



UNIVERSIDAD CÉSAR VALLEJO

FACULTAD DE INGENIERÍA Y ARQUITECTURA

ESCUELA PROFESIONAL DE INGENIERÍA CIVIL

Incorporación de caucho reciclado y tubería PVC en las mezclas
asfálticas para pavimentos flexibles, Los Olivos-Lima 2022

AUTORES:

Calle Torres, Romario (orcid.org/0000-0003-2111-0009)

Quispe Sanchez, Carlos Rafael (orcid.org/0000-0002-2711-0643)

ASESOR:

Mg. Minaya Rosario, Carlos Danilo (orcid.org/0000-0002-0655-523X)

LÍNEA DE INVESTIGACIÓN:

Diseño de infraestructura vial

LÍNEA DE RESPONSABILIDAD SOCIAL UNIVERSITARIA:

Desarrollo sostenible y adaptación al cambio climático

LIMA – PERÚ

2022

DEDICATORIA

Este trabajo está dedicado en primer lugar a Dios, a mi familia que siempre han estado dando su apoyo incondicional y también a todas las personas que me apoyaron para lograr mi meta anhelada. Así también para mi abuelita que me cuida desde el cielo T.P.

Este trabajo está dedicado en primer lugar a Dios y mi familia, mis padres Silverio Quispe Quispe y Marina Sánchez Mariño a mis tíos y primos por estar conmigo, por enseñarme a crecer y crearme seguridad en mí mismo, a que si caigo debo levantarme, por apoyarme y guiarme, por ser las bases que me ayudaron a llegar hasta aquí.

AGRADECIMIENTOS

A Dios porque ha estado conmigo en cada paso que doy, cuidándome y dándome fortaleza para continuar; a mis padres y hermanos, quienes a lo largo de mi vida han velado por mi bienestar y educación siendo mi apoyo incondicional en todo momento.

A mi asesor de tesis Mg. Minaya Rosario, Carlos Danilo; quién con su vasta y extensa experiencia lograré el gran anhelo de titularme como ingeniero civil.

A Dios porque ha estado conmigo en cada paso que doy, a mi asesor de tesis Mg. Carlos Danilo, Minaya Rosario que tuvo paciencia en explicarnos cada detalle del curso y a mi familia tíos y primos quienes a lo largo de mi vida han velado por mi bienestar y educación siendo mi apoyo incondicional en todo momento.

Índice de contenidos

Carátula.....	i
Dedicatoria	ii
Agradecimiento.....	iii
Índice de contenidos.....	iv
Índice de tablas	v
Índice de figuras	vii
Resumen	x
Abstract	xi
I.INTRODUCCIÓN.....	1
II.MARCO TEÓRICO.....	5
III.METODOLOGÍA.....	13
3.1. Tipo y diseño de investigación:	13
3.2. Variable, Operacionalizacion:.....	14
3.3. Población y muestra y muestreo:	15
3.4. Técnicas e instrumentos de recolección de datos.....	18
3.5. Procedimiento de datos:.....	20
3.6. Método de análisis de datos.....	20
3.7. Aspectos éticos.	21
IV. RESULTADOS.....	22
V. DISCUSIÓN	61
VI. CONCLUSIONES	63
VII. RECOMENDACIONES	65
REFERENCIAS	66
ANEXOS	

Índice de tablas

Tabla 01. Muestra de mezcla asfáltica convencional	16
Tabla 02. Muestra de mezcla asfáltica con caucho y pvc reciclado	17
Tabla 03. Resumen de muestra de la investigación	17
Tabla 04. Pruebas desarrolladas en el laboratorio	19
Tabla 05. Derivaciones de D.S.M elaborados al agregado grueso	25
Tabla 06. Porcentaje de abrasión del agregado grueso	25
Tabla 07. Resultados de índice de Durabilidad	27
Tabla 08. Correspondencia de Caras Fracturadas.....	28
Tabla 09. Sales solubles totales.....	29
Tabla 10. Absorción y densidad relativa al agregado grueso	29
Tabla 11. Resultados Equivalente de Arena	30
Tabla 12. Derivaciones de Durabilidad al Sulfato de Magnesio	31
Tabla 13. Resultas de Índice de Durabilidad.....	32
Tabla 14. Efectos de sales solubles totales	32
Tabla 15. Efectos de absorción y densidad relativa del agregado fino.....	33
Tabla 16. Agregado Grueso - Análisis Granulométrico	33
Tabla 17. Agregado fino - Análisis Granulométrico	34
Tabla 18. Composición de agregados.....	35
Tabla 19. Composición asfáltica.....	35
Tabla 20. Análisis Granulométrico Global	36
Tabla 21. Ensayo Marshall (4.5 % C.A)	38
Tabla 22. Ensayo Marshall (5.0 % C.A)	39
Tabla 23. Ensayo Marshall (5.5 % C.A)	40
Tabla 24. Ensayo Marshall (6.0 % C.A)	41

Tabla 25. Valores de % C.A.	42
Tabla 26. % óptimo del patrón (Marshall).....	44
Tabla 27. Valores arrojados en el patrón - flujo.....	45
Tabla 28. Valores arrojados en el patrón - estabilidad	46
Tabla 29. Valores arrojados en el patrón - porcentajes de vacíos.....	47
Tabla 30. Valores arrojados en el flujo.	50
Tabla 31. Valores arrojados de estabilidad	52
Tabla 32. Valores arrojados en el porcentaje de vacíos.....	55
Tabla 33. Ensayo Marshall (3%+5% de caucho y tubería PVC)	56
Tabla 34. Ensayo Marshall (4%+10% de caucho y tubería PVC)	57
Tabla 35. Ensayo Marshall (5%+15% de caucho y tubería PVC).	58
Tabla 36. Ligante asfáltico	59
Tabla 37. Tipologías de Marshall modificado con (CR+PVC)	60

Índice de gráficos y figuras

Figura 01. Caucho reciclado.....	12
Figura 02. Viruta de PVC	12
Figura 03. Mapa del Perú.....	22
Figura 04. Mapa Los Olivos.....	22
Figura 05. Localización del tramo Av. Universitaria – Av. Alfredo Mendiola (Los Olivos).....	22
Figura 06. Taras con los agregados.....	23
Figura 07. Medición de la T° del agregado.....	23
Figura 08. Peso de briqueta	23
Figura 09. Peso de materiales.....	23
Figura 10. Requerimientos para los agregados gruesos	24
Figura 11. Requerimientos para los agregados finos	24
Figura 12. Elaboración de muestra	26
Figura 13. Ocupación de la muestra en Máquina de los Ángeles	26
Figura 14. Relación de Partículas Chatas y Alargadas	27
Figura 15. Muestra de partículas chatas	28
Figura 16. Muestra de partículas alargadas	28
Figura 17. Elaboración de la muestra.....	30
Figura 18. Desecado del agregado grueso	30
Figura 19. Embutido con el tubo solvente limpiador.....	31
Figura 20. Ojeada de arcilla de los cilindros irrigados	31
Figura 21. Peso de materiales.....	35
Figura 22. Curva granulométrica de agregados	37
Figura 23. Gráfica de peso unitario	42

Figura 24. Gráfica de % de vacíos	42
Figura 25. Gráfica de V.M.A.....	43
Figura 26. Gráfica de % V.LL.A.....	43
Figura 27. Gráfica de estabilidad.....	43
Figura 28. Gráfica de flujo	43
Figura 29. Gráfica de polvo / asfalto.....	44
Figura 30. Barras de resultados de flujo en el asfalto – patrón	45
Figura 31. Barras de resultados de estabilidad en el asfalto – patrón.....	46
Figura 32. Barras de resultados de % de vacíos en el asfalto - patrón	47
Figura 33. Mezcla óptima de asfalto modificado con caucho al 3%+5%, 4%+10% y 5%+15% de caucho y tubería PVC	48
Figura 34. Mezcla del cemento asfáltico de caucho y tubería PVC.....	48
Figura 35. Elaboración y compactación de la briqueta de asfalto con 3%+5%, 4%+10% y 5%+15% de caucho y tubería PVC.....	49
Figura 36. Muestra de las briquetas de asfalto 3%+5%,4%+10% y 5%+15% de caucho y tubería PVC	49
Figura 37. Preparación de las muestras para el ensayo Marshall para determinar el flujo	49
Figura 38. Gráfico de flujo con incorporación de caucho y tubería pvc reciclado.....	50
Figura 39. Elaboración y compactación de la briqueta de asfalto con 3%+5%, 4%+10% y 5%+15% de caucho y tubería PVC.....	51
Figura 40. Muestra de las briquetas en baño de maría	51
Figura 41. Preparación de las muestras para el ensayo Marshall para determinar la estabilidad.....	52
Figura 42. Valor de la muestra del ensayo Marshall para determinar	

la estabilidad	52
Figura 43. Gráfico de estabilidad incorporado caucho y tubería pvc reciclado	53
Figura 44. Mezcla del cemento asfaltico de caucho y tubería PVC.....	54
Figura 45. Muestra del asfalto con 3%+5%, 4%+10% y 5%+15% de caucho y tubería PVC	54
Figura 46. Preparación de las muestras para el ensayo Marshall para determinar el flujo	54
Figura 47. Valor de la muestra del ensayo Marshall para determinar el flujo ...	54
Figura 48. Gráfico de porcentaje de vacíos incorporado caucho y tubería pvc reciclado	55
Figura 49. Exigencias para mezcla bituminosa en caliente.....	59
Figura 50. Vacíos mínimos en el Agregado Mineral.....	59

RESUMEN

Esta investigación tuvo como objetivo general evaluar la influencia de la incorporación del caucho reciclado y tuberías PVC en las propiedades de una mezcla asfáltica para pavimentos flexibles, Los Olivos – Lima 2022; estableciéndose realizar el ensayo Marshall, como también los ensayos para los agregados. Formulándose la metodología: su diseño de investigación fue experimental (cuasi), su tipo de investigación fue nivel explicativo, de enfoque cuantitativo. Sus resultados según los objetivos específicos al incorporar caucho y tubería pvc en 3%+5%, 4%+10% y 5%+15% fueron: el primer objetivo específico fue determinar la disminución del flujo, el cual no se optimizó entre los parámetros (8 – 14) con el 3%+5%, 4%+10%, y 5%+15% con caucho y tubería pvc, el segundo objetivo específico fue determinar la mejora en la estabilidad con respecto al patrón, el cual disminuyó del 1409.8kg al 1228.6 kg con el 5%+15% con caucho y tubería pvc, el tercer objetivo específico fue determinar la disminución del porcentaje de vacíos , el cual aumentó del 4.6% a 9.3% con el 5%+15% con caucho y tubería pvc. Conclusión, la incorporación de caucho y tubería pvc reciclado no mejoró el flujo, la estabilidad y el porcentaje de vacíos, siendo los porcentajes de caucho y tubería pvc (3%+5%) el más cercano en todos en ensayos de acuerdo a los parámetros de la norma MTC, ASTM.

Palabras clave: Caucho, pvc, estabilidad, flujo, porcentaje de vacíos.

ABSTRACT

The general objective of this research was to evaluate the influence of the incorporation of recycled rubber and PVC pipes on the properties of an asphalt mixture for flexible pavements, Los Olivos - Lima 2022; establishing to perform the Marshall test, as well as the tests for the aggregates. Formulating the methodology: its research design was experimental (quasi), its type of research was explanatory level, with a quantitative approach. Their results according to the specific objectives when incorporating rubber and pvc pipe at 3%+5%, 4%+10% and 5%+15% were: the first specific objective was to determine the decrease in flow, which was not optimized among the parameters (8 - 14) with 3% + 5%, 4% + 10%, and 5% + 15% with rubber and PVC pipe, the second specific objective was to determine the improvement in stability with respect to the standard, which decreased from 1409.8kg to 1228.6 kg with 5% + 15% with rubber and PVC pipe, the third specific objective was to determine the decrease in the percentage of voids, which increased from 4.6% to 9.3% with 5% + 15% with rubber and pvc pipe. Conclusion, the incorporation of recycled PVC rubber and pipe did not improve the flow, stability and percentage of voids, being the percentages of PVC rubber and pipe (3%+5%) the closest in all tests according to the parameters of the MTC, ASTM standard.

Keywords: Rubber, pvc, stability, flow, percentage of voids.

I. INTRODUCCIÓN

Las carreteras son insustituibles para el progreso y la sustentabilidad del país, accediendo la comunicación externa e interna, así como potenciando la competitividad, generando equilibrio económico y paralelamente la integración social de la sociedad, donde los materiales que componen estas vías deben ser presentes, perennes y de buena eficacia. Al paso del tiempo, las carreteras sufren fallas, como agrietamiento, hundimiento asfáltico, ondulamiento entre otras, siendo estas las causas de afectar al tránsito vehicular; dichas fallas ocasionan que los usuarios se vean afectados, ya que, generan desperfectos en los vehículos, ocasionando retrasos en sus viajes e incluso accidentes.

Por lo tanto, se ha visto la necesidad de incorporar bastos reciclados como parte de las mezclas asfálticas en caliente, de esta manera, obtener una elección de solución al problema. Siendo así, buscando el objetivo de optimar las propiedades de las mezclas asfálticas para lograr mejorar y aumentar la vida útil, o caso contrario llegar a la duración para la cual fueron diseñados inicialmente. A nivel internacional, estipularon nuevas alternativas de materiales reciclados y materias primas artificiales, en fabricación de mezcla asfáltica enfocadas en la aplicación parcial como sustituto del agregado fino. En Ecuador, se estudió las virtudes de policloruro de vinilo (PVC) obteniendo una mezcla asfáltica con mayor penetración y menor susceptibilidad térmica a fluir. Por otro lado, en países como Colombia y Guatemala, se realizaron estudios previos, la cual, demostró que la incorporación del caucho sintético en la mezcla asfáltica fue el más adecuado para este uso particular mejorando en algunas de sus propiedades.

En el ámbito Nacional, surgen investigaciones recientes sobre el uso de llantas recicladas incorporadas en la mezcla asfáltica para obtener un mejoramiento en sus propiedades mecánicas. En la región de Puno, efectuaron estudios, donde surgió la idea de elaborar un nuevo diseño de una mezcla asfáltica modificado con neumáticos reciclado, con la finalidad de ofrecer una solución a los problemas que afectan al asfalto y como también a las carpetas asfálticas. Así mismo, se halló investigaciones del diseño de la mezcla asfáltica relacionadas con materiales reciclados, tal es el caso de la ciudad de Piura y Cajamarca donde se evaluó la

adición de caucho como parte del agregado fino superando en resistencia a la tracción indirecta a las mezclas mejoradas y reduce la deformación unitaria.

En el ámbito local, el distrito de los Olivos es uno de los 43 distritos que conforman Lima; se encontró en proceso de urbanizado con más de 325,884 habitantes según censo del 2020. Actualmente el distrito mencionado cuenta con un sistema vial consolidado, conformado con veredas y pistas, la cual, en su mayoría pavimentos flexibles. Lamentablemente, a pesar de tener una gran extensión de vías y sistema bien consolidado, Los Olivos es una de los distritos con la mayor cantidad de accidentes de tránsito en Lima, ya que, la mayoría de estas vías se encuentran en un deterioro notable, debiéndose principalmente a los años de vida útil y al incremento del tráfico, puesto a que, hay un alto tránsito vehicular en sus carreteras más importantes, siendo estas, la Panamericana Norte, La Avenida Universitaria, La Av. Canta Callao y la Av. Elmer Faucett; al ser vías principales cuentan con diferentes rubros significativos (comerciales, laborales, educación y salud) los cuales, generan un desgaste en las carpeta asfáltica, ya que, se presentan parches, piel de cocodrilo, desprendimiento de agregados, grietas longitudinales y transversales, huecos, depresiones entre otros, encontrándose en diferentes niveles de severidad.

