



UNIVERSIDAD CÉSAR VALLEJO

FACULTAD DE INGENIERÍA Y ARQUITECTURA
ESCUELA PROFESIONAL DE INGENIERÍA CIVIL

**"Diseño del pavimento asfaltado comparando el empleo de
caucho reciclado y plástico reciclado, Anexo Astobamba -
Provincia Cajatambo - 2020"**

TESIS PARA OBTENER EL TÍTULO PROFESIONAL DE
INGENIERA CIVIL

AUTORA:

Anicama Roque, Linda Milagros (ORCID: 0000-0003-0826-2841)

ASESOR:

Mg. Cesar Augusto, Paccha Rufasto (ORCID: 0000-0003-2085-3046)

LÍNEA DE INVESTIGACIÓN:

Diseño de Infraestructura Vial

LIMA – PERÚ

2020

DEDICATORIA

A mi motor y motivo mi querida madre Angerica por su apoyo incondicional y desmedido que me brindo, por los valores que me inculco para perseverar y seguir mis anhelos, A mi padre Wilfredo, que a la distancia de una u otra manera me apoyo.

Al amor de mi vida que estuvo conmigo en las buenas y malas a pesar de la adversidad, porque fue parte fundamental de todo el recorrido, por su comprensión, cariño y su amor.

A mi padrino Teodomiro que fue parte fundamental de mi carrera, que gracias a sus consejos logró hacerme una persona de bien.

A mi abuela Graciela que siempre confió y jamás dudo de mi coeficiente intelectual, a mis primos que a pesar de la distancia me alentaban a seguir adelante.

AGRADECIMIENTO

A dios por darme valentía y salud, ante toda la adversidad que se me presento durante todo el recorrido en mí vida ya que el los maneja y hace cosas magnificas.

A mi asesor Dr. Jesús Elmer Zamora Mondragón que me brindo asesoría para llevar a cabo esta investigación.

A mi asesor Mg. Cesar Augusto Paccha Rufasto por el tiempo, experiencia laboral y apoyo brindado.

A la Universidad, en especial a los docentes por forjarme conocimientos y hacer de la Ingeniería civil más que una carrera profesional.

ÍNDICE DE CONTENIDO

Carátula.....	i
Dedicatoria.....	ii
Agradecimiento.....	iii
Índice de contenido.....	iv
Índice de tablas.....	v
Índice de gráficos.....	vi
I. INTRODUCCIÓN.....	1
II. MARCO TEÓRICO.....	5
III. METODOLOGÍA.....	14
3.1 Tipo y diseño de investigación.....	15
3.2 Variables y operacionalización.....	16
3.3 Población, muestra y muestreo.....	17
3.4 TÉCNICAS E INSTRUMENTOS DE RECOLECCIÓN DE DATOS, VALIDEZ Y CONFIABILIDAD.....	18
3.5 PROCEDIMIENTOS.....	20
3.6 MÉTODO DE ANÁLISIS DE DATOS.....	20
3.7 ASPECTOS ÉTICOS.....	21
IV. Resultados.....	22
V. DISCUSIÓN.....	55
VI.CONCLUSIONES.....	58
VII.RECOMENDACIONES.....	60
REFERENCIAS.....	62
ANEXOS.....	68

ÍNDICE DE TABLAS

Tabla 1 – ÍNDICE MEDIO DIARIO.....	26
Tabla 2 – PERIODO DE DISEÑO.....	27
Tabla 3 – MEZCLA DE AGREGADOS	28
Tabla 4 – PARÁMETROS DE DISEÑO	28
Tabla 5 – CRITERIO DE DISEÑO MARSHALL PARA SUPERFICIES Y BASES	28
Tabla 6 – DISEÑO ASFALTO MODIFICADO (CAUCHO)	29
Tabla 7 – DISEÑO ASFALTO MODIFICADO (CAUCHO)	30
Tabla 8 – DISEÑO ASFALTO MODIFICADO (CAUCHO)	31
Tabla 9 – DISEÑO ASFALTO MODIFICADO (PLÁSTICO)	32
Tabla 10 – DISEÑO ASFALTO MODIFICADO (PLÁSTICO)	33
Tabla 11 – GRANULOMETRÍA DE AGREGADOS POR TAMIZADO	34
Tabla 12 – CARACTERIZACIÓN DEL AGREGADO	35
Tabla 13 – ANÁLISIS GRANULOMÉTRICO PIEDRA CHANCADA ½”	36
Tabla 14 – ANALISIS GRANULOMÉTRICO ARENA CHANCADA.....	37
Tabla 15 – COMBINACIÓN TEÓRICA DE AGREGADOS GRUESO Y FINO	38
Tabla 16 – MEZCLA ASFÁLTICA INCORPORANDO CAUCHO RECICLADO	39
Tabla 17 – MEZCLA ASFÁLTICA INCORPORANDO PLÁSTICO RECICLADO	41
Tabla 18 – COMPARACION DE VACÍOS.....	44
Tabla 19 – VARIACIÓN VACÍOS DE AGREGADO MINERAL (V.M.A).....	45
Tabla 20 – VARIACIÓN DEL FLUJO EN LA MEZCLA ASFÁLTICA	46
Tabla 21 – VARIACIÓN DE LA ESTABILIDAD EN LA MEZCLA ASFÁLTICA	47
Tabla 22 – COMPARACIÓN DE VACÍOS CON PLÁSTICO RECICLADO.....	48
Tabla 23 – VARIACIÓN VACÍOS DE AGREGADO MINERAL (V.M.A).....	49
Tabla 24 – VARIACIÓN DEL FLUJO EN LA MEZCLA ASFÁLTICA	50
Tabla 25 – VARIACIÓN DE LA ESTABILIDAD EN LA MEZCLA ASFÁLTICA	51

ÍNDICE DE GRÁFICOS

Figura 1 – REDUCCIÓN DE COSTOS	11
Figura 2 – DIFERENTES PLÁSTICOS DE USO COMÚN.....	13
Figura 3 – MAPA DE UBICACIÓN DEL PROYECTO.....	23
Figura 4 – MAPA DE UBICACIÓN DE TRAMO A ESTUDIAR.....	24
Figura 5 – DESPRENDIMIENTO DEL AGREGADO	25
Figura 6 – DESPRENDIMIENTO DEL AGREGADO II	25
Figura 7 – CURVA GRANULOMÉTRICA DE PIEDRA CHANCADA ¾”	35
Figura 8 – CURVA GRANULOMÉTRICA DE PIEDRA CHANCADA ½”	37
Figura 9 – CURVA GRANULOMÉTRICA DE ARENA CHANCADA.....	38
Figura 10 – CURVA GRANULOMÉTRICA DE AGREGADO GRUESO Y FINO.....	39
Figura 11 – PESO ESPECÍFICO EN LA MEZCLA CON RESPECTO AL % CA CON CAUCHO... 39	
Figura 12 – VARIACIÓN DEL PORCENTAJE DE VACÍOS EN LA MEZCLA CON RESPECTO AL % CA CON CAUCHO.....	40
Figura 13 – VARIACIÓN VACÍOS DE AGREGADO MINERAL (VMA) CON RESPECTO AL % CA CON CAUCHO	40
Figura 14 – VARIACIÓN DEL FLUJO CON RESPECTO AL % CA CON CAUCHO.....	40
Figura 15 – VARIACIÓN DE LA ESTABILIDAD CON RESPECTO AL % CA CON CAUCHO.....	41
Figura 16 – VARIACIÓN DE VACÍOS LLENADOS POR CEMENTO ASFALTICO (% V LLENO C.A) CON RESPECTO AL % CA CON CAUCHO	41
Figura 17 – PESO ESPECÍFICO EN LA MEZCLA CON RESPECTO AL % CA CON PLÁSTICO.....	42
Figura 18 – VARIACIÓN DEL PORCENTAJE DE VACÍOS EN LA MEZCLA CON RESPECTO AL % CA CON PLÁSTICO	42
Figura 19 – VARIACIÓN VACÍOS DE AGREGADO MINERAL (VMA) CON RESPECTO AL % CA CON PLÁSTICO	42
Figura 20 – VARIACIÓN DEL FLUJO CON RESPECTO AL % CA CON PLÁSTICO	43
Figura 21 – VARIACIÓN DE LA ESTABILIDAD CON RESPECTO AL % CA CON PLÁSTICO.....	43
Figura 22 – VARIACIÓN DE VACÍOS LLENADOS POR CEMENTO ASFALTICO (% V LLENO C.A) CON RESPECTO AL % CA CON PLÁSTICO.....	43
Figura 23 – VARIACIÓN DE LOS VACIOS EN LA MEZCLA ASFÁLTICA	44
Figura 24 – VACÍOS DE AGREGADO MINERAL (V.M.A).....	45
Figura 25 – VARIACIÓN DE FLUJO.....	46
Figura 26 – VARIACIÓN DE LA ESTABILIDAD	47
Figura 27 – VARIACIÓN DE LOS VACÍOS EN LA MEZCLA ASFÁLTICA	48
Figura 28 – VARIACIÓN DE V.M.A	49
Figura 29 – VARIACIÓN DEL FLUJO.....	50
Figura 30 – VARIACIÓN DE LA ESTABILIDAD	51
Figura 31 – PRESUPUESTO DE PAVIMENTO FLEXIBLE CON MEZCLA ASFÁLTICA CONVENCIONAL	52
Figura 32 – PRESUPUESTO DE PAVIMENTO FLEXIBLE CON CAUCHO RECICLADO	53
Figura 33 – PRESUPUESTO DE PAVIMENTO FLEXIBLE CON PLASTICO RECICLADO	54

Resumen

El problema de la investigación fue ¿De qué manera el empleo del caucho reciclado y plástico reciclado influye en el diseño del pavimento asfaltado, Anexo Astobamba –Provincia Cajatambo -2020? El objetivo de la investigación fue Determinar de qué manera el empleo del caucho reciclado y plástico reciclado influye en el diseño del pavimento asfaltado, Anexo Astobamba –Provincia Cajatambo -2020. Para el desarrollo de esta investigación se aplicó el método experimental, luego se pasó a realizar comparaciones de otras tesis en donde nos indica la flexibilidad del pavimento y estabilidad que da como resultado la resistencia a la deformación al usar el caucho y plástico reciclado.

A su vez se tuvo resultados de laboratorio para poder corroborar las características Marshall y saber cuál de los dos materiales es mejor, llegando a la conclusión que el PET es mejor ya que tiene menor proporción de polímero en las mezclas asfálticas.

También se obtuvo los costos unitarios en el programa S10, en donde notoriamente estos dos polímeros son más beneficiosos en los costos que un pavimento de mezcla convencional.

Por último, se concluyó que al usar el caucho reciclado en un 4% no es bueno ya que al aumentar la proporción disminuye en la estabilidad mientras que al usar una proporción de 2 % en el plástico reciclado tienden a una variación de vacíos, mejor flujo y estabilidad, que se encuentra dentro del requerimiento para ser un pavimento flexible.

Palabras claves: Caucho reciclado, Plástico reciclado, Pavimento asfaltado

Abstract

The research problem was: ¿How does the use of recycled rubber and recycled plastic influence the design of the asphalt pavement, Astobamba Annex - Cajatambo Province -2020? The objective of the research was to determine how the use of recycled rubber and recycled plastic influences the design of the asphalt pavement, Annex Astobamba - Cajatambo Province -2020. For the development of this research, the experimental method was applied, then it was make comparisons of other theses where it indicates the flexibility of the pavement and stability that results in resistance to deformation when using recycled rubber and plastic.

In turn, laboratory results were obtained to corroborate the Marshall characteristics and to know which of the two materials is better, reaching the conclusion that PET is better since it has a lower proportion of polymer in asphalt mixtures.

The unit costs were also obtained in the S10 program, where these two polymers are notoriously more cost-effective than a conventional mixed pavement.

Finally, it was concluded that using 4% recycled rubber is not good since increasing the proportion decreases stability, while using a 2% proportion in recycled plastic tends to a variation of voids, better and stability, which is within the requirement to be a flexible pavement.

Keywords: Recycled rubber, Recycled plastic, Asphalt pavemen

I. INTRODUCCIÓN

National Geographic (2019): En la actualidad los neumáticos constan de casi 19 % de caucho natural y 24 % de caucho sintético y el resto de su composición es metal y otros materiales, con lo que trae consecuencias en el medio ambiente y la deforestación continua mientras que la elaboración de neumáticos modernos consume 32 litros de petróleo, a su vez los neumáticos de los camiones utilizan 100 litros. Un neumático pasa a estar fuera de uso cuando alcanza su vida útil ya que se puede producir un incendio, enfermedades y plagas.

Por otra parte, a nivel mundial el plástico amenaza con contaminar el planeta en especial los mares, las playas, las rocas, que se encuentra en las zonas más profundas. También existen aditivos utilizados para la elaboración de plástico que convierte tóxicos ciertos alimentos contaminando la sangre de los humanos y provocando problemas de salud.

El compromiso con el medio ambiente es el de reciclar y ver como reutilizar el plástico y el caucho que dañan el medio ambiente en la construcción de carreteras ya que tiene una huella de carbono significativo menor que las estructuras viales tradicionales gracias a la mayor vida útil.

Khoury (2019): Determinó que el plástico es un material duro y permeable capaz de asimilar al asfalto poroso facilitando así la absorción del agua, aceite y suciedad garantizando la seguridad de conducción ya que es un material más económico comparado con el cemento o asfalto convencional.

Ruiz (2016): En Perú cada año se produce 3,500 millones de plásticos tereftalato de polietileno (PET), las cuales solo un porcentaje reducido son reciclados.

Silvestre (2016): Por otra parte, en Perú el pavimento de una carretera está sujeta a la congestión vehicular del tráfico, en este contexto el reciclado de plástico se convierte en una necesidad ya que es de gran ayuda en la concientización y sensibilización en la disminución del medio ambiente las cuales tienen mayor durabilidad, resistencia y menor costo.

Moreno (2016): En Perú las consecuencias de un déficit en carreteras son las características de las mismas ya que no son necesarias para afrontar mayores exigencias debido a la economía del país.

En Cajatambo la mayoría de las vías que conectan a sus Distritos, Anexos se encuentran en mal estado y son realmente peligrosas para el traslado de las personas en la que aún no están asfaltadas por lo que el desarrollo de la Provincia es muy bajo. Por otra parte, el Anexo de Astobamba es uno de los Centros poblados de Cajatambo, en donde su carretera y sus mismas calles se encuentran en mal estado, que se ve afectada por su clima ya que pueden llegar hasta los 28 °C y por las noches descender a 0 °C en temporadas de invierno.

Y al ver del mismo modo que en la localidad y la Provincia existe la contaminación por residuos de plástico y caucho donde generaría contaminación al medio ambiente decidí abarcar en este problema para también a la vez con la ayuda de estos materiales reciclados mejorar la carretera y brindar confort a los viajeros y transportistas al tener una óptima carretera.

Sobre la base de la realidad problemática presentada se planteó el problema general y los problemas específicos de la investigación. El problema general de la investigación fue ¿De qué manera el empleo del caucho reciclado y plástico reciclado influye en el diseño del pavimento asfaltado, Anexo Astobamba – Provincia Cajatambo -2020? Los problemas específicos de la investigación fueron los siguientes:

PE.1 ¿Cómo influye el empleo de caucho reciclado y el plástico reciclado siendo residuos sólidos en el pavimento asfaltado? Anexo Astobamba –Provincia Cajatambo -2020.

PE.2 ¿Cómo contribuye el empleo de caucho reciclado y el plástico reciclado en los costos del pavimento asfaltado? Anexo Astobamba –Provincia Cajatambo -2020.

PE.3 ¿El caucho reciclado y el plástico reciclado contribuyen en el diseño de mezcla asfáltica al pavimento asfaltado? Anexo Astobamba-Provincia Cajatambo – 2020

Continuando con el desarrollo del capítulo I se presentan las siguientes justificaciones:

Justificación Teórica: El proyecto de investigación busca hacer un análisis comparativo del caucho reciclado y plástico reciclado en el pavimento asfaltado en Anexo Astobamba – Provincia Cajatambo. En la actualidad se han implementado nuevas técnicas donde se desea favorecer la conducta del uso de caucho granulado y plástico que son sometidas a grandes cargas al igual que en la variación de temperatura por factores climatológicos obteniendo un mejor resultado a comparación de los asfaltos convencionales.

Justificación Social: El uso de caucho granulado y plástico reciclado según Valverde (2018) supone una parte importante por el bajo costo de producción del producto y adquisición de materia prima, demostrando el compromiso necesario a través de este proyecto de investigación.

Justificación Económica: En el presente proyecto se busca reducir los costos para la elaboración del pavimento optando por materiales reciclados como el caucho y plástico. Así mismo se reduce los costos de mantenimiento debido a que la elaboración del pavimento con plástico reciclado presenta una mayor resistencia, fluidez y vida útil.

Reducción de estructural dimensional de mezcla asfáltica. (Capcha 2018)

El objetivo general fue Determinar de qué manera el empleo del caucho reciclado y plástico reciclado influye en el diseño del pavimento asfaltado, Anexo Astobamba – Provincia Cajatambo -2020. Los objetivos específicos fueron los siguientes:

OE.1 Determinar cómo influye el caucho reciclado y el plástico reciclado siendo residuos sólidos en el pavimento asfaltado, Anexo Astobamba-Provincia Cajatambo -2020.

OE.2 Identificar la contribución de caucho reciclado y el plástico reciclado en los costos del pavimento asfaltado, en Anexo Astobamba -Provincia Cajatambo-2020.

OE.3 Determinar si el caucho reciclado y el plástico reciclado contribuyen en el diseño de mezcla asfáltica al pavimento asfaltado, Anexo Astobamba-Provincia Cajatambo-2020.

II. MARCO TEÓRICO

En el capítulo II correspondiente al marco teórico, se presenta los trabajos realizados por distintos autores extraídos de artículos, normas, libros, tesis, entre otros. A continuación, se presentan las siguientes investigaciones internacionales. Picado, Capitão, & Neves (2020): El caucho desmenuzado de los neumáticos al final de su vida útil se ha utilizado durante varias décadas para mejorar las propiedades de las mezclas de asfalto. Se han aplicado tres procesos principales para agregar para producir mezclas de hule asfáltico: el proceso húmedo, el proceso seco y el proceso de mezcla terminal.

Este artículo revisa el estado de la práctica de mezclas en tecnología de pavimento, presentando algunos beneficios y desafíos de estos materiales de pavimento. El documento presenta la evolución de las mezclas utilizadas, así como una discusión sobre el rendimiento de las soluciones y sobre la evaluación del ciclo de vida y las emisiones, el consumo de energía y los costos, lo que contribuye a la economía circular.

Nanjegowda & Biligiri (2020): La reciclabilidad del caucho desmenuzado (CR) y su probada viabilidad en aplicaciones de pavimentación de asfalto requiere una revisión crítica de varios límites del sistema. Este artículo revisa las tecnologías y el estado del arte relacionados con CR como un modificador en aplicaciones de pavimentación de asfalto.

A pesar de los multitudinarios beneficios ofrecidos por CR, todavía existen formas futuristas para mejorar la tecnología actual de asfalto-caucho que convertiría al material especial en un prometedor producto de vía verde. Capaz de conservar recursos y energía mientras promueve la sostenibilidad en la infraestructura.

Picado, Capitão, & Dias (2019): Este artículo aborda el comportamiento de 8 años de una mezcla de asfalto de caucho desmenuzado producida por el proceso seco. Ambas situaciones se compararon para la solidez estructural con datos de las campañas del deflectómetro de caída de peso (FWD); y para las características funcionales, utilizando indicadores de rugosidad, resistencia al deslizamiento, textura y un índice de calidad (IQ) basado en esos indicadores junto con información extraída de muestras perforadas y una encuesta visual. La comparación permite afirmar que se comportó de una manera muy robusta.

Ozturk, & Kamran (2019): El uso de goma de miga (CR) en el sector del pavimento de asfalto es una solución ecológica y económica. Sin embargo, las temperaturas de producción son significativamente más altas que las mezclas tradicionales. Por lo tanto, el objetivo de este estudio es usar aditivos Warm Mix Asphalt (WMA) en mezclas modificadas CR de proceso seco para superar las necesidades de alta temperatura sin comprometer el rendimiento. Como conclusión, la temperatura de compactación podría reducirse en 15 C y el aditivo WMA puede usarse como ayuda de compactación para reducir el esfuerzo de compactación.

Leng, Padhan, & Sreeram (2018): Los materiales plásticos como el tereftalato de polietileno (PET) se utilizan ampliamente en la fabricación de botellas para beber, envases de alimentos y muchas otras formas de productos plásticos.

Concluyeron que los resultados indicaron que el uso colectivo de los aditivos derivados de PET y el caucho de desecho de neumáticos en el asfalto no solo ayuda a reciclar el plástico y el caucho de desecho, sino que también mejora las propiedades de ingeniería del pavimento de asfalto.

Khan, Kabir, Alhussain, & Almansoor (2016): El cambio estacional en la temperatura y la naturaleza de carga tiene un efecto significativo en el comportamiento del asfalto debido a su naturaleza viscoelástica. En este estudio, se utilizaron polietileno de baja densidad y alta densidad y goma de miga como adiciones al betún base (PG 64- 10) Módulo complejo (G^*) y ángulo de fase (δ) obtenidos de cizallamiento dinámico Los reómetros (DSR) son los perímetros básicos utilizados para evaluar el comportamiento del aglutinante con respecto a la formación de grietas por fatiga.

Se concluyó que el aglutinante modificado y caucho desmenuzado (CR) mostró una mejora significativa en las propiedades reológicas.

Kofi. S, Kofi. E, Kotoka, & Mensah (2020): Este estudio exploró la conversión de desechos plásticos en bloques de pavimento en Ghana. Determinaron las propiedades físicas y químicas de la arena de pozo, arena de mar, desechos plásticos y bloques de pavimento. El FTIR identificó minerales de Cuarzo y Kaolina como los componentes principales de las muestras de arena, mientras que los de los desechos plásticos fueron polietileno y polipropileno.

El SEM mostró que el bloque de pavimento de arena de pozo de plástico (PPPB) tenía una superficie fibrosa con un volumen de poro y un tamaño de grano más pequeños que el bloque de pavimento de arena de mar de plástico (PSPB). Con una composición plástica del 20%, la absorción de agua de PPPB y PSPB se maximizó en 3.98% y 4.60%, respectivamente. Concluyeron que los resultados sugieren que la conversión de desechos plásticos en bloques de pavimento es factible y puede ayudar a reducir la rápida acumulación de desechos plásticos en Ghana.

Las siguientes citas recopiladas, hacen mención a los antecedentes nacionales realizados.

Segovia y Paco (2020): Está investigación promovió el uso de materiales reciclados como parte de solución al medio ambiente, también tuvo la finalidad de enriquecer las propiedades de las mezclas asfálticas con adición de componentes (caucho) para que de esta forma sea duradero y capaz de alargar su vida útil.

Concluyeron que adicionando el caucho en la mezcla asfáltica se tuvo mejor acogida por ser un material reciclado, a su vez el costo del producto será menor no obstante contribuyendo con la reducción de contaminación ambiental.

Cerda y Pintado (2019): En su trabajo de investigación aplicó el caucho como diseño de pavimento flexible. Para lograr su objetivo realizó el ensayo Marshall con y sin caucho, a su vez determinó un óptimo del caucho en un 12%. Concluyeron que mediante este método se permitió conocer distintas características tales como su estabilidad, resistencia, durabilidad.

Ramírez y Tananta (2019): En su tesis determinaron un óptimo comportamiento de la carpeta asfáltica utilizando pequeños gránulos de PET donde las técnicas e instrumentos de recolección fueron: Levantamiento topográfico, Estudio de mecánica en suelos, Observación y Trabajo en gabinete.

Concluyeron que se presentó un incremento en el flujo con relación a la mezcla asfáltica convencional, lo cual proporciona buena rigidez, estabilidad, a su vez dar a conocer que disminuye el porcentaje de vacíos y aumenta la vida útil del pavimento.

Espinoza (2019): Por consiguiente, en su proyecto de investigación analizó el desempeño de la mezcla asfáltica utilizando el material PET reciclado proveniente de la fundición a temperaturas adecuadas. Para la elaboración del estudio se utilizó una metodología que planea optimizar las proporciones de los plásticos reciclados fundidos, respondiendo a las solicitudes de carga y tráfico para un tipo de tránsito, a su vez se realizó 35 golpes en el ensayo Marshall.

Concluyeron que la mezcla preparada con PET reciclado, no cuenta tiene características comunes al asfalto tradicional, por consiguiente, no puede analizarse con los parámetros establecidos en las normas de mezclas Asfálticas.

Capcha (2018): Determinó en su investigación la aplicación del caucho reciclado como material componente, para un tipo de asfalto modificado. Para ello tuvo que realizar varios ensayos con asfalto convencional y asfalto con caucho reciclado. Donde se Concluyó que un asfalto con caucho ofrece mejor serviciabilidad vehicular, dando más de 10 años de durabilidad, disminuyendo el periodo de mantenimiento vial y rehabilitación de pavimentos, generando ahorro.

Cabezas y Mendoza (2018): Demostraron que el polvo de caucho de NFU beneficiaría a un diseño de mezcla asfáltica en caliente. La muestra está compuesta por la mezcla asfáltica convencional en caliente y la otra es la mezcla asfáltica en caliente modificada con polvo de caucho de NFU, donde la muestra es 40 briquetas, se les aplicó dos instrumentos para medir la variable diseño de muestra asfáltica y otro instrumento para medir la variable polvo de caucho NFU; los instrumentos son fiables y debidamente validados para la recolección de datos de las variables en estudio

Concluyeron que se obtuvo que el polvo de caucho de NFU beneficia a su diseño de mezcla asfáltica para el distrito de Lima, 2018; en el cual usaron 5% de cemento asfáltico y con un óptimo de 7 % de polvo de caucho de NFU.

Castillo y Saucedo (2019): Demostraron la influencia del PET reciclado en la estabilización del suelo. De acuerdo al tipo de investigación es No experimental – Correlacional. Donde Concluyeron que si es posible estabilizar el suelo con material de PET reciclado respetando la adición adecuada.

Meza (2018): Este proyecto determinó el comportamiento en los adoquines elaborados con plástico reciclado, donde la metodología usada es aplicada con enfoque cuantitativo y el nivel de investigación es explicativo con diseño experimental (cuasi – experimental). Concluyó que se logró obtener aproximadamente la misma cantidad de propiedades mecánicas y físicas del adoquín sin plástico reciclado.

Para profundizar más con el proyecto de investigación se buscó teorías relacionadas al tema

Flexicon (2016): El caucho granuloso se obtiene de las llantas recicladas por automóviles y camiones. Para obtener el material se retira suciedad, alambres y borra. Los residuos sobrantes se reducen a un tamaño manejable, usando un molino mecánico.

Flexicon (2016): Se puede observar que existen diferentes tipos de caucho granuloso que a su vez suelen ofrecer características ampliamente diversas. Por ende, este material puede tomar formas irregulares y presentar una variedad de grados del mismo envío. Con el fin de que este se aglomere y promueva su flujo,

teniendo en cuenta que algunos procesadores agregan carbonato de calcio o talco en las partículas del caucho.

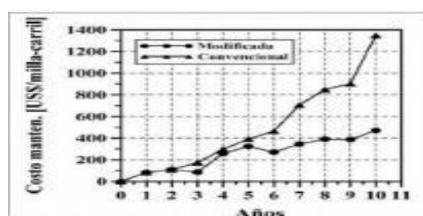
Xiang, & Baoshan (2013) : Nos informan que se realizó varios estudios relacionados con la utilización de productos de neumáticos reciclados en construcciones de carreteras. El reciclaje de neumáticos fue además la gestión del Congreso de los Estados Unidos y se redactó la Ley ISTEA, que cualquier proyecto de carretera financiado por la gobernación federal tiene que utilizar ciertos porcentajes de neumáticos reciclados en sus proyectos de lo opuesto los fondos serán retenidos.

Shu, & Huang (2014): Esta revisión resume los avances recientes en el uso de caucho para llantas de desecho en asfalto y concreto de cemento portland. El uso de caucho desmenuzado en la mezcla de pavimento de asfalto ha demostrado ser exitoso por buena compatibilidad e interacción entre partículas de caucho y aglutinante de asfalto, que conduce a varias propiedades mejoradas y al rendimiento de las mezclas de asfalto.

Botero (2005) : Son requeridos 1553 neumáticos por kilómetro – carril para una capa de 5.08 cm de grosor con asfalto – caucho.

Lee (2008) : Destaca la reducción de costos en tiempo por mantenimiento.

FIGURA 1 – REDUCCION DE COSTOS



Guochau (2009): En su libro titulado “Asphalt Rubber” nos indica que la adición del caucho reciclado de neumáticos mejora al asfalto convencional, asimismo se considera como un aglutinante del caucho asfáltico, ya que produce mezclas asfálticas que han demostrado ser una excelente alternativa para minimizar la deformación permanente en las capas de pavimento del asfalto

Ecogreen Equipment (2018): Un neumático granulado tiene la facilidad de que las vías se mantengan durables sin rodadera, grietas ni deformaciones por mucho tiempo proporcionando a los conductores un recorrido con más confort.

El caucho también es utilizado para minorar las vibraciones y ruidos ocasionados por el tránsito de los trenes y de tranvías en zonas contiguas a edificaciones. Se realiza con montajes rápidos y son de bajo costo en el mantenimiento.

Ecogreen Equipment (2018): Se emplea granulo de caucho en medida específica al hormigón modificando y mejorando sus propiedades. Además, amplía su uso en nuevos campos de aplicación para el hormigón. Relleno para césped artificial de campos de fútbol: Para obtener un césped de buena calidad que pueda ser destinado a campos de fútbol sin comprometer la seguridad al momento de jugar es necesario un relleno de gránulo de caucho de granulometrías específicas dependiendo del tipo de campo.

Ministerio de transportes y comunicaciones (2013) Definieron:

El pavimento constituye diversas capas hechas en la subrasante del carril, para fines de soportes asociando esfuerzos producidos en la vía por unidades de transporte, mejorar el bienestar y seguridad para el tránsito. (p.23)

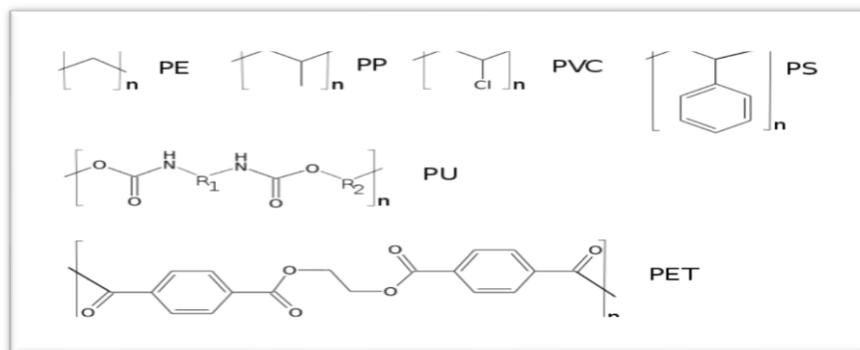
Los ingenieros de NTE CE.010 Pavimentos Urbanos (2010) Definieron:

El Pavimento es una estructura que se compone por capas que se apoyan en toda la superficie del terreno preparado para soportar un lapso de tiempo denominado llamado "Período de Diseño "y debe estar dentro de un rango de serviciabilidad. (p. 77)

Vida sostenible (2019): La definición científica de plástico es muy amplia. Hay plásticos naturales, plásticos sintéticos y plásticos mezclados. El inicio del desarrollo del plástico moderno tuvo lugar en 1855 con la invención del “Parkesine” de Alexander Parkes. “Parkesine” es conocido hoy como celuloide y es un plástico derivado de un polímero natural, la celulosa.

Fue usado principalmente como soporte para película fotográfica pero hoy día es usado en cosas como púas para guitarra y pelotas de ping-pong. El siguiente desarrollo de los plásticos modernos fue la invención de la “Bakelite” en 1907 por Leo Baekeland. La baquelita fue el primer plástico sintético y está derivado del combustible fósil. Después de la baquelita, el desarrollo de los plásticos sintéticos creció exponencialmente con las invenciones de poliestireno en 1929 y del policloruro de vinilo o PVC y el nylon en los 1930s y luego el tereftalato de polietileno (PET) en 1941.

FIGURA 2 – DIFERENTES PLASTICOS DE USO COMUN



Fuente wikipedia. Diferentes plásticos de uso común: Polietileno (PE), polipropileno (PP), policloruro de vinilo (PVC), poliestireno (PS), poliuretano (PU) y tereftalato de polietileno (PET).

III. METODOLOGÍA

3.1 Tipo y diseño de investigación:

Tipo de investigación:

Paella y Martins (2010): Define que el diseño experimental lo realiza el investigador donde manipula una variable no comprobada. La finalidad es saber la causa por el que se produce un fenómeno.

En el presente proyecto de investigación es Experimental ya que se podrá describir de qué modo y porque causa se produce o puede producirse un fenómeno.

Enfoque:

Rodríguez (2010): Señaló que el método cuantitativo se centra en los hechos o causas del fenómeno social. Es decir, este método utiliza el cuestionario, inventarios y análisis demográficos que producen números, los cuales pueden ser analizados estadísticamente para verificar, aprobar o rechazar las relaciones entre las variables definidas operacionalmente. (p.32)

En el presente proyecto se determinó el tipo de investigación basada en un enfoque cuantitativo, ya que las hipótesis y variables serán medidas numérica y estadísticamente.

Diseño de la Investigación:

Sánchez y Reyes (2006): La investigación descriptiva comparativa consiste en recolectar en dos o más muestras con el propósito de observar el comportamiento de una variable, tratando de “controlar” estadísticamente otras variables que se considera pueden afectar la variable estudiada (variable dependiente).

El presente proyecto será descriptiva comparativa ya que busca recolectar en dos o más muestras. De esta manera se podrá realizar el análisis comparativo de caucho reciclado y plástico reciclado para la mejora del pavimento asfaltado, Anexo Astobamba-Provincia Cajatambo-2020.

3.2 VARIABLES Y OPERACIONALIZACIÓN:

Variable independiente – Caucho reciclado y plástico reciclado

Ecogreen Equipment (2018): Un neumático granulado tiene la facilidad de que las vías se mantengan durables sin rodadera, grietas ni deformaciones por mucho tiempo proporcionando a los conductores un recorrido con más confort.

El caucho también es utilizado para minorar las vibraciones y ruidos ocasionados por el tránsito de los trenes y de tranvías en zonas contiguas a edificaciones. Se realiza con montajes rápidos y son de bajo costo en el mantenimiento.

Vida sostenible (2019): La definición científica de plástico es muy amplia. Hay plásticos naturales, plásticos sintéticos y plásticos mezclados. El inicio del desarrollo del plástico moderno tuvo lugar en 1855 con la invención del “Parkesine” de Alexander Parkes. “Parkesine” es conocido hoy como celuloide y es un plástico derivado de un polímero natural, la celulosa.

