



UNIVERSIDAD CÉSAR VALLEJO

# **FACULTAD DE INGENIERÍA Y ARQUITECTURA**

## **ESCUELA PROFESIONAL DE INGENIERÍA CIVIL**

**“Mezcla asfáltica con polvo de caucho reciclado para rehabilitar el pavimento del Jr. San Salvador - Cusco 2020”**

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

**Ingeniero Civil**

### **AUTORES:**

Flores Contreras, Wilder Manolo (código ORCID: 0000-0002-4469-5727)

Huarancca Quispe, Cecilia (código ORCID: 0000-0002-2102-2714)

### **ASESOR:**

Mgtr. Sigüenza Abanto Robert Wilfredo (código ORCID: 0000-0001-8850-8463)

### **LINEA DE INVESTIGACIÓN:**

Diseño de infraestructura vial

LIMA - PERÚ

2020

### **Dedicatoria**

El presente proyecto de investigación la dedico principalmente a dios por darme la fuerza suficiente para continuar este anhelo más deseado.

A mis padres, Juan y Encarnación por su amor incondicional, trabajo, sacrificio y por confiar en mí todos estos años, gracias a ustedes he podido llegar hasta aquí.

A mis hermanos, Elesván y Doris por su cariño, apoyo incondicional en todo este proceso, a mi familia, por sus consejos y palabras de aliento hicieron de mí una mejor persona.

Finalmente a mis amigos por su apoyo incondicional y buena voluntad en todo este proceso.

Cecia Huarancca Quispe,

El proyecto de investigación la dedico a mis familiares, por ser mi motivo para superarme cada día.

Wilder Manolo Flores Contreras

### **Agradecimiento**

Quiero agradecer a dios, por darme la vida por ser el apoyo y fuerza en aquellos momentos de dificultad y debilidad.

Agradecer a mis padres, juan y encarnación por ser los primeros en apoyarme en mis sueños, por confiar y creer en mis expectativas, por los valores y principios que me inculcaron.

Agradecer a mis amigos que me ayudaron de manera desinteresada, gracias infinitas por toda su ayuda y

Cecia Huarancca Quispe

Quiero agradecer a mis padres Mariano y Honorato, por ser mi motivo para superarme cada día.

Wilder Manolo Flores Contreras

## INDICE DE CONTENIDOS

### Tabla de contenido

I. INTRODUCCIÓN .....	11
II. MARCO TEÓRICO .....	16
III. MÉTODOLOGIA.....	33
3.1. Tipo y diseño de investigación .....	34
3.1.1. Tipo de investigación.....	34
3.1.2. Diseño de la investigación .....	34
3.2. Variables y operacionalización .....	35
3.2.1. Variable independiente:.....	35
3.2.2. Variable Dependiente: .....	35
3.3. Población, muestra y muestreo .....	36
3.3.1. Población .....	36
3.3.2. Muestra .....	37
3.3.2.1. Ubicación:.....	37
3.3.3. Muestreo .....	39
3.4. Técnicas e instrumentos de recolección de datos .....	39
3.4.1. Técnica de Investigación .....	39
3.4.2. Instrumentos de recolección de datos.....	40
3.4.3. Validez .....	40
3.4.4. Confiabilidad .....	41
3.5. Procedimiento .....	41
3.5.1. Recopilación de datos .....	41
3.6 Método de análisis de datos .....	52
3.7 Aspectos éticos.....	53
IV. RESULTADO .....	54
4.1. Levantamiento topográfico.....	55
4.1.2. Nivelación de los puntos de control.....	55
4.2. Estudio de mecánica de suelo .....	57
Identificación y tipo de suelo .....	57
Parámetros de diseño geotécnico de vías proyectadas.....	57
Análisis de compactación .....	58

Análisis granulométricos .....	58
Fuente: Elaboración propia .....	59
4.3. Estudio de tráfico .....	59
Factor de Equivalencia de carga (FEC) .....	60
Factor Camión .....	60
Factor de vehículos pesados .....	61
ESAL de diseño .....	62
Diseño de pavimento Flexible .....	64
Numero estructural Resultado.....	65
4.5. Muestras y Procedimientos de ensayo .....	66
4.5.1. Cantera .....	66
4.5.2. Ubicación.....	66
4.5.3. Movilización y Extracción .....	66
4.6. Ensayo granulométrico .....	66
4.6.1. Ensayo granulométrico por tamizado .....	66
4.6.2. Procedimiento .....	68
4.7. Diseño de mezcla asfáltica .....	70
4.7.1. Características y comportamiento de la Mezcla .....	70
4.7.2. Consideraciones en el diseño de las mezclas .....	70
4.7.3. Ensayos realizados.....	70
V. DISCUSIÓN.....	83
VI. CONCLUSIONES .....	86
VII. RECOMENDACIONES.....	88
REFERENCIAS.....	90

## INDICE DE TABLAS

TABLA 1. Porcentaje mínima de vacíos en el agregado mineral .....	23
TABLA 2. Rango de clasificación del PCI.....	42
TABLA 3. Datos para la evolución superficial.....	44
TABLA 4. Evaluación superficial con EvalPav .....	45
TABLA 5. Tipos de tráfico pesado .....	46
TABLA 6. Nivel de confiabilidad .....	47
TABLA 7. Desviación estándar.....	48
TABLA 8. Coeficiente estructural de las capas.....	49
TABLA 9. Numero de Calicatas para exploración de suelos.....	51
TABLA 10. Factor de distribución Direccional y de Carril.....	52
TABLA 11. Puntos de levantamiento topográficos. ....	55
TABLA 13. Características del suelo .....	57
TABLA 14. Diseño del CBR.....	57
TABLA 14. Índice de plasticidad .....	59
TABLA 15. Factor de distribución.....	62
TABLA 16. Esal de diseño .....	62
TABLA 17. Relación de cargas por eje para determinar eje equivalente.....	63
TABLA 18. Índice medio diario anual .....	63
TABLA 19. Diseño de pavimento flexible .....	64
TABLA 20. Coeficiente estructural de capas .....	65
TABLA 21. Tamices empleadas para el ensayo granulométrico según norma ASTM D-422 .....	68
TABLA 21. Resumen contenido de liante diseño convencional y/o tradicional .....	73
TABLA 22. Resumen de resultados de la mezcla asfáltica convencional y/o tradicional .....	73
TABLA 23. Resumen de resultados de la mezcla asfáltica optima con 5% de polvo de caucho reciclado .....	73
TABLA 24. Diseño convencional y/o tradicional .....	74

## INDICE DE FIGURAS

<i>Figura 1.</i> Condición de la vía sin mantenimiento.....	25
<i>Figura 2.</i> Estado del camino.....	26
<i>Figura 3.</i> Flujo se ciclo de vida fatal y deseable .....	27
<i>Figura 4:</i> Ciclo de vida deseable.....	27
<i>Figura 5.</i> Ciclo de mantenimiento.....	28
<i>Figura 6.</i> Estructura de un pavimento flexible.....	29
<i>Figura 7.</i> Espesor del pavimento flexible según método AASHTO 93.....	31
<i>Figura 8:</i> Plano topográfico .....	56
<i>Figura 9.</i> La cantera.....	66
<i>Figura 10.</i> Tamizado de agregados .....	67
<i>Figura 11.</i> Proceso del tamizado.....	68
<i>Figura 12.</i> Polvo de caucho reciclado.....	69
<i>Figura 13.</i> Colocación de probetas en las mordazas.....	72

## INDICE DE ANEXOS

ANEXO I. ....	95
DECLARATORIO DE AUTENTICIDAD DEL ASESOR .....	95
ANEXO II. ....	<b>¡Error! Marcador no definido.</b>
MATRIZ DE CONSISTENCIA .....	97
ANEXO III. ....	100
DISEÑO DE MEZCLA ASFALTICA .....	100
ANEXO IV. ....	116
CONTEO DE TRÁFICO.....	116
ANEXO V. ....	126
BASE DE DATOS .....	126
TOPOGRAFIA .....	126
ANEXO VI. ....	138
ESTUDIO MECANICA DE SUELO.....	138
ANEXO VII. ....	21
EVALUACIÓN DE ÍNDICE DE CONDICIÓN DE PAVIMENTO. ....	21
ANEXO VIII. ....	4
DISEÑO DE PAVIMENTO FLEXIBLE.....	4
SEGÚN EL MÉTODO AASHTO 1993 - MTC.....	4
ANEXO IX. DE FOTOS .....	9



## RESUMEN

La presente investigación tiene como título “Mezcla asfáltica con polvo de caucho reciclado para rehabilitar el pavimento del jirón san salvador – cusco 2020” tiene como objetivo principal demostrar que el polvo de caucho reciclado beneficia significativamente en la mezcla asfáltica en caliente para el jirón san salvador – cusco. La investigación es experimental aplicada dado que la muestra está compuesta por la mezcla asfáltica convencional en caliente y la otra mezcla esta modificada con polvo de caucho reciclado, nuestra población son dos la mezcla asfáltica convencional en caliente y la mezcla asfáltica en caliente con polvo de caucho reciclado y nuestras muestras son 24 briquetas elaboradas para realizar la rotura en la prensa Marshall se les aplico dos instrumentos para medir las variables de diseño de muestra asfáltica y otro instrumento para medir la variable del polvo de caucho reciclado; instrumentos fiables y debidamente validados para la recolección de datos de las variables en estudio, procesando la información tenemos como resultados que se obtuvo que del polvo de caucho reciclado, beneficia a su diseño de mezcla asfáltica para la rehabilitación del jirón san salvador- cusco 2020, en el cual usaremos 4.7 % de cemento asfáltico con un óptimo de 5% de polvo de caucho reciclado.

**Palabras claves:** Mezcla asfáltica en caliente y polvo de caucho reciclado

## **ABSTRACT**

The title of this research is "Asphalt mix with recycled rubber dust to rehabilitate the pavement of Jirón San Salvador - Cusco 2020". Its main objective is to demonstrate that recycled rubber dust significantly benefits the hot mix asphalt for Jirón San Salvador - Cusco. The research is experimental applied since the sample is composed of the conventional hot asphalt mix and the other mix is modified with recycled rubber powder, our population is two conventional hot asphalt mix and the hot mix asphalt with rubber powder. recycled and our samples are 24 briquettes made to break in the Marshall press. Two instruments were applied to measure the asphalt sample design variables and another instrument to measure the recycled rubber dust variable; Reliable and duly validated instruments for data collection of the variables under study, processing the information we have as results that it was obtained that the recycled rubber dust benefits its asphalt mix design for the rehabilitation of the jirón san salvador- Cusco 2020 in which we will use 4.7% asphalt cement with an optimum of 5% recycled rubber powder.

Keywords: Hot mix asphalt and recycled rubber powder

# I. INTRODUCCIÓN

En el mundo las carreteras son fundamentales para el diseño de la infraestructura vial de un país, porque de esta manera se observa el crecimiento cultural, social y económico; en el Perú, las autoridades locales responsables de las vías vecinales, en su gran mayoría no realizan un plan inicial de mejoramiento, mantenimiento o rehabilitación por lo que los pavimentos flexibles son principalmente dañados por su gran uso, encontrándose en un estado muy crítico.

Cabe indicar que el caucho se ha vuelto un problema ambiental, por el alto desecho de neumáticos usados, ya que este residuo invade un espacio considerado, por lo que en la actualidad estos neumáticos son incinerados, triturados y pulverizados trayendo consigo contaminación en el ambiente, es por ello que hoy en día se plantea posibles soluciones para reducir la contaminación y así mismo cuidar el bienestar de nuestro entorno.

Flores (2018), cito a Rahman, Shafie y Kholy, indico: “la mezcla asfáltica con polvo de caucho mejora la resistencia al agrietamiento térmico, proporcionan resistencia a la deformación, mejora la impermeabilidad ante el agua, reduce la susceptibilidad ante la temperatura de los asfaltos y aumenta la resistencia a la tracción del asfalto”. (p.12)

Pereda y cubas (2015), menciono: “El polvo de caucho de llantas se consigue a través de un proceso de desprendimiento de los elementos que lo componen, principalmente el acero y las fibras, seguidamente pasa por una fase de granulación o pulverización”. (p.34).

El incremento del caucho surge de las llantas recicladas y son utilizadas en la ingeniería, así como en obras de pavimentación donde el caucho es aplicado en las mezclas asfálticas, el objetivo de usar este residuo en la modificación de la mezcla asfáltica es conseguir resultados positivos que nos ayuden a tener una mejor vía con mayor resistencia, estabilidad, durabilidad y mayor periodo de vida útil, de esta manera también se ayuda con la conservación del medio ambiente.

A esta problemática nos habíamos proyectado a investigar e incorporar este residuo en la industria de la construcción, trayendo consigo desarrollar un proyecto innovador de “mezcla asfáltica con polvo de caucho reciclado para rehabilitar del pavimento del

Jr. San Salvador – Cusco, 2020” es por ello que se realizó un estudio a este residuo que forma parte de un mezcla modificada para mejorar diferentes aspectos constructivos.

La mayoría de las carreteras suelen sufrir fisuras, deformación y ahuellamiento ya que son expuestas a diferentes factores que la rodean y por lo que observamos tienen un pésimo mantenimiento, y esto conlleva a que tengamos carreteras inhabilitadas. Es por ello, que se debe emplear mezclas modificados con polvo de caucho reciclado para tener un funcionamiento mejor en la red vial, conservando el medio ambiente y reduciendo costos en mantenimiento.

Pereda y Cubas (2015), menciona que “los proyectos realizados en diferentes países así como, Brasil y Estados Unidos, implementaron el caucho (llanta) reciclado a la mezcla asfáltica, bajo la norma ASTM (American Society for Testing and Materials), certificándose como una modificación al asfalto”. (p.18)

Cabezas y Mendoza (2018), citaron a Cabero, y menciona “el método de Marshall, fue mejorada por Bruce Marshall, cuyo fin fue encontrar el contenido óptimo del asfalto para una combinación determinada del agregado, a base de amplios estudios de investigación”. (p.26)

Con el fin de presentar un trabajo de investigación detallado se diseñó el pavimento flexible con datos propios de la zona asimismo se tomó en consideración varios estudios similares para hallar el porcentaje óptimo del polvo de caucho reciclado para la mezcla asfáltica con el método Marshall mostrándose así que la adición del caucho reciclado puede formar parte de la infraestructura vial en beneficio a nuestro país y al mismo tiempo ayudar al medio ambiente reutilizándose el residuo sólido en el diseño de infraestructura vial.

Bernal (2010), cita a Méndez y menciona, “En un proyecto de investigación está compuesto de Justificación teórica cuando el objetivo del estudio es analizar y debatir los conocimientos existentes, ver la veracidad de una teoría y comprobar resultados”. (p. 106)

El aprovechamiento del polvo de caucho reciclado es un tema que se está desplegando en el ámbito nacional y de Latinoamérica. Cabe resaltar que existe información relevante de la disposición final de los cauchos reciclado de llantas, encontramos un porcentaje significativo de información que desarrollan ampliamente temas relacionados al aprovechamiento de los cauchos reciclados.

Ñaupas (2013), menciona “se justifica socialmente cuando la investigación va determinar alternativas de solución oportuno para desafiar problemas que afecten a la población”, ante ello se busca nuevos principios de solución para afrontar el mal estado de las vías pavimentadas. (p.125)

Sobre la base de realidad problemática presentada se planteó el problema general y los problemas específicos de la investigación. El problema general de la investigación fue ¿Cómo influye la incorporación del polvo de caucho reciclado en la mezcla asfáltica en caliente para la rehabilitación del pavimento del jirón san salvador – cusco 2020? Los problemas específicos de la investigación fueron los siguientes:

- **PE1:** ¿Cómo influye la incorporación del polvo de caucho reciclado en la mezcla asfáltica en caliente para la rehabilitación del pavimento del jirón san salvador – cusco 2020?
- **PE2:** Determinar la influencia de la incorporación del polvo de caucho reciclado en la mezcla asfáltica en caliente para la rehabilitación del pavimento del jirón san salvador –cusco 2020.
- **PE3:** La incorporación del polvo de caucho reciclado influye significativamente en el diseño de la mezcla asfáltica en caliente para la rehabilitación del pavimento del jirón san salvador – cusco 2020.

El objetivo general fue, Determinar la influencia de la incorporación del polvo de caucho reciclado en la mezcla asfáltica en caliente para la rehabilitación del pavimento del jirón san salvador –cusco 2020.

Los objetivos específicos fueron los siguientes:

- **OE1:** Determinar la influencia de la incorporación del polvo de caucho reciclado en el diseño de la mezcla asfáltica en caliente para la rehabilitación del pavimento del jirón san salvador – cusco 2020.
- **OE2:** Determinar la influencia de la incorporación de polvo de caucho reciclado en el diseño del pavimento con mezcla asfáltica en caliente para la rehabilitación del jirón san salvador – cusco 2020.
- **OE3:** Determinar la influencia de la incorporación del polvo de caucho reciclado en el costo de la mezcla asfáltica en caliente para la rehabilitación del pavimento del jirón san salvador – cusco 2020.

## II. MARCO TEÓRICO



Así mismo las siguientes referencias hacen mención a nivel Nacional:

Segovia y Paco (2020), sostiene:

En su investigación, titulado, Análisis del aprovechamiento de neumáticos reciclados usados como aditivo en el asfalto. En Perú, cuyo objetivo principal fue análisis de los neumáticos como un agregado modificador para la mejora del pavimento. En conclusión, Se analizó la definición, clasificación, composición, del neumático, también se evaluó el tratamiento de este agregado incorporado en el asfalto modificado. (p.80)

Se verificó se cumple con el objetivo, revisamos y sintetizamos información general de los neumáticos, se observar con transparencia la investigación relevante del caucho reciclado. Según el investigador citado se pudo demostrar que el caucho reciclado es de gran utilidad para los procesos constructivos de infraestructura vial.

Flores (2018), desarrollo:

Una investigación con el objetivo principal de analizar cambios en el asfalto con el caucho de grano para describir los efectos que produce en la trocha carrozable Accopampa - Santa Ana, Ayacucho. En conclusión, mejoro radicalmente las propiedades físicas, usando granos de caucho aplicando por vía húmeda para obtener mejores resultado y sea beneficioso porque aumenta su resistencia a la compresión, también gracias a la reutilización del caucho se obtiene un ahorro en costo por mantenimiento de la capa asfáltica. (p.110)

Concluyendo que se logró determinar que el pavimento existente se encontró en aptas condiciones para la aplicación del caucho en granos también que dicha aplicación mejora y trae consigo consecuencias positivas con el paso del tiempo ya que su mantenimiento es de tiempo prolongado en comparación con el asfalto convencional que presenta mantenimiento en cortos periodos de tiempo.

Aliaga (2017-I) indica:

En su investigación como objetivo principal incorporar el neumático reciclado para el mejoramiento de las características asfálticas del pavimento. En conclusión, se realizó un ensayo de Marshall y se vio en los resultados que al incorporar el caucho pulverizado a la carpeta asfáltica mejora la resistencia, también se determinó que tiene mayor durabilidad minorando las posibles fallas que se presentan en el pavimento. (p.52)

Granados (2017) señala:

La adición del granos de caucho reciclado en el procedimiento mecánico de asfalto mediante el conducto por vía seca, respecto al asfalto convencional influyen en el mejoramiento del comportamiento mecánico por vía seca, respecto a los ensayos realizados, el comportamiento del asfalto presenta menor pérdida y mayor resistencia a la imperfección y menor daño por humedad, obteniendo durabilidad y mayor vida útil.

Carrera y Alvares (2016) expresa:

El dominio que brinda la integración del caucho triturado de llantas como aditivo en el asfalto. En conclusión elaboro unas muestras con briquetas preparadas en caliente con temperaturas de 140 y 170, seguidamente elaboro un ensayo con la máquina de Marshall, resulto tener estabilidad y flujo, de esta manera se pudo verificar el GCR, lo cual funciona como un agregado con un porcentaje de 1.5% lo cual es muy beneficioso para la mezcla asfáltica ya que aumenta su flujo y estabilidad.

Medina y De La Cruz (2015) evalúa:

La vía si está apta para brindar un buen servicio a los conductores. Aplicando la metodología descriptiva debido a que para realizar el método PCI se debe realizar un trabajo de campo, el cual consiste en identificar y caracterizar las fallas que pueda presentar un pavimento, de lo cual obtuvo como resultado que el pavimento flexible del Jirón José Gálvez presenta un estado apto para brindar un servicio de calidad a los conductores.

Salvatierra (2014) analizo “El caucho reciclaje de neumáticos, siendo utilizado para el mejoramiento de las características mecánicas del asfalto del cual se pudieron alcanzar resultados favorables en el pavimento” (p.85).

Consiguientemente las siguientes investigaciones hacen mención a nivel internacional:

Lubo y Martínez (2019) evaluó:

Los procesos de modificación, ventajas y desventajas de mezclas asfálticas con cauchos en pavimentos flexibles. Concluyendo, se determinó los beneficios ecológicos y económicos que se generan al reutilizar los cauchos en pavimentos flexibles, también se identificó como se modifica la capa del pavimento con el uso del caucho, así mismo se comprobó que contribuyen al aumento de vida útil del pavimento flexible.

Agudelo (2019) analiza:

El comportamiento de dos mezclas densas en caliente fabricadas con asfalto convencional CA 60-70 y asfalto modificado con GCR en condiciones de envejecimiento a corto y largo plazo respectivamente. En conclusión, Se hizo una comparación dando como resultado, la mezcla convencional sufría un alto módulo resiliente sufriendo rigidez con el tiempo propenso a la fisura, mientras la mezcla del asfalto con GCR se presenta una disminución de rigidez mediante sus valores de módulo resiliente.

Maldonado (2018) menciona:

El desarrollo tecnológico y como emplear en el asfaltos modificado el grano de caucho (GCR). En conclusión, selecciono datos existentes con respecto a la incorporación del asfalto modificado con grano de Caucho, Los beneficios que presenta esta investigación fue económico que genero un implemento innovador y se manifiestan a largo plazo ya que sustituyo material fino con el material reciclado de caucho.

Correa (2018) analizo:

Las ventajas de la incorporación granular de caucho en la rehabilitación de la mezcla asfáltica de la malla vial del barrio San Carlos, sobre un diagnóstico de PCI de 35

(malo), por lo que empleo la mezcla modificada con caucho, mejorando la vida útil del pavimentos, cabe aclarar que las comunidades aledañas está satisfecha por el diseño que se piensa implementar.

García y Londoño (2018) afirman:

El asfalto sin adiciones y el asfalto modificado con GCR (Grano de Caucho Reciclado) utilizando el ensayo de tracción indirecta. En conclusión, añadiendo un 1.5% de GCR a la mezcla asfáltica su comportamiento mejora en un 68% a la deformación total, ya que dicho proceso fue sometiendo a un ensayo de ahuellamiento, también se pudo observar que cambiando el agregado fino por grano de caucho reciclado mejora las características físicas mientras que la asfalto tradicional sometida al mismo ensayo presenta menor rigidez.

También podemos resaltar sobre la investigación que el caucho generan cambios físicos en el asfáltica, principalmente en el porcentaje de vacíos, mejora su comportamiento mecánico reduciendo la degradación del pavimento, reduce los costos en la producción al reutilizar este residuo sólido.

Camacho y Vargas (2017) afirma “En su investigación de la pre-factibilidad del empleo de asfaltos fabricados con goma de neumático, con el fin de estudiar el efecto de la mezcla asfáltica modificada con caucho de esta manera se logró un incremento de vida útil al pavimento” (P.54).

Vega (2016) señala:

El comportamiento a compresión del asfalto al añadir el polvo de caucho reciclado con el ensayo de estabilidad de Marshall obtuvo la disminución del flujo, contenido de vacíos, y el ligante aumenta. Según el investigador recomendó utilizar este aditivo para el beneficio de un pavimento con mayor vida útil y menos mantenimiento.

Lubo & Martínez (2019) afirma:

El asfalto es un material de particular utilidad para el ingeniero porque es un aditivo resistente, duradero, muy adhesivo y altamente impermeable. Es un elemento de

sustancia plástica que da flexibilidad adecuado a las mezclas asfálticas de áridos con las que se mezcla usualmente. Por lo que es sumamente resistente a los álcalis, sales y ácidos. Aunque es una sustancia semisólida o sólida a temperaturas atmosféricas comunes, puede licuarse fácilmente por estar expuesto al calor, por la acción de disolventes de volatilidad variable.

Aliaga (2017-I) menciona “Que la carpeta asfáltica sin modificación presenta limitaciones en la resistencia a la deformación y fisuras reduciendo su durabilidad, sin embargo, con ayuda de la adición de otros materiales dentro de la mezcla convencional mejoran su desempeño” (p. 48)

Carrizales (2015) afirma “El cemento asfáltico es el más conocido y utilizado es un material visco elástico rígido a la corriente de fondos de las etapas de destilación, temperaturas y fluidos a altas, por su denominación en inglés se conoce como A. C. (Asphalt Cement), proviene de la refinación del crudo, en la corriente de fondos de las etapas de destilación” (p.64).

Vega (2016) manifiesta “La mezcla de agregados es usado frecuentemente para lograr obtener uno de mejor calidad que cumpla con los requisitos de una determinada especificación” (p.65).

Aliaga (2017 -I) afirma “Con el caucho reciclado se puede obtener el estireno, acrilonitrilo y etilbencen, estos elementos sirven para la producción del butadieno (SBR), el polibutadieno (PBR) y entre otros polímeros”(p.35).

A continuación presentamos conceptos relacionados a la investigación

El uso de los asfaltos modificados en el proceso constructivo se ha mejorado en los últimos años por todo el mundo como una solución a incrementando el periodo de vida útil de los pavimentos y de esta forma encontrar un mejor desempeño para que sea una nueva forma de construir las futuras carreteras.

Método de AASHTO – 1993 sirve para el diseño de pavimento asfálticos utilizando modelo o ecuación para obtener el parámetro denominado número estructural (SN) el

cual es muy necesario para determinar el espesor de las tres capas que forman el pavimento como la carpeta asfáltica, base y sub base que está en función de la ecuación de las variables de diseño como la desviación estándar, el índice de serviciabilidad y la confiabilidad entre otros.

Ramírez (2006) indica:

Para el diseño de la mezcla asfáltica en caliente, el asfalto y el agregado son combinados en proporciones exacta, porque serán esas proporciones para determinar las propiedades físicas de la mezcla y el desempeño del pavimento terminado, las características y comportamiento de las mezclas asfálticas son cuatro:

Para la investigación se va usar la mezcla asfáltica por el método de Marshall,

- Densidad de la mezcla
- Vacíos de aire, o simplemente vacíos
- Vacíos en el agregado mineral
- Relación de estabilidad / fluencia

La densidad es una característica porque es muy necesario tener una alta densidad en el pavimento para conseguir el rendimiento requerido, la cual se expresa en Kilogramos por metro cúbico, esta será calculada multiplicando la gravedad específica total de la mezcla por la densidad del agua (1000 Kg/m<sup>3</sup>)

Los vacíos de aire son minutos espacios presentes entre los agregados revestidos en la mezcla compactada. Estos espacios son necesario para que permita ciertas compactaciones bajo el tráfico en un porcentaje adecuado donde se indica que para capas de base y capas superficiales son recomendable entre 3 y 5 por ciento dependiendo del diseño, lo recomendado es que el porcentaje sea menor del 8 por ciento.

Los vacíos en el agregado mineral (VMA) son los espacios de aire que existen entre las partículas en una mezcla compactada, para un espesor durable de película de asfalto se deben usar valores mínimos de VMA.

*TABLA 1. Porcentaje mínima de vacíos en el agregado mineral*

Tamiz	Tamaño máx. nominal de partículas		Mínimo % de vacíos VAM
	Pulgadas	mm	
No. 16	0,0469	1,18	23,5
No. 8	0,093	2,36	21,0
No. 4	0,187	4,75	18,0
$\frac{3}{8}$	0,375	9,5	16,0
$\frac{1}{2}$	0,500	12,5	15,0
$\frac{3}{4}$	0,750	19,0	14,0
1	1,0	25,0	13,0
1½	1,5	37,5	12,0
2	2,0	50,0	11,5
2½	2,5	63,0	11,0

Fuente: The Asphalt Institute's

El contenido asfáltico en su mayor parte depende de las características del agregado y la capacidad de absorción. Entre más fino sea la granulometría del agregado, mayor será la cantidad de asfalto requerido es decir el agregado que pasa el tamiz numero 200 (0.075 mm) pueden absorber gran parte del contenido de asfalto por otro lado el agregado más grueso requerirá menor cantidad de mezcla.

Cárdenas y Fuentes (2014) Indican:

La mezcla asfáltica en caliente es mejor cuando son diseñadas, producidas y colocadas de forma adecuada que garantice obtener las propiedades deseadas, logrando la una buena calidad del pavimento, estas propiedades son: la estabilidad Estabilidad, la impermeabilidad, la durabilidad, la flexibilidad, la trabajabilidad, la resistencia al deslizamiento, la resistencia a la fatiga.

La estabilidad es muy importante porque va a indicar la resistencia del asfalto ante el desplazamiento y deformación bajo las cargas del tránsito resistiendo las fallas del ahuecamiento, ondulaciones y otras fallas en la mezcla.

La durabilidad de un pavimento tiene la capacidad de resistir fallas como la desintegración del agregado, alteración en las propiedades del asfalto y separación de las películas del asfalto, esto quiere decir que mientras más grueso es la película del asfalto mantiene sus características originales resistiendo al envejecimiento, reduciendo el porcentaje de los espacios vacíos que impide el ingreso del aire y del agua así poder evitar el deterioro del pavimento.

La impermeabilidad de un pavimento evita el paso de aire y agua hacia su interior, gracias al contenido mínimo de vacíos en la mezcla compactada es por ello que estos vacíos estén dentro de los límites especificados.

La trabajabilidad de un pavimento es la facilidad con la que se puede trabajar al ser colocado y compactado la mezcla del pavimento, esto podría mejorar modificando el tipo de agregado, los parámetros de la mezcla o la granulometría. Garantizando que la mezcla modificada cumpla con el contenido de vacíos y estabilidad adecuada.

La flexibilidad de un pavimento asfáltico tiene la capacidad de acomodarse frente a un tráfico sin que se agriete o se expanda para ello se va a requerir una granulometría abierta con alto contenido de asfalto.

La resistencia a la fatiga es cuando el pavimento tiende a resistir a la deflexión por causa de las cargas del tránsito, gracias a la viscosidad del asfalto el pavimento mantiene la resistencia a la deformación para ello es necesario tener menos porcentajes de vacíos ya que no favorecen a la resistencia si se sobrepasan de lo permitido, la falla principal que se puede visualizar por la fatiga es la piel de cocodrilo.

La resistencia al deslizamiento es cuando la superficie del pavimento minimiza el deslizamiento de las ruedas de los vehículos principalmente en superficies mojadas, esto mejora gracias a tener una superficie de textura rugosa y áspera para ello se



tiene que controlar el asfalto en la superficie no tiene que haber excesiva de asfalto y la granulometría no tiene que ser pulido.

El mantenimiento vial según:

Rodríguez (2011) Indica “Que es un conjunto de actividades técnicas, de carácter periódica o rutinario para mantener su vida útil del pavimento flexible, según la evaluación del estado del pavimento se va requerir la intervención. Todas las acciones tomadas tienen la finalidad de mejorar la circulación vehicular en todo el tiempo del año para salvaguardar los turismos, la economía entre comunidades” (p.30).

Rodríguez (2011) afirma:

El rendimiento de un pavimento tiene un ciclo determinado o un tiempo específico antes de que tienda a fallar debido a efecto climático, tráfico o mala construcción lo que produce una estado intransitable de la vía por lo es necesario una correcto mantenimiento para mantener su vida útil del pavimento (p.35).

Menendez, (2003) Indica:

La vías cuentan con cuatro ciclo para el deterioro a causa del trafico, clima y otros

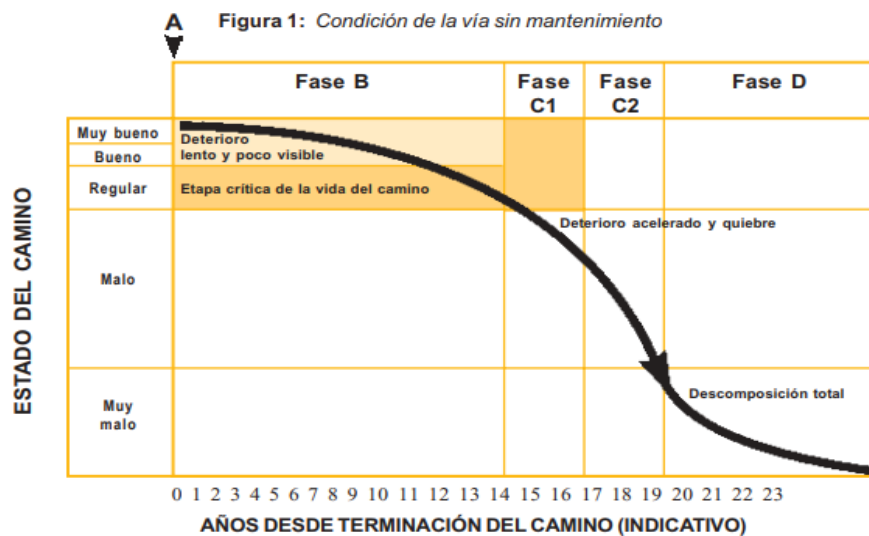


Figura 1. Condición de la vía sin mantenimiento

Fuente: José Rafael Menéndez, (2003)

Fase A: Construcción, la vía después de su culminación inmediatamente entra en funcionamiento, sin importar del material usado la resistencia será buena inclusive si se está rehabilitando por estar en su etapa inicial

Fase B: Deterioro lento y poco visible, las vías a medidas que transcurren el tiempo van perdiendo la resistencia puede ser por el alto tránsito, efectos climáticos o un mal material usado, que más visible principalmente en la capa de rodadura, por ser el más expuesto a los efectos del daños, pero las vías aún están la etapa de brindar serviciabilidad al usuario y se encuentra en una situaciones que requiere mantenimiento.

Fase C: Deterioro acelerado, al inicio de esta fase se puede aún apreciar las vías en un buen estado, pero lo cual es lamentablemente todo lo contrario porque es el inicio del daño de la estructura que será muy pronunciada en poco tiempo comprometiendo a un mal estado del pavimento y un deterioro acelerado.

Fase D: Descomposición total, es la última fase de su vida útil del pavimento disminuyendo la transitabilidad por perder la capacidad de servicio y regresar a ser una carretera hasta su nivel original que tuvo.

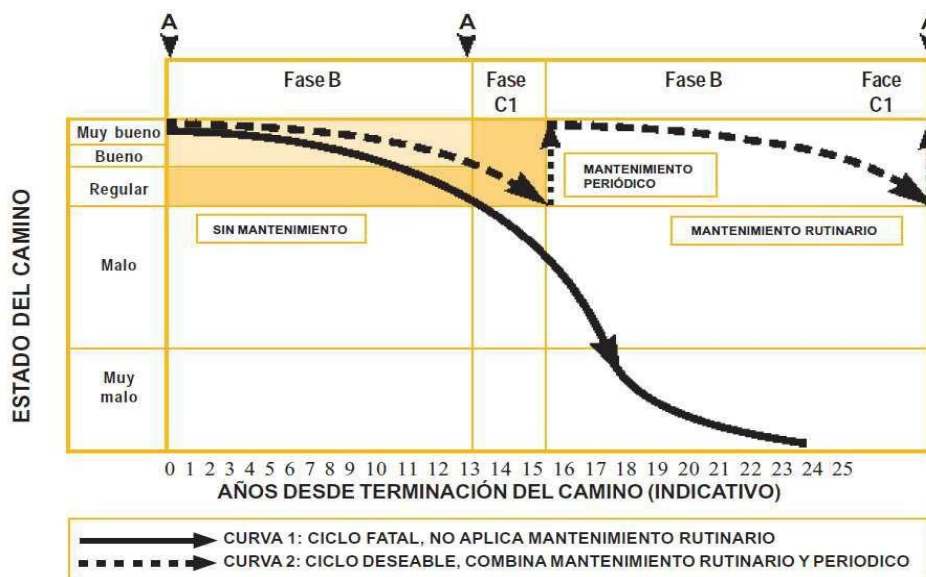


Figura 2. Estado del camino.

Fuente: José Rafael Menéndez, (2003)

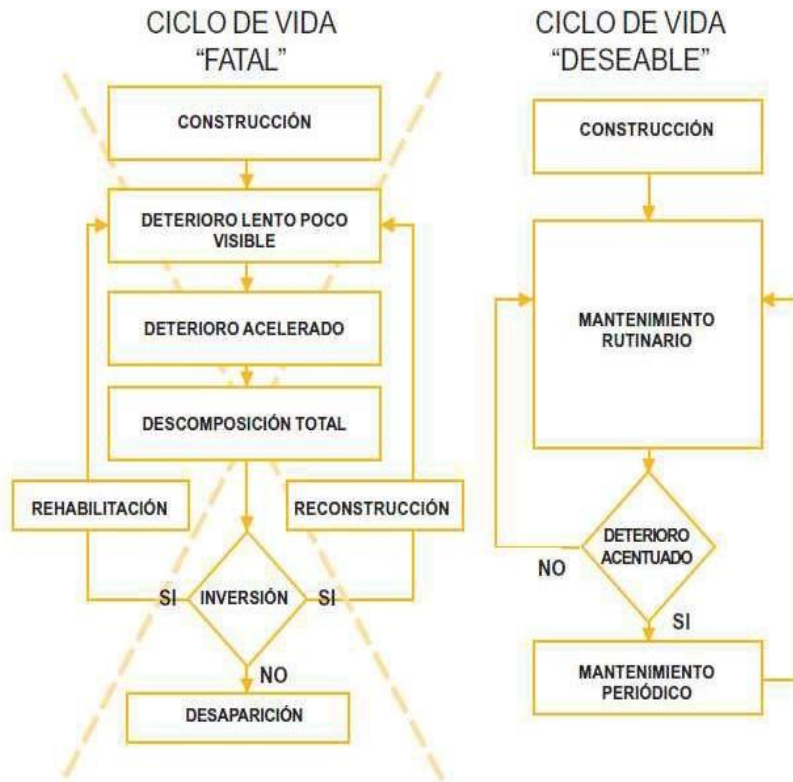


Figura 3. Flujo de ciclo de vida fatal y deseable

Fuente: (Rodríguez, Rene, 2011)

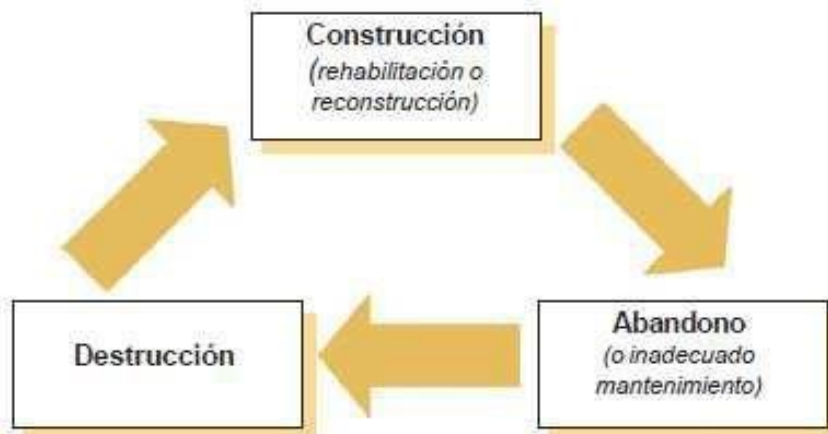


Figura 4: Ciclo de vida deseable

Fuente: (Rodríguez, Rene, 2011)



Figura 5. Ciclo de mantenimiento

Fuente: (Rodríguez, Rene, 2011)

El pavimento Flexible según

Vásquez (1977) afirma “Que el pavimento flexible está construida sobre varias capas, la superficial es la carpeta asfáltica que se asienta sobre la capa base, sub base y todas estas descansan sobre un suelo compactado llamado sub rasante”. (p.19)

Por consiguiente se muestra la ecuación 1 el significado de cada parámetro o variable.

$$\text{Log}(W) = ZR \cdot S_o + 9,36 \cdot \text{Log}(SN + 1) - 0,20 + \text{Log}(\Delta PSI \cdot 4.2 - 1.5) \cdot 0.40 + 1094 (SN+1)^{5.19} + 2,32 \cdot \text{Log}(MR) - 8,07$$

Donde:

W: Numero estimado de ejes equivalentes de 8.2 toneladas en el periodo de diseño.

ZR: Desviación estándar normal

So: Error estándar combinado de la predicción del tráfico y de la predicción del comportamiento estructural

PSI: Diferencia entre indice de servicio inicial y final

MR: Módulo resiliente ( en libras/ pulgada<sup>2</sup>)

SN: Número estructural

Para conseguir el número estructural de resistencia del pavimento flexible se obtiene con capas de otros materiales por la ecuación.

$$SN = a_1 \times D_1 + a_2 \times D_2 \times m_2 + a_3 \times D_3 \times m_3 \quad \dots\dots\dots (02)$$

Donde:

- a1: Coeficiente estructural de la capa de rodadura
- D1: Espesor de la capa de rodadura (cm)
- a2: Coeficiente estructural de la capa de base granular
- D2: Espesor de la capa de base granular (cm)
- m2: Coeficiente que refleja el drenaje de la capa 2
- a3: Coeficiente estructural de la capa de subbase granular
- D3: Espesor de la capa de subbase granular (cm)
- m3: Coeficiente que refleja el drenaje de la capa 3

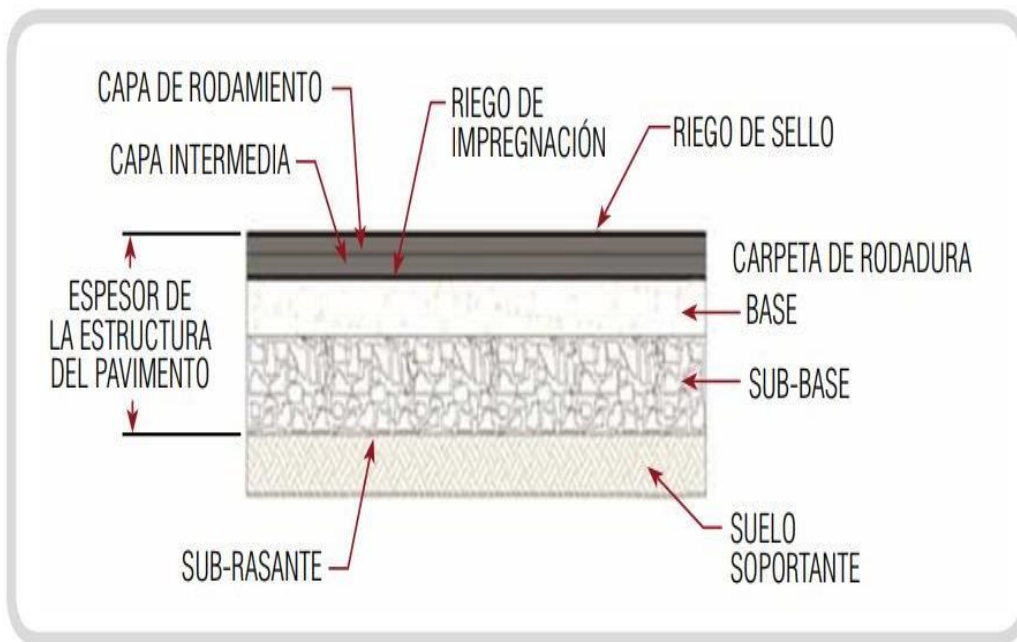


Figura 6. Estructura de un pavimento flexible

Factores que determinan el diseño de un pavimento está determinado por aspectos muy importante que tengan que ver con la condición del estado del pavimento para brindar trabajabilidad, comodidad al tránsito y resistencia.