Por consiguiente, para solucionar estos problemas se planteó la incorporación de polímeros y materiales reciclados, de manera que, lo puede ser cauchos reciclados y PVC como reemplazado del agregado fino en diferentes porcentajes que acrecienten su capacidad en firmeza y durabilidad en las mezclas asfálticas; asimismo cumpliendo sus funciones básicas de diseño, también aportó a mitigar los impactos y sea amigable con el medio ambiente.

Formulación del Problema: Con respecto a lo mencionado en la actual problemática, la investigación se centra en el uso de materiales reciclados como los son, el caucho y el uso de tubería (PVC) como una alternativa de sustituto al agregado fino. Por ello, se planteó el estudio de la elaboración de un diseño mezcla asfáltica en la incorporación de ambos materiales para mejorar sus propiedades mecánicas.

Es por ello, en esta investigación se planteó el siguiente Problema General: ¿De qué manera influye la incorporación de caucho reciclado y tubería PVC en la mezcla

asfáltica para pavimentos flexibles, Los Olivos - Lima 2022? Así mismo, se planteó los Problemas específicos: ¿Cuánto influye la incorporación del caucho reciclado y tubería PVC en el flujo de una mezcla asfáltica para pavimentos flexibles, Los Olivos - Lima 2022?; ¿Cuánto influye la incorporación del caucho reciclado y tubería PVC en la estabilidad de mezclas asfálticas para pavimentos flexibles, los Olivos-Lima 2022?; ¿ Cuánto influye la incorporación del caucho reciclado y tubería PVC en el porcentaje de vacíos de una mezcla asfáltica para pavimentos flexibles, Los Olivos - Lima 2022?

Justificación del Problema (Investigación)

Se puede justificar que nuestro proyecto de investigación es fomentar el mejoramiento, durabilidad y resistencia que existe en el asfalto flexible, esto nos permite implementar una nueva técnica constructiva utilizando caucho reciclado y tubería PVC como parte de los agregados finos. Las carreteras juegan un papel importante en la sociedad moderna, facilitando una mayor movilidad de personas, bienes y servicios, estos cumplen una función en la mejora del crecimiento social y económico.

Los bienes de las carreteras pavimentadas son numerosos, incluido el costo - beneficio, la disminución de contaminación acústica y mejora de seguridad, la comodidad, la durabilidad y la reciclabilidad. El uso de nuevos materiales asfálticos en la construcción y el mantenimiento puede mejorar las condiciones de todos los usuarios de las carreteras. La nueva tecnología convierte al asfalto en único material de carretera sostenible preferido: Justificación técnica, en el siguiente trabajo de investigación, se propone usar el caucho reciclado en proporciones de 3%, 4% y 5% y tubería PVC en 5%,10% y 15% con referencia al peso del material viendo la influencia en las propiedades físico – mecánicas, dando una mayor durabilidad al asfalto. Justificación Social, este proyecto favorece a los ciudadanos del distrito de los Olivos, al contar con una vía pavimentada con mayor durabilidad, de tal manera, que funcione en el tránsito fluido durante el tiempo de vida del asfalto. Justificación Teórica, el proyecto da a conocer las ventajas que existen al utilizar el caucho reciclado y tubería PVC en las mezclas asfálticas, esto mejoró la consistencia y el compactado al momento de su pavimentación. Justificación Metodológica, el proyecto sirve a que futuros profesionales puedan implementar

técnicas constructivas aplicando el caucho reciclado y virutas tubería PVC como insumo básico en sus mezclas asfálticas, con el objetivo de mejorar sus propiedades de estas.

En el presente proyecto de investigación, se propone el Objetivo General: Evaluar la influencia de la incorporación del caucho reciclado y tuberías PVC en las propiedades de una mezcla asfáltica para pavimentos flexibles, Los Olivos – Lima 2022. En forma similar se planteó los Objetivos Específicos: Determinar la influencia de la incorporación del caucho reciclado y tuberías PVC en el flujo de una mezcla asfáltica para pavimentos flexibles, Los Olivos – Lima 2022. Determinar la influencia de la incorporación del caucho reciclado y tuberías PVC en la estabilidad de una mezcla asfáltica para pavimentos flexibles, Los Olivos – Lima 2022. Determinar la influencia de la incorporación del caucho reciclado y tuberías PVC en el porcentaje de vacíos de una mezcla asfáltica para pavimentos flexibles, Los Olivos – Lima 2022.

También se planteó la Hipótesis General: La incorporación del caucho reciclado y tubería PVC mejora las propiedades de una mezcla asfáltica, Los Olivos – Lima 2022. Así mismo se plantea las Hipótesis Específicas: La incorporación del caucho reciclado y tubería PVC influye satisfactoriamente en el flujo de una mezcla asfáltica para pavimentos flexibles, Los Olivos – Lima 2022; La incorporación del caucho reciclado y tubería PVC influye satisfactoriamente en la estabilidad de una mezcla asfáltica para pavimentos flexibles, Los Olivos – Lima 2022; La incorporación del caucho reciclado y tubería PVC influye en el porcentaje de vacíos de una mezcla asfáltica para pavimentos flexibles, Los Olivos - Lima 2022.

II. MARCO TEÓRICO

A nivel Nacional, se obtiene que: según Carrizales, J. (2015), teniendo como objetivo principal analizar la mezcla asfáltica modificada con material reciclado de llanta en 3%, 5%, 7% y 9% en la aplicación de un pavimento flexible. La metodología es de enfoque cuantitativo, diseño experimental y de tipo correlacional – exploratorio. La población de estudio son la mezcla asfáltica convencional y la incorporación del caucho reciclado de llanta, se realizaron como muestra 15 testigos de mezcla asfáltica convencionales y 60 testigos de mezcla asfáltica modificado con caucho reciclado de llantas ambos por el método Marshall. Los resultados arrojados realizados en el laboratorio, con el diseño asfáltico modificado con 3%, 5%, 7% y 9% de caucho reciclado de llanta con respecto al asfalto convencional, el que mejor comportamiento tubo es el de 3%, se tomó en cuenta que la estabilidad con dicho porcentaje es de 808kg, el peso unitario es de 2.0230 gr/cm³, el porcentaje de vacíos de llenado de cemento asfáltico fue 55.90%, la relación estabilidad flujo fue de 1149 kg/cm, el valor de estabilidad retenida fue de 61.78%, el índice de compactibilidad fue de 5.67%, siendo estos datos inferiores al diseño convencional. Mientras, en el flujo del asfalto fue de 7.03mm y el porcentaje de vacíos en el asfalto fue de 9.06%, fueron superiores con respecto al diseño convencional. El autor concluye que los todos los diseños de asfalto modificado con caucho reciclado no obtuvieron mejoras en su comportamiento físico y mecánico. La cual, ninguno de los diseños cumplió con lo establecido en la normativa peruana, alcanzando valores muy debajo de los límites establecidos, tomándose en cuenta que el diseño de 3% de caucho es el más cercano. ¹

Para Salazar, S. (2019), con el objetivo de demostrar la incorporación del caucho reciclado a la mezcla asfáltica beneficiando en mejorar las propiedades de dicha mezcla. Su metodología de investigación fue de un enfoque cuantitativo, de diseño experimental y de tipo aplicada. Su población fue conformada por briquetas de asfalto convencional y otra incorporada con polvo de caucho reciclado de 2.5%, 3.5% y 4.5% y su muestra consistió en 20 briquetas de asfalto. Los resultados obtenidos en el laboratorio, con el diseño de mezcla asfáltica modificado con caucho reciclado de llanta con el 2.5%, 3.5% y 4.5%, para la estabilidad se obtuvo 610.10 kg, 631.7 kg y 687.10 kg, respectivamente. Para el flujo se obtuvo 3.56mm,

3.30mm y 3.05mm, respectivamente. Finalmente, para la estabilidad y flujo se obtuvieron 1715.60 kg/cm, 1913.20 kg/cm y 2254 kg/cm, respectivamente. El autor llegó a la conclusión sobre la mezcla asfáltica modificada con el 4.5% de polvo de caucho es el óptimo ubicándose dentro los rangos establecidos en la normativa para mezclas asfálticas de tipo B para vías colectoras y arteriales, originando una mayor durabilidad y mejorando su resistencia frente a las deformaciones.²

De acuerdo con Ballena, C. (2016), tuvo el propósito de analizar la influencia que genera la fibra de polietileno triturado añadiendo a la mezcla asfáltica en frío en las propiedades físicas y mecánicas del asfalto comparando con una mezcla convencional. La metodología de investigación fue cuantitativo cuasi - experimental. Su población constituyó en el diseño de mezclas asfálticas en frío con emulsión asfálticas con 3 tipos de tamaño máximo en distintos porcentajes de polietileno 1%, 2%, 3%, 5%, 7% y 10%; su muestra consistió en 126 briquetas para ser estudiada en los 3 tipos de tránsitos (liviano, medio y pesado). Los resultados del diseño de la mezcla asfáltica convencional cumplieron con las especificaciones de la norma. Con respecto a la fibra de polietileno tipo 1 y tipo 2 se comprobó que es un material no compatible con el asfalto en frío, resultando un asfalto inestable que no se puede realizar el ensayo Marshall para ningún tipo de tránsito. Mientras, con la fibra de polietileno tipo 3 se observó que al elaborar las briquetas se podían compactar hasta el porcentaje de 8 % para los tres tipos de tránsitos, con lo cual se pudo apreciar que las muestras con el 5% de polietileno para el tránsito pesado cumplieron las exigencias de la norma del MTC, observando un aumento de 12.8% en el volumen y secado más rápido la emulsión asfáltica a comparación de la mezcla convencional. Por otro lado, con los 2 tipos de tránsito no cumplieron porque los valores obtenidos del flujo sobre pasaron los resultados del flujo. El autor llegó a la conclusión, que al adicionar la fibra de polietileno a la mezcla de asfáltica en frío esta disminuye sus características volviéndose inestable, desmoronándose después de compactar la mezcla. Por tal motivo, no se recomienda la utilización de este tipo de fibra de polietileno triturado para ningún tipo de tránsito.³

A nivel Internacional tenemos que: según Burbano, J. y Salazar, J. (2019), Tuvo como objetivo determinar las propiedades físicas y mecánicas obtenidas por las

briquetas de asfalto flexible, sustituyendo al material granular grueso con viruta de PVC y, además comparándolo con la normativa ecuatoriana. La metodología de investigación fue experimental. Su población constituyó en briquetas convencionales y briquetas con virutas de PVC en porcentajes de 5%, 10%, 15% y 20% y su muestra consistió en 35 briquetas asfálticas. Los resultados con el diseño de mezcla asfáltica modificado con virutas de PVC con el 5%, 10%, 15% y 20% para la estabilidad se obtuvo 3,756.90 lb, 3,481.90 lb 3,468.50 lb y 3,126.50 lb, respectivamente. Para el flujo se obtuvo 13", 20", 19" y 19", respectivamente. Los autores concluyeron que, a medida que se va incrementando el porcentaje de PVC, varia la estabilidad en un rango que se puede definir como una constante; esto puede ser por la capacidad de adherencia de las partículas de pvc que se encuentran dentro del asfalto debido a que depende de la rugosidad de las mismas.⁴

Para Vega, D. (2017), en su investigación presentó como objetivo general analizar el comportamiento a compresión de asfalto modificado por granos de caucho de llantas usadas, como material de agregado pétreo constitutivo del pavimento asfáltico. La metodología de investigación fue de tipo aplicada y de carácter experimental, ya que, se realizaron ensayos a compresión con briquetas comunes y briquetas con caucho en porcentajes de 1%, 2% y 3% en sustitución parcial del agregado fino. La población y muestra para esta investigación fueron 60 briquetas de asfalto; siendo 15 briquetas de asfalto común y 45 briquetas con caucho de llanta reciclada con sus respectivos porcentajes mencionados. Los resultados de la muestra de las briquetas convencionales y con caucho en porcentaje de 1%, 2% y 3%; añadiendo cemento asfáltico en 5%, 5.5%, 6%, 6.5% y 7%. Con respecto a la estabilidad se obtuvieron para la muestra convencional con los distintos porcentajes de cemento asfáltico fueron valores superiores que, con las mezclas modificadas, sin embargo, con la mezcla del 1% de caucho y con el 7% cemento asfáltico se obtuvo una mayor estabilidad. Por otro lado, con respecto al flujo se pudo apreciar que las mezclas modificadas tuvieron una tendencia creciente con cada incremento de caucho obteniendo resultados fuera del intervalo establecido. Donde la mezcla patrón y con el 1% de caucho cumple con las exigencias de la norma. El autor concluyó que, al añadir el caucho reciclado a la mezcla asfáltica, la estabilidad

disminuye y a su vez el flujo; por otra parte, el contenido de vacíos y ligante aumenta.⁵

Según Ortiz, B. (2017), en su trabajo de investigación definió como objetivo principal evaluar las propiedades mecánicas y físicas de un diseño de mezcla asfáltica tradicional y modificada con tereftalato de polietileno como agregado, con las especificaciones de la sección 401 para el diseño de mezclas asfáltica en caliente. La metodología de investigación fue experimental ya que realizaron ensayos en el laboratorio a través del método Marshall. Su población está conformada por probetas convencionales y probetas con tereftalato de polietileno y su muestra constituyó en 30 probetas. El resultado obtenido por los ensayos del diseño normal y el diseño con el tereftalato de polietileno con diferentes porcentajes de cemento asfáltico que varía de 4%, 4.5%, 5%, 5.5% y 6%; con respecto a la estabilidad se obtuvieron para el diseño normal fueron 2231.25 lb, 2748.33 lb, 2682.01 lb, 2142.75 lb y 1918.19 lb respectivamente, mientras con el diseño PET fueron 1353.08 lb, 1590.66 lb, 1690.99 lb, 1905.28 lb y 1598.67 lb, respectivamente. Por otro lado, para el flujo del diseño normal fueron 5.33", 5.00", 6.67", 9.00" y 9.33" respectivamente, mientras con el diseño PET fueron 14.33", 15.67", 15.67", 15.67" y 17.33" respectivamente. El autor concluye en su investigación que tanto como las características físicas y propiedades mecánicas de las mezclas asfálticas analizadas son muy diversos, ya que, las mezclas con tereftalato de polietileno presentan deficiencias notables que no cumple con la norma ASTM D1559, con respecto al diseño de la mezcla tradicional.⁶

En otros idiomas tenemos a: Según Da Silva Ràder, A. (2018), en portugués, Su objetivo principal fue evaluar la mezcla asfáltica mediante la adición de residuos de PET, mediante el análisis de sus propiedades mecánicas y volumétricas para su aplicación en campo. La metodología de estudio se clasifica en cuantitativa y experimental, ya que, las pruebas de laboratorio se realizaron con 0,7% y 1,5% de residuos de PET; Se utilizaron dos materiales diferentes, PET en polvo y escamas. Su población estuvo conformada por 5 mezclas asfálticas diferentes que se nombraron como referencia, 0.7% PET polvo y hojuelas, 1.5% PET polvo y hojuelas, y su muestra fue de 150 probetas. Los resultados obtenidos para el proyecto de mezcla de asfalto convencional y adición de 2 tipos de residuos de PET

(0,7 % PET en polvo, 0,7 % PET en escamas y 1,5 % PET en polvo, 1,5 % en PET en escamas), para estabilidad, 1734,00 kg, 1770,67 kg, 1534,00 kg, 1473,00 kg y 1171,33 kg, respectivamente. Para el caudal se obtuvieron 15,33 in, 10,17 in, 23,43 in, 13,90 in. y 18,03 pulgadas, respectivamente. Finalmente, para estabilidad y flujo se obtuvieron 113,10 kg/in, 175,60 kg/in, 66,95 kg/in, 109,04 kg/in y 66,22 kg/in, respectivamente.⁷