Variable dependiente – Diseño del pavimento asfaltado

Los ingenieros de NTE CE.010 Pavimentos Urbanos (2010) Definieron:

El Pavimento es una estructura que se compone por capas que se apoyan en toda la superficie del terreno preparado para soportar un lapso de tiempo denominado llamado “Período de Diseño “y debe estar dentro de un rango de serviciabilidad. (p. 77)

Ministerio de transportes y comunicaciones (2013) Definieron:

El pavimento constituye una estructura de diversas capas hecha en la subrasante del carril, para fines de soportes asociando esfuerzos producidos en la vía por unidades de transporte, mejorar el bienestar y seguridad para el tránsito. (p.23)

3.3 POBLACIÓN, MUESTRA Y MUESTREO:

Posteriormente, se precisa los conceptos asociados a población, muestra, muestreo y unidad de análisis:

Población:

Arias, Villasís y Miranda (2016) : “La población a indagar es un grupo o la totalidad de elementos que se encuentra definido y que serán utilizados como unidades de muestreo, que viene a ser una referencia para el cumplimiento de ciertos requisitos específicos.” (p.201).

por lo tanto, una población es una agrupación o conjunto donde todos sus elementos armonizan en una serie determinada de especificaciones técnica.

Tamayo (2004): Señaló que la población es el compuesto de elementos que son objeto de estudio estadístico. (p.24)

En el proyecto de investigación la población fueron las vías y calles de anexo Astobamba – provincia Cajatambo que constan de 3 km.

Muestra:

Hernández, Fernández y Baptista (2014) : Nos define que la muestra son un conjunto Agrupado por composiciones que pertenecen a un todo, conocido como población, la muestra es un subconjunto de la población. (p.201).

Parella y Martins (2008) : Definen la muestra como “una parte o el subconjunto de la población en el cual poseen características similares que presentan de la manera más exacta posible, así mismo la muestra se divide en probabilístico y no probabilístico” (p.93)

En el presente proyecto de investigación la muestra del Anexo astobamba cuenta con 3km.

Muestreo:

Otzen y Manterola (2017) : Las técnicas de muestreo de tipo no probabilísticas, son la elección de los sujetos de estudio que dependerá de ciertas características necesarias para el investigador. (p.228).

En el presente proyecto de investigación el muestreo será no probabilístico intencional.

Unidad de análisis:

Gómez (2016):” Nos indica que la unidad de análisis consta de indagar situaciones y obtener datos relevantes”. El método de análisis de datos es cuantitativo, se utilizará un proceso de obtención de datos con métodos no estadísticos el cual se explicará, abreviará y relacionará datos ya obtenidos por otros autores, de nivel nacional e internacional. En el presente proyecto de investigación la unidad de análisis se tomó en base al kilómetro de las vías y calles de la población.

3.4 TÉCNICAS E INSTRUMENTOS DE RECOLECCIÓN DE DATOS, VALIDEZ Y CONFIABILIDAD

Por consiguiente, en el presente proyecto de investigación se tendrá en cuenta lo siguiente:

Técnicas de recolección de datos:

Análisis documental

- ✓ Libros con referencia a los distintos conceptos que son necesarios para definir, demostrar y comparar diversos conjuntos de ideas, teorías que sirvieron con la investigación para llevar a término la hipótesis.
- ✓ Así mismo se utilizará tesis, artículos, revistas, gráficos, entre otros. el cual nos ayudara a comprobar la hipótesis general del proyecto de investigación contando con un fundamento científico basado en los antecedentes y resultados del laboratorio.

Observación

- ✓ Observación del lugar de estudio

Instrumentos de recolección de datos:

Ayala (2018) : Determinó que los instrumentos de investigación son recursos para que el analista pueda acercarse a los fenómenos y extraer información selecta sobre ellos.

En el presente proyecto de investigación los instrumentos de recolección de datos que se emplearán serán mencionadas a continuación: Se usará la cámara fotográfica para la recolección de fotos mediante la observación del lugar de estudio, un cuaderno de apuntes para recolectar datos y la ficha de observación. Finalmente, los ensayos de laboratorio.

Validez:

Valarino (2015) : “Indicó que se refiere a cierto grado de seguridad, es decir que el instrumento realmente mida la variable que se desea medir, de manera que el observador pueda clasificar un comportamiento en una categoría con cierto grado de veracidad” (p.227).

Por consiguiente, para el presente proyecto de investigación se realizará la validación de instrumento para la recolección de datos, ya que será revisada y aprobada con sus respectivas firmas por tres especialistas.

Confiabilidad:

Valarino (2015): Describió que el instrumento debe medir lo mismo, por consiguiente, cada vez que diferentes observadores midan lo mismo las condiciones sean similares y puedan llegar a acuerdos”. (p.229).

Para el presente proyecto de investigación la confiabilidad fue representada mediante la objetividad de los datos a recolectar en la ficha de observación, firmados por los especialistas.

3.5 PROCEDIMIENTOS

El presente proyecto de investigación tiene como finalidad obtener los resultados en el lugar de estudio.

Por ende, posteriormente se procedió con la técnica de observación directa para determinar el estado de la carretera y las vías del Anexo – Astobamba, utilizando una cámara fotográfica, un cuaderno de apuntes y la ficha de observación para realizar la recopilación de datos.

A la vez con la ayuda de artículos, antecedentes se podrá obtener comparaciones de datos para saber cuál de los dos materiales es más resistente para la mejora del pavimento asfaltado. A la vez se hizo una comparación de los resultados obtenidos en laboratorio.

Finalmente se usó el programa S10 para poder sacar los costos y presupuestos de la mezcla modificada y convencional.

3.6 MÉTODO DE ANÁLISIS DE DATOS

Ávila (2006): El método de análisis de datos se determina como analizar los datos obtenidos y que herramientas de análisis estadístico son adecuadas para este propósito. (p.97).

En el presente proyecto de investigación el muestreo al ser no probabilístico intencional la muestra se seleccionará basándose únicamente en el conocimiento y credibilidad del investigador.

Por tanto, también se tomará en cuenta la ficha de observación ya que se tenía previo conocimiento de los aspectos a observar, para la recolección de datos del lugar de estudio.

3.7 ASPECTOS ÉTICOS

Por consiguiente, se menciona algunos artículos del CIP:

- Como ingenieros civiles estamos al servicio de la sociedad, a la vez debemos reconocer y hacer nuestros los principios que el Colegio de Ingenieros del Perú desarrolla en su Estatuto para la aplicación al ejercicio profesional.
- Los ingenieros deben promover y defender la integridad, basándose en la honra e integridad con la misma que se desempeña. Sirviendo con lealtad al público, a empleadores y sus clientes.
- El Ingeniero respetará las leyes, ordenanzas y disposiciones vigentes relacionadas con su profesión y actuará dentro de los más estrictos principios de honradez y moralidad en todo su proceder.

Por consiguiente, en el desarrollo del proyecto de investigación se realizó las citas respectivas para cada autor mencionado en la tesis respetando así la propiedad intelectual. Además, se considera el respeto al medio ambiente aportando la aplicación de materiales reciclados en la elaboración del pavimento, con el fin de promover el reciclaje en la Provincia Cajatambo – Anexo Astobamba. También valores como el respeto por la sociedad y autoridades de mi escuela, además la honestidad con que se trabaja mediante datos recopilados y la información que se brindará para la argumentación del proyecto.

IV. RESULTADOS

Ubicación y Accesibilidad

El distrito de Cajatambo está ubicado al NE del departamento de Lima en la parte occidental de la cordillera de los Andes ($10^{\circ} 28' 16.65''$ LS y $76^{\circ} 59' 35.91''$ LO), entre 2 600 y 5 654 msnm (en el Nevado Huacshash); el pueblo está a 3 376 msnm.

El acceso desde Lima hasta el anexo de Astobamba -Provincia Cajatambo es siguiendo la vía asfaltada de la Panamericana Norte, hasta llegar al kilómetro 202, donde se toma el desvío hacia Cajatambo, siguiendo por una carretera asfaltada hasta Huayto, pasando por Carhua, Mayush, Tumac, Llocche hasta Astobamba. Por consiguiente el tiempo de llegada es de aproximadamente 10 horas, en bus Provincial.

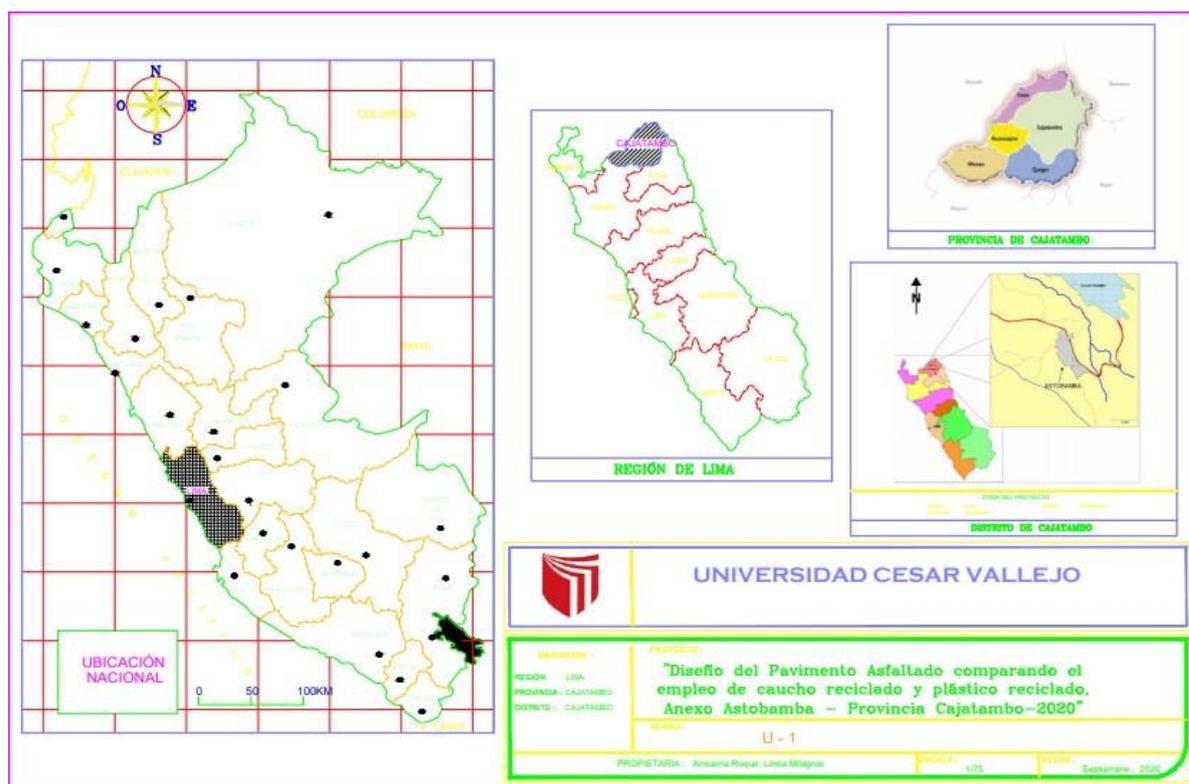


FIGURA 3 – MAPA DE UBICACIÓN DEL PROYECTO

Fuente. Elaboración propia

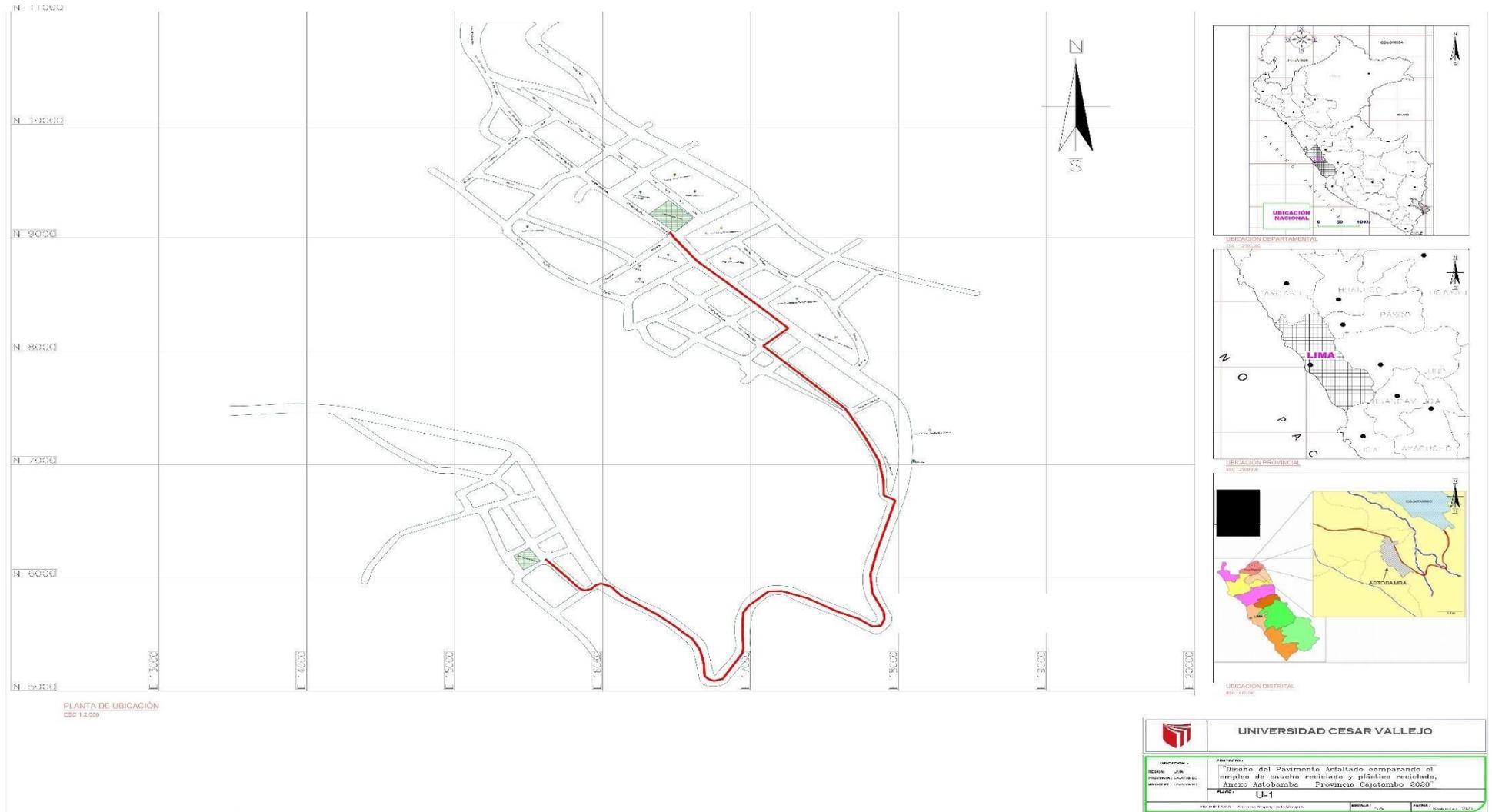


FIGURA 4 – MAPA DE UBICACIÓN DE TRAMO A ESTUDIAR

Fuente: Elaboración propia

SITUACIÓN ACTUAL

El problema en que se encuentra la Provincia y el Anexo, son las calles en mal estado causando daños a los vehículos, camiones, motos lineales que transitan por estas calles, se busca mejorar la mezcla asfáltica para que su periodo de trabajabilidad sea mucho más duradera y resistente.

Por ende, presento algunas evidencias de las calles que se encuentran en mal estado.



FIGURA 5 – DESPRENDIMIENTO DEL AGREGADO

Fuente: Propia



FIGURA 6 – DESPRENDIMIENTO DEL AGREGADO II

Fuente: Propia

DESARROLLO DEL ESTUDIO

Estudio de Tráfico

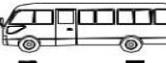
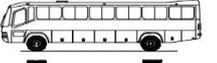
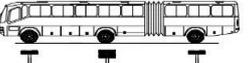
Se recopilaron datos del conteo vehicular para conocer el IMD de la Provincia de Cajatambo donde se clasifica los tipos de vehículos que transitan por la vía.

PROVINCIA	IMD (VEH/DÍA)	Ejes Equivalentes
Cajatambo	62	2.9 E+04

Fuente: Elaboración propia

ÍNDICE MEDIO DIARIO (IMD)

TABLA 1 – ÍNDICE MEDIO DIARIO

VEHÍCULO		CONTEO								TOTAL	IMDs	%
COD	GRÁFICO	DIR	D	L	M	M	J	V	S			
VHL1_		IDA	0	2	1	2	1	3	3	12	4	44.44%
		VUE.	0	4	1	3	2	4	1	15		55.56%
VHL2_		IDA								0	0	
		VUE.								0		
B2_		IDA	0	0	4	1	4	1	1	11	3	61.11%
		VUE.	0	0	1	3	1	1	1	7		38.89%
B3_1		IDA								0	0	
		VUE.								0		
B4_1		IDA								0	0	
		VUE.								0		
BA_1		IDA								0	0	
		VUE.								0		
_C2		IDA	0	4	4	0	0	0	2	10	3	58.82%
		VUE.	0	4	1	0	0	0	2	7		41.18%

Fuente: Elaboración propia

Por ende, se observa en la Tabla 1 que el día Lunes 22 de septiembre del 2020 hubo más tránsito vehicular, mientras que el jueves y viernes fue el día menos transitado por vehículos en la zona de investigación.

TABLA 2 – PERIODO DE DISEÑO

Se puede calcular el crecimiento de tránsito utilizando una fórmula de progresión geométrica por separado para el componente de crecimiento de tránsito de vehículos de pasajeros y para el componente de tránsito de vehículos de carga:

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

PERIODO DE DISEÑO (n) = 10 años

1.0	FACTOR DE CRECIMIENTO POBLACIONAL	TASA DE CRECIMIENTO POBLACIONAL (r1) = 1.70%	$Fca_1 =$	23.585
1.0	FACTOR DE CRECIMIENTO ECONÓMICO	TASA DE CRECIMIENTO ECONÓMICO (r2) = 5.90%	$Fca_2 =$	36.393

Fuente: Elaboración propia

INTERPRETACIÓN

Por consiguiente, en dicha investigación el periodo de diseño del pavimento flexible es de **10 años**.

CÁLCULO DE EJES EQUIVALENTES

Respecto al cálculo de los EE (Proyectado), se utilizó las siguientes fórmulas simplificadas.

NUMERO DE CALZADAS	NÚMERO DE SENTIDOS	NÚMERO DE CARRILES POR SENTIDO	FACTOR DIRECCIONAL (FD)	FACTOR DE CARRIL (FC)	FACTOR PONDERADO (FD x FC)
1 calzada	1 sentido	1	1	1	1
	1 sentido	2	1	0.8	0.8
	1 sentido	3	1	0.6	0.6
	1 sentido	4	1	0.5	0.5
	2 sentidos	1	0.5	1	0.5
	2 sentidos	2	0.5	0.8	0.4
2 calzadas	2 sentidos	1	0.5	1	0.5
	2 sentidos	2	0.5	0.8	0.4
	2 sentidos	3	0.5	0.6	0.3
	2 sentidos	4	0.5	0.5	0.25

Fuente: Elaboración propia

REQUISITOS PARA MEZCLA DE CONCRETO BITUMINOSO

TABLA 3 – MEZCLA DE AGREGADOS

Tabla 423-06

Requisitos para mezcla de concreto bituminoso

Parámetro de Diseño	Clase de Mezcla		
	A	B	C
Marshall MTC E 504			
1. Compactación, número de golpes por lado	75	50	35
2. Estabilidad (mínimo)	8,15 kN	5,44 kN	4,53 kN
3. Flujo 0,01" (0,25 mm)	8-14	8-16	8-20
4. Porcentaje de vacíos con aire (1) (MTC E 505)	3-5	3-5	3-5
5. Vacíos en el agregado mineral	Ver Tabla 423-10		
Inmersión – Compresión (MTC E 518)			
1. Resistencia a la compresión Mpa mín.	2,1	2,1	1,4
2. Resistencia retenida % (mín.)	75	75	75
Relación Polvo – Asfalto (2)	0,6-1,3	0,6-1,3	0,6-1,3
Relación Estabilidad/flujo (kg/cm) (3)	1.700-4.000		
Resistencia conservada en la prueba de tracción indirecta AASHTO T 283	80 Min.		

Fuente: Manual de carreteras-Especificaciones técnicas generales para construcción (EG-2013)

PARÁMETROS DE DISEÑO

TABLA 4 – PARÁMETROS DE DISEÑO

Nº De golpes					
% C.A. En peso de la mezcla	5.0	5.5	6.0	6.5	6.5
Peso específico (gr/cc)	2,396	2,405	2,410	2,405	2,405
Estabilidad (Kg)	1171	1329	1375	1316	1316
Flujo (mm)	2,61	3,08	3,68	4,08	4,08
Vacíos (%)	3,97	3,41	2,82	2,65	2,65
V.M.A (%)	15,57	15,70	15,97	16,58	16,58
V.F. A	75	78	82	84	84

Fuente: Elaboración Propia

ESPECIFICACIONES TÉCNICAS

TABLA 5 – CRITERIO DE DISEÑO MARSHALL PARA SUPERFICIES Y BASES

Criterios mezclas método Marshall	Tráfico					
	Ligero		Medio		Pesado	
	MIN	MAX	MIN	MAX	MIN	MAX
Compactación N° golpes/capa	35		50		75	
Estabilidad Kg (lb)	340 (750)		544 (1200)		816 (1800)	
Flujo (mm) (0.01 pulg)	2 8	4,6 18	2 8	4,1 16	2 8	3,6 14
Vacíos de aire (%)	3	5	3	5	3	5
Vacíos llenos de asfalto VFA (%)	70	80	65	75	65	75

Fuente: Elaboración propia

TABLAS DE COMPARACIÓN:

TABLA 6 – DISEÑO ASFALTO MODIFICADO (CAUCHO)

CAUCHO			
Carrizales (2015)		Anicama (2020)	
CARACTERÍSTICAS	DAM	CARACTERÍSTICAS	DAM
3%		4%	
% Cemento Asfáltico	7.1%	N° Golpes	75
N° de Golpes en cada lado	75	Cemento asfáltico (% en peso de la mezcla total)	6,3
Estabilidad (kg)	808	Densidad seca bulk (g/cm ³)	2,358
Fluencia (mm)	7.03	Vacíos (%)	4,8
% Vacíos de Aire	9.06	V.M.A(%)	18,0
% V.M.A	23.20	Flujo (0.25 mm)	15,7
Peso unitario	2.023	Estabilidad (kg)	1236,1
% V.L.L.C. A	55.90	Relación estabilidad/flujo	3104
Estabilidad flujo kg/cm	11.49	Relación polvo / asfalto	1,18
%Estabilidad retenida	61.78%		
%Índice de compactibilidad	5.67		

Fuente: Elaboración propia.

INTERPRETACIÓN

De acuerdo a la Tabla 6, se puede ver los resultados de 3% y 4% de caucho agregado al cemento asfáltico PEN 60/70 con el fin de tener mayor confiabilidad en el ensayo la cual se determinaron la estabilidad, % vacíos de aire, entre otras características.

TABLA 7 – DISEÑO ASFALTO MODIFICADO (CAUCHO)

CAUCHO			
Cerde & Pintado (2019)		Anicama (2020)	
CARACTERÍSTICAS	DAM	CARACTERÍSTICAS	DAM
12%		4%	
% Cemento Asfáltico	5.3	N° Golpes	75
N° de Golpes en cada lado	50	Cemento asfáltico (% en peso de la mezcla total)	6,3
Estabilidad sin corregir (kg)	1268	Densidad seca bulk (g/cm ³)	2,358
Flujo (0.01")	13.0	Vacíos (%)	4,8
% Vacíos de Aire	8.99	V.M.A(%)	18,0
% V.M.A	20.51	Flujo (0.25 mm)	15,7
Estabilidad corregida	1052	Estabilidad (kg)	1236,1
Volumen de briqueta	574.1	Relación estabilidad/flujo	3104
Factor de corrección	0.83	Relación polvo / asfalto	1,18

Fuente: Elaboración propia

INTERPRETACIÓN

De acuerdo a Tabla 7, podemos observar los resultados de 12% y 4% de caucho agregado al cemento asfáltico PEN 60/70 con el fin de tener mayor confiabilidad en el ensayo la cual se determinaron la estabilidad, % vacíos de aire, entre otras características.

TABLA 8 – DISEÑO ASFALTO MODIFICADO (CAUCHO)

CAUCHO			
Ubidia (2019)		Anicama (2020)	
CARACTERÍSTICAS	DAM	CARACTERÍSTICAS	DAM
1.0%		4%	
% Cemento Asfáltico	5.7	Nº Golpes	75
Nº de Golpes en cada lado	25	Cemento asfáltico (% en peso de la	
Estabilidad sin corregir (kg)	2.257.0	mezcla total)	6,3
Flujo (0.01")	12.0	Densidad seca bulk (g/cm3)	2,358
Porcentaje de vacíos %	6.9	Vacíos (%)	4,8
% V.M. A	19.1	V.M.A(%)	18,0
Estabilidad corregida	2.099.0	Flujo (0.25 mm)	15,7
Volumen de briqueta	537.1	Estabilidad (kg)	1236,1
Factor de estabilidad	0.93	Relación estabilidad/flujo	3104
		Relación polvo / asfalto	1,18

Fuente: Elaboración propia

INTERPRETACIÓN

De acuerdo a la Tabla 8, podemos observar los resultados de 1.0% y 4% de caucho agregado al cemento asfáltico PEN 60/70 con el fin de tener mayor confiabilidad en el ensayo la cual se determinaron la estabilidad, %vacíos de aire, entre otras características.

TABLA 9 – DISEÑO ASFALTO MODIFICADO (PLÁSTICO)

PLÁSTICO			
Luque (2019)		Anicama (2020)	
CARACTERÍSTICAS	DAM	CARACTERÍSTICAS	DAM
5.0%		2%	
% Cemento Asfáltico	6.0	N° Golpes	75
N° de Golpes en cada lado	25	Cemento asfáltico (% en peso de la mezcla total)	6,3
Estabilidad (kg)	1244.05	Densidad seca bulk (g/cm ³)	2,375
Flujo (0.25 mm)	12.0	Vacíos (%)	4,9
% Vacíos de aire	4.80	V.M.A(%)	17,4
% V.M. A	13.0	Flujo (0.25 mm)	15,7
Gravedad específica (kg/cm ³)	2.273	Estabilidad (kg)	1358,2
Temperatura de mezcla	140	Relación estabilidad/flujo	3435
Temperatura de compactación	130	Relación polvo / asfalto	1,26
% V.LL.C. A	64		

Fuente: Elaboración propia

INTERPRETACIÓN

Mediante la tabla 9, se puede apreciar los resultados de 5% y 2% de PET agregado al cemento asfáltico PEN 60/70 con el fin de tener mayor confiabilidad en el ensayo la cual se determinaron la estabilidad, %vacíos de aire, entre otras características.

TABLA 10 – DISEÑO ASFALTO MODIFICADO (PLÁSTICO)

PLÁSTICO			
Espinoza (2019)		Anicama (2020)	
CARACTERÍSTICAS	DAM	CARACTERÍSTICAS	DAM
18%		2%	
% Cemento Asfáltico	6.5	N° Golpes	75
N° de Golpes en cada lado	35	Cemento asfáltico (% en peso de la mezcla total)	6,3
Estabilidad (kg)	10462.50	Densidad seca bulk (g/cm ³)	2,375
Flujo (mm)	0.0076	Vacíos (%)	4,9
% Vacíos de aire	NP	V.M.A(%)	17,4
% V.M. A	31.22	Flujo (0.25 mm)	15,7
Factor de estabilidad	0.93	Estabilidad (kg)	1358,2
Porcentaje de absorción (%)	0.50	Relación estabilidad/flujo	3435
Relación estabilidad/flujo (kg/cm)	13821004	Relación polvo / asfalto	1,26
Peso específico bulk de la briqueta (gr/cm ³)	2,082		

Fuente: Elaboración propia, 2020.

INTERPRETACIÓN

En la tabla 10, se puede apreciar los resultados de 18% y 2% de PET agregado al cemento asfáltico PEN 60/70 con el fin de tener mayor confiabilidad en el ensayo la cual se determinaron la estabilidad, %vacíos de aire, entre otras características.

ENSAYO REALIZADO A LOS AGREGADOS

CARACTERIZACIÓN DEL AGREGADO

TABLA 11 – GRANULOMETRÍA DE AGREGADOS POR TAMIZADO

Análisis Granulométrico de agregados por tamizado (ASTM C-136)						
Piedra chancada ¾"						
Mallas						
SERIE AMERICANA	ABERTURA (mm)	PESO RET. G	RET.PAR.	RET.AC.	PASA	ESPECIFICACIÓN
2"	50,800					
1 ½"	38,100					
1"	25,400					
¾"	19,050				100,0	
½"	12,700	3743,8	83,3	83,3	16,7	
3/8"	9,525	743,8	16,5	99,8	0,2	
¼"	6,350	7,2	0,2	100,0	0,0	
#4	4,760					
#8	2,380					
#10	2,000					
#16	1,190					
#20	0,840					
#30	0,590					
#40	0,426					
#50	0,297					
#80	0,177					
#100	0,149					
#200	0,074					
< # 200	(ASTM C-117)					

Fuente: Propia

INTERPRETACIÓN

En la tabla 11, se muestra el análisis granulométrico de agregados por tamizado de piedra chancada con serie americana de ¾", ½", 3/8" y ¼".

TABLA 12 – CARACTERIZACIÓN DEL AGREGADO

Caracterización del agregado		
P.E MASA (ASTM C127)	:	2,706 g/cm ³
P.E. SS (ASTM C27)	:	2,730 g/cm ³
P.E. APAR. (ASTM C127)	:	2,773 g/cm ³
ABSORCIÓN (ASTM C127)	:	0,90 %

Fuente: Elaboración propia.

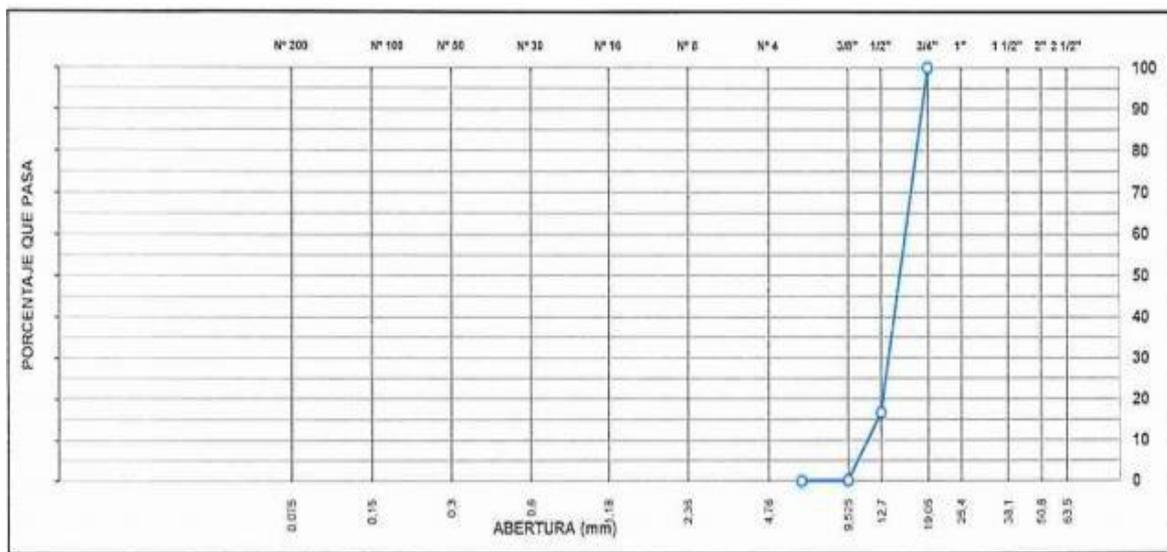


FIGURA 7 – CURVA GRANULOMÉTRICA DE PIEDRA CHANCADA 3/4"

Fuente: Elaboración propia

TABLA 13 – ANÁLISIS GRANULOMÉTRICO PIEDRA CHANCADA ½”

Análisis Granulométrico de agregados por tamizado (ASTM C-136)						
Piedra chancada ½”						
Mallas						
SERIE AMERICANA	ABERTURA (mm)	PESO RET. G	RET.PAR.	RET.AC.	PASA	ESPECIFICACIÓN
2”	50,800					
1 ½”	38,100					
1”	25,400					
¾”	19,050					
½”	12,700				100,0	
3/8”	9,525	1434,1	42,3	42,3	57,7	
¼”	6,350	1543,6	45,5	87,8	12,2	
#4	4,760	404,7	11,9	99,7	0,3	
#8	2,380	9,5	0,3	100,0	0,0	
#10	2,000					
#16	1,190					
#20	0,840					
#30	0,590					
#40	0,426					
#50	0,297					
#80	0,177					
#100	0,149					
#200	0.074					
< # 200	(ASTM C-117)					

Fuente: Elaboración propia

INTERPRETACIÓN

En la tabla 13, se muestra el análisis granulométrico de agregados por tamizado de piedra chancada con serie americana de ½”, 3/8”, ¼”, # 4 y # 8.