Cabello y Limonchi (2015) afirma “Que el tiempo de diseño es la cantidad de años que el pavimento estará en servicio, para un correcto diseño es necesario determinar el volumen del tráfico y la carga que circulara por el pavimento”. (p.70)

El tráfico es una de las causa por la que el pavimento suele dañarse por ello es de suma importancia establecer los parámetros de diseños geométricos, estructural y fases de conservación en base al tráfico de diseño, esto se va lograr por medio del conteo vehicular que transitan por las vías.

Los Nivel de intervención en la conservación vial son lo siguiente:

La conservación rutinaria son todas aquellas actividades necesario que se realizan de forma preventiva diariamente, lo que va llevar a preserva el estado de funcionamiento del pavimento, mantener su condiciones original para lo que fue diseñado, el periodo rutinario se va realizar después de la construcción o rehabilitación con el fin brindar la comodidad al usuario.

Conservación periódica como su mismo nombre lo afirma son actividades que se realizan en un periodo determinado, lo que puede tomar en realizarse cada año con el fin de conservar el estado funcional y evitar que produzcan daños de forma ascendentes en las vías, conllevando a preservar las características superficiales y estructurales que tenía original

En la conservación periódica es necesario realizar actividades para reforzar el pavimento asfaltico como reforzamiento del pavimento asfaltico, reposición y reconformación de carreteras sin pavimentar, esto también conlleva a realizar estudios de socio ambientales.

La rehabilitación de una carretera es una actividad de carácter periódica para la reparación y reforzamiento estructural, antes de ello se tiene que demoler la capa de rodadura para cambiar uno nuevo, mejorando los sistemas de drenaje y contención.

Tiene como objetivo mantener su capacidad estructural y mantener en un buen estado la superficie de rodadura.

Mejoramiento de la vía es para mejorar su capacidad de resistencia de las vías, tener una buena velocidad de circulación para los vehículos lo que puede llevarse a realizarse un nuevo diseño geométrico.

Ministerio de Transportes y Comunicaciones (2011) “El Numero Estructural (SN) por medio de esta ecuación se obtiene el espesores de las capa del pavimento que combinados proporcionan la capacidad de carga requerida para soportar el tránsito previsto durante el periodo de diseño” (p.9).

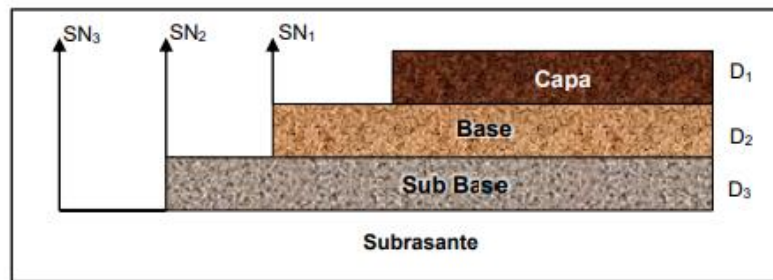


Figura 7. Espesor del pavimento flexible según método AASHTO 93

D1: Carpeta asfáltica

D2: Base granular

D3: Sub base

La Sub-base es la capa más económica, porque sus materiales son asequibles, esta capa se encuentra entre la subrasante y la base para impedir que el material de la subrasante no ingrese a la base y así mantener la calidad, soportando la carga transmitida por la capa superior.

La base es la capa que está debajo de la carpeta asfáltica y recibe la carga de la superficie, su función es transmitir de forma adecuada estas cargas a la sub-base y la subrasante.

La carpeta asfáltica es la capa superficial que debe brindar una superficie uniforme, cómoda, resistir el efecto del tránsito y se porta como una capa impermeable para evitar la infiltración de agua a la estructura del pavimento.

Confiabilidad (R) es una forma de demostrar la veracidad en el proceso del diseño, para garantizar que la sección del pavimento se comporte favorablemente bajo las condiciones del tráfico para el que fue diseñado durante toda su vida útil.

Overall standard deviation (SO) es la desviación estándar de la población obtenido por AASHTO, después de realizar el estudio de tráfico donde se ha incluido el conteo vehículos y de cargas.

Cabezas y Mendoza (2018) describe “El caucho pulverizado es un material provenientes de desechos por la industria automotriz de productos que se constituyen del mismo polímero por medio de un proceso de trituración aportando a la durabilidad, permeabilidad, rebote y flexibilidad para el pavimento” (p.25).

Método de trituración de caucho es procedimiento que nos permite realizar la trituración de caucho en desuso que puede ser resultado de un proceso húmedo o seco.

Para el diseño de mezcla asfáltica en caliente se empleó datos del método Marshall



### III. MÉTODOLOGIA

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

#### **3.1.1. Tipo de investigación**

El tipo de investigación que se adopta es aplicada por la finalidad de su investigación.

Vargas (2009) Indica “Que el tipo de investigación es aplicada, cuando tiene como finalidad hacer uso de los conocimientos teóricos y adoptarlos a favor del lugar que se está estudiando y en general a la sociedad” (p.158).

#### **3.1.2. Diseño de la investigación**

Fernández, Hernández y baptista (2014) indicaron: “De acuerdo al enfoque, el proyecto de investigación es de tipo cuantitativa, consiste en analizar con certeza las hipótesis formuladas para llegar a las evidencias con respecto a la investigación, Se sugiere que la investigación inicie con estudios que aporten en los lineamientos de la investigación basado en recoger información y luego confirmar las hipótesis planteadas. Todo lo referido en base a valores numéricos que puedan ayudar al estudio estadístico respectivo y finalmente constatar las teorías”. (p.140)

Este proyecto de investigación tiene enfoque cuantitativo continuo, ya que se utilizarán instrumentos de medición, así como ficha de recolección de datos del cual obtendremos para constatar las hipótesis con base en la medición numérica, también porque se basa en el estudio y análisis de la realidad a través de diferentes procedimientos basados en la medición, y a su vez se realizarán cuadros informativos que nos ayuden con el sustento de la contratación de las hipótesis.

El método se adecua a la investigación actual es hipotético – deductivo ya que se basa en la generación de la hipótesis a partir de hechos observados que generan teorías que a su vez deberán ser constatadas y falseadas mediante la experimentación.

El diseño de la investigación es experimental, ya que se refiere a un estudio experimental donde se va manipular la variable intencionalmente y es transversal por que se va llevar a cabo en periodo de tiempo programado que va tener un inicio y fin.

Carrizales (2015), cito a “Fernández, Hernández y baptista donde mencionan que la investigación correlacionar tiene relación con las variables, ya que por medio de un patrón predecible para una población” (p.45).

### **3.2. Variables y operacionalización**

Rondón y reyes (2015) menciona que las variables son determinadas por sus propiedades, características, sistemas y relaciones. El valor de la investigación es de suma importancia ya que el diseño de una mezcla puede ser modificado con el aditivo del polvo de caucho reciclado, de esta manera perfeccionamos el desempeño de esta y así ser aplicada ante las limitaciones de las mezclas convencionales. (p. 154)

#### **3.2.1. Variable independiente: polvo de caucho reciclado**

##### **Definición conceptual**

Según donaire (2008), El polvo de caucho proviene de la trituración de neumáticos fuera de uso, mediante un sistema de maquinaria, que se encarga de separar todos los componentes de los neumáticos de modo que resulta un polvo o granulado de caucho, se caracteriza por ser un material sintético, resistente y duradero. Por lo cual es utilizado en materias de construcción. (p.60)

##### **Definición operacional**

Según Rondón y Reyes (2015), el caucho reciclado es usado en mezclas asfálticas modificadas, pasando por procesos de trituración seguidamente aplicados en diferentes proyectos constructivos obteniendo incremento en la vida útil de los pavimentos y consigo bajos costos en mantenimiento.

#### **3.2.2. Variable Dependiente: Mezcla asfáltica en caliente**

##### **Definición conceptual**

Según Pérez (2018), Se define como mezcla asfáltica o (Bituminosa) en caliente a la combinación de áridos (incluyendo el polvo mineral) con un ligamento. La cantidad relativa de los ligantes y áridos, determinan las propiedades físicas de la mezcla. (p.69)

## **Definición operacional**

Según Cáceres (2017) Los efectos en la mezcla asfáltica en caliente con la incorporación del polvo de caucho se evaluarán en base a sus propiedades, físicas, mecánicas y la resistencia a la deformación a través del diseño de Marshall para mejorar la densidad, % de vacíos, resistencia e incremento en la vida útil del pavimento flexible.

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

#### **3.3.1. Población**

Miranda, Villasís y Gómez (2016), menciona que: “La población es un conjunto o grupo el cual es elegida a investigar e indagar para el desarrollo de un proyecto con fácil acceso, que se encuentre definido y tiene un fin”. (p.193).

En el proyecto de investigación que se va estudiar La población son dos, mezcla asfáltica convencional en caliente y la mezcla asfáltica en caliente modificada con polvo de caucho reciclado, que mejorara el rendimiento del pavimento y disminuyendo el costo del mantenimiento

#### **.Criterios de Inclusión**

- El diámetro máximo del polvo de caucho reciclado debe ser no mayor a 0.8 mm.
- El polvo de caucho reciclado proviene de llantas en desuso.
- La mezcla asfáltica debe ser aplicada en caliente.
- La mezcla asfáltica modificada con polvo de caucho trae consigo mayor estabilidad y durabilidad en su periodo de vida útil.
- La mezcla asfáltica modificada baja considerablemente los frecuentes mantenimientos que se hacen a los pavimentos. Por lo tanto, bajo costo en mantenimiento.

#### **Criterios de exclusión**

- analizar el estado del pavimento para tomar medidas necesarias para la rehabilitación del pavimento.

- Es importante hacer ensayos de laboratorio a la mezcla asfáltica antes y después de ser modificada.
- Realizar ensayos granulométricos al material incorporado en la mezcla asfáltica.
- Es necesario que la mezcla asfáltica modificada no sea aplicada en frío.

### **3.3.2. Muestra**

Hueso y Cascant (2012) menciona:

Que la muestra es parte del universo o población agrupada por elemento que pertenece al todo, es el subconjunto, extraída de la población por técnicas de muestreo cuyo estudio nos ayuda a inferir características de la población, una muestra representa a la población si reúne los elementos de los individuos, para ello se debe indicar la cantidad de sujeto que forma parte de la muestra, así como el % que representa a todo el grupo de estudio, caracterizándose por ser objetiva, donde los resultados obtenidos puedan vincular a todos los elementos que conformen la población. (p.70)

Las muestras que se toman para estudiar es 24 briquetas de mezcla asfáltica

#### **3.3.2.1. Ubicación:**

DEPARTAMENTO/REGION: CUSCO

PROVINCIA: ANTA

DISTRITO: PUCYURA

LOCALIDAD: CENTRO POBLADO DE PUCYURA ALTITUD

: 3383 m.s.n.m. COORDENADA UTM: Latitud: 13°28'49" 'SUR

Longitud: 72°06'43" OESTE



### Acceso a la zona del proyecto

La Comunidades de Juan Velazco Alvarado y Ayarmaca sector centro poblado existe un trazo de la Pista Cusco - Abancay en buen estado, por lo general al Ministerio de Transporte y Comunicaciones realiza periódicamente el mantenimiento de esta vía. Estas comunidades se ubican a la margen derecha de la pista asfaltada Cusco – Anta – Abancay. En la actualidad el servicio de transporte es limitado debido en las condiciones de mal estado que se encuentra las vías.

### **3.3.3. Muestreo**

Según Sampieri, Collado y Baptista (2016), indica “Que el muestreo es un proceso muy esencial para obtener un subconjunto de la población que representa al mismo, para que la muestra sea representativa, mínimamente debe ser el 10% de la población”. (p.45)

Para la investigación a desarrollar será muestreo no probabilístico

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

Para la presente investigación de diseño a realizar se utilizará el registro visual para evaluar el estado del pavimento y no experimental para determinar una alternativa de solución al pavimento sin manipular las variables independientes según el dato manejado será cualitativa.

#### **3.4.1. Técnica de Investigación**

Flores (2018) menciona “Que la recolección datos de forma visual en campo implica gestionar el procedimiento adecuado que conduzca a reunir datos con un fin específico para el estudio a realizarse”.

Las técnicas usadas en la investigación será en primera instancia será la observación directa y pruebas de laboratorio por medio de la ficha de recolección de datos para evaluar la severidad del daño del pavimento del jirón San Salvador para posteriormente incorporar el asfalto modificado con polvo de caucho que va mejorar la densidad, vacíos en la mezcla y la resistencia al envejecimiento proponiendo alternativas de solución en el jirón San Salvador.

- Ensayos de laboratorio
- Estudio de tráfico para identificar el conteo vehicular
- Estudio topográfico
- Estudio de suelo

### **3.4.2. Instrumentos de recolección de datos**

Sampieri, Collado, y Baptista, (2016) Afirmó “Que todo instrumento de recolección de datos debe reunir tres requisitos esenciales: confiabilidad, validez y objetividad” (p.50)

Para la investigación se va utilizar

- Ficha de laboratorio.
- Ficha de recolección de datos es un formato elaborado especialmente que permitirá analizar los daños del pavimento y ver si es necesario realizar una rehabilitación.
- Formato de conteo vehicular.
- Ficha de inspección visual para medir el índice de condición del pavimento flexible.
- Registro fotográfico para identificar cada falla identificada.
- Instrumentos utilizados para el análisis son una cinta métrica, regla y wincha.

### **3.4.3. Validez**

Sampieri, Collado y Baptista. (2016), “Los juicios de los expertos nos indica el grado en que un instrumento evalúa la variable que compone por medio del criterio en el tema; la validez del instrumento de medición será evaluada sobre la evidencia obtenida” (p. 195).

García y Londoño (2018), menciona:

Una muestra de mezcla asfáltica preparada en laboratorio utilizando el método Marshall para analizar y determinar su desempeño en la estructura del pavimento, el análisis está enfocado en sus tres características de la mezcla: la densidad, vacíos en la mezcla, resistencia y la influencia que estas pueden tener en el comportamiento de la mezcla. (p.56)

Coy, (2017) afirma “Que El método Pavement Condition Index (PCI) logra evaluar todas las fallas que pueda presentar un pavimento flexible sin dejar de lado ningún



daño como lo hace el método VIZIR, debido a que está última suele no enfocarse en los daños funcionales”.

- Norma Técnica Ministerio de Transportes y Comunicaciones – Manual de Carreteras - Suelos, Geología, Geotecnia y Pavimentos
- Norma técnica MTC E 1002 - 2000 Ministerio de Transportes y Comunicaciones – Manual de ensayo de materiales (EM - 2000)
- Norma ASTM International Designación D 4695 – 03

#### **3.4.4. Confiabilidad**

Sampieri, Collado y Baptista (2016) “La confiabilidad es el porcentaje que se obtiene por medio de un instrumento, resultados coherentes y consistentes, yaqué su empleo en repetidas ocasiones o tiempo sobre un mismo individuo produciría efectos similares por lo que sería un instrumento confiable”.

### **3.5. Procedimiento**

Para poder realizar el estudio se va realizar por el método de observación de varias tesis similares debido a que va ser descriptivo, también se va evaluar el daño del pavimento, que está ubicado en el distrito de Pucyura para posteriormente analizar las posible solución implementando el polvo de caucho al pavimento según la norma ASTM-422, obtenido una mayor resistencia del pavimento.

Para poder realizar la investigación se realizó un análisis extensivo en la elección de investigaciones de tesis anteriores, libros, artículos y revistas que nos ayude a obtener datos conforme al tema para la posterior contrastación de hipótesis.

#### **3.5.1. Recopilación de datos**

##### **3.5.1.1. Índice de condición del pavimento**


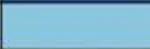




Para a rehabilitación del pavimento se va evaluar la estructura del pavimento en función a la clase de daño, severidad y cantidad o densidad, por lo tanto la metodología del PCI que se va usar es un índice numérico que varía desde cero, para un pavimento en malas condiciones, hasta 100 para un pavimento en buenas condiciones o buen

estado. Se va presentar los rangos del PCI con las clasificaciones de cada condición del pavimento.

El cálculo del PCI se basa en los resultados obtenidos de la recolección de datos en campo de forma visual por medio de fichas técnicas de campos para definir la condición del pavimento en el cual se establecen la severidad, clase y cantidad de cada daño presentes. Gracias al PCI se podrá saber el índice estructural del pavimento y de la condición funcional de la vía.

### 3.5.1.2. Evaluación de la clasificación del PCI

**TABLA 2.** Rango de clasificación del PCI

Categoría de acción	Rango	Clasificación	Simbología
Mantenimiento Preventivo	100 – 85	Excelente	
Mantenimiento Preventivo Rutinario y/o Periódico	85 – 70	Muy Bueno	
	70 – 55	Bueno	
Mantenimiento Correctivo	55 – 40	Regular	
Rehabilitación – Refuerzo Estructural	40 – 25	Malo	
Rehabilitación – Reconstrucción	25 – 10	Muy Malo	
	10 – 0	Fallado	

Fuente: Garcés. A. (2017)

#### *Unidad de Muestreo*

Para la unidad de muestreo se va seguir la norma ASTM D433, inciso (2.1.7) donde señala que el área de muestreo debe estar en el rango  $230.0 \pm 93.0$  es por ello que se establece una área máxima de 315 m<sup>2</sup> y la mínima de 135m<sup>2</sup>.

Determinación de las unidades de Muestreo para Evaluación.

Para la evolución del muestreo se podría tener muchas muestras lo cual se podría recurrir a un gran recurso y para minimizar la cantidad de muestra se usa la ecuación 1, con una confiabilidad del 95%.

$$n = \frac{N \times \sigma^2}{\frac{e^2}{4} \times (N - 1) + \sigma^2} \text{ Ecuación 1.}$$

Donde:

n: Número mínimo de unidades de muestreo a evaluar

N: Número total de unidades de muestreo en la sección del pavimento

e: Error admisible en el estimativo del PCI de la sección (e=5%)

o: Desviación estándar del PCI entre las unidades,

Sin embargo cuando la cantidad mínima a evaluarse es ( $n < 5$ ), todas las unidades serán evaluadas lo cual es el caso de la investigación por que se tiene 4 muestras.

### *EvalPav*

Siguiendo la metodología del índice de condición de pavimento el ministerio de transportes y comunicaciones ha creado el software EvalPav para optimizar el procedimiento del PCI obteniendo el mismo estado del pavimento en menor tiempo y más seguro, se ingresa los datos de campo de la ficha técnica al sistema .

El EvalPav es un sistema de gestión para la evolución de las condiciones superficiales en el área de mantenimiento, rehabilitación y mejoramiento del pavimento, optimizando la recopilación de información en menor tiempo, calidad y grado de confiabilidad para el análisis de interpretación de resultado y la proposición de alternativas de solución, porque está basada en la norma (ASTM D 6433 -03).

Para el estudio de la evolución superficial se utilizó el EvalPav teniendo como datos:

**TABLA 3.** Datos para la evolución superficial

Norma ASTM D 6433 -03, inciso (2.1.7) menciona que el área de muestro es: $230.0 \pm 93.0$		
Área máximo	315.00 m <sup>2</sup>	
Área mínima	135.00 m <sup>2</sup>	
Tramo a estudiar	00+000.00	00+212.00
Longitud de la vía	212.00 m	
Ancho de Calzada	3.00 m	
Longitud de la muestra	52.00 m	
Área de muestra	156.00 m <sup>2</sup>	

Fuente: Elaboración propio

Después de evaluar el estado de pavimento se pudo verificar que está en el rango de clasificación pobre con un 30 de PCI, que indica según Garcés en su estudio de clasificación, del estado de pavimento, es muy necesario una Rehabilitación del pavimento, por los daños como piel de cocodrilo, agrietamiento en bloque, desnivel de carril, hueco y pulimento de agregado a causa del tráfico vehicular y por falta de mantenimiento a llevado a que este el pavimento este en un estado crítico, es por ello que se plantea una rehabilitación.

## Resultado de la Evaluación superficial del pavimento

**TABLA 4.** Evaluación superficial con EvalPav

MEZCLA ASFÁLTICA CON POLVO DE CAUCHO RECICLADO PARA REHABILITAR EL PAVIMENTO DEL JR. SAN SALVADOR - CUSCO 2020.

MÉTODO ESTÁNDAR DE EVALUACIÓN DEL ÍNDICE DE LA CONDICIÓN SUPERFICIAL DEL PAVIMENTO CARRETERAS CON SUPERFICIE ASFÁLTICA ASTM D 6433 (2003)							
TRAMO: KM 00+000 - 00+212 / CARRIL CALZADA							
Nº	AREA (m <sup>2</sup> )	UNIDAD DE MUESTREO	PROGRESIVA	m	VDC	PCI	CLASIFICACION
			INICIAL - FINAL				
01	156,0	0001	00+000 - 00+052	7,1	52	48	Regular
02	156,0	0002	00+052 - 00+104	3,6	90	10	Muy Pobre
03	156,0	0003	00+104 - 00+156	3,9	73	27	Pobre
04	166,0	0004	00+156 - 00+212	4,9	67	33	Pobre
PROMEDIO						30	Pobre

ÍNDICE DE CONDICIÓN DEL PAVIMENTO Y ESCALA DE MEDIDA	
PCI	CLASIFICACION
100	Excelente
85	Muy Bueno
70	Bueno
55	Regular
40	Pobre
25	Muy Pobre
10	Colapsado
0	

Fuente: Elaboración propia

### **Diseño de pavimento Flexible**

Para el diseño del pavimento flexible se basó de la norma del Ministerio de Transportes y Comunicaciones bajo la guía AASTHO-93 que nos facilita los parámetros de diseño para eso se usó el manual de carreteras sustentada en la norma N°034-2008-MTC.

### **Periodo de diseño**

El periodo de diseño para el proyecto será de 20 años como rendimiento máximo, ahora este proyecto podría proyectarse para más tiempo según las condiciones específicas de la Entidad.

## Variables

Para el diseño de la estructura de un pavimento flexible es necesario realizar la siguiente ecuación básica.

$$\log_{10}(W_{18}) = Z_R S_o + 9.36 \log_{10}(SN + 1) - 0.2 + \frac{\log_{10}\left(\frac{\Delta PSI}{4.2 - 1.5}\right)}{0.4 + \frac{1094}{(SN + 1)^{5.19}}} + 2.32 \log_{10}(M_R) - 8.07$$

## Módulo de Resiliencia (Mr)

El módulo de resiliencia nos permite medir la rigidez del suelo de la Sub rasante, por medio de cálculo de una ecuación que será necesario el dato del CBR para el análisis.

$$Mr (\text{psi}) = 2555 \times \text{CBR}^{0.64}$$

## Tipo de tráfico

El tipo de tráfico para el diseño será Tp1 se va usar es en función del Esal del numero repeticiones acumuladas de eje equivalentes lo cual por ser una vía pequeña será en una sola etapa.

**TABLA 5.** Tipos de tráfico pesado

TIPOS TRÁFICO PESADO EXPRESADO EN EE	RANGOS DE TRÁFICO PESADO EXPRESADO EN EE
T <sub>P1</sub>	> 150,000 EE ≤ 300,000 EE
T <sub>P2</sub>	> 300,000 EE ≤ 500,000 EE
T <sub>P3</sub>	> 500,000 EE ≤ 750,000 EE
T <sub>P4</sub>	> 750,000 EE ≤ 1'000,000 EE

Fuente: Manual de Carreteras

### Nivel de confiabilidad (%R)

De acuerdo al método AASTHO el nivel de confiabilidad será de 70% para el tipo de tráfico de una etapa de diseño de 20 años.

Nivel de confiabilidad

**TABLA 6.** Nivel de confiabilidad

TIPO DE CAMINOS	TRAFICO	EJES EQUIVALENTES ACUMULADOS		NIVEL DE CONFIABILIDAD (R)
Caminos de Bajo Volumen de Tránsito	T <sub>P0</sub>	100,000	150,000	65%
	T <sub>P1</sub>	150,001	300,000	70%
	T <sub>P2</sub>	300,001	500,000	75%
	T <sub>P3</sub>	500,001	750,000	80%
	T <sub>P4</sub>	750 001	1,000,000	80%
Resto de Caminos	T <sub>P5</sub>	1,000,001	1,500,000	85%
	T <sub>P6</sub>	1,500,001	3,000,000	85%
	T <sub>P7</sub>	3,000,001	5,000,000	85%
	T <sub>P8</sub>	5,000,001	7,500,000	90%
	T <sub>P9</sub>	7,500,001	10'000,000	90%
	T <sub>P10</sub>	10'000,001	12'500,000	90%
	T <sub>P11</sub>	12'500,001	15'000,000	90%
	T <sub>P12</sub>	15'000,001	20'000,000	95%
	T <sub>P13</sub>	20'000,001	25'000,000	95%
	T <sub>P14</sub>	25'000,001	30'000,000	95%
	T <sub>P15</sub>		>30'000,000	95%

Fuente: Manual de Carreteras

### Coficiente estadístico de desviación estándar normal

El coeficiente estadístico de desviación estándar Normal (Zr) Indica el valor de confiabilidad seleccionada, para el proyecto será -0.524 y para un periodo de 20 años.

**TABLA 7. Desviación estándar**

TIPO DE CAMINOS	TRAFICO	EJES EQUIVALENTES ACUMULADOS		DESVIACIÓN ESTÁNDAR NORMAL (Zr)
<b>Caminos de Bajo Volumen de Tránsito</b>	T <sub>P0</sub>	100,001	150,000	-0.385
	T <sub>P1</sub>	150,001	300,000	-0.524
	T <sub>P2</sub>	300,001	500,000	-0.674
	T <sub>P3</sub>	500,001	750,000	-0.842
	T <sub>P4</sub>	750,001	1,000,000	-0.842
<b>Resto de Caminos</b>	T <sub>P5</sub>	1,000,001	1,500,000	-1.036
	T <sub>P6</sub>	1,500,001	3,000,000	-1.036
	T <sub>P7</sub>	3,000,001	5,000,000	-1.036
	T <sub>P8</sub>	5,000,001	7,500,000	-1.282
	T <sub>P9</sub>	7,500,001	10'000,000	-1.282
	T <sub>P10</sub>	10'000,001	12'500,000	-1.282
	T <sub>P11</sub>	12'500,001	15'000,000	-1.282
	T <sub>P12</sub>	15'000,001	20'000,000	-1.645
	T <sub>P13</sub>	20'000,001	25'000,000	-1.645
	T <sub>P14</sub>	25'000,001	30'000,000	-1.645
	T <sub>P15</sub>		>30'000,000	-1.645

Fuente: Manual de Carreteras



## Coeficiente estructural de las capas del pavimento a<sub>i</sub>

**TABLA 8.** Coeficiente estructural de las capas

COMPONENTE DEL PAVIMENTO	COEFICIENTE	VALOR COEFICIENTE ESTRUCTURAL a <sub>i</sub> (cm)	OBSERVACIÓN
<b>CAPA SUPERFICIAL</b>			
Carpeta Asfáltica en Caliente, módulo 2,965 MPa (430,000 PSI) a 20 oC (68 oF)	a <sub>1</sub>	0.170 / cm	Capa Superficial recomendada para todos los tipos de Tráfico
Carpeta Asfáltica en Frio, mezcla asfáltica con emulsión.	a <sub>1</sub>	0.125 / cm	Capa Superficial recomendada para Tráfico ≤ 1'000,000 EE
Micropavimento 25mm	a <sub>1</sub>	0.130 / cm	Capa Superficial recomendada para Tráfico ≤ 1'000,000 EE
Tratamiento Superficial Bicapa.	a <sub>1</sub>	0.250 (*)	Capa Superficial recomendada para Tráfico ≤ 500,000EE. No Aplica en tramos con pendiente mayor a 8%; y, en vías con curvas pronunciadas, curvas de volteo, curvas y contracurvas, y en tramos que obliguen al frenado de vehículos
Lechada asfáltica (slurry seal) de 12mm.	a <sub>1</sub>	0.150 (*)	Capa Superficial recomendada para Tráfico ≤ 500,000EE. No Aplica en tramos con pendiente mayor a 8% y en tramos que obliguen al frenado de vehículos
(*) Valor Global (no se considera el espesor)			
<b>BASE</b>			
Base Granular CBR 80%, compactada al 100% de la MDS	a <sub>2</sub>	0.052 / cm	Capa de Base recomendada para Tráfico ≤ 5'000,000 EE
Base Granular CBR 100%, compactada al 100% de la MDS	a <sub>2</sub>	0.054 / cm	Capa de Base recomendada para Tráfico > 5'000,000 EE
Base Granular Tratada con Asfalto (Estabilidad Marshall = 1500 lb)	a <sub>2a</sub>	0.115 / cm	Capa de Base recomendada para todos los tipos de Tráfico
Base Granular Tratada con Cemento (resistencia a la compresión 7 días = 35 kg/cm <sup>2</sup> )	a <sub>2b</sub>	0.070 cm	Capa de Base recomendada para todos los tipos de Tráfico
Base Granular Tratada con Cal (resistencia a la compresión 7 días = 12 kg/cm <sup>2</sup> )	a <sub>2c</sub>	0.080 cm	Capa de Base recomendada para todos los tipos de Tráfico
<b>SUBBASE</b>			
Sub Base Granular CBR 40%, compactada al 100% de la MDS	a <sub>3</sub>	0.047 / cm	Capa de Sub Base recomendada para Tráfico ≤ 15'000,000 EE
Sub Base Granular CBR 60%, compactada al 100% de la MDS	a <sub>3</sub>	0.050 / cm	Capa de Sub Base recomendada para Tráfico > 15'000,000 EE

Fuente: Manual de Carreteras

## Número estructural requerido

Los datos del número estructural se obtienen aplicando la ecuación de diseño de AASTHO que representa el espesor del pavimento lo cual debe ser transformado a espesor efectivo.

$$SN = a_1 \times d_1 + a_2 \times d_2 \times m_2 + a_3 \times d_3 \times m_3$$

## Asfalto modificado

### Ramírez (2006) indica:

Hay asfalto construidos que en muchas ocasiones no son los adecuados para las condiciones requeridas ya sea por el tráfico o por temas climáticos es por ello, se necesitan nuevos diseños de mezcla asfáltica que mejore sus propiedades como la flexibilidad, estabilidad, la impermeabilidad, la durabilidad, la trabajabilidad, la resistencia al deslizamiento y la resistencia a la fatiga.

El beneficio que se puede conseguir modificando el asfalto son:

- Aumentar la resistencia del pavimento.
- Aumenta la resistencia a la fatiga de la mezcla.
- La adhesión del asfalto es mejor con los agregados.
- Disminuye el envejecimiento por que mantiene por más tiempo las características originales del asfalto para ampliar su vida útil.

## Mezcla asfáltica con polvo de caucho

Tueros.M (2017) recomienda:

Recomienda a los ingenieros civiles que ocupan cargos de residente, supervisor, inspector, etc. que estén ejecutando obras viales considerar en su diseño de mezcla asfáltica en caliente la adición de polvo de caucho de 2%, ya que dicha adición mejora las características del MAC, mencionadas en las conclusiones de la presente tesis

La incorporación de polvo de caucho en la mezcla asfáltica convencional mejora el comportamiento de la superficie de rodadura frente al ahuecamiento; puesto que, la

incorporación de polvo de caucho influye en 85%, 87% y 97% los valores de Estabilidad, flujo e índice de rigidez de la mezcla asfáltica convencional respectivamente de investigación.

### Estudio de tránsito

De acuerdo al Plan de Desarrollo Urbano del distrito de Pucyura. El Mejoramiento de la transitabilidad vehicular y peatonales del jirón San Salvador, se encuentra identificada como una vía de primer Orden que reciben flujos medios de tránsito. Con el presente proyecto de pavimentación buscamos la solución a los problemas de tránsito y congestión, uniformizando las pistas, veredas y colocación de señales de tránsito.

### Exploración de suelo

Para el estudio de suelo de la investigación se va usar la norma AASHTO T 86-90 que equivale al ASTM D420-69 estando establecido en la norma MTC E101, para poder afirmar que solo va ser necesario una calicata por Kilómetro en todo el jirón San Salvador según el tránsito de vehículo IMDA  $\leq 20$ .

**TABLA 9.** *Numero de Calicatas para exploración de suelos*

**Número de Calicatas para Exploración de Suelos**

Tipo de Carretera	Profundidad (m)	Número mínimo de Calicatas	Observación
Autopistas: carreteras de IMDA mayor de 6000 veh/día, de calzadas separadas, cada una con dos o más carriles	1.50m respecto al nivel de subrasante del proyecto	<ul style="list-style-type: none"> <li>Calzada 2 carriles por sentido: 4 calicatas x km x sentido</li> <li>Calzada 3 carriles por sentido: 4 calicatas x km x sentido</li> <li>Calzada 4 carriles por sentido: 6 calicatas x km x sentido</li> </ul>	Las calicatas se ubicarán longitudinalmente y en forma altemada
Carreteras Duales o Multicarril: carreteras de IMDA entre 6000 y 4001 veh/día, de calzadas separadas, cada una con dos o más carriles	1.50m respecto al nivel de subrasante del proyecto	<ul style="list-style-type: none"> <li>Calzada 2 carriles por sentido: 4 calicatas x km x sentido</li> <li>Calzada 3 carriles por sentido: 4 calicatas x km x sentido</li> <li>Calzada 4 carriles por sentido: 6 calicatas x km x sentido</li> </ul>	
Carreteras de Primera Clase: carreteras con un IMDA entre 4000-2001 veh/día, de una calzada de dos carriles.	1.50m respecto al nivel de subrasante del proyecto	<ul style="list-style-type: none"> <li>4 calicatas x km</li> </ul>	Las calicatas se ubicarán longitudinalmente y en forma altemada
Carreteras de Segunda Clase: carreteras con un IMDA entre 2000-401 veh/día, de una calzada de dos carriles.	1.50m respecto al nivel de subrasante del proyecto	<ul style="list-style-type: none"> <li>3 calicatas x km</li> </ul>	
Carreteras de Tercera Clase: carreteras con un IMDA entre 400-201 veh/día, de una calzada de dos carriles.	1.50m respecto al nivel de subrasante del proyecto	<ul style="list-style-type: none"> <li>2 calicatas x km</li> </ul>	
Carreteras de Bajo Volumen de Tránsito: carreteras con un IMDA $\leq 200$ veh/día, de una calzada.	1.50m respecto al nivel de subrasante del proyecto	<ul style="list-style-type: none"> <li>1 calicata x km</li> </ul>	

Fuente: Manual de Ensayo de Materiales del MTC

**TABLA 10.** Factor de distribución Direccional y de Carril

Número de calzadas	Número de sentidos	Número de carriles por sentido	Factor Direccional (Fd)	Factor Carril (Fc)	Factor Ponderado Fd x Fc para carril de diseño
1 calzada (para IMDa total de la calzada)	1 sentido	1	1.00	1.00	1.00
	1 sentido	2	1.00	0.80	0.80
	1 sentido	3	1.00	0.60	0.60
	1 sentido	4	1.00	0.50	0.50
	2 sentidos	1	0.50	1.00	0.50
	2 sentidos	2	0.50	0.80	0.40
2 calzadas con separador central (para IMDa total de las dos calzadas)	2 sentidos	1	0.50	1.00	0.50
	2 sentidos	2	0.50	0.80	0.40
	2 sentidos	3	0.50	0.60	0.30
	2 sentidos	4	0.50	0.50	0.25

Fuente: del Ministerio de Transportes y Comunicaciones

### 3.6 Método de análisis de datos

En la presente investigación se realizó un análisis riguroso al tema investigado para obtener sus datos mediante gráficos comparativos con sus interpretaciones que luego fueron tomadas para la posterior contrastación de hipótesis, todo ello con el siguiente proceso:

- Se realizó un filtro de investigaciones que pudiera haber trabajado con mezcla asfáltica y la incorporación del polvo de caucho reciclado, en el que resalten los efectos causados en sus características así como la densidad, vacíos en la mezcla, y resistencia al utilizar esta nueva forma de reutilizar el caucho reciclado.

- Finalmente se realizó un análisis de cada efecto para poder describirla convergiendo las investigaciones de todos los autores, a fin de establecer una contrastación con las hipótesis y posteriormente las conclusiones.
- Grafico estadísticos
- Desviación estándar
- Media aritmética

### **3.7 Aspectos éticos**

Para el proyecto de investigación se hace referencia al Artículo 14. Del código de ética del colegio de ingeniero para estar al servicio de la sociedad. Tienen el deber de aportar al bienestar humano, dando importancia principal a la seguridad y adecuada utilización de los recursos en el desempeño de sus labores profesionales. Los ingenieros deben mostrar y hacer suyos los principios y aplicar en el ejercicio profesional.

En el desarrollo del proyecto de investigación hemos considerado y respetado normas, técnicas y métodos que estamos comprometidos a realizar un buen diseño, veraz y efectivo en el pavimento de mezcla asfáltica con polvo de caucho siendo muy confiable, porque va estar basada en la norma ASTM-422 y utilizando el método de Marshall que van tener como objetivo brindarnos los resultados que esperamos obtener para proponer un nuevo diseño de mezcla asfáltica que nos ayude a aumentar la resistencia del pavimento y un mayor periodo de vida útil en el pavimento flexible. Se va tomar acciones para cuidar el medio ambiente reutilizando las llantas fuera de uso, que cada vez aumentan más por el incremento de la industria automotor produciendo toneladas de llantas en desuso.

## **IV. RESULTADO**

## 4.1. Levantamiento topográfico

### 4.1.1 Objetivo

El objetivo del Levantamiento Topográfico de las calles de Pucyura es proyectar la superficie de los pavimento para plasmarlo en un plano y obtener datos de nuestro proyecto del pasaje San Salvador con el fin de facilitar datos para los metrados de movimiento de tierra y otras partidas de un futuro proyecto.

### 4.1.2. Nivelación de los puntos de control

Se consideró un punto en específico para tomar el GPS Navegador (E-1), utilizando el nivel automático se realizó la nivelación geométrica de circuito cerrado para alcanzar a las cotas corregidas (BM). Sirvió de base para el levantamiento topográfico.

**TABLA 11.** Puntos de levantamiento topográficos.

TABLA DE PUNTOS				
N° DE PUNTO	ESTE (Y)	NORTE	COTA (Z)	DESCRIPCIÓN
2	812574.61	8508108.63	3409.37	BM6
189	812983.37	8508122.89	3408.56	BM3
135	812868.4	8508008.89	3411.18	BM2
325	812582.09	8508220.71	3407.11	BM7
89	812823.63	8507825.58	3417.02	BM1
315	812575.32	8508173.16	3407.87	BM9
360	812651.32	8508154.35	3409	BM4
502	812828.49	8507927.66	3412.88	BM8

Fuente: Elaboración propia

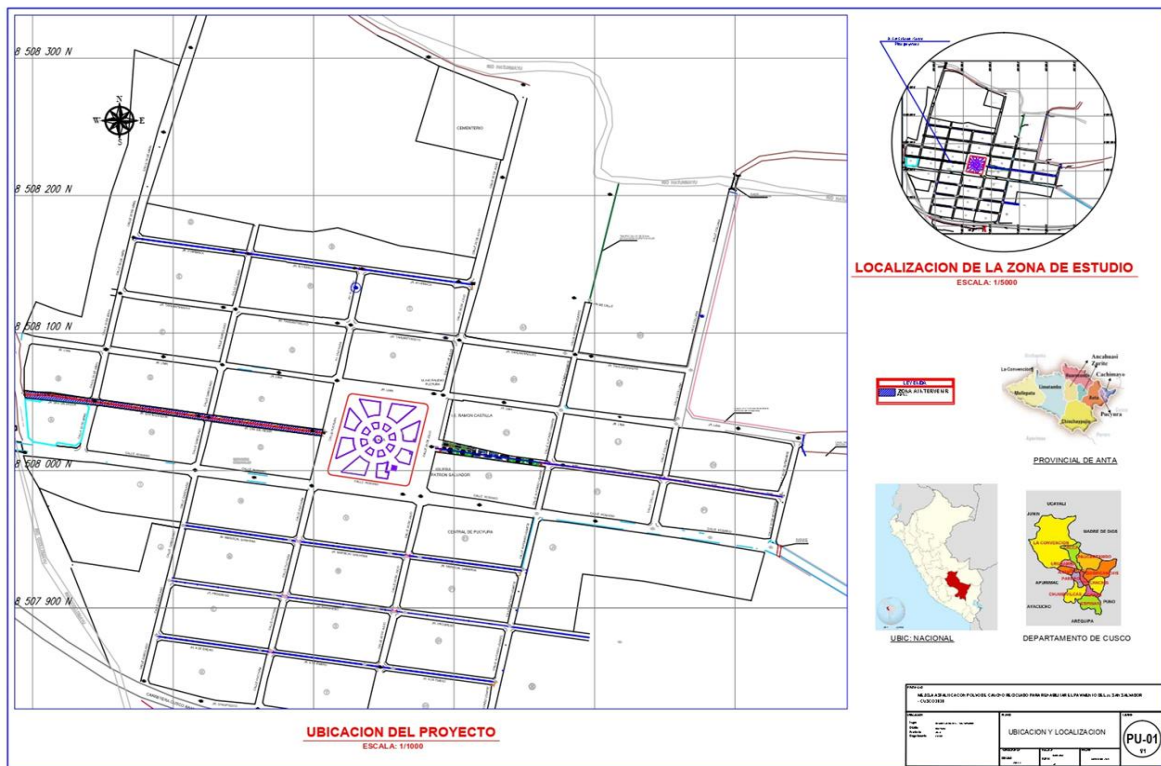


Figura 8: Plano topográfico.

**TABLA 12.** Datos topográficos de las vías

Secciones	Vía	PROGRESIVAS	ANCHO DE VIAS	PENDIENTE
1	PSJ. SAN SALVADOR	0+000 – 212	3.00	0.13%
2	CA. 30 DE ABRIL	0+000 – 120	3.50	0.35%
3	PSJ. ALFONSO UGARTE	0+000 – 178	3.00	0.20%
4	AYARMACA	0+000 – 140	3.00	2.61%
5	6 DE ENERO	0+000 -- 130	3.50	0.45%
6	MARISCAL GAMARRA	0+000 – 250	3.00	1.50%
7	PROGRESO	0+000 – 147	3.50	2.00%

Fuente: Elaboración propia



## 4.2. Estudio de mecánica de suelo

- C1: Jirón San Salvador

El estudio de suelo para la investigación fue una calicatas a cielo abierto con una profundidad de 1.50m desde la subrasante del terreno, luego las muestras se analizaron en laboratorio sus respectivos ensayos: Granulometría, limite líquido, limite plástico, contenido de humedad , clasificación de suelos (SUCS), Proctor Modificado y CBR ( Razón soporte California) con el fin de recomendar el espesor del material granular a utilizar habiéndose hallado la estratigrafía siguiente del sub suelo en el área del proyecto, siendo heterogéneo en los niveles de fundación y apoyo de las vías proyectadas.

### Identificación y tipo de suelo

Luego del análisis de suelo se encontró según el Sistema Unificado de Clasificación de Suelo es: SUCS-CL (Arcilla ligera con arena pobremente graduada) considerado un suelo vulnerable ante un sismo y factores climáticos como la filtraciones de agua.