De acuerdo con Aimacaña, J. (2017), en inglés, tuvo como objetivo demostrar el estudio comparativo de las propiedades compresivas de los pavimentos asfálticos a base de polímeros y los pavimentos asfálticos convencionales, las mezclas asfálticas a base de polímero triturado (polietileno) sellantes y la formación de gránulos para conocer su desempeño frente a los gránulos asfálticos convencionales, para reducir el impacto ambiental o en cualquier caso mejorar la calidad del asfalto. La metodología de investigación fue de un enfoque cuantitativo, de diseño experimental y de tipo aplicada ya que los ensayos realizados fueron por el método Marshall, basado en la Norma ASTM D 1559, Su población está conformada por briquetas convencionales y briquetas de asfalto tradicional de polietileno y su muestra constituyó en 60 briquetas, se agregó 1%, 2% y 3% de esta resina a la mezcla para determinar la relación óptima de resina y % de asfalto a la mezcla. Los resultados obtenidos de las pruebas de laboratorio son que se requiere un 6,5 % de betún para el grado convencional y para el grado mejorado combinando un 1 % de PE con un 6 % de mezcla dando un desempeño doble en flujo, estabilidad y % vacíos.⁸

Según Rozy, F. (2019), Se pretendió demostrar el resultado de la adición de restos de PVC de lonas publicitarias sobre las peculiaridades del ensayo Marshall manipulando un contenido de asfalto con 5%, es decir, 5%, 5,5%, 6%, 6,5% y 7%. Los paralelismos de aditivos PVC utilizados fueron 2%, 4%, 6% y 8% con respecto al peso total del instrumento ensayado. Su metodología de investigación fue de dirección cuantitativa, con diseño experimental y de tipo aplicada. Su población constó de 45 briquetas contando con 5 muestras cada uno. De estas pruebas, el valor óptimo de los tableros de anuncios es de 4,98% con valores que están dentro del rango de prueba de Marshall: flujo (3,48 mm), estabilidad (1004,59 kgf), VMA (17,39%), VIM (3,34%), VFA (80,98%), IP (88,34%) y MQ (288,53 kgf /mm). Se

mostraron los ensayos de prueba Marshall en el cual se mantienen en el rango de las exigencias mínimas y máximas estipulados en las E.G.D.O.P de carreteras, provincia de Java oriental 2018. El autor llegó a la conclusión, que la los rangos del ensayo Marshall como la estabilidad, el rendimiento y la rigidez tienen un resultado positivo con la incorporación de restos de vallas publicitarias y para el rango Marshall como VFA, VMA y VIM, no cuentan con ningún resultado negativo adicionado residuos de vallas publicitarias.⁹

A nivel de Artículos se tiene a: Según Raqiqa tur Rasool, Shifeng Wang, Yong Zhang, Yue Li y Guangtai Zhang (2017), Tuvieron como objetivo en dotar la ventaja de la resistencia al envejecimiento de HRR a los asfaltos modificados con SBS. La metodología de investigación fue experimental. Su población fue el caucho de llantas de pasajeros y el caucho de llantas de camiones y su muestra, una llanta de pasajeros completa y una llanta de camión a temperatura ambiente; el muestreo fue probabilístico. Los resultados en la penetración aumentaron a medida que aumenta la cantidad de CRR hasta un 10% y un 15%. El aumento del contenido de CRR aumentó la penetración de asfaltos modificados, mientras que no cambió demasiado el punto de ablandamiento. La adición de CRR en asfaltos modificados con SBS aumentó drásticamente la ductilidad de los HRRMA después del envejecimiento a corto plazo y el envejecimiento por UV. Se concluyó que, el rendimiento de SBSMA mejora con el uso de HRR, la adición de HRR en SBSMA mostró el mayor aumento en los valores de penetración antes y después del envejecimiento (RTFOT, UV) en comparación con SBSMA; la menor viscosidad de los HRRMA confirmó la mejor trabajabilidad y capacidad de construcción de los aglutinantes.¹⁰

Según Cetin, A (2015), Tuvo como objetivo en investigar el efecto de la distribución del tamaño y la concentración de caucho en migajas sobre las características de desempeño de la mezcla asfáltica porosa. La metodología de investigación fue experimental. Su población fue agregada de basalto triturados y betún convencional de grado de penetración 50/70. Obteniendo resultados de un coeficiente mínimo de permeabilidad depende de los vacíos de aire objetivo (18-23%) y es de 100 m / día. Se permite una pérdida máxima de partículas de Cantabro del 25% a 25 ° C. El contenido de asfalto permitido oscila entre el 4% y 6%. El contenido de betún que

garantiza estos valores límite se seleccionó como un porcentaje del betún óptimo. El autor concluyó que, las partículas de caucho desmenuzadas con forma de fibra más grande mejoran la resistencia a la tracción indirecta del pavimento de asfalto denso de clasificación, pero afecta negativamente el desempeño de las mezclas de asfalto poroso que dependen de agregados menos finos en las mezclas.¹¹

Para Behl, A., Sharma, G. y Kumar, G. (2016), Tuvieron como objetivo reutilizar residuos de tuberías de construcción de PVC en la modificación de betún para aplicaciones de pavimentación. La metodología de investigación fue experimental. Su población fue tubería de PVC triturados (2-4 mm), se utilizó el betún para pavimento de grado de penetración 80/100, la muestra fue 80/100 bolígrafos + 5% PVC; el muestreo fue probabilístico. Los resultados en las pendientes de las líneas son similares para ambos (3% y 5%) de asfalto modificado con PVC residual, pero son más altas que el asfalto puro. El bitumen modificado con PVC residual al 5% tiene el módulo más alto en el rango de temperatura, indica una mejor resistencia a la deformación permanente (formación de surcos). Se concluyó que, los residuos de tubería de PVC se pueden utilizar con éxito en aplicaciones de pavimentación, además los residuos de PVC condujeron al aumento de los valores de resistencia a la tracción indirecta para resistir el agrietamiento.¹²

Como bases teóricas relacionadas a las variables y las dimensiones tenemos lo siguiente:

Las mezclas asfálticas, “estos se denominan aglomerados, y consisten en una mezcla de rocas e hidrocarburos, de manera que aquellos quedan cubiertos por una membrana continua. Se fabrica en plantas estacionarias o móviles, para luego transportar al sitio para esparcir y prensar” (Kraemer, 2004, p 313.)¹³, compuestas alrededor de agregados pétreos de agregado fino y grueso con el 90 %, polvo mineral o filler 5% y por último de ligante asfáltico 5%. La mezcla “para formar un bloque asegura la operatividad de los procesos de transporte, vertido y compactación del hormigón asfáltico; Los materiales anteriores deben calentarse a la temperatura adecuada” (Kraemer, 2004, p 313).¹⁴ Las propiedades de mezclas asfálticas, “un escogimiento apropiado de bastos determinará la actuación del pavimento y la carpeta asfáltica” (Kraemer, 2004, p 313).¹⁵ Flujo, “medida en centésimas de pulgada, representado la imperfección de la briqueta que es

acertada en la baja del diámetro vertical de briqueta” (Kraemer, 2004, p 10).¹⁶ Estabilidad, “representa la resistencia intrínseca de un material, que es una combinación de fricción interna y su fuerza adhesiva” (Kraemer, 2004, p 321).¹⁷ Porcentaje de vacíos, “vacío intergranular entre las partículas del agregado en una mezcla asfáltica compactada, incluyendo contenido de asfalto efectivo y vacíos de aire, siendo esto el volumen total” (Paul, 2004, p 22).¹⁸ Trabajabilidad, “mezcla fácil de asfalto no requiere mucho esfuerzo para colocar y compactar” (Kraemer, 2004, p 326).¹⁹ El caucho reciclado, “el polvo de caucho se fabrica a partir de la molienda de neumáticos usados, mediante un sistema mecánico que separa todos los componentes del neumático para producir polvo o gránulos de caucho, y se caracteriza por ser un material sintético. Material resistente y duradero, utilizado en materiales de construcción” (Donaire, 2015, p.60)²⁰.



Figura 01. Caucho reciclado.

Fuente: Elaboración propia.

Tubería PVC, “una resina sintética muy utilizada debido a su alta estabilidad química y capacidad de mezclarse con aditivos para formar otros compuestos” (Smith, 2018, p.80).²¹



Figura 02. Viruta de PVC.

Fuente: Elaboración propia

III. METODOLOGÍA

3.1. Tipo y diseño de investigación

3.1.1. Tipo de investigación

Según, Maurillo (2008), “La forma de obtener conocimiento mediante la observación o experiencia directa e indirecta es la investigación práctica o empírica, ya que, a través de la sistematización e implementación de la observación de los hechos llegamos a una práctica basada en investigación” (p. 159).²²

La presente investigación correspondió al de tipo aplicada, ya que las investigaciones y teorías estudiadas son necesarias con referente a los antecedentes de casos similares, para tomar decisiones en la selección de una mezcla asfáltica que mejore sus propiedades físicas y mecánicas con diversas proporciones de caucho y tubería, basado en resultados de laboratorio y criterios del método Marshall, estabilidad, flujo y porcentaje de vacíos.

3.1.2. Diseño de investigación:

Según, Humberto (2014), “las características, cualidades o propiedades de una investigación se le conoce como diseño de investigación, son estructuras que estudian, analizan e implementan las variables a utilizar en dicha investigación, así como también, indican los diferentes padrones de los resultados obtenidos” (p.327).²³

Se designan diseños cuasi-experimentales porque tienen algunas restricciones cuando se trata de diseños experimentales prácticos, pero al menos pueden interactuar con variables independientes (caucho reciclado, tuberías de PVC) para mostrar el efecto y vincularse con una o más variables dependientes (propiedades de una mezcla asfáltica); se diferencia del test real por el retraso de fiabilidad al inicio de los grupos.

En este caso, el proyecto de investigación se consideró cuasi experimental, en el cual se utilizó en el asfalto la cantidad caucho reciclado (3%, 4% y 5%) y tubería PVC (5%,10% y 15) en el asfalto, con el fin de examinar su efecto sobre las propiedades de la mezcla asfáltica; basado en cuatro pruebas con muestras de referencia y muestras de 3%+5%, 4%+10% y 5%+15% de CR+PVC en peso de la muestra, respectivamente; dosificaciones seleccionadas tentativamente en base a diferentes estudios previos de diferentes autores (tesis: Carrizales 3% - 9% y Ballena 5% - 10%) realizados con pruebas Marshall.

3.2. Variables y Operacionalización

Variable Independiente 1: Caucho Reciclado

Definición conceptual:

Según, Donaire (2015), “el polvo de caucho se fabrica a partir de la molienda de neumáticos usados, mediante un sistema mecánico que separa todos los componentes del neumático para producir polvo o gránulos de caucho, y se caracteriza por ser un material sintético, material resistente y duradero utilizado en materiales de construcción” (p.60)²⁴.

Variable Independiente 2: Tubería PVC

Definición conceptual:

De acuerdo con Smith (2018), “describe a la tubería pvc como una resina sintética muy utilizada debido a su alta estabilidad química y capacidad de mezclarse con aditivos para formar otros compuestos” (p.80)²⁵.

Definición operacional:

El caucho reciclado y tubería PVC reemplaza en forma proporcional al agregado fino en las dosificaciones del 3%, 4%, 5% y 5%, 10%, 15% respectivamente, con respecto al peso del agregado fino, empleándose para ello 4 combinaciones de mezclas asfálticas siguientes: N, N con 3%CR + 5%PVC, N con 4%CR + 10%PVC y N con 5%CR + 15%PVC; con objetivo de una mejora en las Propiedades de la Mezcla Asfáltica en caliente.

Variable Independiente V1: Caucho Reciclado.

Variable Independiente V2: Tubería PVC.

Variable Dependiente: propiedades de una mezcla asfáltica

Definición conceptual:

Para, Kraemer (2004), “estos se denominan aglomerados, y consisten en una mezcla de rocas e hidrocarburos, de manera que aquellos quedan cubiertos por una membrana continua. Se fabrica en plantas estacionarias o móviles, para luego transportar al sitio para esparcir y prensar” (p 313)²⁶.

Definición operacional:

La mezcla asfáltica se concierta con los residuos del caucho reciclado y tuberías PVC para mejorar las propiedades mecánicas, de esta manera se mide la calidad mediante ensayos con el Método Marshall para mejorar el flujo, estabilidad y porcentaje de vacíos. Por consiguiente, los resultados obtenidos en el laboratorio se empapan en formatos y fichas sistemáticas según la MTC, ASTM y NTP.

Variable Dependiente V1: propiedades de una mezcla asfáltica

3.3. Población, muestra y muestreo

3.3.1. Población

Según, Chaudhuri (2018), “el sistema de elementos con características en común y que se encuentran en un espacio determinado se le conoce como población” (p.60)²⁷.

La población de estudio para nuestro proyecto de investigación está compuesta por todas las briquetas que resulten de ensayar con el (3%+5%, 4%+10% y 5%+15%) de caucho y pvc en el ensayo Marshall en las mezclas asfálticas del pavimento flexible del tramo en estudio.

3.3.2. Muestra

En un trabajo de investigación, “analizar el total de una población de cierto modo no es permisible, por lo tanto, se recurre a operar la investigación con una parte de la población, para poder obtener los

resultados con los que se trabajara. Esa parte de la población es lo que se conoce como muestra” (Hernández, Fernández y Batista, 2014, p.60)²⁸.

El número de muestras indicadas va de acuerdo a la norma del manual de ensayos y materiales del ministerio de transporte y comunicaciones,

De tal modo, MTC E 504 menciona que concurren 3 muestras por cada ensayo realizado más 1 muestra para tracción indirecta; siendo 16 diseños de mezclas asfálticas convencionales (4.5%,5%,5.5%,6%), siendo estos la determinación del óptimo porcentaje de asfalto, posteriormente para el caucho reciclado y tubería pvc (N, N+3%+5%, N+4%+10% y N+5%+15%), resultando 32 briquetas por elaborar, siendo así los porcentajes establecidos estén en correlación al peso del agregado de la mezcla asfáltica única. (observar tabla N° 01, 02, 03), esto quiere decir que se realiza una mezcla asfáltica patrón y otras mezclas asfálticas con diferentes porcentajes de material.

Tabla 01. Muestra de mezcla asfáltica convencional

DESCRIPCIÓN	ESTABILIDAD	FLUJO	% DE VACIOS
M.A con 4.5% C.A.	4	4	4
M.A con 5.0% C.A.	4	4	4
M.A con 5.5% C.A.	4	4	4
M.A con 6.0% C.A.	4	4	4
TOTAL	16	16	16

Fuente: Elaboración propia.

Tabla 02. *Muestra de mezcla asfáltica con caucho y pvc reciclado*

MUESTRAS	ESTABILIDAD	FLUJO	% DE VACIOS
N	4	4	4
CR + PVC N + 3%+ 5%	4	4	4
CR + PVC N + 4%+ 10%	4	4	4
CR + PVC N + 5%+ 15%	4	4	4
TOTAL	16	16	16

Fuente: Elaboración propia.

Tabla 03. *Resumen de muestra de la investigación*

MUESTRAS	ESTABILIDAD	FLUJO	% DE VACIOS
M.A convencional	16	16	16
M.A incorporando caucho + PVC reciclado	16	16	16
TOTAL	32	32	32

Fuente: Elaboración propia.

3.3.3. Muestreo

Según, Enaho (2020), “proceso de seleccionar una parte particular de la población y se pueden estimar los valores de ciertos parámetros. El objeto de investigación que caracteriza a la comunidad es un parámetro, es decir, un valor numérico. A partir de ahí, los datos resultantes se utilizarán para probar hipótesis verdaderas y falsas y sacar conclusiones sobre la población objeto de estudio.” (p.17)²⁹.

Para este proyecto de investigación el tipo de muestreo será considerado no probabilístico, puesto que, no depende de una fórmula estadística, si no de los principios de elección del tesista. Se aplicará los parámetros establecidos de acuerdo a las normativas vigentes para realizar los ensayos requeridos.