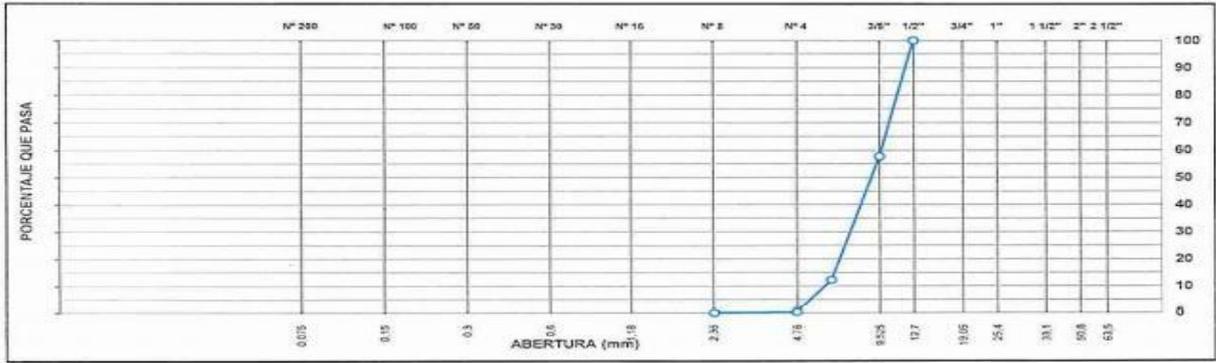


FIGURA 8 – CURVA GRANULOMÉTRICA DE PIEDRA CHANCADA 1/2”

Fuente: Elaboración propia

TABLA 14 – ANÁLISIS GRANULOMÉTRICO ARENA CHANCADA

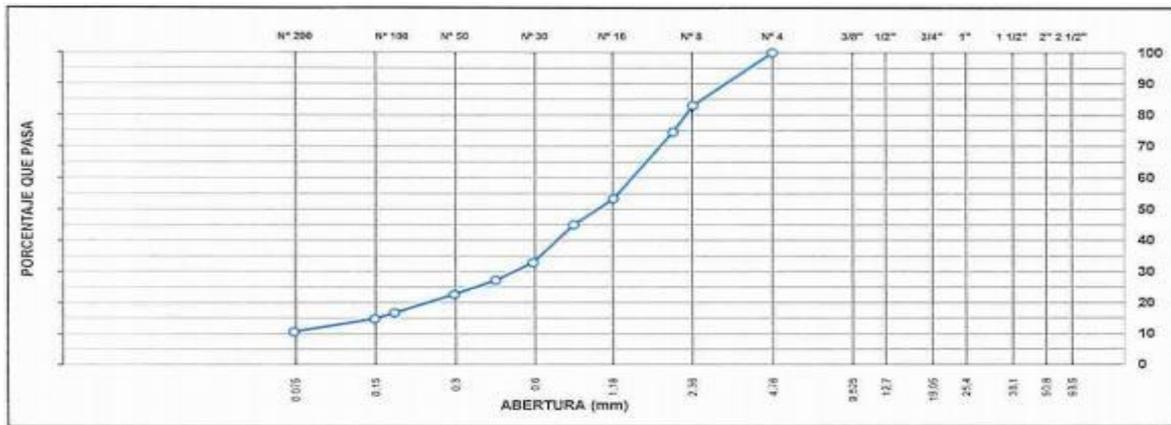
Arena chancada						
Mallas						
SERIE AMERICANA	ABERTURA (mm)	PESO RET. G	RET.PAR.	RET.AC.	PASA	ESPECIFICACION
2"	50,800					
1 1/2"	38,100					
1"	25,400					
3/4"	19,050					
1/2"	12,700					
3/8"	9,525					
1/4"	6,350					
#4	4,760				100,0	
#8	2,380	151,2	17,0	17,0	83,0	
#10	2,000	75,2	8,5	25,4	74,6	
#16	1,190	187,6	21,1	46,5	53,5	
#20	0,840	75,4	8,5	55,0	45,0	
#30	0,590	107,2	12,0	67,1	33,0	
#40	0,426	50,4	5,7	72,7	27,3	
#50	0,297	40,7	4,6	77,3	22,7	
#80	0,177	52,8	5,9	83,2	16,8	
#100	0,149	16,9	1,9	85,1	14,9	
#200	0,074	37,1	4,2	89,3	10,7	
< # 200	(ASTM C-117)	95,2	10,7	100,0	0,0	

Fuente: Elaboración propia

INTERPRETACIÓN

En la tabla 14, se muestra el análisis granulométrico de agregados por tamizado de arena chancada con serie americana de # 4, # 8, #10, #16, #20, #30, #40, #50, #80, #100, #200 y < #200.

FIGURA 9 – CURVA GRANULOMÉTRICA DE ARENA CHANCADA



Fuente: Elaboración propia

TABLA 15 – COMBINACIÓN TEÓRICA DE AGREGADOS GRUESO Y FINO

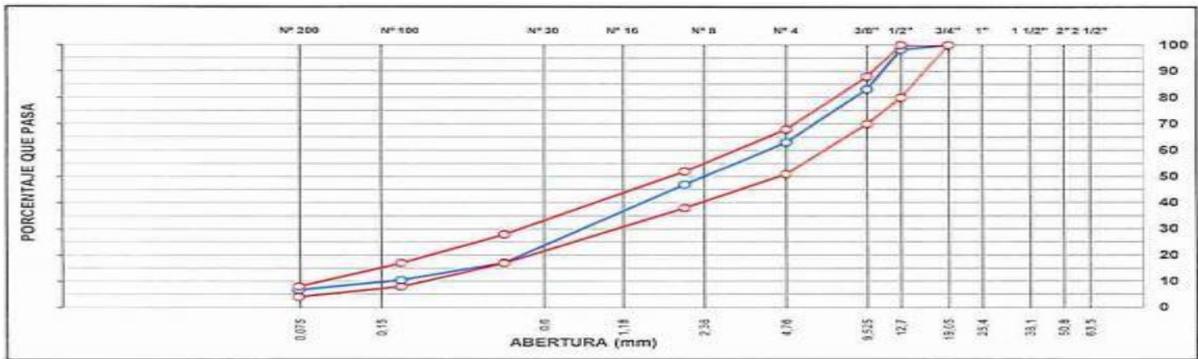
Combinación teórica de agregados grueso y fino					
Mallas					
SERIE AMERICANA	ABERTURA (mm)	RET.PAR %	RET.AC %	PASA %	GRADACION MAC II
2"	50,800				
1 1/2"	38,100				
1"	25,400				
3/4"	19,050			100,0	100 100
1/2"	12,700	1,7	1,7	98,3	80 100
3/8"	9,525	15,1	16,8	83,2	70 88
1/4"	6,350	15,9	32,8	67,2	
#4	4,760	4,2	36,9	63,1	51 68
#8	2,380	10,8	47,7	52,3	
#10	2,000	5,3	53,1	46,9	38 52
#16	1,190	13,3	66,3	33,7	
#20	0,840	5,3	71,7	28,3	
#30	0,590	7,6	79,3	20,7	
#40	0,426	3,6	82,8	17,2	17 28
#50	0,297	2,9	85,7	14,3	
#80	0,177	3,7	89,5	10,5	8 17
#100	0,149	1,2	90,7	9,3	
#200	0,074	2,6	93,3	6,7	4 8
< # 200	-----	6,7	100,0	0,0	

Fuente: Elaboración Propia

INTERPRETACIÓN

En la tabla 15, se puede observar la combinación teórica de agregado grueso y fino con serie americana de 3/4", 1/2", 3/8", 1/4", # 4, # 8, #10, #16, #20, #30, #40, #50, #80, #100, #200 y < #200. Con proporciones diferentes para cada agregado donde la piedra chancada de 3/4" tiene 02.0%, la piedra chancada 1/2" 35,0% y la arena chancada consta de 63.0%.

FIGURA 10 – CURVA GRANULOMÉTRICA DE AGREGADO GRUESO Y FINO



Fuente: Elaboración propia

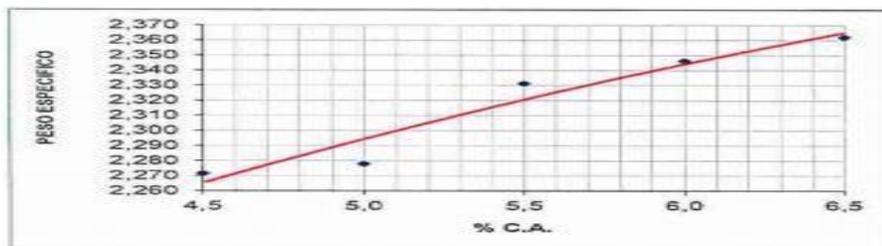
RESULTADOS DE LA MEZCLA ASFÁLTICA INCORPORANDO CAUCHO Y PLÁSTICO RECICLADO.

TABLA 16 – MEZCLA ASFÁLTICA INCORPORANDO CAUCHO RECICLADO

Asfalto 60/70 %	Caucho	%Vacíos	%V.M. A	Flujo (0.25mm)	Estabilidad Kg
6.0	4%	5,6	18,2	15,4	1283,0
6.3	4%	4,8	18,0	15,7	1236,1
6.6	4%	4,2	17,9	15,9	1124,7

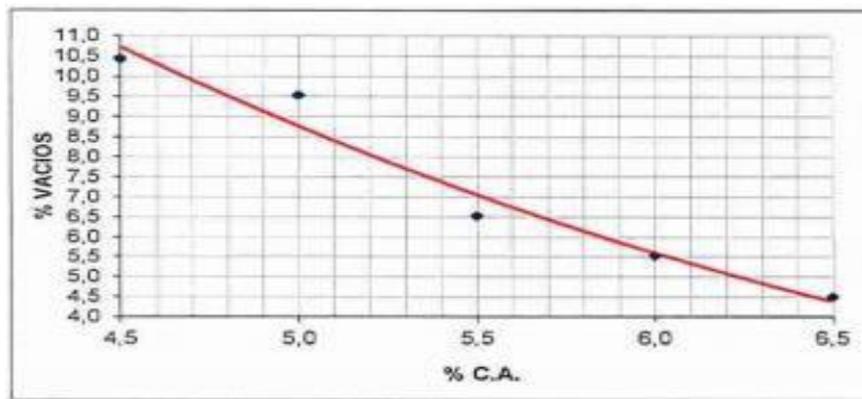
Fuente: Elaboración propia

FIGURA 11 – PESO ESPECÍFICO EN LA MEZCLA CON RESPECTO AL % CA CON CAUCHO



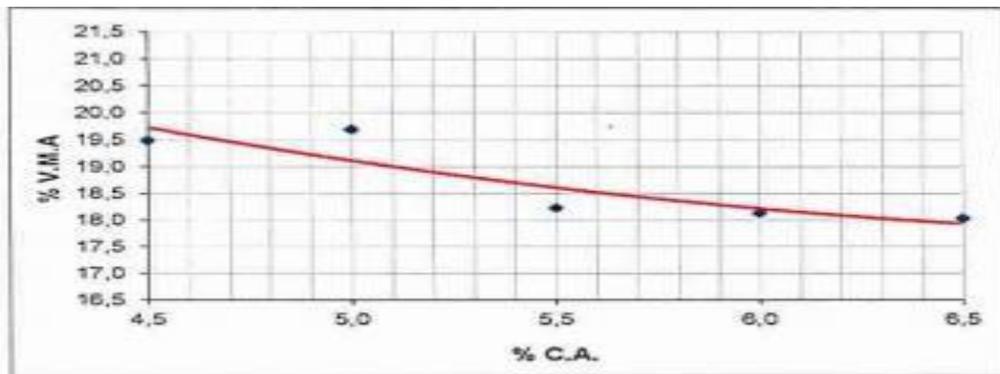
Fuente: Elaboración propia

FIGURA 12 – VARIACIÓN DEL PORCENTAJE DE VACÍOS EN LA MEZCLA CON RESPECTO AL % CA CON CAUCHO



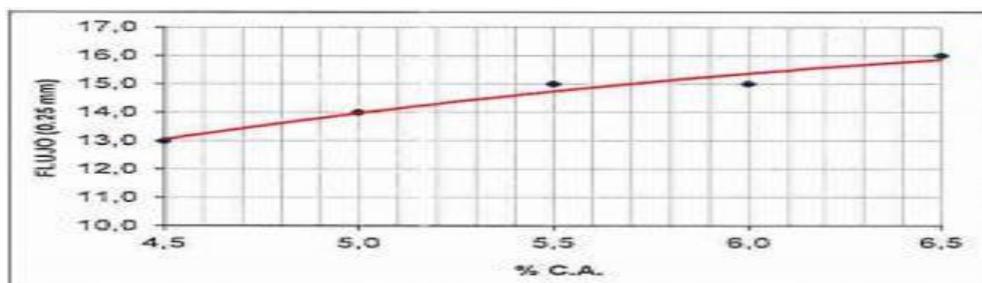
Fuente: Elaboración propia

FIGURA 13 – VARIACIÓN VACÍOS DE AGREGADO MINERAL (VMA) CON RESPECTO AL % CA CON CAUCHO



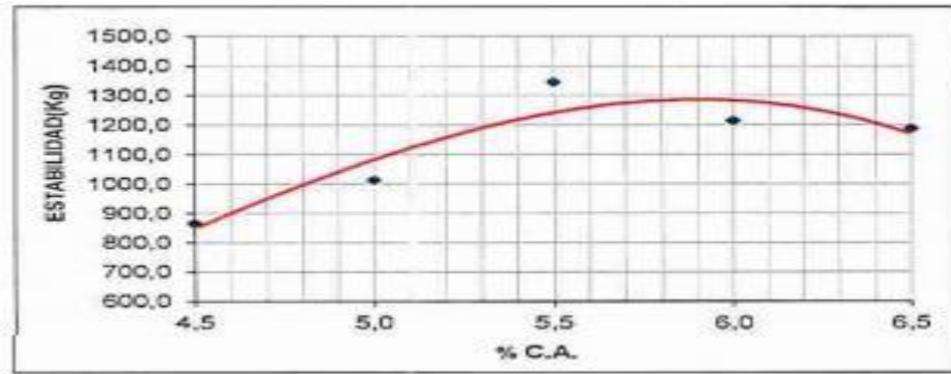
Fuente: Elaboración propia.

FIGURA 14 – VARIACIÓN DEL FLUJO CON RESPECTO AL % CA CON CAUCHO



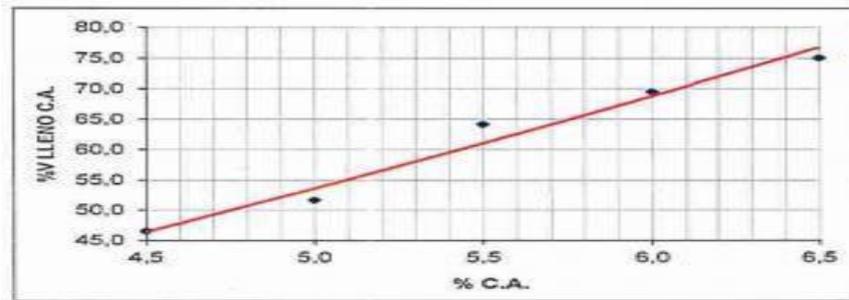
Fuente: Elaboración propia

FIGURA 15 – VARIACION DE LA ESTABILIDAD CON RESPECTO AL % CA CON CAUCHO



Fuente: Elaboración propia

FIGURA 16 – VARIACIÓN DE VACÍOS LLENADOS POR CEMENTO ASFALTICO (% V LLENO C.A) CON RESPECTO AL % CA CON CAUCHO



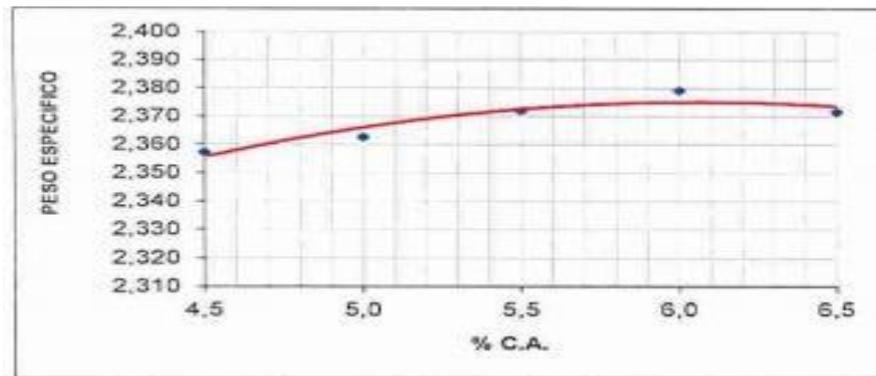
Fuente: Elaboración propia.

TABLA 17 – MEZCLA ASFÁLTICA INCORPORANDO PLÁSTICO RECICLADO

Asfalto 60/70 %	Plástico	%Vacíos	%V.M. A	Flujo (0.25mm)	Estabilidad Kg
6.0	2%	5,3	17,2	15,4	1372,4
6.3	2%	4,9	17,4	15,7	1368,2
6.6	2%	4,7	17,7	15,9	1340,3D

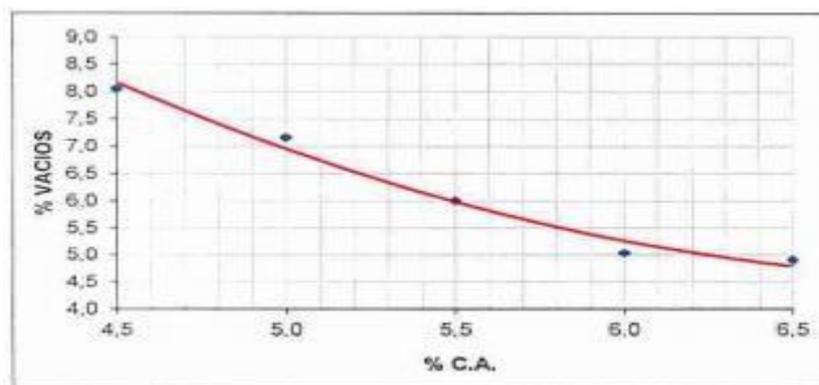
Fuente: Elaboración propia.

FIGURA 17 – PESO ESPECÍFICO EN LA MEZCLA CON RESPECTO AL % CA CON PLÁSTICO.



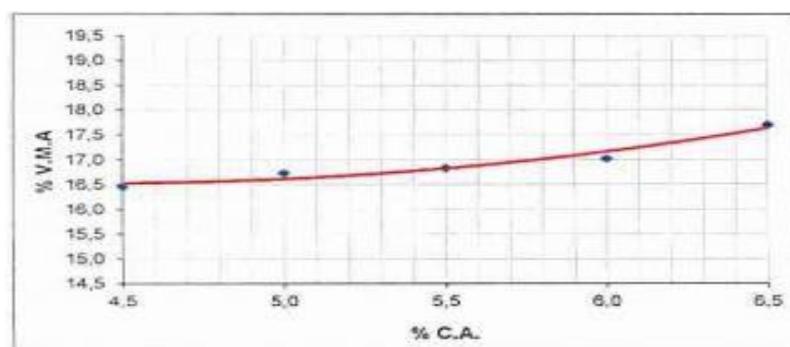
Fuente: Elaboración propia.

FIGURA 18 – VARIACIÓN DEL PORCENTAJE DE VACÍOS EN LA MEZCLA CON RESPECTO AL % CA CON PLÁSTICO



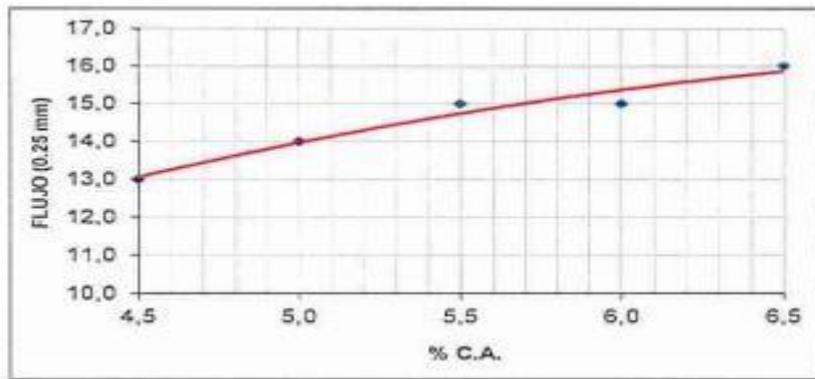
Fuente: Elaboración propia.

FIGURA 19 – VARIACIÓN VACÍOS DE AGREGADO MINERAL (VMA) CON RESPECTO AL % CA CON PLÁSTICO



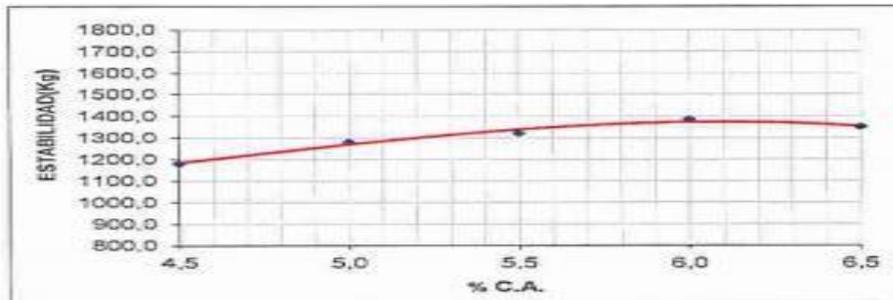
Fuente: Elaboración propia.

FIGURA 20 – VARIACIÓN DEL FLUJO CON RESPECTO AL % CA CON PLÁSTICO



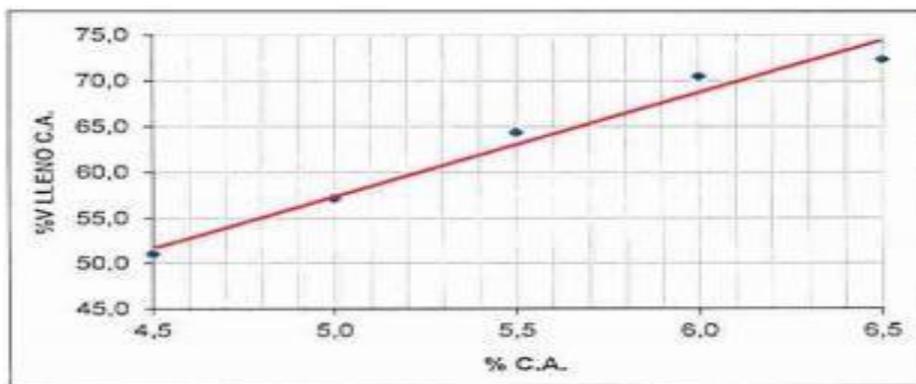
Fuente: Elaboración propia.

FIGURA 21 – VARIACIÓN DE LA ESTABILIDAD CON RESPECTO AL % CA CON PLÁSTICO



Fuente: Elaboración propia.

FIGURA 22 – VARIACIÓN DE VACÍOS LLENADOS POR CEMENTO ASFÁLTICO (% V LLENO C.A) CON RESPECTO AL % CA CON PLÁSTICO.



Fuente: Elaboración propia.

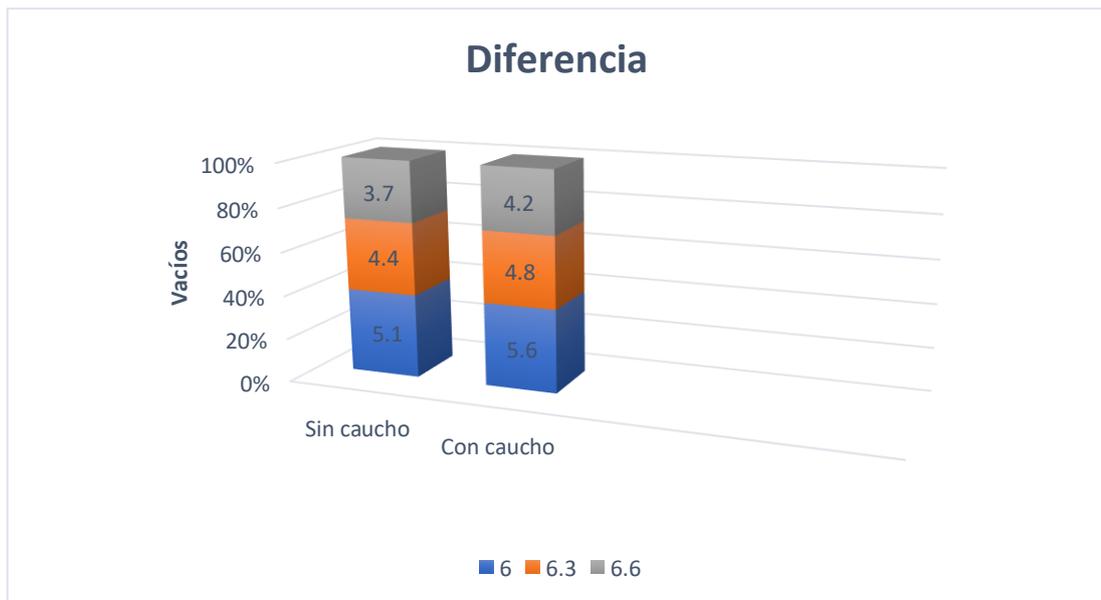
COMPARACIÓN DE MEZCLA ASFÁLTICA

TABLA 18 – COMPARACIÓN DE VACÍOS

Porcentajes		Vacíos sin caucho	Vacíos con caucho
% CA	% caucho	%	%
6	4%	5,1	5,8
6.3	4%	4,4	4,8
6.6	4%	3,7	4,2

Fuente: Elaboración propia

FIGURA 23 – VARIACIÓN DE LOS VACÍOS EN LA MEZCLA ASFÁLTICA



Fuente: Elaboración propia

INTERPRETACIÓN:

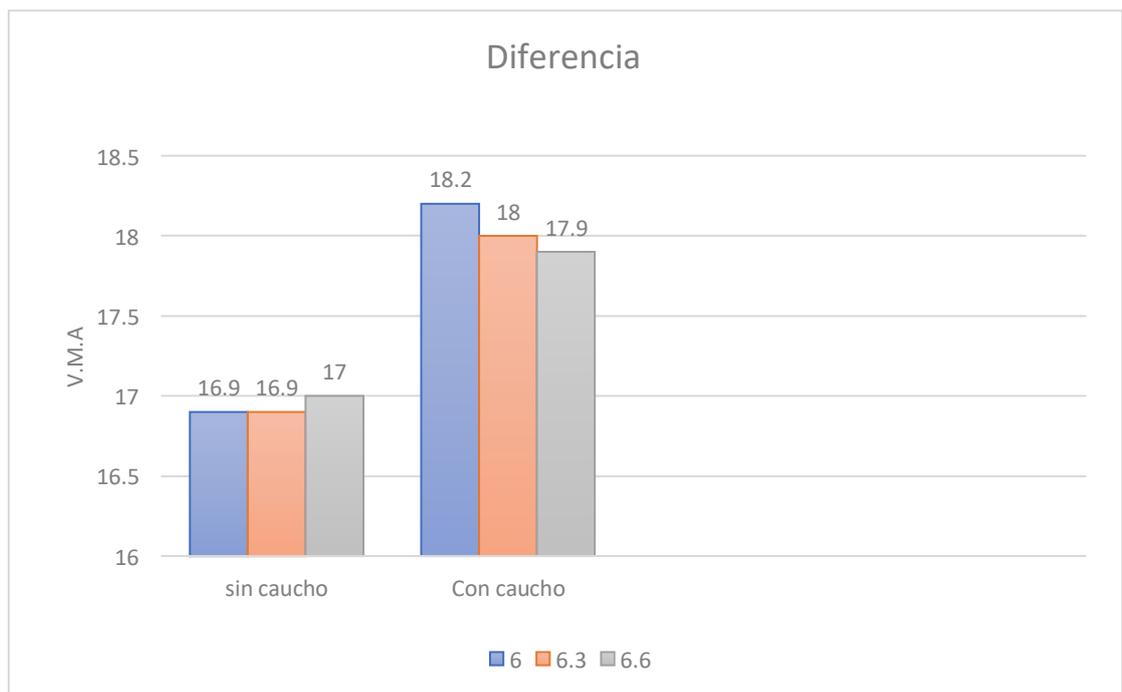
Se puede observar en el gráfico 17 que el caucho en una proporción de 4% con un óptimo de cemento asfáltico (C.A) de 6.3 % es mejor en los vacíos en comparación a la mezcla asfáltica convencional.

TABLA 19 – VARIACIÓN VACÍOS DE AGREGADO MINERAL (V.M.A)

% CA	Porcentajes		V.M.A sin caucho	V.M.A con caucho
	% caucho		%	%
6	4%		16,9	18.2
6.3	4%		16,9	18,0
6.6	4%		17,0	17,9

Fuente: Elaboración propia

FIGURA 24 – VACÍOS DE AGREGADO MINERAL (V.M.A)



Fuente: Elaboración propia

INTERPRETACIÓN:

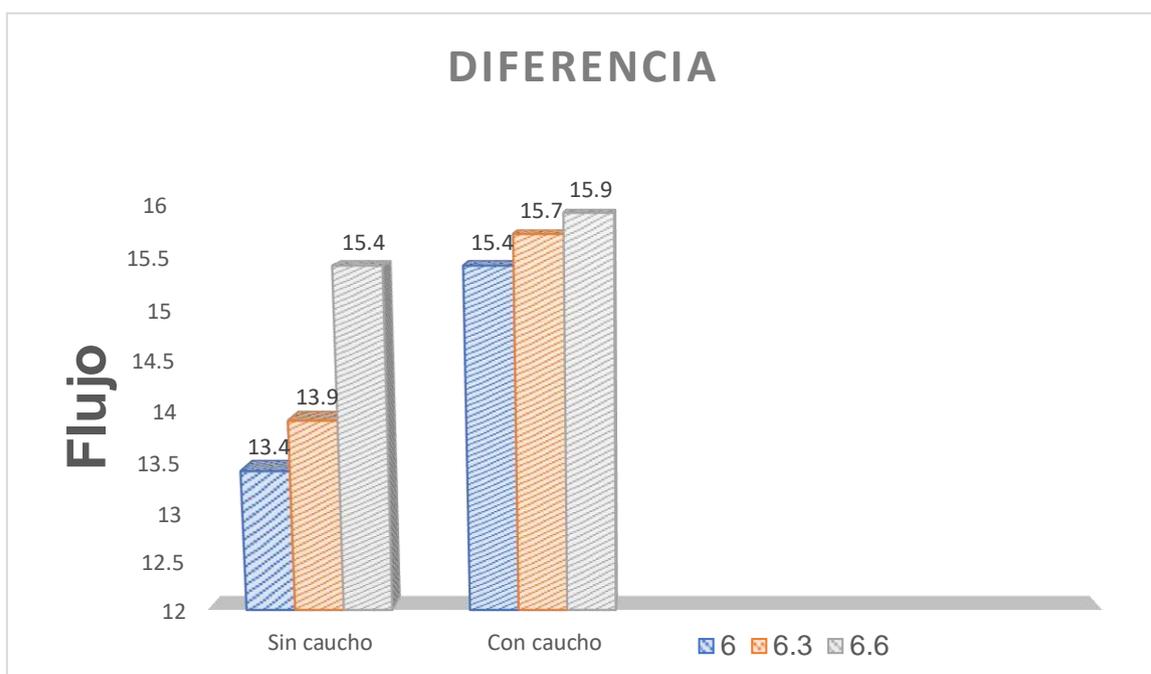
Se puede observar en el gráfico 18 que el caucho en una proporción de 4% con un óptimo de cemento asfáltico (C.A) de 6.3 % es mejor en los vacíos de agregado mineral en comparación a la mezcla asfáltica convencional.

TABLA 20 – VARIACIÓN DEL FLUJO EN LA MEZCLA ASFÁLTICA

Porcentajes		Flujo sin caucho	Flujo con caucho
% CA	% caucho	%	%
6	4%	13,4	15,4
6.3	4%	13,9	15,7
6.6	4%	14,5	15,9

Fuente: Elaboración propia

FIGURA 25 – VARIACIÓN DE FLUJO



Fuente: Elaboración propia.

INTERPRETACIÓN:

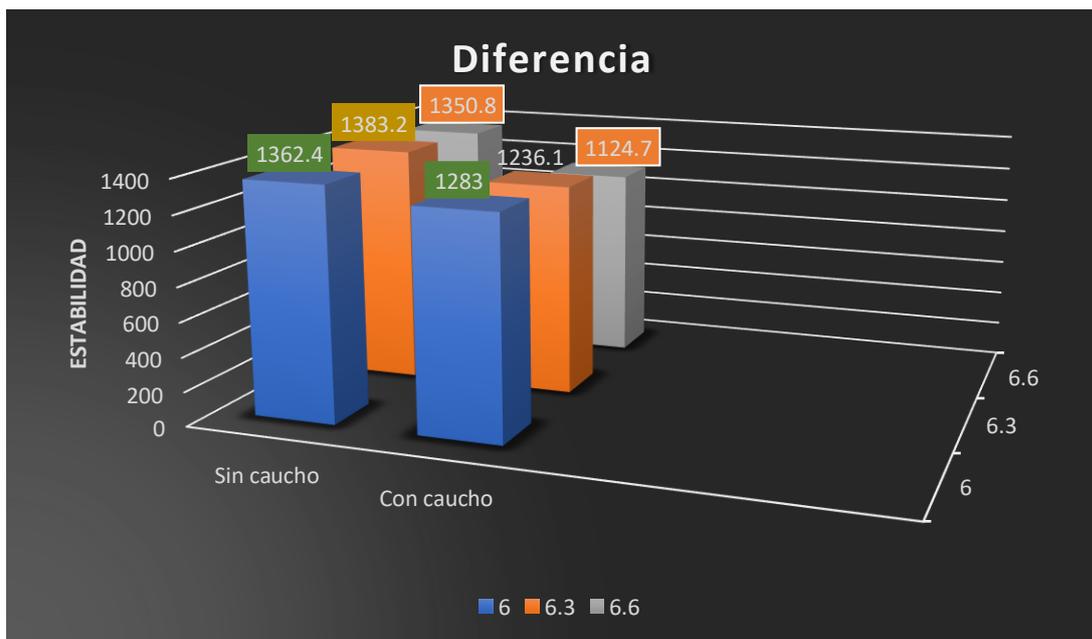
Se puede observar en el gráfico 19 que el caucho en una proporción de 4% con un óptimo de cemento asfáltico (C.A) de 6.3 % es mejor en la variación de flujo en comparación a la mezcla asfáltica convencional.

TABLA 21 – VARIACIÓN DE LA ESTABILIDAD EN LA MEZCLA ASFÁLTICA

% CA	Porcentajes		Estabilidad sin	Estabilidad con caucho
	% caucho		caucho	%
			%	
6	4%		1362,4	1283,0
6.3	4%		1383,2	1236,1
6.6	4%		1350,8	1124,7

Fuente: Elaboración propia

FIGURA 26 – VARIACIÓN DE LA ESTABILIDAD



Fuente: Elaboración propia.

INTERPRETACIÓN:

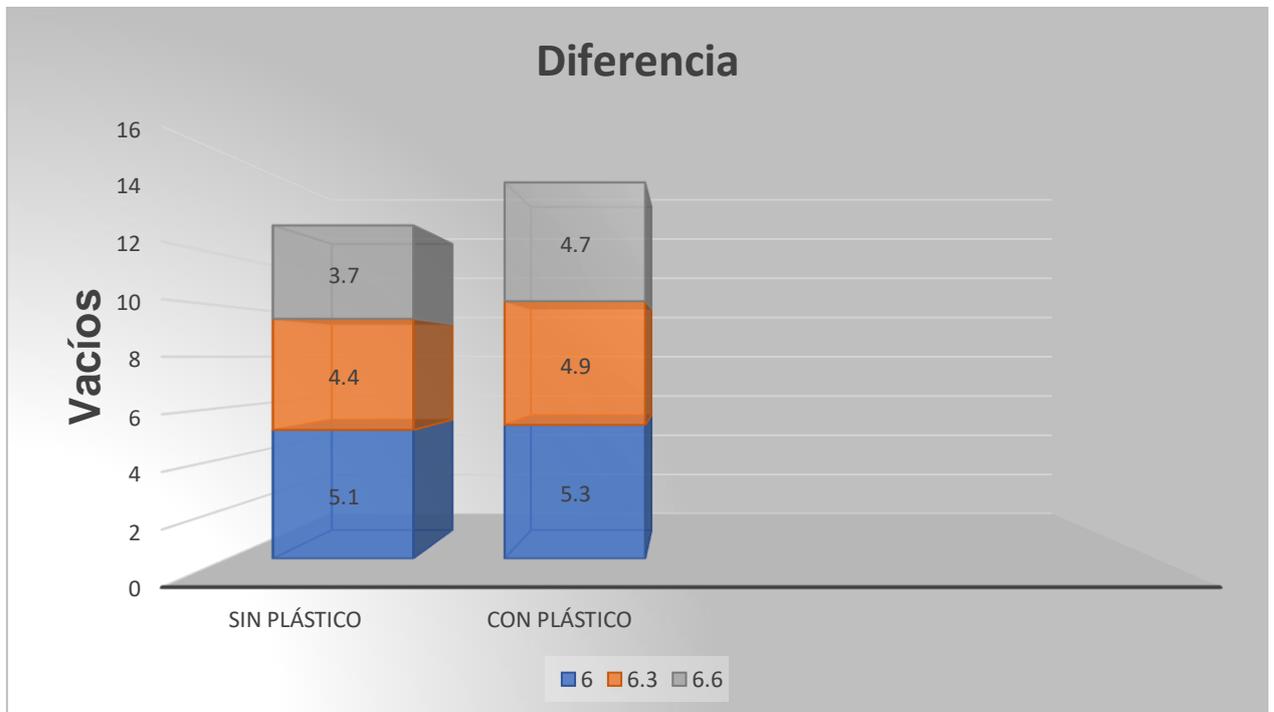
Se puede observar en el gráfico 20 la variación de la estabilidad en donde se usó el caucho reciclado (CR) en una proporción de 4% con un óptimo de cemento asfáltico (C.A) de 6.3 %.

