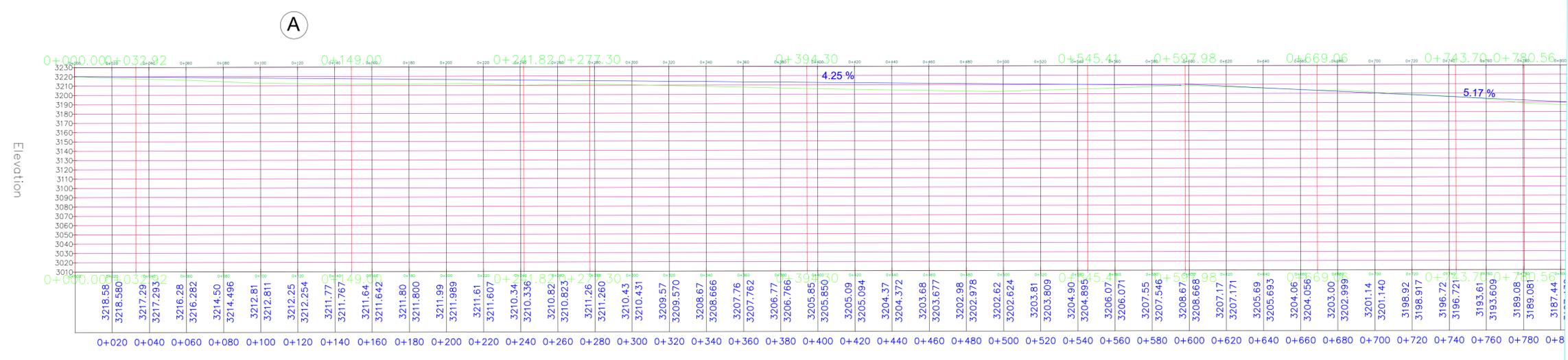
LABORATORIO DE MECANICA DE SUELOS Y ASFALTOS

ING. EDGAR GINES MILLA  
ESPECIALISTA EN GEOTECNIA

Informe@mtlgeotecniasac.com teléfono: 014572237

En Geotecnia CECAPED, contamos con una amplia experiencia como Laboratorio de asfalto y realizamos control de calidad de materiales bituminosos tales como; Cemento Asfáltico, Emulsiones Asfálticas y Asfaltos Modificados.