**TABLA 13.** Características del suelo

Pozos y/o Calicatas (C)	Caracterización de Estratos		
	Estrato (E)	Profundidad	Composición
C-1	E-01	0.00 m - 0.15 m	<b>Relleno Antrópico;</b> color Marrón.
	E-02	0.15 m - 1.50 m	<b>Arcilla Ligera con Arena (CL);</b> color Marrón.

Fuente: elaboración propia

### Parámetros de diseño geotécnico de vías proyectadas

Los parámetros que se proyectaron para la vía son.

**TABLA 14.** Diseño del CBR

Pozos y/o Calicatas (C)	Caracterización de Estratos		
	Estrato (E)	Profundidad	CBR (CALIFORNIA BEARING RATIO) DE LA SUB RASANTE (%)
C-01	E-02	0.15 m - 1.50 m	<b>13.00</b>

Fuente: Elaboración propia

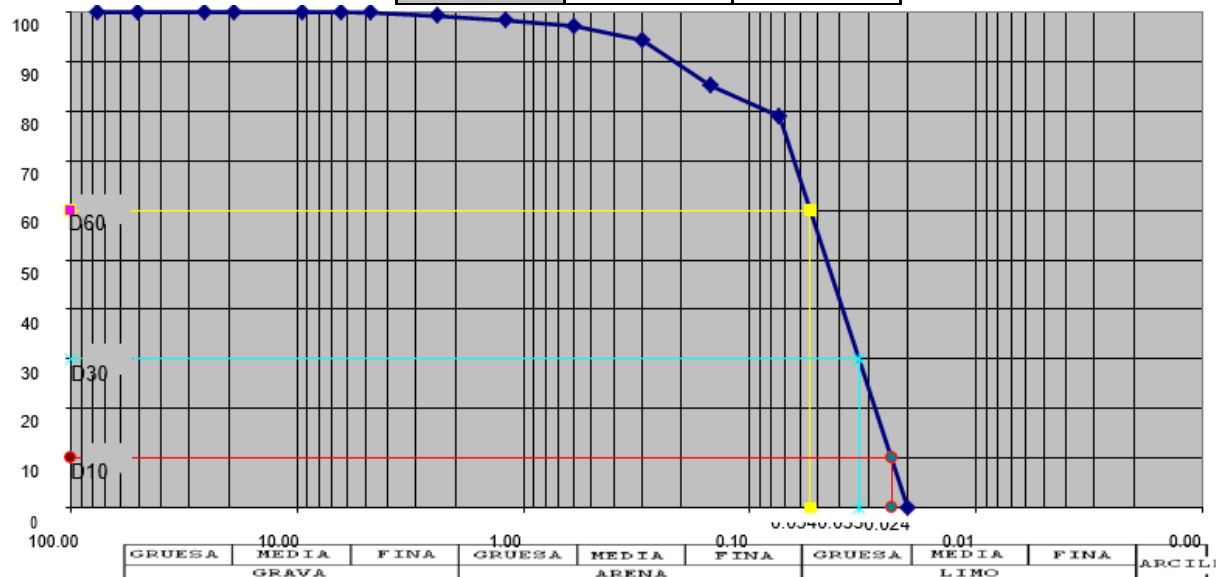
De nuestro estudio se puede obtener el CBR de la subrasante el 13%

### Análisis de compactación

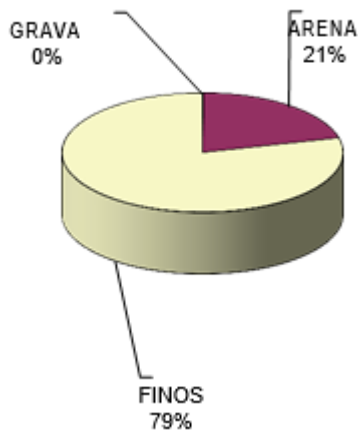
El método de compactación in situ. Se deberá verificar que el grado de compactación no sea menor al 95% y 98% para base y sub base, como mínimo del resultado obtenido por el método ASTM D-1557.

### Análisis granulométricos

Abertura del Tamiz		Peso Retenido	Peso Corregido	Retenido %	Pasante %
Tamiz	mm.				
3"	76.20	0.00	0.00	0.00	100.00
2"	50.80	0.00	0.00	0.00	100.00
1"	25.40	0.00	0.00	0.00	100.00
3/4"	19.05	0.00	0.00	0.00	100.00
3/8"	9.53	0.00	0.00	0.00	100.00
1/4"	6.35	0.00	0.00	0.00	100.00
# 4	4.75	0.56	0.56	0.11	99.89
# 8	2.38	3.86	3.86	0.73	99.16
# 16	1.19	4.56	4.56	0.86	98.30
# 30	0.59	5.84	5.84	1.10	97.20
# 50	0.30	15.40	15.40	2.91	94.29
# 100	0.15	47.98	47.98	9.07	85.22
# 200	0.07	33.14	33.14	6.26	78.95
cazuela	0.0	2.72	417.66	78.95	0.00
		114.06	529.00	100.00	



D <sub>60</sub>	D <sub>30</sub>	D <sub>10</sub>	Cu	Cc	GRAVA	ARENA	FINOS
0.054	0.033	0.024	2.28	0.85	0.11	20.94	78.95



CLASIFICACIÓN SUCS
CL
Arcilla con Arena

### Resultados obtenidos

Se presenta en los cuadros resumen, los resultados obtenidos a partir de los Ensayos realizados en Laboratorio en los niveles de fundación propuestos.

**TABLA 14.** Índice de plasticidad

MUESTRA	POZO	ESTRATO Nº	PROFUNDIDAD	C. A. %	LP %	LL %	IP
1	C-01	E-02	0,15 m.-1,50 m.	13.71	9.67	22.59	12.92

Fuente: Elaboración propia

### 4.3. Estudio de tráfico

El estudio del tráfico nos proporciona información esencial para el volumen de tráfico que es la cantidad de vehículos que pasan por un carril en un tiempo determinado. Las unidades de medidas es vehículos/día; vehículos/hora, para luego ver la cantidad de eje equivalente, así determinar el diseño de pavimento.

Se va determinar el Índice Medio Diario (IMD). Según el periodo de análisis para medir el volumen del tránsito, como índice medio diario semanal (IMDS), índice medio diario mensual (IMDM), o índice medio diario anual (IMDA).

El índice medio diario anual (IMDA) es la cantidad de vehículos o el volumen del tráfico, contado en una semana más un factor de corrección que estima la cantidad de vehículas de pasajero y mercancía en un año.

El índice medio diario anual (IMDA) es igual a la multiplicación de Índice medio diario semanal (IMDS) por Factor de corrección estacional (FC).

$$\text{IMDA} = \text{IMDS} \times \text{FC}$$

El índice medio diario semanal (IMDS) se saca a partir del volumen de tráfico diario sumado durante una semana según el tipo de vehículo en un tramo determinado y dividido entre siete para sacar el promedio.

$$\text{IMDS} = \sum V_i / 7$$

Vi: La suma del Volumen vehicular diario durante 7 días de conteo volumétrico.

El Factor de Corrección Estacional (FC), se obtiene de Provias Nacional.

Factor de Equivalencia de carga (FEC)

Por medio de la norma de AASHTO (American Association of State Highway and Transportation Officials) o (Asociación Americana de Oficiales de Carreteras Estatales y Transporte), se obtienen los resultados, de los tramos de pruebas que muestran el daños producido por las distintas configuraciones de eje y cargas, puede representarse por un número equivalente de pasadas de un eje simple patrón de rueda doble de 18 kips (80 kN, 8.2 Ton.) produciendo un daño parecido a la composición del tráfico.

Factor Camión

Es la cantidad de aplicaciones de cargas por eje simple de 80 KN de vehículos al realizar una pasada, este factor camión puede registrar vehículos de un solo tipo, clase o a un grupo de vehículos.

## Eje equivalente

Es la cantidad de repeticiones del eje de carga equivalente de 18 kips (80 KN) para un periodo determinado, las cargas de los ejes equivalentes que con el pasar del tiempo causan daños se les considera como el factor destructivo de la estructura del pavimento, por ello es muy importante determinar el eje equivalente que es el ESAL (Equivalent Simple Axial Load Carga Axial Simple Equivalente), así sabremos cuanto tiempo va durar nuestro pavimento, como bien los proyectos no se ejecutan en el mismo año es por ello que se diseñó para ejecutarse de acá a 4 años como máximo.

El ESAL se calcula de la siguiente manera:

$$ESAL = 365 * (\sum f.IMDa) * Fd * Fc * Fca$$

*IMDA*=365 Índice Medio Diario Anual

*Fca*.= Factor de vehículo pesado

*Fd*= Factor direccional (0.50)

*Fc*= Factor de distribución por carril. (1.00)

### Factor de vehículos pesados

$$\text{Factor } Fca = \frac{(1+r)^n - 1}{r}$$

*n* = Numero de año del periodo de diseño

*r* = Tasa anual de crecimiento del transito

**TABLA 15. Factor de distribución**

Factores de Distribución Direccional y de Carril para determinar el Tránsito en el Carril de Diseño

Número de calzadas	Número de sentidos	Número de carriles por sentido	Factor Direccional (Fd)	Factor Carril (Fc)	Factor Ponderado Fd x Fc para carril de diseño
1 calzada (para IMDa total de la calzada)	1 sentido	1	1.00	1.00	1.00
	1 sentido	2	1.00	0.80	0.80
	1 sentido	3	1.00	0.60	0.60
	1 sentido	4	1.00	0.50	0.50
	2 sentidos	1	0.50	1.00	0.50
	2 sentidos	2	0.50	0.80	0.40
2 calzadas con separador central (para IMDa total de las dos calzadas)	2 sentidos	1	0.50	1.00	0.50
	2 sentidos	2	0.50	0.80	0.40
	2 sentidos	3	0.50	0.60	0.30
	2 sentidos	4	0.50	0.50	0.25

Fuente: Ministerio de Transportes y comunicaciones

ESAL de diseño

**TABLA 16. Esal de diseño**

PAVIMENTO FLEXIBLE			
Tasa anual de crecimiento vehicular pesados	r:	4,43%	
Tiempo de vida util de pavimento (años)	n:	20	
Factor de Fca vehiculos pesados	$\text{Factor Fca} = \frac{(1+r)^n - 1}{r}$	Fca	31,41
Nº de calzadas, sentidos y carriles por sentido			1 Calzada, 2 Sentidos, 1 Carril por sentido
Factor direccional x Factor de carril (Fd*Fc)	Fc*Fd		0,5

Fuente: Elaboración propia

**TABLA 17. Relación de cargas por eje para determinar eje equivalente**

**Relación de Cargas por Eje para determinar Ejes Equivalentes (EE)  
Para Afirmados, Pavimentos Flexibles y Semirrígidos**

Tipo de Eje	Eje Equivalente (EE <sub>8.2 tn</sub> )
Eje Simple de ruedas simples (EE <sub>S1</sub> )	$EE_{S1} = [ P / 6.6 ]^{4.0}$
Eje Simple de ruedas dobles (EE <sub>S2</sub> )	$EE_{S2} = [ P / 8.2 ]^{4.0}$
Eje Tandem (1 eje ruedas dobles + 1 eje rueda simple) (EE <sub>TA1</sub> )	$EE_{TA1} = [ P / 14.8 ]^{4.0}$
Eje Tandem ( 2 ejes de ruedas dobles) (EE <sub>TA2</sub> )	$EE_{TA2} = [ P / 15.1 ]^{4.0}$
Ejes Tridem (2 ejes ruedas dobles + 1 eje rueda simple) (EE <sub>TR1</sub> )	$EE_{TR1} = [ P / 20.7 ]^{3.9}$
Ejes Tridem (3 ejes de ruedas dobles) (EE <sub>TR2</sub> )	$EE_{TR2} = [ P / 21.8 ]^{3.9}$
P = peso real por eje en toneladas	

Fuente: Ministerio de Transportes y comunicaciones

**TABLA 18. Índice medio diario anual**

TIPO DE VEHICULO		IDMA 2024	TIPO EJE	NUMERO LLANTA	CARGA EJE tn	f P.	f. IMDA
						FLEXIBLE	FLEXIBLE
VEHICULO	Autos	20	SIMPLE	2	1	0,000527	0,010540331
		20	SIMPLE	2	1	0,000527	0,010540331
	Pick UP	22	SIMPLE	2	1	0,000527	0,011594364
		22	SIMPLE	2	1	0,000527	0,011594364
	Rural	27	SIMPLE	2	1	0,000527	0,014229447
		27	SIMPLE	2	1	0,000527	0,014229447
	Micro	21	SIMPLE	2	1	0,000527	0,011067348
21		SIMPLE	2	1	0,000527	0,011067348	
CAMION	2E	9	SIMPLE	2	7	1,265367	11,38830074
		9	SIMPLE	4	11	3,238287	29,14458265
	3E	1	SIMPLE	2	7	1,265367	1,265366749
		1	TANDEM	8	18	2,019213	2,019213454
<b>∑f.IMDa</b>							<b>43,91232657</b>

Fuente: Elaboración propia

**Fuente: Propia**

**ESAL de diseño es:**

$$ESAL = 365 * 49.91232657 * 0.5 * 1 * 31.41$$

$$ESAL = 251720$$

## Diseño de pavimento Flexible

Para el diseño del pavimento flexible se basó en la norma N°034-2008-MTC, teniendo como procedimiento necesario, en primera instancia se tomó el estudio de tráfico y estudio de suelo por medio del método de ASSTHO-93 logrando conseguir los siguiente datos.

**TABLA 19.** *Diseño de pavimento flexible*

DISEÑO DE PAVIMENTO FLEXIBLE		
Carga de trafico vehicular impuesto por el pavimento	<b>Esal (W18)</b>	251720
Seulo de la Subrasante	<b>CBR</b>	13%
Modulo de resiliencia de la subrasante	$M_r \text{ (psi)} = 2555 \times \text{CBR}^{0.64}$	<b>M<sub>R</sub> (psi)</b> 13162,12
tipo de trafico	<b>Tipo</b>	TP1
numero de etapas	<b>Etapas</b>	1
nivel de confiabilidad	<b>Conf.</b>	70%
Coefficiente estadistico de desviación estandar normal	<b>Z<sub>R</sub></b>	-0,524
desviación estandar convinado	<b>S<sub>o</sub></b>	0,45
Indice de serviciabilidad inicial según rango de tráfico	<b>P<sub>i</sub></b>	3,80
Indice de serviciabilidad final según rando de tráfico	<b>P<sub>t</sub></b>	2
Diferencia de serviciabilidad según rando de tráfico	<b>Δ PSI</b>	1,80
Periodo de diseño	20 años	
tipo de via	Troncal	
Diseño estructural de un pavimento Flexible según el MTC		

Fuente: Elaboración propia

Numero estructural requerido (SN)

$$\log_{10}(W_{18}) = Z_R S_D + 9.36 \log_{10}(SN + 1) - 0.2 + \frac{\log_{10}\left(\frac{\Delta PSI}{4.2 - 1.5}\right)}{0.4 + \frac{1094}{(SN + 1)^{5.19}}} + 2.32 \log_{10}(M_R) - 8.07$$

Numero estructural requerido (SN) = **1,95**



## Coeficiente estructural de capas

**TABLA 20.** Coeficiente estructural de capas

Capa Superficial	Base	Sub Base
a1	a2	a3
Carpeta asfáltica en caliente, modulo 2965 Mpa (430 000 PSI) a 20 °C (68 °F)	Base Granular CBR 80%, compactada al 100% de la MDS	Sub Base Granular CBR 40%, compactada al 100% de la MDS
Capa Superficial recomendada para todos los tipos de Tráfico	Capa de Base recomendada para Tráfico ≤ 5'000,000 EE	Capa de Sub Base recomendada para Tráfico ≤ 15'000,000 EE
0,17	0,052	0,047

Fuente: Manual de carretera

## Coeficiente de drenaje para Base y Sub-base granular

m2	m3
1	1

Numero estructural Resultado

$$SN = a_1 \times d_1 + a_2 \times d_2 \times m_2 + a_3 \times d_3 \times m_3$$

$$SNR = 2,335$$

## Espesor de capas

d1	d2	d3
5	15	15
Capa superficial (cm)	Base (cm)	SubBase (cm)

SNR (Requerido)	1,945	Debe cumplir SNR (Resultado) > SNR (Requerido)
SNR (Resultado)	2,335	Cumple

## **4.5. Muestras y Procedimientos de ensayo**

### **4.5.1. Cantera**



*Figura 9. La cantera*

### **4.5.2. Ubicación**

La cantera se encuentra en el departamento de cusco, provincia de anta, distrito de pucyura – “sector paltaybamba”.

### **4.5.3. Movilización y Extracción**

Los agregados se extrajeron de la cantera de anta por método de inicio mecánico, debido a la masa de piedra que muestra una menor recurrencia de la hendidura y muestra una protección más notable contra la mecánica y que las cualidades de la dureza pueden separarse mediante estrategias directas.

## **4.6. Ensayo granulométrico**

### **4.6.1. Ensayo granulométrico por tamizado**

El objetivo es determinar de manera cuantitativa la separación de los diversos materiales que encontraremos en los agregados finos y gruesos, según la norma ASTM D-422 la cual indica que el método para así obtener los datos proporcionados

por los porcentajes de cada uno de los tamices para garantizar una correcta clasificación y distribución de la serie empleada en el ensayo, hasta la malla n°200.

### Herramientas y equipos

- Bandejas
- Cepillos
- Brocha
- Serie de tamices
- Vasijas
- Horno
- Balanza



*Figura 10. Tamizado de agregados*

TABLA 21. Tamices empleadas para el ensayo granulométrico según norma ASTM D-422.

3 in (75.0 mm)	Nº 4 (4.75 mm)
2 in (50.0 mm)	Nº 10 (2.00 mm)
1 ½ in (38.1 mm)	Nº 20 (0.850mm)
1 in (25.0 mm)	Nº 30 (0.600 mm)
¾ in (19.0 mm)	Nº 40 (0.425 mm)
½ in (12.5 mm)	Nº 60 (0.250 mm)
3/8 in (9.5 mm)	Nº 100 (0.150 mm)
¼ in (6.3 mm)	Nº 200 (0.075 mm)

Fuente: Manual de carretera

#### 4.6.2. Procedimiento

- Realizar un cuarteo uniforme para hacer una correcta distribución y así tener un dato óptimo en el tamizado de los agregados.



Figura 11. Proceso del tamizado

- Secar el material y tomar las medidas correspondientes y pesos de cada muestra.

- Siguiendo el paso se toma el peso del material requerido de acuerdo a la Tabla N°, y se procede a lavarlo a través del tamiz N° 200, luego el material retenido debe de secarse en el horno por 24 horas.



*Figura 12. Polvo de caucho reciclado*

- Separe el tamiz en una progresión de divisiones utilizando los tamices. Para la determinación del material que se está probando. En la tarea de tamizado manual, el colador o los tamices se mueven de un lado a otro y los círculos se vuelven a lavar de la manera en que el ejemplo continúa avanzando el trabajo.
- Pesado del material retenido en cada tamiz.
- Se separan por cuarteles, 115 g para suelos arenosos y 65 g para suelos arcillosos y limosos, pesándolos con una precisión de 0,1 g.
- El análisis granulométrico de la fracción que pasa por el tamiz de 4.760 mm (No. 4) se verá afectado por el TAMAÑO Y / O LA SEDIMENTACIÓN de acuerdo con las características de la muestra y de acuerdo con la información requerida.
- Esta es la parte que debe seguirse para analizar de la misma forma que la anterior para el material retenido en el tamiz No. 200, con los tamices que se muestran en la Tabla N°

## **4.7. Diseño de mezcla asfáltica**

### **4.7.1. Características y comportamiento de la Mezcla**

En el estudio que se realiza en el laboratorio decide una conducta en la estructura del pavimento, se obtiene varias cualidades en la mezcla y el impacto que pueda ocasionar en ella.

Las características y comportamientos de la mezcla son:

- Densidad de la mezcla.
- Vacíos en la mezcla.
- Estabilidad
- flujo

### **4.7.2. Consideraciones en el diseño de las mezclas**

Las excelentes mezclas de negro funcionan de manera extraordinario como deberían ser, se crean y ponen de modo que se adquieran las propiedades ideales, se trata de, impermeabilidad, adaptabilidad, solidez, utilidad, protección contra la costa, protección contra el agotamiento. El objetivo es garantizar que la mezcla de limpieza tenga cada una de estas propiedades.

### **4.7.3. Ensayos realizados**

#### **4.7.3.1. Ensayo de Marshall**

##### **Objetivo**

A través de este ensayo se determinara las proporciones más adecuadas para la mezcla asfáltica, así mismo también se podrá establecer la estabilidad, densidad y la posible deformación de la mezcla del estudio, en ASTM D-1559 método Marshall para las mezclas asfálticas, se podrá seguir los respectivos pasos para poder llevar a cabo este tipo de ensayo de una manera más óptima y respetando así los procesos de esta norma.

## **Herramientas y Equipos**

- Equipo Marshall
- Martillo de compactación
- Moldes de compactación
- Pedestal de compactación
- Sujetador del molde
- Extractor
- Hornos
- Baño de agua
- Equipo misceláneo
- Mordaza

## **Procedimiento**

Para iniciar, obtenemos las respectivas muestras depositadas en las vasijas con el material ya proporcionado y se pasa a pesar cada una de las muestras.

Se procede a colocar las muestras a calentar en el horno a una temperatura aproximada entre 140° y 150°C.

Seguidamente se pone a calentar los moldes entre temperaturas de 95° y 150°C, para luego colocar en la base de la compactación. Se agregó también un filtro a la base y se le vertió la muestra contenida en una de las bandejas con las diversas proporciones, de esta manera se distribuye la mezcla aplicando los 50 golpes con ayuda de una espátula de compactación.

Seguidamente se introduce el termómetro en la mezcla con el fin de ver la temperatura de la compactación y se anota los datos respectivos, este tipo de procedimiento será consecutivo con las siguientes proporciones faltantes.

Pasando las siguientes dos horas de elaboración, desmoldamos las probetas, con la ayuda del aparato extractor, se pesa así las probetas secas en aire y se anotan los pesos respectivos, como siguiente paso se introducen en un baño de agua a unos

25°C durante un periodo de 5 min, cuando culmine el tiempo sacamos del baño y las dejamos en agua.

A continuación, se procede a enjuagar su superficie y las dejamos al aire libre para así poder determinar el peso en aire de las probetas saturadas con superficie seca.

Luego calentamos el baño de agua hasta llegar a alcanzar la temperatura de ensayo (60°C), sumergimos entonces las probetas espaciadas en dos minutos una de la otra con la finalidad de permanecer en el agua el mismo tiempo, durante unos 35 minutos cada una de las probetas.

Cuando haya pasado el tiempo se procede a sacar las probetas para así colocarlas en las mordazas de la máquina del ensayo Marshall, hasta que la probeta alcance al estado límite de su estabilidad, y es donde anotamos los valores ya obtenidos del ensayo y se concluye.



*Figura 13. Colocación de probetas en las mordazas*

Resumen de resultado de mezclas asfáltica que se realizó para comparar una mezcla convencional con una mezcla con polvo de caucho reciclado de llantas.



**TABLA 21.** Resumen contenido de liante diseño convencional y/o tradicional

<b>RESUMEN OPTIMO DE CONTENIDO DEL LIGANTE (DISEÑO CONVENCIONAL)</b>				
ASTM D-2041 (rice)	2.556	2.598	2.505	2.558
ASFALTO ABSORBIDO	0.26	0.26	0.26	0.26
% C.A.	5.7	4.7	4.7	4.7
VOLUMEN DE VACIOS	4.01	3.07	4.07	4.90
V. DEL AG. MINERAL	15.4	12.6	16.6	15.6
V.LL.CON LIGANTE	74.00	75.60	75.50	68.50
FLUENCIA	2.98	3.75	3.18	2.86
ESTABILIDAD	681.10	638.80	661.80	674.00
ESTABILIDAD/ FLUJO	2285.2	1706.4	2087.8	2361.9

Fuente. Elaboración propia

**TABLA 22.** Resumen de resultados de la mezcla asfáltica convencional y/o tradicional

DESCRIPCIÓN DEL ENSAYO	RESUMEN DE RESULTADOS			ESPECIFICACION TECNICA (mezcla tipo B)
	- 0.3%	OPTIMO	+ 0.3%	
GOLPES POR LADO		50		50
ce, emp asfáltico	---	5,70	---	(+/- 0.3%)
PESO UNITARIO	---	2,566	---	
VACIOS	---	4,01	---	3 - 5
V.M.A.	---	15,4	---	Mín 14
VFA %	---	74,0	---	65 -78
FLUENCIA	---	2,98	---	2 - 4
ESTABILIDAD	---	681,1	---	Mín. 544
RELACIÓN ESTABILIDAD / FLUENCIA	---	2285	---	1700 - 4000
INDICE DE COMPACTIBILIDAD	---	---	---	Mín. 5
ESTABILIDAD RETENIDA, 24 horas a 60°C	---	---	---	Mín. 75
RESISTENCIA, RETENIDA EN TRACCION	---	---	---	80 min
FILLER / LIGANTE	---	---	---	0.6 - 1.3

Fuente: Elaboración propia

**TABLA 23.** Resumen de resultados de la mezcla asfáltica optima con 5% de polvo de caucho reciclado

RESUMEN DE RESULTADOS				ESPECIFICACION TECNICA (mezcla tipo B)
DESCRIPCIÓN DEL ENSAYO	- 0.3%	OPTIMO	+ 0.3%	
GOLPES POR LADO		50		50
caucho reciclado	---	5,00	---	(+/- 0.3%)
PESO UNITARIO	---	2,505	---	
VACIOS	---	4,1	---	3 - 5
V.M.A.	---	16,6	---	Min 14
VFA %	---	75,5	---	65 -78
FLUENCIA	---	3,18	---	2 - 4
ESTABILIDAD	---	661,8	---	Mín. 544
RELACIÓN ESTABILIDAD / FLUENCIA	---	2088	---	1700 - 4000
INDICE DE COMPACTIBILIDAD	---	---	---	Mín. 5
ESTABILIDAD RETENIDA, 24 horas a 60°C	---	---	---	Mín. 75
RESISTENCIA, RETENIDA EN TRACCION	---	---	---	80 min
FILLER / LIGANTE	---	---	---	0.6 - 1.3

Fuente: Elaboración propia

La tabla N° se determina los resultados finales en el cual tenemos un óptimo de 5% de polvo de caucho el cual cumple con todas las especificaciones técnicas peruanas.

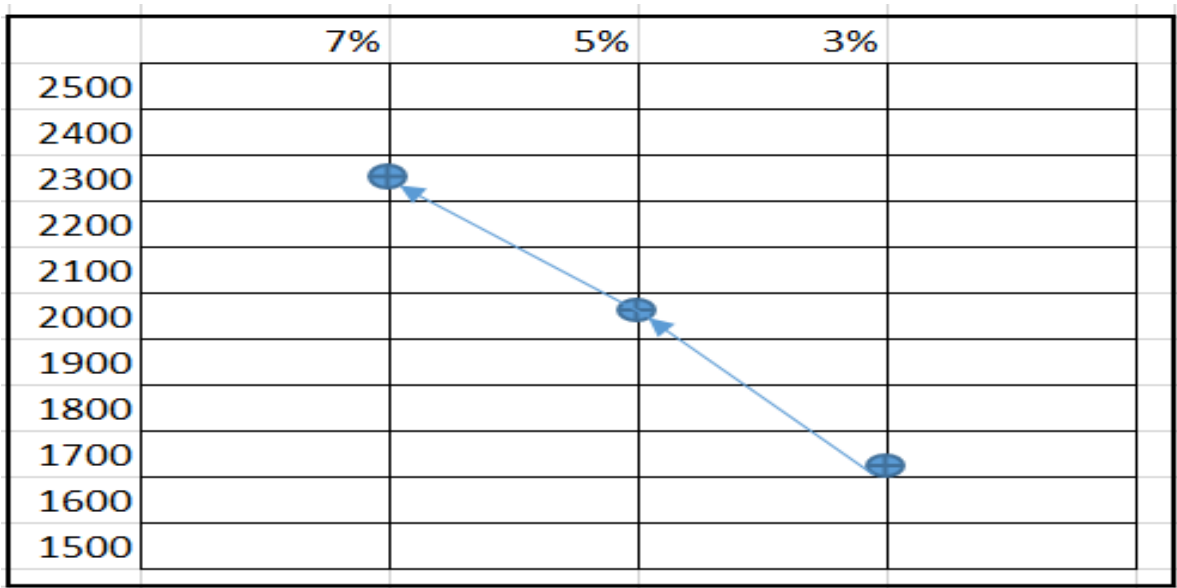
Este diseño se realizó con diferentes porcentajes de polvo de caucho utilizando el cemento asfáltico RC 250 - pen 60/70, el cual la norma nos menciona que debemos de diseñar para una carretera tipo B, y del cual tenemos que con 3% de polvo de caucho reciclado incorporado en la mezcla no cumple con los parámetro de diseño el cual está fuera del margen de relación de estabilidad y fluencia.

Es por ello que utilizaremos ese 5 % de polvo de caucho reciclado para cumplir con los parámetros de diseño el cual es adecuado para la rehabilitación del pavimento del jirón san salvador- cusco 2020.

**TABLA 24. Diseño convencional y/o tradicional**

Relación estabilidad flujo			
C.A. = 5.7 convencional	C.A = 4.7 Polvo de caucho =3%	C.A = 4.7 Polvo de caucho =5%	C.A = 4.7 polvo de caucho = 7%
2285	1706	2088	2362

Fuente: elaboración propia



El presente cuadro muestra la resistencia del material con el diseño de mezcla asfáltica en caliente con polvo de caucho con diferentes porcentajes de polvo de caucho reciclado, el que cumple de la mejor manera es el de 5%.

El cual cumple con las especificaciones técnicas para una mezcla tipo B que se utiliza para la rehabilitación del jirón san salvador – cusco 2020.

#### 4.7.4. Peso específico de bulk

##### Objetivo del ensayo

Con este ensayo vamos a determinar la gravedad específica y la cantidad de vacíos de los especímenes compactados (briquetas) del ensayo Marshall, siguiendo los cumplimientos de la norma ASTM D -1188.

##### Herramientas y Equipos

- Muestras de ensayo (briquetas)
- Cilindro de calibración
- Espuma de poliuretano
- Parafina
- Baño de agua
- Balanza con una aproximación de 0.01gr

#### 4.7.4.1 Procedimiento

En primer lugar, especificamos la envoltura de las briquetas de prueba.

Determinamos la gravedad específica sin recubrir

Se procede a seccionar en dos partes la parafina, para revestir con espuma de poliuretano y parafina derretida la muestra, con una envoltura suficientemente voluminosa para rubricar los espacios o vacíos visibles.

Dejamos reposar al aire, luego procede con el pesado para obtener la masa de las briquetas, en un baño de 25° C de agua.

DENSIDAD			
<b>C.A. = 5.7 convencional</b>	<b>C.A = 4.7 Polvo de caucho =3%</b>	<b>C.A = 4.7 Polvo de caucho =5%</b>	<b>C.A = 4.7 polvo de caucho = 7%</b>
2.463	2.518	2.403	2.432

Tabla N° densidad de mezcla asfáltica con polvo de caucho reciclado

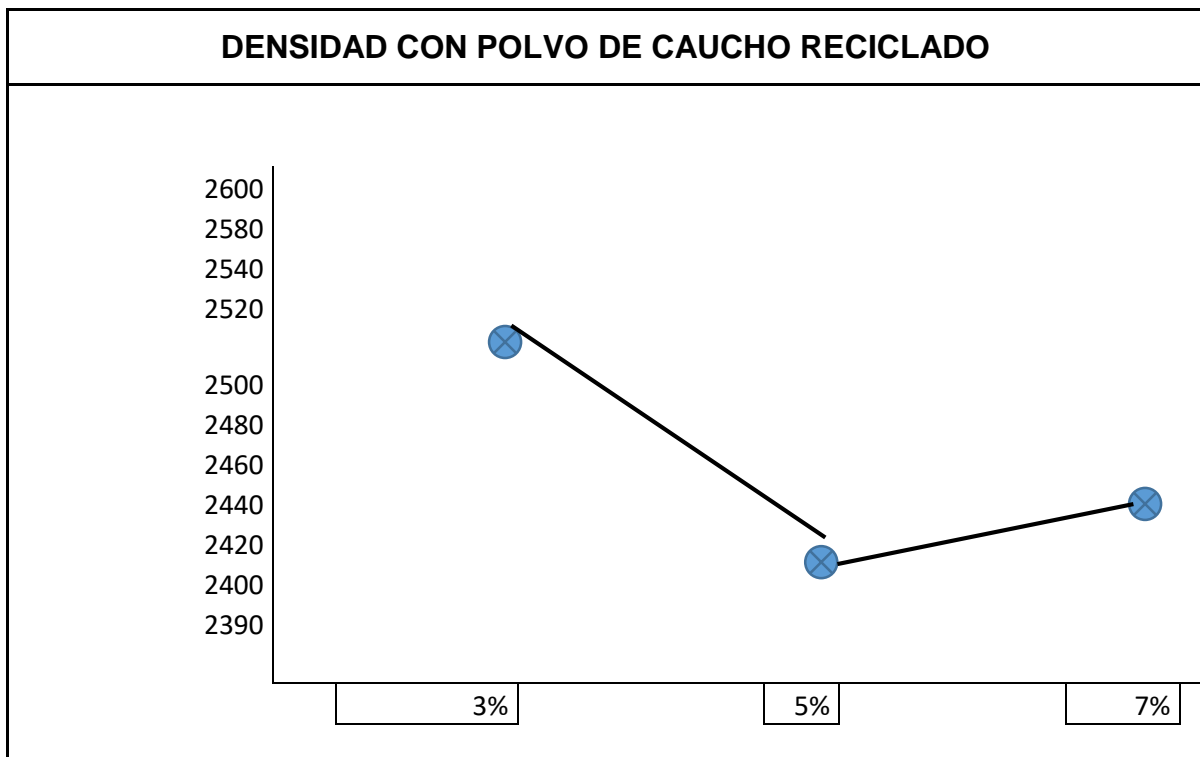


Figura N° densidad con polvo de caucho reciclado.

La densidad de nuestra mezcla con polvo de caucho reciclado el cual se ve claramente que está dentro de los márgenes de diseño.

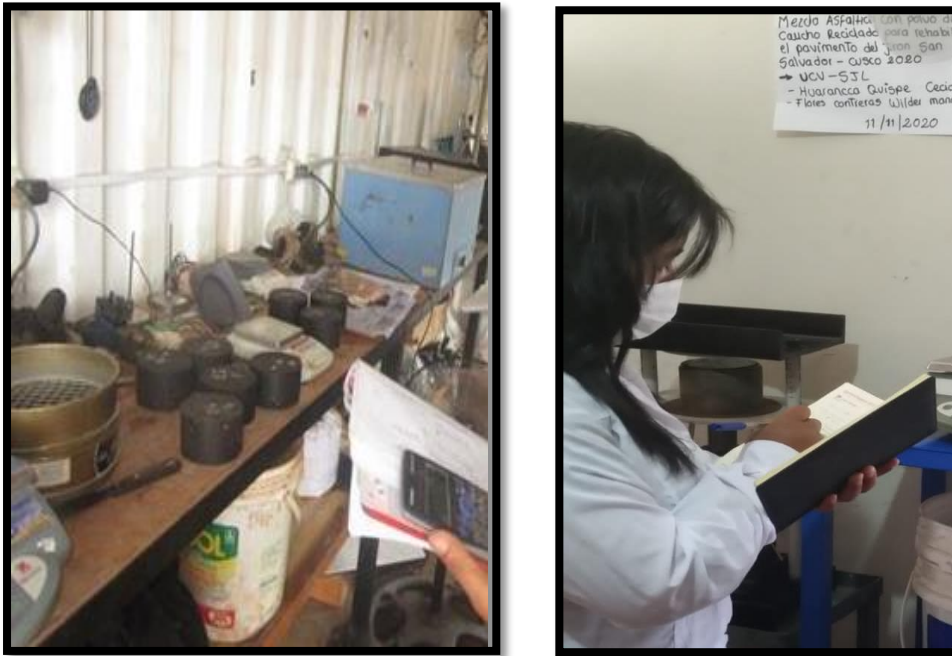


Figura N° Cálculo en gabinete del peso específico

#### 4.7.5. Ensayo de vacíos

##### 4.7.5.1. Norma

Según la norma nos indica la cantidad de porcentaje de vacíos que el diseño debe tener para una mezcla asfáltica optima en diseño INVE- 736 – 07

##### 4.7.5.2. Objetivo

Obtener las proporciones de porcentaje exacto de materiales los cuales serán sometidos a diversos ensayos que la norma sugiere para garantizar un correcto desempeño de la mezcla.

##### 4.7.5.3. Procedimiento

Para mezclas gruesas de tope negro: la gravedad explícita de la masa de la mezcla reducida está dictada por los modelos INV E - 733 o INV E - 734. La mayor gravedad hipotética más extrema se resuelve a través del estándar INV E - 735, en una mezcla asfáltica equivalente ya que se pretende evadir el impacto del contraste de grado, la sustancia negra superior, etc.

Para fines de referencia, tanto la gravedad explícita de masa como la mayor gravedad explícita hipotética se resuelven en los segmentos de una combinación similar de tope negro minimizado similar.

Tabla N° volumen de vacíos

<b>Volumen de vacíos</b>			
<b>C.A. = 5.7 convencional</b>	<b>C.A = 4.7 Polvo de caucho =3%</b>	<b>C.A = 4.7 Polvo de caucho =5%</b>	<b>C.A = 4.7 polvo de caucho = 7%</b>
<b>4.01</b>	<b>3.07</b>	<b>4.07</b>	<b>4.90</b>

El volumen de vacíos se encuentra dentro del margen de los parámetros de diseño de una mezcla de tipo B que cumple con el 5% de polvo de caucho reciclado.

Tabla N° ASTM D-2041 (rice)

<b>ASTM D-2041 (rice)</b>			
<b>C.A. = 5.7 convencional</b>	<b>C.A = 4.7 Polvo de caucho =3%</b>	<b>C.A = 4.7 Polvo de caucho =5%</b>	<b>C.A = 4.7 polvo de caucho = 7%</b>
<b>2.566</b>	<b>2.598</b>	<b>2.505</b>	<b>2.558</b>

El volumen de vacíos con la adherencia de polvo de caucho reciclado cumple con las normas peruanas de carreteras ya que se encuentra dentro del margen de los parametros.

En este ensayo vemos que con un 5% de incorporación de polvo de caucho reciclado se puede apreciar que se comporta de una manera adecuada la mezcla. Con un 2.505 gr/cc de ASTM D-2041 ensayo rice.



Figura N° disminución de temperatura con baño maría

#### 4.7.6. Material de caucho

##### Extracción del material

El polvo de caucho utilizado en este proyecto se extraerá de una empresa reencauchadora que comercializa por sacos dicho polvo de caucho de neumático.

##### 4.7.6.1. Ubicación caucho molido

El polvo de caucho molido se encuentra en diversas reencauchadoras en la ciudad de cusco hay muchos lugares en el cual hacen este tipo de trabajo, nosotros lo obtuvimos en la ciudad de cusco, en el distrito de Santiago, dado el procedimiento de la molienda de las llantas existen diversos tamaños de la partícula de caucho. Lo cual nos sirve para el diseño asfáltico de esta investigación, trabajaremos con el caucho que pasa la malla número # 30.

#### **4.7.6.2. Proceso de obtención del caucho en polvo**

Primero se procederá a coger una llanta en desuso para luego pasarlo por la máquina que desgastará dicha llanta hasta llegar al límite del jebe, después de ello se pasará por la malla número # 30 para quedarnos solo con el tamaño sugerido para así poder elaborar nuestros ensayos de Marshall.

Granulometría según Botasso, indica que: “el cucho que pasa por la malla N° 25 de ASTM (0,710 mm). Con el cual se logran buenos desempeños y las estabilidades”.

#### **4.7.7. Mezcla asfáltica en caliente con incorporación de polvo de caucho reciclado**

##### **4.7.7.1. Procedimiento**

El procedimiento de la mezcla asfáltica en caliente con polvo de caucho reciclado tiene el mismo procedimiento que la mezcla asfáltica convencional y/o tradicional, solo que en este procedimiento se añade el polvo de caucho en la mezcla, en el proceso del mezclado tiene mucho que ver la temperatura, ya que en este caso añadimos el polvo de caucho a una temperatura de 165 grados para que la mezcla llegue a los parámetros requeridos.

El polvo de caucho reciclado en este caso se agregó de manera manual, pero a gran escala se tendría que adherir una cabina de depósito de material de polvo de caucho, la cual disperse el material uniformemente a la mezcla de agregados fino, grueso y cemento asfáltico que determina el diseño propuesto por los tesisistas.



Figura N° briquetas con polvo de caucho reciclado



<b>Estabilidad / flujo con polvo de caucho reciclado</b>			
<b>C.A. = 5.7 convencional</b>	<b>C.A = 4.7 Polvo de caucho =3%</b>	<b>C.A = 4.7 Polvo de caucho =5%</b>	<b>C.A = 4.7 polvo de caucho = 7%</b>
<b>2285.2</b>	<b>1706.4</b>	<b>2087.8</b>	<b>2361.9</b>

Tabla N° Ensayo Marshall en caliente con polvo de caucho reciclado

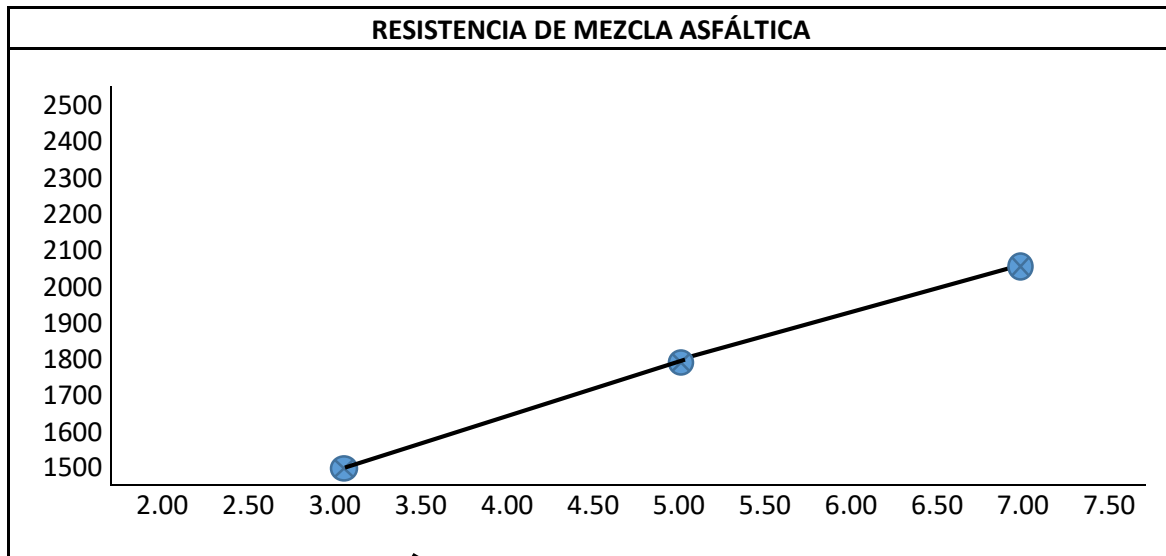


Figura N° resistencia de nuestro diseño de mezcla asfáltica con polvo de caucho reciclado

La resistencia de nuestro diseño de mezcla asfáltica con polvo de caucho reciclado para un tránsito vehicular adecuado es con una resistencia dentro de los márgenes de diseño para la ciudad de Cusco.