TABLA 22 – COMPARACIÓN DE VACÍOS CON PLÁSTICO RECICLADO

Porcentajes		Vacíos sin plástico	Vacíos con plástico
% CA	% Plástico	%	%
6	2%	5,1	5,3
6.3	2%	4,4	4,9
6.6	2%	3,7	4,7

Fuente: Elaboración propia

FIGURA 27 – VARIACIÓN DE LOS VACÍOS EN LA MEZCLA ASFÁLTICA



Fuente: Elaboración propia

INTERPRETACIÓN:

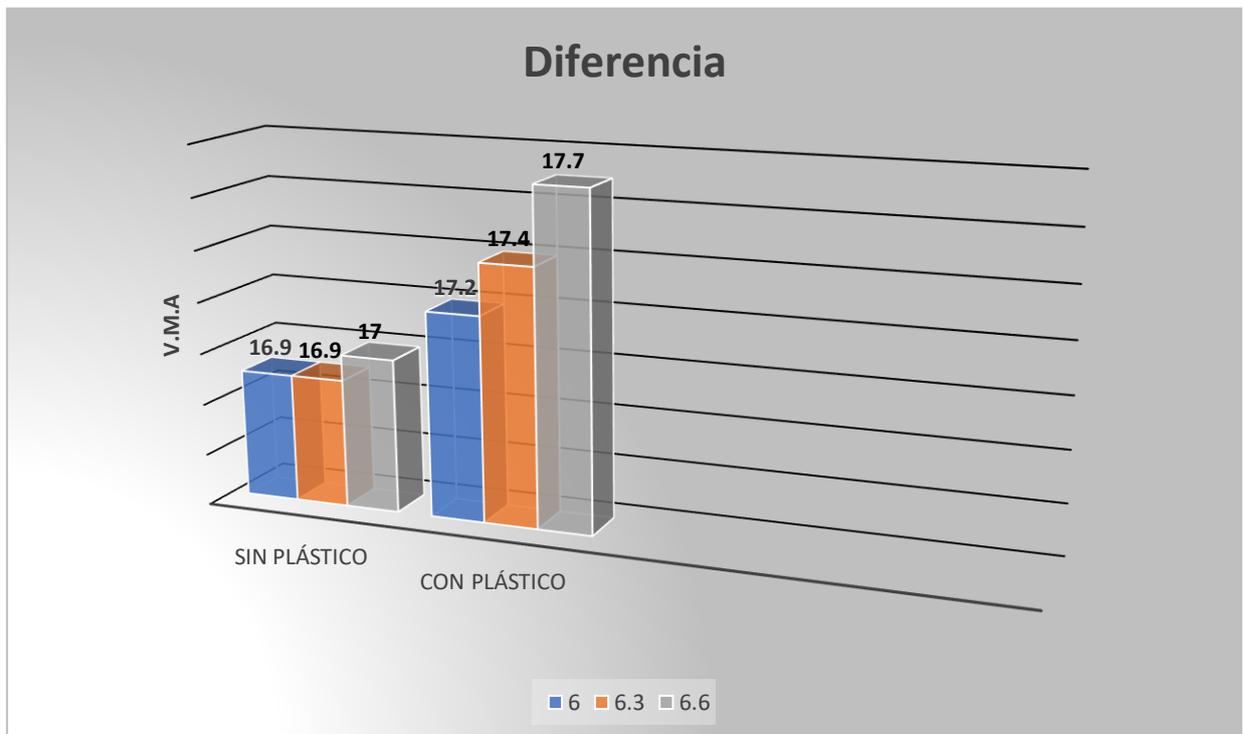
Se puede observar en el gráfico 21 que el plástico en una proporción de 2% con un óptimo de cemento asfáltico (C.A) de 6.3 % es mejor en la variación de vacíos en comparación a la mezcla asfáltica convencional.

TABLA 23 – VARIACIÓN VACÍOS DE AGREGADO MINERAL (V.M.A)

% CA	Porcentajes		V.M.A sin plástico	V.M.A con plástico
	% Plástico		%	%
6	2%		16,9	17,2
6.3	2%		16,9	17,4
6.6	2%		17,0	17,7

Fuente: Elaboración propia

FIGURA 28 – VARIACIÓN DE V.M.A



Fuente: Elaboración propia.

INTERPRETACIÓN:

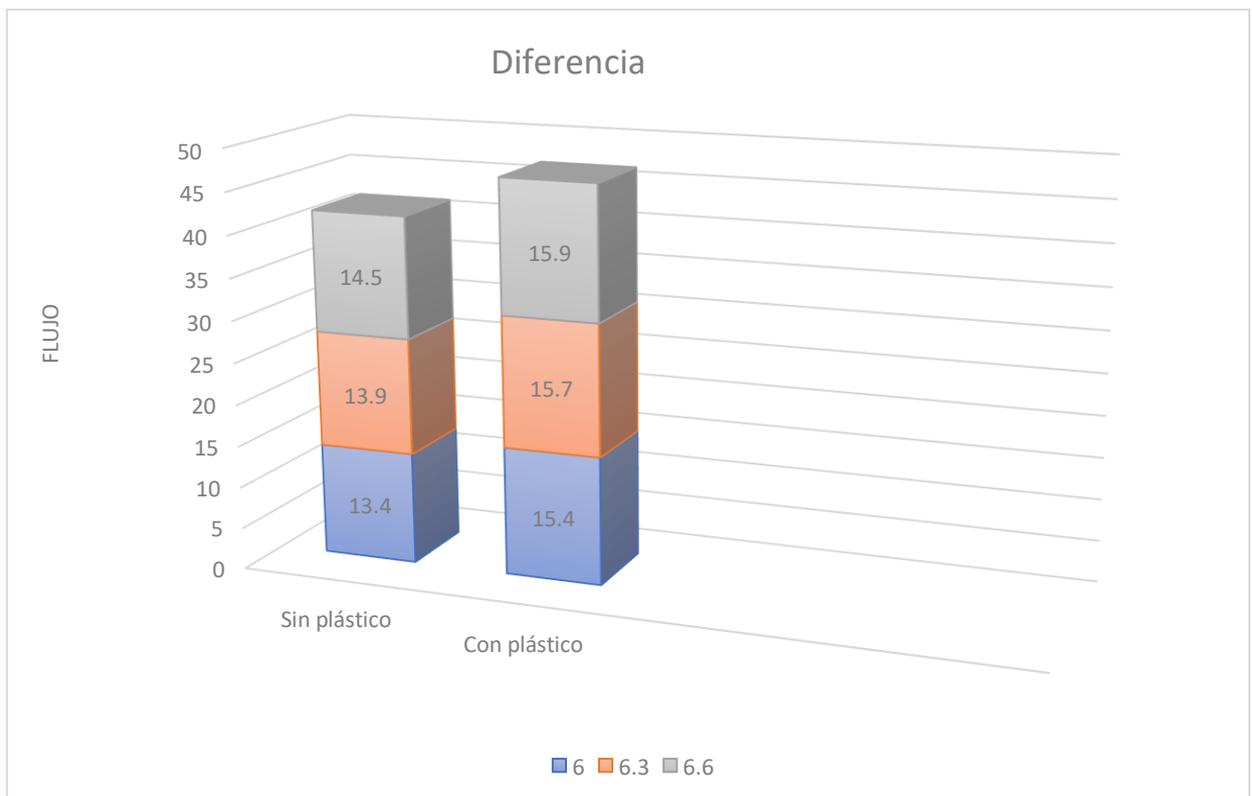
Se puede observar en el gráfico 22 que el plástico en una proporción de 2% con un óptimo de cemento asfáltico (C.A) de 6.3 % es mejor en la variación de vacíos de agregado mineral en comparación a la mezcla asfáltica convencional.

TABLA 24 – VARIACIÓN DEL FLUJO EN LA MEZCLA ASFÁLTICA

Porcentajes		Flujo sin plástico	Flujo con plástico
% CA	% Plástico	%	%
6	2%	13,4	15,4
6.3	2%	13,9	15,7
6.6	2%	14,5	15,9

Fuente: Elaboración propia

FIGURA 29 – VARIACIÓN DEL FLUJO



Fuente: Elaboración propia.

INTERPRETACIÓN:

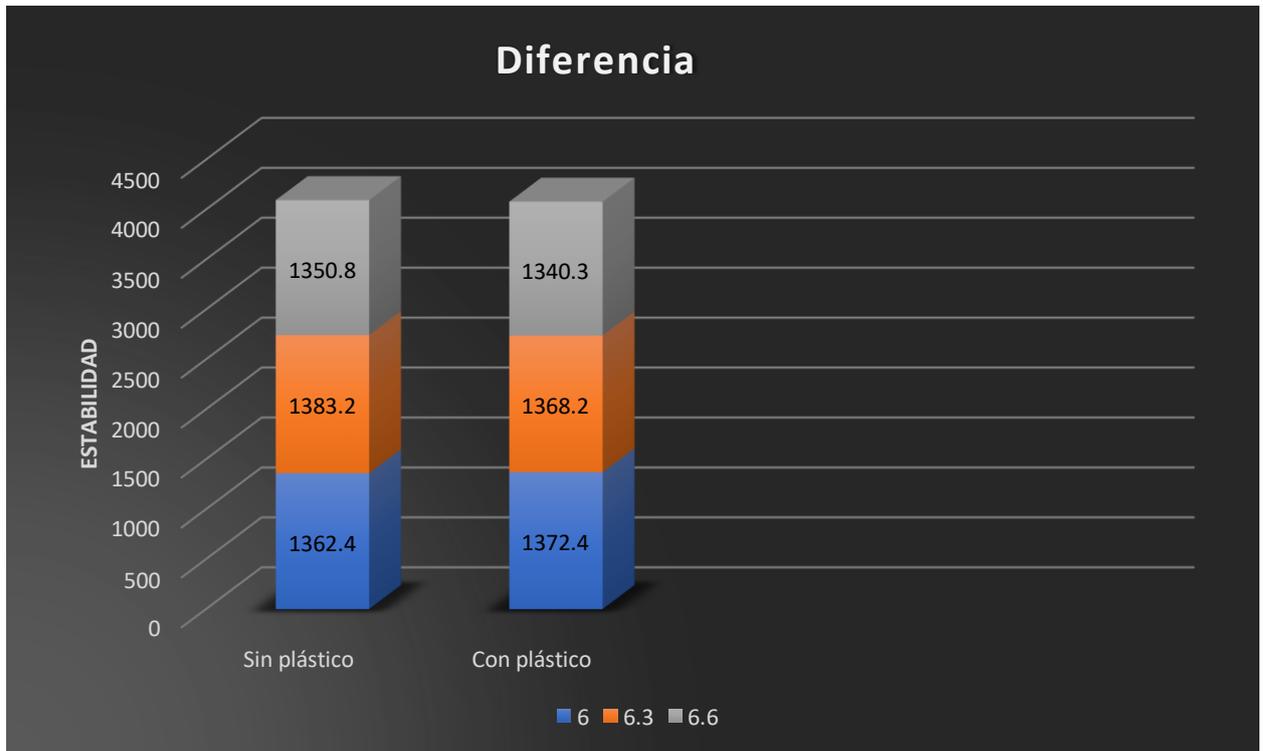
Se puede observar en el gráfico 23 que el plástico en una proporción de 2% con un óptimo de cemento asfáltico (C.A) de 6.3 % es mejor en la variación de flujo en comparación a la mezcla asfáltica convencional.

TABLA 25 – VARIACIÓN DE LA ESTABILIDAD EN LA MEZCLA ASFÁLTICA

% CA	Porcentajes		Estabilidad sin	Estabilidad con plástico
	% Plástico		Plástico	%
			%	
6	2%		1362,4	1372,4
6.3	2%		1383,2	1368,2
6.6	2%		1350,8	1340,3

Fuente: Elaboración propia

FIGURA 30 – VARIACIÓN DE LA ESTABILIDAD



Fuente: Elaboración propia

INTERPRETACIÓN:

Se puede observar en el gráfico 24 la variación de la estabilidad en donde se usó el plástico reciclado (PR) en una proporción de 2% con un óptimo de cemento asfáltico (C.A) de 6.3 %.

COSTO/BENEFICIO

Para obtener dicho presupuesto se usó el programa S10, con el cual se obtuvo tres montos diferentes: Uno de pavimento flexible convencional, pavimento flexible con caucho reciclado y el último presupuesto de pavimento flexible con plástico reciclado, el cual contaba con partidas de: obras provisionales, obras preliminares, movimiento de tierras, pavimentación, entre otros, dichas partidas se tomaron en cuenta con el tiempo estimado para el proyecto de investigación, la cual me llevó a un monto estimado.

S10 Página 1

Presupuesto

Presupuesto 0103001 DISEÑO DEL PAVIMENTO ASFALTADO COMPARANDO EL EMPLEO DE CAUCHO RECICLADO Y PLÁSTICO RECICLADO, ANEXO ASTOBAMBA - PROVINCIA CAJATAMBO-2020

Subpresupuesto 001 PAVIMENTO CONVENCIONAL

Cliente ANICAMA ROQUE LINDA MILAGROS Costo al 09/11/2020

Lugar LIMA - CAJATAMBO - CAJATAMBO

Item	Descripción	Und.	Metrado	Precio S/.	Parcial S/.
01	PAVIMENTO FLEXIBLE CONVENCIONAL				548,331.33
01.01	OBRAS PROVISIONALES				9,275.87
01.01.01	CARTEL DE IDENTIFICACIÓN DE LA ACTIVIDAD DE 3.60 X 2.40 M	und	1.00	922.88	922.88
01.01.02	ALQUILER DE LOCAL O CASA / OFICINA/ALMACENAMIENTO	glb	2.00	400.00	800.00
01.01.03	SUMINISTRO DE DEPÓSITO PROVISIONAL PARA AGUA	und	1.00	1,646.80	1,646.80
01.01.04	MOVILIZACIÓN Y DESMOVILIZACIÓN DE EQUIPOS	glb	1.00	5,905.39	5,905.39
01.02	OBRAS PRELIMINARES				77,070.91
01.02.01	TRAZO, NIVELACIÓN Y REPLANTEO DE EQUIPOS	m2	6,293.00	3.50	22,025.50
01.02.02	DEMOLICION DE PAVIMENTO FLEXIBLE E=45cm	m3	2,831.88	18.06	51,143.75
01.02.03	LIMPIEZA MANUAL DEL TERRENO	m2	6,293.00	0.62	3,901.66
01.03	MOVIMIENTO DE TIERRAS				169,758.84
01.03.01	CORTE DE TERRENO A NIVEL DE SUB- RASANTE CON EQUIPO	m3	1,887.00	2.45	4,623.15
01.03.02	PERFILADO, NIVELACIÓN Y COMPACTADO DE SUB- RASANTE P/PAVIMENTO, CON MAQUINARIA	m2	6,293.00	2.10	13,215.30
01.03.03	CONFORMACION C / EQUIPO DE CAPA DE BASE e=0.30 m P / PAVIMENTO	m2	6,293.00	15.85	99,744.05
01.03.04	CONFORMACION C / EQUIPO DE CAPA DE SUB BASE e=0.30 m P / PAVIMENTO	m2	6,293.00	4.58	28,821.94
01.03.05	ELIMINACION DE MATERIAL EXCEDENTE DPROM < -10 km	m3	849.56	27.49	23,354.40
01.04	PAVIMENTACIÓN				257,446.63
01.04.01	IMPRESION ASFALTICA MC-30	m2	6,293.00	6.75	42,477.75
01.04.02	CARPETA ASFALTICA EN CALIENTE DE 1.57"	m2	6,293.00	34.16	214,968.88
01.05	REDUCTORES DE VELOCIDAD				3,600.00
01.05.01	CONSTRUCCION DE REDUCTORES DE VELOCIDAD	glb	3.00	1,200.00	3,600.00
01.06	SEÑALIZACION DE PAVIMENTACION				23,668.19
01.06.01	LINEA DISCONTINUA	mll	552.00	10.49	5,790.48
01.06.02	LINEA CONTINUA	mll	1,015.00	10.49	10,647.35
01.06.03	SEÑALIZACIÓN VERTICAL	und	12.00	602.53	7,230.36
01.07	MITIGACION DEL IMPACTO AMBIENTAL				5,000.00
01.07.01	PLAN DE MANEJO AMBIENTAL	glb	1.00	5,000.00	5,000.00
01.08	OTROS				2,511.69
01.08.01	LIMPIEZA FINAL DE OBRA	glb	1.00	2,511.69	2,511.69
	COSTO DIRECTO				548,331.33
	GASTOS GENERALES (10%)				54,833.13
	UTILIDAD (10%)				54,833.13
	SUBTOTAL				657,997.59
	IGV (18%)				118,439.57
	TOTAL PRESUPUESTO				776,437.16

SON : SETECIENTOS SETENTISEIS MIL CUATROCIENTOS TRENTISIETE Y 16/100 NUEVOS SOLES

FIGURA 31 – PRESUPUESTO DE PAVIMENTO FLEXIBLE CON MEZCLA ASFÁLTICA CONVENCIONAL

INTERPRETACIÓN

En la figura 1 de la presente investigación se puede observar el diseño convencional de mezcla asfáltica, considerando un 6.3% de porcentaje óptimo determinado en laboratorio, donde el monto del presupuesto del pavimento flexible convencional fue de S/. 776,437.16 (Setecientos setentiseis mil cuatrocientos trentisiete con 16/100 nuevos soles).

S10 Página 1

Presupuesto

Presupuesto 0103001 DISEÑO DEL PAVIMENTO ASFALTADO COMPARANDO EL EMPLEO DE CAUCHO RECICLADO Y PLÁSTICO RECICLADO, ANEXO ASTOBAMBA - PROVINCIA CAJATAMBO-2020

Subpresupuesto 002 PAVIMENTO CON CAUCHO RECICLADO

Cliente ANICAMA ROQUE LINDA MILAGROS Costo al 09/11/2020

Lugar LIMA - CAJATAMBO - CAJATAMBO

Item	Descripción	Und.	Metrado	Precio S/.	Parcial S/.
01	PAVIMENTO CON CAUCHO RECICLADO				540,968.52
01.01	OBRAS PROVISIONALES				9,275.87
01.01.01	CARTEL DE IDENTIFICACIÓN DE LA ACTIVIDAD DE 3.60 X 2.40 M	und	1.00	922.88	922.88
01.01.02	ALQUILER DE LOCAL O CASA / OFICINA,ALMACENAMIENTO	glb	2.00	400.00	800.00
01.01.03	SUMINISTRO DE DEPÓSITO PROVISIONAL PARA AGUA	und	1.00	1,646.80	1,646.80
01.01.04	MOVILIZACIÓN Y DESMOVILIZACIÓN DE EQUIPOS	glb	1.00	5,905.39	5,905.39
01.02	OBRAS PRELIMINARES				77,070.91
01.02.01	TRAZO, NIVELACIÓN Y REPLANTEO DE EQUIPOS	m2	6,293.00	3.50	22,025.50
01.02.02	DEMOLICION DE PAVIMENTO FLEXIBLE E=45cm	m3	2,831.88	18.06	51,143.75
01.02.03	LIMPIEZA MANUAL DEL TERRENO	m2	6,293.00	0.62	3,901.66
01.03	MOVIMIENTO DE TIERRAS				169,758.84
01.03.01	CORTE DE TERRENO A NIVEL DE SUB-RASANTE CON EQUIPO	m3	1,887.00	2.45	4,623.15
01.03.02	PERFILADO,NIVELACIÓN Y COMPACTADO DE SUB-RASANTE P /PAVIMENTO,CON MAQUINARIA	m2	6,293.00	2.10	13,215.30
01.03.03	CONFORMACION C / EQUIPO DE CAPA DE BASE e=0.30 m P / PAVIMENTO	m2	6,293.00	15.85	99,744.05
01.03.04	CONFORMACION C / EQUIPO DE CAPA DE SUB BASE e=0.30 m P / PAVIMENTO	m2	6,293.00	4.58	28,821.94
01.03.05	ELIMINACION DE MATERIAL EXCEDENTE DFROM <= 10 km	m3	849.56	27.49	23,354.40
01.04	PAVIMENTACIÓN				250,063.82
01.04.01	IMPRIMACION ASFALTICA MC-30	m2	6,293.00	6.75	42,477.75
01.04.02	CARPETA ASFALTICA EN CALIENTE DE 1.97"	m2	6,293.00	32.99	207,606.07
01.05	REDUCTORES DE VELOCIDAD				3,600.00
01.05.01	CONSTRUCCION DE REDUCTORES DE VELOCIDAD	glb	3.00	1,200.00	3,600.00
01.06	SEÑALIZACIÓN DE PAVIMENTACION				23,666.19
01.06.01	LINEA DISCONTINUA	mll	552.00	10.49	5,790.48
01.06.02	LINEA CONTINUA	mll	1,015.00	10.49	10,647.35
01.06.03	SEÑALIZACIÓN VERTICAL	und	12.00	602.53	7,230.36
01.07	MITIGACION DEL IMPACTO AMBIENTAL				5,000.00
01.07.01	PLAN DE MANEJO AMBIENTAL	glb	1.00	5,000.00	5,000.00
01.08	OTROS				2,511.69
01.08.01	LIMPIEZA FINAL DE OBRA	glb	1.00	2,511.69	2,511.69
	COSTO DIRECTO				540,968.52
	GASTOS GENERALES (10%)				54,096.85
	UTILIDAD (10%)				54,096.85
	SUBTOTAL				649,162.22
	IGV (18%)				116,849.29
	TOTAL PRESUPUESTO				766,011.42

SON : SETECIENTOS SESENTISEIS MIL ONCE Y 42/100 NUEVOS SOLES

FIGURA 32 – PRESUPUESTO DE PAVIMENTO FLEXIBLE CON CAUCHO RECICLADO

INTERPRETACIÓN

En la figura 2 de la presente investigación se puede observar el diseño modificado de mezcla asfáltica adicionando caucho reciclado, considerando un 6.3% de porcentaje óptimo determinado en laboratorio, donde el monto del presupuesto del pavimento flexible con caucho reciclado fue de S/. 766,011.42 (Setecientos setentiseis mil once con 42/100 nuevos soles).

Presupuesto

Presupuesto	0103001	DISEÑO DEL PAVIMENTO ASFALTADO COMPARANDO EL EMPLEO DE CAUCHO RECICLADO Y PLÁSTICO RECICLADO, ANEXO ASTOBAMBA - PROVINCIA CAJATAMBO-2020		
Subpresupuesto	003	PAVIMENTO CON PLÁSTICO RECICLADO		
Cliente		ANICAMA ROQUE LINDA MILAGROS	Costo al	09/11/2020
Lugar		LIMA - CAJATAMBO - CAJATAMBO		

Item	Descripción	Und.	Metrado	Precio S/.	Parcial S/.
01	PAVIMENTO CON PLÁSTICO RECICLADO				540,653.87
01.01	OBRAS PROVISIONALES				9,275.87
01.01.01	CARTEL DE IDENTIFICACIÓN DE LA ACTIVIDAD DE 3.60 X 2.40 M	und	1.00	922.88	922.88
01.01.02	ALQUILER DE LOCAL O CASA / OFICINA,ALMACENAMIENTO	gb	2.00	400.00	800.00
01.01.03	SUMINISTRO DE DEPÓSITO PROVISIONAL PARA AGUA	und	1.00	1,646.80	1,646.80
01.01.04	MOVILIZACION Y DESMOVILIZACION DE EQUIPOS	gb	1.00	5,905.39	5,905.39
01.02	OBRAS PRELIMINARES				77,070.91
01.02.01	TRAZO, NIVELACIÓN Y REPLANTEO DE EQUIPOS	m2	6,293.00	3.50	22,025.50
01.02.02	DEMOLICION DE PAVIMENTO FLEXIBLE E=45cm	m3	2,831.88	18.06	51,143.75
01.02.03	LIMPIEZA MANUAL DEL TERRENO	m2	6,293.00	0.62	3,901.66
01.03	MOVIMIENTO DE TIERRAS				169,758.84
01.03.01	CORTE DE TERRENO A NIVEL DE SUB- RASANTE CON EQUIPO	m3	1,887.00	2.45	4,623.15
01.03.02	PERFILADO NIVELACIÓN Y COMPACTADO DE SUB- RASANTE P /PAVIMENTO,CON MAQUINARIA	m2	6,293.00	2.10	13,215.30
01.03.03	CONFORMACION C / EQUIPO DE CAPA DE BASE e=0.30 m P / PAVIMENTO	m2	6,293.00	15.85	99,744.05
01.03.04	CONFORMACION C / EQUIPO DE CAPA DE SUB BASE e=0.30 m P / PAVIMENTO	m2	6,293.00	4.58	28,821.94
01.03.05	ELIMINACION DE MATERIAL EXCEDENTE DFROM < =10 km	m3	849.56	27.49	23,354.40
01.04	PAVIMENTACIÓN				249,769.17
01.04.01	IMPRIMACION ASFALTICA MC-30	m2	6,293.00	6.75	42,477.75
01.04.02	CARPETA ASFALTICA EN CALIENTE DE 1.9"	m2	6,293.00	32.94	207,291.42
01.05	REDUCTORES DE VELOCIDAD				3,600.00
01.05.01	CONSTRUCCION DE REDUCTORES DE VELOCIDAD	gb	3.00	1,200.00	3,600.00
01.06	SEÑALIZACION DE PAVIMENTACION				23,668.19
01.06.01	LINEA DISCONTINUA	mli	552.00	10.49	5,790.48
01.06.02	LINEA CONTINUA	mli	1,015.00	10.49	10,647.35
01.06.03	SEÑALIZACIÓN VERTICAL	und	12.00	602.53	7,230.36
01.07	MITIGACION DEL IMPACTO AMBIENTAL				5,000.00
01.07.01	PLAN DE MANEJO AMBIENTAL	gb	1.00	5,000.00	5,000.00
01.08	OTROS				2,511.69
01.08.01	LIMPIEZA FINAL DE OBRA	gb	1.00	2,511.69	2,511.69
	COSTO DIRECTO				540,653.87
	GASTOS GENERALES (10%)				54,065.39
	UTILIDAD (10%)				54,065.39
	SUBTOTAL				648,784.65
	IGV (18%)				116,781.24
	TOTAL PRESUPUESTO				765,565.89

SON : SETECIENTOS SESENTICINCO MIL QUINIENTOS SESENTICINCO Y 89/100 NUEVOS SOLES

FIGURA 33 – PRESUPUESTO DE PAVIMENTO FLEXIBLE CON PLÁSTICO RECICLADO

INTERPRETACIÓN

En la figura 3 de la presente investigación se puede observar el diseño modificado de mezcla asfáltica adicionando plástico reciclado, considerando un 6.3% de porcentaje óptimo determinado en laboratorio, donde el monto del presupuesto del pavimento flexible con plástico reciclado fue de S/. 765,565.89 (Setecientos setenticinco mil quinientos sesenticinco con 89/100 nuevos soles).

V. DISCUSIÓN

A continuación, se, presentan las siguientes discusiones:

Los resultados del estudio fueron datos que se obtuvo de los ensayos realizados en el laboratorio de suelos JCH S.A.C que son confrontadas con las normas del ASTM y las normas peruanas. Mediante esto se realizó 15 muestras para cada diseño asfáltico modificado con 4% de caucho y 2% de plástico, demostrando así que el plástico reciclado presenta mayor resistencia, durabilidad, flujo, estabilidad. Ya que el presente trabajo de investigación tiene como principal propósito determinar el Diseño del pavimento asfáltico comparando el empleo de caucho reciclado y plástico reciclado, Anexo Astobamba -Provincia Cajatambo -2020.

Dicho resultado en comparación con el 5% obtenido por Luque (2019) en su investigación “influencia de la incorporación del tereftalato de polietileno en el comportamiento de los parámetros del diseño Marshall del concreto asfáltico”, varia ligeramente ya que podemos atribuir esta ligera diferencia en distintos factores como la altura en que se desarrollaron las investigaciones, el óptimo de cemento asfáltico ya que en dicha investigación se usó 6.0%.A la vez otra atenuante fueron los resultados de las características Marshall.

Por otra parte, en está presente investigación se usó una proporción de mezcla modificada de plástico reciclado con 2% (PR) y un óptimo cemento asfáltico de 6.3% con el que se puede ver una diferencia en los resultados de las características Marshall.

Así como también; Sibal, Das & Pandey (2000) realizaron modificaciones del asfalto vía seca agregando caucho molido con el que demostraron que genera mezclas resistentes al fenómeno de fatiga con diversos rangos de temperatura.

La presente tesis desarrollada guarda relación con lo obtenido por Pereda y Cubas (2015), ya que conforme se va aumentando mayor proporción de caucho se obtiene menor estabilidad y mayor punto de ablandamiento en relación a la muestra control, pero son diferentes en cuanto a los valores numéricos.

Por otra parte, se concuerda con los resultados obtenidos por Quispe y Sañac (2019) ya que está usando el PET en varias proporciones teniendo como principal al 2% haciendo que mejore en el flujo, estabilidad y vacíos a su vez al comprobar que la incorporación de PET es un procedimiento sencillo y numeroso en nuestro país sin costo alguno por ser un material reciclado, ya que el plástico reciclado es desechado.

En la presente tesis se puede indicar que los resultados obtenidos del programa S10 costos y presupuestos guardan semejanza con Capcha (2018) en cuanto a los beneficios que se obtiene al modificar el asfalto, ya que se sostiene que el costo total de la mezcla asfáltica modificada disminuye en cuanto a la mezcla convencional, a su vez añadiéndole mejor comportamiento mecánico.

Por otra parte, en la presente tesis en comparación con el 3% obtenido por Carrizales (2015) en su investigación “asfalto modificado con material reciclado de llantas para su aplicación en pavimentos flexibles, varia en los resultados de las características Marshall, teniendo en cuenta que al agregar mayor proporción de caucho es menor la estabilidad y mayor flujo.

Finalmente, luego de haber realizado los ensayos, los resultados ratifican que al usar mayor proporción en el caucho y plástico se pierde las características, ya que al usarse el PET en un 2% da un resultado por lo tanto positivo y de potencial aplicación en los trabajos de pavimentación, por lo que es necesaria su aplicación y empleo en la pavimentación, por las bondades de esta nueva tecnología.

VI. CONCLUSIONES

Los dos materiales presentados influyen positivamente debido a la mayor adherencia, menor flujo, rigidez, estabilidad y durabilidad del asfalto en comparación del asfalto convencional, así mismo es homogéneo en la mezcla de los agregados y el cemento asfáltico, también presenta ahorro económico a lo largo de su vida útil debido a ser más duradero evitando los mantenimientos o rehabilitación cada 10 o 15 años, realizando los mantenimientos cada 15 a 20 años. Comparando el pavimento con caucho reciclado (PCR) y pavimento con plástico reciclado (PPR), El PPR es mejor debido a que presenta mayor estabilidad = 1368 kg, comparados con el PCR y su estabilidad = 1261 kg.

A su vez resultan económicamente considerables, ya que al incrementar caucho reciclado (CR) y plástico reciclado (PR) a la mezcla asfáltica caliente (MAC), este reemplaza en gran parte al agregado fino. Por otro lado, se obtuvo un presupuesto de s/.776.437.16 para un pavimento convencional y un presupuesto de s/. 766,011.42 para un pavimento con caucho reciclado (PCR), finalmente un presupuesto s/. 765,565.89 para pavimento con plástico reciclado (PPR). Así también el beneficio del costo se mostró en la cantidad del monto expresado en moneda nacional (Nuevos Soles), con lo que se concluyó que el diseño de mezcla asfáltica con 2% de plástico reciclado (PR) y 4% de caucho reciclado (CR) es menos costoso que un diseño de mezcla convencional.

Sin embargo se puede ver que estos materiales contribuyen en el diseño de la mezcla asfáltica teniendo como componente principal el caucho reciclado (CR) Y plástico reciclado(PR) ya que los granos de caucho y plástico ayudan en el comportamiento mecánico de la mezcla asfáltica, a su vez se puede notar que mejora las propiedades mecánicas de la misma, corroborando con un mismo óptimo contenido de asfalto de 6.3%, los vacíos, flujo entre otras características MARSHALL es mayor con la adición de 4% de caucho reciclado y 2 % de plástico reciclado con respecto a la mezcla de asfalto convencional.

Se pudo concluir que al emplear asfaltos modificados con caucho reciclado (CR) y plástico reciclado (PR) influyen en los vacíos, flujo, vacíos de agregado mineral comprobando que contribuyen en estos aspectos de la característica Marshall, a su vez se sabe que el caucho y plástico generan contaminación al ser desechadas en playas, ríos, etc. También se puede notar la mejora del tiempo de vigencia de las vías con más años de durabilidad estimando en el estudio que se aumenta en por lo menos 10 años que las mezclas tradicionales.

VII. RECOMENDACIONES

Se recomienda a la Municipalidad Provincial de Cajatambo el uso del caucho y tereftalato de polietileno triturado, como material en las mezclas asfálticas en caliente para la pavimentación de sus diferentes calles y anexos, ya que debido al uso de estos polímeros permitirá la obtención de beneficio social, económico, agrícola, ganadera y principalmente ambientales para la Provincia y anexos.

Se recomienda también a los pobladores de la Provincia y anexos cercanos la recolección de CAUCHO y PET, ya que de alguna manera u otra ayudará al medio ambiente, además su fabricación en las mezclas asfálticas tendría un impacto medioambiental mucho menor y requeriría menos mantenimiento. A su vez también tomar charlas sobre el uso de estos polímeros en carreteras, pistas, etc.