**ANEXO 05: PLANOS EN PLANTA.**



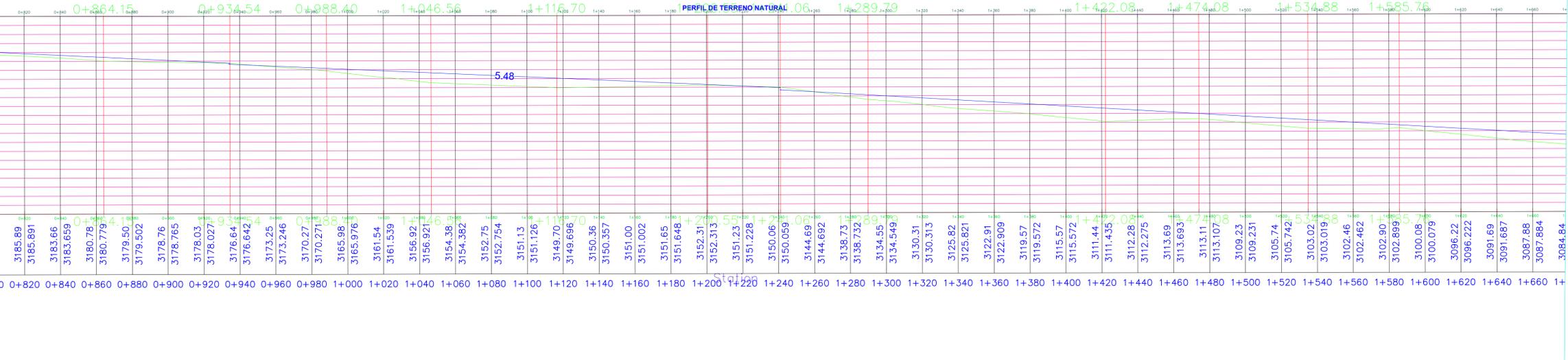
PLANO DE UBICACION  
ESC: 1/10000

ZONA	DATUM
18S	WGS-84

COORDENADAS UTM (CENTROIDE)	
E= 237476.407	N= 8849164.426

LEYENDA

Carretera	