3.4. Técnicas e instrumentos de recolección de datos, validez y confiabilidad

De acuerdo con Bavaresco (2006), “las diferentes formas o maneras de obtener información se realiza a través de una recopilación de datos, ya que estos métodos conducen a la verificación del problema en cuestión; dependiendo del tipo de encuesta se determinará la técnica a utilizar y mediante estas, se construirá los instrumentos que serán empleados” (p.95)³⁰.

Siendo así, para este proyecto de investigación se aplicará como técnica la observación experimental para poder evaluar en las características de la mezcla asfáltica.

Instrumento de recolección de datos

Para Tamayo y Tamayo (2006), “en una investigación, los instrumentos de recolección de datos facilitan la percepción de información necesaria para el desarrollo de dicha investigación, ya que, establece su aplicación en ciertos aspectos y se sujetan a determinadas condiciones (p.119)³¹.

Para la correcta elaboración del presente proyecto de investigación, se aplicará como instrumento de recolección de datos, las fichas técnicas de acuerdo a los formatos establecidos para las diferentes normativas de los ensayos de calidad que se realizará en la mezcla asfáltica, se tiene lo mencionado:

- Observación
- Fichas de laboratorio (Ver anexo)
- Ensayos

Tabla 04. Pruebas desarrolladas en el laboratorio.

	Ensayo	Instrumento
Ensayos	Ensayo de análisis granulométrico de los agregados.	Ficha Resultadode Laboratorio AASHTO T27 / ASTM C136
	Prueba de resistencia al desgaste del agregado grueso por abrasión máquina de los Ángeles	Ficha Resultadode Laboratorio AASHTO T96 / ASTM C131
	Ensayo de peso específico y absorción de los agregados	Ficha Resultadode Laboratorio AASHTO T2 / ASTM C127, ASTM C128
	Ensayo de método Marshall	Ficha Resultadode Laboratorio ASTM D1559

Fuente: Elaboración propia.

Validez del instrumento

“Para La validez del instrumento es la efectividad del método implementado en el trabajo de investigación y lo certero que este puede llegar a ser” (Sánchez, Reyes y Mejía, 2018, p.124)³², de tal modo, el proyecto de investigación es apropiado para considerar el surgimiento de interés de investigación; Por lo tanto, la búsqueda debe garantizar una buena herramienta y variables de estudio.

Por lo tanto, en este proyecto de investigación será validada a través de los formularios técnicos para las pruebas especificadas, las cuales, serán realizadas en un laboratorio acreditado y verificado con la firma y sello del responsable, de manera que podamos obtener un certificado que pueda servir para apoyarnos en datos confiables.

El presente proyecto, está sumiso a la vigencia de las normas ASTM, AASHTO y NTP utilizadas y especificadas para cada tipo de ensayo.

Confiabilidad

Según, Sánchez, Reyes y Mejía (2018), “es la capacidad del instrumento para producir resultados congruentes, brinda exactitud y estabilidad, tanto en los datos como en las técnicas de investigación utilizadas en el proyecto a trabajar” (p.35)³³. Este proyecto de investigación, sobre la calidad de los resultados a través de la confiabilidad que brindan los instrumentos que se realizarán de acuerdo con los estándares establecidos en el laboratorio acreditado. Por otro lado, se determinará que el equipo del laboratorio cuenta con la calibración correcta para el correcto procesamiento de los datos a obtener a través de la muestra.

3.5. Procedimientos

En este proyecto de investigación se realiza 12 tipos de diseños empleados de acuerdo a los estándares del MTC E 504 más 1 ensayo para tracción indirecta, siendo así un total de 16 briquetas, donde fabricamos 3 briquetas como cantidad mínima para cada porcentaje de contenido de asfalto. En la cual, se plantea utilizar 5 puntos de contenido de asfalto; en un rango de 4.5% a 6% pero con una variación de 0.5% para nuestro proyecto de investigación, ya que el contenido óptimo de asfalto se encuentra en ese intervalo de acuerdo a nuestros antecedentes investigados. Para elaborar la muestra patrón del diseño de una mezcla asfáltica con 4 diferentes contenidos de cemento asfáltico, se requiere la cantidad de al menos 12 briquetas. De las cuales, se elabora 3 diseños de mezclas asfálticas más 1 ensayo para tracción indirecta, donde añadiremos caucho reciclado más tubería pvc (3%+5%, 4%+10% y 5%+15%) con respecto al peso del agregado fino para poder evaluar sus propiedades mecánicas.

3.6. Método de análisis de datos

El actual proyecto de investigación, se aplicará la fase de recolección de fichas obtenidas del laboratorio mediante los ensayos de flujo, estabilidad, % de vacíos por el método Marshall tanto en briquetas patrón como las

briquetas con caucho reciclado y tuberías PVC. Posteriormente se procesarán los datos por medio de herramientas y programas de análisis estadísticos que permitirán ordenar y representar los resultados para evaluar los objetivos y comparar con las hipótesis propuestas de la investigación.

3.7. Aspectos éticos

Como estudiantes de la carrera profesional de Ingeniería Civil, este proyecto de investigación ha sido desarrollado con credibilidad, honestidad, confianza y respeto, puesto que un fragmento de la tesis no es copiada y respetando a los otros autores, citados por la Norma ISO-690-2; para así contribuir en mostrar los estándares, herramientas y manuales manejadas en este proyecto de investigación, con las soluciones correspondientes, al final, para ser comparadas por la herramienta web de Turnitin.

IV. RESULTADOS

Nombre de la tesis:

Incorporación de caucho reciclado y tubería PVC en las mezclas asfálticas para pavimentos flexibles, los Olivos - Lima 2022

Ubicación:

Departamento : Lima

Provincia : Lima

Distrito : Los Olivos

Ubicación : Tramo Av. Universitaria – Av. Alfredo Mendiola



Figura N 03. Mapa del Perú

Fuente: Google Maps



Figura 04. Plano Los Olivos

Fuente: Google Maps

Localización:



Figura 05. Localización del tramo Av. Universitaria – Av. Alfredo Mendiola (Los Olivos).

Fuente: Google Maps.

Se toma el peso del material para elaborar las briquetas de asfalto conforme con el estándar:



Figura 06. Taras con los agregados
Fuente: Elaboración propia

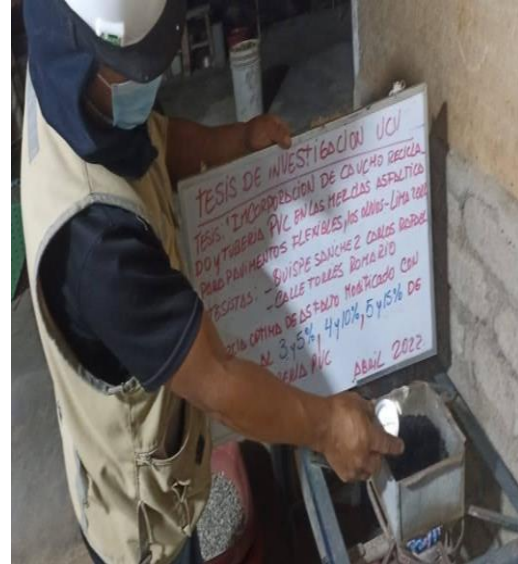


Figura 07. Medición de la T° del agregado
Fuente: Elaboración propia

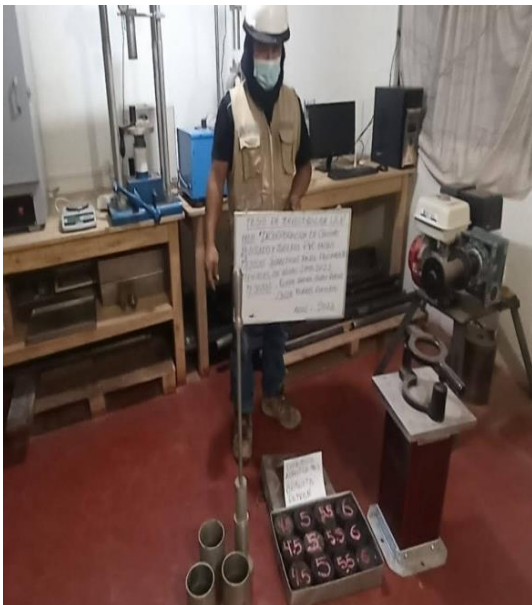


Figura 08. Peso de briqueta.
Fuente: Elaboración propia



Figura 09. Peso de materiales
Fuente: Elaboración propia

Ensayos a realizar en el Laboratorio

Ilustrando las derivaciones conclusivas de nuestro espécimen, se efectuaron pruebas a los agregados mencionados en la guía de carreteras "E.G.C" comprobando así el material que usaremos en la fabricación de briquetas de mezcla asfáltica, material de la CANTERA GLOBAL N° S/N OTR.QUEBRADA BLANCA.

Ensayos	Norma	Requerimiento	
		Altitud (m.s.n.m.)	
		< 3.000	> 3.000
Durabilidad	MTC E 209	18% máx.	15% máx.
Abrasión Los Ángeles	MTC E 207	40% máx.	35% máx.
Adherencia	MTC E 517	+95	-
Índice de Durabilidad	MTC E 214	35% mín.	35% mín.
Partículas chatas y	ASTM 4791	10% máx.	10% máx.
Caras fracturadas	MTC E 210	85/50	90/70
Sales Solubles Totales	MTC E 219	0,5% máx.	0,5% máx.
Absorción *	MTC E 206	1,0% máx.	1,0% máx.
Arcilla en terrones y partículas	MTC E 212	0% máx.	0% máx.
Soft particles	ASTM C 235	5% máx.	5% máx.
Adherencia	ASTM D 3625	>95 %	>95 %

Figura 10. Requerimientos - agregado grueso

Fuente: Manual de Carreteras (EG - 2013)

Ensayo	Norma	Requerimientos	
		Altitud	
		< 3.000 msnm	≥ 3.000 msnm
Índice plástico	MTC E 111	4% máx.	2% mín.
Equivalente de arena	MTC E 114	35% mín.	45% mín.
Sales solubles	MTC E 219	0,5% máx.	0,5% máx.
Durabilidad al sulfato de magnesio	MTC E 209	-.-	15% máx.

Figura 11. Requerimientos - agregado fino

Fuente: Manual de Carreteras (EG-2013)

Estudios elaborados - Agregado Grueso

- Durabilidad al Sulfato de Magnesio

En dicha prueba realizada, los resultados se obtienen siguiendo los parámetros correspondientes a la norma MTC E 209.

Tabla 05. Derivaciones de D.S.M elaborados al agregado grueso

Tamiz		% de Desgastes rectificadas
Pasa	Retenido	
3/4"	1/2"	0.35
1/2"	3/8"	1.61
3/8"	N°4	4.17
TOTALES		6.13

Fuente: Elaboración Propia

El ensayo se realizó según MTC E 209 y la resistencia al agregado grueso resultante fue de 6.13%. MTC EG - 2013 en el cual los máximos valores de atenuación compuesta están determinados por la altura de reacción de los m.s.n.m. hasta 18%.

- Abrasión los Ángeles

“La resistencia de un agregado a la abrasión, erosión o dureza es una propiedad que depende en gran medida de las propiedades de la roca madre. Este factor se vuelve importante cuando las partículas están sujetas a fuerzas de fricción estáticas, como en pisos y aceras, donde el agregado utilizado debe ser sólido” (Sapillado, 2017, p.1)³⁴.

Según el ensayo realizado, los resultados se obtienen alcanzando los criterios correspondientes a la norma MTC E 207.

Tabla 06. % de abrasión del agregado grueso

Tamiz		desgaste por abrasión (%)
PASA	RETIENE	
3/4"	1/2"	10.4%
1/2"	3/8"	

Fuente: Elaboración Propia

Las pruebas de abrasión de los Ángeles degradaron el agregado en un 10,4 %, lo que está dentro de la norma, con un máximo establecido del 40 %. Este ensayo determina el deterioro del agregado por una combinación de los efectos de desgaste, choque y fractura de varios bolos de acero, siendo 11.



Figura 12. Elaboración de muestra
Fuente: Elaboración propia



Figura 13. Ocupación de la muestra en Máquina de los Ángeles

Fuente: Elaboración propia

- Índice de Durabilidad

Este ensayo determina la tenacidad de los agregados gruesos a la formación de partículas finas dañinas como la arcilla cuando son sometidos a técnicas de descomposición mecánica. El material se zarandeó hasta el nivel especificado para luego ser colocado en un depósito de recolección que contenía 7 ml de solución. Luego se vierte agua destilada en todos los componentes y esta agua se sella en el tanque para ser entregada al motor a 600 rpm durante 10 minutos. Después de este período, el material fue extraído y lavado en 13 series. La sustancia se coloca en un tubo de ensayo y se agita durante 40 segundos. Finalmente se dejó reposar el material por 20 minutos, luego se observó el valor de estabilización del material.

Tabla 07. Resultados de índice de Durabilidad.

ESPÉCIMEN	1	2
I.D	74.4	75.0
P.I.D	74.7	

Fuente: Elaboración propia

La prueba de índice de fuerza acumulada gruesa arrojó un resultado de 74,7%, lo que corresponde a la norma EG-2013, que establece que el mínimo exigido es de 35%.

- Partículas Chatas y Alargadas

“Este método ayuda a verificar el cumplimiento de las especificaciones de restricción de partículas o para determinar las propiedades geométricas de los agregados gruesos” (Ministerio de Transportes y Comunicaciones, 2013, p.391)³⁵.

Según la prueba realizada, los resultados se obtienen siguiendo los parámetros correspondientes a la norma MTC E 223 o ASTM D 4791.

MATERIAL		AGREGADO GRUESO			PARTICULAS CHATAS Y ALARGADAS					
TAMIZ	ABERTURA	RETENIDO ORIGINAL (%)	PESO MUESTRA (gr)	NUMERO DE PARTICULAS	EN PESO			NUMERO DE PARTICULAS		
					PESO (gr)	%	CORREGIDO	PARTICULAS	%	CORREGIDO
1/2"	12.700	33.3	1149.0	120	94.0	8.2	2.72	14	11.7	3.89
3/8"	8.750	30.2	1050.0	113	51.0	4.9	1.47	12	10.6	3.21
1/4"	6.350									
Total:		63.5	2199	233	145		<u>4.19</u>	26		7.09

Figura 14. Relación de Partículas Chatas y Alargadas

Fuente: Elaboración Propia

En la figura 14, presenta una relación de grano plana y rectangular de 4.2%, lo cual es ideal para el material porque facilitará la adherencia y compactación. Según el manual del MTC, todos los áridos deben contener como máximo un 15% de partículas chatas y alargadas.



Figura 15. Muestra de partículas chatas de Fuente: Elaboración propia



Figura 16. Muestra de partículas alargadas Fuente: Elaboración propia

- Caras Fracturadas

Este ensayo determina la cantidad de partículas rotas. Su sistematización se basa en el número de caras rotas de cada grupo. El agregado grueso se selecciona primero y luego se tamiza a través de mallas en una malla de 3/8". Luego se califica de acuerdo con las características de las caras fracturadas en cada cara guardada de esta manera: 1, 2, 3 o más caras rotas. Para el procedimiento de prueba, los parámetros cumplen con el estándar MTC E 210. La Tabla 14 muestra los resultados, el valor calculado es 86.8% con un material totalmente fisurado y 51% con dos caras fisuradas. Relación 87/51.

Tabla 08. Correspondencia de Caras Fracturadas

TAMIZ	Una cara fracturada (%)	Dos o máscaras fracturadas (%)
3/4"	98.8	57.2
1/2"	96.6	50.4
3/8"	76.1	51.7
TOTAL	86.8%	51.0%

Fuente: Elaboración Propia

- Sales solubles totales

La muestra agregada se lava continuamente con agua destilada a temperatura de ebullición, hasta eliminar todas las sales, su presencia es revelada por reactivos químicos que, con un poco de sal, forman un precipitado visible” (Ministerio de Transportes y Comunicaciones, 2013, p.378)³⁹.