Se recomienda a su vez a la comunidad educativa de la Provincia, Distrito y anexos promover dando charlas a los estudiantes y explicar el gran beneficio e importancia de reciclar el caucho y plástico, ya que con ello se realizaría la pavimentación de las calles.

Se recomienda a los ingenieros civiles de las diferentes partes del país la incorporación de CAUCHO y PET en diferentes proporciones para determinar las diferentes características Marshall.

Se recomienda la práctica de estos asfaltos modificados a lo largo del país, con fines de tener mejores conclusiones de las ventajas que ofrece en los diversos climas del Perú, por ende, se permitirá profundizar el estudio para tener mejores precisiones en los porcentajes de mezcla.

Se recomienda así también, a todos los encargados de los diseños del concreto asfáltico convencional con respecto a los resultados del análisis comparativo de costos unitarios del concreto asfáltico convencional y el concreto asfáltico modificado incorporar Caucho y PET; porque se pudo corroborar que el costo unitario del concreto asfáltico modificado resultó menor al costo unitario del concreto asfáltico convencional.

REFERENCIAS

- Khan, I. M., Kabir, S., Alhussain, M. A., & Almansoor, F. F. (2016). *Asphalt Design Using Recycled Plastic and Crumb-rubber Waste for Sustainable Pavement Construction*. *Procedia Engineering*, 145, 1557–1564.
- Kofi, S., Kofi, E., Kotoka, F. & Mensah, D. (2020). *Plastic Wastes to Pavement Blocks: A Significant Alternative Way to Reducing Plastic Wastes Generation and Accumulation in Ghana*. *Construction and Building Materials*, 241(118044), 1-7.
- Leng, Z., Padhan, R. & Sreeram, A. (2018). *Production of a Sustainable Paving Material Through Chemical Recycling of PET Waste on Crumbled Rubber-Modified Asphalt*. *Journal of Cleaner Production*, 180, 682–688.
- Nanjegowda, V. H. & Biligiri, K. P. (2020). *Recyclability of Rubber in Asphalt Roadway Systems: A Review of Applied Research and Advancement in Technology*. *Resources, Conservation and Recycling*, 155(104655), 1-15.
- Ozturk, H. I. & Kamran, F. (2019). *Laboratory Evaluation of Dry Process Crumb Rubber Modified Mixtures Containing Warm Mix Asphalt Additives*. *Construction and Building Materials*, 229(116940), 1-10.
- Picado, L. G., Capitão, S. D., & Dias, J. L. (2019). *Crumb Rubber Asphalt Mixtures by Dry Process: Assessment After Eight Years of Use on a Low/Medium Trafficked Pavement*. *Construction and Building Materials*, 247(118577), 9-21.
- Picado, L. G., Capitão, S. D., & Dias, J. L. (2019). *Crumb Rubber Asphalt Mixtures by Dry Process: Assessment After Eight Years of Use on a Low/Medium Trafficked Pavement*. *Construction and Building Materials*, 215, 9–21.
- Segovia, E. C, Y 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 <http://repositorio.ucsp.edu.pe/handle/20.500.12590/16229>.

- Cerda, E. A, Y Pintado, Y.D. (2020). *Uso del caucho en el diseño del pavimento flexible, en avenida los algarrobos, tramo avenida las amapolas – avenida gustavo mohme, veintiséis de octubre, piura - 2018* (Tesis de pregrado, Universidad César Vallejo, Piura, Perú). Recuperado de <http://repositorio.ucv.edu.pe/handle/UCV/32285>.
- Ramírez, P, y Tananta, W.O. (2019). *Diseño de carpeta asfáltica aplicando gránulos de plástico reciclado para mejorar la transitabilidad del Jr.San Martin, distrito de Talabosos - 2018* (Tesis de pregrado, Universidad César Vallejo, Tarapoto, Perú). Recuperado de <http://repositorio.ucv.edu.pe/handle/UCV/31276>.
- Espinoza, S.L. (2019). *Utilización del plástico PET reciclado como agregado ligante para un diseño de mezcla asfáltica en caliente de bajo tránsito en la ciudad de Huánuco - 2018* (Tesis de pregrado, Universidad nacional “Hermilio Valdizán”de Huánuco, Perú). Recuperado de <http://repositorio.unheval.edu.pe/handle/UNHEVAL/4726>.
- Capcha, K.J. (2018). *Diseño de mezcla asfáltica con incorporación del caucho reciclado, Tacna 2018* (Tesis de pregrado, Universidad César Vallejo, Lima, Perú). Recuperado de <http://repositorio.ucv.edu.pe/handle/UCV/36367>.
- Cabezas, V, y Mendoza, C.F. (2018). *Alternativa de diseño de mezcla asfáltica en caliente con polvo de caucho de NFU para la ciudad de Lima 2018* (Tesis de pregrado, Universidad César Vallejo, Lima, Perú). Recuperado de <http://repositorio.ucv.edu.pe/handle/UCV/34939>.
- Castillo, E.H., y Saucedo, Y.A. (2019). *Estabilización del suelo con PET reciclado con fines de pavimentación, Asentamiento Humano Miraflores alto – Chimbote –Ancash - 2019* (Tesis de pregrado, Universidad César Vallejo, Chimbote, Perú). Recuperado de <http://repositorio.ucv.edu.pe/handle/UCV/35882>.

- Meza, Y. (2018). *Propiedades físico – mecánicas de adoquines elaborados con plástico reciclado para pavimento peatonal en el centro Comercial Tambo plaza, Lurín -2017* (Tesis de pregrado, Universidad César Vallejo, Lima, Perú). Recuperado de <http://repositorio.ucv.edu.pe/handle/UCV/26903>.
- Valverde, J.C. (2018). *Influencia del tamaño de partículas de hule reciclado en las propiedades mecánicas del pavimento asfáltico modificado, Nuevo Chimbote-2018* (Tesis de pregrado, Universidad César Vallejo, Chimbote , Perú). Recuperado de <http://repositorio.ucv.edu.pe/handle/UCV/26372>.
- Norma Técnica de Edificaciones (2010). *CE.010 Pavimentos Urbanos. Reglamento Nacional de Edificaciones*, 63-92.
- Shu, X. & Huang, B. (2014). *Recycling of Waste Tire Rubber in Asphalt and Portland Cement Concrete: An Overview. Construction and Building Materials*, 67, 217–224.
- Guochao, Q. (2009). *Asphalt Rubber. Nanjing, China: Conference*.
- Rondón, H., & Reyes, F. (2015). *Pavimentos materiales, construcción y diseño. Bogotá, Colombia: ECOE*.
- Flexicon (2016). Recuperado de <https://www.flexicon.es/Materiales-Manejados/Caucho-Granulado.html>
- National Geographic (2019). Recuperado de <https://www.nationalgeographic.es/medio-ambiente/2019/09/neumaticos-gran-fuente-contaminación-plastico>.
- Hernández, R., Fernández, C. & Baptista, P. (2011). *Metodología de la investigación: 5º Ed. México: 2011, 656 pp.*
- Parella, S. y Martins, F. (2008). *Metodología de la Investigación Cuantitativa (2ª Edición)*. Caracas: FEDUPEL
- Rodríguez, M. A. (2010). *Métodos de investigación. Culiacán, Mexico: Universidad Autónoma de Sinaloa*

- Sánchez, H. y Reyes, C. (2006) *Metodología y diseño de la investigación científica*. Lima: Editorial Visión Universitaria
- Hernández, R., Fernández, C. & Baptista, P. (2014). Selección de la muestra. En *Metodología de la Investigación* (pp. 170-191). México: McGraw-Hill.
- Arias, J., Villasís, M. y Miranda, M. (2016). El protocolo de investigación III: La Población de estudio. *Rev Alerg Méx*, 63(2), 201-206.
- Tamayo, M. (2004). *El proceso de la investigación científica* (pp.440). México D.F.: Limusa.
- Otzen, T, Manterola, C. (2017) *Técnicas de Muestreo sobre una Población a Estudio*, *Int. J. Morphol.* [Online]. 2017, vol.35, n.1, pp.227-232. ISSN 0717-9502. <http://dx.doi.org/10.4067/S0717-95022017000100037>.
- Gómez, M. (2016). *Introducción a la Metodología de la investigación científica*. Córdoba: Editorial Brujas.
- Valarino, E. (2015). *Metodología de la investigación* (pp.227). México, D.F. Trillas, 2015
- Ávila, H. (2006). *Introducción a la metodología de la investigación* (pp.97). CD. Cuauhtémoc, Chihuahua, México, 2006
- Valarino, E. (2015). *Metodología de la investigación* (pp.229). México, D.F. Trillas, 2015
- Sibal, A., Das, A., & Pandey, B. (2000). Flexural fatigue characteristics of asphalt concrete with crumb rubber. *International Journal of Pavement Engineering*, 1(2), 119-132. doi: 10.1080/10298430008901701
- Manual de carreteras* (2013). EGC. *Especificaciones técnicas generales para construcción* (EG-2013), 569-570.
- Botero, J. H., Valentín, M. O., Suárez, O. M., Santos, J., Acosta, F. J., Cáceres, A. y Pando, M. A. (2005). Gomas Trituradas: Estado del Arte, Situación Actual y Posibles Usos como Materia Prima en Puerto Rico. *Rev. Int. de Desastres Naturales, Accidentes e Infraestructura Civil*. Vol. 5, No. 1, 69-86, 2005.

- Manual de carreteras (2013). Suelos, Geología, Geotecnia y Pavimentos. Sección suelos y pavimentos, 23.*
- Lee, S.J., Akisetty, C.K., & Amirkhanian, S. (2008). The Effect of Crumb Rubber Modifier on the Performance Properties of Rubberized Binders in HMA Pavements. Constr. Build. Mater, 22-7, 1368 – 1376, 2008.*
- Parella, S. & Martins, F. (2010). Metodología de la investigación cuantitativa (3ª edición), 86.*
- Luque, A.M. (2019). Influencia de la incorporación del tereftalato de polietileno en el comportamiento de los parámetros del diseño Marshall del concreto asfáltico, Juliaca, 2018 (Tesis de pregrado, Universidad Nacional del Altiplano, Puno, Perú). Recuperado de <http://repositorio.unap.edu.pe/handle/UNAP/13230>.*
- Carrizales, J.J. (2015). Asfalto modificado con material reciclado de llantas para su aplicación en pavimentos flexibles (Tesis de pregrado, Universidad Nacional del Altiplano, Puno, Perú). Recuperado de <http://repositorio.unap.edu.pe/handle/UNAP/1888>.*
- Ubidia, L.E. (2019). Diseño de pavimento flexible con la utilización de polvo de caucho reciclado para minimizar la generación de fisuras del jr. Jorge Chávez cdra.01-09 Ciudad de Tarapoto San Martin (Tesis de pregrado, Universidad César Vallejo, Lima, Perú). Recuperado de <http://repositorio.ucv.edu.pe/handle/20.500.12692/31570>.*
- Quispe, E., & Sañac, M. (2019). Influencia de la incorporación de plástico reciclado triturado-PET en el mejoramiento del suelo a nivel sub rasante en la prolongación de la AV. Micaela Bastidas, Tamburco – Abancay, 2018 (Tesis de pregrado, Universidad Tecnológica de los Andes, Abancay, Perú). Recuperado de <http://repositorio.utea.edu.pe/handle/utea/206>.*
- Inei (2020). Recuperado de https://www.inei.gob.pe/media/MenuRecursivo/publicaciones_digitales/Est/Lib1743/Libro.pdf.*

ANEXOS

ANEXO 1: MATRIZ DE OPERACIONALIZACIÓN DE VARIABLES (TABLA 26)

Variable	Definición conceptual	Definición operacional	Dimensiones	Indicadores	Escala de medición
Independiente Caucho reciclado y plástico reciclado	<p>Flexicon (2016) El caucho reciclado, también conocido como, caucho para asfalto se deriva más comúnmente de los neumáticos reciclados de automóviles y camiones.</p> <p>Vida sostenible (2019) El inicio del desarrollo del plástico moderno tuvo lugar en 1855 con la invención del “Parkesine” de Alexander Parkes. “Parkesine” es conocido hoy como celuloide y es un plástico derivado de un polímero natural, la celulosa.</p>	<p>Rondon y Reyes (2015) Mejoran la resistencia del fenómeno de ahuellamiento y fatiga, disminuyen el espesor del pavimento, incremento notable de la resistencia en tracción indirecta bajo carga monotónica.</p>	Porcentaje	Rango de 2 a 4%	De razón
			Propiedades físicas y químicas	Compresión	De razón
				Deformación	
Propiedades mecánicas	Porcentaje de vacíos	De razón			
Dependiente Diseño del pavimento asfaltado	<p>Los ingenieros de NTE CE.010 Pavimentos Urbanos (2010) Definieron:</p> <p>El Pavimento es una estructura compuesta por capas que apoya en toda su superficie sobre el terreno preparado para soportarla durante un lapso denominado período de Diseño y dentro de un rango de serviciabilidad. Esta definición incluye pistas, estacionamientos, aceras o veredas, pasajes peatonales y ciclovías. (p. 43)</p>	<p>Parera (2017) Son estructuras sobre capas superpuestas de materiales procesados por encima del terreno natural, con la finalidad de distribuir las cargas aplicadas a la subrasante.</p>	Residuos solidos	Volumen	De razón
				Costo y beneficio	
			Costos	Metrados y presupuestos	De razón
Mezcla asfáltica	De razón				
		Vacíos			
Flujo					

ANEXO 2: MATRIZ DE CONSISTENCIA (TABLA 27)

Diseño del Pavimento Asfaltado comparando el empleo de caucho reciclado y plástico reciclado, Anexo Astobamba – Provincia Cajatambo-2020

Problema	Objetivo	Hipótesis	Variables	Dimensiones	Indicadores	Métodos	Técnicas	Instrumentos
<p>Problema general:</p> <p>¿De qué manera el empleo de caucho reciclado y plástico reciclado influye en el diseño del pavimento asfaltado, Anexo Astobamba –Provincia Cajatambo -2020?</p>	<p>Objetivo general:</p> <p>Determinar de qué manera el empleo de caucho reciclado y plástico reciclado influye en el diseño del pavimento asfaltado, Anexo Astobamba –Provincia Cajatambo -2020.</p>	<p>Hipótesis general:</p> <p>El caucho reciclado y el plástico reciclado influye significativamente en el diseño del pavimento asfaltado, Anexo Astobamba-Provincia Cajatambo-2020.</p>	<p>Variable independiente:</p> <p>Caucho reciclado Y plástico reciclado</p>	<p>Porcentaje</p> <p>Propiedades físicas y químicas</p> <p>Propiedades mecánicas</p>	<p>Rango de 3 a 4 %</p> <p>Compresión</p> <p>Deformación</p> <p>Porcentaje de vacíos</p>	<p>Enfoque:</p> <p>Cuantitativa</p> <p>Tipo de investigación:</p> <p>Experimental</p> <p>Diseño de la investigación:</p> <p>Descriptiva comparativa</p>	<p>Observación</p> <p>Revisión documental</p>	<p>Ficha de observación</p>
<p>Problemas específicos:</p> <p>PE.1 ¿Cómo influye el empleo de caucho reciclado y el plástico reciclado siendo residuos sólidos en el pavimento asfaltado? Anexo Astobamba –Provincia Cajatambo - 2020.</p>	<p>Objetivos específicos:</p> <p>OE.1 Determinar cómo influye el caucho reciclado y el plástico reciclado siendo residuos sólidos en el pavimento asfaltado, Anexo Astobamba-Provincia Cajatambo - 2020.</p>	<p>Hipótesis específicas:</p> <p>HE.1 El caucho reciclado y el plástico reciclado influye siendo residuos sólidos en el pavimento asfaltado, Anexo Astobamba-Provincia Cajatambo-2020.</p>	<p>Variable dependiente:</p> <p>Diseño del pavimento asfaltado</p>	<p>Residuos sólidos</p> <p>costos</p> <p>Mezcla Asfáltica</p>	<p>Volumen</p> <p>Costo y beneficio</p> <p>Metrados y presupuestos</p> <p>Vacíos</p> <p>Flujo</p>			
<p>PE.2 ¿Cómo contribuye el empleo de caucho reciclado y el plástico reciclado en los costos del pavimento asfaltado? Anexo Astobamba –Provincia Cajatambo - 2020.</p>	<p>OE.2 Identificar la contribución de caucho reciclado y el plástico reciclado en los costos del pavimento asfaltado, en Anexo Astobamba -Provincia Cajatambo- 2020.</p>	<p>HE.2 El caucho reciclado y el plástico reciclado contribuye en los costos del pavimento asfaltado, Anexo Astobamba-Provincia Cajatambo-2020.</p>						
<p>PE.3 ¿El caucho reciclado y el plástico reciclado contribuyen en el diseño de mezcla asfáltica al pavimento asfaltado? Anexo Astobamba-Provincia Cajatambo – 2020.</p>	<p>OE.3 Determinar si el caucho reciclado y el plástico reciclado contribuyen en el diseño de mezcla asfáltica al pavimento asfaltado, Anexo Astobamba-Provincia Cajatambo-2020.</p>	<p>HE.3 El caucho reciclado y el plástico reciclado contribuyen en el diseño de mezcla asfáltica al pavimento asfaltado, Anexo Astobamba-Provincia Cajatambo-2020.</p>						

ANEXO 3: INSTRUMENTO RECOLECCIÓN DE DATOS



CARTA DE PRESENTACIÓN

Mg.

Erica Claudia Bonilla Vera

Presente

Asunto: VALIDACIÓN DE INSTRUMENTOS A TRAVÉS DE JUICIO DE EXPERTOS.

Me es muy grato comunicarme con usted para expresarle mi saludo y asimismo hacer de su conocimiento que, siendo estudiante de la carrera de Ingeniería Civil de la UCV, en la sede de Lima Este, requiero validar el instrumento con el cual recogeré la información necesaria para poder desarrollar mi investigación.

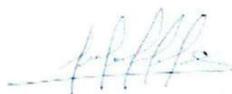
El título del proyecto de investigación es: "Análisis comparativo del caucho granulado y plástico reciclado para la mejora del pavimento asfaltado, Anexo Uramasa – Provincia Cajatambo - 2020" y siendo imprescindible contar con la aprobación de docentes especializados para poder aplicar los instrumentos en mención, he considerado conveniente recurrir a usted, ante su connotada experiencia en temas de pavimentos y concreto.

El expediente de validación, que le hago llegar contiene:

- Carta de presentación.
- Ficha de observación.
- Validación de instrumento.

Expresándole mi sentimiento de respeto y consideración me despido de usted, no sin antes agradecerle por la atención que dispense a la presente.

Atentamente.



Firma

Anicama Roque Linda Milagros

D.N.I: 70687136

VALIDACIÓN DE INSTRUMENTO
I. DATOS GENERALES

- 1.1 Apellidos y Nombres: Mg. Ericka Claudia Bonilla Vera
 1.2 Nombre del instrumento motivo de evaluación: Ficha de observación
 1.3 Autor (a) del instrumento: Anicama Roque Linda Milagros

II. ASPECTOS DE VALIDACIÓN

CRITERIOS	INDICADORES	INACEPTABLE						MINIMAMENTE ACEPTABLE			ACEPTABLE			
		10	15	20	25	30	35	40	45	50	55	60	65	70
1. Claridad	Está formulado con lenguaje comprensible													X
2. Objetividad	Está adecuado a las leyes y principios científicos													X
3. Actualidad	Está adecuado a los objetivos y las necesidades reales de la investigación													X
4. Organización	Existe una organización lógica													X
5. Suficiencia.	Toma en cuenta los aspectos metodológicos esenciales													X
6. Intencionalidad	Está adecuado para valorar las variables de la hipótesis													X
7. Consistencia	Se respalda en fundamentos técnicos y/o científicos													X
8. Coherencia	Existe coherencia entre los problemas, objetivos, hipótesis, variables e indicadores													X
9. Metodología	La estrategia responde una metodología y diseño aplicados para poder lograr probar la hipótesis													X
10. Pertinencia	El instrumento muestra la relación entre los componentes de la investigación y su adecuación al Método científico													X

III. OPINIÓN DE APLICABILIDAD

- El instrumento cuenta con los requisitos para su aplicación.
- El instrumento no cumple con los requisitos para su aplicación.

X

IV. PROMEDIO DE VALORACIÓN

90 %

Lima, 25 Junio del 2020



Firma del experto

Mg. Ericka Claudia Bonilla Vera

D.N.I: 09945649

CARTA DE PRESENTACIÓN

*Recibido
25/06/20*



Ing.
Juan Pablo Rozas Cabello
Presente

Asunto: VALIDACIÓN DE INSTRUMENTOS A TRAVÉS DE JUICIO DE EXPERTOS.

Me es muy grato comunicarme con usted para expresarle mi saludo y asimismo hacer de su conocimiento que, siendo estudiante de la carrera de Ingeniería Civil de la UCV, en la sede de Lima Este, requiero validar el instrumento con el cual recogeré la información necesaria para poder desarrollar mi investigación.

El título del proyecto de investigación es: "Análisis comparativo del caucho granulado y plástico reciclado para la mejora del pavimento asfaltado, Anexo Uramasa – Provincia Cajatambo - 2020" y siendo imprescindible contar con la aprobación de docentes especializados para poder aplicar los instrumentos en mención, hemos considerado conveniente recurrir a usted, ante su connotada experiencia en temas de pavimentos y concreto.

El expediente de validación, que le hago llegar contiene:

- Carta de presentación.
- Ficha de observación.
- Validación de instrumento.

Expresándole mi sentimiento de respeto y consideración me despidió de usted, no sin antes agradecerle por la atención que dispense a la presente.

Atentamente.



Firma

Anicama Roque Linda Milagros

D.N.I: 70687136

VALIDACIÓN DE INSTRUMENTO
I. DATOS GENERALES

- 1.1 Apellidos y Nombres: Ing. Juan Pablo Rozas Cabello
 1.2 Nombre del instrumento motivo de evaluación: Ficha de observación
 1.3 Autor (a) del instrumento: Anicama Roque Linda Milagros

II. ASPECTOS DE VALIDACIÓN

CRITERIOS	INDICADORES	INACEPTABLE					MINIMAMENTE ACEPTABLE			ACEPTABLE				
		10	15	20	25	30	35	40	45	50	55	60	65	70
1. Claridad	Está formulado con lenguaje comprensible											✓		
2. Objetividad	Está adecuado a las leyes y principios científicos											✓		
3. Actualidad	Está adecuado a los objetivos y las necesidades reales de la investigación											✓		
4. Organización	Existe una organización lógica											✓		
5. Suficiencia.	Toma en cuenta los aspectos metodológicos esenciales											✓		
6. Intencionalidad	Está adecuado para valorar las variables de la hipótesis											✓		
7. Consistencia	Se respalda en fundamentos técnicos y/o científicos											✓		
8. Coherencia	Existe coherencia entre los problemas, objetivos, hipótesis, variables e indicadores											✓		
9. Metodología	La estrategia responde una metodología y diseño aplicados para poder lograr probar la hipótesis											✓		
10. Pertinencia	El instrumento muestra la relación entre los componentes de la investigación y su adecuación al Método científico											✓		

III. OPINIÓN DE APLICABILIDAD

- El instrumento cuenta con los requisitos para su aplicación.
- El instrumento no cumple con los requisitos para su aplicación.

IV. PROMEDIO DE VALORACIÓN

90 %

Lima, 25/ JUNIO del 2020


 JUAN PABLO
 ROZAS CABELLO
 INGENIERO CIVIL
 Firma Reg. O.R.N. 203528

Ing. Juan Pablo Rozas Cabello

D.N.I: 42848229

Recibido el
02/07/2020

CARTA DE PRESENTACIÓN

Ing.

Frank Hebert Hernández Anicama

Presente

Asunto: VALIDACIÓN DE INSTRUMENTOS A TRAVÉS DE JUICIO DE EXPERTOS.

Me es muy grato comunicarme con usted para expresarle mi saludo y asimismo hacer de su conocimiento que, siendo estudiante de la carrera de Ingeniería Civil de la UCV, en la sede de Lima Este, requiero validar el instrumento con el cual recogeré la información necesaria para poder desarrollar mi investigación.

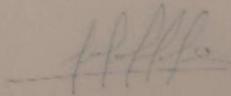
El título del proyecto de investigación es: "Análisis comparativo del caucho granulado y plástico reciclado para la mejora del pavimento asfaltado, Anexo Uramasa – Provincia Cajatambo - 2020" y siendo imprescindible contar con la aprobación de profesionales especializados para poder aplicar los instrumentos en mención, he considerado conveniente recurrir a usted, ante su connotada experiencia en temas de pavimentos y concreto.

El expediente de validación, que le hago llegar contiene:

- Carta de presentación.
- Ficha de observación.
- Validación de instrumento.

Expresándole mi sentimiento de respeto y consideración me despidió de usted, no sin antes agradecerle por la atención que dispense a la presente.

Atentamente.



Firma

Anicama Roque Linda Milagros

D.N.I: 70687136

VALIDACIÓN DE INSTRUMENTO
I. DATOS GENERALES

- 1.1 Apellidos y Nombres: Frank Hebert Hernández Anicama
 1.2 Nombre del instrumento motivo de evaluación: Ficha de observación
 1.3 Autor (a) del instrumento: Anicama Roque Linda Milagros

II. ASPECTOS DE VALIDACIÓN

CRITERIOS	INDICADORES	INACEPTABLE						MINIMAMENTE ACEPTABLE			ACEPTABLE			
		10	15	20	25	30	35	40	45	50	55	60	65	70
1. Claridad	Está formulado con lenguaje comprensible										✓			
2. Objetividad	Está adecuado a las leyes y principios científicos										✓			
3. Actualidad	Está adecuado a los objetivos y las necesidades reales de la investigación										✓			
4. Organización	Existe una organización lógica										✓			
5. Suficiencia	Toma en cuenta los aspectos metodológicos esenciales										✓			
6. Intencionalidad	Está adecuado para valorar las variables de la hipótesis										✓			
7. Consistencia	Se respalda en fundamentos técnicos y/o científicos										✓			
8. Coherencia	Existe coherencia entre los problemas, objetivos, hipótesis, variables e indicadores										✓			
9. Metodología	La estrategia responde una metodología y diseño aplicados para poder lograr probar la hipótesis										✓			
10. Pertinencia	El instrumento muestra la relación entre los componentes de la investigación y su adecuación al Método científico										✓			

III. OPINIÓN DE APLICABILIDAD

- El instrumento cuenta con los requisitos para su aplicación.
 - El instrumento no cumple con los requisitos para su aplicación.

IV. PROMEDIO DE VALORACIÓN

55 %

Lima, 02 de Julio del 2020


Frank H. Hernández Anicama
INGENIERO CIVIL
C.I.P. N° 176805

Firma del experto

Ing. Frank Hebert Hernández Anicama

D.N.I: 71119581

ANEXO 5: ANÁLISIS GRANULOMÉTRICO

	FORMULARIO	Código : D-03
	INFORME DE RESULTADOS DE ENSAYO	Revisión : 1
		Fecha : -
		Página : 3-3

INFORME N° : JCH 20-115
SOLICITANTE : ANICAMA ROQUE LINDA MILAGROS
PROYECTO : DISEÑO DEL PAVIMENTO ASFALTADO COMPARANDO EL EMPLEO DE CAUCHO RECICLADO Y PLÁSTICO RECICLADO, ANEXO ASTOBAMBA_PROVINCIA CAJATAMBO_2020

UBICACION : ASTOBAMBA _ PROVINCIA CAJATAMBO

FECHA : NOVIEMBRE DEL 2020

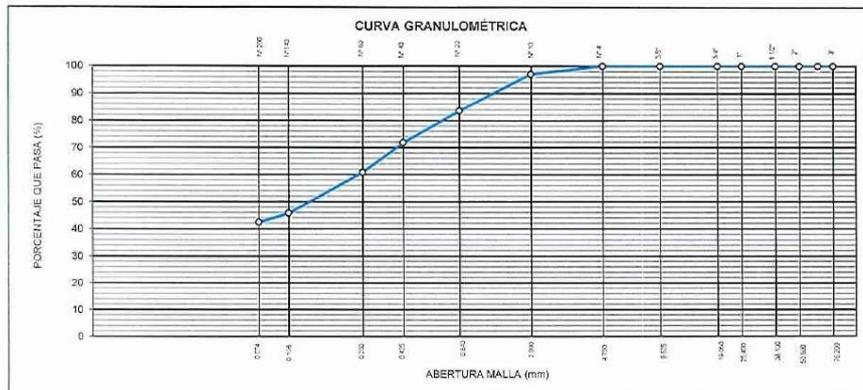
Datos de la Muestra:

Cantera	:	-	Fecha de Recepción	:	02/11/2020
Calicata	:	C-1	Fecha de Ejecución	:	03/11/2020
Muestra	:	M-1			
Prof. (m)	:	-			
Progresiva	:	-			
Coordenadas	:	-			

ANÁLISIS GRANULOMÉTRICO POR TAMIZADO - ASTM D422 / MTC-E107

Peso Global (seco) (g) 602,2

TAMIZ	ABERTURA (mm)	P. RET. (gr)	RET. (%)	PASA (%)	
3"	76,20	--	--	100,0	% Grava [N° 4 < f < 3"] 0,0
2"	50,80	--	--	100,0	% Arena [N° 200 < f < N° 4] 57,6
1 1/2"	38,10	--	--	100,0	% Finos (< N° 200) 42,4
1"	25,40	--	--	100,0	
3/4"	19,05	--	--	100,0	LIMITES DE CONSISTENCIA
3/8"	9,525	--	--	100,0	Limite Líquido (%) ASTM D4318-05 40,2
N° 4	4,760	--	--	100,0	Limite Plástico (%) ASTM D4318-05 27,8
N° 10	2,000	18,0	3,0	97,0	Índice de Plasticidad (%) ASTM D4318-05 12,4
N° 20	0,840	80,7	13,4	86,6	Contenido de Humedad ASTM D-2216-05
N° 40	0,425	71,2	11,8	71,8	Humedad (%) 8,6
N° 60	0,260	65,0	11,0	60,8	CLASIFICACION
N° 140	0,106	91,2	15,1	45,7	CLASIFICACION SUCS ASTM D 2457-05 SM
N° 200	0,074	19,9	3,3	42,4	CLASIFICACION AASHTO ASTM D 3282-04 A-6(2)
-200		255,1	42,4	0,0	Descripción de la muestra : ARENA LIMOSA



Observación : El uso de esta información es exclusiva del solicitante
 Realizado por Tec. J.Ch

- Equipos Usados**
- Bal-TAJ4001-N°1
 - Hor-01-jch
 - Equipo de Casagrande ELE
 - Bal-SE402F-N°2




JAVIER FRANCISCO
ULLCA CLAVIJO
 INGENIERO CIVIL
 R.D.S. CIP N° 193667

	FORMULARIO	Código : D-01
	INFORME DE RESULTADOS DE ENSAYO	Revisión : 1
		Fecha : -
		Página : 2-3

**ENSAYO DE CONTENIDO DE HUMEDAD
ASTM D2216, MTC E 108**

INFORME N° : JCH 20-115
SOLICITANTE : ANICAMA ROQUE LINDA MILAGROS
PROYECTO : DISEÑO DEL PAVIMENTO ASFALTADO COMPARANDO EL EMPLEO DE CAUCHO RECICLADO Y PLÁSTICO RECICLADO, ANEXO ASTOBAMBA_PROVINCIA CAJATAMBO_2020
 :
UBICACIÓN : ASTOBAMBA _ PROVINCIA CAJATAMBO

FECHA : NOVIEMBRE DEL 2020

DATOS DE LA MUESTRA

Cantera	: -	Fecha de Recepción	: 02/11/20
Calicata	: C-1	Fecha de Ejecución	: 03/11/20
Muestra	: M-1		
Prof. (m)	: -		
Progresiva	: -		
Coordenadas	: -		

Recipiente N°		1	2
Peso de suelo humedo + tara	g	307,3	358,6
Peso de suelo seco + tara	g	287,4	334,2
Peso de tara	g	54,3	55,2
Peso de agua	g	19,9	24,4
Peso de suelo seco	g	233,1	279,0
Contenido de agua	%	8,5	8,7
Contenido de Humedad (%)		8,6	

Observacion : El uso de esta información es exclusiva del solicitante
Realizado por Tec. J.Ch

Equipos Usados

Bal-TAJ4001-N°1
 Hor-01-jch




**JAVIER FRANCISCO
 ULLOA CLAVIJO
 INGENIERO CIVIL
 REG. CIP N° 190097**

	FORMULARIO	Código : D-04
	INFORME DE RESULTADOS DE ENSAYO	Revisión : 1 Fecha : - Página : 1-3

**ENSAYO DE LÍMITE DE CONSISTENCIA
ASTM D4318, MTC E 110 - E 111**

INFORME N° : JCH 20-115
SOLICITANTE : ANICAMA ROQUE LINDA MILAGROS
PROYECTO : DISEÑO DEL PAVIMENTO ASFALTADO COMPARANDO EL EMPLEO DE CAUCHO RECICLADO Y PLÁSTICO RECICLADO, ANEXO ASTOBAMBA_PROVINCIA CAJATAMBO_2020

UBICACIÓN : ASTOBAMBA _ PROVINCIA CAJATAMBO

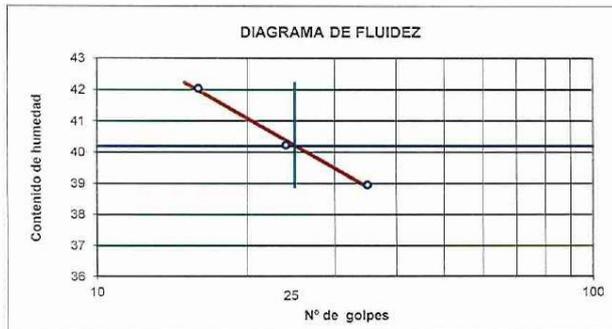
FECHA : NOVIEMBRE DEL 2020

Datos de la Muestra

Cantera : -
Calicata : C-1
Muestra : M-1
Prof. (m) : -
Progresiva : -
Coordenadas : -

Fecha de Recepción : 02/11/20
Fecha de Ejecución : 03/11/20

DESCRIPCIÓN	LÍMITE LÍQUIDO			LÍMITE PLÁSTICO	
	1	2	3	1	2
ENSAYO No.	1	2	3	1	2
NUMERO DE GOLPES	16	24	35		
PESO DE LA LATA (gr)	11,32	10,00	10,54	13,45	12,86
PESO LATA + SUELO HÚMEDO (g)	28,62	26,00	27,13	21,60	22,23
PESO LATA + SUELO SECO (g)	23,50	21,41	22,48	19,83	20,19
PESO AGUA (g)	5,12	4,59	4,55	1,77	2,04
PESO SUELO SECO (g)	12,18	11,41	11,94	6,38	7,33
CONTENIDO DE HUMEDAD (%)	42,0	40,2	38,9	27,7	27,8



LÍMITE LÍQUIDO (%)	40,2
LÍMITE PLÁSTICO (%)	27,8
ÍNDICE DE PLASTICIDAD (%)	12,4

Pasante de la malla N°40

Observación : El uso de esta información es exclusiva del solicitante
Realizado por Tec. J.Ch

Equipos Usados

- Bal-SE402F-N°2
- Hor-01-jch
- Vidrio esmerilado
- Equipo de Casagrande ELE




JAVIER FRANCISCO
 ULLOA CLAVIJO
 INGENIERO CIVIL
 Reg. CIP N° 193667

LABORATORIO DE SUELOS JCH S.A.C.