Quebrada	
Canal Existente	
Camino de Herradura	



PLANO TOPOGRAFICO- PERFIL VIAL



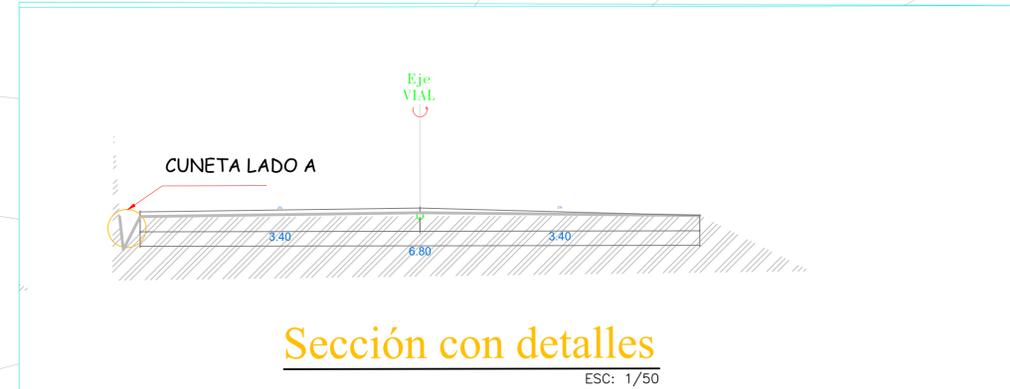
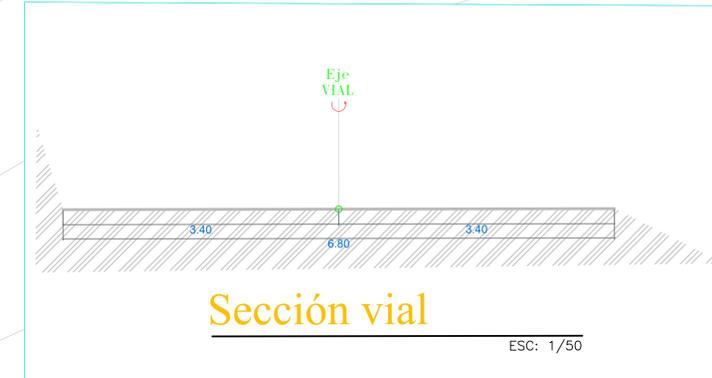
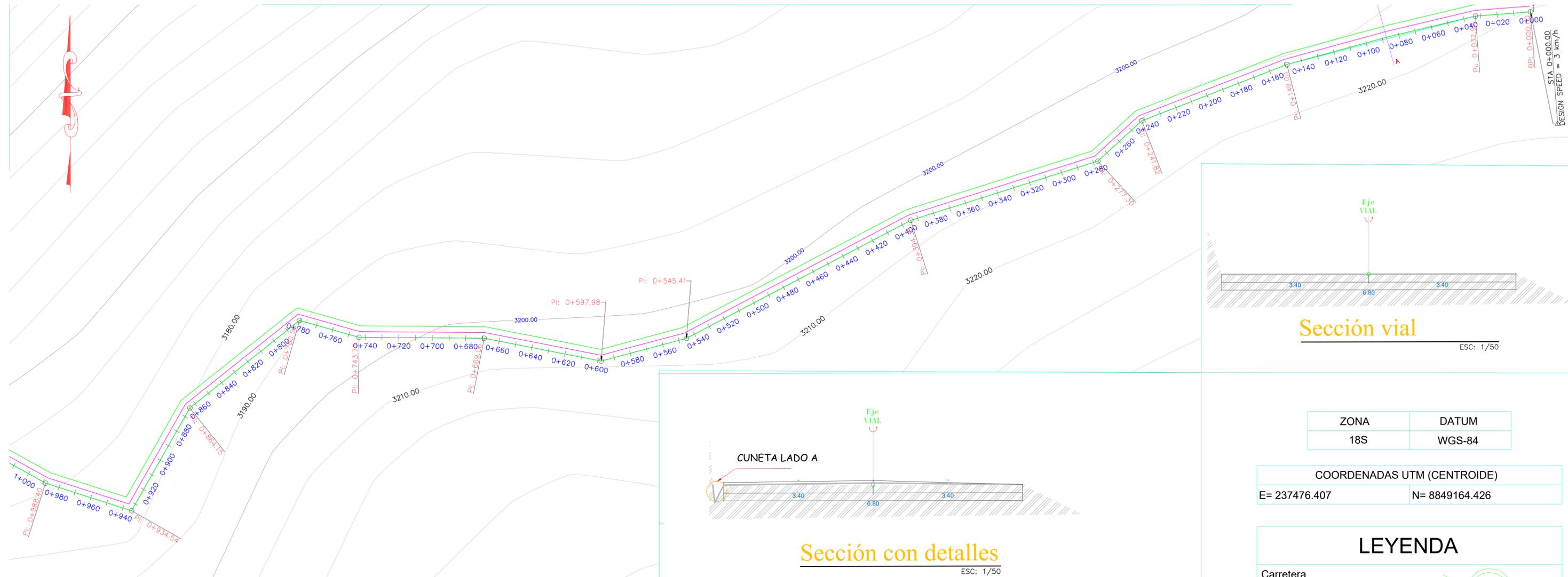
SECTOR:

COCHAS - OCROS

Aplicación del caucho reciclado para mejorar las propiedades de la carpeta asfáltica en la pavimentación del Jr. Grau, Cochabamba 2021.

ARCHIVO: 01 TESIS	PERIMETRO: 2.430 m	AANCHO DE VIA: 6.80 m
UBICACION:	DISEÑO:	FECHA:
LUGAR: COCHAS	ROSALES ROMERO DANNY MELER OCAÑA TARAZONA DIOMEDES	5/09/2021
DISTRITO: OCROS	ESCALA: 1/2500	
PROVINCIA: OCROS	No. DE PLANO: D-P	
REGION: ANCASH	<b>AO</b>	

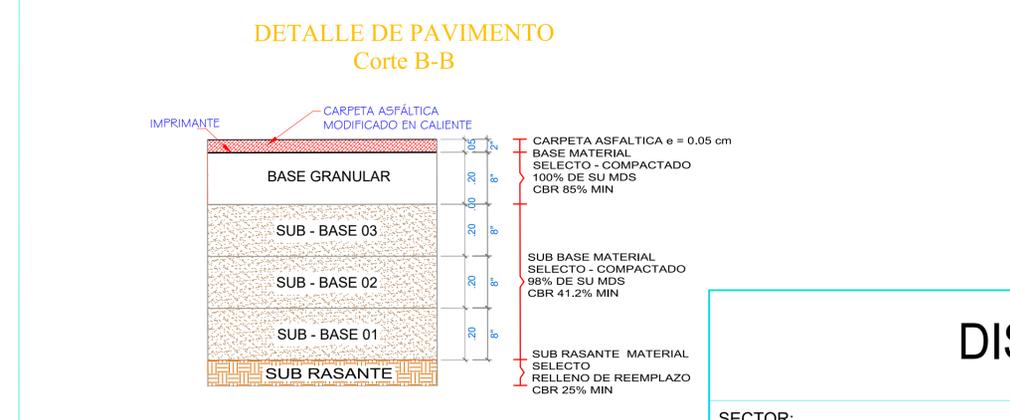
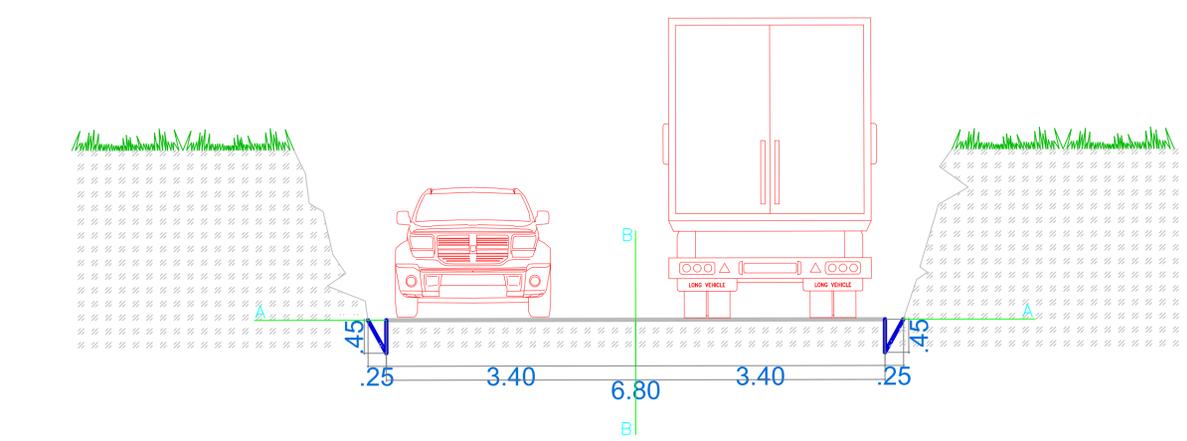