Por consiguiente, el resultado obtenido según los criterios correspondientes a la norma MTC E 219, se observa en la siguiente tabla N°09:

Tabla 09. *Sales solubles totales*

Estudio Físico - Químico de agregado grueso	
S.S	0.020%

Fuente: Elaboración Propia

Como resultado se alcanzó un 0,020% del total de sales disueltas, lo que se encuadra centralmente en criterios dados DG-2013, habiéndose fijado en un máximo de 0,5%.

- Absorción y peso específico agregado grueso

Por consiguiente, el resultado obtenido según los criterios correspondientes a la norma MTC E 206.

Tabla 10. *Absorción y densidad relativa al agregado grueso*

ENSAYO	% Abs.	D.R
1	0.81%	2.69
2	0.81%	2.69
MITAD	0.81%	2.69

Fuente: Elaboración Propia

Mediante la Tabla 10, se puede ver que la densidad relativa es de 2,69 g/cm³, como también muestra una tasa de absorción acumulada gruesa de 0,81%.



Figura 17. Elaboración de la muestra
Fuente: Elaboración propia



Figura 18. Desechado del agregado grueso
Fuente: Elaboración propia

Estudios elaborados - Agregado Fino

- Equivalente de Arena

“Este método de campo rápido proporciona pruebas para determinar las permutaciones en la calidad general durante la fabricación o planificación” (Ministerio de Transportes y Comunicaciones, 2013, p.91)⁴⁰.

Para realizar esta prueba se tamiza el componente en malla No. 4. Luego se llena la probeta con cloruro de calcio al volumen inoculado para verter el material en la probeta graduada, luego tiende a reposar la mezcla en 10 minutos aproximadamente. Por consiguiente, se agita el tubo de ensayo durante 30 segundos y rocíe la solución sobre la pared del tubo de ensayo. Por último, se deja el material durante 20 min para así registrar los resultados siguientes:

Tabla 11. Resultados Equivalente de Arena

ESPÉCIMEN	1	2	3
E. A	86	84	81
P.E.A (%)	84		

Fuente: Elaboración Propia

Consiguiendo así una relación arena equivalente de 84%, lo cual cumple con los requisitos en la norma MTC E 114.



Figura 19. Embutido con el tubo solvente limpiador.

Fuente: Elaboración propia



Figura 20. Ojeada de arcilla de los cilindros irrigados.

Fuente: Elaboración propia

- Durabilidad del agregado fino (Al sulfato de Magnesio).

“Este ensayo se efectúa con una solución saturada de sulfato de magnesio, con un mínimo y máximo (16 h y 18 h) respectivamente, de esta manera la solución envuelva por completo toda la muestra. Luego del tiempo de remojo, las muestras se sacan de la solución para colocarse en un horno para su respectivo secado” (Ministerio de Transportes y Comunicaciones, 2013, p.329)³⁸.

Tabla 12. Derivaciones de Durabilidad al Sulfato de Magnesio

TAMIZ		% de durabilidad
Pasa	Retenido	
N°4	N°8	2.49
N°8	N°16	2.75
N°16	N°30	2.44
N°30	N°50	0.29
N°50	N°100	0.87
TOTALES		8.84

Fuente: Elaboración Propia

Según el ensayo realizado guiándose en el parámetro de la norma MTC E 209 se logró el porcentaje de durabilidad de 8.84% del agregado fino.

- Índice de Durabilidad en el agregado fino

El mismo procedimiento se llevó a cabo para el agregado fino, según lo especificado en la MTC 214, en los resultados siguientes:

Tabla 13. *Resultas de Índice de Durabilidad*

ESPÉCIMEN	1	2
I.D	83.7	81.8
P.I.D	82.8%	

Fuente: Elaboración Propia

Este experimento de índice de resistencia en materiales más delgados da un 82,8%, que corresponde a la EG-2013, indicando que el mínimo exigido es un 35%.

- Sales Solubles Totales

El mismo procedimiento se llevó a cabo para el agregado fino, según lo especificado en la MTC 214, con los siguientes resultados:

Tabla 14. *Efectos de sales solubles totales*

Estudio Físico - Químico de agregado fino	
S.S	0.020%

Fuente: Elaboración Propia

Experimento de estudio físico - químico en la mezcla fino dio como efecto 0.020%, lo cual concuerda con la EG-2013, en ella se define el límite de 0.5%.

- Absorción y gravedad específica agregado fino

Se alcanzaron los éxitos siguiendo la opinión que atañen a la norma MTC E 205. El material se tamizó en la malla No. 4, para luego ser inmerso con agua por 24 horas. Luego, el material se deshidrató hasta que la superficie de prueba esté seca, finalmente se pesa la cantidad especificada y se coloca en un horno durante otras 24 h. Transcurrido este lapso, la muestra se pesó reiteradamente en momento seco y se fijó el porcentaje de absorción. Para la gravedad específica, el hidrómetro se

llena con agua de acuerdo con la medida dada y se pesa. Luego, el material se introduce en el picnómetro para expulsar el aire y por último se llena con agua y material en el medidor hasta la medición; y pesarlo nuevamente.

Tabla 15. Efectos de absorción y densidad relativa del agregado fino

ESPÉCIMEN	% Abs.	D.R
1	1.48%	2.59
2	1.52%	2.61
MITAD	1.5%	2.60

Fuente: Elaboración Propia

Según tabla 15, se estima que los resultados han mostrado un % de absorción de 1.5% y una densidad relativa de 2.60 gr/cm³.

- Análisis Granulométrico del agregado grueso y del agregado fino

“La prueba de análisis granulométrico de los agregados gruesos y finos favorecen la osadía cuantitativa de la estructura del tamaño de grano, monopolizando tamices que parten desde el tamiz 3/4" a N°200”.

La dimensión de las mallas empleadas en la prueba de granulometría de materiales pétreos es: 3/4", 1/2", 3/8", 1/4", N°4, N°10, N°16, N°30, N°40, N°50, N°100, N°200. El material es escogido por cuarteo y se zarandó (6785 gr y 680.4 gr correspondiente al agregado grueso y fino), luego se pasaron los agregados a través de la malla N° 200, y secado a 110°C puesto en el horno. Por último, se elabora el proceso de tamizado, dando los resultados siguientes:

Tabla 16. Agregado Grueso - Análisis Granulométrico

T. ASTM	ABER. (mm.)	P. RET. (gr)	RETENIDO		PASANTE (%)
			PARCIAL (%)	ACUMULADO (%)	
3"	76.200				
2 1/2"	63.500				
2"	50.800				
1 1/2"	38.100				100.0
1"	25.400				100.0
3/4"	19.050				100.0
1/2"	12.700	2259.0	33.3	33.3	66.7
3/8"	9.525	2051.0	30.2	63.5	36.5
1/4"	6.350				

No. 4	4.760	2126.0	31.3	94.8	5.2
No. 8	2.360	349.0	5.1	100	0.0
No. 10	2.000				
No. 16	1.190				
No. 20	0.834				
No. 30	0.600				
No. 40	0.420				
No. 50	0.300				
No. 60	0.250				
No. 80	0.177				
No. 100	0.149				
No. 200	0.075				
-200					

Fuente: Laboratorio TECNILAB

Tabla 17. Agregado fino - Análisis Granulométrico

T. ASTM	ABER. (mm.)	P. RET. (gr)	RETENIDO		PASANTE (%)
			PARCIAL (%)	ACUMULADO (%)	
3"	76.200				
2 1/2"	63.500				
2"	50.800				
1 1/2"	38.100				100.0
1"	25.400				100.0
3/4"	19.050				100.0
1/2"	12.700				100.0
3/8"	9.525				100.0
1/4"	6.350				100.0
No. 4	4.760	31.3	4.6	4.6	95.4
No. 8	2.360	119.1	17.5	22.1	77.9
No. 10	2.000	29.3	4.3	26.4	73.6
No. 16	1.190	89.8	13.2	39.6	60.4
No. 20	0.834			39.6	
No. 30	0.600	117.0	17.2	56.8	43.2
No. 40	0.420	63.3	9.3	66.1	33.9
No. 50	0.300	62.6	9.2	75.3	24.7
No. 60	0.250			75.3	24.7
No. 80	0.177	79.6	11.7	87.0	13.0
No. 100	0.149	21.1	3.1	90.1	9.9
No. 200	0.075	32.7	4.8	94.9	5.1
-200		34.6	5.1	100.0	

Fuente: Laboratorio TECNILAB

Se mezclan agregados de diferentes tamaños para hallar una mezcla fina que desempeñe con los requisitos especificados en el MAC 2 del “Manual de Carreteras - EG- 2013” Componente 423, para lo cual se obtiene una tasa agregada del 43% y 57% de agregado grueso y fino respectivamente, en la tabla N°18 se muestran los resultados obtenidos:

Tabla 18. Composición de agregados

Arena zarandeada	56%
Grava triturada TM 3/4"	43%
Filler	1%
Espec. de Gradación	MAC - 2

Fuente: Elaboración propia

Tabla 19. Composición asfáltica

Espec. de Gradación	MAC - 2
Tipo de Asfalto	PEN 60/70
% óptimo de asfalto	5.45%

Fuente: Elaboración propia

Después de diseñar la mezcla de tres briquetas para cada porcentaje de 4.5%, 5.0%, 5.5% y 6.0% de C.A., se valora el peso del material, para luego incorporar en cada briqueta de las muestras estándar; con la finalidad alcance un contenido perfecto de asfalto, consecutivamente a esta mezcla incorporarle (CR+PVC) reciclado.

Peso del la briqueta	1200.0	1200.0	1200.0	1200.0	% óptimo	1200.0
Peso del la briqueta SIN CEMENTO ASFALTICO	1146.0	1140.0	1134.0	1128.0		1134.6
% de Asfalto	4.5	5.0	5.5	6.0		5.45
Peso de asf	54.0	60.0	66.0	72.0		65.4
Peso de grava	469.9	467.4	464.9	462.5		465.2
Peso de arena zarand.	664.7	661.2	657.7	654.2		658.1
Peso cemento portland	11.5	11.4	11.3	11.3		11.3
MUESTRA TOTAL BRIQUETA	1200	1200	1200	1200		1200.0

Figura 21. Peso de materiales

Fuente: Elaboración propia

La incorporación con (CR+PVC) en caliente de la mezcla asfáltica, fueron efectuado con los porcentajes siguientes con: 3%+5%, 4%+10% y 5%+15% en sustitución proporcional al agregado fino. El caucho y tubería pvc fueron segados en grumos pequeños y luego reducidos al tamaño final mediante trituración y luego tamizado,

quedando como material utilizado que pasa por el tamiz N°4 y se retiene en el tamiz N°10, es decir con granulometrías entre 4.750 mm hasta 2.00 mm. Para entender los cambios que ocurrieron cuando se agregaron gránulos de caucho y pvc reciclados a la mezcla, el contenido de ligante se mantuvo constante para cada mezcla. Concerniendo la cantidad óptima de ligante manejada en la mezcla de 5.45%.

Tabla 20. Análisis Granulométrico Global

TAMI Z	ABERTUR A	Peso	Porcentaje			ESPECIFICACIÓ N	
			Retenid o	Retenido	Acumulad o	Pasante	MAC-2
3"	76.200						
2 1/2"	63.000						
2"	50.000						
1 1/2"	37.500						
1"	25.000				100		
3/4"	19.000	100.0	1.3	1.3	98.7	100	100
1/2"	12.500	1042.0	13.0	13.0	87.0	80	100
3/8"	9.500	645.5	8.1	21.1	78.9	70	88
1/4"	6.350						
# 4	4.750	1702.3	21.3	42.4	57.6	51	68
# 8	2.360						
# 10	2.000	1045.3	13.1	55.5	44.5	38	52
# 16	1.180						
# 30	0.600						
# 40	0.420	2074.3	26.0	81.5	18.5	17	28
# 50	0.300						
# 80	0.180	812.6	10.2	91.7	8.3	8	17
# 100	0.150						
# 200	0.075	295.0	3.7	95.3	4.7	4	8
>200		372.0	4.7	100.0			

Fuente: Elaboración Propia

La curva de la dimensión de partícula se puede visualizar; puesto que desempeña con los esquemas MAC para la comprobación de la dimensión de partículas de mezclas bituminosas.

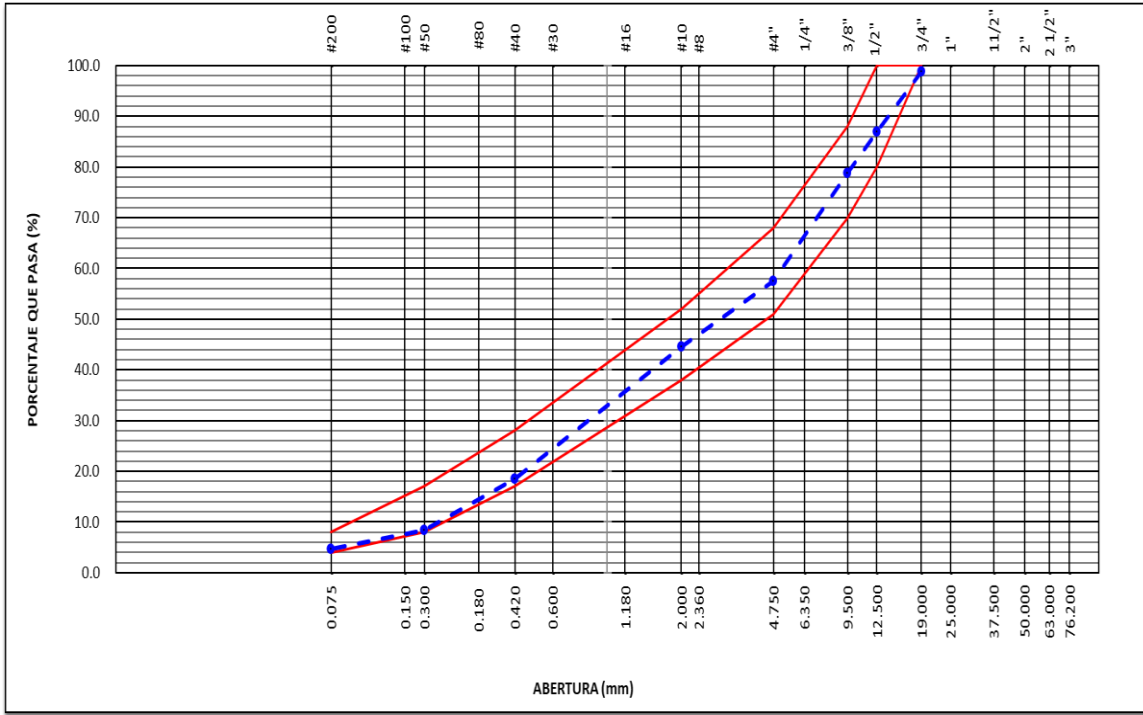


Figura 22. Curva granulométrica de agregados

Fuente: Elaboración propia

Tabla 21. Ensayo Marshall (4.5 %) C.A.