El cual demuestra que adherir polvo de caucho reciclado realiza cambios sustanciales a la mezcla asfáltica y puede mejorar su calidad, quitando 1% de cemento asfáltico al

total de cemento asfáltico y añadiendo 5% de polvo de caucho reciclado, mejora la mezcla asfáltica y no solo mejora sino que también cumple con los parámetros de diseño.

RESUMEN DE RESULTADOS				ESPECIFICACION TECNICA (mezcla tipo B)
DESCRIPCIÓN DEL ENSAYO	- 0.3%	OPTIMO	+ 0.3%	
GOLPES POR LADO		50		50
caucho reciclado	---	5,00	---	(+/- 0.3%)
PESO UNITARIO	---	2,505	---	
VACIOS	---	4,1	---	3 - 5
V.M.A.	---	16,6	---	Min 14
VFA %	---	75,5	---	65 -78
FLUENCIA	---	3,18	---	2 - 4
ESTABILIDAD	---	661,8	---	Min. 544
RELACIÓN ESTABILIDAD / FLUENCIA	---	2088	---	1700 - 4000
INDICE DE COMPACTIBILIDAD	---	---	---	Min. 5
ESTABILIDAD RETENIDA, 24 horas a 60°C	---	---	---	Min. 75
RESISTENCIA, RETENIDA EN TRACCION	---	---	---	80 min
FILLER / LIGANTE	---	---	---	0.6 - 1.3

Tabla N° resumen de resultados

En el presente cuadro de resumen podemos observar que nuestro diseño tiene un óptimo de 5% de polvo de reciclado que puede variar entre 0.3 -+%.

El cual determina nuestros resultados finales que se encuentran dentro de las especificaciones técnicas peruanas e internacionales, para una carretera de regular transito como es el jirón san salvador – cusco 2020.

Este diseño puede soportar cargas hasta 2088 kg/cm<sup>2</sup> el cual nos hace una carga muy buena que se encuentra dentro del margen de la mezcla asfáltica tipo B para carreteras o autopistas para la ciudad de cusco el cual se utilizó un margen de 4.7 % de cemento asfáltico de RC 250 pen 60 /70.

## V. DISCUSIÓN

## Discusiones de resultados

Para la investigación se realizaron los ensayo de laboratorio de especialidad suelo y pavimento llamado CD PROJECTS donde cuenta con instrumento certificados para su veracidad y también donde se discutió la investigación del ingeniero Botasso, H. (2018) en su tesis que tenía como título “Dispersiones de caucho reciclado de neumáticos fuera de uso su empleo de mezcla asfálticas densas y antiderrapantes” manifestando que la proporción optima deber de ser un 5% de polvo de caucho reciclado. Ahora en la investigación que realizamos para experimentar y comprobar se diseñó una mezcla convencional para el Jirón San Salvador que está en el distrito de Pucyura, en el departamento Cusco, con parámetros de diseño de regular tránsito, el cual se realizó un diseño optimo con 5.7 por ciento de asfalto. Queríamos mejorar el tema costo y resistencia con un porcentaje de asfalto del 4.7 por ciento agregándole diferentes porcentajes de polvo de caucho reciclado en un (3% – 5% y 7%), con el 5 % de polvo de caucho tuvimos mejores resultados a la resistencia 2088 Kg/cm.

Discutimos la investigación de Villagaray. M (2017) titulada “Aplicación de caucho reciclado en un diseño de mezcla asfáltica para el tráfico vehicular de la avenida trapiche - comas (remanso) 2017” donde indica que con un porcentaje de 0.5% de polvo de caucho en la mezcla asfáltica tiene un óptimo desempeño, dentro de nuestro ensayo pudimos verificar que con un 0.5% de polvo no se pudo ver algún cambio en la mezcla por ser mínimo la cantidad de polvo de caucho, es por ello que se incrementó el porcentaje de caucho, verificando en laboratorio con un 5% de caucho para tener un resultado óptimo y que cualquier estudio realizado en el futuro puedan considerar un porcentaje mayor a 5 por ciento para ver un cambio en la mezcla.

Consideramos que Álvarez Álvarez B. y Carrera S. (2017) en su investigación “influencia de la incorporación de partículas de caucho reciclado como agregado en el diseño de mezcla asfáltica” afirma la temperatura óptima para emplear en una mezcla de ensayo es entre 140° y 170° es por ello que coincidimos en una temperatura ya que realizamos en una temperatura apropiada entre 140 y 150 produciendo una buena adherencia homogénea a la mezcla asfáltica con polvo de caucho.

Coindicemos en lo que piensa Fajardo, C y Vergaray H. (2014) en su investigación “efecto de la incorporación por vía seca, del polvo de neumático reciclado como agregado fino en mezclas asfálticas” lo cual pudimos comprobar en los ensayos de laboratorio que efectivamente el polvo de caucho reciclado mejora las propiedades mecánicas de la mezcla por adherir mejor a los materiales pétreos.

Discutimos con Vega Zurita Sebastián D (2016) en su investigación “análisis del comportamiento a compresión de asfalto conformado por caucho reciclado de llantas como material constituido del pavimento asfáltico” que realizó sus estudios en el país en el país de Ecuador donde afirma haber visualizado cambios a partir del 3% polvo de caucho reciclado y no con el 1%, 2%, para discutir nos basamos en los resultados que óptimos en laboratorio que a partir del 5% se puede visualizar un óptimo cambio en la mezcla asfáltica

Así mismo afirmamos que un buen diseño de mezcla asfáltica depende mucho de los agregados que lo componen y una adecuada proporción.

La presente investigación se realizó el diseño de la carretera Jr. San Salvador, centro poblado de Pucyura, distrito de Pucyura, provincia Anta, departamento Cusco se siguieron las normativas vigentes con el objetivo de identificar la zona de estudio de la progresiva 0+000 hasta la progresiva 0+112 Km, solucionando el problema de la transitabilidad que se obtuvo resultados similares a Rengifo (2014).

Para el estudio de tráfico se determinó el Índice Medio Diario (IMD) dentro de los 7 días calendario con un periodo de diseño de 20 años por ende el Esal es de 251720 considerando el factor de crecimiento, para una carretera de clase B así mismo se extrajo muestras de suelo para realizar el ensayo de CBR, obteniendo un suelo de clasificación SUCS un suelo Arcilla con Arena CL con un 79% de finos lo cual el CBR es de 13%, en cuanto al diseño estructural del pavimento según el método AASHTO 93 y el manual de carreteras del MTC, como resultado se obtuvo un grosor de la carpeta asfáltica de 5 cm, base granular de 15 cm y sub base 15 cm, estos resultados demuestran que con la mezcla asfáltica incorporando el caucho se reduce el espesor.

## VI. CONCLUSIONES

## CONCLUSIONES

- El polvo de caucho reciclado, mejora las propiedades mecánicas de la mezcla asfáltica en caliente pues será un agregado más que reemplaza un porcentaje del cemento asfáltico, así mismo para cuidar el medio ambiente se va reutilizar el caucho que en muchas ocasiones son tiradas por que no le emplean en otro uso, lo podemos volver a emplear de otra forma pero cuidando el medio ambiente.
- La adherencia de polvo de caucho de NFU, cumple satisfactoriamente con los parámetros de diseño dispuesto por la norma de carreteras del Perú la cual se rige a las normas internacionales de diseño.
- Respecto a la curva de DENSIDAD (Kg/cm<sup>3</sup>), a medida que incorporamos más % de polvo caucho reciclado, este va ocupando más espacios de vacíos por ello aumenta la DENSIDAD a 2.4 (Kg/cm<sup>3</sup>), hasta que el % de polvo de caucho reciclado es 5.0% lo cual está dentro de los parámetros de diseño.
- Respecto al % de VACIOS en mezcla, conforme se incrementa el % de polvo de reciclado, se disminuye el % de VACIOS en mezcla.
- Se ha podido comprobar por medio de ensayo que el polvo de caucho es un buen adherente para los agregados en la mezcla asfáltica en caliente, ya que cumple con los parámetros establecidos en la norma de carreteras del Perú la cual fue sustraída de la norma internacional de diseño.
- El diseño del pavimento flexible incorporando el polvo de caucho a la mezcla asfáltica en caliente se pudo obtener una estructura de 15 cm para esepo de la sub base, 15 para la base y 5 para la carpeta asfáltica, estando dentro de los parámetros del numero estructural requerido lo que lleva a establecer que con el polvo de caucho se puede diseñar un menor espesor con similar resistencia.
- La mescla asfáltica con polvo de caucho reciclado por ser un material adherente, entre los agregados pétreos cumple la función de facilitar la unión entre ellos, lo que lleva a usar menos cantidad de cemento asfáltico, ahorrándose en un 16 % de asfalto por metro cubico.

## VII. RECOMENDACIONES



## RECOMENDACIÓN

- Emplear polvo de caucho en el diseño de mezcla asfáltica en caliente, se ha podido verificar que el costo del pavimento disminuiría evidentemente por remplazar en un porcentaje al cemento asfáltico o mejor dicho a la mezcla asfáltica convencional.
- Se recomienda seguir investigando los distintos porcentajes de polvo de caucho y la granulometría tradicional.
- Se recomienda realizar pruebas en campo y registrar el comportamiento de la mezcla asfáltica en caliente modificada con polvo de caucho reciclado en comparación con la mezcla asfáltica en caliente tradicional.
- Construir plantar recicladora de caucho debido a que se cuenta con muy poco a nivel nacional, lo cual traería buenos beneficios para el cuidado del medio ambiente y el aprovechamiento de este material es una alternativa para la innovación.
- Se debería tomar como ejemplos proyectos de otros países desarrollados como la de Estados Unidos donde proponen que el 5% de las carreteras deben de construirse con material reciclados como el polvo de caucho.

## REFERENCIAS

- SEGOVIA, E.C & Paco, A. (2020). Análisis del aprovechamiento de neumáticos reciclados usados como aditivo en el asfalto.(Tesis de pregrado, Universidad Católica San Pablo, Arequipa, Perú) Recuperado de
- FLORES, J. R. (2018). Efectos de la incorporación de caucho en granos en la carpeta asfáltica de la trocha carrozable Accopampa-Santa Ana, Lucanas, Ayacucho, 2018 (Tesis de pregrado, Universidad Cesar Vallejo Lima, Peru). Recuperado de [http://repositorio.ucv.edu.pe/bitstream/handle/UCV/28182/B\\_Flores\\_PJR.pdf?sequence=1](http://repositorio.ucv.edu.pe/bitstream/handle/UCV/28182/B_Flores_PJR.pdf?sequence=1)
- ALIAGA, Y. M. (2017). Aplicación del caucho reciclado para la mejora de las propiedades de la carpeta asfáltica en pavimentación de la Av. Bertello, Santa Rosa, Lima 2017 (Tesis de Pregrado, Universidad Cesar Vallejo Lima, Peru). Recuperado de [http://repositorio.ucv.edu.pe/bitstream/handle/UCV/21730/Aliaga\\_BYM.pdf?sequence=1&isAllowed=y](http://repositorio.ucv.edu.pe/bitstream/handle/UCV/21730/Aliaga_BYM.pdf?sequence=1&isAllowed=y)
- GRANADOS, J. L. (2017). Comportamiento mecánico de la mezcla asfáltica en caliente modificada con caucho mediante proceso por vía seca respecto a la mezcla asfáltica convencional.(tesis de Maestría en Ingeniería Vial con mención en carreteras, puentes y túneles, Universidad Ricardo palma, Lima, Peru). Recuperado de <file:///C:/Users/JJOHN/Downloads/JLGRANADOSN.pdf>
- PEREDA, D. A., & Cubas, N. O. (2016). Investigación De Los Asfaltos Modificados con el uso de Caucho Reciclado de Llantas y su comparación Técnico-Económico con los asfaltos convencionales.(Tesis de Pregrado, Universidad Privada Antenor Orrego, Trujillo, Peru). Recuperado de [http://200.62.226.186/bitstream/upaorep/1987/1/RE\\_ING.CIVIL\\_DANFER.PEREDA\\_NAHUM.CUBAS\\_ASFALTOS.CAUCHO.RECICLADO\\_DATOS\\_T046\\_18189442T.PDF.PDF](http://200.62.226.186/bitstream/upaorep/1987/1/RE_ING.CIVIL_DANFER.PEREDA_NAHUM.CUBAS_ASFALTOS.CAUCHO.RECICLADO_DATOS_T046_18189442T.PDF.PDF)
- LUBO, O.A., & Martínez, R. A. (2019). Asfaltos modificados con cauchos en vías primarias en las ciudades Santa Marta, Barranquilla y Bogotá como alternativa de mejoramiento de la capa de rodadura de los pavimentos flexibles entre los años 2012-2019.(Universidad Cooperativa De Colombia. Santa Marta). Recuperado de [https://repository.ucc.edu.co/bitstream/20.500.12494/15630/2/2019\\_asfaltos\\_modificados\\_cauchos..pdf](https://repository.ucc.edu.co/bitstream/20.500.12494/15630/2/2019_asfaltos_modificados_cauchos..pdf)
- AGUDELO, M. A., & Martínez Gómez, S. (2019). Estudio comparativo del envejecimiento a largo plazo de una mezcla con asfalto modificado con grano de caucho reciclado. (Universidad Católica de Colombia, Bogotá,

Colombia). Recuperado de <http://repository.ucatolica.edu.co:8080/jspui/bitstream/10983/24074/1/PROYECTO%20DE%20GRADO%20ESPECIALIZACION%20EN%20INGENIERIA%20DE%20PAVIMENTOS.pdf>

- MALDONADO, J. (2018). Estado del conocimiento de las mezclas asfálticas modificadas con grano de caucho reciclado (GCR) en Colombia. (Tesis de Pregrado, Universidad Militar Nueva Granada, Bogotá). Recuperado de <https://repository.unimilitar.edu.co/bitstream/handle/10654/20892/MaldonadoOsorioJonathan2018.pdf?sequence=1&isAllowed=y>
- CORREA, C. A. (2018). Implementación de la mezcla asfáltica modificada con granulo de caucho en el barrio San Carlos de la Localidad de Tunjuelito.(Tesis de pregrado, universidad Militar Nueva Granada, Bogotá D.C., Colombia). Recuperado de <https://repository.unimilitar.edu.co/bitstream/handle/10654/20506/CorreaLismesCamiloAndres2018.pdf?sequence=1>
- GARCÍA, Y.Z & Londoño, S.A. (2018). Comparación De La Mezcla Asfáltica Sin Adiciones Y Mezcla Asfáltica Con Gcr (Grano De Caucho Reciclado) Empleando El Ensayo De Tracción Indirecta (Doctoral disertación, Universidad Industrial de Santander, Escuela De Ing. Civil). Recuperado de <http://noesis.uis.edu.co/bitstream/123456789/14757/1/172626.pdf>
- HUESO, A & Cascant, J. (2012). Metodología y Técnicas cuantitativas de investigación. (Valencia, España).
- Ministerio de transportes y comunicaciones (2014). EvalPav – software para evolución de pavimentos en carreteras y aeropuertos de superficie asfáltica, y carreteras no pavimentadas (Lima, Perú).
- ARIAS, J., VILLASÍS, M. y MIRANDA, M. El protocolo de investigación III: la población de estudio. Rev Alerg Méx, 63(2), 201-206. (2016).
- ÁLVAREZ BRICEÑO Luis A. y CARRERA SÁNCHEZ Ever Tony Influencia de la incorporación de partículas de caucho reciclado como agregados en el diseño de mezcla asfáltica (2016)
- BRICEÑO, M. Salidas al impacto ambiental generado por las llantas usadas. COLPATRIA MULTIBANCA. (2015).
- CABERO COLÍN, Fernando. “Experiencia Española del Caucho NFU en las Mezclas Asfálticas.” 2016 España Internet: [www.recuperacion.org/proyecto/vernoticias.aspx?IdNoticia=164](http://www.recuperacion.org/proyecto/vernoticias.aspx?IdNoticia=164)
- CALAHORRA, M., Giménez, Z., Herrera, R., Martínez, J., & Salazar, L. Analisis de ciclo de vida de mezcla asfáltica con/sin caucho: estudio de caso. En A. Reyes (Presidencia), Nuevas tendencias en la construcción sostenible. Conferencia llevado a cabo en el VII Elagec – II SeIN2co, Bogotá,

Colombia. (2016).

- CAMACHO TAUTA Javier.(2015) “ Análisis del ciclo de vida de los pavimentos asfálticos” – Universidad Nueva Granada - España
- CIVILENGINEERSPK (2016) “Exp 7 Marshall Method of Mix Design”. Recuperado de <https://civilengineerspk.com/transportation-engineering-experiments/exp-7-marshall-method-of-mix-design/>
- DÍAZ, C. Implementación del grano de caucho reciclado (GCR) proveniente de llantas usadas para mejorar las mezclas asfálticas y garantizar pavimentos sostenibles en Bogotá, Universidad Santo Tomás. (2017).
- HERNÁNDEZ, R., FERNÁNDEZ, C. & Baptista, P. Selección de la muestra. En Metodología de la Investigación (pp. 170-191). México: McGraw-Hill. (2014).
- FAJARDO, L., & VERGARAY, D. Efecto de la incorporación por vía seca, del polvo de neumático reciclado, como agregado fino en mezclas asfálticas. (Tesis de Pregrado). Universidad de San Martín de Porres, Perú. (2015)
- NUHA, M., ASIM, H., MOHAMED, R., & MAHREZ, A. An overview of crumb rubber modified asphalt. International Journal of the Physical (2012, 9).  
MINAYA, S. & ORDOÑEZ, A. Diseño moderno de pavimentos asfálticos. Lima, Perú: ICG. (2006).STATE OF CALIFORNIA DEPARTMENT OF TRANSPORTATION. asphalt rubber usage guide. (2013). Recuperado de: <https://www.sciencedirect.com/science/article/pii/S0950061813010490>
- RONDÓN, H., & REYES, F. PAVIMENTOS materiales, construcción y diseño. Bogotá, Colombia: ECOE. (2015).
- PEREDA, R Investigación de los asfaltos modificados con el uso de caucho reciclado de llantas y su comparación técnico –económico con los asfaltos convencionales. (2015). Trujillo, Perú.
- FAJARDO CACHAY Luis Enrique, 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 Industrial) Universidad San Martín de Porres – Perú (2014) pág. 3

- PAZ MALCA william luis “Diseño económico de mezclas asfálticas mediante la aplicación del organo silano y caucho” Tesis (ingeniero Industrial) Universidad de Ingeniería – Lima – Perú (2014) pág. 5
- TERRONES Andrés, en su trabajo de tesis titulada: “Valoración de propiedades mecánicas y de durabilidad de concreto adicionado con residuos de llantas de caucho”. Tesis de ingeniero civil. Bogotá- Colombia (2014)
- VARGAS JIMÉNEZ Nelson Eduardo y RODRÍGUEZ Fabio Alonso “Diagnóstico de las condiciones superficiales y evaluación del comportamiento estructural del pavimento de las vías construidas por el instituto de desarrollo urbano con asfalto modificado con caucho reciclado de llanta (GCR), en las localidades de fontibón, bosa y teusaquillo, en la ciudad de Bogotá”. Universidad de Ingenieria Civil Bogota – Colombia (2014)
- ARGAS, N., & RODRÍGUEZ, F. Diagnóstico de las condiciones superficiales y evaluación del comportamiento estructural del pavimento de las vías construidas por el instituto de desarrollo urbano con asfalto modificado con caucho reciclado de llanta (GCR), en las localidades de Fontibón, Bosa y Teusaquillo, en la ciudad de Bogotá. (Tesis de Pregrado). Universidad Militar Nueva Granada, Colombia. (2014).
- VEGA ZURITA Danilo Sebastián “Análisis del comportamiento a compresión de asfalto conformado por caucho reciclado de llantas como material constitutivo del pavimento asfáltico”. Tesis (ingeniero Civil) Ambato - Ecuador .2016 (pág. 14)
- VEGA, D. Análisis del comportamiento a compresión de asfalto conformado por caucho reciclado de llantas como material constitutivo del pavimento asfáltico. (Tesis de pregrado). Universidad Técnica de Ambato, Ecuador. (2016).
- VILLAGARAY MEDINA Edwin Jesús (2017) “Aplicación de caucho reciclado en un diseño de mezcla asfáltica para el tránsito vehicular de la avenida Trapiche-Comas (Remanso) 2017” Lima – Perú
- ESTRADA RIVERA Juan Carlos estudio de propiedades físico mecánicas y de durabilidad del hormigón con caucho Ingeniería civil España (2016)
- RAMÍREZ PALMA N.I. Estudio de la utilización de caucho de neumáticos en mezclas asfálticas en caliente mediante proceso seco,: Universidad de chile. . facultad de ciencias físicas departamento de ingeniería civil Santiago de Chile, Chile (2006)

- XIANG, S., & BAOSHAN, H. Recycling of waste tire rubber in asphalt and portland cement concrete. *Construction and Building Materials*, 9(1), 01-09. (2013).
- ZÚÑIGA C. Rosa Laboratorio nacional de vialidad mezcla asfáltica en caliente. Perú (2015)
- VALENZUELA, V. Mariana. (2003) El asfalto, en la conservación de pavimentos Valdivia Chile
- Manual de Carreteras “Especificaciones Técnicas Generales para Construcción” 557 (EG – 2013) Sección 423 pavimento de concreto asfáltico en caliente EG 2013 normas peruanas para el diseño de pavimento sección 423 (2013)

**ANEXO I.**  
**DECLARATORIO DE AUTENTICIDAD DEL**  
**ASESOR**



**UNIVERSIDAD CÉSAR VALLEJO**

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

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

Yo, SIGÜENZA ABANTO ROBERT WILFREDO, docente de la FACULTAD DE INGENIERÍA Y ARQUITECTURA de la escuela profesional de INGENIERÍA CIVIL de la UNIVERSIDAD CÉSAR VALLEJO SAC - LIMA NORTE, asesor de Tesis titulada: "MEZCLA ASFÁLTICA CON POLVO DE CAUCHO RECICLADO PARA REHABILITAR EL PAVIMENTO DEL JR. SAN SALVADOR - CUSCO 2020.", cuyos autores son HUARANCCA QUISPE CECIA, FLORES CONTRERAS WILDER MANOLO, 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.

LIMA, 29 de Diciembre del 2020

<b>Apellidos y Nombres del Asesor:</b>	<b>Firma</b>
SIGÜENZA ABANTO ROBERT WILFREDO <b>DNI:</b> 42203191 <b>ORCID</b> 0000-0001-8850-8463	Firmado digitalmente por: RSIGUENZA el 29-12- 2020 14:47:24

Código documento Trilce: TRI - 0104014





**ANEXO II.**  
**MATRIZ DE CONSISTENCIA.**

**OPERACIONALIZACIÓN DE VARIABLES**

<b>MATRIZ DE CONSISTENCIA</b>						
<b>MEZCLA ASFALTICA CON POLVO DE CAUCHO RECICLADO PARA REHABILITAR EL PAVIMENTO DEL JIRON SAN SALVADOR – CUSCO 2020</b>						
<b>Problema</b>	<b>Objetivo</b>	<b>Hipótesis</b>	<b>Variables</b>	<b>Dimensiones</b>	<b>Indicadores</b>	<b>Métodos</b>
Problema general	Objetivo general	Hipótesis general				
¿Cómo influye la incorporación del polvo de caucho reciclado en la mezcla asfáltica en caliente para la rehabilitación del pavimento del jirón san salvador – cusco 2020?	Determinar la influencia de la incorporación del polvo de caucho reciclado en la mezcla asfáltica en caliente para la rehabilitación del pavimento del jirón san salvador –cusco 2020	La incorporación del polvo de caucho reciclado influye significativamente en el diseño de la mezcla asfáltica en caliente para la rehabilitación del pavimento del jirón san salvador – cusco 2020	<b>Variable Independiente:</b> El polvo de caucho reciclado	Trituración del caucho	termólisis	<b>Tipo de Investigación:</b> Aplicada
					incineración	
					mecánica	
				Incremento de la vida de refuerzo	Durabilidad	
					Consistencia	
				Ahorro en materiales y costos	Resistencia al envejecimiento	
Beneficio económico						
reciclaje						
Problemas específico	Objetivos específicos	Hipótesis específicos				
PE1: ¿Cómo influye la incorporación del polvo de caucho reciclado en el diseño de la mezcla asfáltica en caliente para la rehabilitación del pavimento del jirón san salvador – cusco 2020?	OE1: Determinar la influencia de la incorporación del polvo de caucho reciclado en el diseño de la mezcla asfáltica en caliente para la rehabilitación del pavimento del jirón san salvador – cusco 2020	HE.1 La incorporación del polvo de caucho reciclado influye significativamente en el diseño de la mezcla asfáltica en caliente para la rehabilitación del pavimento del jirón san salvador – cusco 2020		densidad	Peso específico	<b>Diseño de la Investigación:</b> Experimental
					Relación de estabilidad / flujo	
					RICE	
PE2: ¿Cómo influye la incorporación de polvo de caucho reciclado en el diseño del pavimento con mezcla asfáltica en caliente para la habilitación del jirón san salvador – cusco 2020?	OE2: Determinar la influencia de la incorporación de polvo de caucho reciclado en el diseño del pavimento con mezcla asfáltica en caliente para la rehabilitación del jirón san salvador – cusco 2020	HE.2 La incorporación de polvo de caucho reciclado influye significativamente en el diseño del pavimento con mezcla asfáltica en caliente para la rehabilitación del jirón san salvador – cusco 2020		% de Vacíos	% de vacíos en la mezcla	<b>Población de Estudio:</b> jirón san salvador – pucyura - cusco
					% de vacíos del agregado mineral	
PE3: ¿Cómo influye la incorporación del polvo de caucho reciclado en el costo de la mezcla asfáltica en caliente para la rehabilitación del pavimento del jirón san salvador – cusco 2020?	OE3: Determinar la influencia de la incorporación del polvo de caucho reciclado en el costo de la mezcla asfáltica en caliente para la rehabilitación del pavimento del jirón san salvador – cusco 2020	HE.3 La incorporación del polvo de caucho reciclado influye significativamente en el costo de la mezcla asfáltica en caliente para la rehabilitación del jirón san salvador – cusco 2020		Resistencia	Deslizamiento	<b>Muestra:</b> jirón san salvador
					Deformación	
					Fatiga	
				Diseño del pavimento	Estudio de tráfico	
					Estudio de suelo	
Estudio topográfico						

**OPERACIONALIZACIÓN DE VARIABLE**

<b>OPERACIONALIZACIÓN DE VARIABLES</b>				
<b>variables</b>	<b>Definición conceptual</b>	<b>Definición operacional</b>	<b>Dimensión</b>	<b>indicadores</b>
<b>V. Independiente:</b> el polvo de caucho reciclado	Según donaire (2008), El polvo de caucho proviene de la trituración de neumáticos fuera de uso, mediante un sistema de maquinaria, que se encarga de separar todos los componentes de los neumáticos de modo que resulta un polvo o granulado de caucho, se caracteriza por ser un material sintético, resistente y duradero. Por lo cual es utilizado en materias de construcción.(p.60).	Según Rondón y Reyes (2015), el caucho reciclado es usado en mezclas asfálticas modificadas, pasando por procesos de trituración seguidamente aplicados en diferentes proyectos constructivos obteniendo incremento en la vida útil de los pavimentos y consigo bajos costos en mantenimiento.	Trituración del caucho	termólisis
				incineración
				mecánica
			Incremento en la vida de refuerzo	Durabilidad
				Consistencia
				Resistencia al envejecimiento
			Ahorro en materiales y costo	Beneficio económico
				reciclaje
<b>V. Dependiente:</b> mezcla asfáltica en caliente	Según Pérez (2018), Se define como mezcla asfáltica o (Bituminosa) en caliente a la combinación de áridos (incluyendo el polvo mineral) con un ligamento. La cantidad relativa de ligante y áridos, determinan las propiedades físicas de la mezcla. (p.69)	Según Cáceres (2017) Los efectos en la mezcla asfáltica en caliente con la incorporación del polvo de caucho se avaluara en base a sus propiedades, físicas, mecánicas y la resistencia a la deformación a través del diseño de Marshall para mejorar la densidad, % de vacíos, resistencia e incremento en la vida útil del pavimento flexible.	densidad	Peso específico
				Relación de estabilidad / flujo
				RICE
			% de Vacíos	% de vacíos en la mezcla
				% de vacíos del agregado mineral
			Resistencia	Deslizamiento
				Deformación
				Fatiga
			Diseño del pavimento	Estudio de trafico
				Estudio de suelo
				Estudio topográfico

**ANEXO III.**  
**DISEÑO DE MEZCLA ASFALTICA**



**CD PROJECTS S.A.C**  
**CONSULTORIA & CONSTRUCCIÓN**  
**LABORATORIO DE SUELOS Y PAVIMENTOS**

ENSAYO: RESISTENCIA DE MEZCLAS BITUMINOSAS EMPLEANDO EL APARATO MARSHALL  
NORMA: MTC E-504 / ASTM D-6926, D-6927 / AASHTO T-245

PROYECTO :MEZCLA ASFALTICA CON POLVO DE CAUCHO RECICLADO PARA REHABILITAR EL PAVIMENTO DEL JR.  
SAN SALVADOR - CUSCO 2020  
UNIVERSIDAD:UNIVERSIDAD CESAR VALLEJO - SEDE LIMA ESTE - S.JL  
MATERIAL:MEZCLA ASFÁLTICA EN CALIENTE PEN 60 -70 PETRO PERU  
FECHA:16/11/2020

ING. V.C.D  
TEC. C.A.C  
CANTERA: ANTA

MATERIAL		% Mezcla	% Diseño	Cemento Asfáltico	AUTOR	FLORES CONTRERAS, WILDER MANOLO
						HUARANCCA QUISPE, CECIA
					DISEÑO	DISEÑO TRADICIONAL DE MEZCLA ASFALTICA
A	GRAVA >N° 2	42,00		5,7		
B	ARENA < N°2	58,00				
C	FILLER < N° 200	0,00				

MEZCLA TEORICA		100,00	100,00	---	100,00	95,11	82,10	55,30						
LIMITES DE ESPECIFICACION		MAC - 2		---	100	80 - 100	70 - 88	51 - 68						
1	NÚMERO DE PROBETA													Promedio
2	C.A. en Peso de la Mezcla	%							5,70	5,70	5,70	5,70		
3	% de Grava Triturada en Peso de la Mezcla	%							39,61	39,61	39,61	39,61		
4	% de Arena Combinada en Peso de la Mezcla	%							54,69	54,69	54,69	54,69		
5	% de Filler en Peso de Mezcla	%							0,00	0,00	0,00	0,00		
6	Peso Especifico Aparente de Cemento Asfáltico	gr/cc							1,021	1,021	1,021	1,021		
7	Peso Especifico Bulk de la Grava Triturada	gr/cc							2,735	2,735	2,735	2,735		
8	Peso Especifico Aparente de la Grava Triturada	gr/cc							2,783	2,783	2,783	2,783		2,759
9	Peso Especifico Bulk de la Arena	gr/cc												
10	Peso Especifico Aparente de la Arena	gr/cc							2,787	2,787	2,787	2,787		2,771
11	Peso Especifico Aparente < N°200	gr/cc							2,817	2,817	2,817	2,817		2,817
12	Altura Promedio de la Probeta	cm.												
13	Peso de la Probeta en el Aire	gr.							1241,0	1241,0	1242,0	1242,0		
14	Peso de la Probeta Saturada (01 Hora)	gr.							1243,0	1243,0	1244,0	1244,0		
15	Peso de la Probeta en el Agua	gr.							738,9	739,6	739,7	739,9		
16	Volumen de la Probeta	c.c.							504,1	503,4	504,3	504,1		
17	Peso Especifico Bulk de la Probeta	gr/cc												
18	Peso Especifico Maximo (RICE)	gr/cc							2,566	2,566	2,566	2,566		2,566
19	Maxima Densidad Teorica	gr/cc							2,520	2,520	2,520	2,520		2,520
20	% de Vacios	%							4,07	3,94	4,03	3,99		4,01
21	Peso Especifico Bulk del Agregado Total	gr/cc							2,746	2,746	2,746	2,746		
22	Peso Especifico Aparente del Agregado Total	gr/cc							2,785	2,785	2,785	2,785		
23	Peso Especifico Efectivo del Agregado Total													
24	C.A. Absorbido por el Peso del Agregado Seco	%							0,264	0,264	0,264	0,264		
25	% del Vol. del Agregado / Volumen Bruto de la Probeta	%							84,54	84,66	84,58	84,61		
26	% del Volumen de C.A. Efectivo / Volumen de Probeta	%							11,39	11,40	11,39	11,40		
27	% Vacios del Agregado Mineral: VMA	%							15,46	15,34	15,42	15,39		15,4
28	C.A. Efectivo/Peso de la Mezcla	%							5,45	5,45	5,45	5,45		
29	Relacion Asfalto - Vacios / VFA	%							73,66	74,33	73,86	74,05		74,0
30	Relacion / Betun Efectivo								0,03	0,03	0,03	0,03		0,03
31	Lectura del Aro								272	273	272	272		
32	Estabilidad sin Corregir	kg							654	657	654	654		
33	Factor de Estabilidad								1,04	1,04	1,04	1,04		
34	Estabilidad Corregida	kg							680	683	680	680		681,1
35	Lectura del Fleximetro (0,001")	pul.							12,0	12,0	11,0	12,0		
36	Fluencia	mm							3,05	3,05	2,79	3,05		2,98
37	Ahuellamiento Estimado: Modelo MARC	mm.							0,54	0,53	0,46	0,54		0,52
38	Relacion Estabilidad / Fluencia	kg/cm							2233	2240	2435	2233		2285,2

**EQUIPOS UTILIZADOS**

Balanza	OHAUS	N° de Serie:	8335440451	N° de Certif. de Calibración:	2966/MGS/2020
Indicador digital	HENKEL	N° de Serie:	5GV820	N° de Certif. de Calibración:	INF-LE-058-2020
Baño Maria	SOLOTEST	N° de Serie:	0607	N° de Certif. de Calibración:	012-18-BM
Anillo de Carga / Dial	SOLOTEST / MITUTOYO	N° de Serie:	3031 / VFJ858	N° de Certif. de Calibración:	002-18-AC
HORNO ELECTRICO:	AyA INSTRUMET	N° de Serie:	14416	N° de Certif. de Calibración:	2970/MGS/2020

COMENTARIOS: Ecuación de Ajuste anillo de Carga:  $y = 2.3147x + 24.7037$

DOSIFICACION DE ÁRIDOS: Grava Triturada <3/4" = 42.0%, Arena Triturada <3/8" = 41.0%, Arena Natural <1/4" = 17.0%

**OPERADORES CD PROJECTS S.A.C**

TÉCNICO LABORATORIO		D.	ESPECIALISTA DE LABORATORIO		D.
Nombre:		M:	Nombre:		M:
Firma:		A:	Firma:		A:

Jose Vargas Machuca 628-SanJuan de Miraflores-Lima  
Telefono: 3276493 / (01) 2200642 Correo: cdprojects@hotmail.com

**VICTOR**  
**CABEZAS DULANTO**  
Ingeniero Civil  
CIP N° 243489



**CD PROJECTS S.A.C**  
CONSULTORIA & CONSTRUCCION  
LABORATORIO DE SUELOS Y PAVIMENTOS

ENSAYO: RESISTENCIA DE MEZCLAS BITUMINOSAS EMPLEANDO EL APARATO MARSHALL  
NORMA: MTC E-504 / ASTM D-6926, D-6927 / AASHTO T-245

PROYECTO : MEZCLA ASFALTICA CON POLVO DE CAUCHO RECICLADO PARA REHABILITAR EL PAVIMENTO DEL JR. SAN SALVADOR - CUSCO 2020

UNIVERSIDAD: UNIVERSIDAD CESAR VALLEJO - SEDE LIMA ESTE - S.J.L

ING. V.C.D

MATERIAL: MEZCLA ASFALTICA EN CALIENTE PEN 60 - 70 PETRO PERU

TEC. C.A.C

FECHA: 16/11/2020

CANTERA: ANTA

MATERIAL	% Mezcla	% Diseño	% de polvo de caucho	AUTOR	FLORES CONTRERAS, WILDER MANOLO
A GRAVA >N° 2	42,00	4,70	3,0	C.A	HUARANCCA QUISPE, CECIA
B ARENA < N°2	58,00				4.7% DE CEMENTO ASFALTICO
C FILLER < N° 200	0,00				
POR CIENTO QUE PASA EL TAMIZ					
MEZCLA TEORICA	100,00	100,00	---	100,00	95,11 82,10 55,30
LIMITES DE ESPECIFICACION	ASTM D - 3515 D-5		---	100	80 - 100 70 - 88 51 - 68

1	NÚMERO DE PROBETA	N	1	2	3	4	Promedio
2	C.A. en Peso de la Mezcla	%	4,70	4,70	4,70	4,70	4,70
3	% de Grava Triturada en Peso de la Mezcla	%	40,03	40,03	40,03	40,03	40,03
4	% de Arena Combinada en Peso de la Mezcla	%	55,27	55,27	55,27	55,27	55,27
5	% de Filler en Peso de Mezcla	%	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00
6	Peso Especifico Aparente de Cemento Asfaltico	gr/cc	1,021	1,021	1,021	1,021	1,021
7	Peso Especifico Bulk de la Grava Triturada	gr/cc	2,735	2,735	2,735	2,735	2,735
8	Peso Especifico Aparente de la Grava Triturada	gr/cc	2,783	2,783	2,783	2,783	2,783
9	Peso Especifico Bulk de la Arena	gr/cc	2,754	2,754	2,754	2,754	2,754
10	Peso Especifico Aparente de la Arena	gr/cc	2,787	2,787	2,787	2,787	2,787
11	Peso Especifico Aparente < N°200	gr/cc	2,817	2,817	2,817	2,817	2,817
12	Altura Promedio de la Probeta	cm.					
13	Peso de la Probeta en el Aire	gr	1231,0	1232,0	1231,8	1231,9	
14	Peso de la Probeta Saturada (01 Hora)	gr	1234,0	1235,0	1233,7	1233,1	
15	Peso de la Probeta en el Agua	gr	745,2	746,2	744,8	743,2	
16	Volumen de la Probeta	c.c.	488,8	488,8	488,9	489,9	
17	Peso Especifico Bulk de la Probeta	gr/cc					
18	Peso Especifico Maximo (RICE)	gr/cc	2,598	2,598	2,598	2,598	2,598
19	Maxima Densidad Teorica	gr/cc	2,560	2,560	2,560	2,560	2,560
20	% de Vacios	%	3,06	2,98	3,02	3,21	3,07
21	Peso Especifico Bulk del Agregado Total	gr/cc	2,746	2,746	2,746	2,746	
22	Peso Especifico Aparente del Agregado Total	gr/cc	2,785	2,785	2,785	2,785	
23	Peso Especifico Efectivo del Agregado Total	gr/cc	2,766	2,766	2,766	2,766	
24	C.A. Absorbido por el Peso del Agregado Seco	%	0,264	0,264	0,264	0,264	
25	% del Vol. del Agregado / Volumen Bruto de la Probeta	%	87,40	87,47	87,44	87,27	
26	% del Volumen de C.A. Efectivo / Volumen de Probeta	%	9,53	9,54	9,54	9,52	
27	% Vacios del Agregado Mineral: VMA	%	12,60	12,53	12,56	12,73	12,6
28	C.A. Efectivo/Peso de la Mezcla	%	4,45	4,45	4,45	4,45	
29	Relacion Asfalto - Vacios : VFA	%	75,68	76,17	75,95	74,78	75,6
30	Relacion Filler / Betun Efectivo		0,04	0,04	0,04	0,04	0,04
31	Lectura del Aro		242	243	243	242	
32	Estabilidad sin Corregir	kg	585	587	587	585	
33	Factor de Estabilidad		1,09	1,09	1,09	1,09	
34	Estabilidad Corregida	kg	637	640	640	637	638,8
35	Lectura del Fleximetro (0.001")	pul	15,0	15,0	15,0	14,0	
36	Fluencia	mm	3,81	3,81	3,81	3,56	3,75
37	Ahuellamiento Estimado: Modelo MARC	mm	-0,30	-0,30	-0,30	-0,36	-0,31
38	Relacion Estabilidad / Fluencia	kg/cm	1673	1680	1680	1793	1706,4

**EQUIPOS UTILIZADOS**

Balanza	OHAUS	N° de Serie:	8335440451	N° de Certif. de Calibración:	2966/MGS/2020
Indicador digital	HENKEL	N° de Serie:	5GV820	N° de Certif. de Calibración:	INF-LE-058-2020
Baño María	SOLOTEST	N° de Serie:	0607	N° de Certif. de Calibración:	012-18-BM
Anillo de Carga / Dial	SOLOTEST / MITUTOYO	N° de Serie:	3031 / VFJ858	N° de Certif. de Calibración:	002-18-AC
HORNO ELECTRICO:	AyA INSTRUMET	N° de Serie:	14416	N° de Certif. de Calibración:	2970/MGS/2020

COMENTARIOS: Ecuación de Ajuste anillo de Carga:  $y = 2.3147x + 24.7037$

DOSIFICACION DE ÁRIDOS: Grava Triturada <3/4" = 42.0%, Arena Triturada <3/8" = 41.0%, Arena Natural <1/4" = 17.0%

**OPERADORES CD PROJECTS S.A.C**

TÉCNICO LABORATORIO		ESPECIALISTA DE LABORATORIO	
Nombre:	D:	Nombre:	D:
Firma:	A:	Firma:	A:

Jose Vargas Machuca 628-SanJuan de Miraflores-Lima  
Telefono: 3276493 / (01) 2200642 Correo: cdprojects@hotmail.com

**VICTOR**  
CABEZAS DULANTO  
Ingeniero Civil  
CIP N° 243489



**CD PROJECTS S.A.C  
CONSULTORIA & CONSTRUCCIÓN  
LABORATORIO DE SUELOS Y PAVIMENTOS**

**ENSAYO: RESISTENCIA DE MEZCLAS BITUMINOSAS EMPLEANDO EL APARATO MARSHALL  
NORMA: MTC E-504 / ASTM D-6926, D-6927 / AASHTO T-245**

PROYECTO: MEZCLA ASFALTICA CON POLVO DE CAUCHO RECICLADO PARA REHABILITAR EL PAVIMENTO DEL JR. SAN SALVADOR - CUSCO 2020

UNIVERSIDAD: UNIVERSIDAD CESAR VALLEJO - SEDE LIMA ESTE - SJL

ING. V.C.D

MATERIAL: MEZCLA ASFALTICA EN CALIENTE PEN 60 -70 PETRO PERU

TEC. C.A.C

FECHA: 16/11/2020

CANTERA: ANTA

MATERIAL	% Mezcla	% Diseño	% de polvo de caucho		AUTOR	FLORES CONTRERAS, WILDER MANOLO						
					DISEÑO	DISEÑO TRADICIONAL DE MEZCLA ASFALTICA						
A	AGREGADO GRUESO	42,00		5,0		C.A	4,7% DE CEMENTO ASFALTICO					
B	AGREGADO FINO	58,00					POR CIENTO QUE PASA EL TAMIZ					
C	FILLER < N° 200	0,00		1"	3/4	1/2"	3/8	N°4				
MEZCLA TEORICA		100,00	100,00	100,0	100,00	95,11	82,10	55,30				
LIMITES DE ESPECIFICACION		ASTM D - 3515 D-5		100 - 100	100	80 - 100	70 - 88	51 - 68				