ZONA	DATUM
18S	WGS-84
COORDENADAS UTM (CENTROIDE)	
E= 237476.407	N= 8849164.426

**LEYENDA**

Carretera	
Quebrada	
Canal Existente	
Camino de Herradura	

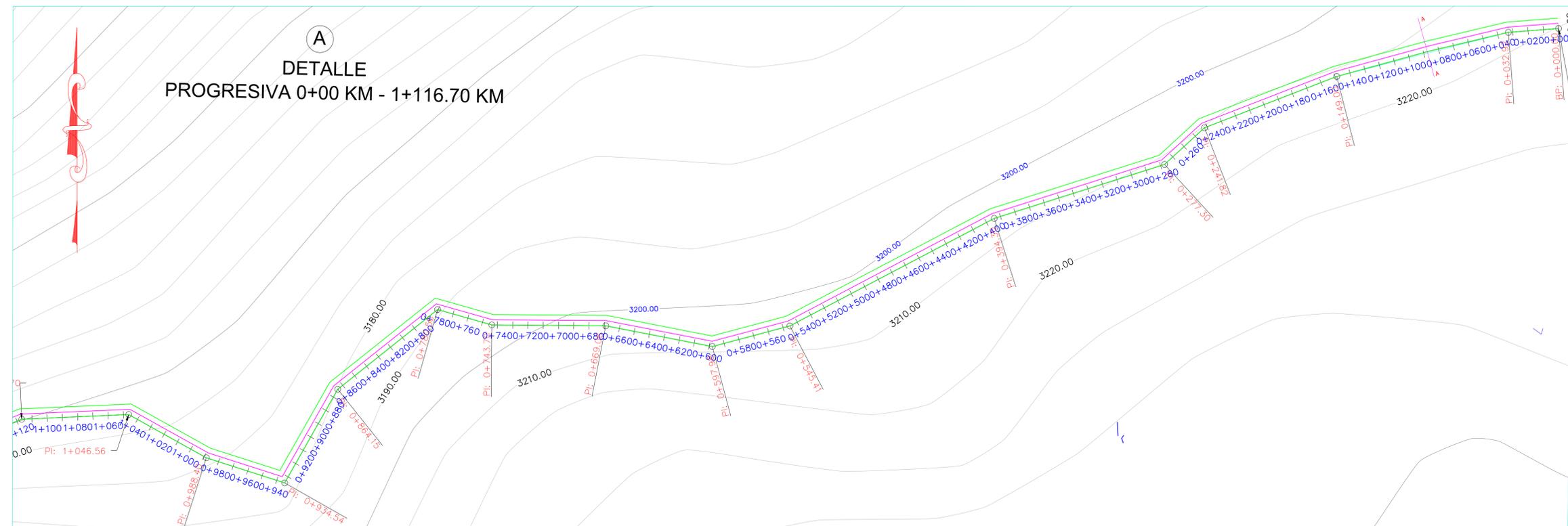


**DISEÑO DE PAVIMENTO**

SECTOR: COCHAS - OCROS

Aplicación del caucho reciclado para mejorar las propiedades de la carpeta asfáltica en la pavimentación del Jr. Grau, Cochabamba 2021.

ARCHIVO: 01 TESIS	PERIMETRO: 2.430 m	AANCHO DE VIA: 6.80 m
UBICACION: COCHAS	DISEÑO: ROSALES ROMERO DANNY MELER OCAÑA TARAZONA DIOMEDES	FECHA: 5/09/2021
DISTRITO: OCROS	ESCALA: 1/2500	<b>UNIVERSIDAD CESAR VALLEJO</b>  <b>AO</b>
PROVINCIA: OCROS	No. DE PLANO: D-P	
REGION: ANCASH		