INFORME DE ENSAYO MARSHALL (ASTM D1559)				
BRIQUETA N°	M - 1	M - 2	M - 3	ESPECIF. NORMA
% C.A en peso de la mezcla		4.5		
% Grava > N°4 en peso de la mezcla		40.52		
% Arena > N°4 en peso de la mezcla		54.02		
% Cemento en peso de la mezcla		0.96		
Peso Especifico Aparente del C.A.(Aparente) gr/cm3		1.020		
Peso Especifico de la Grava > N°4" (Bulk) gr/cm3		2.697		
Peso Especifico de la Arena < N°4 (Bulk)gr/cm3		2.601		
Peso Especifico del Cemento		3.110		
Peso Especifico de la Grava > N°4 (Aparente)		2.757		
Peso Especifico de la Arena < N°4 (Aparente)		2.706		
Altura promedio de la briqueta cm		10.15		
Peso de la briqueta al aire gr	1195.6	1193.8	1194.7	
Peso de la briqueta al agua por 60' gr	1196.5	1194.9	1195.8	
Peso de la briqueta desplazada gr	688.0	689.7	687.0	
Volumen de la briqueta por desplazamiento	508.5	505.2	508.8	
Peso específico Bulk de la Briqueta gr/cm3	2.351	2.363	2.348	
Peso específico Máximo - Rice		2.553		
% de Vacíos	7.9	7.4	8.0	3 - 5
Peso Especifico Bulk Agregado Total		2.645		
Peso Especifico Efectivo Agregado total		2.748		
Asfalto Absorbido por el Agregado		1.44		
% de Asfalto Efectivo		3.12		
Relación Filler/Betún		1.0		0.6 - 1.3
V.M.A.	15.1	14.7	15.2	14
% Vacíos llenos con C.A.	47.7	49.3	47.2	0
Flujo 0,01"(0,25 mm)	12.6	12.8	12.4	8 - 14
Estabilidad sin corregir (Kg)	1612	1526	1541	
Factor de estabilidad	1.04	1.02	1.04	
Estabilidad Corregida	1676	1557	1603	MIN 815
Estabilidad / Flujo	5322	4864	5170	1700 - 4000

Fuente: Elaboración propia

Tabla 22. Ensayo Marshall (5.0 %) C.A.

INFORME DE ENSAYO MARSHALL (ASTM D1559)				
BRIQUETA N°	M - 1	M - 2	M - 3	ESPECIF. NORMA
% C.A en peso de la mezcla		5.0		
% Grava > N°4 en peso de la mezcla		40.31		
% Arena > N°4 en peso de la mezcla		53.74		
% Cemento en peso de la mezcla		0.95		
Peso Especifico Aparente del C.A. (Aparente) gr/cm3		1.020		
Peso Especifico de la Grava > N°4" (Bulk) gr/cm3		2.697		
Peso Especifico de la Arena < N°4 (Bulk)gr/cm3		2.601		
Peso Especifico del Cemento		3.110		
Peso Especifico de la Grava > N°4 (Aparente)		2.757		
Peso Especifico de la Arena < N°4 (Aparente)		2.706		
Altura promedio de la briqueta cm		10.15		
Peso de la briqueta al aire gr	1194.6	1193.5	1190.8	
Peso de la briqueta al agua por 60' gr	1195.8	1194.9	1191.8	
Peso de la briqueta desplazada gr	692.0	691.5	690.8	
Volumen de la briqueta por desplazamiento	503.8	503.4	501.0	
Peso especifico Bulk de la Briqueta gr/cm3	2.371	2.371	2.377	
Peso especifico Máximo - Rice		2.523		
% de Vacíos	6.0	6.0	5.8	3 - 5
Peso Especifico Bulk Agregado Total		2.645		
Peso Especifico Efectivo Agregado total		2.735		
Asfalto Absorbido por el Agregado		1.27		
% de Asfalto Efectivo		3.79		
Relación Filler/Betún		1.2		0.6 - 1.3
V.M.A.	14.8	14.9	14.6	14
% Vacíos llenos con C.A.	59.4	59.4	60.4	0
Flujo 0,01"(0,25 mm)	13.8	13.1	13.5	8 - 14
Estabilidad sin corregir (Kg)	1412	1596	1534	
Factor de estabilidad	1.04	1.02	1.04	
Estabilidad Corregida	1468	1628	1595	MIN 815
Estabilidad / Flujo	4256	4971	4727	1700 - 4000

Fuente: Elaboración propia

Tabla 23. Ensayo Marshall (5.5 %) C.A.

INFORME DE ENSAYO MARSHALL (ASTM D1559)				
BRIQUETA N°	M - 1	M - 2	M - 3	ESPECIF. NORMA
% C.A en peso de la mezcla		5.5		
% Grava > N°4 en peso de la mezcla		40.10		
% Arena > N°4 en peso de la mezcla		53.46		
% Cemento en peso de la mezcla		0.95		
Peso Especifico Aparente del C.A. (Aparente) gr/cm3		1.020		
Peso Especifico de la Grava > N°4" (Bulk) gr/cm3		2.697		
Peso Especifico de la Arena < N°4 (Bulk)gr/cm3		2.601		
Peso Especifico del Cemento		3.110		
Peso Especifico de la Grava > N°4 (Aparente)		2.757		
Peso Especifico de la Arena < N°4 (Aparente)		2.706		
Altura promedio de la briqueta cm		10.15		
Peso de la briqueta al aire gr	1193.0	1194.5	1192.8	
Peso de la briqueta al agua por 60' gr	1194.5	1195.8	1193.7	
Peso de la briqueta desplazada gr	694.0	694.0	694.9	
Volumen de la briqueta por desplazamiento	500.5	501.8	498.8	
Peso especifico Bulk de la Briqueta gr/cm3	2.384	2.380	2.391	
Peso especifico Máximo - Rice		2.496		
% de Vacíos	4.5	4.6	4.2	3 - 5
Peso Especifico Bulk Agregado Total		2.645		
Peso Especifico Efectivo Agregado total		2.725		
Asfalto Absorbido por el Agregado		1.13		
% de Asfalto Efectivo		4.43		
Relación Filler/Betún		1.4		0.6 - 1.3
V.M.A.	14.8	15.0	14.6	14
% Vacíos llenos con C.A.	69.7	69.1	71.3	0
Flujo 0,01"(0,25 mm)	14.2	14.5	14.1	8 - 14
Estabilidad sin corregir (Kg)	1254	1454	1365	
Factor de estabilidad	1.04	1.04	1.04	
Estabilidad Corregida	1304	1512	1420	MIN 815
Estabilidad / Flujo	3674	4171	4027	1700 - 4000

Fuente: Elaboración propia

Tabla 24. Ensayo Marshall (6.0 %) C.A.

INFORME DE ENSAYO MARSHALL (ASTM D1559)				
BRIQUETA N°	M - 1	M - 2	M - 3	ESPECIF. NORMA
% C.A en peso de la mezcla		6.0		
% Grava > N°4 en peso de la mezcla		39.88		
% Arena > N°4 en peso de la mezcla		53.18		
% Cemento en peso de la mezcla		0.94		
Peso Especifico Aparente del C.A.(Aparente) gr/cm3		1.020		
Peso Especifico de la Grava > N°4" (Bulk) gr/cm3		2.697		
Peso Especifico de la Arena < N°4 (Bulk)gr/cm3		2.601		
Peso Especifico del Cemento		3.110		
Peso Especifico de la Grava > N°4 (Aparente)		2.757		
Peso Especifico de la Arena < N°4 (Aparente)		2.706		
Altura promedio de la briqueta cm		10.15		
Peso de la briqueta al aire gr	1190.3	1194.5	1193.6	
Peso de la briqueta al agua por 60' gr	1191.8	1195.2	1194.8	
Peso de la briqueta desplazada gr	693.5	692.3	691.5	
Volumen de la briqueta por desplazamiento	498.3	502.9	503.3	
Peso especifico Bulk de la Briqueta gr/cm3	2.389	2.375	2.372	
Peso especifico Máximo - Rice		2.474		
% de Vacíos	3.5	4.0	4.1	3 - 5
Peso Especifico Bulk Agregado Total		2.645		
Peso Especifico Efectivo Agregado total		2.722		
Asfalto Absorbido por el Agregado		1.09		
% de Asfalto Efectivo		4.98		
Relación Filler/Betún		1.6		0.6 - 1.3
V.M.A.	15.1	15.6	15.7	14
% Vacíos llenos con C.A.	77.1	74.3	73.6	0
Flujo 0,01"(0,25 mm)	16.0	15.0	15.0	8 - 14
Estabilidad sin corregir (Kg)	1265	1290	1402	
Factor de estabilidad	1.04	1.04	1.04	
Estabilidad Corregida	1316	1342	1458	MIN 815
Estabilidad / Flujo	3289	3578	3888	1700 - 4000

Fuente: Elaboración propia

VALOR ÓPTIMO DEL CEMENTO ASFALTICO

Tabla 25. Valores de % C.A.

VALORES PROPORCIONADOS DE % CA				
% C.A.	4.5	5.0	5.5	6.0
P.U. BRIQUETA	2.35	2.37	2.38	2.37
VACIOS	7.8	6.0	4.4	3.9
V.M.A.	15.0	14.8	14.8	15.5
V.F.A.	48.1	59.7	70	75
POLVO / ASF.	1.0	1.2	1.4	1.6
FLUJO	12.6	13.5	14.3	15.3
ESTABILIDAD	1612.0	1564.0	1412.0	1372.0

Fuente: Elaboración propia

Se determinó el óptimo contenido de asfalto en los siguientes gráficos para así incorporar en ella el caucho y tubería pvc:

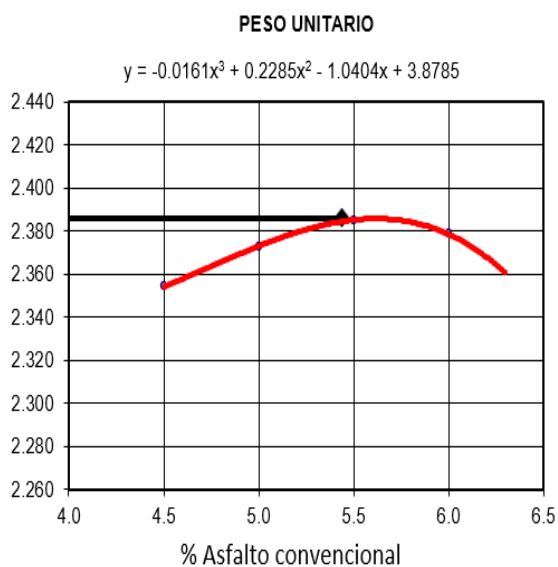


Figura 23. Grafica de peso unitario

Fuente: Elaboración propia

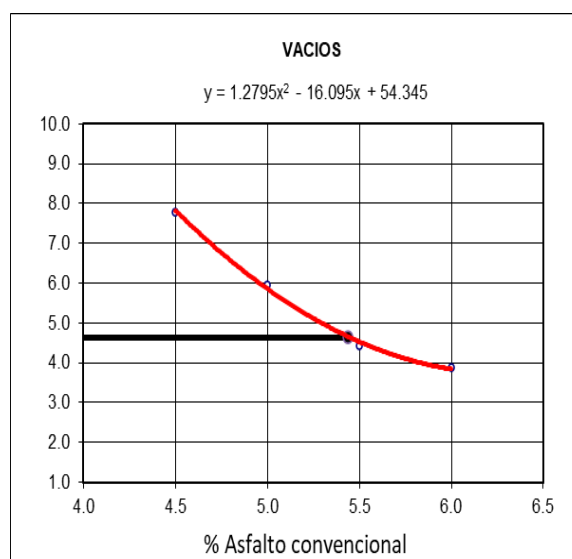


Figura 24. Grafica - % de vacíos

Fuente: Elaboración propia

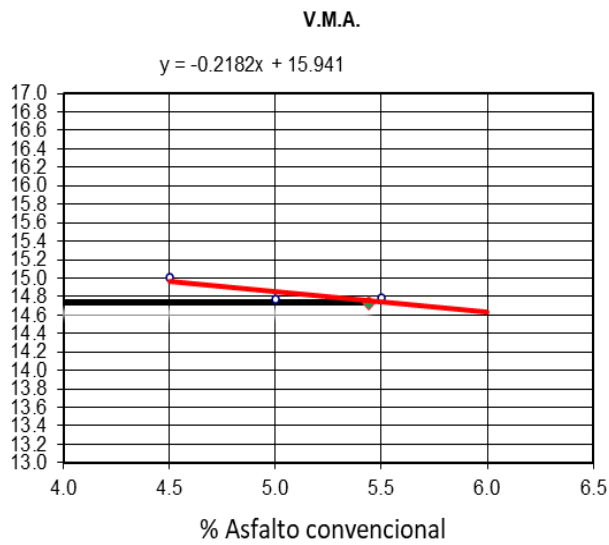


Figura 25. Grafica - V.M.A.

Fuente: Elaboración propia

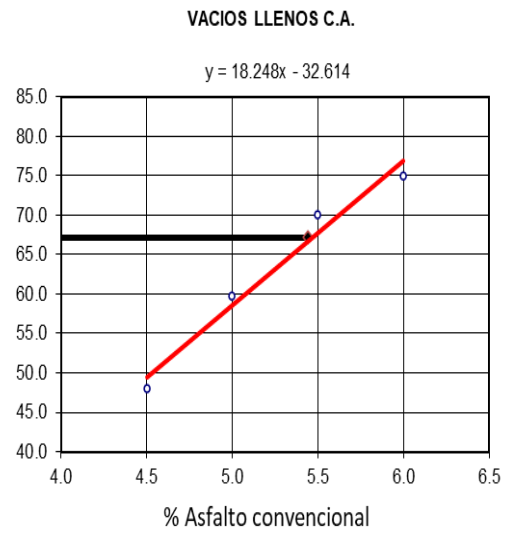


Figura 26. Grafica - % V.LL.A.

Fuente: Elaboración propia

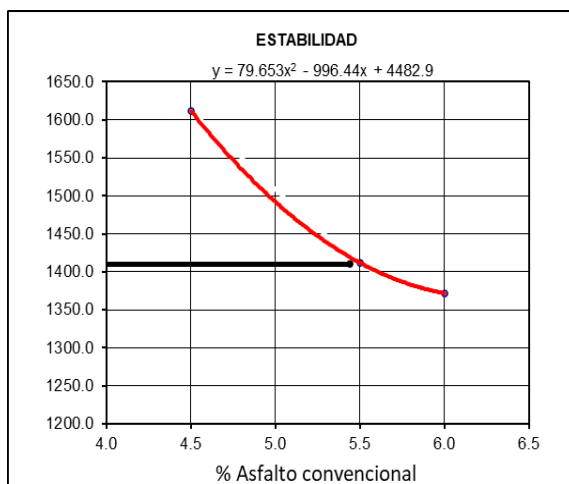


Figura 27. Grafica - estabilidad

Fuente: Elaboración propia

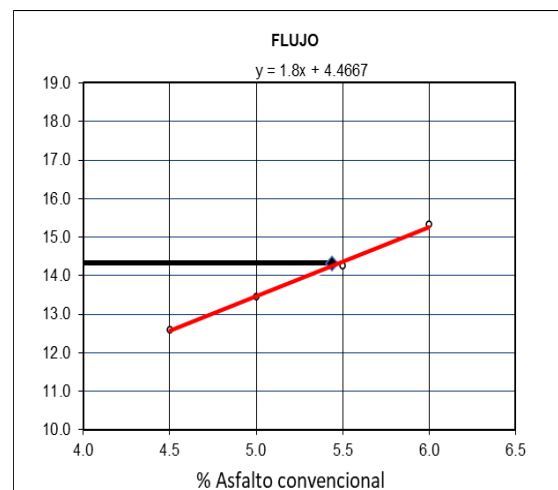


Figura 28. Grafica - flujo

Fuente: Elaboración propia

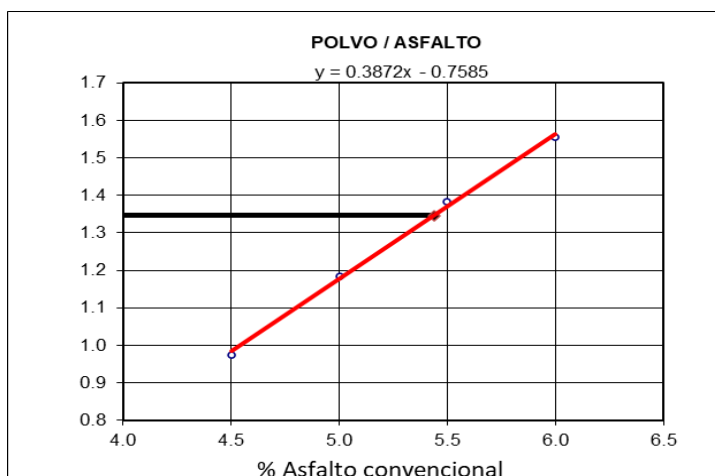


Figura 29. Grafica - polvo / asfalto

Fuente: Elaboración propia

Tabla 26. % óptimo del patrón (Marshall)