1	NÚMERO DE PROBETA	N	1	2	3	4	Promedio
2	C.A. en Peso de la Mezcla	%	4,70	4,70	4,70	4,70	
3	% de Grava Triturada en Peso de la Mezcla	%	40,03	40,03	40,03	40,03	
4	% de Arena Combinada en Peso de la Mezcla	%	55,27	55,27	55,27	55,27	
5	% de Filler en Peso de Mezcla	%	0,00	0,00	0,00	0,00	
6	Peso Especifico Aparente de Cemento Asfaltico	gr/cc	1,021	1,021	1,021	1,021	
7	Peso Especifico Bulk de la Grava Triturada	gr/cc	2,735	2,735	2,735	2,735	
8	Peso Especifico Aparente de la Grava Triturada	gr/cc	2,783	2,783	2,783	2,783	2,759
9	Peso Especifico Bulk de la Arena	gr/cc	2,754	2,754	2,754	2,754	
10	Peso Especifico Aparente de la Arena	gr/cc	2,787	2,787	2,787	2,787	2,771
11	Peso Especifico Aparente < N°200	gr/cc	2,817	2,817	2,817	2,817	2,817
12	Altura Promedio de la Probeta	cm					
13	Peso de la Probeta en el Aire	gr.	1241,8	1241,8	1242,7	1242,0	
14	Peso de la Probeta Saturada (01 Hora)	gr.	1243,7	1243,4	1244,8	1244,6	
15	Peso de la Probeta en el Agua	gr.	726,8	727,1	727,4	727,8	
16	Volumen de la Probeta	c.c.	516,9	516,3	517,4	516,8	
17	Peso Especifico Bulk de la Probeta	gr/cc					
18	Peso Especifico Maximo (RICE)	gr/cc	2,505	2,505	2,505	2,505	2,51
19	Maxima Densidad Teorica	gr/cc	2,560	2,560	2,560	2,560	2,56
20	% de Vacios	%	4,10	3,98	4,12	4,06	4,07
21	Peso Especifico Bulk del Agregado Total	gr/cc	2,746	2,746	2,746	2,746	
22	Peso Especifico Aparente del Agregado Total	gr/cc	2,785	2,785	2,785	2,785	
23	Peso Especifico Efectivo del Agregado Total	gr/cc					
24	C.A. Absorbido por el Peso del Agregado Seco	%	0,264	0,264	0,264	0,264	
25	% del Vol. del Agregado / Volumen Bruto de la Probeta	%	83,38	83,47	83,36	83,41	
26	% del Volumen de C.A. Efectivo / Volumen de Probeta	%	12,53	12,54	12,53	12,53	
27	% Vacios del Agregado Mineral: VMA	%	16,62	16,53	16,64	16,59	16,6
28	C.A. Efectivo/Peso de la Mezcla	%	4,45	4,45	4,45	4,45	
29	Relacion Asfalto - Vacios : VFA	%	75,36	75,89	75,25	75,52	75,5
30	Relacion / Betun Efectivo		0,04	0,04	0,04	0,04	0,04
31	Lectura del Aro		275	275	276	275	
32	Estabilidad sin Corregir	kg	661	661	664	661	
33	Factor de Estabilidad		1,00	1,00	1,00	1,00	
34	Estabilidad Corregida	kg	661	661	664	661	661,8
35	Lectura del Fleximetro (0,001")	pul.	12,0	13,0	13,0	12,0	
36	Fluencia	mm	3,05	3,30	3,30	3,05	3,18
37	Ahuellamiento Estimado: Modelo MARC	mm.	1,22	1,29	1,29	1,22	1,25
38	Relacion Estabilidad / Fluencia	kg/cm	2169	2003	2010	2169	2087,8

**EQUIPOS UTILIZADOS**

Balanza	OHAUS	N° de Serie:	8335440451	N° de Certif. de Calibración:	2966/MGS/2020
Indicador digital	HENKEL	N° de Serie:	5GV820	N° de Certif. de Calibración:	INF-LE-058-2020
Baño María	SOLOTEST	N° de Serie:	0607	N° de Certif. de Calibración:	012-18-BM
Anillo de Carga / Dial	SOLOTEST / MITUTOYO	N° de Serie:	3031 / VFJ858	N° de Certif. de Calibración:	002-18-AC
HORNO ELECTRICO	AyA INSTRUMET	N° de Serie:	14416	N° de Certif. de Calibración:	2970/MGS/2020

COMENTARIOS: Ecuación de Ajuste anillo de Carga  $y = 2,3147x +$

DOSIFICACION DE ÁRIDOS: Grava Triturada <3/4" = 42,0%, Arena Triturada <3/8" = 41,0%, Arena Natural <1/4" = 17,0%

**OPERADORES CD PROJECTS S.A.C**

TÉCNICO LABORATORIO		D	ESPECIALISTA DE LABORATORIO		D
Nombre:	M:		Nombre:	M:	
Firma:	A:		Firma:	A:	

**VICTOR  
CABEZAS DULANTO  
Ingeniero Civil  
CIP N° 243489**

Jose Vargas Machuca 628-SanJuan de Miraflores-Lima  
Telefono: 3276493 / (01) 2200642 Correo: cdprojects@hotmail.com



**CD PROJECTS S.A.C**  
**CONSULTORIA & CONSTRUCCIÓN**  
**LABORATORIO DE SUELOS Y PAVIMENTOS**

ENSAYO: RESISTENCIA DE MEZCLAS BITUMINOSAS EMPLEANDO EL APARATO MARSHALL  
 NORMA: MTC E-504 / ASTM D-6926, D-6927 / AASHTO T-245

PROYECTO :MEZCLA ASFALTICA CON POLVO DE CAUCHO RECICLADO PARA REHABILITAR EL PAVIMENTO DEL JR.  
 SAN SALVADOR - CUSCO 2020  
 UNIVERSIDAD:UNIVERSIDAD CESAR VALLEJO - SEDE LIMA ESTE - S.JL  
 MATERIAL:MEZCLA ASFALTICA EN CALIENTE PEN 60 -70 PETRO PERU  
 FECHA:16/11/2020

ING. V.C.D  
 TEC. C.A.C  
 CANTERA: ANTA

MATERIAL	% Mezcla	% Diseño	% de polvo de caucho		AUTOR DISEÑO	FLORES CONTRERAS, WILDER MANOLO					
A AGREGADO GRUESO	42,00		7,0		C.A	DISEÑO TRADICIONAL DE MEZCLA ASFALTICA					
B AGREGADO FINO	58,00					POR CIENTO QUE PASA EL TAMIZ					
C FILLER < N° 200	0,00		1"	3/4	1/2"	3/8	N°4				
MEZCLA TEORICA	100,00	100,00	100,0	100,00	95,11	82,10	55,30				
LIMITES DE ESPECIFICACIÓN			100 - 100	100	80 - 100	70 - 88	51 - 68				
1	NÚMERO DE PROBETA					N	1	2	3	4	Promedio
2	% C.A en peso de la mezcla NFU					%	4,70	4,70	4,70	4,70	
3	% de Grava Triturada en Peso de la Mezcla					%	40,03	40,03	40,03	40,03	
4	% de Arena Combinada en Peso de la Mezcla					%	55,27	55,27	55,27	55,27	
5	% de Filler en Peso de Mezcla					%	0,00	0,00	0,00	0,00	
6	Peso Especifico Aparente de Cemento Asfaltico					gr/cc.	1,021	1,021	1,021	1,021	
7	Peso Especifico Bulk de la Grava Triturada					gr/cc.	2,735	2,735	2,735	2,735	
8	Peso Especifico Aparente de la Grava Triturada					gr/cc.	2,783	2,783	2,783	2,783	2,759
9	Peso Especifico Bulk de la Arena					gr/cc.	2,754	2,754	2,754	2,754	
10	Peso Especifico Aparente de la Arena					gr/cc.	2,787	2,787	2,787	2,787	2,771
11	Peso Especifico Aparente r < N°200					gr/cc.	2,817	2,817	2,817	2,817	2,817
12	Altura Promedio de la Probeta					cm.					
13	Peso de la Probeta en el Aire					gr.	1245,9	1245,7	1245,8	1245,6	
14	Peso de la Probeta Saturada (01 Hora)					gr.	1247,8	1247,2	1247,8	1247,9	
15	Peso de la Probeta en el Agua					gr.	736,2	735,6	735,2	735,2	
16	Volumen de la Probeta					c.c.	511,6	511,6	512,6	512,7	
17	Peso Especifico Bulk de la Probeta					gr/cc.					
18	Peso Especifico Maximo (RICE)					gr/cc.	2,558	2,558	2,558	2,558	2,558
19	Maxima Densidad Teorica					gr/cc.	2,560	2,560	2,560	2,560	2,560
20	% de Vacios					%	4,80	4,91	4,99	5,02	4,90
21	Peso Especifico Bulk del Agregado Total					gr/cc.	2,746	2,746	2,746	2,746	
22	Peso Especifico Aparente del Agregado Total					gr/cc.	2,785	2,785	2,785	2,785	
23	Peso Especifico Efectivo del Agregado Total					gr/cc.					
24	C.A. Absorvido por el Peso del Agregado Seco					%	0,264	0,264	0,264	0,264	
25	% del Vol. del Agregado / Volumen Bruto de la Probeta					%	84,52	84,50	84,35	84,32	
26	% del Volumen de C.A. Efectivo / Volumen de Probeta					%	10,69	10,69	10,67	10,66	10,67
27	% Vacios del Agregado Mineral: VMA					%	15,48	15,50	15,65	15,68	15,6
28	C.A. Efectivo/Peso de la Mezcla					%	4,45	4,45	4,45	4,45	
29	Relacion Asfalto - Vacios : VFA					%	69,03	68,96	68,13	67,98	68,5
30	Relacion / Betun Efectivo						0,04	0,04	0,04	0,04	0,0
31	Lectura del Aro						280	281	280,0	281	
32	Estabilidad sin Corregir					kg	673	675	673	675	
33	Factor de Estabilidad						1,00	1,00	1,00	1,00	
34	Estabilidad Corregida					kg	673	675	673	675	674,0
35	Lectura del Fleximetro ( 0.001" )					pul.	11,0	12,0	11,0	11,0	
36	Fluencia					mm.	2,79	3,05	2,79	2,79	2,86
37	Ahuellamiento Estimado: Modelo MARC					mm.	0,15	0,23	0,16	0,16	0,17
38	Relacion Estabilidad / Fluencia					kg/cm.	2408	2215	2408	2416	2361,9

**EQUIPOS UTILIZADOS**

Balanza	OHAUS	N° de Serie:	8335440451	N° de Certif. de Calibración:	2966/MGS/2020
Indicador digital	HENKEL	N° de Serie:	5GV820	N° de Certif. de Calibración:	INF-LE-058-2020
Baño Maria	SOLOTEST	N° de Serie:	0607	N° de Certif. de Calibración:	012-18-BM
Anillo de Carga / Dial	SOLOTEST / MITUTOYO	N° de Serie:	3031 / VFJ858	N° de Certif. de Calibración:	002-18-AC
HORNO ELECTRICO:	AyA INSTRUMET	N° de Serie:	14416	N° de Certif. de Calibración:	2970/MGS/2020

COMENTARIOS: Ecuación de Ajuste anillo de Carga:  $y = 2,3147x + 24,7037$

DOSIFICACIÓN DE ÁRIDOS: Grava Triturada <3/4" = 42.0%, Arena Triturada <3/8" = 41.0%, Arena Natural <1/4" = 17.0%

**OPERADORES CD PROJECTS S.A.C**

TÉCNICO LABORATORIO		ESPECIALISTA DE LABORATORIO	
Nombre:	D:	Nombre:	D:
Firma:	M:	Firma:	M:
	A:		A:

**VICTOR CABEZAS DULANTO**  
 Ingeniero Civil  
 CIP N° 243489

Jose Vargas Machuca 628-San Juan de Miraflores-Lima

Telefono: 3276493 / (01) 2200642 Correo: cdprojects@hotmail.com





**CD PROJECTS S.A.C**  
**CONSULTORIA & CONSTRUCCIÓN**  
**LABORATORIO DE SUELOS Y PAVIMENTOS**

ENSAYO: MÁXIMA GRAVEDAD ESPECÍFICA TEÓRICA EN MEZCLAS BITUMINOSAS - RICE  
**NORMA: MTC E-508 / ASTM D-2041 / ASSHTO T-209**

PROYECTO :MEZCLA ASFÁLTICA CON POLVO DE CAUCHO RECICLADO PARA REHABILITAR EL PAVIMENTO DEL JR. SAN SALVADOR - CUSCO 2020

UNIVERSIDAD:UNIVERSIDAD CESAR VALLEJO - SEDE LIMA ESTE - SJL

CANTERA ANTA

MATERIAL:MEZCLA ASFÁLTICA EN CALIENTE PEN 60 -70 PETRO PERU

MEZCLA ASFÁLTICA CONVENCIONAL

FECHA:16/11/2020

Ing. Resp. V.C.D

ENSAYO CON 5.7 % DE C.A	Nº	1	2	3
CEMENTO ASFÁLTICO	%	5,70		
PESO DEL MATERIAL	Gr.	1501,8		
PESO DEL AGUA + FRASCO RICE	Gr.	7332,0		
PESO DEL MATERIAL+FRASCO+AGUA (en aire)	Gr.	8833,8		
PESO DEL MATERIAL +FRASCO+AGUA (en agua)	Gr.	8248,6		
VOLUMEN DEL MATERIAL	c.c.	585,2		
PESO ESPECIFICO MAXIMO	Gric.c.	2,566		
TEMPERATURA DE ENSAYO	°C	25,0		
% C.A	%			
PESO ESPECIFICO MAXIMO corregido por temperatura	Gric.c.	2,566		
PESO DEL ASFALTO pen 60-70 EN MUESTRA	gr	85,60		
TIEMPO DE ENSAYO	Min.	20,0		
PRESION DE SUCCION ó VACIO	inHg	28,0		
CORRECCIÓN POR TEMPERATURA		1,000		

**EQUIPOS UTILIZADOS**

Balanza	OHAUS	Nº de Serie:	8335440451	Nº de Certif. de Calibración:	2966/MGS/2020
Termómetro Digital	---	Nº de Serie:	---	Nº de Certif. de Calibración:	---
Vacuómetro de Vacios	Dynamic	Nº de Serie:	---	Nº de Certif. de Calibración:	-----
Bomba de Vacios	-----	Nº de Serie:	-----	Nº de Certif. de Calibración:	N/A
Agitador/Mesa Vibratoria	-----	Nº de Serie:	-----	Nº de Certif. de Calibración:	N/A

COMENTARIOS : \_\_\_\_\_ p

Grava Triturada < 3/4" : 42,0%

Arena Triturada < 3/8" : 41,0%

Arena Natural < 1/4" : 17,0%

**TOTAL = 100,0%**

**VICTOR**  
**CABEZAS DULANTO**  
 Ingeniero Civil  
 CIP N° 243489

**OPERADORES CD PROJECTS S.A.C**

TÉCNICO LABORATORIO	D:	ESPECIALISTA DE LABORATORIO	D:
Nombre:	M:	Nombre:	M:
Firma:	A:	Firma:	A:

Jose Vargas Machuca 628-SanJuan de Miraflores-Lima  
 Telefono: 3276493 / (01) 2200642 Correo: cdprojects@hotmail.com



**CD PROJECTS S.A.C**  
CONSULTORIA & CONSTRUCCION  
**LABORATORIO DE SUELOS Y PAVIMENTOS**

**ENSAYO: MÁXIMA GRAVEDAD ESPECÍFICA TEÓRICA EN MEZCLAS BITUMINOSAS - RICE**

PROYECTO : MEZCLA ASFALTICA CON POLVO DE CAUCHO RECICLADO PARA REHABILITAR EL PAVIMENTO DEL JR. SAN SALVADOR - CUSCO 2020  
 UNIVERSIDAD: UNIVERSIDAD CESAR VALLEJO - SEDE LIMA ESTE - SJL CANTERA: ANTA  
 MATERIAL: MEZCLA ASFÁLTICA EN CALIENTE PEN 60 -70 PETRO PERU : Asfalto modificado con 3 % de polvo de caucho  
 FECHA: 16/11/2020 CEMENTO ASFALTICO 4.7 %

ENSAYO CON 3 % DE POLVO DE CAUCHO	Nº	1	2	3
CEMENTO ASFALTICO	%	4,70		
PESO DEL MATERIAL	Gr.	1500,8		
PESO DEL AGUA + FRASCO RICE	Gr.	7332,0		
PESO DEL MATERIAL+FRASCO+AGUA (en aire)	Gr.	8832,8		
PESO DEL MATERIAL +FRASCO+AGUA (en agua)	Gr.	8255,2		
VOLUMEN DEL MATERIAL	c.c.	577,6		
PESO ESPECIFICO MAXIMO	Gric.c.	2,598		
TEMPERATURA DE ENSAYO	°C	25,0		
% DE POLVO DE NEUMATICO CON NFU	%	2,50		
PESO ESPECIFICO MAXIMO corregido por temperatura	Gric.c.	2,598		
PESO DEL ASFALTO pen 60-70 EN MUESTRA	gr	70,5		
TIEMPO DE ENSAYO	Min.	20,0		
PRESION DE SUCCION ó VACIO	inHg	28,0		
CORRECCION POR TEMPERATURA		1,000		

**EQUIPOS UTILIZADOS**

Balanza	OHAUS	N° de Serie:	B712859965	N° de Certif. de Calibración:	SM-897-2020
Termómetro Digital	---	N° de Serie:	---	N° de Certif. de Calibración:	---
Vacuómetro de Vacios	Dynamic	N° de Serie:	---	N° de Certif. de Calibración:	CPM-508-2020
Bomba de Vacios	CPS	N° de Serie:	001391	N° de Certif. de Calibración:	N/A
Agitador/Mesa Vibratoria	HUMBOLD	N° de Serie:	17101756 3F	N° de Certif. de Calibración:	N/A

**COMENTARIOS : DOSIFICACIÓN DE ÁRIDOS PARA LA MEZCLA ASFÁLTICA EN CALIENTE**

Grava Triturada < 3/4" : 42,0%

Arena Triturada < 3/8" : 41,0%

Arena Natural < 1/4" : 17,0%

**TOTAL = 100,0%**

VICTOR  
CABEZAS DULANTO  
Ingeniero Civil  
CIP N° 243489

**OPERADORES CD PROJECTS S.A.C**

TÉCNICO LABORATORIO	D:	ESPECIALISTA DE LABORATORIO	D:
Nombre:	M:	Nombre:	M:
Firma:	A:	Firma:	A:

Jose Vargas Machuca 628-SanJuan de Miraflores-Lima  
 Telefono: 3276493 / (01) 2200642 Correo: cdprojects@hotmail.com



CD PROJECTS SAC  
CONSULTORIA & CONSTRUCCIÓN

LABORATORIO DE SUELOS Y PAVIMENTOS

ENSAYO: MÁXIMA GRAVEDAD ESPECÍFICA TEÓRICA EN MEZCLAS BITUMINOSAS - RICE  
NORMA: MTC E-508 / ASTM D-2041 / ASSHTO T-209

PROYECTO :MEZCLA ASFALTICA CON POLVO DE CAUCHO RECICLADO PARA REHABILITAR EL PAVIMENTO DEL JR. SAN SALVADOR - CUSCO 2020  
UNIVERSIDAD:UNIVERSIDAD CESAR VALLEJO - SEDE LIMA ESTE - S.JL CANTERA: ANTA  
MATERIAL:MEZCLA ASFÁLTICA EN CALIENTE PEN 60 -70 PETRO PERU : mezcla con 5% de polvo de caucho y 4.7 % de C.A  
FECHA:16/11/2020

ENSAYO CON 5 % DE POLVO DE CAUCHO	Nº	1	2	3
CEMENTO ASFALTICO	%	4,70		
PESO DEL MATERIAL	Gr.	1507,8		
PESO DEL AGUA + FRASCO RICE	Gr.	7332,0		
PESO DEL MATERIAL+FRASCO+AGUA (en aire)	Gr.	8839,8		
PESO DEL MATERIAL +FRASCO+AGUA (en agua)	Gr.	8237,9		
VOLUMEN DEL MATERIAL	c.c.	601,9		
PESO ESPECIFICO MAXIMO	Gr/c.c.	2,505		
TEMPERATURA DE ENSAYO	°C	25,0		
% DE POLVO DE NEUMATICO CON NFU	%	3,50		
PESO ESPECIFICO MAXIMO corregido por temperatura	Gr/c.c.	2,505		
PESO DEL ASFALTO pen 60-70 EN MUESTRA	gr	70,9		
TIEMPO DE ENSAYO	Min.	20,0		
PRESION DE SUCCION 6 VACIO	inHg	28,0		
CORRECCION POR TEMPERATURA		1,000		

EQUIPOS UTILIZADOS

Balanza	OHAUS	Nº de Serie:	B712859965	Nº de Certif. de Calibración:	SM-897-2020
Termómetro Digital	---	Nº de Serie:	---	Nº de Certif. de Calibración:	---
Vacuómetro de Vacíos	Dynamic	Nº de Serie:	---	Nº de Certif. de Calibración:	CPM-508-2020
Bomba de Vacíos	CPS	Nº de Serie:	001391	Nº de Certif. de Calibración:	N/A
Agitador/Mesa Vibratoria	HUMBOLD	Nº de Serie:	17101756 3F	Nº de Certif. de Calibración:	N/A

COMENTARIOS : DOSIFICACIÓN DE ÁRIDOS PARA LA MEZCLA ASFÁ p

Grava Triturada < 3/4" : 42,0%

Arena Triturada < 3/8" : 41,0%

Arena Natural < 1/4" : 17,0%

TOTAL = 100,0%

VICTOR  
CABEZAS DULANTO  
Ingeniero Civil  
CIP N° 243489

OPERADORES CD PROJECTS S.A.C

TÉCNICO LABORATORIO		ESPECIALISTA DE LABORATORIO	
Nombre:	D:	Nombre:	D:
Firma:	M:	Firma:	M:
	A:		A:

Jose Vargas Machuca 628-SanJuan de Miraflores-Lima  
Telefono: 3276493 / (01) 2200642 Correo: cdprojects@hotmail.com



**CD PROJECTS S.A.C**  
**CONSULTORIA & CONSTRUCCION**  
**LABORATORIO DE SUELOS Y PAVIMENTOS**

ENSAYO: MÁXIMA GRAVEDAD ESPECIFICA TEÓRICA EN MEZCLAS BITUMINOSAS - RICE  
 NORMA: MTC E-508 / ASTM D-2041 / ASSHTO T-209

PROYECTO : MEZCLA ASFALTICA CON POLVO DE CAUCHO RECICLADO PARA REHABILITAR EL PAVIMENTO DEL JR. SAN SALVADOR - CUSCO 2020  
 UNIVERSIDAD: UNIVERSIDAD CESAR VALLEJO - SEDE LIMA ESTE - SJL CANTERA: ANTA  
 MATERIAL: MEZCLA ASFÁLTICA EN CALIENTE PEN 60 -70 PETRO PERU : Mezcla con 7% de polvo de caucho y 4.7 % de C.A  
 FECHA: 16/11/2020

ENSAYO CON 7 % DE POLVO DE CAUCHO	Nº	1	2	3
CEMENTO ASFALTICO	%	4,70		
PESO DEL MATERIAL	Gr.	1509,2		
PESO DEL AGUA + FRASCO RICE	Gr.	7332,0		
PESO DEL MATERIAL+FRASCO+AGUA (en aire)	Gr.	8841,2		
PESO DEL MATERIAL +FRASCO+AGUA (en agua)	Gr.	8251,2		
VOLUMEN DEL MATERIAL	c.c.	590,0		
PESO ESPECIFICO MAXIMO	Gr/c.c.	2,558		
TEMPERATURA DE ENSAYO	°C	25,0		
% DE POLVO DE NEUMATICO CON NFU	%	4,50		
PESO ESPECIFICO MAXIMO corregido por temperatura	Gr/c.c.	2,558		
PESO DEL ASFALTO pen 60-70 EN MUESTRA	gr	70,9		
TIEMPO DE ENSAYO	Min.	20,0		
PRESION DE SUCCION ó VACIO	inHg	28,0		
CORRECCION POR TEMPERATURA		1,000		

**EQUIPOS UTILIZADOS**

Balanza	OHAUS	Nº de Serie: B712859965	Nº de Certif. de Calibración: SM-897-2020
Termómetro Digital	---	Nº de Serie: ---	Nº de Certif. de Calibración: ---
Vacuómetro de Vacios	Dynamic	Nº de Serie: ---	Nº de Certif. de Calibración: CPM-508-2020
Bomba de Vacios	CPS	Nº de Serie: 001391	Nº de Certif. de Calibración: N/A
Agitador/Mesa Vibratoria	HUMBOLD	Nº de Serie: 17101756.3F	Nº de Certif. de Calibración: N/A

**COMENTARIOS : DOSIFICACIÓN DE ÁRIDOS PARA LA MEZCLA ASFÁLTICA EN CALIENTE**

Grava Triturada < 3/4" : 42,0% p  
 Arena Triturada < 3/8" : 41,0%  
 Arena Natural < 1/4" : 17,0%

**TOTAL = 100,0%**

**VICTOR**  
**CABEZAS DULANTO**  
 Ingeniero Civil  
 CIP Nº 243489

OPERADORES CD PROJECTS S.A.C			
TÉCNICO LABORATORIO	D:	ESPECIALISTA DE LABORATORIO	D:
Nombre:	M:	Nombre:	M:
Firma:	A:	Firma:	A:

wwwg  
 Telefono: 3276493 / (01) 2200642 Correo: cdprojects@hotmail.com

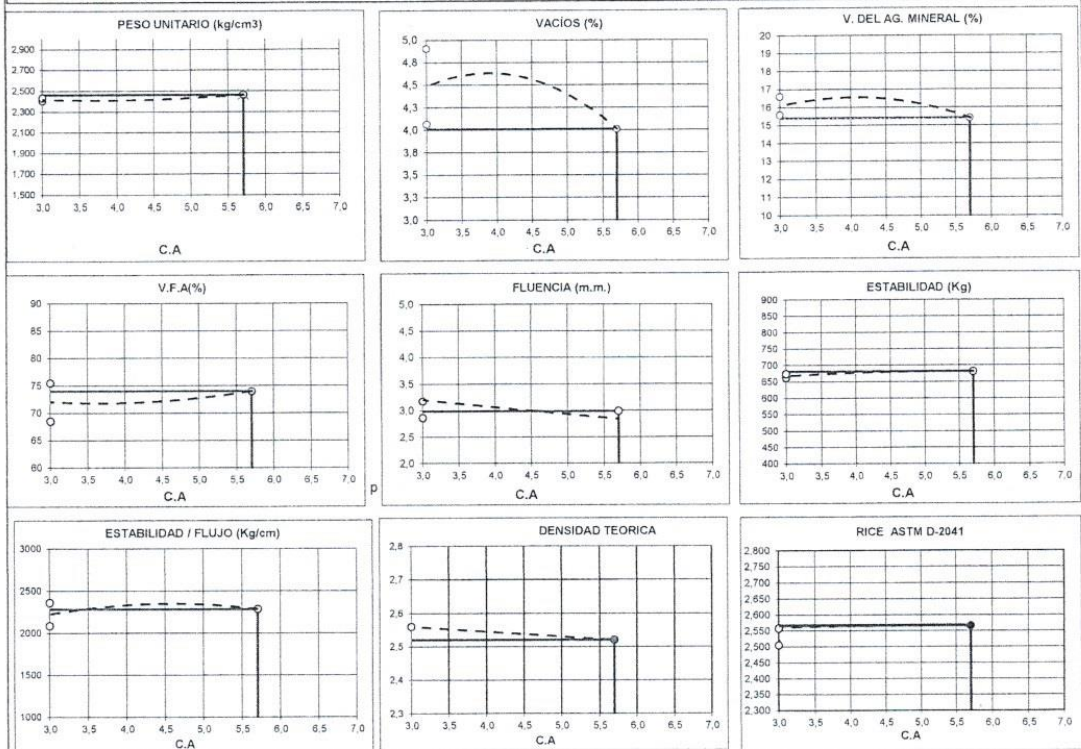


**CD PROJECTS S.A.C**  
CONSULTORIA & CONSTRUCCION  
LABORATORIO DE SUELOS Y PAVIMENTOS

REPRESENTACION DE RESULTADOS MARSHALL EN GRAFICOS  
NORMA: MTC E-504 / ASTM D-6926, D-6927 / AASHTO T-245

PROYECTO :MEZCLA ASFALTICA CON POLVO DE CAUCHO RECICLADO PARA REHABILITAR EL PAVIMENTO DEL JR. SAN SALVADOR - CUSCO 2020  
UNIVERSIDAD:UNIVERSIDAD CESAR VALLEJO - SEDE LIMA ESTE - SJL  
MATERIAL:MEZCLA ASFALTICA EN CALIENTE PEN 60 -70 PETRO PERU  
FECHA:16/11/2020  
AUTOR FLORES CONTRERAS, WILDER MANOLO  
HUARANCCA QUISPE, CECIA

RESUMEN DE MARSHALL 5.7 C.A



COMPONENTES Y DOSIFICACION DE AGREGADOS INVOLUCRADOS EN EL DISEÑO N°3 DE LA MEZCLA ASFALTICA EN CALIENTE CON POLVO DE CAUCHO GRADACION ASTM D3515 D-5

- Grava Triturada Tam Máx. 3/4"	=	42,0 %
- Arena Triturada Tam Máx. 5/16"	=	41,0 %
- Arena Natural Tam. Máx. 1/4"	=	17,0 %
- % de cemento asfáltico	=	5,7 %

COMENTARIOS:

DESCRIPCIÓN DEL ENSAYO	RESUMEN DE RESULTADOS			ESPECIFICACION TECNICA (mezcla tipo B)
	- 0.3%	OPTIMO	+ 0.3%	
GOLPES POR LADO	---	50	---	50
ce.emtp asfáltico	---	5,70	---	(+/- 0.3%)
PESO UNITARIO	---	2,566	---	
VACIOS	---	4,01	---	3 - 5
V.M.A.	---	15,4	---	Min 14
VFA %	---	74,0	---	65 -78
FLUENCIA	---	2,98	---	2 - 4
ESTABILIDAD	---	681,1	---	Min. 544
RELACION ESTABILIDAD / FLUENCIA	---	2285	---	1700 - 4000
INDICE DE COMPACTIBILIDAD	---	---	---	Min. 5
ESTABILIDAD RETENIDA, 24 horas a 50°C	---	---	---	Min. 75
RESISTENCIA, RETENIDA EN TRACCION	---	---	---	80 min
FILLER / LIGANTE	---	---	---	0.6 - 1.3

OPERADORES CD PROJECTS SAC.			
TÉCNICO LABORATORIO		ESPECIALISTA DE LABORATORIO	
Nombre:	D:	Nombre:	D:
Firma:	M:	Firma:	M:

**VICTOR CABEZAS DULANTO**  
Ingeniero Civil  
CIP N° 243489

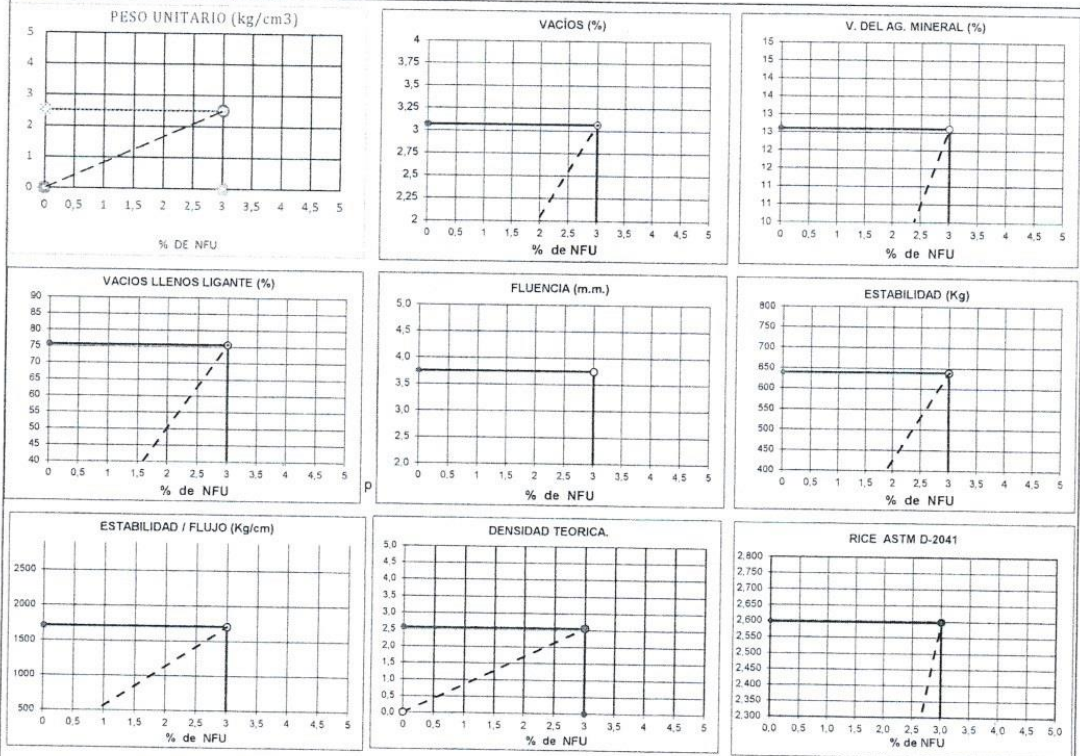
Jose Vargas Machuca 628-SanJuan de Miraflores-Lima  
Telefono: 3276493 / (01) 2200642 Correo: cdprojects@hotmail.com



**CD PROJECTS S.A.C**  
CONSULTORIA & CONSTRUCCION  
**LABORATORIO DE SUELOS Y PAVIMENTOS**

REPRESENTACIÓN DE RESULTADOS MARSHALL EN GRÁFICOS  
NORMA: MTC E-504 / ASTM D-6926, D-6927 / AASHTO T-245

PROYECTO :MEZCLA ASFALTICA CON POLVO DE CAUCHO RECICLADO PARA REHABILITAR EL PAVIMENTO DEL JR. SAN SALVADOR - CUSCO 2020  
UNIVERSIDAD:UNIVERSIDAD CESAR VALLEJO - SEDE LIMA ESTE - S.J.L  
MATERIAL:MEZCLA ASFÁLTICA EN CALIENTE PEN 60 -70 PETRO PERU : RESUMEN DE Marshall con 3 % de polvo de caucho  
FECHA:16/11/2020  
AUTOR FLORES CONTRERAS, WILDER MANOLO  
HUARANCCA QUISPE, CECIA



COMPONENTES Y DOSIFICACION DE AGREGADOS INVOLUCRADOS EN EL DISEÑO N°3 DE LA MEZCLA ASFALTICA EN CALIENTE CON POLVO DE CAUCHO GRADACION ASTM D3515 D-5

- Grava Triturada Tam Máx. 3/4"	=	42,0 %
- Arena Triturada Tam. Máx. 5/16"	=	41,0 %
- Arena Natural Tam. Máx. 1/4"	=	17,0 %
- % de polvo de caucho	=	3,0 %
- % de cemento asfáltico	=	4,7 %

COMENTARIOS:

DESCRIPCIÓN DEL ENSAYO	RESUMEN DE RESULTADOS			ESPECIFICACION TECNICA (mezcla tipo B)
	- 0.3%	OPTIMO	+ 0.3%	
GOLPES POR LADO		50		50
caucho reciclado	---	3,00	---	(+/- 0.3%)
PESO UNITARIO	---	2,598	---	
VACIOS	---	3,1	---	3 - 5
V.M.A.	---	12,6	---	Min 14
VFA %	---	75,6	---	65 - 78
FLUENCIA	---	3,76	---	2 - 4
ESTABILIDAD	---	638,8	---	Min. 544
RELACION ESTABILIDAD / FLUENCIA	---	1706	---	1700 - 4000
INDICE DE COMPACTIBILIDAD	---	---	---	Min. 5
ESTABILIDAD RETENIDA, 24 horas a 60°C	---	---	---	Min. 75
RESISTENCIA, RETENIDA EN TRACCION	---	---	---	80 min
FILLER / LIGANTE	---	---	---	0.6 - 1.3

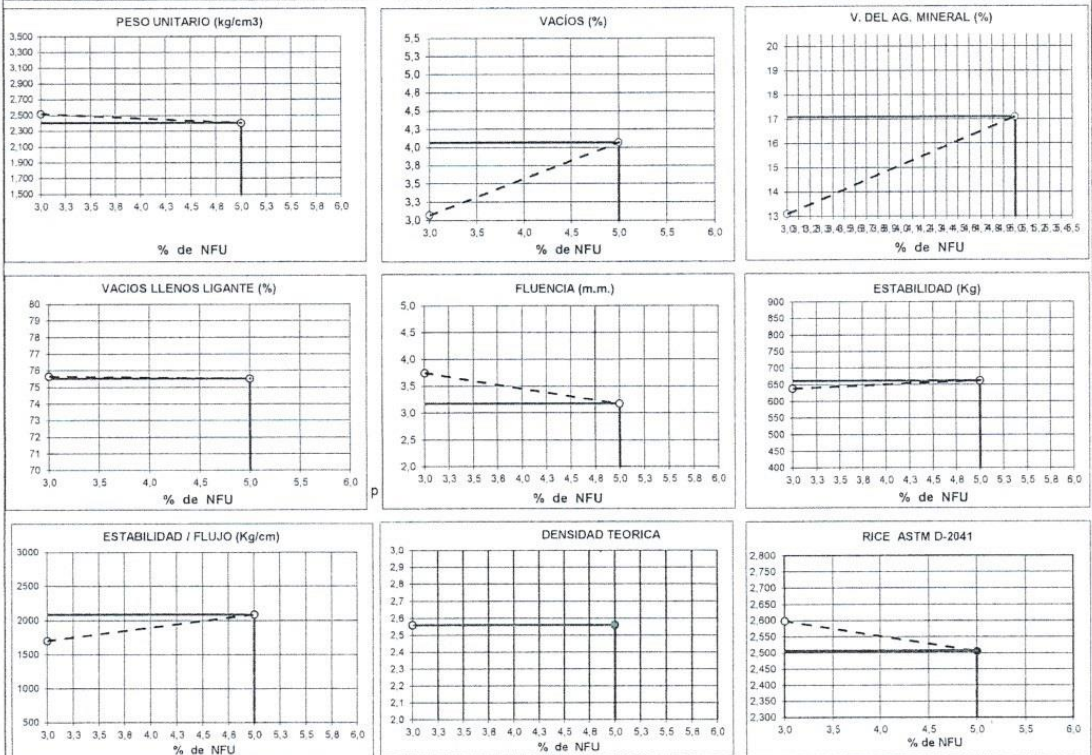
OPERADORES CD PROJECTS SAC.			
TÉCNICO LABORATORIO		ESPECIALISTA DE LABORATORIO	
Nombre:	D:	Nombre:	D:
	M:		M:
Firma:	A:	Firma:	

**VICTOR CABEZAS OULANTO**  
 Ingeniero Civil  
 CIP N° 243489

Jose Vargas Machuca 628-SanJuan de Miraflores-Lima  
Telefono: 3276493 / (01) 2200642 Correo: cdprojects@hotmail.com

REPRESENTACIÓN DE RESULTADOS MARSHALL EN GRÁFICOS  
NORMA: MTC E-504 / ASTM D-6926, D-6927 / AASHTO T-245

PROYECTO :MEZCLA ASFÁLTICA CON POLVO DE CAUCHO RECICLADO PARA REHABILITAR EL PAVIMENTO DEL JR. SAN SALVADOR -CUSCO 2020  
UNIVERSIDAD:UNIVERSIDAD CESAR VALLEJO - SEDE LIMA ESTE - SJL  
MATERIAL:MEZCLA ASFÁLTICA EN CALIENTE PEN 60 -70 PETRO PERU  
FECHA:16/11/2020  
RESUMEN de Marshall con 5% DE POLVO DE CAUCHO  
AUTOR FLORES CONTRERAS, WILDER MANOLO  
HUARANCCA QUISPE, CECIA




COMPONENTES Y DOSIFICACION DE AGREGADOS INVOLUCRADOS EN EL DISEÑO N°3 DE LA MEZCLA ASFÁLTICA EN CALIENTE CON POLVO DE CAUCHO GRADACIÓN ASTM D3515 D-5

- Grava Triturada Tam. Máx. 3/4"	=	42,0 %
- Arena Triturada Tam. Máx. 5/16"	=	41,0 %
- Arena Natural Tam. Máx. 1/4"	=	17,0 %
- % de polvo de caucho	=	5,0 %
- % de cemento asfáltico	=	4,7 %

COMENTARIOS:

DESCRIPCIÓN DEL ENSAYO	RESUMEN DE RESULTADOS			ESPECIFICACION TECNICA (mezcla tipo B)
	- 0.3%	OPTIMO	+ 0.3%	
GOLPES POR LADO		50		50
caucho reciclado	---	5,00	---	(+/- 0.3%)
PESO UNITARIO	---	2,505	---	
VACIOS	---	4,1	---	3 - 5
V.M.A.	---	16,5	---	Min 14
VFA %	---	75,5	---	65 - 78
FLUENCIA	---	3,18	---	2 - 4
ESTABILIDAD	---	661,8	---	Min. 544
RELACION ESTABILIDAD / FLUENCIA	---	2088	---	1700 - 4000
INDICE DE COMPACTIBILIDAD	---	---	---	Min. 5
ESTABILIDAD RETENIDA, 24 horas a 60°C	---	---	---	Min. 75
RESISTENCIA, RETENIDA EN TRACCION	---	---	---	80 min
FILLER / LIGANTE	---	---	---	0.6 - 1.3

OPERADORES CD PROJECTS SAC.			
TÉCNICO LABORATORIO		ESPECIALISTA DE LABORATORIO	
Nombre:	D:	Nombre:	D:
Firma:	M:	Firma:	M:
	A:		A:

  
**VICTOR CABEZAS DULANTO**  
 Ingeniero Civil  
 CIP N° 243489



**CD PROJECTS S.A.C**  
CONSULTORIA & CONSTRUCCIÓN

LABORATORIO DE SUELOS Y PAVIMENTOS

REPRESENTACIÓN DE RESULTADOS MARSHALL EN GRÁFICOS  
NORMA: MTC E-504 / ASTM D-6926, D-6927 / AASHTO T-245

PROYECTO :MEZCLA ASFÁLTICA CON POLVO DE CAUCHO RECICLADO PARA REHABILITAR EL PAVIMENTO DEL JR. SAN SALVADOR - CUSCO 2020

UNIVERSIDAD:UNIVERSIDAD CESAR VALLEJO - SEDE LIMA ESTE - SJL

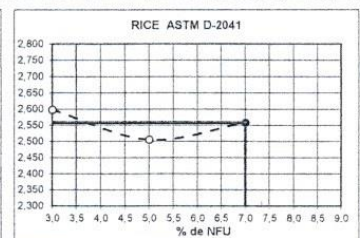
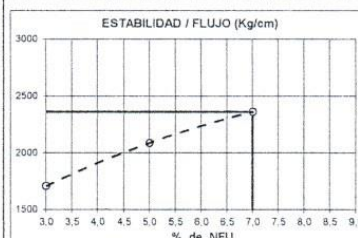
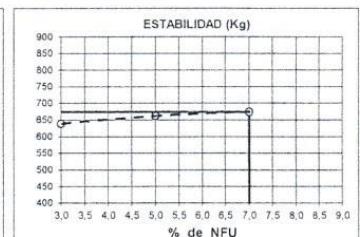
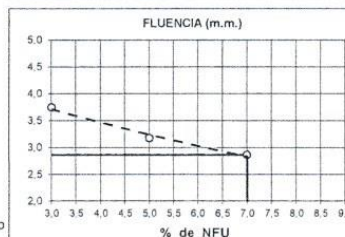
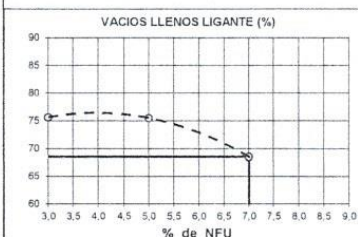
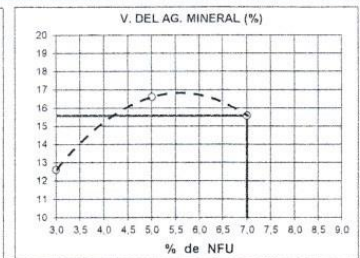
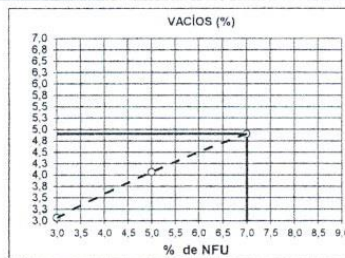
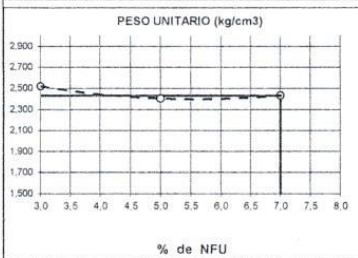
MATERIAL:MEZCLA ASFÁLTICA EN CALIENTE PEN 60 -70 PETRO PERU

RESUMEN MARSHALL 7 % DE POLVO DE CAUCHO

FECHA:16/11/2020

AUTOR FLORES CONTRERAS, WILDER MANOLO

HUARANCCA QUISPE, CECIA



COMPONENTES Y DOSIFICACION DE AGREGADOS INVOLUCRADOS EN EL DISEÑO N°3 DE LA MEZCLA ASFÁLTICA EN CALIENTE CON POLVO DE CAUCHO GRADACIÓN ASTM D3515 D-5

- Grava Triturada Tam. Máx. 3/4"	=	42,0 %
- Arena Triturada Tam. Máx. 5/16"	=	41,0 %
- Arena Natural Tam. Máx. 1/4"	=	17,0 %
- % de polvo de caucho	=	7,0 %
- % de cemento asfáltico	=	4,7 %

COMENTARIOS:

DESCRIPCIÓN DEL ENSAYO	RESUMEN DE RESULTADOS			ESPECIFICACION TECNICA (mezcla tipo B)
	- 0.3%	OPTIMO	+ 0.3%	
GOLPES POR LADO	---	50	---	50
caucho reciclado	---	7,00	---	(+/- 0.3%)
PESO UNITARIO	---	2,558	---	
VACIOS	---	4,9	---	3 - 5
V.M.A.	---	15,5	---	Min 14
VFA %	---	68,5	---	65 - 78
FLUENCIA	---	2,85	---	2 - 4
ESTABILIDAD	---	674,0	---	Min. 544
RELACION ESTABILIDAD / FLUENCIA	---	2362	---	1700 - 4000
INDICE DE COMPACTIBILIDAD	---	---	---	Min. 5
ESTABILIDAD RETENIDA, 24 horas a 60°C	---	---	---	Min. 75
RESISTENCIA, RETENIDA EN TRACCION	---	---	---	80 min
FILLER / LIGANTE	---	---	---	0.6 - 1.3


OPERADORES CD PROJECTS SAC.			
TÉCNICO LABORATORIO	D.	ESPECIALISTA DE LABORATORIO	D.
Nombre:	M:	Nombre:	M:
Firma:	A:	Firma:	A:



**VICTOR CABEZAS DULANTO**  
Ingeniero Civil  
CIP N° 243489

Jose Vargas Machuca 628-SanJuan de Miraflores-Lima  
Telefono: 3276493 / (01) 2200642 Correo: cdprojects@hotmail.com



CD PROJECTS S.A.C.		ENSAYO: SALES SOLUBLES EN AGREGADOS PARA PAVIMENTOS FLEXIBLES				CD PROJECTS S.A.C.	
		NORMA: MTC E-219 / VN-E18-89					
Elaborado por:	Revisado por:	Aprobado por:	Fecha:	Código de Formato:			
CDP	DCLL	VCD	09-SEPT-2019	CDP-UCV-FRM-007.00			
LABORATORIO MECANICA DE SUELOS CONCRETOS Y PAVIMENTOS							
DATOS DEL PROYECTO							
Proyecto :	MEZCLA ASFALTICA CON POLVO DE CAUCHO RECICLADO PARA REHABILITAR EL PAVIMENTO DEL JR. SAN SALVADOR - CUSCO 2020					Ejecutor : CDP LABORATORIO	
Obra :	CUSCO - PERÚ					Código del Proyecto : 2020 - 02 - 00123	
Propietario :	FLORES CONTRERAS, WILDER MANOLO - CODIGO ORCID: 0000-0002-4459-5727					Ubicación del Proyecto : TESIS UNIVERSITARIA	
HUARANCCA QUISPE, CECIA - CODIGO ORCID: 0000-0002-2102-2714							
DATOS DE LA MUESTRA							
Material :	Mezcla Física de Agregados para MAC - 2					Código de Muestra: 17/11/2020	
Procedencia :	CUSCO - PERÚ					Registro de Ensayo: LAB-CDP-VCD/NOV-123	
UNIVERSIDAD :	CESAR VALLEJO SEDE LIMA -ESTE					Ing. Responsable: VICTOR C D	
Fecha de Producción :	11/11/2020					Téc. de Laboratorio: C-A-Y	
Muestreado por :	FLORES Y HUARANCCA CANTERA ANTA					Ensayado por: C-A-Y	
Fecha de Muestreo :	05/11/2020					Fecha de Ensayo: 05/11/2020	
AGREGADO GRUESO							
Determinación N°	1	2	3	4	Promedio		
Peso Recipiente ( Biker 100 ml. )	37,98	37,88	38,46				
Peso Recipiente + agua + sal	97,25	97,11	96,00				
Peso Recipiente Seco + sal	38,25	38,01	38,71				
Peso de Sal ( 3 -1 )	0,27	0,13	0,25				
Peso de Agua ( 2-3 )	59,00	59,10	57,29				
Porcentaje de Sales Solubles	0,46	0,22	0,44		0,37%		
AGREGADO FINO							
Determinación N°	1	2	3	4	Promedio		
Peso Recipiente ( Biker 100 ml. )							
Peso Recipiente + agua + sal							
Peso Recipiente Seco + sal							
Peso de Sal ( 3 -1 )							
Peso de Agua ( 2-3 )							
Porcentaje de Sales Solubles							
EQUIPOS UTILIZADOS							
Balanza	OHAUS	N° de Serie:	B712859965	N° de Certif. de Calibración:	SM-897-2020		
Termómetro		N° de Serie:		N° de Certif. de Calibración:			
Vaso Presipitado	SOLOTEST	N° de Serie:	0607	N° de Certif. de Calibración:	N/A		
COMENTARIOS:							
<p style="text-align: center;"><b>PROPORCIONES DE LA MEZCLA</b></p> <p style="text-align: center;">Grava Triturada &lt; 3/4" : 42,0%</p> <p style="text-align: center;">Arena Triturada &lt; 3/8" : 41,0%</p> <p style="text-align: center;">Arena Natural &lt; 1/4" : 17,0%</p> <p style="text-align: center;">TOTAL = 100,0%</p>							
 <b>VICTOR CABEZAS DULANTO</b> Ingeniero Civil CIP N° 243489							
LABORATORIO CD PROJECTS SAC							
TÉCNICO LABORATORIO		ESPECIALISTA DE LABORATORIO		SUPERVISOR/CLIENTE			
Nombre:	D:	Nombre:	D:	Nombre:	D:		
	M:		M:		M:		
Firma:	A:	Firma:	A:	Firma:	A:		

CD PROJECTS S.A.C. CONSULTORIA Y CONSTRUCCIONES		ENSAYO: SALES SOLUBLES EN AGREGADOS PARA PAVIMENTOS FLEXIBLES					CD PROJECTS S.A.C. CONSULTORIA Y CONSTRUCCIONES	
		NORMA: MTC E-219 / VN-E18-89						
Elaborado por:		Revisado por:		Aprobado por:		Fecha:	Código de Formato:	
CDP		DCLL		VCD		09-SEPT-2019	CDP-UCV-FRM-007.00	
LABORATORIO MECANICA DE SUELOS CONCRETOS Y PAVIMENTOS								
DATOS DEL PROYECTO								
<b>Proyecto</b> :		MEZCLA ASFALTICA CON POLVO DE CAUCHO RECICLADO PARA REHABILITAR EL PAVIMENTO DEL JR. SALVADOR - CUSCO 2020				<b>Ejecutor</b> : CDP LABORATORIO		
<b>UBICACIÓN</b>		CUSCO - PERÚ			<b>Código del Proyecto</b> : 2020 - 02 - 00123			
<b>Propietario</b> :		FLORES CONTRERAS, WILDER MANOLO - CODIGO ORCID: 0000-0002-4469-5727			<b>Ubicación del Proyecto</b> : TESIS UNIVERSITARIA			
HUARANCCA QUISPE, CECIA - CODIGO ORCID: 0000-0002-2102-2714								
DATOS DE LA MUESTRA								
<b>Material</b> :		Mezcla Física de Agregados para MAC - 2			<b>Código de Muestra</b> : 11/11/2020			
<b>Procedencia</b> :		CUSCO - PERÚ			<b>Registro de Ensayo</b> : LAB-CDP-VCD/NOV-123			
<b>UNIVERSIDAD</b>		CESAR VALLEJO SEDE LIMA -ESTE			<b>Ing. Responsable</b> : VICTOR C.D			
<b>Fecha de Producción</b> :		11/11/2020			<b>Téc. de Laboratorio</b> : C-A-Y			
<b>Muestreado por</b> :		FLORES Y HUARANCCA, CANTERA ANTA			<b>Ensayado por</b> : C-A-Y			
<b>Fecha de Muestreo</b> :		05/11/2020			<b>Fecha de Ensayo</b> : 05/11/2020			
AGREGADO GRUESO								
Determinación N°	1	2	3	4	Promedio			
Peso Recipiente ( Biker 100 ml. )								
Peso Recipiente + agua + sal								
Peso Recipiente Seco + sal								
Peso de Sal ( 3 -1)								
Peso de Agua ( 2-3 )								
Porcentaje de Sales Solubles								
AGREGADO FINO								
Determinación N°	1	2	3	4	Promedio			
Peso Recipiente ( Biker 100 ml. )	38,59	38,52	41,08					
Peso Recipiente + agua + sal	90,04	93,49	98,33					
Peso Recipiente Seco + sal	38,71	38,70	41,38					
Peso de Sal ( 3 -1)	0,12	0,18	0,30					
Peso de Agua ( 2-3 )	51,33	54,79	56,95					
Porcentaje de Sales Solubles	0,23	0,33	0,53		0,36%			
EQUIPOS UTILIZADOS								
Balanza	OHAUS	N° de Serie:	B712859965	N° de Certif. de Calibración:	SM-897-2020			
Termómetro		N° de Serie:		N° de Certif. de Calibración:				
Vaso Presipitado	SOLOTEST	N° de Serie:	0607	N° de Certif. de Calibración:	N/A			
<b>COMENTARIOS:</b>								
<b>PROPORCIONES DE LA MEZCLA</b>								
Grava Triturada < 3/4" : 42,0%								
Arena Triturada < 3/8" : 41,0%								
Arena Natural < 1/4" : 17,0%								
TOTAL = 100,0%								
 <b>VICTOR CABEZAS DULANTO</b> Ingeniero Civil CIP N° 243489								
LABORATORIO CD PROJECTS SAC								
TÉCNICO LABORATORIO	D:	ESPECIALISTA DE LABORATORIO	D:	SUPERVISOR/CLIENTE	D:			
Nombre:	M:	Nombre:	M:	Nombre:	M:			
Firma:	A:	Firma:	A:	Firma:	A:			

 <b>CD PROJECTS S.A.C.</b> <small>CONSTRUCCIONES Y SERVICIOS</small>	<b>ENSAYO: ANÁLISIS GRANULOMÉTRICO POR TAMIZADO</b>					 <b>CD PROJECTS S.A.C.</b> <small>CONSTRUCCIONES Y SERVICIOS</small>
	<b>NORMA: MTC E-204 / ASTM D-422 / NTP 400.012</b>					
	Elaborado por:	Revisado por:	Aprobado por:	Fecha:	Código de Formato:	
CDP	DCLL	VCD	17/11/2020	LAB-CDP-VCD/NOV-123		

**LABORATORIO DE MECANICA DE SUELOS, CONCRETOS Y PAVIMENTOS**

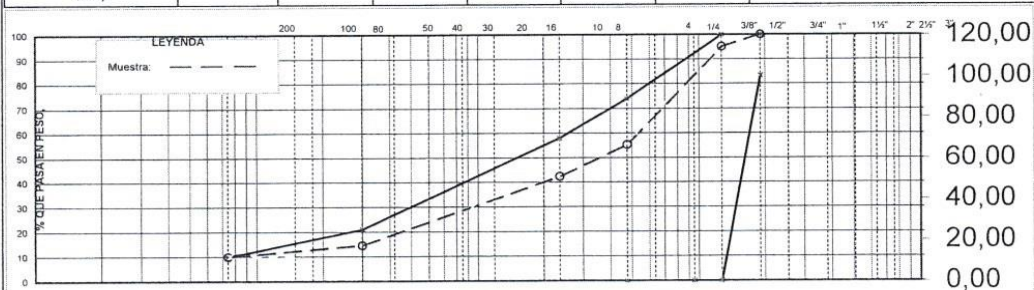
**DATOS DEL PROYECTO**

<b>Proyecto :</b>	MEZCLA ASFALTICA CON POLVO DE CAUCHO RECICLADO PARA REHABILITAR EL PAVIMENTO DEL JR SAN SALVADOR - CUSCO 2020	<b>Ejecutor :</b>	CDP LABORATORIO
<b>UBICACIÓN :</b>	CUSCO - PERÚ	<b>Código del Proyecto :</b>	2020 - 02 - 00123
<b>tesis :</b>	FLORES CONTRERAS, WILDER MANOLO - CODIGO ORCID: 0000-0002-4469-5727	<b>OBJETO :</b>	TESIS UNIVERSITARIA
HUARANCCA QUISPE, CECIA - CODIGO ORCID: 0000-0002-2102-2714			

**DATOS DE LA MUESTRA**

<b>Material :</b>	Mezcla Física de Agregados para MAC - 2	<b>Código de Muestra:</b>	11/11/2020
<b>Procedencia :</b>	CUSCO - PERÚ	<b>Registro de Ensayo:</b>	LAB-CDP-VCD/NOV-123
<b>UNIVERSIDAD :</b>	CESAR VALLEJO SEDE LIMA - ESTE	<b>Ing. Responsable:</b>	VICTOR C.D
<b>Fecha de Producción :</b>	11/11/2020	<b>Téc. de Laboratorio :</b>	C-A-Y
<b>Muestreado por :</b>	FLORES Y HUARANCCA CANTERA ANTA	<b>Ensayado por:</b>	C-A-Y
<b>Fecha de Muestreo :</b>	05/11/2020	<b>Fecha de Ensayo:</b>	05/11/2020

Tamiz $\phi$		Peso	Porcentaje (%)			Especificaciones (%)		Descripción	
Pulgada	mm	(g)	Retenido	Acumulado	Pasante	Min.	Máx.		
3 1/2"	80,890							% NIVEL FREATICO	
3"	76,200							% de Humedad	
2 1/2"	63,500							% de Grava:	
2"	50,800							% de Arena:	
1 1/2"	38,100							Tamaño Máximo: 3/4"	
1"	25,400							% Pasante N° 200 : 9.92	
3/4"	19,050				100,00	100	100	Peso Inicial: 7955,6	
1/2"	12,700	389,0	4,89	4,89	95,11	80-100	100	Porción de finos : 4399,6	
3/8"	9,530	1035,0	13,01	17,90	82,10	70-88		Color :	
1/4"	6,350	1023,0	12,86	30,76	69,24			L. L. :	
N° 4	4,750	1109,0	13,94	44,70	55,30	51-68	74	L. P. :	
N° 8	2,360	1032,0	12,97	57,67	42,33		58	<b>PROPORCIONES DE LA MEZCLA</b>	
N° 10	2,000								
N° 16	1,190	1012,8	9,74	67,41	32,59				GRAVA TRITURADA < 3/4" : 42,0 %
N° 20	0,850								ARENA TRITURADA < 3/8" : 41,0 %
N° 30	0,600	789,6	7,60	75,01	24,99				ARENA NATURAL < 1/4" : 17,0 %
N° 40	0,420								CEMENTO PORTLAND TIPO I : _____ %
N° 50	0,300	1078,5	10,38	85,39	14,61		21		
N° 60	0,250								
N° 80	0,180								
N° 100	0,150	478,9	4,61	90,00	10,00				
N° 200	0,074	7,8	0,08	90,08	9,92		10	<b>TOTAL = 100,0 %</b>	
N° 230	0,063								



**EQUIPOS UTILIZADOS**

<b>Balanza :</b>	OHAUS	Número de Serie:	B712859965	N° de Certif. de Calibración:	SM-897-2020
<b>Horno / Estufa :</b>	ORION	Número de Serie:	10051001	N° de Certif. de Calibración:	008-18-HL

**OBSERVACIONES :**

**LABORATORIO CD PROJECTS**

TÉCNICO LABORATORIO		ESPECIALISTA DE LABORATORIO		SUPERVISOR/CLIENTE	
Nombre:	D:	Nombre:	D:	Nombre:	D:
	M:		M:		M:
	A:		A:		A:

**VICTOR CABEZAS DULANTO**  
 Ingeniero Civil  
 CIP N° 243489

**ANEXO IV.**  
**CONTEO DE TRÁFICO**

ESTACIÓN DE CONTEO N°01:  
ESTE – SUR

---

**UNIVERSIDAD “CESAR VALLEJO”**  
FACULTAD DE INGENIERÍA CIVIL  
ESCUELA PROFESIONAL DE INGENIERÍA CIVIL

---

PROYECTO: Mezcla asfáltica con polvo de caucho reciclado para rehabilitar el pavimento del Jr.  
San Salvador - Cusco 2020

TESISTA: FLORES CONTRERAS WILDER MANOL  
HUARANCCA QUISPE CECIA

---

RESUMEN DEL DIA – CLASIFICACIÓN VEHICULAR  
ESTUDIO DE TRÁFICO

TRAMO	CA.IZCUCHACO – AV.PUCYURA		
SENTIDO	E		S
UBICACIÓN	CENTRO POBLADO DE PUCYURA		

ESTACIÓN			N°1
CODIGO DE LA ESTACIÓN			E-01
DIA FECHA	07	09	2020

Tipo de vehículo	Cantidad de vehículos (conteo directo semanal)						
	lunes	Martes	Miércoles	Jueves	Viernes	Sábado	Domingo
Automóviles	16	17	11	22	21	22	22
Camioneta pick-up	16	15	19	23	23	26	26
Camioneta rural	23	34	17	16	27	31	31
Micro	23	0	21	22	19	27	27
Camión C2	5	0	3	6	7	13	13
Camión C3	1	7	0	1	3	0	0
<b>TOTAL</b>	<b>84</b>	<b>73</b>	<b>71</b>	<b>90</b>	<b>100</b>	<b>119</b>	<b>119</b>

CONTEO Y CLASIFICACION VEHICULAR

ESTACION: C-1

FECHA: 7/09/2020

UBICACION: SAN SALVADOR

PROYECTO:

MEZCLA ASFÁLTICA CON POLVO DE CAUCHO RECICLADO PARA REABILITAR EL PAVIMENTO DEL JR. SAN SALVADOR - CUSCO 2020.

Hora	Sentido	VEHICULOS LIGEROS				BUS		CAMIONES UNITARIOS			SEMITRAILER				TRAILER				TOTAL	%
		Autos	Pick up	C. Rural	Micros	2E	3E	2E	3E	4E	2S1/2S2	2S3	3S1/3S2	>=3S3	2T2	2T3	3T2	3T3		
0-1	E																		0	0.0%
	S																		0	0.0%
1-2	E		1		1														2	4.7%
	S		1		1														2	4.9%
2-3	E																		0	0.0%
	S																		0	0.0%
3-4	E				1														1	2.3%
	S				1														1	2.4%
4-5	E		1		1														2	4.7%
	S		1		1														2	4.9%
5-6	E																		0	0.0%
	S	1			1														2	4.9%
6-7	E	1	1	1	1														4	9.3%
	S		1	1	1														3	7.3%
7-8	E	1		1	1														3	7.0%
	S	1		1	1														3	7.3%
8-9	E	1	1	1	1					1									5	11.6%
	S	1	1	1	1					1									5	12.2%
9-10	E		1	1	1					1									4	9.3%
	S		1	1	1														3	7.3%
10-11	E	1	1	1	1														4	9.3%
	S	1	1	1	1														4	9.8%
11-12	E		1	1	1					1									3	7.0%
	S		1	1	1					1									4	9.6%
12-13	E		1		1														2	4.7%
	S		1		1					1									3	7.3%
13-14	E	1		1	1														3	7.0%
	S	1		1	1														3	7.3%
14-15	E	1		1	1														3	7.0%
	S				1														1	2.4%
15-16	E			1	1														2	4.7%
	S	1			1														2	4.9%
16-17	E			1	1														2	4.7%
	S	1			1														2	4.9%
17-18	E			1															1	2.3%
	S																		0	0.0%
18-19	E																		0	0.0%
	S																		0	0.0%
19-20	E	1																	1	2.3%
	S	1																	1	2.4%
20-21	E																		0	0.0%
	S																		0	0.0%
21-22	E	1																	1	2.3%
	S																		0	0.0%
22-23	E																		0	0.0%
	S																		0	0.0%
23-24	E																		0	0.0%
	S																		0	0.0%
Parcial	E	8	8	13	11	0	0	2	1	0				0					43	100.0%
	S	8	8	10	12	0	0	3	0	0				0					41	100.0%
TOTAL AMBOS SENT.		16	16	23	23	0	0	5	1	0				0					84	
		19.05%	19.05%	27.38%	27.38%	0.00%	0.00%	5.95%	1.19%	0.00%				0.00%					100.0%	

CONTEO Y CLASIFICACION VEHICULAR

ESTACION: C-1  
 PROYECTO:

FECHA: 8/09/2020 UBICACION: SAN SALVADOR  
 MEZCLA ASFÁLTICA CON POLVO DE CAUCHO RECICLADO PARA REABILITAR EL PAVIMENTO DEL JR. SAN SALVADOR - CUSCO 2020.

Hora	Sentido	VEHICULOS LIGEROS				BUS		CAMIONES UNITARIOS			SEMITRAILER				TRAILER				TOTAL	%
		Autos	Pick up	C. Rural	Micros	2E	3E	2E	3E	4E	2S1/2S2	2S3	3S1/3S2	>=3S3	2T2	2T3	3T2	3T3		
0-1	E																		0	0.0%
	S																		0	0.0%
1-2	E																		0	0.0%
	S																		0	0.0%
2-3	E																		0	0.0%
	S																		0	0.0%
3-4	E																		0	0.0%
	S																		0	0.0%
4-5	E	8	7	23	0			4	0										42	100.0%
	S	9	8	11	0			3	0										31	100.0%
5-6	E																		0	0.0%
	S																		0	0.0%
6-7	E																		0	0.0%
	S																		0	0.0%
7-8	E																		0	0.0%
	S																		0	0.0%
8-9	E																		0	0.0%
	S																		0	0.0%
9-10	E																		0	0.0%
	S																		0	0.0%
10-11	E																		0	0.0%
	S																		0	0.0%
11-12	E																		0	0.0%
	S																		0	0.0%
12-13	E																		0	0.0%
	S																		0	0.0%
13-14	E																		0	0.0%
	S																		0	0.0%
14-15	E																		0	0.0%
	S																		0	0.0%
15-16	E																		0	0.0%
	S																		0	0.0%
16-17	E																		0	0.0%
	S																		0	0.0%
17-18	E																		0	0.0%
	S																		0	0.0%
18-19	E																		0	0.0%
	S																		0	0.0%
19-20	E																		0	0.0%
	S																		0	0.0%
20-21	E																		0	0.0%
	S																		0	0.0%
21-22	E																		0	0.0%
	S																		0	0.0%
22-23	E																		0	0.0%
	S																		0	0.0%
23-24	E																		0	0.0%
	S																		0	0.0%
Parcial	E	8	7	23		0	0	4	0	0									42	100.0%
	S	9	8	11		0	0	3	0	0									31	100.0%
TOTAL AMBOS SENT.		17	15	34		0	0	7	0	0									73	
		23.29%	20.56%	46.58%		0.00%	0.00%	9.59%	0.00%	0.00%									86.9%	

CONTEO Y CLASIFICACION VEHICULAR

ESTACION: C-1

FECHA: 9/09/2020

UBICACION: SAN SALVADOR

MEZCLA ASFÁLTICA CON POLVO DE CAUCHO RECICLADO PARA REABILITAR EL PAVIMENTO DEL JR. SAN SALVADOR - CUSCO 2020.

PROYECTO:

Hora	Sentido	VEHICULOS LIGEROS				BUS		CAMIONES UNITARIOS			SEMIRAILER				TRAILER				TOTAL	%
		Autos	Pick up	C. Rural	Micros	2E	3E	2E	3E	4E	2S1/2S2	2S3	3S1/3S2	>=3S3	2T2	2T3	3T2	3T3		
0-1	E	6	6	8	9			2											31	100.0%
	S	5	13	9	12			1											40	100.0%
1-2	E																		0	0.0%
	S																		0	0.0%
2-3	E																		0	0.0%
	S																		0	0.0%
3-4	E																		0	0.0%
	S																		0	0.0%
4-5	E																		0	0.0%
	S																		0	0.0%
5-6	E																		0	0.0%
	S																		0	0.0%
6-7	E																		0	0.0%
	S																		0	0.0%
7-8	E																		0	0.0%
	S																		0	0.0%
8-9	E																		0	0.0%
	S																		0	0.0%
9-10	E																		0	0.0%
	S																		0	0.0%
10-11	E																		0	0.0%
	S																		0	0.0%
11-12	E																		0	0.0%
	S																		0	0.0%
12-13	E																		0	0.0%
	S																		0	0.0%
13-14	E																		0	0.0%
	S																		0	0.0%
14-15	E																		0	0.0%
	S																		0	0.0%
15-16	E																		0	0.0%
	S																		0	0.0%
16-17	E																		0	0.0%
	S																		0	0.0%
17-18	E																		0	0.0%
	S																		0	0.0%
18-19	E																		0	0.0%
	S																		0	0.0%
19-20	E																		0	0.0%
	S																		0	0.0%
20-21	E																		0	0.0%
	S																		0	0.0%
21-22	E																		0	0.0%
	S																		0	0.0%
22-23	E																		0	0.0%
	S																		0	0.0%
23-24	E																		0	0.0%
	S																		0	0.0%
Parcial	E	6	6	8	9	0		2	0										31	100.0%
	S	5	13	9	12	0		1	0										40	100.0%
TOTAL AMBOS SENT		11	19	17	21	0		3	0										71	
		15.49%	26.76%	23.94%	29.58%	0.00%		4.23%	0.00%										100.0%	



CONTEO Y CLASIFICACION VEHICULAR

ESTACION: C-1  
 PROYECTO:

FECHA: 10/09/2020 UBICACION: SAN SALVADOR

MEZCLA ASFÁLTICA CON POLVO DE CAUCHO RECICLADO PARA REABILITAR EL PAVIMENTO DEL JR. SAN SALVADOR - CUSCO 2020.

Hora	Sentido	VEHICULOS LIGEROS				BUS		CAMIONES UNITARIOS			SEMIRAILER				TRAILER				TOTAL	%
		Autos	Pick up	C. Rural	Micros	2E	3E	2E	3E	4E	2S1/2S2	2S3	3S1/3S2	>=3S3	2T2	2T3	3T2	3T3		
0-1	E	12	11	9	11			3	1										47	100.0%
	S	10	12	7	11			3											43	100.0%
1-2	E																		0	0.0%
	S																		0	0.0%
2-3	E																		0	0.0%
	S																		0	0.0%
3-4	E																		0	0.0%
	S																		0	0.0%
4-5	E																		0	0.0%
	S																		0	0.0%
5-6	E																		0	0.0%
	S																		0	0.0%
6-7	E																		0	0.0%
	S																		0	0.0%
7-8	E																		0	0.0%
	S																		0	0.0%
8-9	E																		0	0.0%
	S																		0	0.0%
9-10	E																		0	0.0%
	S																		0	0.0%
10-11	E																		0	0.0%
	S																		0	0.0%
11-12	E																		0	0.0%
	S																		0	0.0%
12-13	E																		0	0.0%
	S																		0	0.0%
13-14	E																		0	0.0%
	S																		0	0.0%
14-15	E																		0	0.0%
	S																		0	0.0%
15-16	E																		0	0.0%
	S																		0	0.0%
16-17	E																		0	0.0%
	S																		0	0.0%
17-18	E																		0	0.0%
	S																		0	0.0%
18-19	E																		0	0.0%
	S																		0	0.0%
19-20	E																		0	0.0%
	S																		0	0.0%
20-21	E																		0	0.0%
	S																		0	0.0%
21-22	E																		0	0.0%
	S																		0	0.0%
22-23	E																		0	0.0%
	S																		0	0.0%
23-24	E																		0	0.0%
	S																		0	0.0%
Parcial	E	12	11	9	11	0		3	1					0					47	100.0%
	S	10	12	7	11	0		3	0					0					43	100.0%
TOTAL AMBOS SENTI		22	23	16	22	0		6	1					0					90	
		30.99%	32.39%	22.54%	30.99%	0.00%		8.45%	1.41%					0.00%					126.8%	

CONTEO Y CLASIFICACION VEHICULAR

ESTACION: C-1

FECHA: 11/09/2020

UBICACION: SAN SALVADOR

PROYECTO: MEZCLA ASFÁLTICA CON POLVO DE CAUCHO RECICLADO PARA REABILITAR EL PAVIMENTO DEL JR. SAN SALVADOR - CUSCO 2020.

Hora	Sentido	VEHICULOS LIGEROS				BUS		CAMIONES UNITARIOS			SEMITRAILER				TRAILER				TOTAL	%
		Autos	Pick up	C. Rural	Micros	2E	3E	2E	3E	4E	2S1/2S2	2S3	3S1/3S2	>=3S3	2T2	2T3	3T2	3T3		
0-1	E	11	11	12	11			4	2										51	100.0%
	S	10	12	15	8			3	1										49	100.0%
1-2	E																		0	0.0%
	S																		0	0.0%
2-3	E																		0	0.0%
	S																		0	0.0%
3-4	E																		0	0.0%
	S																		0	0.0%
4-5	E																		0	0.0%
	S																		0	0.0%
5-6	E																		0	0.0%
	S																		0	0.0%
6-7	E																		0	0.0%
	S																		0	0.0%
7-8	E																		0	0.0%
	S																		0	0.0%
8-9	E																		0	0.0%
	S																		0	0.0%
9-10	E																		0	0.0%
	S																		0	0.0%
10-11	E																		0	0.0%
	S																		0	0.0%
11-12	E																		0	0.0%
	S																		0	0.0%
12-13	E																		0	0.0%
	S																		0	0.0%
13-14	E																		0	0.0%
	S																		0	0.0%
14-15	E																		0	0.0%
	S																		0	0.0%
15-16	E																		0	0.0%
	S																		0	0.0%
16-17	E																		0	0.0%
	S																		0	0.0%
17-18	E																		0	0.0%
	S																		0	0.0%
18-19	E																		0	0.0%
	S																		0	0.0%
19-20	E																		0	0.0%
	S																		0	0.0%
20-21	E																		0	0.0%
	S																		0	0.0%
21-22	E																		0	0.0%
	S																		0	0.0%
22-23	E																		0	0.0%
	S																		0	0.0%
23-24	E																		0	0.0%
	S																		0	0.0%
Parcial	E	11	11	12	11	0		4	2										51	100.0%
	S	10	12	15	8	0		3	1										49	100.0%
TOTAL AMBOS SENT.		21	23	27	19	0		7	3										100	
		29.58%	32.39%	38.03%	26.76%	0.00%		9.86%	4.23%										140.8%	

CONTEO Y CLASIFICACION VEHICULAR

ESTACION: C-1

FECHA: 12/09/2020

UBICACION: SAN SALVADOR

PROYECTO: MEZCLA ASFÁLTICA CON POLVO DE CAUCHO RECICLADO PARA REABILITAR EL PAVIMENTO DEL JR. SAN SALVADOR - CUSCO 2020.

Hora	Sentido	VEHICULOS LIGEROS				BUS		CAMIONES UNITARIOS			SEMITRAILER				TRAILER				TOTAL	%
		Autos	Pick up	C. Rural	Micros	2E	3E	2E	3E	4E	2S1/2S2	2S3	3S1/3S2	>=3S3	2T2	2T3	3T2	3T3		
0-1	E	11	15	13	13			6	1										59	101.7%
	S	11	11	18	14			7	1										62	100.0%
1-2	E																		0	0.0%
	S																		0	0.0%
2-3	E																		0	0.0%
	S																		0	0.0%
3-4	E																		0	0.0%
	S																		0	0.0%
4-5	E																		0	0.0%
	S																		0	0.0%
5-6	E																		0	0.0%
	S																		0	0.0%
6-7	E																		0	0.0%
	S																		0	0.0%
7-8	E																		0	0.0%
	S																		0	0.0%
8-9	E																		0	0.0%
	S																		0	0.0%
9-10	E																		0	0.0%
	S																		0	0.0%
10-11	E																		0	0.0%
	S																		0	0.0%
11-12	E																		0	0.0%
	S																		0	0.0%
12-13	E																		0	0.0%
	S																		0	0.0%
13-14	E																		0	0.0%
	S																		0	0.0%
14-15	E																		0	0.0%
	S																		0	0.0%
15-16	E																		0	0.0%
	S																		0	0.0%
16-17	E																		0	0.0%
	S																		0	0.0%
17-18	E																		0	0.0%
	S																		0	0.0%
18-19	E																		0	0.0%
	S																		0	0.0%
19-20	E																		0	0.0%
	S																		0	0.0%
20-21	E																		0	0.0%
	S																		0	0.0%
21-22	E																		0	0.0%
	S																		0	0.0%
22-23	E																		0	0.0%
	S																		0	0.0%
23-24	E																		0	0.0%
	S																		0	0.0%
Parcial	E	11	15	13	13	0		6			0								58	101.7%
	S	11	11	18	14	0		7			0								62	100.0%
TOTAL AMBOS SENT.		22	26	31	27	0		13			0								120	
		18.33%	21.67%	25.83%	22.50%	0.00%		10.83%			0.00%								99.2%	

CONTEO Y CLASIFICACION VEHICULAR

ESTACION: C-1

FECHA: 13/09/2020

UBICACION: SAN SALVADOR

PROYECTO: MEZCLA ASFÁLTICA CON POLVO DE CAUCHO RECICLADO PARA REABILITAR EL PAVIMENTO DEL JR. SAN SALVADOR - CUSCO 2020.

Hora	Sentido	VEHICULOS LIGEROS				BUS		CAMIONES UNITARIOS			SEMITRAILER				TRAILER				TOTAL	%
		Autos	Pick up	C. Rural	Micros	2E	3E	2E	3E	4E	2S1/2S2	2S3	3S1/3S2	>=3S3	2T2	2T3	3T2	3T3		
0-1	E	11	15	13	13			6	1										59	101.7%
	S	11	11	18	14			7	1										62	100.0%
1-2	E																		0	0.0%
	S																		0	0.0%
2-3	E																		0	0.0%
	S																		0	0.0%
3-4	E																		0	0.0%
	S																		0	0.0%
4-5	E																		0	0.0%
	S																		0	0.0%
5-6	E																		0	0.0%
	S																		0	0.0%
6-7	E																		0	0.0%
	S																		0	0.0%
7-8	E																		0	0.0%
	S																		0	0.0%
8-9	E																		0	0.0%
	S																		0	0.0%
9-10	E																		0	0.0%
	S																		0	0.0%
10-11	E																		0	0.0%
	S																		0	0.0%
11-12	E																		0	0.0%
	S																		0	0.0%
12-13	E																		0	0.0%
	S																		0	0.0%
13-14	E																		0	0.0%
	S																		0	0.0%
14-15	E																		0	0.0%
	S																		0	0.0%
15-16	E																		0	0.0%
	S																		0	0.0%
16-17	E																		0	0.0%
	S																		0	0.0%
17-18	E																		0	0.0%
	S																		0	0.0%
18-19	E																		0	0.0%
	S																		0	0.0%
19-20	E																		0	0.0%
	S																		0	0.0%
20-21	E																		0	0.0%
	S																		0	0.0%
21-22	E																		0	0.0%
	S																		0	0.0%
22-23	E																		0	0.0%
	S																		0	0.0%
23-24	E																		0	0.0%
	S																		0	0.0%
Parcial	E	11	15	13	13	0		6			0								58	101.7%
	S	11	11	18	14	0		7			0								62	100.0%
TOTAL AMBOS SENT.		22	26	31	27	0		13			0								120	
		18.33%	21.67%	25.83%	22.50%	0.00%		10.83%			0.00%								99.2%	

## ANALISIS DE DEMANDA VEHICULAR

RESUMEN DE CONTEO Y CLASIFICACION VEHICULAR (METODO AASTHO)																			
ESTACION: C-1		FECHA: 14/09/2020										UBICACION: SAN SALVADOR							
PROYECTO: MEZCLA ASFÁLTICA CON POLVO DE CAUCHO RECICLADO PARA REABILITAR EL PAVIMENTO DEL JR. SAN SALVADOR - CUSCO 2020.																			
K= 1																			
Sent.	VEHICULOS LIGEROS				BUS		CAMIONES UNITARIOS			SEMTRAILER				TRAILER				TOTAL	%
	Autos	Pick up	C. Rural	Micros	2E	3E	2E	3E	4E	2S1/2S2	2S3	3S1/3S2	>=3S3	2T2	2T3	3T2	3T3		
E	67	73	91	68	0	0	27	4										330	50.3%
S	64	75	88	71	0	0	27	1										326	49.7%
<b>TOTAL</b>	<b>131</b>	<b>148</b>	<b>179</b>	<b>139</b>	<b>0</b>	<b>0</b>	<b>54</b>	<b>5</b>										<b>656</b>	
%	19.97%	22.56%	27.29%	21.19%	0.00%	0.00%	8.23%	0.76%										100.0%	
IMDs	18.71429	21.142857	25.571429	19.8571	0.00%	0.00%	7.714286	0.71429										93.714	
K	1	1	1	1	1	1	1	1											
IMDa	18.71429	21.142857	25.571429	19.8571	0	0	7.714286	0.71429										93.714	
<b>IMDa</b>	<b>19</b>	<b>21</b>	<b>26</b>	<b>20</b>	<b>0</b>	<b>0</b>	<b>8</b>	<b>1</b>	<b>0</b>	<b>0</b>	<b>0</b>	<b>0</b>	<b>0</b>	<b>0</b>	<b>0</b>	<b>0</b>	<b>0</b>	<b>94</b>	

TIPO DE VEHICULO		IDMA 2024	TIPO EJE	NUMERO LLANTA	CARGA EJE tn	f P.		f. IMDA	
						FLEXIBLE		FLEXIBLE	
VEHICULO	Autos	20	SIMPLE	2	1	0.000527		0.010540331	
		20	SIMPLE	2	1	0.000527		0.010540331	
	Pick UP	22	SIMPLE	2	1	0.000527		0.011594364	
		22	SIMPLE	2	1	0.000527		0.011594364	
	Rural	27	SIMPLE	2	1	0.000527		0.014229447	
		27	SIMPLE	2	1	0.000527		0.014229447	
	Micro	21	SIMPLE	2	1	0.000527		0.011067348	
21		SIMPLE	2	1	0.000527		0.011067348		
CAMION	2E	9	SIMPLE	2	7	1.265367		11.38830074	
		9	SIMPLE	4	11	3.238287		29.14458265	
	3E	1	SIMPLE	2	7	1.265367		1.265366749	
		1	TANDEM	8	18	2.019213		2.019213454	
<b>Σf.IMDa</b>								<b>43.91232657</b>	
ESAL	251719.7274								

**ANEXO V.  
BASE DE DATOS  
TOPOGRAFIA**

TABLA. DATA OBTENIDA DEL LEVANT. TOPOGRÁFICO			
Nº DE PUNTO	ESTE	NORTE	ELEVACIÓN
1	812603.71	8508394.29	3404
2	812574.61	8508108.63	3409.37
3	812583.59	8508092.09	3409.86
4	812496.99	8508056.71	3410.49
5	812497.32	8508053.4	3410.57
6	812512.05	8508056.26	3410.51
7	812511.7	8508052.97	3410.58
8	812511.37	8508054.64	3410.54
9	812497.21	8508055.05	3410.53
10	812526.55	8508054.69	3410.54
11	812526.28	8508050.73	3410.64
12	812526.53	8508052.51	3410.59
13	812535.98	8508053.21	3410.55
14	812535.85	8508049.51	3410.64
15	812536.14	8508051.56	3410.59
16	812544.19	8508051.49	3410.57
17	812543.83	8508049.9	3410.61
18	812543.3	8508047.65	3410.67
19	812547.91	8508051.11	3410.62
20	812547.68	8508049.47	3410.66
21	812547.39	8508047.41	3410.72
22	812556.88	8508050.33	3410.81
23	812556.57	8508048.2	3410.86
24	812556.29	8508046.17	3410.92
25	812589.78	8508045.86	3411.21
26	812589.44	8508043.48	3411.26
27	812589.17	8508041.57	3411.3
28	812615.32	8508042.13	3410.95
29	812615.41	8508039.75	3411
30	812615.17	8508038.12	3411.04
31	812624.67	8508040.39	3410.83
32	812624.07	8508037.91	3410.9
33	812622.34	8508035.48	3410.99
34	812628.17	8508039.96	3410.84
35	812627.9	8508037.97	3410.89
36	812627.45	8508035.58	3410.96
37	812658.24	8508036.23	3411.34
38	812656.49	8508034.11	3411.37
39	812658.24	8508032.36	3411.43
40	812706.51	8508029.62	3411.32
41	812706.02	8508027.25	3411.37
42	812705.54	8508025.22	3411.41
43	812591.07	8507883.52	3415.04
44	812592.86	8507881.15	3415.11
45	812591.68	8507876.64	3415.34
46	812588.85	8507875.37	3415.48
47	812592.52	8507878.86	3415.21
48	812588.97	8507879.36	3415.27
49	812620.41	8507877.18	3415.52
50	812620.09	8507874.95	3415.56