RUC 20602256872 Av. Proceres de la Independencia #2236 S.J.L. Telf. 976331894 - 016935014

	FORMULARIO	Código : D-20
	INFORME DE RESULTADOS DE ENSAYOS	Revisión : 1
		Fecha : -
		Página : 3 de 3

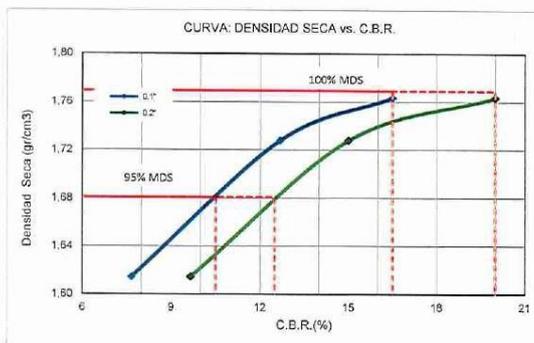
CALIFORNIA BEARING RATIO (CBR)
NTP 339.145 / ASTM D-1883

N° INFORME : JCH 20-115
 SOLICITANTE : ANICAMA ROQUE LINDA MILAGROS
 PROYECTO : DISEÑO DEL PAVIMENTO ASFALTADO COMPARANDO EL EMPLEO DE CAUCHO RECICLADO Y PLÁSTICO RECICLADO, ANEXO ASTOBAMBA_PROVINCIA CAJATAMBO_2020

Fecha de Recepción : 03/11/20
 Fecha de Ejecución : 04/11/20

UBICACIÓN : ASTOBAMBA_ PROVINCIA CAJATAMBO
 FECHA : NOVIEMBRE DEL 2020

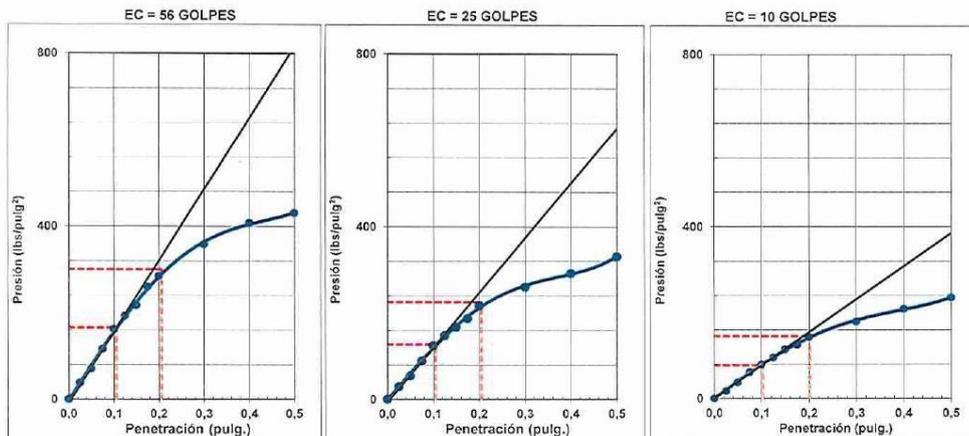
Calicata : C-1 Cantera : - Clasificación SUCS : SM
 Muestra : M-1 Progresiva : - Clasificación AASHTO : A-6(2)
 Prof.(m) : - Coordenadas : -



MÁXIMA DENSIDAD SECA (g/cm3) : 1,769
 OPTIMO CONTENIDO DE HUMEDAD (%) : 16,0
 95% MÁXIMA DENSIDAD SECA (g/cm3) : 1,681

C.B.R. al 100% de M.D.S. (%) 0.1"	16,5	0.2"	20,0
C.B.R. al 95% de M.D.S. (%) 0.1"	10,5	0.2"	12,5

RESULTADOS:
 C.B.R. al 100% de la M.D.S. 0.1" = 16,5
 C.B.R. al 95% de la M.D.S. 0.1" = 10,5
 C.B.R. al 100% de la M.D.S. 0.2" = 20,0
 C.B.R. al 95% de la M.D.S. 0.2" = 12,5



Observaciones : La muestra fue remitida e identificada por el Solicitante.

Equipo usados	Fecha Calibración
Bal-R31P80-N°3	Ene.-2020
Bal-TAJ4001-N°1	Ene.-2020
Hor-01-JCH	Ene.-2020
Maq. Ensayo 50Kn	Ene.-2020



Javier Francisco
 JAVIER FRANCISCO
 ULLOA CLAVIJO
 INGENIERO CIVIL
 Reg. CIP N° 193007

LABORATORIO DE SUELOS S.A.C. Av. Proceres de la Independencia 2236 - S.J.L. - Lima - Perú
 E-mail: lab.suelosjch@gmail.com Telf. 976331849 - 016935014

ANEXO 6: DISEÑO TENTATIVO DE MEZCLAS ASFÁLTICAS MÉTODO MARSHAL

Razón Social: Laboratorio de Suelos JCH S.A.C.
RUC: 20602256872



INFORME DE DISEÑO DISEÑO TENTATIVO DE MEZCLAS ASFÁLTICAS MÉTODO MARSHALL (ASTM D 6926 / ASTM D6927) (RESUMEN)

INFORME : JCH 20-115
 SOLICITANTE : ANICAMA ROQUE, LINDA MILAGROS
 UBICACIÓN : LIMA
 PROYECTO : "DISEÑO DEL PAVIMENTO ASFALTADO COMPARANDO EL EMPLEO DE CAUCHO RECICLADO Y PLÁSTICO RECICLADO, ANEXO ASTOBAMBA - PROVINCIA DE CAJATAMBO - 2020"
 REFERENCIA : MEZCLA ASFÁLTICA EN CALIENTE
 FECHA DE RECEPCIÓN : 11/10/2020

1.- MEZCLA DE AGREGADOS (PORCENTAJES EN PESO)

CANT. CRUSHING
 PIEDRA CHANCADA 3/4" : 25%
 PIEDRA CHANCADA 1/2" : 35%
 ARENA CHANCADA : 63%
 : MAC-2
 : ESPECIFICACIÓN TÉCNICA EG-2013.

2.- LIGANTE BITUMINOSO

Tipo de asfalto : ASFALTO 60/70 PETROPERÚ
 % óptimo de C.A. : 5,8

3.- ADITIVO

Tipo de aditivo : CAUCHO
 % de aditivo en peso del C.A. : 4%

3.- CARACTERÍSTICAS MARSHALL MODIFICADO

Nº DE GOLPES	75	75	75
CEMENTO ASFÁLTICO (% EN PESO DE LA MEZCLA TOTAL)	6,0	6,3	6,6
DENSIDAD SECA BULK (g/cm ³)	2,345	2,358	2,370
VACIOS (%)	5,6	4,8	4,2
V.M.A. (%)	18,2	18,0	17,9
R.B.V. (%)	68,8	73,6	78,4
FLUJO (0,25 mm)	15,4	15,7	15,9
ESTABILIDAD (kg)	1283,0	1236,1	1124,7
RELACIÓN ESTABILIDAD/FLUJO	3286	3104	2778
RELACIÓN POLVO/ASFALTO	1,24	1,18	1,13

4.- TEMPERATURA DE APLICACIÓN (°C)

Según carta de viscosidad
 Temperatura Mezcla: 132,0 °C - 143,0 °C
 Temperatura de Compactación: 125,0 °C - 132,0 °C

5.- OBSERVACIONES

- 1.- Se utilizó asfalto 60/70 de la Refinería petroperú.
- 2.- Se ajustó la gradación en la mezcla de agregados en la especificación EG-2013 MAC II.
- 3.- El diseño no es factible ya que sobrepasa el flujo permitido por norma.
- 4.- El porcentaje de vacíos permitido por norma se encuentra en el límite.

Fecha de Emisión : Lima, 26 de octubre del 2020



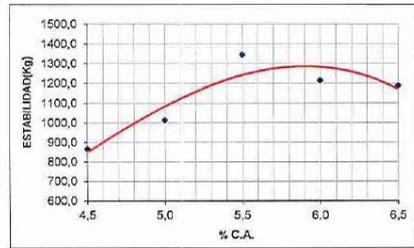
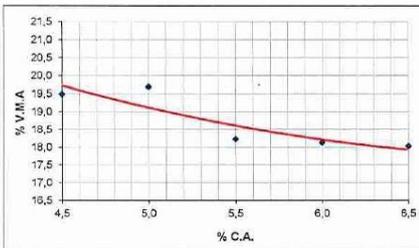
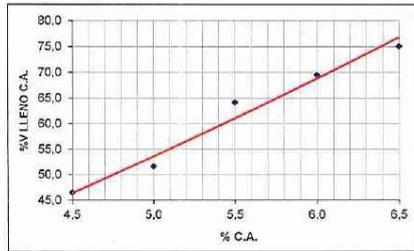
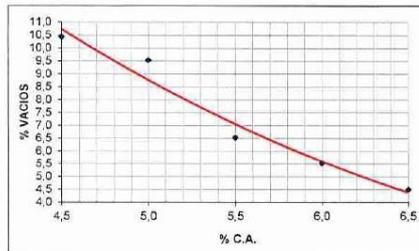
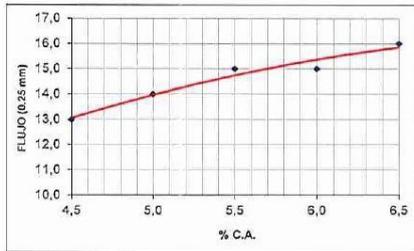
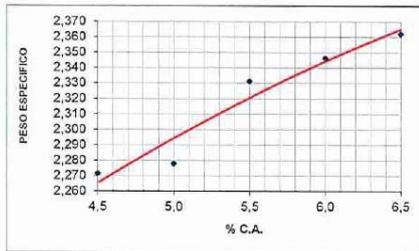
Javier Francisco Ulloa Clavijo
 JAVIER FRANCISCO
 ULLOA CLAVIJO
 Ingeniero Civil
 CIP N° 193867

Razón Social: Laboratorio de Suelos JCH S.A.C.
 RUC: 20602256872



INFORME DE DISEÑO
 DISEÑO TENTATIVO DE MEZCLAS ASFÁLTICAS
 MÉTODO MARSHALL (ASTM D 6926 / ASTM D6927)

SOLICITANTE : ANICAMA ROQUE, LINDA MILAGROS
 UBICACIÓN : LIMA
 PROYECTO : "DISEÑO DEL PAVIMENTO ASFALTADO COMPARANDO EL EMPLEO DE CAUCHO RECICLADO Y PLÁSTICO RECICLADO, ANEXO ASTOBAMBA - PROVINCIA DE CAJATAMBO - 2020"
 REFERENCIA : MEZCLA ASFÁLTICA EN CALIENTE
 FECHA DE RECEPCIÓN : 11/10/2020



OBSERVACIONES: ASFALTO 60/70 PETROPERÚ

Fecha de Emisión : Lima, 26 de octubre del 2020



Javier Francisco Ulloa Clavijo
 JAVIER FRANCISCO
 ULLOA CLAVIJO
 Ingeniero Civil
 CIP N° 183867

LABORATORIO DE SUELO JCH S.A.C. Av. Proceres de la Independencia 2236 – S.J.L. – Lima – Perú
 E-mail: lab.suelosjch@gmail.com Telf. 976331849 RPC – 01 693-5014

Razón Social: Laboratorio de Suelos JCH S.A.C.

RUC: 20602256872



INFORME DE DISEÑO
DISEÑO TENTATIVO DE MEZCLAS ASFÁLTICAS
MÉTODO MARSHALL (ASTM D 6926 / ASTM D6927)

SOLICITANTE : ANICAMA ROQUE, LINDA MILAGROS
 UBICACIÓN : LIMA
 PROYECTO : "DISEÑO DEL PAVIMENTO ASFALTADO COMPARANDO EL EMPLEO DE CAUCHO RECICLADO Y PLÁSTICO RECICLADO, ANEXO ASTOBAMBA - PROVINCIA DE CAJATAMBO - 2020"
 REFERENCIA : MEZCLA ASFÁLTICA EN CALIENTE
 FECHA DE RECEPCIÓN : 11/10/2020

N° BRIQUETAS	1	1-A	1-B*	2	2-A	2-B*	3	3-A	3-B*	4	4-A	4-B*	5	5-A	5-B*
1 % C.A. EN PESO DE LA MEZCLA	4,5	4,5	4,5	5,0	5,0	5,0	5,5	5,5	5,5	6,0	6,0	6,0	6,5	6,5	6,5
2 % A. GRUESO (1MM 3/4) EN PESO DE LA MEZCLA	1,91	1,91	1,91	1,90	1,90	1,90	1,89	1,89	1,89	1,88	1,88	1,88	1,87	1,87	1,87
3 % A. GRUESO (1MM 1/2") EN PESO DE LA MEZCLA	33,43	33,43	33,43	33,25	33,25	33,25	33,08	33,08	33,08	32,90	32,90	32,90	32,73	32,73	32,73
4 % A. FINO CHANCADO EN PESO DE LA MEZCLA	60,17	60,17	60,17	59,85	59,85	59,85	59,54	59,54	59,54	59,22	59,22	59,22	58,91	58,91	58,91
5 PESO ESPECÍFICO DEL C.A. APARENTE	1,016	1,016	1,016	1,016	1,016	1,016	1,016	1,016	1,016	1,016	1,016	1,016	1,016	1,016	1,016
6 PESO ESPECÍFICO BULK DEL AGREGADO GRUESO (1MM 3/4")	2,706	2,706	2,706	2,706	2,706	2,706	2,706	2,706	2,706	2,706	2,706	2,706	2,706	2,706	2,706
7 PESO ESPECÍFICO BULK DEL AGREGADO GRUESO (1MM 1/2")	2,690	2,690	2,690	2,690	2,690	2,690	2,690	2,690	2,690	2,690	2,690	2,690	2,690	2,690	2,690
8 PESO ESPECÍFICO BULK DEL AGREGADO FINO	2,613	2,613	2,613	2,613	2,613	2,613	2,613	2,613	2,613	2,613	2,613	2,613	2,613	2,613	2,613
9 PESO DE LA BRIQUETA EN EL AIRE (g)	1091,2	1092,8	1092,5	1093,2	1092,4	1092,0	1097,0	1095,2	1091,3	1091,1	1082,9	1093,6	1092,9	1099,7	1093,5
10 PESO DE LA BRIQUETA EN EL AIRE S5 (g)	1094,1	1095,6	1091,9	1095,5	1098,3	1096,2	1100,8	1098,3	1095,5	1096,1	1086,1	1095,2	1094,1	1101,0	1100,2
11 PESO DE LA BRIQUETA EN EL AGUA (g)	614,1	614,1	611,0	616,1	618,8	616,5	629,7	629,2	627,2	631,2	624,4	629,2	631,2	635,7	637,4
12 VOLUMEN DE LA BRIQUETA (cm ³)	480,0	481,5	480,9	479,4	479,5	479,7	471,1	469,1	468,3	464,9	461,7	466,0	462,9	465,3	462,8
13 PESO ESPECÍFICO BULK DE LA BRIQUETA	2,273	2,270	2,272	2,28	2,278	2,276	2,329	2,335	2,33	2,347	2,345	2,347	2,361	2,363	2,363
14 PESO UNITARIO DE LA BRIQUETA A 25°C (g/cm ³) - ASTM D 2726	2,266	2,263	2,265	2,273	2,271	2,269	2,322	2,328	2,323	2,340	2,338	2,340	2,354	2,356	2,356
15 PESO ESPECÍFICO MÁXIMO - ASTM D 2041	2,537	2,537	2,537	2,518	2,518	2,518	2,495	2,495	2,495	2,484	2,484	2,484	2,473	2,473	2,473
16 % VACIOS - ASTM D 3203	10,4	10,5	10,4	9,5	9,5	9,6	6,6	6,6	6,6	5,5	5,6	5,5	4,5	4,5	4,5
17 PESO ESPECÍFICO BULK DEL AGREGADO TOTAL	2,695	2,695	2,695	2,695	2,695	2,695	2,695	2,695	2,695	2,695	2,695	2,695	2,695	2,695	2,695
18 V.M.A. (%)	19,4	19,6	19,5	19,6	19,7	19,8	18,3	18,1	18,3	18,1	18,2	18,1	18,1	18,0	18,0
19 % VACIOS LLENADOS CON C.A.	46,4	46,4	46,7	51,5	51,8	51,5	63,9	64,6	63,9	69,6	69,2	69,6	75,1	75,0	75,0
20 PESO ESPECÍFICO EFECTIVO DEL AGREGADO TOTAL	2,729	2,729	2,729	2,731	2,731	2,731	2,725	2,725	2,725	2,736	2,736	2,736	2,747	2,747	2,747
21 ASFALTO ABSORBIDO POR EL AGREGADO TOTAL	0,5	0,5	0,5	0,5	0,5	0,5	0,4	0,4	0,4	0,6	0,6	0,6	0,7	0,7	0,7
22 % ASFALTO EFECTIVO	4,05	4,05	4,05	4,53	4,53	4,53	5,10	5,10	5,10	5,46	5,46	5,46	5,83	5,83	5,83
23 FLUJO (0,01pu/gada)	13,0	13,0	13,0	14,0	14,0	14,0	15,0	15,0	15,0	15,0	15,0	15,0	16,0	16,0	16,0
24 FACTOR DE ESTABILIDAD (TABLA)	1,14	1,14	1,14	1,14	1,14	1,14	1,14	1,19	1,19	1,19	1,19	1,19	1,19	1,19	1,19
25 ESTABILIDAD CORREGIDA (Kg)	853	870	875	1015	1010	1015	1310	1370	1359	1206	1204	1231	1197	1169	1159

OBSERVACIONES :

ASFALTO 60/70 PETROPERÚ

Fecha de Emisión : Lima, 26 de octubre del 2020




 JAVIER FRANCISCO
 ULLOA GLAVIJO
 Ingeniero Civil
 CIP N° 193667

LABORATORIO DE SUELO JCH S.A.C. Av. Proceres de la Independencia 2236 – S.J.L. – Lima – Perú

E-mail: lab.suelosich@gmail.com Telf. 976331849 RPC – 01 693-5014

Razón Social: Laboratorio de Suelos JCH S.A.C.
RUC: 20602256872



**INFORME DE DISEÑO
 DISEÑO TENTATIVO DE MEZCLAS ASFÁLTICAS
 MÉTODO MARSHALL (ASTM D 6926 / ASTM D6927)
 (RESUMEN)**

INFORME : JCH 20-115
 SOLICITANTE : ANICAMA ROQUE, LINDA MILAGROS
 UBICACIÓN : LIMA
 PROYECTO : "DISEÑO DEL PAVIMENTO ASFALTADO COMPARANDO EL EMPLEO DE CAUCHO RECICLADO Y PLÁSTICO RECICLADO, ANEXO ASTOBAMBA - PROVINCIA DE CAJATAMBO - 2020"
 REFERENCIA : MEZCLA ASFÁLTICA EN CALIENTE
 FECHA DE RECEPCIÓN : 11/10/2020

1.- MEZCLA DE AGREGADOS (PORCENTAJES EN PESO)

CANT. CRUSHING
 PIEDRA CHANCADA 3/4": : 2%
 PIEDRA CHANCADA 1/2": : 35%
 ARENA CHANCADA : 63%
 : MAC-2
 : ESPECIFICACIÓN TÉCNICA EG-2013.

2.- LIGANTE BITUMINOSO

Tipo de asfalto : ASFALTO 60/70 PETROPERÚ
 % óptimo de C.A. : 5.8

3.- ADITIVO

Tipo de aditivo : PLÁSTICO
 % de aditivo en peso del C.A. : 2%

3.- CARACTERÍSTICAS MARSHALL MODIFICADO

Nº DE GOLPES	60	75	75
CEMENTO ASFÁLTICO (% EN PESO DE LA MEZCLA TOTAL)	6,0	6,3	6,6
DENSIDAD SECA BULK (g/cm ³)	2,375	2,375	2,373
VACIOS (%)	5,3	4,9	4,7
V.M.A. (%)	17,2	17,4	17,7
R.B.V. (%)	68,8	72,2	75,6
FLUJO (0,25 mm)	15,4	15,7	15,9
ESTABILIDAD (kg)	1372,4	1368,2	1340,3
RELACION ESTABILIDAD/FLUJO	3515	3435	3311
RELACION POLVO/ASFALTO	1,33	1,26	1,19

4.- TEMPERATURA DE APLICACIÓN (°C)

Según carta de viscosidad
 Temperatura Mezcla: 132,0 °C - 143,0 °C
 Temperatura de Compactación: 125,0 °C - 132,0 °C

5.- OBSERVACIONES

- 1.- Se utilizó asfalto 60/70 de la Refinería petroperú.
- 2.- Se ajustó la gradación en la mezcla de agregados en la especificación EG-2013 MAC II.
- 3.- El diseño no es factible ya que sobrepasa el flujo permitido por norma.
- 4.- El porcentaje de vacíos permitido por norma se encuentra en el límite.

Fecha de Emisión: Lima, 26 de octubre del 2020



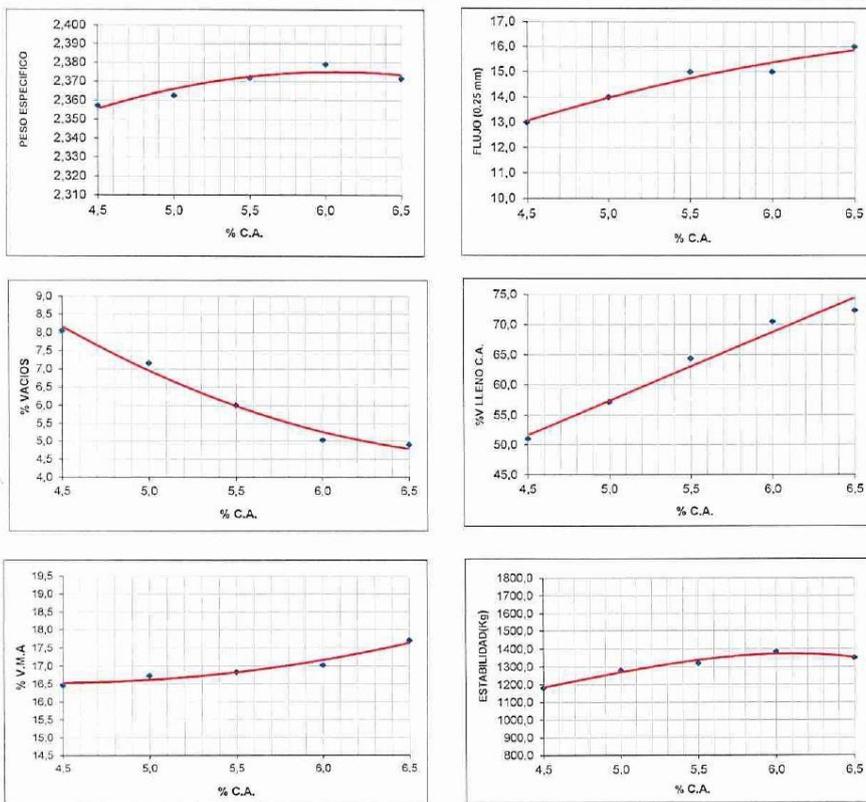
Javier Francisco Ulloa Clavijo
 JAVIER FRANCISCO
 ULLOA CLAVIJO
 Ingeniero Civil
 CIP N° 193667

Razón Social: Laboratorio de Suelos JCH S.A.C.
 RUC: 20602256872



INFORME DE DISEÑO
 DISEÑO TENTATIVO DE MEZCLAS ASFÁLTICAS
 MÉTODO MARSHALL (ASTM D 6926 / ASTM D6927)

SOLICITANTE : ANICAMA ROQUE, LINDA MILAGROS
 UBICACIÓN : LIMA
 PROYECTO : "DISEÑO DEL PAVIMENTO ASFALTADO COMPARANDO EL EMPLEO DE CAUCHO RECICLADO Y PLÁSTICO RECICLADO, ANEXO ASTOBAMBA - PROVINCIA DE CAJATAMBO - 2020"
 REFERENCIA : MEZCLA ASFÁLTICA EN CALENTE
 FECHA DE RECEPCIÓN : 11/10/2020



OBSERVACIONES:
 ASFALTO 60/70 PETROPERÚ

Fecha de Emisión : Lima, 26 de octubre del 2020



Javier Francisco Ulloa Clavijo
 JAVIER FRANCISCO
 ULLOA CLAVIJO
 Ingeniero Civil
 OIP N° 193667

LABORATORIO DE SUELO JCH S.A.C. Av. Proceres de la Independencia 2236 – S.J.L. – Lima – Perú
 E-mail: lab.suelosjch@gmail.com Telf. 976331849 RPC – 01 693-5014

Razón Social: Laboratorio de Suelos JCH S.A.C.

RUC: 20602256872



INFORME DE DISEÑO
DISEÑO TENTATIVO DE MEZCLAS ASFÁLTICAS
MÉTODO MARSHALL (ASTM D 6926 / ASTM D6927)

SOLICITANTE : ANICAMA ROQUE, LINDA MILAGROS
UBICACIÓN : LIMA
PROYECTO : "DISEÑO DEL PAVIMENTO ASFALTADO COMPARANDO EL EMPLEO DE CAUCHO RECICLADO Y PLÁSTICO RECICLADO, ANEXO ASTOBAMBA - PROVINCIA DE CAJATAMBO - 2020"
REFERENCIA : MEZCLA ASFÁLTICA EN CAUENTE
FECHA DE RECEPCIÓN : 11/10/2020

N° BRIQUETAS	1	1-A	1-B*	2	2-A	2-B*	3	3-A	3-B*	4	4-A	4-B*	5	5-A	5-B*
1 % C.A. EN PESO DE LA MEZCLA	4,5	4,5	4,5	5,0	5,0	5,0	5,5	5,5	5,5	6,0	6,0	6,0	6,5	6,5	6,5
2 % A. GRUESO (TMN 3/4) EN PESO DE LA MEZCLA	1,91	1,91	1,91	1,90	1,90	1,90	1,89	1,89	1,89	1,88	1,88	1,88	1,87	1,87	1,87
3 % A. GRUESO (TMN 1/2") EN PESO DE LA MEZCLA	33,43	33,43	33,43	33,25	33,25	33,25	33,08	33,08	33,08	32,90	32,90	32,90	32,73	32,73	32,73
4 % A. FINO CHANCADO EN PESO DE LA MEZCLA	60,17	60,17	60,17	59,85	59,85	59,85	59,54	59,54	59,54	59,22	59,22	59,22	58,91	58,91	58,91
5 PESO ESPECIFICO DEL C.A. APARENTE	1,016	1,016	1,016	1,016	1,016	1,016	1,016	1,016	1,016	1,016	1,016	1,016	1,016	1,016	1,016
6 PESO ESPECIFICO BULK DEL AGREGADO GRUESO (TMN 3/4")	2,706	2,706	2,706	2,706	2,706	2,706	2,706	2,706	2,706	2,706	2,706	2,706	2,690	2,690	2,690
7 PESO ESPECIFICO BULK DEL AGREGADO GRUESO (TMN 1/2")	2,690	2,690	2,690	2,690	2,690	2,690	2,690	2,690	2,690	2,690	2,690	2,690	2,690	2,690	2,690
8 PESO ESPECIFICO BULK DEL AGREGADO FINO	2,613	2,613	2,613	2,613	2,613	2,613	2,613	2,613	2,613	2,613	2,613	2,613	2,613	2,613	2,613
9 PESO DE LA BRIQUETA EN EL AIRE (g)	1094,7	1090,4	1092,5	1095,7	1092,9	1088,3	1095,1	1095,8	1094,0	1095,6	1093,2	1092,4	1090,6	1095,3	1093,5
10 PESO DE LA BRIQUETA EN EL AIRE SS (g)	1099,0	1097,0	1095,9	1098,6	1095,4	1099,1	1099,1	1100,0	1096,4	1096,4	1094,4	1094,4	1093,8	1098,4	1100,2
11 PESO DE LA BRIQUETA EN EL AGUA (g)	634,6	635,0	632,0	635,1	632,5	638,6	637,1	638,5	635,2	636,0	633,6	635,5	633,9	636,5	639,4
12 VOLUMEN DE LA BRIQUETA (cm ³)	464,4	462,0	463,9	463,5	462,9	460,5	462,0	461,5	461,2	460,4	459,8	458,9	459,9	461,9	460,8
13 PESO ESPECIFICO BULK DE LA BRIQUETA	2,357	2,360	2,355	2,364	2,361	2,363	2,370	2,374	2,372	2,380	2,378	2,380	2,371	2,371	2,373
14 PESO UNITARIO DE LA BRIQUETA A 25°C (g/cm ³)- ASTM D 2726	2,350	2,353	2,348	2,357	2,354	2,356	2,363	2,367	2,365	2,373	2,371	2,373	2,364	2,364	2,366
15 PESO ESPECIFICO MÁXIMO -ASTM D 2041	2,564	2,564	2,564	2,545	2,545	2,545	2,524	2,524	2,524	2,505	2,505	2,505	2,494	2,494	2,494
16 % VACIOS -ASTM D 3203	8,1	8,0	8,1	7,1	7,2	7,2	6,1	5,9	6,0	5,0	5,1	5,0	4,9	4,9	4,9
17 PESO ESPECIFICO BULK DEL AGREGADO TOTAL	2,695	2,695	2,695	2,695	2,695	2,695	2,695	2,695	2,695	2,695	2,695	2,695	2,695	2,695	2,695
18 V.A.T. (H)	16,5	16,4	16,5	16,7	16,8	16,7	16,9	16,8	16,8	17,0	17,1	17,0	17,7	17,7	17,7
19 % VACIOS LLENADOS CON C.A.	50,9	51,2	50,9	57,5	57,1	56,9	63,9	64,9	64,3	70,6	70,2	70,6	72,3	72,3	72,3
20 PESO ESPECIFICO EFECTIVO DEL AGREGADO TOTAL	2,762	2,762	2,762	2,764	2,764	2,764	2,762	2,762	2,762	2,763	2,763	2,763	2,775	2,775	2,775
21 ASFALTO ABSORBIDO POR EL AGREGADO TOTAL	0,9	0,9	0,9	0,9	0,9	0,9	0,9	0,9	0,9	0,9	0,9	0,9	1,1	1,1	1,1
22 % ASFALTO EFECTIVO	3,62	3,62	3,62	4,11	4,11	4,11	4,63	4,63	4,63	5,12	5,12	5,12	5,49	5,49	5,49
23 FLUIDO (0,01psi/g _s)	13,0	13,0	13,0	14,0	14,0	14,0	15,0	15,0	15,0	15,0	15,0	15,0	16,0	16,0	16,0
24 FACTOR DE ESTABILIDAD (TABLA)	1,19	1,19	1,19	1,19	1,19	1,19	1,19	1,19	1,19	1,19	1,19	1,19	1,19	1,19	1,19
25 ESTABILIDAD CORREGIDA (V _g)	1184	1185	1174	1283	1284	1275	1322	1315	1324	1380	1392	1381	1350	1349	1354

OBSERVACIONES :

ASFALTO 60/70 PETROPERÚ

Fecha de Emisión: Lima, 26 de octubre del 2020

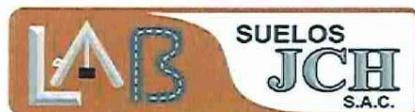


Javier Francisco Ulloa Clavijo
JAVIER FRANCISCO
ULLOA CLAVIJO
Ingeniero Civil
CIP N° 193867

LABORATORIO DE SUELO JCH S.A.C. Av. Proceres de la Independencia 2236 - S.J.L. - Lima - Perú

E-mail: lab.suelosich@gmail.com Telf. 976331849 RPC - 01 693-5014

Razón Social: Laboratorio de Suelos JCH S.A.C.
RUC: 20602256872



INFORME DE DISEÑO
DISEÑO TENTATIVO DE MEZCLAS ASFÁLTICAS
MÉTODO MARSHALL (ASTM D 6926 / ASTM D6927)
(RESUMEN)

INFORME : JCH 20-115
SOLICITANTE : ANICAMA ROQUE, LINDA MILAGROS
UBICACION : LIMA
PROYECTO : "DISEÑO DEL PAVIMENTO ASFALTADO COMPARANDO EL EMPLEO DE CAUCHO RECICLADO Y PLÁSTICO RECICLADO, ANEXO ASTOBAMBA - PROVINCIA DE CAJATAMBO - 2020"
REFERENCIA : MEZCLA ASFÁLTICA EN CALIENTE
FECHA DE RECEPCIÓN : 11/10/2020

1.- MEZCLA DE AGREGADOS (PORCENTAJES EN PESO)

CANT. CRUSHING

PIEDRA CHANCADA 3/4" : 2%
PIEDRA CHANCADA 1/2" : 35%
ARENA CHANCADA : 63%

: MAC-2
: ESPECIFICACIÓN TÉCNICA EG-2013.

2.- LIGANTE BITUMINOSO

Tipo de asfalto : ASFALTO 60/70 PETROPERÚ
% óptimo de C.A. : 5.8

3.- ADITIVO

Tipo de aditivo : ---
% de aditivo en peso del C.A. : ---

3.- CARACTERÍSTICAS MARSHALL MODIFICADO

Nº DE GOLPES	5,5	75	6,1
CEMENTO ASFÁLTICO (% EN PESO DE LA MEZCLA TOTAL)	5,5	5,8	6,1
DENSIDAD SECA BULK (t/cm ³)	2,368	2,375	2,381
VACIOS (%)	5,1	4,4	3,7
V.M.A. (%)	16,9	16,9	17,0
R.B.V. (%)	70,0	74,1	78,1
FLUJO (0,25 mm)	13,4	13,9	14,5
ESTABILIDAD (kg)	1362,4	1383,2	1350,8
RELACIÓN ESTABILIDAD/FLUJO	3982	3920	3655
RELACIÓN POLVO/ASFALTO	1,32	1,25	1,19

4.- TEMPERATURA DE APLICACIÓN (°C)

Según carta de viscosidad
Temperatura Mezcla: 132,0 °C - 143,0 °C
Temperatura de Compactación: 125,0 °C - 132,0 °C

5.- OBSERVACIONES

- 1.- Se utilizó asfalto 60/70 de la Refinería petroperú.
- 2.- Se ajustó la gradación en la mezcla de agregados en la especificación EG-2013 MAC II.