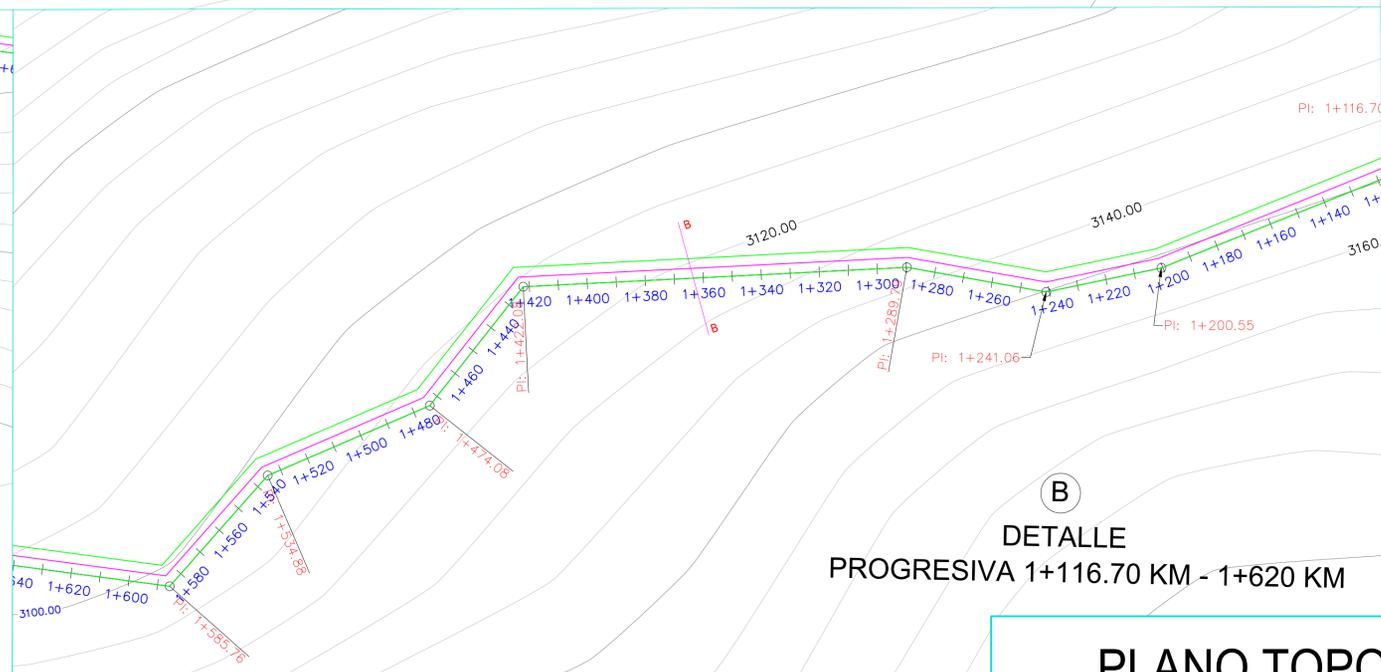
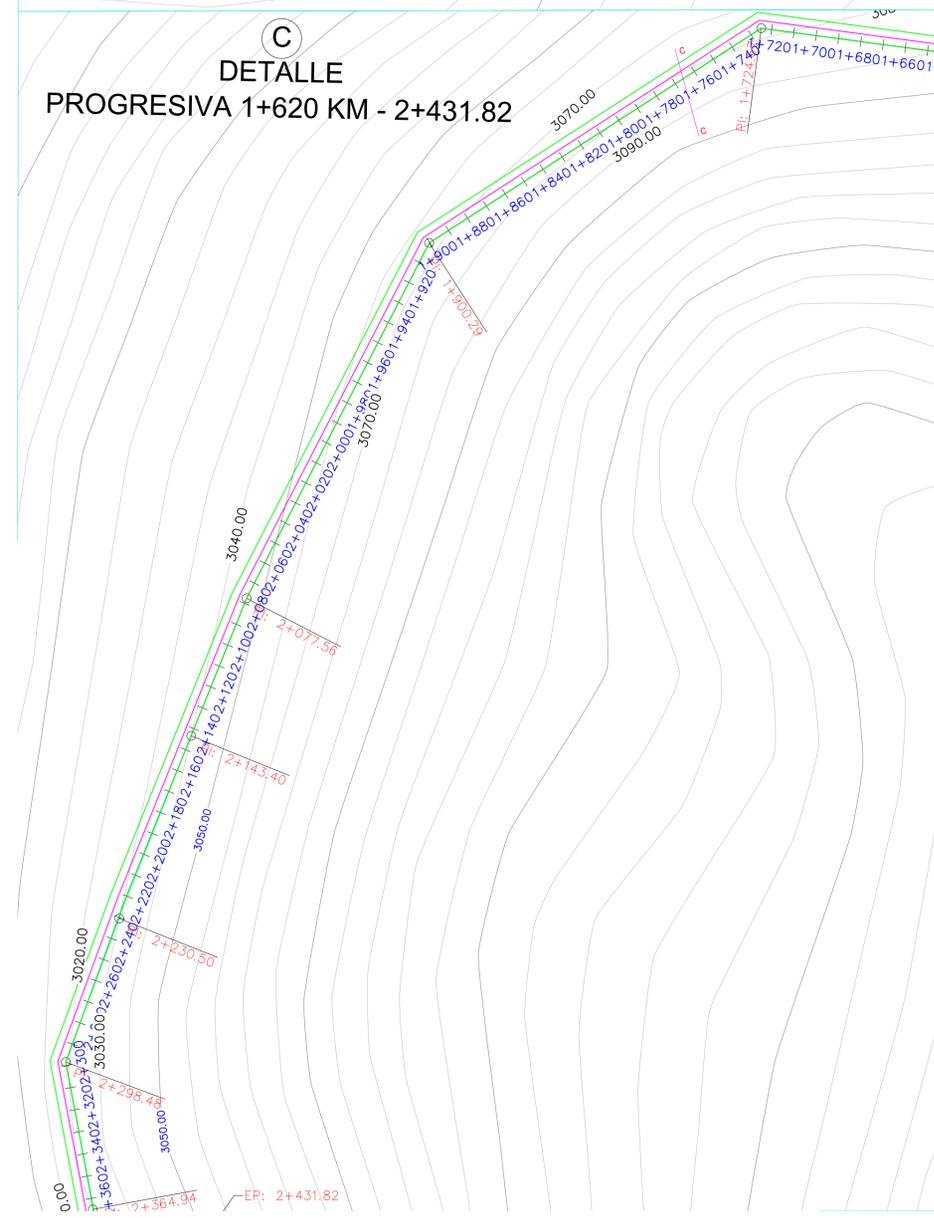
PLANO DE UBICACION  
ESC: 1/10000