51	812619.79	8507872.75	3415.61
52	812649.79	8507872.95	3415.68
53	812649.48	8507870.79	3415.73
54	812649.6	8507868.65	3415.79
55	812667.78	8507870.34	3415.45
56	812667.48	8507868.25	3415.52
57	812666.75	8507866.28	3415.58
58	812671.6	8507864.48	3415.63
59	812673.05	8507865.35	3415.61
60	812673.99	8507869.41	3415.47
61	812672.64	8507871.13	3415.41
62	812671.11	8507867.74	3415.51
63	812693.64	8507866.71	3415.68
64	812693.36	8507864.65	3415.75
65	812693.06	8507862.52	3415.82
66	812723.95	8507862.82	3416
67	812723.33	8507860.5	3416.1
68	812723.02	8507858.26	3416.2
69	812744.12	8507859.75	3415.77
70	812746.29	8507860.88	3415.7
71	812743.63	8507857.69	3415.84
72	812743.43	8507855.37	3415.91
73	812744.76	8507853.89	3415.94
74	812749.51	8507853.2	3415.88
75	812751.44	8507854.44	3415.81
76	812751.73	8507856.58	3415.74
77	812753.25	8507858.78	3415.65
78	812786.48	8507854.24	3414.94
79	812785.65	8507851.98	3415
80	812785.78	8507849.73	3415.07
81	812826.78	8507844.1	3414.56
82	812827.78	8507848.59	3414.04
83	812829.24	8507849.62	3413.98
84	812818.57	8507815.28	3419.73
85	812821.42	8507811.57	3420.28
86	812825.99	8507812.9	3419.51
87	812815.99	8507816.37	3419.76
88	812821.35	8507821.07	3418.15
89	812823.63	8507825.58	3417.02
90	812830.12	8507831.3	3415.86
91	812827.63	8507831.85	3415.63
92	812825	8507832.18	3416
93	812826.35	8507840.98	3414.83
94	812829.66	8507839.88	3414.64
95	812831.9	8507839.23	3414.93
96	812832.02	8507861.61	3413.61
97	812834.07	8507859.86	3413.61
98	812836.23	8507858.5	3413.65
99	812834.71	8507875.36	3413.22
100	812836.88	8507874.26	3413.19



101	812839.31	8507872.97	3413.16
102	812840.94	8507882.08	3412.99
103	812838.85	8507882.39	3413.02
104	812836.27	8507882.39	3413.07
105	812838.21	8507888.8	3412.99
106	812840.71	8507889.71	3412.94
107	812842.93	8507888.5	3412.91
108	812845.59	8507900.11	3412.78
109	812842.99	8507901.72	3412.82
110	812841.46	8507903.63	3412.83
111	812846.81	8507921.93	3412.61
112	812848.23	8507921.44	3412.58
113	812850.49	8507920.79	3412.55
114	812843.83	8507925.47	3412.63
115	812847.7	8507929.64	3412.53
116	812849.88	8507929.14	3412.5
117	812852.21	8507928.11	3412.47
118	812851.39	8507944.77	3412.34
119	812853.62	8507944.38	3412.31
120	812855.93	8507943.92	3412.28
121	812860.47	8507962.59	3412.04
122	812862.62	8507964.05	3412
123	812856.35	8507965.32	3412.07
124	812857.78	8507972.05	3412.01
125	812862.39	8507972.24	3411.89
126	812860.51	8507971.36	3411.96
127	812860.7	8507984.88	3411.75
128	812863.05	8507984.57	3411.69
129	812865.17	8507983.61	3411.64
130	812871.67	8508002.16	3411.18
131	812869.21	8508000.66	3411.27
132	812864.9	8508002.28	3411.37
133	812867.05	8508001.66	3411.32
134	812866.25	8508008.97	3411.22
135	812868.4	8508008.89	3411.18
136	812871.17	8508009.62	3411.09
137	812872.67	8508007	3411.08
138	812873.37	8508039.08	3410.62
139	812871.54	8508042.11	3410.58
140	812878.35	8508041.84	3410.54
141	812875.86	8508040.6	3410.58
142	812873.99	8508046.58	3410.49
143	812875.24	8508047.67	3410.46
144	812877.02	8508045.92	3410.48
145	812881.03	8508045.45	3410.47
146	812879.51	8508047.51	3410.44
147	812880.92	8508062.58	3410.18
148	812883.17	8508062.19	3410.17
149	812878.93	8508063	3410.18
150	812883.6	8508081.98	3409.89

151	812885.47	8508081.48	3409.89
152	812887.37	8508081.01	3409.89
153	812888.61	8508086.12	3409.83
154	812886.51	8508086.27	3409.83
155	812884.61	8508086.69	3409.84
156	812892.8	8508102.26	3409.63
157	812890.81	8508102.54	3409.64
158	812888.5	8508102.93	3409.64
159	812893.27	8508122.32	3409.41
160	812895.78	8508122.01	3409.4
161	812897.77	8508121.7	3409.4
162	812896.51	8508079.93	3409.86
163	812896.71	8508082.49	3409.83
164	812897.51	8508084.77	3409.81
165	812910.8	8508078.14	3409.73
166	812910.7	8508080.75	3409.71
167	812911.07	8508082.69	3409.68
168	812942.44	8508078.54	3409.39
169	812942.14	8508076.4	3409.42
170	812942.29	8508073.94	3409.45
171	812959.19	8508076.58	3409.25
172	812959.46	8508074.06	3409.28
173	812959.39	8508071.68	3409.31
174	812966.13	8508075.8	3409.19
175	812966.03	8508073.17	3409.22
176	812965.31	8508070.76	3409.27
177	812969.14	8508072.17	3409.22
178	812972.39	8508068.72	3409.33
179	812974.33	8508077.22	3409.17
180	812976.93	8508088.01	3408.98
181	812975.28	8508089.99	3408.95
182	812969.36	8508090.99	3408.97
183	812972.3	8508090.15	3408.95
184	812973.2	8508111.38	3408.76
185	812977.16	8508110.04	3408.73
186	812979.66	8508109.12	3408.72
187	812977.2	8508125.07	3408.6
188	812980.55	8508123.78	3408.58
189	812983.37	8508122.89	3408.56
190	812985.48	8508159.19	3408.23
191	812988.38	8508158.48	3408.2
192	812991.61	8508157.25	3408.18
193	812991.23	8508184.51	3407.58
194	812994.58	8508183.28	3407.63
195	812997.17	8508182.44	3407.67
196	812995.78	8508202.91	3407.09
197	812998.6	8508202.08	3407.13
198	813001.82	8508201.16	3407.17
199	812788.93	8508022.67	3411.64
200	812792.29	8508021.87	3411.67

201	812786.77	8508013.55	3411.85
202	812786.65	8508018.51	3411.73
203	812803.26	8508019.31	3411.62
204	812801.93	8508015.59	3411.69
205	812801.08	8508011.68	3411.76
206	812819	8508015.72	3411.52
207	812818.29	8508012.79	3411.57
208	812817.81	8508009.44	3411.64
209	812846.12	8508011.87	3411.34
210	812845.86	8508009.19	3411.39
211	812845.48	8508005.74	3411.47
212	812862.49	8508009.52	3411.24
213	812862.15	8508006.25	3411.31
214	812861.64	8508003.35	3411.38
215	812886.55	8508005.29	3410.86
216	812886.15	8508003.11	3410.88
217	812885.96	8508000.58	3410.91
218	812911.16	8508002.22	3410.8
219	812910.95	8507999.43	3410.86
220	812910.6	8507997.19	3410.9
221	812939.07	8507997.88	3410.8
222	812939.07	8507995.38	3410.85
223	812938.69	8507993.4	3410.89
224	812948.29	8507996.5	3410.74
225	812944.89	8507992.67	3410.88
226	812946.74	8507990.6	3410.89
227	812953.46	8507996.11	3410.83
228	812951.73	8507989.53	3410.98
229	812954.19	8507990.78	3410.99
230	812969.14	8507993.65	3411.11
231	812968.88	8507988.71	3411.2
232	812969.09	8507991.29	3411.15
233	813000.61	8507989.22	3411.55
234	812999.8	8507985.56	3411.6
235	812999.84	8507983.71	3411.64
236	813013.02	8507986.29	3411.69
237	813030.41	8507984.96	3411.87
238	813030.24	8507980.74	3412.02
239	813028.77	8507978.89	3412.06
240	813030.45	8507976.53	3412.17
241	813012.68	8507981.65	3411.82
242	813012.81	8507983.75	3411.78
243	813023.81	8507949	3413.02
244	813025.31	8507950.57	3412.99
245	813030.51	8507946.14	3413.35
246	813029.62	8507948.73	3413.18
247	813027.06	8507947.42	3413.16
248	813028.44	8507966.38	3412.49
249	813031.22	8507965.42	3412.57
250	813033.43	8507964.85	3412.63

251	813030.19	8507974.54	3412.24
252	813033.38	8507973.67	3412.32
253	813035.45	8507973.37	3412.36
254	813036.3	8507997.35	3411.51
255	813038.45	8507995.82	3411.6
256	813040.82	8507994.92	3411.68
257	813038.92	8508007.61	3411.19
258	813041.04	8508007.12	3411.23
259	813043.44	8508006.52	3411.29
260	813041.27	8508017.03	3410.94
261	813045.85	8508016.13	3410.99
262	813049.17	8508018.07	3410.98
263	813039.85	8508019.32	3410.88
264	812533.59	8508010.79	3411.49
265	812530.83	8508019.1	3411.33
266	812534.39	8508021.58	3411.26
267	812539.09	8508014.63	3411.53
268	812538.72	8508017.55	3411.43
269	812516.39	8508018.65	3411.5
270	812517.72	8508020.7	3411.45
271	812543.38	8508005.85	3411.94
272	812547.03	8508013.66	3411.68
273	812537.41	8508033.65	3411.02
274	812540	8508032.38	3411.05
275	812542.19	8508031.98	3411.08
276	812545.15	8508044.3	3410.77
277	812539.77	8508044.16	3410.76
278	812542.47	8508044.1	3410.76
279	812543.02	8508057.71	3410.42
280	812545.61	8508057.57	3410.42
281	812547.94	8508056.74	3410.46
282	812551.02	8508070.09	3410.12
283	812548.06	8508070.93	3410.08
284	812546.25	8508071.65	3410.07
285	812548.67	8508082.7	3409.83
286	812554.28	8508085.2	3409.78
287	812547.52	8508086.1	3409.77
288	812552.03	8508085.95	3409.77
289	812555.6	8508090.6	3409.67
290	812549.62	8508090.54	3409.68
291	812550.97	8508091.55	3409.66
292	812555.06	8508098.4	3409.52
293	812553.01	8508099.43	3409.51
294	812557.27	8508097.77	3409.53
295	812562.63	8508120.91	3409.08
296	812560.18	8508121.11	3409.08
297	812558.17	8508121.77	3409.07
298	812563.84	8508126.5	3408.96
299	812567.2	8508130.46	3408.86
300	812565.53	8508132.85	3408.8

301	812562.17	8508129.4	3408.9
302	812560.21	8508129.57	3408.9
303	812559.12	8508127.01	3408.96
304	812564.61	8508139.56	3408.64
305	812566.97	8508138.87	3408.65
306	812562.51	8508140.22	3408.63
307	812567.09	8508149.93	3408.38
308	812569.42	8508149.93	3408.38
309	812565.11	8508153.24	3408.3
310	812573.42	8508165.36	3407.99
311	812574.2	8508166.22	3407.98
312	812571.15	8508165.9	3407.99
313	812568.39	8508166.28	3408
314	812578.06	8508170.52	3407.97
315	812575.32	8508173.16	3407.87
316	812573.14	8508170.57	3407.91
317	812571.76	8508174.66	3407.86
318	812570.35	8508174.94	3407.86
319	812579.38	8508187.78	3407.63
320	812576.59	8508188.33	3407.63
321	812573.46	8508188.33	3407.64
322	812576.68	8508200.45	3407.44
323	812579.61	8508199.12	3407.45
324	812582.4	8508197.17	3407.48
325	812582.09	8508220.71	3407.11
326	812585.37	8508220.02	3407.11
327	812588.65	8508218.21	3407.13
328	812595.24	8508239.98	3406.86
329	812591.96	8508240.24	3406.86
330	812587.68	8508240.93	3406.86
331	812604.01	8508267.82	3406.57
332	812600.38	8508269.33	3406.56
333	812596.7	8508270.4	3406.56
334	812611.87	8508293.8	3406.29
335	812607.84	8508294.5	3406.3
336	812604.68	8508295.61	3406.29
337	812611.67	8508315.88	3406.08
338	812614.56	8508315.13	3406.08
339	812618.03	8508313.35	3406.09
340	812633.87	8508364.21	3405.1
341	812631.01	8508364.12	3405.09
342	812628.83	8508365.37	3405.05
343	812633.11	8508378.63	3404.9
344	812635.06	8508375.97	3405
345	812638.45	8508373.52	3405
346	812647.51	8508382.17	3404.53
347	812638.42	8508373.4	3405
348	812578.76	8508170.69	3407.99
349	812578.56	8508168.34	3408.03
350	812577.88	8508165.94	3408.06

351	812599.33	8508167.65	3408.41
352	812599.23	8508165.55	3408.42
353	812599.08	8508162.86	3408.43
354	812626.69	8508163.74	3408.89
355	812626.45	8508161.68	3408.89
356	812625.91	8508159.38	3408.89
357	812652.25	8508160.12	3409
358	812650.19	8508158.11	3409
359	812650.53	8508156.16	3409
360	812651.32	8508154.35	3409
361	812658.56	8508159.24	3409
362	812657.14	8508162.27	3409
363	812655.82	8508155.23	3409.02
364	812656.7	8508157.52	3409
365	812681.67	8508156.05	3409.11
366	812681.53	8508154.09	3409.13
367	812681.57	8508151.65	3409.16
368	812695.23	8508149.64	3409.22
369	812695.37	8508151.4	3409.2
370	812695.32	8508154.29	3409.17
371	812731.31	8508149.34	3409.31
372	812730.58	8508147.05	3409.33
373	812730.43	8508144.6	3409.36
374	812730.97	8508142.2	3409.4
375	812736.3	8508142.5	3409.4
376	812740.56	8508143.43	3409.4
377	812741.63	8508148.07	3409.34
378	812744.28	8508147.09	3409.36
379	812739.92	8508145.63	3409.37
380	812764.76	8508144.15	3409.44
381	812764.61	8508141.9	3409.47
382	812764.76	8508139.85	3409.5
383	812798.58	8508134.71	3409.57
384	812800.54	8508132.76	3409.6
385	812806.36	8508133.74	3409.57
386	812809.1	8508138.68	3409.48
387	812798.19	8508138.33	3409.52
388	812817.04	8508131.95	3409.56
389	812818.52	8508137.11	3409.48
390	812818.03	8508134.41	3409.52
391	812834.82	8508135.35	3409.39
392	812834.77	8508132.79	3409.42
393	812834.43	8508129.74	3409.47
394	812855.87	8508132.6	3409.38
395	812855.38	8508129.69	3409.42
396	812855.33	8508127.29	3409.45
397	812880.63	8508129.64	3409.37
398	812880.53	8508126.6	3409.41
399	812880.38	8508123.99	3409.44
400	812915.08	8508125.12	3409.21

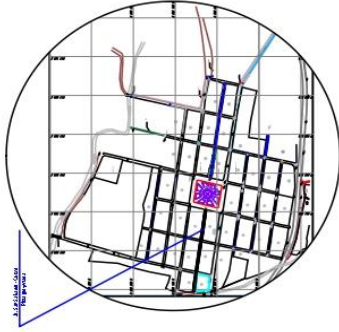
401	812915.13	8508122.56	3409.24
402	812915.08	8508119.41	3409.27
403	812938.86	8508121.91	3408.99
404	812938.76	8508118.37	3409.03
405	812938.03	8508116.16	3409.06
406	812957.16	8508119.5	3408.84
407	812956.08	8508116.8	3408.87
408	812956.37	8508114.05	3408.89
409	812971.57	8508117	3408.73
410	812971.18	8508113.8	3408.76
411	812970.25	8508111.83	3408.78
412	812598.29	8507914.3	3414.26
413	812601.02	8507916.74	3414.22
414	812600.41	8507921.76	3414.07
415	812596.45	8507918.86	3414.16
416	812611.2	8507920.02	3414.28
417	812611.03	8507915.1	3414.42
418	812629.94	8507917.51	3414.64
419	812630.24	8507914.93	3414.72
420	812630.17	8507912.71	3414.78
421	812657.96	8507913.52	3414.69
422	812657.48	8507910.78	3414.77
423	812657.77	8507908.85	3414.8
424	812672.81	8507911.3	3414.34
425	812672.78	8507909.36	3414.38
426	812672.59	8507906.86	3414.45
427	812683.56	8507910.17	3414.19
428	812682.79	8507912.01	3414.13
429	812677.74	8507911.81	3414.19
430	812680.83	8507905.4	3414.33
431	812701.89	8507902.92	3414.58
432	812701.76	8507905.27	3414.5
433	812701.67	8507907.5	3414.43
434	812729.76	8507899.12	3414.94
435	812730.75	8507901.09	3414.89
436	812731.75	8507903.27	3414.84
437	812754.06	8507900.22	3414.6
438	812753.93	8507897.77	3414.65
439	812754.9	8507895.65	3414.68
440	812762.74	8507899.34	3414.46
441	812762.52	8507894.29	3414.57
442	812764.53	8507896.7	3414.48
443	812789.75	8507895.62	3413.91
444	812788.88	8507892.84	3414
445	812788.83	8507890.73	3414.05
446	812803.36	8507893.87	3413.6
447	812802.79	8507891.45	3413.67
448	812802.54	8507888.93	3413.74
449	812813.81	8507892.07	3413.38
450	812813.5	8507889.7	3413.44

451	812813.55	8507887.28	3413.49
452	812837.75	8507889.49	3412.99
453	812832.7	8507887.28	3413.09
454	812834.76	8507884.66	3413.08
455	812938.46	8507960.33	3411.49
456	812947.37	8507959.23	3411.55
457	812945.45	8507963.07	3411.45
458	812940.51	8507963.34	3411.43
459	812951.2	8508009.77	3410.42
460	812954.77	8508008.54	3410.51
461	812955.19	8508032.29	3409.9
462	812960.81	8508031.47	3409.97
463	812965.33	8508042.97	3409.78
464	812957.93	8508037.36	3409.82
465	812962.59	8508058.72	3409.46
466	812968.21	8508065.98	3409.34
467	812970.95	8508061.19	3409.46
468	812606.86	8507960.4	3412.98
469	812610.12	8507961.87	3412.9
470	812609.39	8507959.87	3412.94
471	812608.91	8507957.2	3413.02
472	812610.54	8507957.62	3413.03
473	812624.9	8507959.76	3413.11
474	812624.26	8507957.89	3413.16
475	812624.01	8507955.73	3413.22
476	812652.49	8507955.9	3413.41
477	812652.07	8507953.76	3413.49
478	812651.74	8507951.65	3413.56
479	812685.16	8507951.18	3413.24
480	812684.52	8507949.12	3413.29
481	812684.3	8507947	3413.33
482	812685.93	8507944.84	3413.35
483	812691.15	8507946.2	3413.32
484	812693.83	8507950.22	3413.25
485	812692.72	8507952.08	3413.19
486	812689.74	8507948.99	3413.24
487	812729.86	8507945.13	3413.6
488	812729.75	8507942.91	3413.67
489	812729.63	8507940.81	3413.75
490	812765.03	8507940.39	3413.63
491	812764.56	8507938.26	3413.67
492	812762.24	8507936.47	3413.72
493	812763.78	8507934.91	3413.73
494	812769.05	8507935.58	3413.68
495	812771.31	8507939.6	3413.58
496	812770.06	8507941.01	3413.57
497	812801.79	8507933.05	3413.25
498	812802.29	8507935.66	3413.2
499	812801.83	8507931.34	3413.27
500	812829.03	8507932.12	3412.83
501	812828.85	8507929.76	3412.85
502	812828.49	8507927.66	3412.88

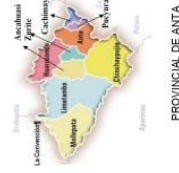




**UBICACION DEL PROYECTO**  
 ESCALA: 1/1000



**LOCALIZACION DE LA ZONA DE ESTUDIO**  
 ESCALA: 1/5000



PROVINCIA DE ANTA



DEPARTAMENTO DE CUSCO



UBICACION NACIONAL

TITULO: UBICACION Y LOCALIZACION PLAN: PUJ-01 FECHA: 15/05/2011	
PROYECTO: MEJORA EN LA CALIDAD DEL SERVICIO EN EL CAMPO PARA EL DESARROLLO DEL PLAN DE MANEJO DEL SERVICIO DE... CODIGO: 01000101	ESCALA: 1/1000 AUTORES: ... REVISOR: ... APROBADO: ...

**ANEXO VI.**  
**ESTUDIO MECANICA DE SUELO**

## ESTUDIO DE MECÁNICA DE SUELOS

---



---

**PROYECTO:**

**“MEZCLA ASFÁLTICA CON POLVO DE CAUCHO RECICLADO PARA REHABILITAR EL PAVIMENTO DEL JR. SAN SALVADOR - CUSCO 2020”**

UBICACIÓN: distrito de Pucyura

LOCALIZACIÓN: localidad de Pucyura

PROVINCIA: Anta

REGIÓN: Cusco

**PROFESIONAL RESPONSABLE: Ing. ABELARDO ABARCA ANCORI**

DICIEMBRE 2020

---

## **INFORME DEL ESTUDIO DE MECANICA DE SUELOS (EMS)**

El presente informe del EMS se ha desarrollado en concordancia con la Norma CE-010 DE PAVIMENTO URBANOS.

### **1. GENERALIDADES**

#### **1.1. Proyecto**

##### **1.1.1. Descripción**

El Proyecto consiste en:

Mezcla asfáltica con polvo de caucho reciclado para rehabilitar el pavimento del Jr. San Salvador - Cusco 2020.

\* Referencia: Información proporcionada por el solicitante.

##### **1.1.2. Ubicación**

El proyecto se ubica en la Localidad de Pucyura, del distrito de Pucyura, en el provincia Anta, de la Región Cusco; tal como se advierte en la imagen adjunta.



Ubicación – EMS Mej. Transitabilidad Pucyura  
-Dist. Pucyura

## 1.2. Resumen de las Condiciones de la vía

### 1.2.1. Tipo de estructura de vía.

La naturaleza del sub suelo en el área del proyecto es **heterogéneo** en los niveles de fundación y apoyo de las vías proyectadas. Se recomienda que el tipo de estructura de la vía sea un pavimento flexible, apoyado en la subrasante o terreno natural.

### 1.2.2. Estrato de apoyo del pavimento.

Se ha realizado un (1) pozos a cielo abierto, habiéndose hallado la estratigrafía siguiente:

Pozos y/o Calicatas (C)	Caracterización de Estratos		
	Estrato (E)	Profundidad	Composición
C-1	E-01	0.00 m - 0.15 m	Relleno Antrópico; color Marrón.
	E-02	0.15 m - 1.50 m	Arcilla Ligera con Arena (CL); color Marrón.

### 1.2.3. Parámetros de diseño geotécnicos de vía proyectada.

Los parámetros de diseño de la vía proyectada son los siguientes.

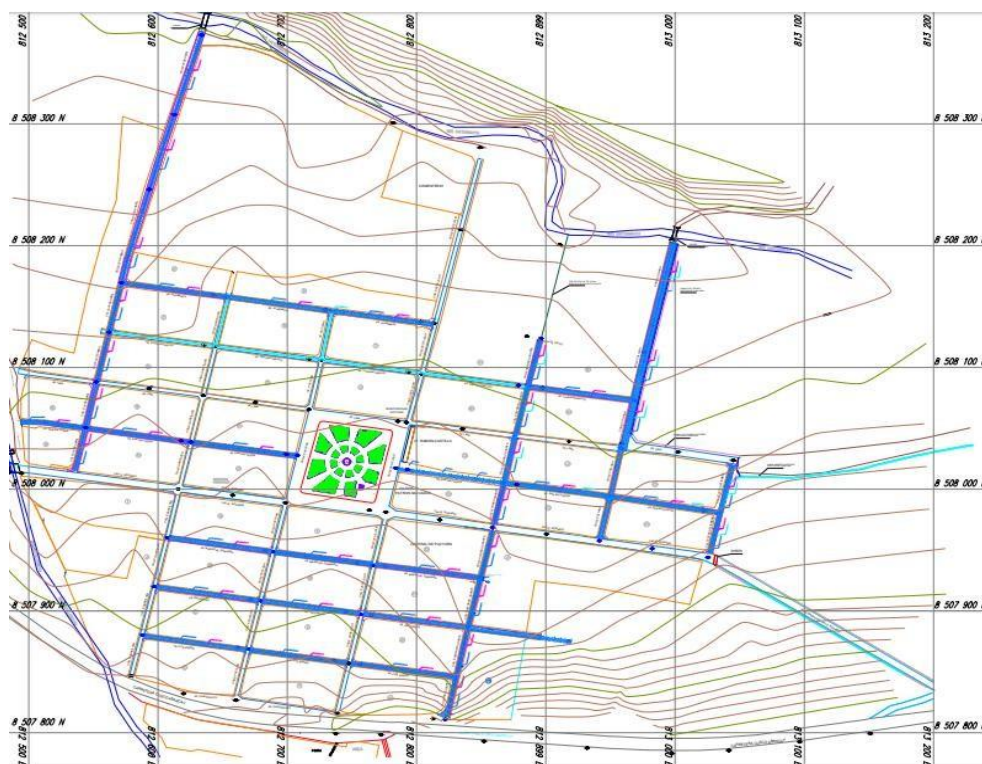
Pozos y/o Calicatas (C)	Caracterización de Estratos		
	Estrato (E)	Profundidad	CBR (CALIFORNIA BEARING RATIO) DE LA SUBRASANTE (%)
C-1	E-02	0.15 m - 1.50 m	13.00

Los parámetros que se presentan corresponden a los obtenidos a partir de los Ensayos con PDC In Situ y Ensayos de CBR en Laboratorio.

### 1.2.4. el terreno a investigar

#### a) **Ubicación y accesos**

El terreno donde se desarrolla el presente Estudio de Mecánica de Suelos está ubicado en la Localidad de Pucyura, del distrito de Pucyura, provincia de Cusco, departamento de Cusco; tal como se advierte en la imagen adjunta.



Ubicación y Accesos – EMS Mej. Transitabilidad Pucyura -Dist. Pucyura

### b) Topografía del Terreno

El sector de ubicación de la estructura proyectada se encuentra en una zona de topografía de llana, tal como se evidencia en las fotografías adjuntas.

### c) La situación legal del terreno.

El terreno es de uso público y según la información proporcionada por los interesados no se encuentra en litigio ni problemas judiciales.

“El EMS no acredita al solicitante la propiedad del terreno en estudio

## 1.2.5. De la obra vial

### a) Movimientos de Tierra

Para el desarrollo del EMS se ha realizado movimientos de tierra consistente en la excavación de doce (1) Calicatas de sección 0.80 m. x 0.80 m. con una profundidad promedio de hasta 1.50 m.

## 1.2.6. EMS de los terrenos colindantes

No se ha logrado obtener datos disponibles sobre EMS efectuados sobre los terrenos colindantes.

#### 1.2.7. Exploración de Campo

- Se ha realizado Pozos a Cielo Abierto.
- Se ha realizado Ensayos con PDC In Situ.

#### 1.2.8. Trabajos Realizados “In Situ”

Para efectos de análisis del presente Estudio de Mecánica de Suelos para Carretera, se ha realizado uno (1) puntos de investigación. Los puntos de prospección se ubican equidistantes cubriendo el área de emplazamiento de la obra proyectada. Se detalla a continuación el número de calicatas investigadas.

**Calicata 1.-** Pozo a Cielo Abierto, realizado de forma manual hasta 1.00 m. de profundidad; de sección rectangular. Denominándose: **C – 1.**

(Habiéndose llegado a una profundidad de investigación de hasta 1.50 m. con PDC).

#### 1.2.9. Ensayos Realizados “In Situ”

##### a) Descripción e identificación de suelos (Procedimiento visual –manual)

De acuerdo a la Norma NTP 339.150 (ASTM D 2488)

En los puntos de exploración se realizó un perfilaje minucioso, el cual incluyó el registro cuidadoso de las **características de los suelos que conforman cada estrato**

**Del perfil del suelo**, la clasificación visual de los materiales encontrados de acuerdo con los procedimientos del Sistema Unificado de Clasificación de Suelos.

##### b) Extracción de Muestras Representativas

De acuerdo a la Norma NTP 339.159 (DIN 4094)

Se han realizado la extracción de las muestras de suelo de acuerdo a lo establecido en la Tabla N° 03, realizándose la siguiente codificación:

**PE – 1:** Muestra inalterada/alterada en bloque: **Mib – 12/Mab**

**12.**

TABLA N° 03				
EXTRACCION Y TRANSPORTE DE MUESTRAS				
TIPO DE MUESTRA	NORMA APLICABLE	FORMAS DE OBTENER Y TRANSPORTAR	ESTADO DE LA MUESTRA	CARACTERISTICAS
Muestra inalterada en bloque (MIA)	NTP 339.151 (ASTM D4220) Prácticas Normalizadas para la Preservación y Transporte de Muestras de Suelos	Bloques	Inalterada	Debe mantener inalteradas las propiedades físicas y mecánicas del suelo en su estado natural al momento del muestreo (Aplicable solamente a suelos cohesivos, rocas blandas o suelos granulares finos suficientemente cementados para Permitir su obtención).
Muestra alterada en Bolsa de plástico (Mab)	NTP 339.151 (ASTM D4220) Prácticas Normalizadas para la Preservación y Transporte de Muestras de Suelos	Con bolsas de plástico	Alterada	Debe mantener inalterada la granulometría del suelo en su estado Natural al momento del muestreo.

FUENTE: RNE

### 1.3. Ensayos de Laboratorio

Descripción de los ensayos efectuados, con referencia a las Normas empleadas.

#### 1.3.1. Ensayo de Contenido de Humedad.

*De acuerdo a la Norma NTP 339.127 (ASTM D-2216).*

En mecánica de Suelos se conoce como *Contenido de Agua o Humedad del Suelo* a la relación entre el peso del agua contenida en el mismo y el peso de la fase sólida expresado en %. Se realiza el ensayo con fines de determinar la variación de la humedad en el terreno de fundación y también para ver si existe napa freática. (Fotografía adjunta con instrumental utilizado en los Ensayos de Laboratorio).





### 1.3.2. Ensayo de Análisis Granulométrico.

*De acuerdo a la Norma NTP 339.128 (ASTM D-422-63).*

Su finalidad es obtener la distribución por tamaño de las partículas presentes en una muestra de suelo. Así es posible también su clasificación mediante sistemas como AASHTO o SUCS. El ensayo es importante, ya que gran parte de los criterios de aceptación de suelos para ser utilizados en bases o sub-bases de carreteras, presas de tierra o diques, drenajes, etc., depende de este análisis.



Para obtener la distribución de tamaños, se emplean tamices normalizados y numerados, dispuestos en orden decreciente. (Fotografía adjunta, Tamices utilizados en los Ensayos de Laboratorio).

#### a) Ensayo de Límite Líquido.

*De acuerdo a la Norma NTP 339.129 (ASTM D-4318).*

A los suelos de grano fino se les pueden dar consistencias semilíquidas mezclándolas con agua. Cuando este contenido de humedad se reduce por evaporación y volvemos a mezclar la muestra, obtenemos un material plástico. Si el contenido de agua



Se reduce más, el material se hace sólido y se rompe o desmigaja cuando se deforma. Se realizan los Ensayos con fines de Clasificación de Suelos. (Fotografía adjunta, equipo Cuchara de Casa Grande utilizado en los ensayos de Laboratorio).

#### b) Ensayo de Límite Plástico.

*De acuerdo a la Norma NTP 339.129 (ASTM D-4318).*

Con fines de medición de la plasticidad se toma el criterio desarrollado por Atterberg, quien señala en primer lugar que la plasticidad no es una propiedad permanente, sino circunstancial y depende de su contenido de humedad.



El presente Estudio se ha realizado considerando el manual para el diseño de vías no pavimentadas de bajo volumen de tránsito y los ensayos de Laboratorio fueron realizados de acuerdo con las **normas ASTM** (American Society for Testing and Materials) y NTP peruanas, respectivas y con los resultados obtenidos se procedió a efectuar una comparación con las características de los suelos obtenidas en el campo y las compatibilizaciones correspondientes en los casos en que fue necesario para obtener los perfiles de suelos definitivos, que son los que se presentan.

#### 1.4. Resultados Obtenidos.

##### 1.4.1. Ensayos de caracterización.

Se presenta en los cuadros resumen, los resultados obtenidos a partir de los Ensayos realizados en Laboratorio en los niveles de fundación propuestos.

MUESTRA	POZO	ESTRATO Nº	PROFUNDIDAD	C. A. %	LP %	LL %	IP
1	C-1	E-02	0,15 m.-1,50 m.	12.38	8.33	22.67	14.34

Pozo y/o Calicata (C)	Nº	Cu	Cc	CLASIFICACION SUCS	Descripción	Color
C-1	E-02	2.28	0.85	CL	Arcilla ligera con arena	Marrón

#### 1.5. Perfil del Suelo

El perfil del suelo registrado en las calicatas hasta la profundidad de investigación, está conformado de la siguiente forma:

#### 1.6. Nivel Freático

En la Calicata: C-01, efectuadas no se detectó Nivel Freático hasta la profundidad de investigación de 1.50 m, tal como se advierte en las imágenes adjuntas.



### 1.7. Efecto del Sismo

De acuerdo a la Zonificación Sísmica del Perú, establecido en la Norma de Diseño Sismo Resistente E-030 del Reglamento Nacional de Edificaciones, la Región Cusco se encuentra en la Zona 2.



## Mapa N° 01

A cada zona se asigna un factor  $Z$  según se indica en la Tabla N° 1. Este factor se interpreta como la aceleración máxima horizontal en suelo rígido con una probabilidad de 10 % de ser excedida en 50 años. El factor  $Z$  se expresa como una fracción de la aceleración de la gravedad.

ZONA	Z
4	0,45
3	0,35
2	0,25
1	0,10

De acuerdo a la Zonificación Sísmica del Perú, establecido en la Norma de Diseño Sismo Resistente E-030 del Reglamento Nacional de Edificaciones, la Región Cusco se encuentra en la Zona 2, y su correspondiente factor de zona " $Z$ " = 0.25

FACTORES DE ZONA	
ZONA	Z
2	0.25

Para los efectos de esta Norma, los perfiles de suelo se clasifican tomando en cuenta la velocidad promedio de propagación de las ondas de corte ( $\bar{V}_s$ ), o alternativamente, para suelos granulares, el promedio ponderado de los  $\bar{N}_{60}$  obtenidos mediante un ensayo de penetración estándar (SPT), o el promedio ponderado de la resistencia al corte en condición no drenada ( $\bar{S}_u$ ) para suelos cohesivos. Estas propiedades deben determinarse para los 30 m superiores del perfil de suelo medidos desde el nivel del fondo de cimentación, como se indica en el numeral 2.3.2.

Para los suelos predominantemente granulares, se calcula  $\bar{N}_{60}$  considerando solamente los espesores de cada uno de los estratos granulares. Para los suelos predominantemente cohesivos, la resistencia al corte en condición no drenada  $\bar{S}_u$  se calcula como el promedio ponderado de los valores correspondientes a cada estrato cohesivo.

Este método también es aplicable si se encuentran suelos heterogéneos (cohesivos y granulares). En tal caso, si a partir de  $\bar{N}_{60}$  para los estratos con suelos granulares y de  $\bar{S}_u$  para los estratos con suelos cohesivos se obtienen clasificaciones de sitio distintas, se toma la que corresponde al tipo de perfil más flexible.

Los tipos de perfiles de suelos son cinco:

- Perfil tipo So: Roca dura.
- Perfil tipo S1: Roca o suelos muy rígidos.

- c. Perfil tipo S2: Suelos intermedios. (perfil de suelo del presente proyecto)
- d. Perfil tipo S3: Suelos blandos.
- e. Perfil tipo S4: Condiciones excepcionales.

Perfil	$\bar{V}_s$	$\bar{N}_{60}$	$\bar{S}_u$
S <sub>0</sub>	> 1500 m/s	-	-
S <sub>1</sub>	500 m/s a 1500 m/s	> 50	>100 kPa
S <sub>2</sub>	180 m/s a 500 m/s	15 a 50	50 kPa a 100 kPa
S <sub>3</sub>	< 180 m/s	< 15	25 kPa a 50 kPa
S <sub>4</sub>	Clasificación basada en el EMS		

De acuerdo a los ensayos de caracterización y ensayos de resistencia mecánica, el perfil del suelo en el presente proyecto corresponde a **S<sub>2</sub>**.

Parámetros de sitio (S, T<sub>p</sub> y T<sub>L</sub>)

Deberá considerarse el tipo de perfil que mejor describa las condiciones locales, utilizándose los correspondientes valores del factor de amplificación del suelo  $S$  y de los periodos  $T_p$  y  $T_L$  dados en las Tablas N° 3 y N° 4.

SUELO \ ZONA	S <sub>0</sub>	S <sub>1</sub>	S <sub>2</sub>	S <sub>3</sub>
Z <sub>4</sub>	0,80	1,00	1,05	1,10
Z <sub>3</sub>	0,80	1,00	1,15	1,20
Z <sub>2</sub>	0,80	1,00	1,20	1,40
Z <sub>1</sub>	0,80	1,00	1,60	2,00

Para el presente proyecto se tienen los parámetros siguientes:

Para S<sub>2</sub> y Z<sub>2</sub>, se tienen:

**S = 1.20.**

	Perfil de suelo			
	S <sub>0</sub>	S <sub>1</sub>	S <sub>2</sub>	S <sub>3</sub>
T <sub>p</sub> (s)	0,3	0,4	0,6	1,0
T <sub>L</sub> (s)	3,0	2,5	2,0	1,6

**T<sub>p</sub> = 0.6, y T<sub>L</sub> = 2.00**

## 2. cálculos y análisis de las variables geotécnicas de diseño del pavimento.

### 2.1. Determinación del CBR de diseño

Se detalla a continuación los valores de CBR en Laboratorio calculados:

- Los parámetros de **CBR** que se presentan corresponden a los obtenidos a partir de los ensayos con PDC In Situ y Ensayos de CBR en Laboratorio.

Pozos y/o Calicatas (C)	Caracterización de Estratos		
	Estrato (E)	Profundidad	CBR (CALIFORNIA BEARING RATIO) DE LA SUB RASANTE (%)
C-1	E-02	0.15 m - 1.50 m	13.00

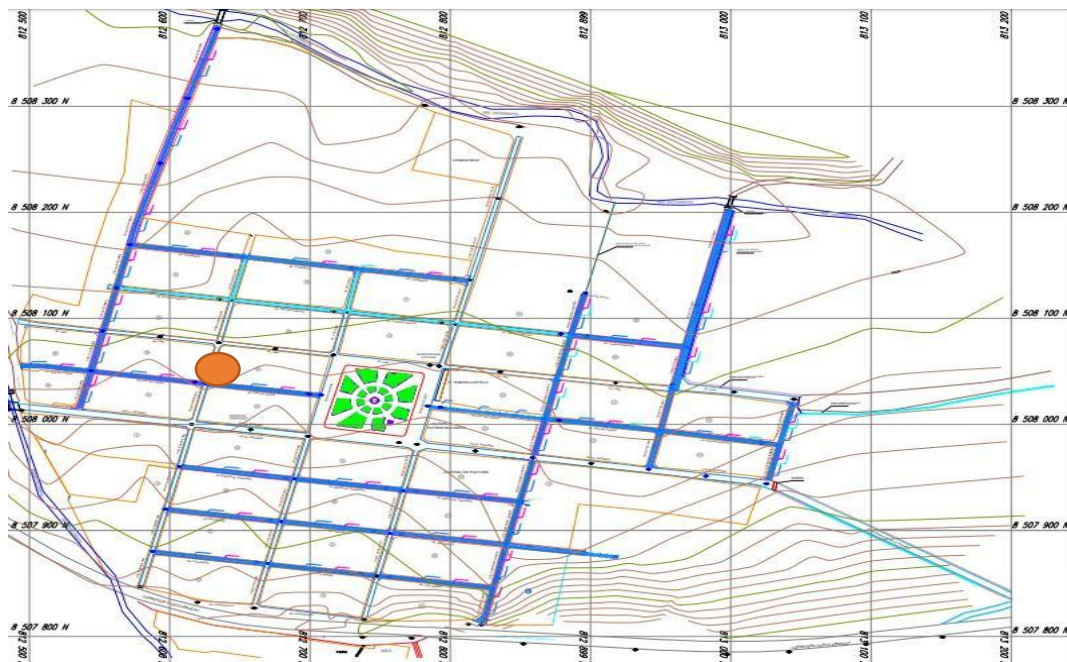
Se recomienda emplear como valor de diseño, el valor más desfavorable: 13.00 % de CBR.

### 2.2. Plano de ubicación y perfiles estratigráficos

A continuación se tiene los Planos o Croquis de ubicación del Proyecto y distribución de los puntos de investigación, asimismo los perfiles estratigráficos de los suelos.

### 2.3. Plano de Ubicación del Programa de Exploración

Croquis de Ubicación de los puntos de investigación:



## CUADRO DE COORDENADAS

CALICAT	COORDENADAS		ZONA
	ESTE	NORTE	
A			
C-1	812551.54	8508076.01	18 L
	6	2	

### 2.4. Resultados de los Ensayos de Laboratorio.

Se muestran a continuación los gráficos y resultados obtenidos en Laboratorio.