Fecha de Emisión : Lima, 28 de septiembre del 2020



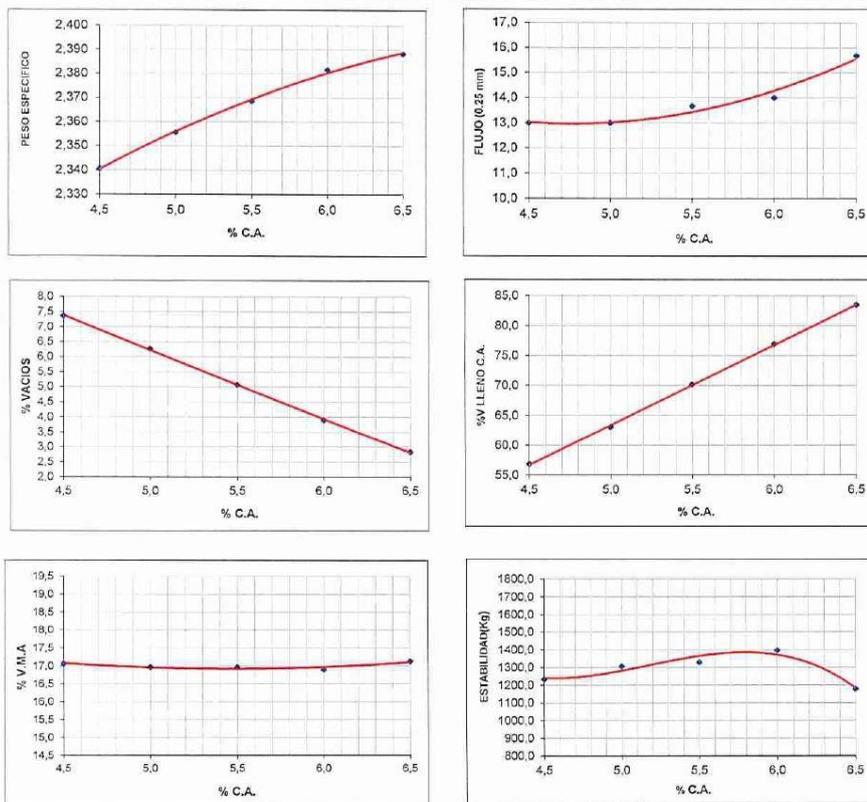

JAVIER FRANCISCO
ULLOA CLAVIJO
Ingeniero Civil
CIP N° 193667

Razón Social: Laboratorio de Suelos JCH S.A.C.
RUC: 20602256872



**INFORME DE DISEÑO
 DISEÑO TENTATIVO DE MEZCLAS ASFÁLTICAS
 MÉTODO MARSHALL (ASTM D 6926 / ASTM D6927)**

SOLICITANTE : ANICAMA ROQUE, LINDA MILAGROS
 UBICACIÓN : LIMA
 PROYECTO : "DISEÑO DEL PAVIMENTO ASFALTADO COMPARANDO EL EMPLEO DE CAUCHO RECICLADO Y PLÁSTICO RECICLADO, ANEXO ASTOBAMBA - PROVINCIA DE CAJATAMBO - 2020"
 REFERENCIA : MEZCLA ASFÁLTICA EN CALIENTE
 FECHA DE RECEPCIÓN : 11/10/2020



OBSERVACIONES: ASFALTO 60/70 PETROPERÚ

Fecha de Emisión : Lima, 28 de septiembre del 2020



Javier Francisco Ulloa Clayno
 JAVIER FRANCISCO
 ULLOA CLAYNO
 Ingeniero Civil
 CIP N° 193667

LABORATORIO DE SUELO JCH S.A.C. Av. Proceres de la Independencia 2236 – S.J.L. – Lima – Perú
 E-mail: lab.suelosjch@gmail.com Telf. 976331849 RPC – 01 693-5014

Razón Social: Laboratorio de Suelos JCH S.A.C.
RUC: 20602256872



INFORME DE DISEÑO
DISEÑO TENTATIVO DE MEZCLAS ASFÁLTICAS
MÉTODO MARSHALL (ASTM D 6926 / ASTM D6927)

SOLICITANTE : ANICAMA ROQUE, LINDA MILAGROS
 UBICACIÓN : LIMA
 PROYECTO : "DISEÑO DEL PAVIMENTO ASFALTADO COMPARANDO EL EMPLEO DE CAUCHO RECICLADO Y PLÁSTICO RECICLADO, ANEXO ASTOBAMBA - PROVINCIA DE CAJATAMBO - 2020"
 REFERENCIA : MEZCLA ASFÁLTICA EN CALENTE
 FECHA DE RECEPCIÓN : 11/10/2020

N° BRIQUETAS	1	1-A	1-B*	2	2-A	2-B*	3	3-A	3-B*	4	4-A	4-B*	5	5-A	5-B*
1 % C.A. EN PESO DE LA MEZCLA	4,5	4,5	4,5	5,0	5,0	5,0	5,5	5,5	5,5	6,0	6,0	6,0	6,5	6,5	6,5
2 % A. GRUESO (TMN 3/4) EN PESO DE LA MEZCLA	1,91	1,91	1,91	1,90	1,90	1,90	1,89	1,89	1,89	1,88	1,88	1,88	1,87	1,87	1,87
3 % A. GRUESO (TMN 1/2") EN PESO DE LA MEZCLA	33,43	33,43	33,43	33,25	33,25	33,25	33,08	33,08	33,08	32,90	32,90	32,90	32,73	32,73	32,73
4 % A. FINO CHANCADO EN PESO DE LA MEZCLA	60,17	60,17	60,17	59,85	59,85	59,85	59,54	59,54	59,54	59,22	59,22	59,22	58,91	58,91	58,91
5 PESO ESPECIFICO BULK DEL AGREGADO GRUESO (TMN 3/4")	2,706	2,706	2,706	2,706	2,706	2,706	2,706	2,706	2,706	2,706	2,706	2,706	2,706	2,706	2,706
6 PESO ESPECIFICO BULK DEL AGREGADO GRUESO (TMN 1/2")	2,690	2,690	2,690	2,690	2,690	2,690	2,690	2,690	2,690	2,690	2,690	2,690	2,690	2,690	2,690
7 PESO ESPECIFICO BULK DEL AGREGADO FINO	2,613	2,613	2,613	2,613	2,613	2,613	2,613	2,613	2,613	2,613	2,613	2,613	2,613	2,613	2,613
8 PESO DE LA BRIQUETA EN EL AIRE (g)	1093,7	1093,9	1093,8	1091,8	1095,6	1100,2	1096,8	1094,6	1092,5	1095,9	1098,4	1094,8	1092,9	1092,2	1095,7
9 PESO DE LA BRIQUETA EN EL AIRE 55 (g)	1095,6	1097,6	1097,2	1094,1	1098,8	1102,6	1098,8	1095,6	1096,4	1097,0	1099,7	1096,2	1094,4	1094,7	1096,3
10 PESO DE LA BRIQUETA EN EL AGUA (g)	629,2	630,2	630,1	631,0	633,1	635,2	635,7	634,1	635,7	636,8	638,5	636,5	637,1	637,5	637,1
11 VOLUMEN DE LA BRIQUETA (cm ³)	467,4	467,4	467,1	463,1	465,7	467,4	463,1	462,5	460,7	460,2	461,2	459,7	457,3	457,2	459,2
12 PESO ESPECIFICO BULK DE LA BRIQUETA	2,340	2,340	2,342	2,358	2,355	2,354	2,368	2,367	2,371	2,381	2,382	2,382	2,390	2,389	2,386
13 PESO UNITARIO DE LA BRIQUETA A 25°C (g/cm ³): ASTM D 2726	2,333	2,333	2,335	2,351	2,348	2,347	2,361	2,360	2,364	2,374	2,375	2,375	2,383	2,382	2,379
14 PESO ESPECIFICO MÁXIMO -ASTM D 2041	2,526	2,526	2,526	2,513	2,513	2,513	2,495	2,495	2,495	2,479	2,479	2,479	2,458	2,458	2,458
15 % VACIOS -ASTM D 3203	7,4	7,4	7,3	6,2	6,3	6,3	5,1	5,1	5,0	3,9	3,9	3,9	2,8	2,8	2,9
16 PESO ESPECIFICO BULK DEL AGREGADO TOTAL	2,695	2,695	2,695	2,695	2,695	2,695	2,695	2,695	2,695	2,695	2,695	2,695	2,695	2,695	2,695
17 V.M.A. (V)	17,1	17,1	17,0	16,9	17,0	17,0	17,0	17,0	16,9	16,9	16,9	16,9	17,1	17,1	17,2
18 % VACIOS LLENADOS CON C.A.	56,7	56,7	57,1	63,3	62,9	62,9	70,0	70,0	70,4	76,9	76,9	76,9	83,6	83,6	83,1
19 PESO ESPECIFICO EFECTIVO DEL AGREGADO TOTAL	2,716	2,716	2,716	2,724	2,724	2,724	2,725	2,725	2,725	2,730	2,730	2,730	2,727	2,727	2,727
20 ASFALTO ABSORBIDO POR EL AGREGADO TOTAL	0,3	0,3	0,3	0,4	0,4	0,4	0,4	0,4	0,4	0,5	0,5	0,5	0,4	0,4	0,4
21 % ASFALTO EFECTIVO	4,21	4,21	4,21	4,61	4,61	4,61	5,10	5,10	5,10	5,55	5,55	5,55	6,09	6,09	6,09
22 FLUJO (0,01pul/gada)	13,0	13,0	13,0	13,0	13,0	13,0	13,0	14,0	14,0	14,0	14,0	14,0	16,0	15,0	16,0
23 FACTOR DE ESTABILIDAD (TABLA)	1,19	1,19	1,19	1,19	1,19	1,19	1,19	1,19	1,19	1,19	1,19	1,19	1,19	1,19	1,19
24 ESTABILIDAD CORREGIDA (Kg)	1222	1245	1235	1300	1310	1308	1321	1337	1330	1402	1399	1389	1185	1164	1178

OBSERVACIONES :
 ASFALTO 60/70 PETROPERO

Fecha de Emisión: Lima, 28 de septiembre del 2020



Javier Francisco Ulloa Clavijo
 JAVIER FRANCISCO
 ULLOA CLAVIJO
 Ingeniero Civil
 CIP N° 193667

ANEXO 7: ANÁLISIS GRANULOMÉTRICO PARA MEZCLA ASFÁLTICA EN CALIENTE

Razón Social: Laboratorio de Suelos JCH S.A.C.
RUC: 20602256872



INFORME DE DISEÑO

ANÁLISIS GRANULOMÉTRICO PARA MEZCLA ASFÁLTICA EN CALIENTE

PROYECTO : "DISEÑO DEL PAVIMENTO ASFALTADO COMPARANDO EL EMPLEO DE CAUCHO RECICLADO Y PLÁSTICO RECICLADO, ANEXO ASTOBAMBA -
 PROVINCIA DE CAJATAMBO - 2020"
 UBICACIÓN : LIMA
 SOLICITANTE : ANICAMA ROQUE, LINDA MILAGROS
 REFERENCIA : MEZCLA ASFÁLTICA EN CALIENTE
 FECHA : 11/10/2020

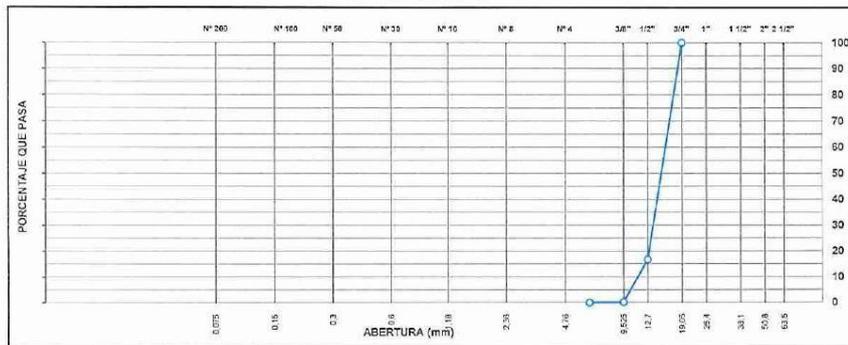
DETALLE DE LA MUESTRA

IDENTIFICACIÓN : CANT. CRUSHING PRESENTACIÓN : saco de polipropileno
 DESCRIPCIÓN : PIEDRA CHANCADA 3/4" CANTIDAD : 40 kg aprox.

ANÁLISIS GRANULOMÉTRICO DE AGREGADOS POR TAMIZADO (ASTM C-136)						
MALLAS						
SERIE AMERICANA	ABERTURA (mm)	PESO RET. g	RET. PAR. %	RET. AC. %	PASA %	ESPECIFICACIÓN
2"	50,800					
1 1/2"	38,100					
1"	25,400					
3/4"	19,050				100,0	
1/2"	12,700	3743,8	83,3	83,3	16,7	
3/8"	9,525	743,8	16,5	99,8	0,2	
1/4"	6,350	7,2	0,2	100,0	0,0	
# 4	4,760					
# 8	2,380					
# 10	2,000					
# 16	1,190					
# 20	0,840					
# 30	0,590					
# 40	0,426					
# 50	0,297					
# 60	0,177					
# 100	0,149					
# 200	0,074					
< # 200	(ASTM C-117)					

CARACTERIZACIÓN DEL AGREGADO	
P.E. MASA (ASTM C127)	: 2,706 g/cm ³
P.E. SCS (ASTM C127)	: 2,730 g/cm ³
P.E. APAR. (ASTM C127)	: 2,773 g/cm ³
ABSORCIÓN (ASTM C127)	: 0,90 %

CURVA GRANULOMÉTRICA



Fecha de reporte Lima, 28 de septiembre del 2020



Javier Francisco Ulloa Clavijo
 JAVIER FRANCISCO
 ULLOA CLAVIJO
 Ingeniero Civil
 CIP N° 193667

Razón Social: Laboratorio de Suelos JCH S.A.C.
RUC: 20602256872



INFORME DE DISEÑO

ANÁLISIS GRANULOMÉTRICO PARA MEZCLA ASFÁLTICA EN CALIENTE

PROYECTO : "DISEÑO DEL PAVIMENTO ASFALTADO COMPARANDO EL EMPLEO DE CAUCHO RECICLADO Y PLÁSTICO RECICLADO, ANEXO ASTOBAMBA -
 PROVINCIA DE CAJATAMBO - 2020"
 UBICACION : LIMA
 SOLICITANTE : ANICAMA ROQUE, LINDA MILAGROS
 REFERENCIA : MEZCLA ASFÁLTICA EN CALIENTE
 FECHA : 11/10/2020

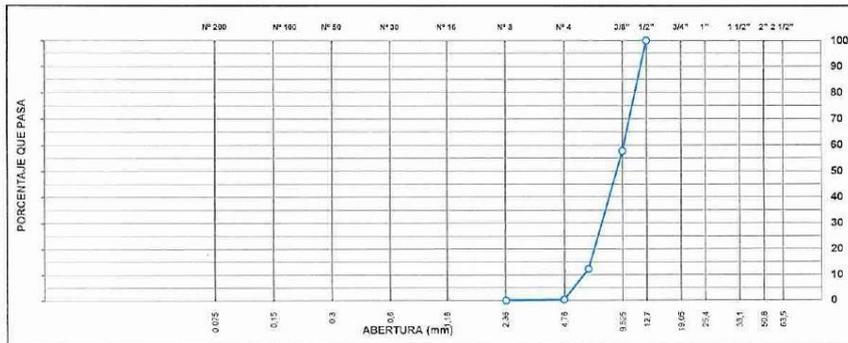
DETALLE DE LA MUESTRA

IDENTIFICACION : CANT. CRUSHING PRESENTACION : saco de polipropileno
 DESCRIPCION : PIEDRA CHANCADA 1/2" CANTIDAD : 40 kg aprox.

ANÁLISIS GRANULOMÉTRICO DE AGREGADOS POR TAMIZADO (ASTM C-136)						
MALLAS		PESO RET. g	RET. PAR. %	RET. AC. %	PASA %	ESPECIFICACION
SERIE AMERICANA	ABERTURA (mm)					
2"	50,800					
1 1/2"	38,100					
1"	25,400					
3/4"	19,050					
1/2"	12,700				100,0	
3/8"	9,525	1434,1	42,3	42,3	57,7	
1/4"	6,350	1543,6	45,5	87,8	12,2	
# 4	4,760	404,7	11,9	99,7	0,3	
# 8	2,380	9,5	0,3	100,0	0,0	
# 10	2,000					
# 16	1,190					
# 20	0,840					
# 30	0,590					
# 40	0,426					
# 50	0,297					
# 60	0,250					
# 75	0,190					
# 100	0,149					
# 150	0,106					
# 200	0,075					
< # 200	(ASTM C-117)					

CARACTERIZACIÓN DEL AGREGADO	
P.E. MASA (ASTM C127)	: 2,690 g/cm ³
P.E. SCS (ASTM C127)	: 2,720 g/cm ³
P.E. APAR. (ASTM C127)	: 2,774 g/cm ³
ABSORCIÓN (ASTM C127)	: 1,1 %

CURVA GRANULOMÉTRICA



Fecha de reporte : Lima, 28 de septiembre del 2020



Javier Francisco Ulloa Clavijo
 JAVIER FRANCISCO
 ULLOA CLAVIJO
 Ingeniero Civil
 CIP N° 193867

Razón Social: Laboratorio de Suelos JCH S.A.C.
 RUC: 20602256872



INFORME DE DISEÑO

ANÁLISIS GRANULOMÉTRICO PARA MEZCLA ASFÁLTICA EN CALIENTE

PROYECTO : "DISEÑO DEL PAVIMENTO ASFALTADO COMPARANDO EL EMPLEO DE CAUCHO RECICLADO Y PLÁSTICO RECICLADO, ANEXO ASTOBAMBA -
 PROVINCIA DE CAJATAMBO - 2020"
 UBICACION : LIMA
 SOLICITANTE : ANICAMA ROQUE, LINDA MILAGROS
 REFERENCIA : MEZCLA ASFÁLTICA EN CALIENTE
 FECHA : 11/10/2020

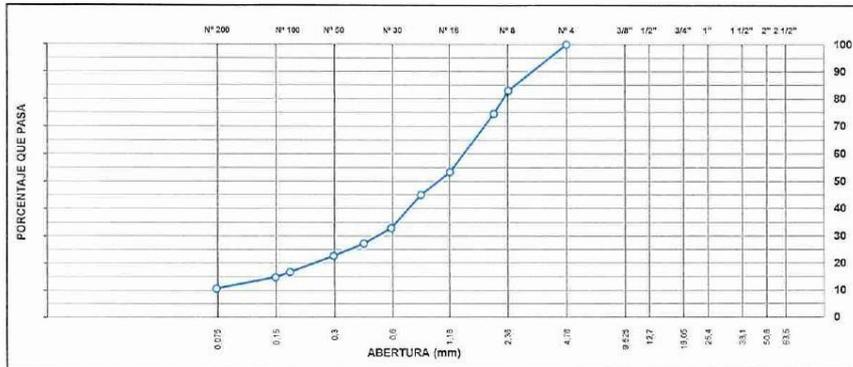
DETALLE DE LA MUESTRA

IDENTIFICACIÓN : CANT. CRUSHING
 DESCRIPCIÓN : ARENA CHANCADA
 PRESENTACIÓN : saco de polipropileno
 CANTIDAD : 40 kg aprox.

ANÁLISIS GRANULOMÉTRICO DE AGREGADOS POR TAMIZADO (ASTM C-136)						
MALLAS						
SERIE AMERICANA	ABERTURA (mm)	PESO RET. g	RET. PAR. %	RET. AC. %	PASA %	ESPECIFICACIÓN
2"	50,800					
1 1/2"	38,100					
1"	25,400					
3/4"	19,050					
1/2"	12,700					
3/8"	9,525					
1/4"	6,350					
# 4	4,750				100,0	
# 8	2,380	151,2	17,0	17,0	83,0	
# 10	2,000	75,2	8,5	25,4	74,6	
# 16	1,190	187,6	21,1	46,5	53,5	
# 20	0,840	75,4	8,5	55,0	45,0	
# 30	0,590	107,2	12,0	67,1	33,0	
# 40	0,426	50,4	5,7	72,7	27,3	
# 50	0,297	40,7	4,6	77,3	22,7	
# 80	0,177	52,8	5,9	83,2	16,8	
# 100	0,149	16,9	1,9	85,1	14,9	
# 200	0,074	37,1	4,2	89,3	10,7	
< # 200	(ASTM C-117)	95,2	10,7	100,0	0,0	

CARACTERIZACIÓN DEL AGREGADO	
P.E. MASA (ASTM C127)	: 2,613 g/cm ³
P.E. SSS (ASTM C127)	: 2,670 g/cm ³
P.E. APAR. (ASTM C127)	: 2,769 g/cm ³
ABSORCIÓN (ASTM C127)	: 2,1 %

CURVA GRANULOMÉTRICA



Fecha de reporte : Lima, 28 de septiembre del 2020



Javier Francisco Ulloa Clavijo
 JAVIER FRANCISCO
 ULLOA CLAVIJO
 Ingeniero Civil
 CIP N° 193867

LABORATORIO DE SUELO JCH S.A.C. Av. Proceres de la Independencia 2236 - S.J.L. - Lima - Perú
 E-mail: lab.suelosich@gmail.com Telf. 976331849 RPC - 01 693-5014

INFORME DE ENSAYO
REPORTE DE CARACTERIZACION DE AGREGADO PARA MEZCLA ASFÁLTICA EN CALIENTE

PROYECTO : "DISEÑO DEL PAVIMENTO ASFALTADO COMPARANDO EL EMPLEO DE CAUCHO RECICLADO Y PLÁSTICO RECICLADO, ANEXO ASTOBAMBA - PROVINCIA DE CAJATAMBO - 2020"
 UBICACIÓN : LIMA
 SOLICITANTE : ANICAMA ROQUE, LINDA MILAGROS
 REFERENCIA : DISEÑO DE MEZCLA EN CALIENTE
 FECHA : 11/10/2020

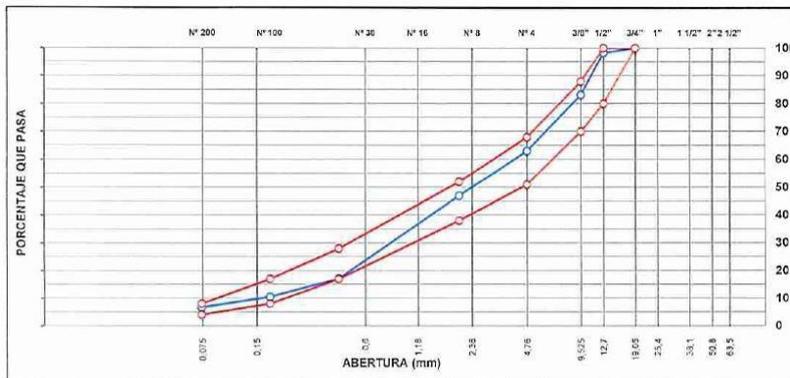
IDENTIFICACIÓN : MEZCLA DE AGREGADOS PRESENTACIÓN :
 DESCRIPCIÓN : MEZCLA DE AGREGADOS CANTIDAD :

COMBINACIÓN TEORICA DE AGREGADO GRUESO Y FINO					
MALLAS		RET. PAR. %	RET. AC. %	PASA %	GRADACIÓN MAC II
SERIE AMERICANA	ABERTURA (mm)				
1 1/2"	38,100				
1"	25,400				
3/4"	19,050			100,0	100
1/2"	12,700	1,7	1,7	98,3	80
3/8"	9,525	15,1	16,8	83,2	70
1/4"	6,350	15,9	32,8	67,2	
# 4	4,750	4,2	36,9	63,1	51
# 8	2,380	10,8	47,7	52,3	
# 10	2,000	5,3	53,1	46,9	38
# 16	1,190	13,3	66,3	33,7	
# 20	0,840	5,3	71,7	28,3	
# 30	0,590	7,6	79,3	20,7	
# 40	0,425	3,6	82,8	17,2	17
# 50	0,297	2,9	85,7	14,3	
# 60	0,177	3,7	89,5	10,5	8
# 100	0,149	1,2	90,7	9,3	
# 200	0,074	2,5	93,3	6,7	4
< # 200	—	6,7	100,0	0,0	8

PROPORCIONES DE MEZCLA DE AGREGADOS	
PIEDRA CHANCADA 3/4"	02,0 %
PIEDRA CHANCADA 1/2"	35,0 %
ARENA CHANCADA	63,0 %

ESPECIFICACIONES
 ESPECIFICACIONES TÉCNICAS EG-2013 DEL MTC. CAPITULO 4: PAVIMENTOS - PAVIMENTOS FLEXIBLES (SECCIÓN 423: PAVIMENTO DE CONCRETO ASFÁLTICO EN CALIENTE) TABLA 423-03 GRADACION PARA MEZCLA ASFÁLTICA EN CALIENTE

CURVA GRANULOMÉTRICA



Fecha de reporte Lima, 28 de septiembre del 2020




JAVIER FRANCISCO
ULLOA CLAVIJO
 Ingeniero Civil
 CIP N° 193657

ANEXO 8: CERTIFICADOS DE CALIBRACIÓN DE LOS EQUIPOS DE LABORATORIO



Punto de Precisión SAC

PUNTO DE PRECISIÓN S.A.C. LABORATORIO DE CALIBRACIÓN

CERTIFICADO DE CALIBRACIÓN N° LT - 005 - 2020

Página : 1 de 4

Expediente : 002-2020
Fecha de emisión : 2020-01-08

El instrumento de medición con el modelo y número de serie abajo indicados ha sido calibrado, probado y verificado usando patrones certificados con trazabilidad a la Dirección de Metrología del INACAL y otros.

1. Solicitante : LABORATORIO DE SUELOS JCH S.A.C.

Dirección : AV. PROCERES DE LA INDEPENDENCIA NRO. 2236 APV.
SAN HILARION - SAN JUAN DE LURIGANCHO - LIMA

2. Instrumento de Medición : ESTUFA

Indicación : DIGITAL

Marca del Equipo : A&A INSTRUMENTS
Modelo del Equipo : STHX-3A
Serie del Equipo : 181046
Capacidad del Equipo : 226 L

Marca de indicador : AUTCOMP
Modelo de indicador : TCD
Temperatura calibrada : 110 °C
Procedencia : NO INDICA

Los resultados son válidos en el momento y en las condiciones de la calibración. Al solicitante le corresponde disponer en su momento la ejecución de una recalibración, la cual está en función del uso, conservación y mantenimiento del instrumento de medición o a reglamentaciones vigentes.

Punto de Precisión S.A.C no se responsabiliza de los perjuicios que pueda ocasionar el uso inadecuado de este instrumento, ni de una incorrecta interpretación de los resultados de la calibración aquí declarados.

3. Lugar y fecha de Calibración

AV. PROCERES DE LA INDEPENDENCIA NRO. 2236 APV. SAN HILARION - SAN JUAN DE LURIGANCHO - LIMA
07 - ENERO - 2020

4. Método de Calibración

La calibración se efectuó según el procedimiento de calibración PC-018 del Servicio Nacional de Metrología del INACAL - DM.

5. Trazabilidad

INSTRUMENTO	MARCA	CERTIFICADO	TRAZABILIDAD
TERMOMETRO DIGITAL	DELTA OHM	LT - 075 - 2018	INACAL - DM
TERMOMETRO DIGITAL	FLUKE	LT - 0564 - 2019	INACAL - DM
TERMOMETRO DIGITAL	FLUKE	LT - 0565 - 2019	INACAL - DM
TERMOMETRO DIGITAL	FLUKE	LT - 0566 - 2019	INACAL - DM

6. Condiciones Ambientales

	INICIAL	FINAL
Temperatura °C	33,6	34,3
Humedad %	44	43

7. Conclusiones

La estufa se encuentra dentro de los rangos $110\text{ °C} \pm 5\text{ °C}$ para la realización de los ensayos de laboratorio según la norma ASTM.

8. Observaciones

Con fines de identificación se ha colocado una etiqueta autoadhesiva de color verde con el número de certificado y fecha de calibración de la empresa PUNTO DE PRECISIÓN S.A.C.



Jefe de Laboratorio
Ing. Luis Loayza Capcha
Reg. CIP N° 152631

Av. Los Ángeles 653 - LIMA 42 Telf. 292-5106 698-9620

www.puntodeprecision.com E-mail: info@puntodeprecision.com / puntodeprecision@hotmail.com
PROHIBIDA LA REPRODUCCIÓN PARCIAL DE ESTE DOCUMENTO SIN AUTORIZACIÓN DE PUNTO DE PRECISIÓN S.A.C.



Punto de Precisión SAC

PUNTO DE PRECISIÓN S.A.C. LABORATORIO DE CALIBRACIÓN

CERTIFICADO DE CALIBRACION N° LT - 005 - 2020

Página : 2 de 4

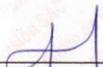
CALIBRACIÓN PARA 110 °C

Tiempo (min.)	Ind. (°C) Temperatura del equipo	TEMPERATURA EN LAS POSICIONES DE MEDICIÓN (°C)										T. prom. (°C)	ΔTMax. - TMin. (°C)
		NIVEL INFERIOR					NIVEL SUPERIOR						
		1	2	3	4	5	6	7	8	9	10		
0	110,1	107,1	108,4	107,4	107,4	110,0	110,7	111,6	109,2	105,8	107,2	108,5	5,8
2	110,2	107,1	108,4	107,4	107,4	110,0	110,6	110,2	109,2	105,2	107,2	108,3	5,4
4	110,4	107,8	108,4	107,8	107,4	110,8	110,9	110,4	109,8	105,2	107,9	108,6	5,7
6	110,1	107,5	108,3	107,8	107,8	110,6	110,5	110,2	109,8	105,3	107,5	108,5	5,3
8	110,1	107,6	108,5	107,6	107,9	110,5	110,3	110,8	109,6	105,2	107,6	108,6	5,6
10	110,1	107,3	108,3	107,5	107,6	110,8	110,6	110,6	109,8	105,3	107,8	108,6	5,5
12	110,4	107,2	108,2	107,9	107,8	110,6	110,3	110,2	109,5	105,2	107,4	108,4	5,4
14	110,4	107,4	108,5	107,6	107,5	110,9	110,4	110,2	109,5	105,3	107,6	108,5	5,6
16	110,2	107,0	108,6	107,5	107,6	110,6	110,2	110,4	109,7	105,2	107,2	108,4	5,4
18	110,5	107,5	108,5	107,8	107,8	110,3	110,3	110,2	109,5	105,4	107,6	108,5	4,9
20	110,3	107,2	108,5	107,6	107,6	110,5	110,3	110,8	109,8	105,2	107,5	108,5	5,6
22	110,2	107,3	108,5	107,3	107,8	110,3	110,5	110,2	109,6	105,6	107,3	108,4	4,9
24	110,2	107,2	108,6	107,4	107,6	110,6	110,2	110,4	109,5	105,2	107,5	108,4	5,4
26	110,1	107,2	108,5	107,5	107,5	110,3	110,3	110,5	109,6	105,2	107,8	108,4	5,3
28	110,1	107,3	108,4	107,8	107,6	110,3	110,2	110,5	109,5	105,4	107,5	108,5	5,1
30	110,1	107,5	108,6	107,6	107,8	110,6	110,6	110,6	109,6	105,3	107,2	108,5	5,3
32	110,2	107,3	108,6	107,4	107,9	110,5	110,3	110,2	109,8	105,2	107,6	108,5	5,3
34	110,3	107,6	108,6	107,8	107,8	110,4	110,2	110,2	109,6	105,3	107,2	108,5	5,1
36	110,2	107,2	108,6	107,5	107,0	110,5	110,5	110,4	109,6	105,2	107,8	108,4	5,3
38	110,2	107,3	108,6	107,6	107,8	110,3	110,3	110,4	109,9	105,6	107,4	108,5	4,8
40	110,5	107,2	108,6	107,8	107,6	110,6	110,6	110,5	109,8	105,2	107,8	108,6	5,4
42	110,2	107,2	108,5	107,5	107,9	110,2	110,8	110,5	109,7	105,4	107,6	108,5	5,4
44	110,4	107,5	108,4	107,6	107,8	110,6	110,6	110,4	109,6	105,2	107,7	108,5	5,4
46	110,1	107,3	108,5	107,5	107,6	110,3	110,3	110,5	109,8	105,3	107,8	108,5	5,2
48	110,1	107,5	108,5	107,9	107,5	110,3	110,4	110,2	109,5	105,2	107,4	108,4	5,2
50	110,5	107,3	108,8	107,8	107,8	110,3	110,5	110,5	109,6	105,6	107,9	108,6	4,9
52	110,3	107,4	108,5	107,6	107,6	110,5	110,3	110,6	109,3	105,2	107,5	108,5	5,4
54	110,2	107,0	108,6	107,4	107,9	110,3	110,2	110,5	109,5	105,4	107,6	108,4	5,1
56	110,3	107,0	108,4	107,5	107,8	110,3	110,6	110,2	109,6	105,2	107,5	108,4	5,4
58	110,1	107,5	108,5	107,8	107,8	110,6	110,5	110,8	109,5	105,3	107,9	108,6	5,5
60	110,2	107,3	108,5	107,6	107,9	110,5	110,5	110,2	109,6	105,2	107,8	108,5	5,3
T. PROM	110,2	107,3	108,5	107,6	107,7	110,4	110,4	110,4	109,6	105,3	107,6	108,5	
T. MAX	110,5	107,8	108,8	107,9	107,9	110,9	110,9	111,6	109,9	105,8	107,9		
T. MIN	110,1	107,0	108,2	107,3	107,0	110,0	110,2	110,2	109,2	105,2	107,2		
DTT	0,4	0,8	0,6	0,6	0,9	0,9	0,7	1,4	0,7	0,6	0,7		

Parámetro	Valor (°C)	Incertidumbre Expandida (°C)
Máxima Temperatura Medida	111,6	0,4
Mínima Temperatura Medida	105,2	0,5
Desviación de Temperatura en el Tiempo	1,4	0,2
Desviación de Temperatura en el Espacio	5,1	0,3
Estabilidad Media (±)	0,7	0,02
Uniformidad Media	6,4	0,1

Para cada posición de medición su "desviación de temperatura en el tiempo" DTT esta dada por la diferencia entre la máxima y la mínima temperatura registradas en dicha posición
 Entre dos posiciones de medición su "desviación de temperatura en el espacio" esta dada por la diferencia entre los promedios de temperaturas registradas en ambas posiciones.
 La incertidumbre expandida de la medición se ha obtenido multiplicando la incertidumbre estándar de la medición por el factor de cobertura k =2 que, para una distribución normal corresponde a una probabilidad de cobertura de aproximadamente 95 %.