Parámetros de diseño	Und.	% Óptimo	Intervalo en norma EG 2013
Nº DE GOLPES	Nº	75.0	75
C.A	%	5.45	
P. U	kg/m ³	2.4	
VACIOS	%	4.6	3 - 5
V.M.A.	%	14.7	14
V. LL.C.A.	%	67.2	
POLVO / ASFALTO	%	1.3	0.6 - 1.3
FLUJO	mm	14.3	8 - 14
ESTABILIDAD	kN	1409.8	8,15
ESTABILIDAD/ FLUJO	kg/cm	3933.6	1700 - 4000
R.C	Mpa	2.6	2.1
R.R	%	80.6	75
R.C	%	80.5	80

Fuente: Elaboración propia

OBTENCIÓN DE VALORES FLUJO - MEZCLA PATRON

Tabla 27. Valores arrojados en el patrón - flujo

C.A	FLUJO
4.50%	12.6
5.00%	13.5
5.50%	14.3
6.00%	15.3
5.45%	14.0

Fuente: Elaboración propia

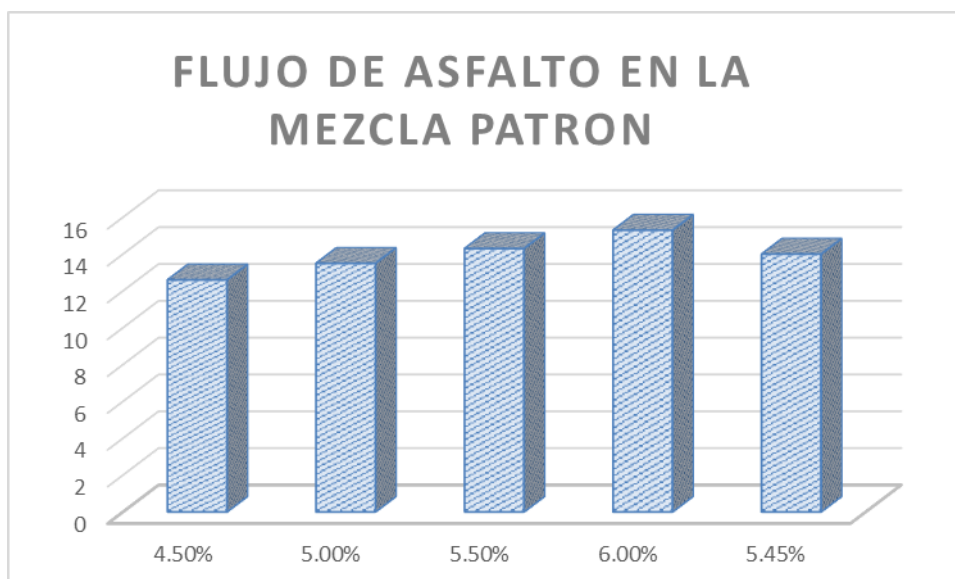


Figura 30. Barras de resultados de flujo en el asfalto – patrón

Fuente: Elaboración propia

Interpretación. – En el gráfico mostrado muestra valores de flujo por cada diseño combinado, con disímiles porcentajes de cemento asfáltico: 4,5%, 5,0%, 5,5% y 6,0%. Se observa que al 4.5% de C.A. el flujo de la mezcla asfáltica es de 12.6, con el 5.0% de C.A. proporciona un flujo de 13.5, al 5.5% de C.A., fue de 14.3 y 6.0% en C.A., el flujo proporcionó como resultado 15.3. Por último, el C.A al 5.45 % arrojó un valor de 14.0 (0.25 mm), siendo esta la mezcla patrón.

OBTENCIÓN DE VALORES ESTABILIDAD - MEZCLA PATRON

Tabla 28. Valores arrojados en el patrón - estabilidad

C.A	ESTABILIDAD (KG)
4.50%	1,612.0
5.00%	1,564.0
5.50%	1,412.0
6.00%	1,372.0
5.45%	1,409.8

Fuente: Elaboración propia

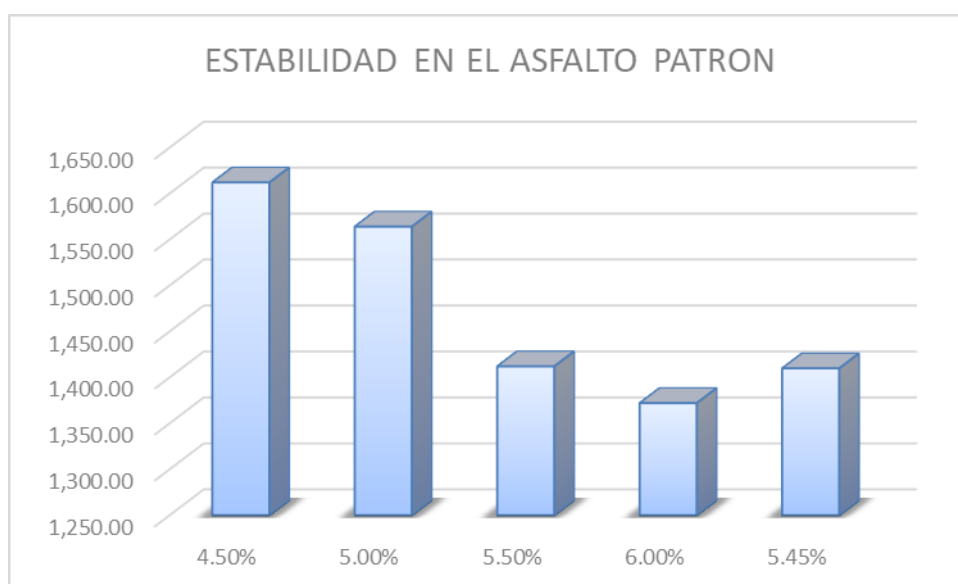


Figura 31. Barras de resultados de estabilidad en el asfalto – patrón

Fuente: Elaboración propia

Interpretación. - Los gráficos de comparación relevantes muestran la estabilidad de cada diseño combinado con disimiles relaciones de cemento asfáltico: 4,5%, 5,0%, 5,5% y 6,0%. Se observa que los valores de estabilidad fueron los siguientes: con 4.5% de C.A. la mezcla asfáltica fue de 1612 kg, con 5.0% de C.A. dio 1564.0 kg, con 5.5% CA arrojó 1412 kg, y al 6.0% CA, fue de 1372 kg. Por último, con 5.45% de C.A., tiene una estabilidad de 1409.8 kg siendo esta nuestra mezcla patrón.

OBTENCIÓN DE VALORES PORCENTAJES DE VACIOS - MEZCLA PATRON

Tabla 29. Valores arrojados en el patrón - porcentajes de vacíos

C.A	PORCENTAJE DE VACIOS
4.50%	7.8
5.00%	6.0
5.50%	4.4
6.00%	3.9
5.45%	4.6

Fuente: Elaboración propia

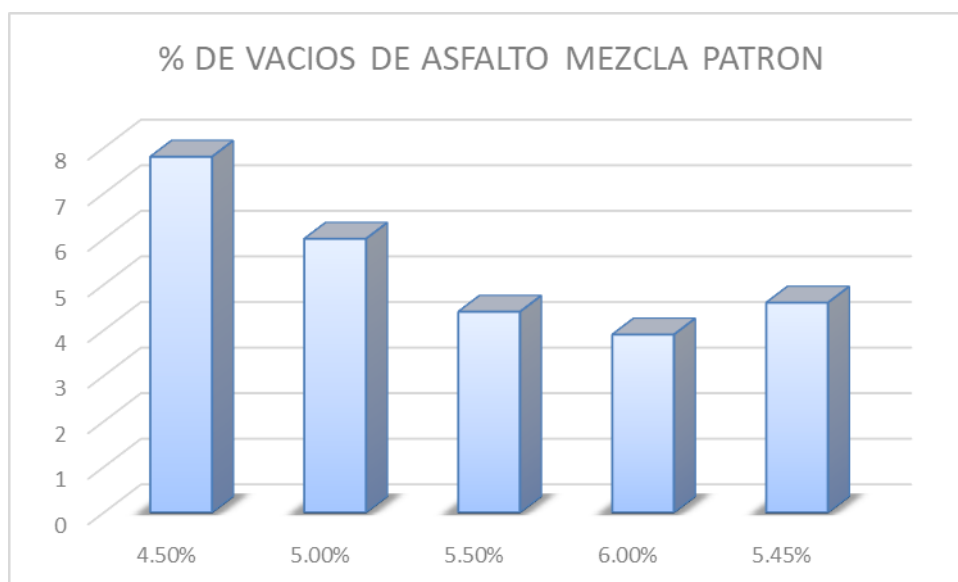


Figura 32. Barras de resultados de % de vacíos en el asfalto - patrón

Fuente: Elaboración propia

Interpretación. - La tabla de comparación correspondiente muestra la relación de vacíos por cada diseño combinado, con disímiles relaciones de CA: 4,5 %, 5,0 %, 5,5 % y 6,0 %. Se observa que en la composición de C.A la relación de vacíos fue lo siguiente: con 4.5 %, es de 7.8 %, luego 5.0 %, es de 6.0 %, siguiendo 5.50 % CA arrojó 4.4% y por último 6.0 % CA, se obtuvo una relación de vacíos de 3.9 % de mezcla asfáltica. Resultando en la mezcla patrón con C.A al 5,45%, se obtuvo un contenido en vacío del 4,6%.

Objetivo 1:

Determinar la influencia de la incorporación del caucho reciclado y tuberías PVC en el flujo de una mezcla asfáltica para pavimentos flexibles, Los Olivos – Lima 2022.

Ensayo Marshall para el flujo

Con base en esta verificación: Encontrar el flujo elaborando el método de Marshall, para las sucesivas demostraciones a) P+3%+5% de caucho y pvc b) P+4%+10% de caucho y pvc c) P+5%+15% de caucho y pvc, para probar asertivamente si el caucho y pvc contribuyen positivamente a la capa de asfalto, al cumplir con los estándares de prueba Marshall en mezclas asfálticas respecto al flujo.



Figura 33. Mezcla optima de asfalto Modificado con caucho al 3%+5%, 4%+10% y 5%+15% de caucho y tubería PVC

Fuente: Elaboración propia



Figura 34. Mezcla del cemento asfáltico de caucho y tubería PVC

Fuente: Elaboración propia



Figura 35. Elaboración y compactación de la briqueta de asfalto con 3%+5%, 4%+10% y 5%+15% de caucho y tubería PVC

Fuente: Elaboración propia



Figura 36. Muestra de las briquetas de asfalto 3%+5%, 4%+10% y 5%+15% de caucho y tubería PVC

Fuente: Elaboración propia



Figura 37. Preparación de las muestras para el ensayo Marshall para determinar el flujo.

Fuente: Elaboración propia

Tabla 30. Valores arrojados en el flujo

MUESTRA (CAUCHO Y TUBERIA PVC)	FLUJO
PATRON	14.0
3%+5% (CR+PVC)	14.7
4%+10% (CR+PVC)	15.2
5%+15% (CR+PVC)	15.6

Fuente: Elaboración propia

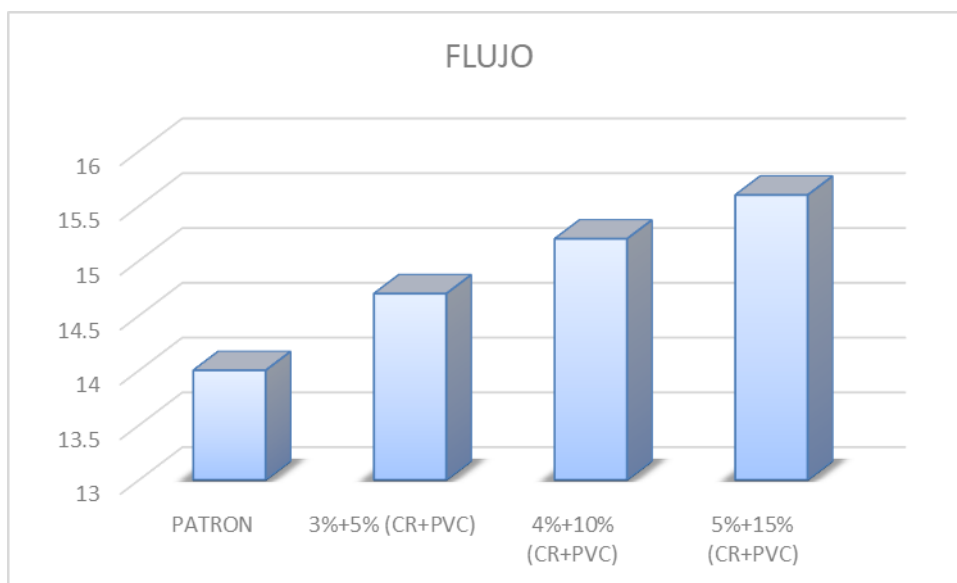


Figura 38. Gráfico de flujo con incorporación de caucho y tubería pvc reciclado.

Fuente: Elaboración propia

Interpretación: Para esta prueba se elaboró el método Marshall para identificar el flujo, se han introducido distintas porciones de caucho y tubería pvc , al inicio la muestra de asfalto Patrón se logró un 14.0 (0.25 mm) de flujo, no obstante, en la causa de incorporación de caucho y tubería pvc en 3%+5% dio el valor de 14.7 (0.25 mm) de flujo, con un 4%+10% dio un valor de 15.2 (0.25 mm) de flujo y por último al incorporar 5%+15% arrojó un flujo de 15.6 (0.25 mm), dando el acierto que con la incorporación caucho y tubería pvc, el flujo acrecienta, no siguiendo los estándares de diseño que indica en la norma (8 -14), la muestra con 3%+5% de caucho y tubería pvc, se acerca al parámetro con 14.7 (0.25mm) de flujo.

Objetivo 2:

Determinar la influencia de la incorporación del caucho reciclado y tuberías PVC en la estabilidad de una mezcla asfáltica para pavimentos flexibles, Los Olivos – Lima 2022.

Ensayo Marshall para la estabilidad

Con base en esta verificación: Encontrar la estabilidad elaborando el método de Marshall, para los siguientes casos a) P+3%+5% de caucho y pvc b) P+4%+10% de caucho y pvc c) P+5%+15% de caucho y pvc, para probar asertivamente si el caucho y pvc contribuyen positivamente a la capa de asfalto, al cumplir con los estándares de prueba Marshall en mezclas asfálticas respecto a la estabilidad.



Figura 39. Elaboración y compactación de la briqueta de asfalto con 3%+5%, 4%+10% y 5%+15% de caucho y tubería PVC

Fuente: Elaboración propia

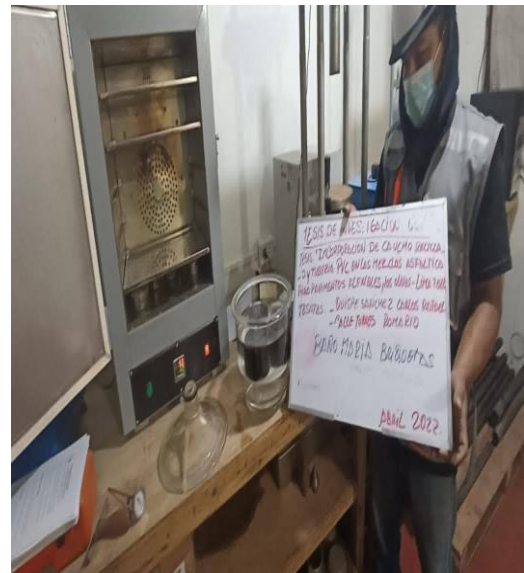


Figura 40. Muestra de las briquetas en baño de maría.