## RESUMEN

### CARACTERISTICAS FISICAS y CLASIFICACION

CODIGO : \_\_\_\_\_

REVISION : \_\_\_\_\_

PAGINA :

Proyecto : MEZCLA ASFÁLTICA CON POLVO DE CAUCHO RECICLADO PARA REHABILITAR EL PAVIMENTO DEL JR. SAN SALVADOR - CUSCO 2020

Localización: LOCALIDAD DE PUCYURA

Distrito : PUCYURA

Provincia : CUSCO

Region : CUSCO

Fecha : DICIEMBRE 2020

Motivo : Estudio Geotecnico

MUESTRA	Nº	ESTRATO	PROFUNDIDAD	C. A. %	LP %	LL %	IP	Cu	Cc	CLASIFICACION SUCS	Descripción	Color
1	C-1	E-02	0,15 -1,50	12.38	8.33	22.67	14.34	2.28	0.85	CL	Arcilla ligera con arena	Marrón





## CONTENIDO DE HUMEDAD

NTP-339.127 - ASTM-D2216

CODIGO: \_\_\_\_\_

REVISION: \_\_\_\_\_

PAGINA: \_\_\_\_\_

Proyecto : "MEZCLA ASFÁLTICA CON POLVO DE CAUCHO  
RECICLADO PARA REHABILITAR EL  
PAVIMENTO DEL JR. SAN SALVADOR - CUSCO  
2020

Distrito : PUCYURA  
Provincia : CUSCO  
Region : CUSCO

Fecha: DICIEMBRE 2020  
Motivo: Estudio Geotecnico  
Resp. Lab.: AAA  
Esp. Geot.: AAA

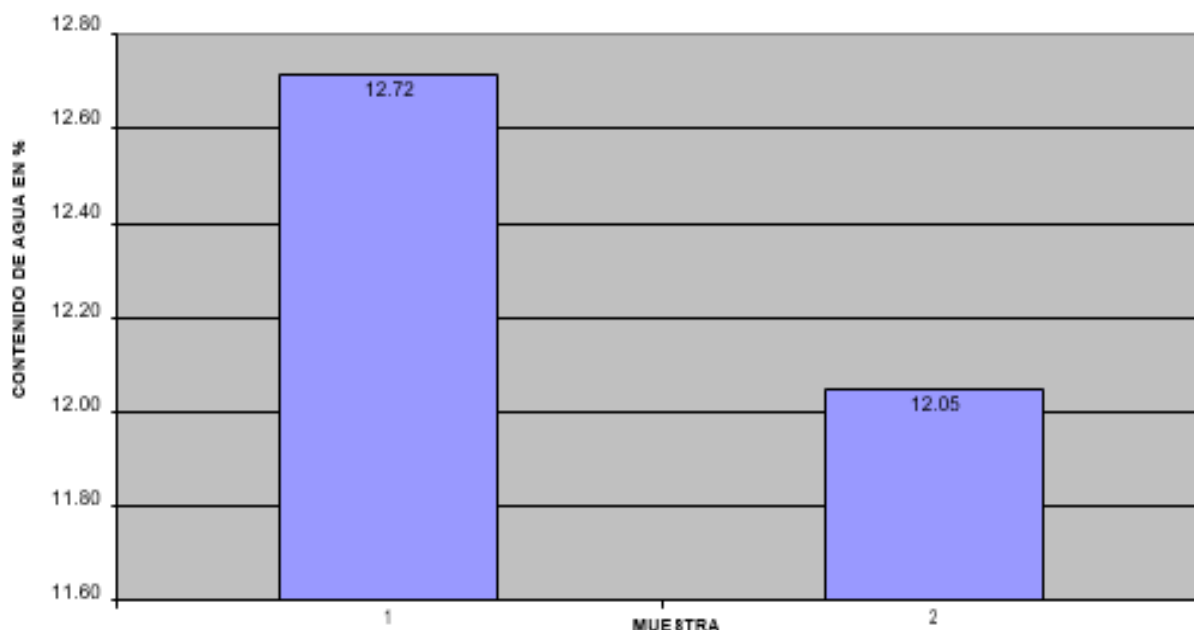
MUESTRA: 1

Pozo C-1 Estrato: E-02

PROF. (m.): 0,15-1,50

MUESTRA	1	2
Peso de la Capsula (gr)	14.63	14.83
Peso de la Capsula+Suelo Humedo (gr)	41.33	44.03
Peso de la Capsula+ Suelo Seco (gr)	38.32	40.89
Peso del Suelo Seco (gr)	23.67	26.06
Contenido de Humedad (w)	12.72	12.05
		<b>12.38</b>

### CONTENIDO DE AGUA





**LIMITES DE CONSISTENCIA**  
 LIMITE LIQUIDO - LIMITE PLASTICO - IP  
 NTP-339.129 ASTM-D4318

PAGINA: \_\_\_\_\_

Proyecto : MEZCLA ASEALTICA CON POLVO DE CAUCHO  
RECICLADO PARA REHABILITAR PAVIMENTO DEL JR.  
SAN SALVADOR - CUSCO 2020

Localizacion : LOCALIDAD DE PUCYURA  
 Distrito : PUCYURA  
 Provincia : CUSCO  
 Region : CUSCO

Fecha: DICIEMBRE 2020  
 Motivo: Estudio Geotecnico  
 Resp. Lab.: A.A.A.  
 Esp. Geot.: A.A.A.

MUESTRA: 1  
 Pozo : C-1 Estrato : E-02

PROF. (m.): 0,15-1,50

**LIMITE LIQUIDO - ASTM 423-66**

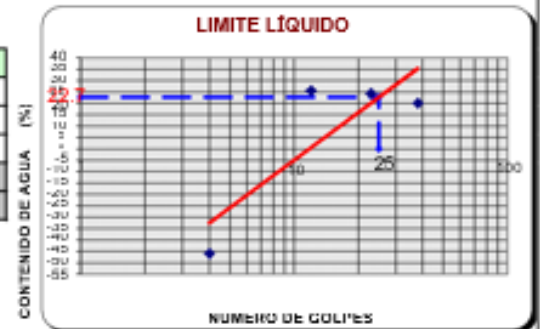
PESOS	MUESTRA	1	2	3	4
Peso de la Capsula (gr)		14.66	14.33	14.39	14.54
Peso de la Capsula+Suelo Humedo (gr)		21.76	30.13	30.95	30.71
Peso de la Capsula+ Suelo Seco (gr)		27.85	26.94	27.72	28.01
Numero de golpes		4	12	23	38
Peso del Suelo Seco (gr)		13.19	12.61	13.33	13.47
Contenido de Humedad (w)		-46.17	25.30	24.23	20.04

**LIMITE LIQUIDO (%)**  
 22.7

**LIMITE PLASTICO - ASTM D424-59**

PESOS	MUESTRA	1	2
Peso de la Capsula (gr)		14.5	14.75
Peso de la Capsula+Suelo Humedo (gr)		29.52	29.1
Peso de la Capsula+ Suelo Seco (gr)		28.34	28.02
Peso del Suelo Seco (gr)		13.84	13.27
Contenido de Humedad (w)		8.53	8.14

**LIMITE PLASTICO (%)** 8.3  
**INDICE PLASTICO IP=** 14.3



**CLASIFICACIÓN SUCS:**  
**CL**  
 Arcilla ligera con arena

Obs.-  
 CORRESPONDIENTE  
 A LA PARTE FINA DEL  
 SUELO DEL ESTUDIO



**ANÁLISIS GRANULOMÉTRICO**  
 POR TAMIZADO (VIA HUMEDA)  
 NTP-339.128 - ASTM-D4318

CODIGO: \_\_\_\_\_  
 REVISION: \_\_\_\_\_  
 PAGINA: \_\_\_\_\_

Proyecto : **MEZCLA ASFALTICA CON POLVO DE CAUCHO REICLADO PARA REHABILITAR PAVIMENTO DEL JR. SAN SALVADOR - CUSCO 2020.**

Localización: **LOCALIDAD DE PUCYURA**  
 Distrito : **PUCYURA**  
 Provincia : **CUSCO**  
 Region : **CUSCO**

Fecha: **DICIEMBRE 2020**  
 Motivo: **Estudio Geotécnico**  
 Resp. Lab.: **A.A.A.**  
 Esp. Geot.: **A.A.A.**

POZO: 1  
 Código: C-1 Estrato: E-02 Peso de la Muestra: (gr.)

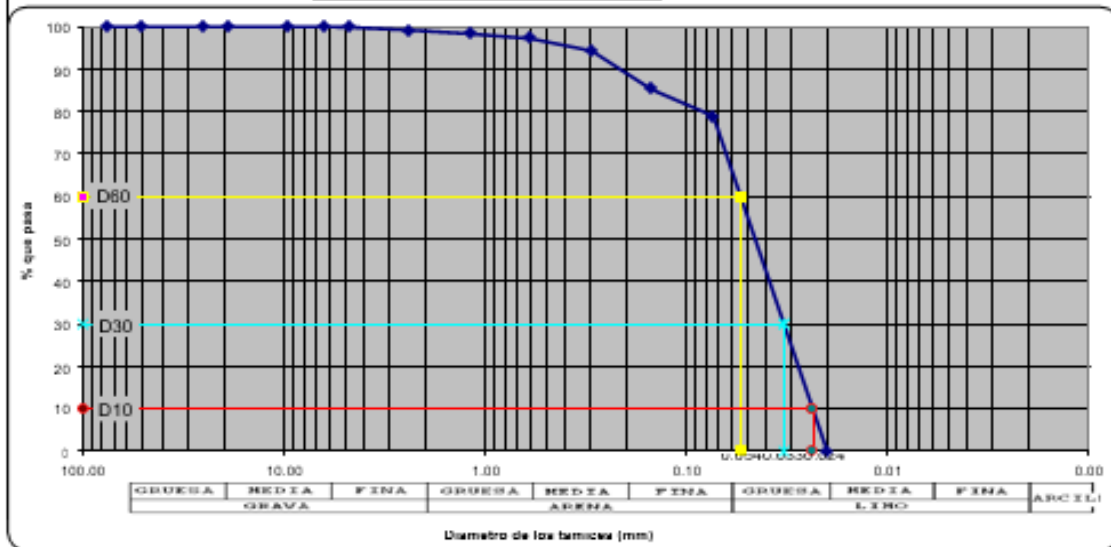
PROF. (m.): 0.15-1.50 inicial: 529.00  
 desp de lavar: 114.06

CLASIFICACION SUCS.

**CL**

Arcilla con Arena

Abertura del Tamiz		Peso Retenido	Peso Corregido	Retenido %	Pasante %
Tamiz	mm.				
5"	76.20	0.00	0.00	0.00	100.00
2"	50.80	0.00	0.00	0.00	100.00
1"	25.40	0.00	0.00	0.00	100.00
3/4"	19.05	0.00	0.00	0.00	100.00
3/8"	9.53	0.00	0.00	0.00	100.00
1/4"	6.35	0.00	0.00	0.00	100.00
#4	4.75	0.56	0.56	0.11	99.89
#8	2.38	3.86	3.86	0.73	99.16
#16	1.19	4.56	4.56	0.86	98.30
#30	0.59	5.84	5.84	1.10	97.20
#50	0.30	15.40	15.40	2.91	94.29
#100	0.15	47.98	47.98	9.07	85.22
#200	0.07	33.14	33.14	6.26	78.95
cazuela	0.0	2.72	417.66	78.95	0.00
		<b>114.06</b>	<b>529.00</b>	<b>100.00</b>	



D60	D30	D10	Cu	Cc	GRAVA	ARENA	FINOS
0.054	0.033	0.024	2.28	0.85	0.11	20.94	78.95

### 3. CONCLUSIONES Y RECOMENDACIONES

Se ha realizado uno (1) pozos a cielo abierto en el área del proyecto, habiéndose hallado en el sub suelo la **Estratigrafía** siguiente:

Pozos y/o Calicatas (C)	Caracterización de Estratos		
	Estrato (E)	Profundidad	Composición
C-1	E-01	0.00 m - 0.15 m	<b>Relleno Antrópico</b> ; color Marrón.
	E-02	0.15 m - 1.50 m	<b>Arcilla Liger con Arena (CL)</b> ; color Marrón.

- Los estudios se han realizado a partir del nivel actual de la superficie del terreno; evidenciándose en primer término presencia de suelo orgánico, el cual “**debe ser removido íntegramente**”; éstos estratos de suelo orgánico tienen alturas que oscilan desde 0.20 m. hasta 0.80 m., tal como se evidencia en el cuadro de Estratigrafía.
- A partir del Cuadro de Estratigrafía, puede apreciarse la predominancia de “**suelos cohesivos**” (arcillas); siendo la calidad de éstos de regular a baja, en resistencia relativa de soporte.
- En la Calicata 01 no se evidenció presencia de Nivel Freático hasta una profundidad de investigación de 1.50 m.
- Se ha realizado Ensayos de **Clasificación de Suelos** en los estratos de apoyo de la vía, habiéndose hallado los resultados siguientes:

MUESTRA	POZO	ESTRATO Nº	PROFUNDIDAD	C. A. %	LP %	LL %	IP
1	C-12	E-02	0,15 m.-1,50 m.	12.38	8.33	22.67	14.34

Pozo y/o Calicata (C)	Nº	Cu	Cc	CLASIFICACION SUCS	Descripción	Color
C-1	E-02	2.28	0.85	CL	Arcilla ligera con arena	Marrón

- Los parámetros de **CBR** que se presentan corresponden a los obtenidos a partir de los ensayos con PDC In Situ y Ensayos de CBR en Laboratorio.

Pozos y/o Calicatas (C)	Caracterización de Estratos		
	Estrato (E)	Profundidad	CBR (CALIFORNIA BEARING RATIO) DE LA SUB RASANTE (%)
C-1	E-02	0.15 m - 1.50 m	13.00

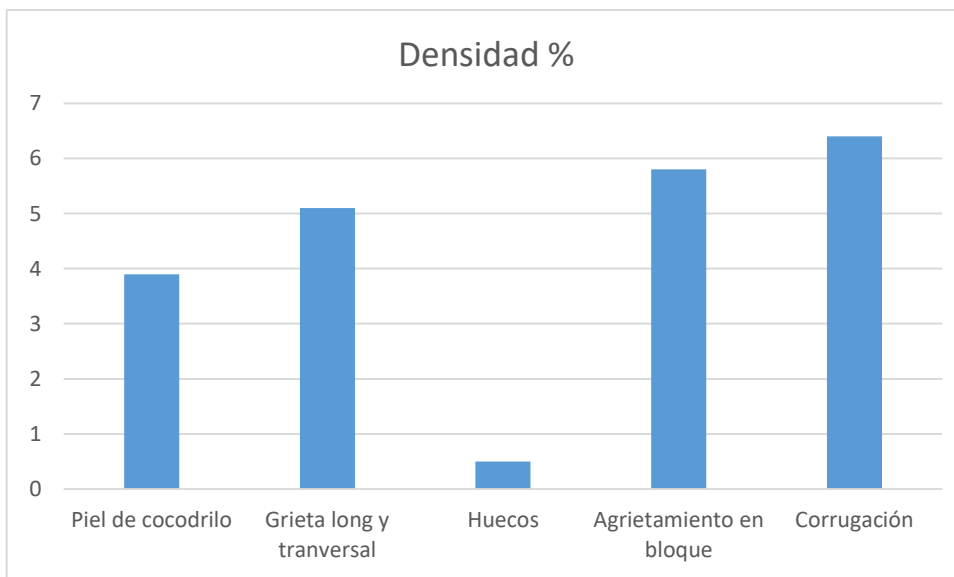
- Se recomienda emplear como valor de diseño, el valor más desfavorable de: 13.00 % de CBR.

**ANEXO VII.**  
**EVALUACIÓN DE ÍNDICE DE CONDICIÓN DE**  
**PAVIMENTO.**



**INDICE DE CONDICIÓN DEL PAVIMENTO  
PCI-01.CARRETERAS CON SUPERFICIE ASFÁLTICA - ASTM D64433 - 16**

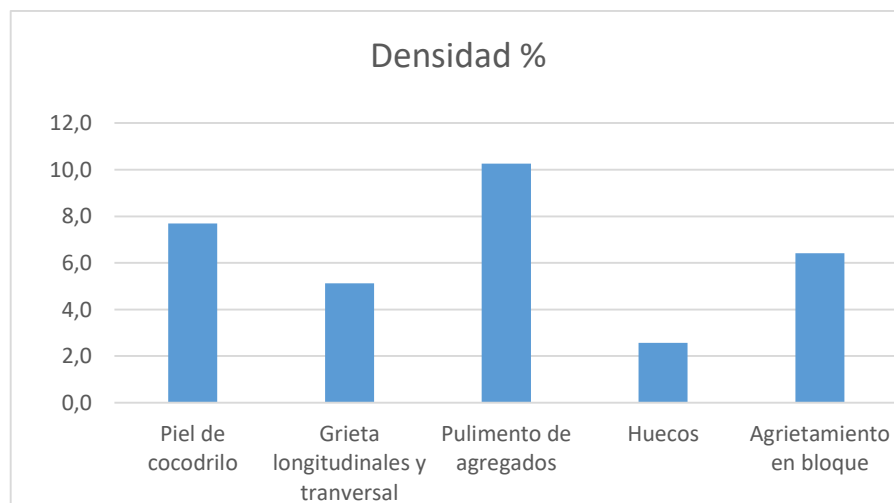
EXPLORACIÓN DE LA CONDICIÓN POR LA UNIDAD DE MUESTREO						ESQUEMA		
ZONA		ABSCISA INICIAL	UNIDAD DE MUESTREO					
SAN SALVADOR		00+000	1					
CÓDIGO DE VÍA	ABSCISA FINAL	ANCHO (m)	LARGO (m)	ÁREA (m²)				
	00+052	3	52	156				
INSPECCIONANDO POR			FECHA :04/10/2020					
Flores Contreras Wilder Manolo Huarancca Quispe Cecia			Proyecto: Mezcla asfáltica con polvo de caucho reciclado para rehabilitar el pavimento del Jr. San Salvador - Cusco 2020					
N°	DAÑO		N°	Daño				
1	Piel de cocodrilo		11	Parcheo				
2	Exudación		12	Pulimento de agregados				
3	Agrietamiento en bloque		13	Huecos				
4	Ambulamiento y hundimientos		14	Cruce de vía ferrea				
5	Corrugación		15	Ahuellamiento				
6	Depresión		16	Desplazamiento				
7	Grieta de borde		17	Grieta parabólica (slippage)				
8	Grieta de reflexión de junta		18	Hinchamiento				
9	Desnivel carril / berma		19	Desprendimiento de agregados				
10	Grieta long y transversal							
Daños	Severidad	X	Y	Longitud	Ancho	Total	Densidad %	Valor deducido
Piel de cocodrilo	L	1	48	4	1,5	6	3,9	24
Grieta long y transversal	L	0	35	8	1	8	5,1	6
Huecos	M	0	50	1,5	0,5	0,75	0,5	19
Agrietamiento en bloque	L	0,5	5	6	1,5	9	5,8	6
Corrugación	M	0	20	5	2	10	6,4	34
PCI							48	
CLASIFICACIÓN							Regular	





**INDICE DE CONDICIÓN DEL PAVIMENTO  
PCI-01.CARRETERAS CON SUPERFICIE ASFÁLTICA - ASTM D64433 - 16**

EXPLORACIÓN DE LA CONDICIÓN POR LA UNIDAD DE MUESTREO						ESQUEMA		
ZONA		ABSCISA INICIAL	UNIDAD DE MUESTREO					
SAN SALVADOR		00+052	2					
CÓDIGO DE VÍA	ABSCISA FINAL	ANCHO (m)	LARGO (m)	ÁREA (m²)				
00+104		3	52	156				
INSPECCIONANDO POR			FECHA :04/10/2020					
Flores Contreras Wilder Manolo Huarancca Quispe Cecia			Proyecto: Mezcla asfáltica con polvo de caucho reciclado para rehabilitar el pavimento del Jr. San Salvador - Cusco 2020					
N°	DAÑO	N°	Daño					
1	Piel de cocodrilo	11	Parqueo					
2	Exudación	12	Pulimento de agregados					
3	Agrietamiento en bloque	13	Huecos					
4	Ambulamiento y hundimientos	14	Cruce de vía ferrea					
5	Corrugación	15	Ahuellamiento					
6	Depresión	16	Desplazamiento					
7	Grieta de borde	17	Grieta parabolica (slippage)					
8	Grieta de reflexion de junta	18	Hinchamiento					
9	Desnivel carril / berma	19	Desprendimiento de agregados					
10	Grieta long y transversal							
Daño	Severidad	X	Y	Longitud m	Ancho m	Total	Densidad %	Valor deducido
Piel de cocodrilo	H	0	22	6	2	12	7,7	58
Grieta longitudinales y transversal	M	1	42	8	1	8	5,1	12
Pulimento de agregados	H	0	30	8	2	16	10,3	0
Huecos	H	0	50	2	2	4	2,6	72
Agrietamiento en bloque	H	2	3	10	1	10	6,4	22
PCI							10	
CLASIFICACION							Muy Pobre	

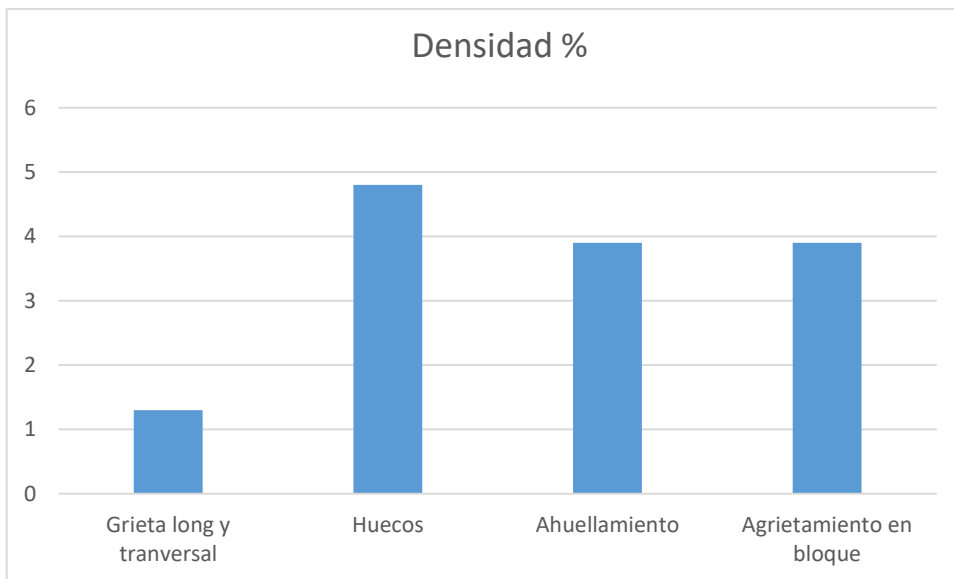






**INDICE DE CONDICIÓN DEL PAVIMENTO  
PCI-01.CARRETERAS CON SUPERFICIE ASFÁLTICA - ASTM D64433 - 16**

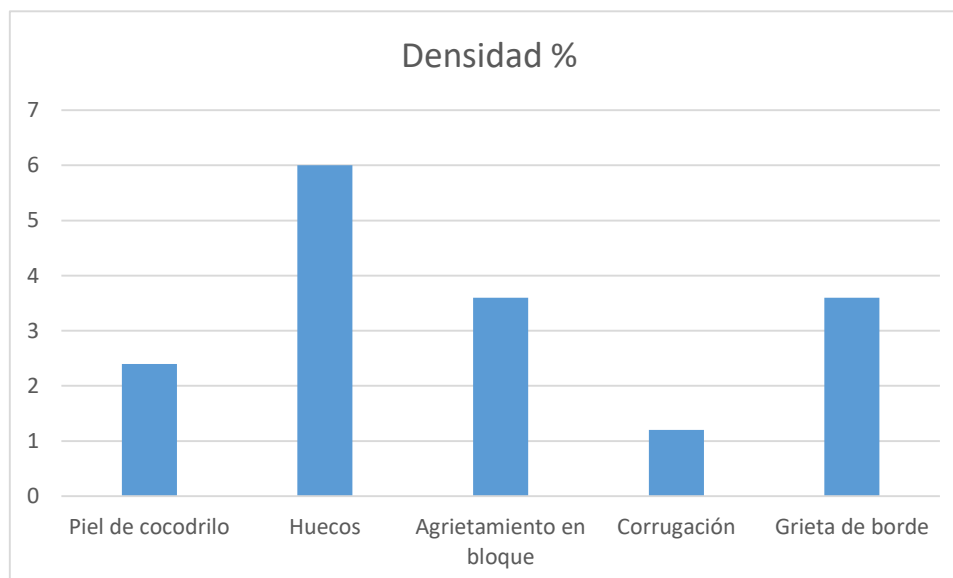
EXPLORACIÓN DE LA CONDICIÓN POR LA UNIDAD DE MUESTREO						ESQUEMA		
ZONA		ABSCISA INICIAL	UNIDAD DE MUESTREO					
SAN SALVADOR		00+0104	3					
CÓDIGO DE VÍA	ABSCISA FINAL	ANCHO (m)	LARGO (m)	ÁREA (m²)				
	00+156	3	52	156				
INSPECCIONANDO POR			FECHA :04/10/2020					
Flores Contreras Wilder Manolo Huarancca Quispe Cecia			Proyecto: Mezcla asfáltica con polvo de caucho reciclado para rehabilitar el pavimento del Jr. San Salvador - Cusco 2020					
N°	DAÑO		N°	Daño				
1	Piel de cocodrilo		11	Parqueo				
2	Exudación		12	Pulimento de agregados				
3	Agrietamiento en bloque		13	Huecos				
4	Ambulamiento y hundimientos		14	Cruce de vía ferrea				
5	Corrugación		15	Ahuellamiento				
6	Depresión		16	Desplazamiento				
7	Grieta de borde		17	Grieta parabolica (slippage)				
8	Grieta de reflexion de junta		18	Hinchamiento				
9	Desnivel carril / berma		19	Desprendimiento de agregados				
10	Grieta long y transversal							
Daño	Severidad	X	Y	Longitud	Ancho	Total	Densidad %	Valor deducido
Grieta long y transversal	L	1	45	2	0	2	1,3	0
Huecos	M	0	25	3	2,5	7,5	4,8	69
Ahuellamiento	L	0	35	3	2	6	3,9	25
Agrietamiento en bloque	M	0	2	3	2	6	3,9	12
PCI							27	
CLASIFICACIÓN							Pobre	





**INDICE DE CONDICIÓN DEL PAVIMENTO  
PCI-01.CARRETERAS CON SUPERFICIE ASFÁLTICA - ASTM D64433 - 16**

EXPLORACIÓN DE LA CONDICIÓN POR LA UNIDAD DE MUESTREO						ESQUEMA		
ZONA		ABSCISA INICIAL	UNIDAD DE MUESTREO					
SAN SALVADOR		00+0156	4					
CÓDIGO DE VÍA		ABSCISA FINAL	ANCHO (m)	LARGO (m)	ÁREA (m <sup>2</sup> )			
		00+212	3	56	168			
INSPECCIONANDO POR			FECHA :04/10/2020					
Flores Contreras Wilder Manolo Huaranca Quispe Cecia			Proyecto: Mezcla asfáltica con polvo de caucho reciclado para rehabilitar el pavimento del Jr. San Salvador - Cusco 2020					
N°	DAÑO		N°	Daño				
1	Piel de cocodrilo		11	Parcheo				
2	Exudación		12	Pulimento de agregados				
3	Agrietamiento en bloque		13	Huecos				
4	Ambulamiento y hundimientos		14	Cruce de vía ferrea				
5	Corrugación		15	Ahuellamiento				
6	Depresión		16	Desplazamiento				
7	Grieta de borde		17	Grieta parabolica (slippage)				
8	Grieta de reflexion de junta		18	Hinchamiento				
9	Desnivel carril / berma		19	Desprendimiento de agregados				
10	Grieta long y transversal							
Daño	Severidad	X	Y	Longitud	Ancho	Total	Densidad %	Valor deducido
Piel de cocodrilo	M	1	37	4	1	4	2,4	29
Huecos	L	0	15	5	2	10	6	58
Agrietamiento en bloque	M	1	5	4	1,5	6	3,6	11
Corrugación	L	1	45	2	1	2	1,2	2
Grieta de borde	M	0,5	28	6	1	6	3,6	9
PCI							33	
CLASIFICACIÓN							Pobre	



MEZCLA ASFÁLTICA CON POLVO DE CAUCHO RECICLADO PARA REHABILITAR EL PAVIMENTO DEL JR. SAN SALVADOR - CUSCO 2020.

MÉTODO ESTÁNDAR DE EVALUACIÓN DEL ÍNDICE DE LA CONDICIÓN SUPERFICIAL DEL PAVIMENTO													
CARRETERAS CON SUPERFICIE ASFÁLTICA													
ASTM D 6433 (2003)													
SECCION		PROGRESIVA INICIAL			UNIDAD DE MUESTREO			13M	1L				
KM 00+000 - 00+212		km 00+000			0001								
CARRIL		PROGRESIVA FINAL			AREA DE MUESTREO			10L					
CALZADA		km 00+052			156 m²								
INSPECCIONADO POR		FECHA											
FLORES CONTRERAS WILDER - HUARANCCA QUISPE CECIA		04 - octubre - 2020											
DAÑOS							5M						
1. Piel de cocodrilo		7. Grieta de borde		13. Huecos									
2. Exudación		8. Grieta de reflexión de juntas		14. Cruce de vía ferrea									
3. Agrietamiento en bloque		9. Desnivel carril / berma		15. Ahuellamiento									
4. Abultamientos y hundimientos		10. Grietas longitudinales y transversales		16. Desplazamiento									
5. Corrugación		11. Parcheo		17. Grieta parabólica (slippage)				3L					
6. Depresión		12. Pulimento de agregados		18. Hinchamiento									
				19. Desprendimiento de agregados									
DAÑO	SEVERIDAD	CANTIDAD								TOTAL	DENSIDAD	VALOR DEDUCIDO	
	L	8,0								8,0	3,9	24,0	
10	L	8,0								8,0	5,1	6,0	
13	M	0,8								0,8	0,5	19,0	
3	L	9,0								9,0	5,8	6,0	
5	M	10,0								10,0	6,4	34,0	
PROMEDIO										30	Pobre		

MEZCLA ASFÁLTICA CON POLVO DE CAUCHO RECICLADO PARA REHABILITAR EL PAVIMENTO DEL JR. SAN SALVADOR - CUSCO 2020.

MÉTODO ESTÁNDAR DE EVALUACIÓN DEL ÍNDICE DE LA CONDICIÓN SUPERFICIAL DEL PAVIMENTO													
CARRETERAS CON SUPERFICIE ASFÁLTICA													
ASTM D 6433 (2003)													
SECCION		PROGRESIVA INICIAL			UNIDAD DE MUESTREO			13H	10M				
KM 00+000 - 00+212		km 00+052			0002								
CARRIL		PROGRESIVA FINAL			AREA DE MUESTREO			12H					
CALZADA		km 00+104			156 m²								
INSPECCIONADO POR		FECHA											
FLORES CONTRERAS WILDER - HUARANCCA QUISPE CECIA		04 - octubre - 2020											
DAÑOS							1H						
1. Piel de cocodrilo		7. Grieta de borde		13. Huecos									
2. Exudación		8. Grieta de reflexión de juntas		14. Cruce de vía ferrea									
3. Agrietamiento en bloque		9. Desnivel carril / berma		15. Ahuellamiento									
4. Abultamientos y hundimientos		10. Grietas longitudinales y transversales		16. Desplazamiento									
5. Corrugación		11. Parcheo		17. Grieta parabólica (slippage)				3H					
6. Depresión		12. Pulimento de agregados		18. Hinchamiento									
				19. Desprendimiento de agregados									
DAÑO	SEVERIDAD	CANTIDAD								TOTAL	DENSIDAD	VALOR DEDUCIDO	
	H	12,0								12,0	7,7	58,0	
10	M	8,0								8,0	5,1	12,0	
12	H	16,0								16,0	10,3		
13	H	4,0								4,0	2,6	72,0	
3	H	10,0								10,0	6,4	22,0	
PROMEDIO										30	Pobre		

MEZCLA ASFÁLTICA CON POLVO DE CAUCHO RECICLADO PARA REHABILITAR EL PAVIMENTO DEL JR. SAN SALVADOR - CUSCO 2020.

MÉTODO ESTÁNDAR DE EVALUACIÓN DEL ÍNDICE DE LA CONDICIÓN SUPERFICIAL DEL PAVIMENTO													
CARRETERAS CON SUPERFICIE ASFÁLTICA													
ASTM D 6433 (2003)													
SECCION			PROGRESIVA INICIAL				UNIDAD DE MUESTREO		<div style="text-align: center;">40L</div> <hr/> <div style="text-align: center;">15L</div> <hr/> <div style="text-align: center;">13M</div> <hr/> <div style="text-align: center;">3M</div>				
KM 00+000 - 00+212			km 00+104				0003						
CARRIL			PROGRESIVA FINAL				AREA DE MUESTREO						
CALZADA			km 00+158				158 m <sup>2</sup>						
INSPECCIONADO POR			FECHA										
FLORES CONTRERAS WILDER - HUARANCCA QUISPE CECIA			04 - octubre - 2020										
DAÑOS													
1. Piel de cocodrilo			7. Grieta de borde				13. Huecos						
2. Exudación			8. Grieta de reflexión de juntas				14. Cruce de vía ferrea						
3. Agrietamiento en bloque			9. Desnivel carril / berna				15. Ahuellamiento						
4. Abultamientos y hundimientos			10. Grietas longitudinales y transversales				16. Desplazamiento						
5. Corrugación			11. Paroheo				17. Grieta parabólica (slippage)						
6. Depresión			12. Pulimento de agregados				18. Hinchamiento						
							19. Desprendimiento de agregados						
DAÑO	SEVERIDAD	CANTIDAD									TOTAL	DENSIDAD	VALOR DEDUCIDO
	L	2,0									2,0	1,3	
13	M	7,5									7,5	4,8	69,0
15	L	6,0									6,0	3,9	25,0
3	M	6,0									6,0	3,9	12,0
PROMEDIO											30		Pobre

MEZCLA ASFÁLTICA CON POLVO DE CAUCHO RECICLADO PARA REHABILITAR EL PAVIMENTO DEL JR. SAN SALVADOR - CUSCO 2020.

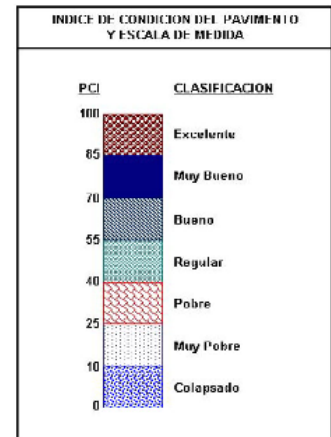
MÉTODO ESTÁNDAR DE EVALUACIÓN DEL ÍNDICE DE LA CONDICIÓN SUPERFICIAL DEL PAVIMENTO													
CARRETERAS CON SUPERFICIE ASFÁLTICA													
ASTM D 6433 (2003)													
SECCION			PROGRESIVA INICIAL				UNIDAD DE MUESTREO		<div style="text-align: center;">5L</div> <hr/> <div style="text-align: center;">1M</div> <hr/> <div style="text-align: center;">7M</div> <hr/> <div style="text-align: center;">13L</div> <hr/> <div style="text-align: center;">3M</div>				
KM 00+000 - 00+212			km 00+158				0004						
CARRIL			PROGRESIVA FINAL				AREA DE MUESTREO						
CALZADA			km 00+212				188 m <sup>2</sup>						
INSPECCIONADO POR			FECHA										
FLORES CONTRERAS WILDER - HUARANCCA QUISPE CECIA			04 - octubre - 2020										
DAÑOS													
1. Piel de cocodrilo			7. Grieta de borde				13. Huecos						
2. Exudación			8. Grieta de reflexión de juntas				14. Cruce de vía ferrea						
3. Agrietamiento en bloque			9. Desnivel carril / berna				15. Ahuellamiento						
4. Abultamientos y hundimientos			10. Grietas longitudinales y transversales				16. Desplazamiento						
5. Corrugación			11. Paroheo				17. Grieta parabólica (slippage)						
6. Depresión			12. Pulimento de agregados				18. Hinchamiento						
							19. Desprendimiento de agregados						
DAÑO	SEVERIDAD	CANTIDAD									TOTAL	DENSIDAD	VALOR DEDUCIDO
	M	4,0									4,0	2,4	29,0
13	L	10,0									10,0	6,0	58,0
3	M	6,0									6,0	3,6	11,0
5	L	2,0									2,0	1,2	2,0
7	M	6,0									6,0	3,6	9,0
PROMEDIO											30		Pobre

## Promedio de la evaluación superficial del pavimento flexible

MEZCLA ASFÁLTICA CON POLVO DE CAUCHO RECICLADO PARA REHABILITAR EL PAVIMENTO DEL JR. SAN SALVADOR - CUSCO 2020.

MÉTODO ESTÁNDAR DE EVALUACIÓN DEL ÍNDICE DE LA CONDICIÓN SUPERFICIAL DEL PAVIMENTO  
CARRETERAS CON SUPERFICIE ASFÁLTICA  
ASTM D 6433 (2003)

TRAMO: KM 00+000 - 00+212 / CARRIL CALZADA							
Nº	AREA (m <sup>2</sup> )	UNIDAD DE MUESTREO	PROGRESIVA	m	VDC	PCI	CLASIFICACION
			INICIAL - FINAL				
01	156,0	0001	00+000 - 00+052	7,1	52	48	Regular
02	156,0	0002	00+052 - 00+104	3,6	90	10	Muy Pobre
03	156,0	0003	00+104 - 00+156	3,9	73	27	Pobre
04	166,0	0004	00+156 - 00+212	4,9	67	33	Pobre
PROMEDIO						30	Pobre



**ANEXO VIII.**  
**DISEÑO DE PAVIMENTO FLEXIBLE**  
**SEGÚN EL MÉTODO AASHTO 1993 - MTC**

**UNIVERSIDAD “CESAR VALLEJO”**  
**FACULTAD DE INGENIERÍA CIVIL**  
**ESCUELA PROFESIONAL DE INGENIERÍA CIVIL**

PROYECTO: Mezcla asfáltica con polvo de caucho reciclado para rehabilitar el pavimento del Jr.

San Salvador - Cusco 2020

TESISTA: FLORES CONTRERAS WILDER MANOL

HUARANCCA QUISPE CECIA

**NUMERO DE EJES SIMPLES EQUIVALENTES DE CARGA (ESAL)**

TIPO DE VEHICULO		IDMA 2024	TIPO EJE	NUMERO LLANTA	CARGA EJE tn	f P.	f. IMDA
						FLEXIBLE	FLEXIBLE
VEHICULO	Autos	20	SIMPLE	2	1	0,000527	0,010540331
		20	SIMPLE	2	1	0,000527	0,010540331
	Pick UP	22	SIMPLE	2	1	0,000527	0,011594364
		22	SIMPLE	2	1	0,000527	0,011594364
	Rural	27	SIMPLE	2	1	0,000527	0,014229447
		27	SIMPLE	2	1	0,000527	0,014229447
	Micro	21	SIMPLE	2	1	0,000527	0,011067348
		21	SIMPLE	2	1	0,000527	0,011067348
CAMION	2E	9	SIMPLE	2	7	1,265367	11,38830074
		9	SIMPLE	4	11	3,238287	29,14458265
	3E	1	SIMPLE	2	7	1,265367	1,265366749
		1	TANDEM	8	18	2,019213	2,019213454
<b><math>\Sigma</math>f.IMDa</b>							<b>43,91232657</b>
ESAL	251719,7274						

**UNIVERSIDAD “CESAR VALLEJO”**  
**FACULTAD DE INGENIERÍA CIVIL**  
**ESCUELA PROFESIONAL DE INGENIERÍA CIVIL**

PROYECTO: Mezcla asfáltica con polvo de caucho reciclado para rehabilitar el pavimento del Jr.

San Salvador - Cusco 2020

TESISTA: FLORES CONTRERAS WILDER MANOL

HUARANCCA QUISPE CECIA

Diseño del pavimento Flexible – Método AASHTO 1993 – MTC

DISEÑO DE PAVIMENTO FLEXIBLE		
Carga de tráfico vehicular impuesto por el pavimento	<b>Esal (W18)</b>	251720
Suelo de la Subrasante	<b>CBR</b>	13%
Modulo de resiliencia de la subrasante	$Mr \text{ (psi)} = 2555 \times CBR^{0.64}$	<b>Mr (psi)</b> 13162,12
tipo de tráfico	<b>Tipo</b>	TP1
numero de etapas	<b>Etapas</b>	1
nivel de confiabilidad	<b>Conf.</b>	70%
Coeficiente estadístico de desviación estandar normal	<b>ZR</b>	-0,524
desviación estandar conuinado	<b>So</b>	0,45
Indice de serviciabilidad inicial según rango de tráfico	<b>Pi</b>	3,80
Indice de serviciabilidad final según rando de tráfico	<b>Pt</b>	2
Diferencia de serviciabilidad según rando de tráfico	<b>Δ PSI</b>	1,80
Periodo de diseño	20 años	
tipo de via	Troncal	
Diseño estructural de un pavimento Flexible según el MTC		



Numero de estructura requerido

$$\log_{10}(W_{18}) = Z_R S_O + 9.36 \log_{10}(SN + 1) - 0.2 + \frac{\log_{10}\left(\frac{\Delta PSI}{4.2 - 1.5}\right)}{0.4 + \frac{1094}{(SN + 1)^{5.19}}} + 2.32 \log_{10}(M_R) - 8.07$$

Numero estructural requerido (SN) = 1,95

### COEFICIENTE ESTRUCTURAL DE LAS CAPAS

Capa Superfial	Base	Sub Base
a1	a2	a3
Carpeta asfáltica en caliente, modulo 2965 Mpa (430 000 PSI) a 20 oC (68 oF)	Base Granular CBR 80%, compactada al 100% de la MDS	Sub Base Granular CBR 40%, compactada al 100% de la MDS
Capa Superficial recomendada para todos los tipos de Tráfico	Capa de Base recomendada para Tráfico ≤ 5'000,000 EE	Capa de Sub Base recomendada para Tráfico ≤ 15'000,000 EE
0,17	0,052	0,047

### COEFICIENTE DE DRENAJE PARA BASE Y SUBBASE GRANULAR NO TRATADAS EN PAVIMENTO FLEXIBLE

m2	m3
1	1

### NUMERO ESTRUCTURAL RESULTADO

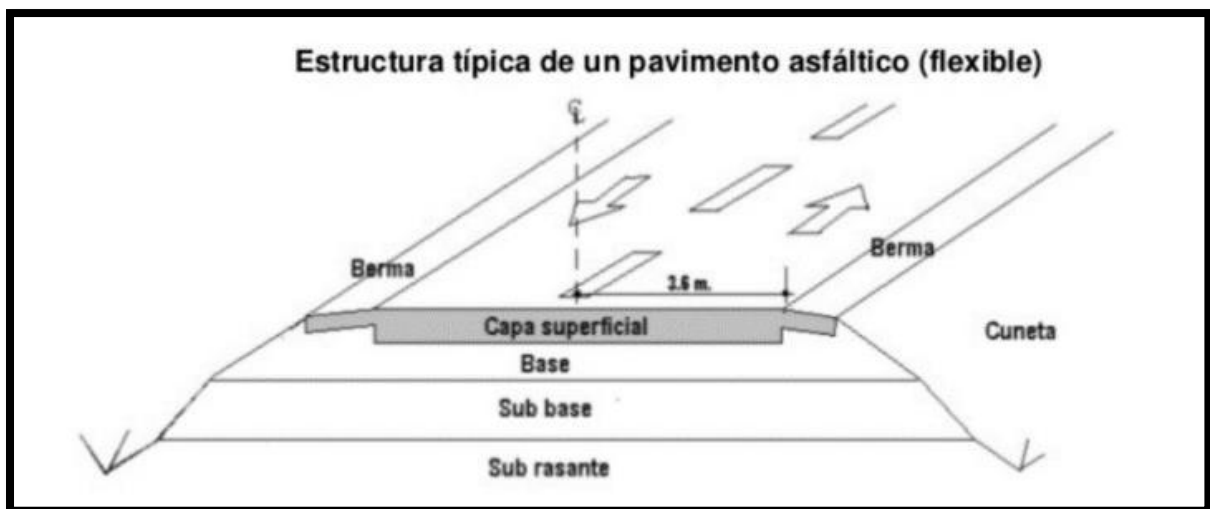
$$SN = a_1 \times d_1 + a_2 \times d_2 \times m_2 + a_3 \times d_3 \times m_3$$

SNR = 2,335

### ESPEORES DE LAS CAPAS

d1	d2	d3
5	15	15
Capa superficial (cm)	Base (cm)	SubBase (cm)

SNR (Requerido)	1,945	Debe cumplir SNR (Resultado) > SNR (Requerido)
SNR (Resultado)	2,335	Cumple



## **ANEXO IX. DE FOTOS**

# Ensayo de mezcla asfáltica