 Jefe de Laboratorio
 Ing. Luis Loayza Capcha
 Reg. CIP N° 152631



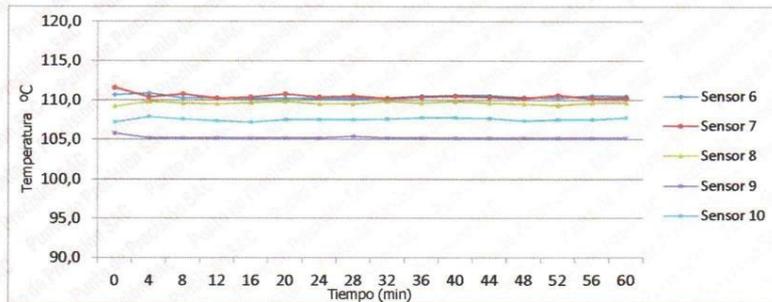
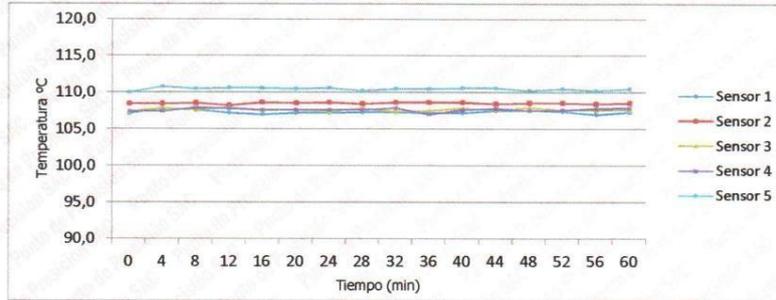
Punto de Precisión SAC

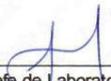
PUNTO DE PRECISIÓN S.A.C. LABORATORIO DE CALIBRACIÓN

CERTIFICADO DE CALIBRACION N° LT - 005 - 2020

Página : 3 de 4

TEMPERATURA DE TRABAJO 110 °C




Jefe de Laboratorio
Ing. Luis Loayza Capcha
Reg. CIP N° 152631



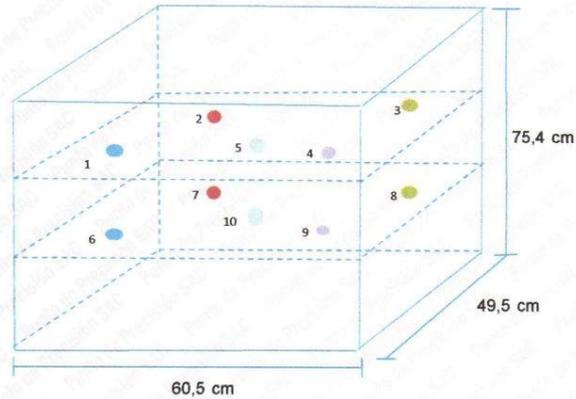
Punto de Precisión SAC

PUNTO DE PRECISIÓN S.A.C. LABORATORIO DE CALIBRACIÓN

CERTIFICADO DE CALIBRACION N° LT - 005 - 2020

Página : 4 de 4

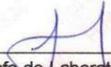
DISTRIBUCIÓN DE LOS SENSORES EN EL EQUIPO



- Los Sensores 5 y 10 se ubicaron sobre sus respectivos niveles.
- Los demas sensores se ubicaron a 8 cm de las paredes laterales y a 8 cm del fondo y del frente del equipo.
- Los Sensores del nivel superior se ubicaron a 1,5 cm por encima de la altura mas alta que emplea el usuario.
- Los Sensores del nivel inferior se ubicaron a 1,5 cm por debajo de la parrilla más baja.

FIN DEL DOCUMENTO




Jefe de Laboratorio
Ing. Luis Loayza Capcha
Reg. CIP N° 152631



Punto de Precisión SAC

LABORATORIO DE CALIBRACIÓN ACREDITADO POR EL
ORGANISMO PERUANO DE ACREDITACIÓN INACAL - DA
CON REGISTRO N° LC - 033



CERTIFICADO DE CALIBRACIÓN N° LM - 008 - 2020

Página: 1 de 3

Expediente : 002-2020
Fecha de Emisión : 2020-01-08

1. Solicitante : LABORATORIO DE SUELOS JCH S.A.C.

Dirección : AV. PROCERES DE LA INDEPENDENCIA NRO. 2236 APV.
SAN HILARION - SAN JUAN DE LURIGANCHO - LIMA

2. Instrumento de Medición : BALANZA

Marca : OHAUS

Modelo : SJX6201/E

Número de Serie : B742840540

Alcance de Indicación : 6200 g

División de Escala de Verificación (e) : 0,1 g

División de Escala Real (d) : 0,1 g

Procedencia : CHINA

Identificación : NO INDICA

Tipo : ELECTRÓNICA

Ubicación : LABORATORIO

Fecha de Calibración : 2020-01-07

La incertidumbre reportada en el presente certificado es la incertidumbre expandida de medición que resulta de multiplicar la incertidumbre estándar por el factor de cobertura $k=2$. La incertidumbre fue determinada según la "Guía para la Expresión de la incertidumbre en la medición". Generalmente, el valor de la magnitud está dentro del intervalo de los valores determinados con la incertidumbre expandida con una probabilidad de aproximadamente 95 %.

Los resultados son válidos en el momento y en las condiciones en que se realizaron las mediciones y no debe ser utilizado como certificado de conformidad con normas de productos o como certificado del sistema de calidad de la entidad que lo produce.

Al solicitante le corresponde disponer en su momento la ejecución de una recalibración, la cual está en función del uso, conservación y mantenimiento del instrumento de medición o a reglamentaciones vigentes.

PUNTO DE PRECISIÓN S.A.C. no se responsabiliza de los perjuicios que pueda ocasionar el uso inadecuado de este instrumento, ni de una incorrecta interpretación de los resultados de la calibración aquí declarados.

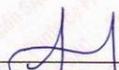
3. Método de Calibración

La calibración se realizó mediante el método de comparación según el PC-011 4ta Edición, 2010; Procedimiento para la Calibración de Balanzas de Funcionamiento no Automático Clase I y II del INACAL-DM.

4. Lugar de Calibración

LABORATORIO de LABORATORIO DE SUELOS JCH S.A.C.
AV. PROCERES DE LA INDEPENDENCIA NRO. 2236 APV. SAN HILARION - SAN JUAN DE LURIGANCHO - LIMA




Jefe de Laboratorio
Ing. Luis Loayza Capcha
Reg. CIP N° 152631

PT-06.F06 / Diciembre 2016 / Rev 02

Av. Los Ángeles 653 - LIMA 42 Telf. 292-5106

www.puntodeprecision.com E-mail: info@puntodeprecision.com / puntodeprecision@hotmail.com
PROHIBIDA LA REPRODUCCIÓN PARCIAL DE ESTE DOCUMENTO SIN AUTORIZACIÓN DE PUNTO DE PRECISIÓN S.A.C.



Punto de Precisión SAC

LABORATORIO DE CALIBRACIÓN ACREDITADO POR EL ORGANISMO PERUANO DE ACREDITACIÓN INACAL - DA CON REGISTRO N° LC - 033



CERTIFICADO DE CALIBRACIÓN N° LM - 008 - 2020

Página: 2 de 3

5. Condiciones Ambientales

	Inicial	Final
Temperatura	34,3 °C	34,1 °C
Humedad Relativa	40 %	40 %

6. Trazabilidad

Este certificado de calibración documenta la trazabilidad a los patrones nacionales, que realizan las unidades de medida de acuerdo con el Sistema Internacional de Unidades (SI).

Trazabilidad	Patrón utilizado	Certificado de calibración
INACAL - DM	Pesas (exactitud F1)	IP-296-2019 LM-166-2019

7. Observaciones

Los errores máximos permitidos (e.m.p.) para esta balanza corresponden a los e.m.p. para balanzas en uso de funcionamiento no automático de clase de exactitud II, según la Norma Metrológica Peruana 003 - 2009. Instrumentos de Pesaje de Funcionamiento no Automático.

Se colocó una etiqueta autoadhesiva de color verde con la indicación de "CALIBRADO".

Los resultados de este certificado de calibración no debe ser utilizado como una certificación de conformidad con normas de producto o como certificado del sistema de calidad de la entidad que lo produce.

8. Resultados de Medición

INSPECCIÓN VISUAL			
AJUSTE DE CERO	TIENE	ESCALA	NO TIENE
OSCILACIÓN LIBRE	TIENE	CURSOR	NO TIENE
PLATAFORMA	TIENE	SIST. DE TRABA	NO TIENE
NIVELACIÓN	TIENE		

ENSAYO DE REPETIBILIDAD

Medición N°	Carga L1= 3 100,0 g			Carga L2= 6 200,0 g		
	I(g)	ΔL(g)	E(g)	I(g)	ΔL(g)	E(g)
1	3 099,9	0,05	-0,10	6 200,2	0,06	0,19
2	3 100,0	0,06	-0,01	6 200,2	0,08	0,17
3	3 100,0	0,08	-0,03	6 200,2	0,09	0,16
4	3 100,0	0,06	-0,01	6 200,2	0,05	0,20
5	3 100,1	0,08	0,07	6 200,2	0,04	0,21
6	3 100,1	0,08	0,07	6 200,2	0,04	0,21
7	3 100,0	0,09	-0,04	6 200,2	0,08	0,17
8	3 100,0	0,06	-0,01	6 200,2	0,06	0,19
9	3 100,0	0,05	0,00	6 200,2	0,09	0,16
10	3 100,0	0,04	0,01	6 200,2	0,07	0,18
Diferencia Máxima			0,17	0,05		
Error máximo permitido ±			0,3 g	± 0,3 g		



Jefe de Laboratorio
Ing. Luis Loayza Capcha
Reg. CIP N° 152631

PT-06.F06 / Diciembre 2016 / Rev 02

Av. Los Ángeles 653 - LIMA 42 Telf. 292-5106

www.puntodeprecision.com E-mail: info@puntodeprecision.com / puntodeprecision@hotmail.com
PROHIBIDA LA REPRODUCCIÓN PARCIAL DE ESTE DOCUMENTO SIN AUTORIZACIÓN DE PUNTO DE PRECISIÓN S.A.C.



Punto de Precisión SAC

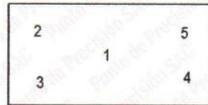
LABORATORIO DE CALIBRACIÓN ACREDITADO POR EL ORGANISMO PERUANO DE ACREDITACIÓN INACAL - DA CON REGISTRO N° LC - 033



Registro N° LC - 033

CERTIFICADO DE CALIBRACIÓN N° LM - 008 - 2020

Página: 3 de 3



Vista Frontal

ENSAYO DE EXCENTRICIDAD

Posición de la Carga	Determinación de E _a				Determinación del Error corregido				
	Carga mínima (g)	l(g)	ΔL(g)	E _o (g)	Carga (g)	l(g)	ΔL(g)	E(g)	E _c (g)
1	1.0	1,0	0,07	-0,02	2 000,0	1 999,9	0,06	-0,11	-0,09
2		1,0	0,05	0,00		1 999,8	0,05	-0,20	-0,20
3		1,0	0,06	-0,01		1 999,8	0,09	-0,24	-0,23
4		1,1	0,04	0,11		2 000,1	0,08	0,07	-0,04
5		1,0	0,09	-0,04		1 999,9	0,04	-0,09	-0,05

(*) valor entre 0 y 10 e

Error máximo permitido : ± 0,2 g

ENSAYO DE PESAJE

Carga L(g)	CRECIENTES				DECRECIENTES				emp(**)
	l(g)	ΔL(g)	E(g)	E _c (g)	l(g)	ΔL(g)	E(g)	E _c (g)	
1,0	1,0	0,08	-0,03						0,1
5,0	5,0	0,06	-0,01	0,02	5,0	0,08	-0,03	0,00	0,1
20,0	20,0	0,05	0,00	0,03	20,0	0,09	-0,04	-0,01	0,1
50,0	50,0	0,04	0,01	0,04	50,0	0,07	-0,02	0,01	0,1
500,0	500,0	0,07	-0,02	0,01	500,0	0,09	-0,04	-0,01	0,1
1 000,0	1 000,0	0,09	-0,04	-0,01	1 000,0	0,05	0,00	0,03	0,2
1 500,0	1 500,0	0,08	-0,03	0,00	1 500,0	0,06	-0,01	0,02	0,2
2 000,0	2 000,0	0,07	-0,02	0,01	2 000,0	0,05	0,00	0,03	0,2
5 000,0	5 000,3	0,04	0,31	0,34	5 000,3	0,07	0,28	0,31	0,3
6 000,0	6 000,5	0,05	0,50	0,53	6 000,5	0,04	0,51	0,54	0,3
6 200,0	6 200,5	0,06	0,49	0,52	6 200,5	0,06	0,49	0,52	0,3

(**) error máximo permitido

Lectura corregida e incertidumbre expandida del resultado de una pesada

$$R_{\text{corregida}} = R - 0,0000658 \times R$$

$$U_R = 2 \sqrt{0,00429 \text{ g}^2 + 0,00000000120 \times R^2}$$

R : Lectura de la balanza ΔL: Carga Incrementada E: Error encontrado E_c: Error en cero E_c: Error corregido

R : en g

FIN DEL DOCUMENTO



Jefe de Laboratorio
Ing. Luis Loayza Capcha
Reg. CIP N° 152631

PT-06.F06 / Diciembre 2016 / Rev 02

Av. Los Ángeles 653 - LIMA 42 Telf. 292-5106

www.puntodeprecision.com E-mail: info@puntodeprecision.com / puntodeprecision@hotmail.com

PROHIBIDA LA REPRODUCCIÓN PARCIAL DE ESTE DOCUMENTO SIN AUTORIZACIÓN DE PUNTO DE PRECISIÓN S.A.C.



Punto de Precisión SAC

LABORATORIO DE CALIBRACIÓN ACREDITADO POR EL
ORGANISMO PERUANO DE ACREDITACIÓN INACAL - DA
CON REGISTRO N° LC - 033



CERTIFICADO DE CALIBRACIÓN N° LM - 007 - 2020

Página: 1 de 3

Expediente : 002-2020
Fecha de Emisión : 2020-01-08

1. Solicitante : LABORATORIO DE SUELOS JCH S.A.C.

Dirección : AV. PROCERES DE LA INDEPENDENCIA NRO. 2236 APV.
SAN HILARION - SAN JUAN DE LURIGANCHO - LIMA

2. Instrumento de Medición : BALANZA

Marca : OHAUS

Modelo : TAJ4001

Número de Serie : 8338110064

Alcance de Indicación : 4000 g

División de Escala de Verificación (e) : 0,1 g

División de Escala Real (d) : 0,1 g

Procedencia : CHINA

Identificación : BAL-TAJ4001-N°1

Tipo : ELECTRÓNICA

Ubicación : LABORATORIO

Fecha de Calibración : 2020-01-07

La incertidumbre reportada en el presente certificado es la incertidumbre expandida de medición que resulta de multiplicar la incertidumbre estándar por el factor de cobertura $k=2$. La incertidumbre fue determinada según la "Guía para la Expresión de la incertidumbre en la medición". Generalmente, el valor de la magnitud está dentro del intervalo de los valores determinados con la incertidumbre expandida con una probabilidad de aproximadamente 95 %.

Los resultados son válidos en el momento y en las condiciones en que se realizaron las mediciones y no debe ser utilizado como certificado de conformidad con normas de productos o como certificado del sistema de calidad de la entidad que lo produce.

Al solicitante le corresponde disponer en su momento la ejecución de una recalibración, la cual está en función del uso, conservación y mantenimiento del instrumento de medición o a reglamentaciones vigentes.

PUNTO DE PRECISIÓN S.A.C. no se responsabiliza de los perjuicios que pueda ocasionar el uso inadecuado de este instrumento, ni de una incorrecta interpretación de los resultados de la calibración aquí declarados.

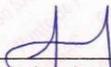
3. Método de Calibración

La calibración se realizó mediante el método de comparación según el PC-011 4ta Edición, 2010; Procedimiento para la Calibración de Balanzas de Funcionamiento no Automático Clase I y II del INACAL-DM.

4. Lugar de Calibración

LABORATORIO de LABORATORIO DE SUELOS JCH S.A.C.
AV. PROCERES DE LA INDEPENDENCIA NRO. 2236 APV. SAN HILARION - SAN JUAN DE LURIGANCHO - LIMA




Jefe de Laboratorio
Ing. Luis Loayza Capcha
Reg. CIP N° 152631

PT-06.F06 / Diciembre 2016 / Rev 02

Av. Los Ángeles 653 - LIMA 42 Telf. 292-5106

www.puntodeprecision.com E-mail: info@puntodeprecision.com / puntodeprecision@hotmail.com
PROHIBIDA LA REPRODUCCIÓN PARCIAL DE ESTE DOCUMENTO SIN AUTORIZACIÓN DE PUNTO DE PRECISIÓN S.A.C.



Punto de Precisión SAC

LABORATORIO DE CALIBRACIÓN ACREDITADO POR EL ORGANISMO PERUANO DE ACREDITACIÓN INACAL - DA CON REGISTRO N° LC - 033



Registro N° LC - 033

CERTIFICADO DE CALIBRACIÓN N° LM - 007 - 2020

Página: 2 de 3

5. Condiciones Ambientales

	Inicial	Final
Temperatura	34,4 °C	35,0 °C
Humedad Relativa	40 %	40 %

6. Trazabilidad

Este certificado de calibración documenta la trazabilidad a los patrones nacionales, que realizan las unidades de medida de acuerdo con el Sistema Internacional de Unidades (SI).

Trazabilidad	Patrón utilizado	Certificado de calibración
INACAL - DM	Pesas (exactitud F1)	M-0660-2018
		LM-323-2018 / LM-324-2018
		LM-325-2018 / LM-356-2018

7. Observaciones

Los errores máximos permitidos (e.m.p.) para esta balanza corresponden a los e.m.p. para balanzas en uso de funcionamiento no automático de clase de exactitud II, según la Norma Metrológica Peruana 003 - 2009. Instrumentos de Pesaje de Funcionamiento no Automático.

Se colocó una etiqueta autoadhesiva de color verde con la indicación de "CALIBRADO".

Los resultados de este certificado de calibración no debe ser utilizado como una certificación de conformidad con normas de producto o como certificado del sistema de calidad de la entidad que lo produce.

8. Resultados de Medición

INSPECCIÓN VISUAL			
AJUSTE DE CERO	TIENE	ESCALA	NO TIENE
OSCILACIÓN LIBRE	TIENE	CURSOR	NO TIENE
PLATAFORMA	TIENE	SIST. DE TRABA	NO TIENE
NIVELACIÓN	TIENE		

ENSAYO DE REPETIBILIDAD

Medición N°	Carga L1= 2 000,0 g			Carga L2= 4 000,0 g		
	I(g)	ΔL(g)	E(g)	I(g)	ΔL(g)	E(g)
1	2 000,0	0,05	0,00	4 000,0	0,08	-0,03
2	2 000,0	0,06	-0,01	4 000,0	0,09	-0,04
3	2 000,0	0,07	-0,02	4 000,0	0,06	-0,01
4	2 000,0	0,08	-0,03	4 000,0	0,05	0,00
5	2 000,0	0,06	-0,01	4 000,0	0,04	0,01
6	2 000,0	0,08	-0,03	4 000,0	0,05	0,00
7	2 000,0	0,07	-0,02	4 000,0	0,06	-0,01
8	2 000,0	0,09	-0,04	4 000,1	0,05	0,10
9	2 000,0	0,05	0,00	4 000,1	0,08	0,07
10	2 000,0	0,06	-0,01	4 000,0	0,07	-0,02
Diferencia Máxima			0,04	0,14		
Error máximo permitido ±			0,2 g	± 0,3 g		



Jefe de Laboratorio
Ing. Luis Loayza Capcha
Reg. CIP N° 152631

PT-06.F06 / Diciembre 2016 / Rev 02

Av. Los Ángeles 653 - LIMA 42 Telf. 292-5106

www.puntodeprecision.com E-mail: info@puntodeprecision.com / puntodeprecision@hotmail.com

PROHIBIDA LA REPRODUCCIÓN PARCIAL DE ESTE DOCUMENTO SIN AUTORIZACIÓN DE PUNTO DE PRECISIÓN S.A.C.



Punto de Precisión SAC

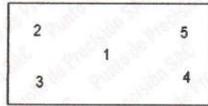
LABORATORIO DE CALIBRACIÓN ACREDITADO POR EL ORGANISMO PERUANO DE ACREDITACIÓN INACAL - DA CON REGISTRO N° LC - 033



Registro N° LC - 033

CERTIFICADO DE CALIBRACIÓN N° LM - 007 - 2020

Página: 3 de 3



Vista Frontal

ENSAYO DE EXCENTRICIDAD

Posición de la Carga	Determinación de E ₀				Determinación del Error corregido				
	Carga mínima (g)	l(g)	ΔL(g)	E ₀ (g)	Carga (g)	l(g)	ΔL(g)	E(g)	E _c (g)
1	1,0	1,0	0,05	0,00	1 300,0	1 300,0	0,06	-0,01	-0,01
2		1,0	0,05	0,00		1 300,0	0,04	0,01	0,01
3		1,0	0,07	-0,02		1 300,1	0,08	0,07	0,09
4		1,0	0,09	-0,04		1 300,1	0,06	0,09	0,13
5		1,0	0,08	-0,03		1 300,0	0,07	-0,02	0,01

Temp. (°C) Inicial: 34,4 Final: 34,5

(*) valor entre 0 y 10 e

Error máximo permitido : ± 0,2 g

ENSAYO DE PESAJE

Carga L(g)	CRECIENTES				DECRECIENTES				emp(**)
	l(g)	ΔL(g)	E(g)	E _c (g)	l(g)	ΔL(g)	E(g)	E _c (g)	
1,0	1,0	0,06	-0,01	-0,01	5,1	0,06	0,09	0,10	0,1
5,0	5,0	0,08	-0,03	-0,02	50,1	0,05	0,10	0,11	0,1
50,0	50,0	0,06	-0,01	0,00	100,1	0,09	0,06	0,07	0,1
100,0	100,0	0,09	-0,04	-0,03	500,1	0,05	0,10	0,11	0,1
500,0	500,0	0,08	-0,03	-0,02	700,1	0,06	0,09	0,10	0,2
700,0	700,0	0,09	-0,04	-0,03	1 000,0	0,08	-0,03	-0,02	0,2
1 000,0	1 000,0	0,08	-0,03	-0,02	1 500,1	0,07	0,08	0,09	0,2
1 500,0	1 500,0	0,07	-0,02	-0,01	2 000,1	0,05	0,10	0,11	0,2
2 000,0	2 000,1	0,08	0,07	0,08	3 000,0	0,06	-0,01	0,00	0,3
3 000,0	3 000,0	0,08	-0,03	-0,02	4 000,1	0,08	0,07	0,08	0,3
4 000,0	4 000,1	0,08	0,07	0,08					

Temp. (°C) Inicial: 34,5 Final: 35,0

(**) error máximo permitido

Lectura corregida e incertidumbre expandida del resultado de una pesada

$$R_{\text{corregida}} = R - 0,00000627 \times R$$

$$U_R = 2 \sqrt{0,00503 \text{ g}^2 + 0,00000000186 \times R^2}$$

R : Lectura de la balanza ΔL: Carga Incrementada E: Error encontrado E_c: Error en cero E_c: Error corregido

R : en g

FIN DEL DOCUMENTO



Jefe de Laboratorio
Ing. Luis Loayza Capcha
Reg. CIP N° 152631

PT-06.F06 / Diciembre 2016 / Rev 02

Av. Los Ángeles 653 - LIMA 42 Telf. 292-5106

www.puntodeprecision.com E-mail: info@puntodeprecision.com / puntodeprecision@hotmail.com
PROHIBIDA LA REPRODUCCIÓN PARCIAL DE ESTE DOCUMENTO SIN AUTORIZACIÓN DE PUNTO DE PRECISIÓN S.A.C.



Punto de Precisión SAC

PUNTO DE PRECISIÓN S.A.C. LABORATORIO DE CALIBRACIÓN

CERTIFICADO DE CALIBRACIÓN N° LFP - 253 - 2020

Página : 1 de 2

Expediente : T 204-2020
Fecha de emisión : 2020-09-18

1. Solicitante : LABORATORIO DE SUELOS JCH S.A.C.

Dirección : AV. PROCERES DE LA INDEPENDENCIA NRO. 2236 APV. SAN HILARION - SAN JUAN DE LURIGANCHO - LIMA

2. Descripción del Equipo : PRENSA UNIVERSAL

Marca de Prensa : HUMBOLDT
Modelo de Prensa : HM-5030.3F
Serie de Prensa : 190369EB26

Marca de Celda : HUMBOLDT
Modelo de Celda : HM-2300.100
Serie de Celda : 800082
Capacidad de Celda : 50 kN

El Equipo de medición con el modelo y número de serie abajo. Indicado ha sido calibrado probado y verificado usando patrones certificados con trazabilidad a la Dirección de Metrología del INACAL y otros.

Los resultados son válidos en el momento y en las condiciones de la calibración. Al solicitante le corresponde disponer en su momento la ejecución de una recalibración, la cual está en función del uso, conservación y mantenimiento del instrumento de medición o a reglamentaciones vigentes.

Punto de Precisión S.A.C no se responsabiliza de los perjuicios que pueda ocasionar el uso inadecuado de este instrumento, ni de una incorrecta interpretación de los resultados de la calibración aquí declarados.

3. Lugar y fecha de Calibración

AV. PROCERES DE LA INDEPENDENCIA NRO. 2236 APV. SAN HILARION - SAN JUAN DE LURIGANCHO - LIMA
14 - SETIEMBRE - 2020

4. Método de Calibración

La Calibración se realizó de acuerdo a la norma ASTM E4 .

5. Trazabilidad

INSTRUMENTO	MARCA	CERTIFICADO	TRAZABILIDAD
CELDA DE CARGA	MAVIN	CCP - 0340 - 005 - 20	ELICROM
INDICADOR	MCC		

6. Condiciones Ambientales

	INICIAL	FINAL
Temperatura °C	23,4	23,6
Humedad %	62	62

7. Resultados de la Medición

Los errores de la prensa se encuentran en la página siguiente.

8. Observaciones

Con fines de identificación se ha colocado una etiqueta autoadhesiva de color verde con el número de certificado y fecha de calibración de la empresa PUNTO DE PRECISIÓN S.A.C.




Jefe de Laboratorio
Ing. Luis Loayza Capcha
Reg. CIP N° 152631

Av. Los Ángeles 653 - LIMA 42 Telf. 292-5106 698-9620

www.puntodeprecision.com E-mail: info@puntodeprecision.com / puntodeprecision@hotmail.com

PROHIBIDA LA REPRODUCCIÓN PARCIAL DE ESTE DOCUMENTO SIN AUTORIZACIÓN DE PUNTO DE PRECISIÓN S.A.C.



Punto de Precisión SAC

PUNTO DE PRECISIÓN S.A.C. LABORATORIO DE CALIBRACIÓN

CERTIFICADO DE CALIBRACIÓN N° LFP - 253 - 2020

Página : 2 de 2

TABLA N° 1

SISTEMA DIGITAL "A" kN	SERIES DE VERIFICACIÓN (kN)				PROMEDIO "B" kN	ERROR Ep %	RPTBLD Rp %
	SERIE 1	SERIE 2	ERROR (1) %	ERROR (2) %			
5	5,04347	5,04474	-0,87	-0,89	5,04	-0,87	-0,03
10	10,0371	10,0812	-0,37	-0,81	10,06	-0,59	-0,44
15	15,1106	15,1252	-0,74	-0,83	15,12	-0,78	-0,10
20	20,1129	20,1306	-0,56	-0,65	20,12	-0,61	-0,09
25	25,2246	25,0805	-0,90	-0,32	25,15	-0,61	0,58
30	30,1961	30,1206	-0,65	-0,40	30,16	-0,53	0,25
35	35,1656	35,0778	-0,47	-0,22	35,12	-0,35	0,25
40	40,1327	40,1092	-0,33	-0,27	40,12	-0,30	0,06

NOTAS SOBRE LA CALIBRACIÓN

1.- Ep y Rp son el Error Porcentual y la Repetibilidad definidos en la citada Norma:

$$Ep = ((A-B) / B) * 100 \quad Rp = Error(2) - Error(1)$$

2.- La norma exige que Ep y Rp no excedan el 1,0 %

3.- Coeficiente Correlación: $R^2 = 1$

Ecuación de ajuste : $y = 0,9976x - 0,0581$

Donde: x : Lectura de la pantalla
y : Fuerza promedio (kN)

GRÁFICO N° 1

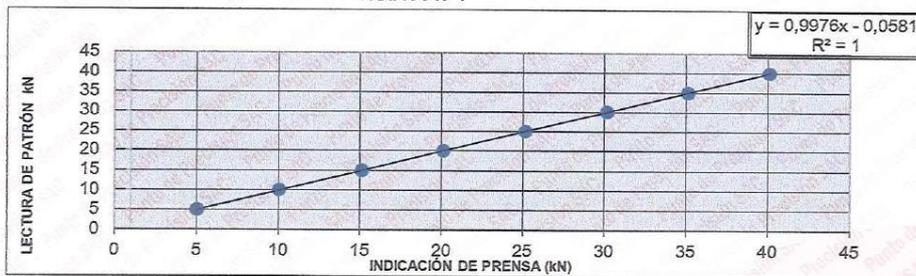
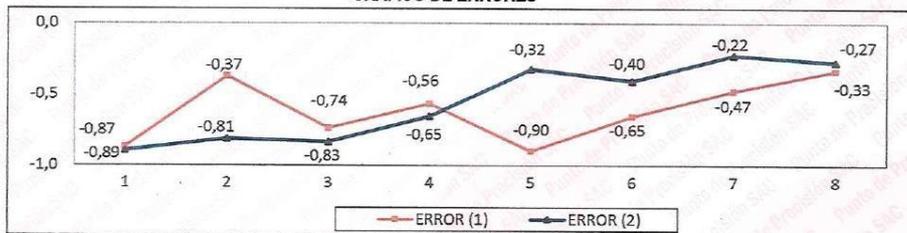


GRÁFICO DE ERRORES



FIN DEL DOCUMENTO



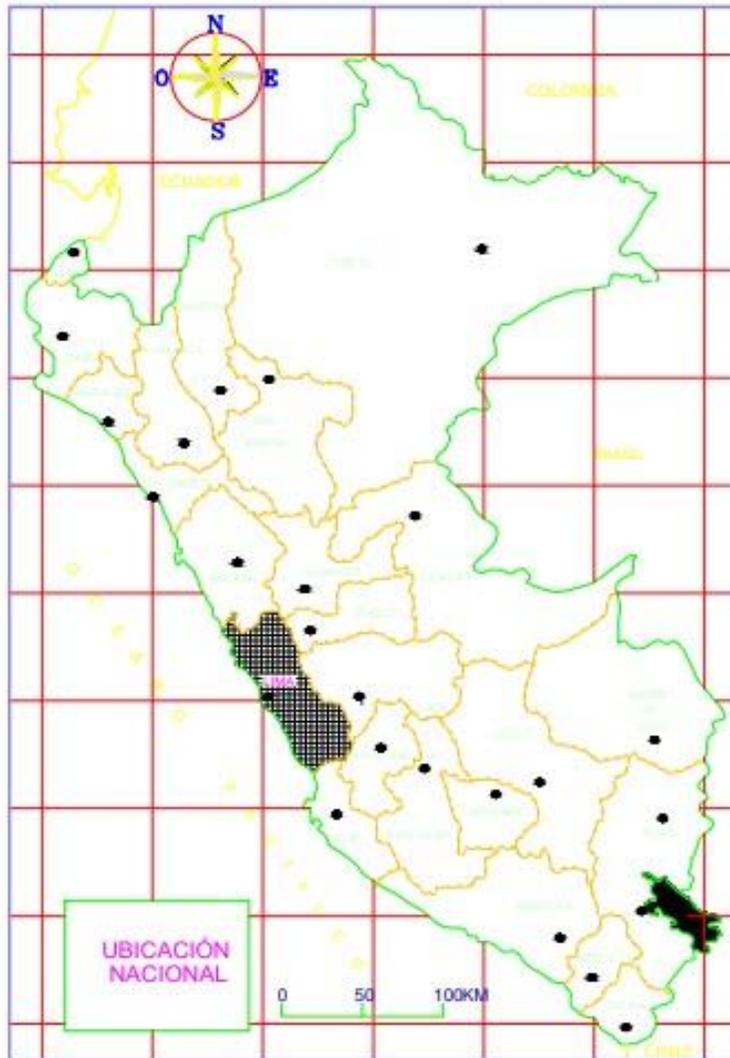
Jefe de Laboratorio
Ing. Luis Loayza Capcha
Reg. CIP N° 152631

Av. Los Ángeles 653 - LIMA 42 Telf. 292-5106 698-9620

www.puntodeprecision.com E-mail: info@puntodeprecision.com / puntodeprecision@hotmail.com

PROHIBIDA LA REPRODUCCIÓN PARCIAL DE ESTE DOCUMENTO SIN AUTORIZACIÓN DE PUNTO DE PRECISIÓN S.A.C.

PLANOS



UNIVERSIDAD CESAR VALLEJO

REGION : LIMA
 PROVINCIA : CAJATAMBO
 DISTRITO : CAJATAMBO

"Diseño del Pavimento Asfaltado comparando el empleo de caucho reciclado y plástico reciclado, Anexo Astobamba - Provincia Cajatambo-2020"

U - 1

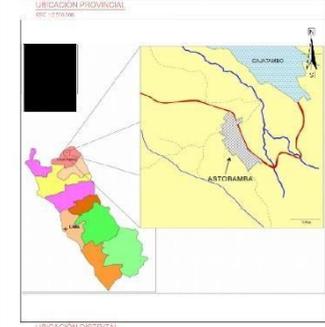
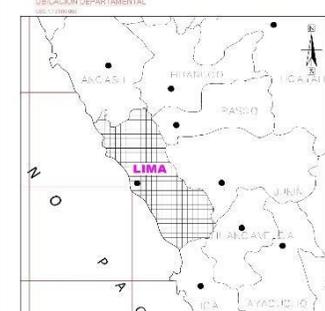
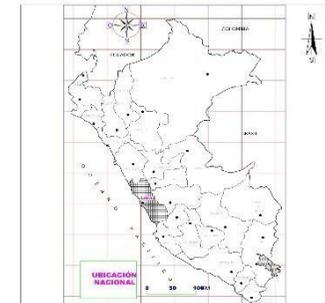
PROPIETARIA : Anciana Rosal, Linda Mlagra

PAGINA : 1/75

FECHA : Setiembre , 2020



PLANTA DE UBICACION
ESC 1:2,000



UBICACION DISTRICTAL
ESC 1:10,000

 UNIVERSIDAD CESAR VALLEJO	
UBICACION: ICA	PROYECTO: "Diseño del Pavimento Asfaltado comparando al empleo de caucho reciclado y plástico reciclado"
REGION: ICA	ANEXO: Anexo Astobamba
PROVINCIA: CAJATAMBO	PROVINCIA: Cajatambo 2030
DISTRITO: CAJATAMBO	
PLANTA: U-1	
FECHA: 10/12/2020	PROYECTO: 2020

PANEL FOTOGRAFÍCO