ZONA	DATUM
18S	WGS-84

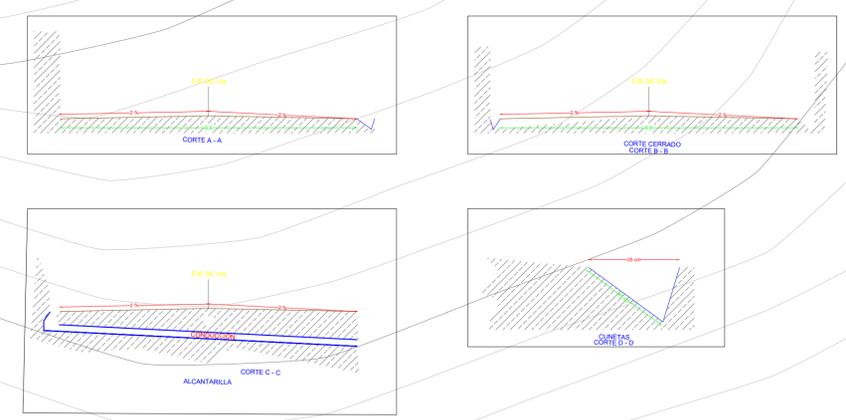
COORDENADAS UTM (CENTROIDE)	
E= 237476.407	N= 8849164.426

LEYENDA

Carretera	
Quebrada	
Canal Existente	
Camino de Herradura	



CORTES



PLANO TOPOGRAFICO - UBICACION

SECTOR:  
**COCHAS - OCROS**

Aplicación del caucho reciclado para mejorar las propiedades de la carpeta asfáltica en la pavimentación del Jr. Grau, Cochás 2021.

ARCHIVO: 01 TESIS	PERIMETRO: 2.430 m	AANCHO DE VIA: 6.80 m
UBICACION: COCHAS	DISEÑO: ROSALES ROMERO DANNY MELER OCAÑA TARAZONA DIOMEDES	FECHA: 5/09/2021
DISTRITO: OCROS	ESCALA: 1/2500	UNIVERSIDAD CESAR VALLEJO <b>AO</b>
PROVINCIA: OCROS	No. DE PLANO: D-P	
REGION: ANCASH		



**UNIVERSIDAD CÉSAR VALLEJO**

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

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

Yo, MARIN CUBAS PERCY LETHELIER, docente de la FACULTAD DE INGENIERÍA Y ARQUITECTURA de la escuela profesional de INGENIERÍA CIVIL de la UNIVERSIDAD CÉSAR VALLEJO SAC - HUARAZ, asesor de Tesis titulada: "Aplicación del caucho reciclado para mejorar las propiedades de la carpeta asfáltica en la pavimentación del Sr. Grau, Cochabamba, 2021.

", cuyos autores son OCAÑA TARAZONA DIOMEDES NEOGE, ROSALES ROMERO DANNY MELER, constato que la investigación cumple con el índice de similitud establecido, y verificable en el reporte de originalidad del programa Turnitin, el cual ha sido realizado sin filtros, ni exclusiones.

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

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

HUARAZ, 29 de Diciembre del 2021

<b>Apellidos y Nombres del Asesor:</b>	<b>Firma</b>
MARIN CUBAS PERCY LETHELIER <b>DNI:</b> 26692689 <b>ORCID</b> 0000-0001-5232-2499	Firmado digitalmente por: PLMARINC el 31-12-2021 17:58:25

Código documento Trilce: TRI - 0248583