Fuente: Elaboración propia



Figura 41. Preparación de las muestras para el ensayo Marshall para determinar la estabilidad.

Fuente: Elaboración propia



Figura 42. Valor de la muestra del ensayo Marshall para determinar la estabilidad.

Fuente: Elaboración propia

Tabla 31. Valores arrojados de estabilidad

MUESTRA (CAUCHO Y TUBERIA PVC)	ESTABILIDAD
PATRON	1409.8
3%+5% (CR+PVC)	1377.0
4%+10% (CR+PVC)	1321.8
5%+15% (CR+PVC)	1228.6

Fuente: Elaboración propia

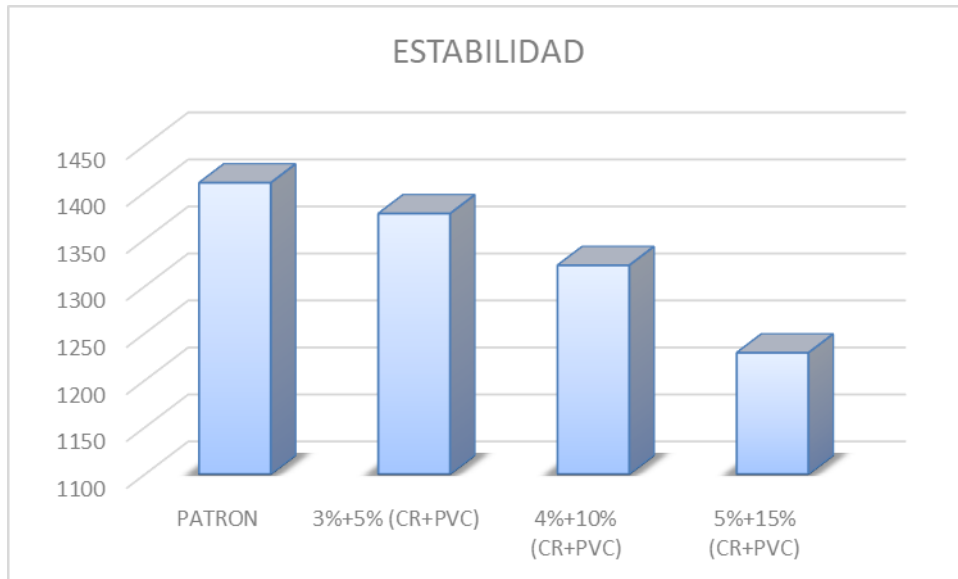


Figura 43. Gráfico de estabilidad incorporado caucho y tubería pvc reciclado.

Fuente: Elaboración propia

Interpretación: En esta prueba se realizó el método Marshall para establecer la estabilidad, primeramente se incorporó distintas porciones de caucho y tubería pvc en nuestro asfalto patrón, alcanzando 1409.8 kg de estabilidad, no obstante, al incorporar 3%+5% de caucho y tubería pvc reciclado se obtuvo 1377.0 kg de estabilidad, con 4%+10% de caucho y tubería pvc reciclado logrando 1321.8 kg de estabilidad y al realizar 5%+15% de caucho y tubería pvc reciclado arrojó 1228.6 kg de estabilidad, indicando que al incorporar caucho y tubería pvc al 3%+5%, 4%+10% y 5%+15%, disminuyó la estabilidad en comparación con nuestra mezcla patrón de 1409.8 kg.

Objetivo 3:

Determinar la influencia de la incorporación del caucho reciclado y tuberías PVC en el porcentaje de vacíos de una mezcla asfáltica para pavimentos flexibles, Los Olivos – Lima 2022.

Ensayo Marshall para porcentaje de Vacíos

Con base en esta verificación: Encontrar el % de vacíos elaborando el Método Marshall, para los siguientes casos a) P+3%+5% caucho y pvc b) P+4%+10% caucho y pvc c) P+5%+15% caucho y pvc, para probar asertivamente si el caucho

y pvc contribuyen positivamente a la capa de asfalto, al cumplir con los estándares de prueba Marshall en mezcla de asfalto alrededor del % de vacíos.



Figura 44. Mezcla del cemento asfáltico de caucho y tubería PVC
Fuente: Elaboración propia



Figura 45. Muestra del asfalto con 3%+5%, 4%+10% y 5%+15% de caucho y tubería PVC
Fuente: Elaboración propia



Figura 46. Preparación de las muestras para el ensayo Marshall para determinar el flujo.
Fuente: Elaboración propia



Figura 47. Valor de la muestra del ensayo Marshall para determinar el flujo.
Fuente: Elaboración propia

Tabla 32. Valores arrojados en el porcentaje de vacíos

MUESTRA (CAUCHO Y TUBERIA PVC)	PORCENTAJE DE VACIOS
PATRON	4.6
3%+5% (CR+PVC)	5.7
4%+10% (CR+PVC)	6.7
5%+15% (CR+PVC)	9.3

Fuente: Elaboración propia

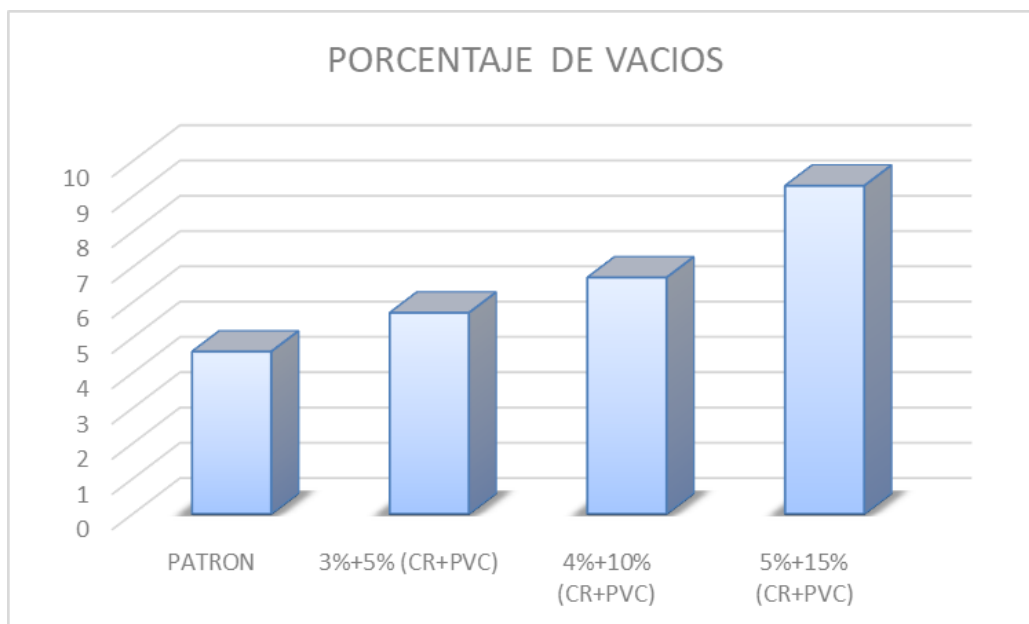


Figura 48. Gráfico de porcentaje de vacíos incorporado caucho y tubería pvc reciclado.

Fuente: Elaboración Propia

Interpretación: En este caso, se realizó una prueba de Marshall para identificar los porcentajes de vacíos, incorporados en distintas porciones de caucho y tubería pvc reciclado, obteniendo un 4.6 % de vacíos en la muestra patrón, sin embargo, al incorporar 3%+5% de caucho y tubería pvc reciclado, se obtuvo 5.7% de vacíos con 4%+10% de caucho y tubería pvc reciclado, resultó 6.7% de vacíos, al hacer el último ensayo con 5%+15% de caucho y tubería pvc reciclado, se obtuvo 9.3% de

vacíos, lo que significa que no cumple con los criterios de diseño para asfalto ya que ha aumentado, y el estándar menciona que debe estar entre 3% y 5%.

Tabla 33. Ensayo Marshall (3%+5% de caucho y tubería PVC)

INFORME DE ENSAYO MARSHALL (ASTM D1559)				
BRIQUETA N°	M - 1	M - 2	M - 3	ESPECIF. NORMA
% C.A en peso de la mezcla		5.45		
% Grava > N°4 en peso de la mezcla		40.12		
% Arena > N°4 en peso de la mezcla		53.49		
% Cemento en peso de la mezcla		0.95		
Peso Especifico Aparente del C.A.(Aparente) gr/cm3		1.020		
Peso Especifico de la Grava > N°4" (Bulk) gr/cm3		2.70		
Peso Especifico de la Arena < N°4 (Bulk)gr/cm3		2.60		
Peso Especifico del Cemento		3.11		
Peso Especifico de la Grava > N°4 (Aparente)		2.76		
Peso Especifico de la Arena < N°4 (Aparente)		2.71		
Altura promedio de la briqueta cm		10.15		
Peso de la briqueta al aire gr	1179.5	1182.40	1180.4	
Peso de la briqueta al agua por 60' gr	1180.7	1183.60	1181.7	
Peso de la briqueta desplazada gr	680.5	679.20	680.5	
Volumen de la briqueta por desplazamiento	500.2	504.40	501.2	
Peso especifico Bulk de la Briqueta gr/cm3	2.4	2.34	2.4	
Peso especifico Máximo - Rice		2.50		
% de Vacíos	5.5	6.08	5.6	3 - 5
Peso Especifico Bulk Agregado Total		2.65		
Peso Especifico Efectivo Agregado total		2.72		
Asfalto Absorbido por el Agregado		1.10		
% de Asfalto Efectivo		4.41		
Relación Filler/Betún		1.38		0.6 - 1.3
V.M.A.	15.7	16.21	15.8	14
% Vacíos llenos con C.A.	64.9	62.51	64.4	0
Flujo 0,01"(0,25 mm)	14.8	14.50	14.9	8 - 14
Estabilidad sin corregir (Kg)	1325.0	1258.00	1425.0	
Factor de estabilidad	1.0	1.02	1.1	
Estabilidad Corregida	1351.5	1283.16	1496.3	MIN 815
Estabilidad / Flujo	3652.7	3539.75	4016.8	1700 - 4000

Fuente: Elaboración propia

Tabla 34. Ensayo Marshall (4%+10% de caucho y tubería PVC)

INFORME DE ENSAYO MARSHALL (ASTM D1559)				
BRIQUETA N°	M - 1	M - 2	M - 3	ESPECIF. NORMA
% C.A en peso de la mezcla		5.45		
% Grava > N°4 en peso de la mezcla		40.12		
% Arena > N°4 en peso de la mezcla		53.49		
% Cemento en peso de la mezcla		0.95		
Peso Especifico Aparente del C.A. (Aparente) gr/cm3		1.020		
Peso Especifico de la Grava > N°4" (Bulk) gr/cm3		2.70		
Peso Especifico de la Arena < N°4 (Bulk)gr/cm3		2.60		
Peso Especifico del Cemento		3.11		
Peso Especifico de la Grava > N°4 (Aparente)		2.76		
Peso Especifico de la Arena < N°4 (Aparente)		2.71		
Altura promedio de la briqueeta cm		10.15		
Peso de la briqueeta al aire gr	1168.4	1169.8	1164.5	
Peso de la briqueeta al agua por 60' gr	1172.4	1171.5	1166.1	
Peso de la briqueeta desplazada gr	669.5	669.5	667.2	
Volumen de la briqueeta por desplazamiento	502.9	502.0	498.9	
Peso especifico Bulk de la Briqueeta gr/cm3	2.32	2.33	2.33	
Peso especifico Máximo - Rice		2.496		
% de Vacíos	6.9	6.6	6.5	3 - 5
Peso Especifico Bulk Agregado Total		2.645		
Peso Especifico Efectivo Agregado total		2.723		
Asfalto Absorbido por el Agregado		1.10		
% de Asfalto Efectivo		4.41		
Relación Filler/Betún		1.38		0.6 - 1.3
V.M.A.	17.0	16.7	16.6	14
% Vacíos llenos con C.A.	59.2	60.3	60.9	0
Flujo 0,01"(0,25 mm)	15.5	15.2	14.9	8 - 14
Estabilidad sin corregir (Kg)	1298	1215	1402	
Factor de estabilidad	1.02	1.02	1.00	
Estabilidad Corregida	1324	1239	1402	MIN 815
Estabilidad / Flujo	3417	3261	3764	1700 - 4000

Fuente: Elaboración propia

Tabla 35. Ensayo Marshall (5%+15% de caucho y tubería PVC)

INFORME DE ENSAYO MARSHALL (ASTM D1559)				
BRIQUETA N°	M - 1	M - 2	M - 3	ESPECIF. NORMA
% C.A en peso de la mezcla		5.45		
% Grava > N°4 en peso de la mezcla		40.12		
% Arena > N°4 en peso de la mezcla		53.49		
% Cemento en peso de la mezcla		0.95		
Peso Especifico Aparente del C.A.(Aparente) gr/cm3		1.020		
Peso Especifico de la Grava > N°4" (Bulk) gr/cm3		2.697		
Peso Especifico de la Arena < N°4 (Bulk)gr/cm3		2.601		
Peso Especifico del Cemento		3.110		
Peso Especifico de la Grava > N°4 (Aparente)		2.757		
Peso Especifico de la Arena < N°4 (Aparente)		2.706		
Altura promedio de la briqueta cm		10.15		
Peso de la briqueta al aire gr	1156.3	1154.8	1157.9	
Peso de la briqueta al agua por 60' gr	1159.6	1157.4	1160.5	
Peso de la briqueta desplazada gr	649.8	648.7	646.0	
Volumen de la briqueta por desplazamiento	509.8	508.7	514.5	
Peso especifico Bulk de la Briqueta gr/cm3	2.268	2.270	2.251	
Peso especifico Máximo - Rice		2.496		
% de Vacíos	9.1	9.0	9.8	3 - 5
Peso Especifico Bulk Agregado Total		2.645		
Peso Especifico Efectivo Agregado total		2.723		
Asfalto Absorbido por el Agregado		1.10		
% de Asfalto Efectivo		4.41		
Relación Filler/Betún		1.38		0.6 - 1.3
V.M.A.	18.9	18.9	19.6	14
% Vacíos llenos con C.A.	51.8	52.0	49.7	0
Flujo 0,01"(0,25 mm)	15.2	15.8	15.7	8 - 14
Estabilidad sin corregir (Kg)	1236	1248	1105	
Factor de estabilidad	1.02	1.04	1.02	
Estabilidad Corregida	1261	1298	1127	MIN 815
Estabilidad / Flujo	3318	3286	2872	1700 - 4000

Fuente: Elaboración propia

Tabla 36. Ligante asfáltico

Tipo de asfalto	PEN 60 / 70	M (3% y 5% de CR+ PVC)	M (4% y 10% de CR+ PVC)	M (5% y 15% de CR+ PVC)
% óptimo de asfalto residual	5.45	5.45	5.45	5.45

Fuente: Elaboración propia

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	<u>Ver Tabla 423-10</u>		
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.		

Figura 49. Exigencias para mezcla bituminosa en caliente

Fuente: Manual de Carreteras (EG-2013)

Tamiz	Vacíos mínimos en agregado mineral %	
	Marshall	Superpave
2,36 mm (N.º 8)	21	-
4,75 mm (N.º 4)	18	-
9,50 mm (3/8")	16	15
12,5 mm (½")	15	14
19,0 mm (3/4")	14	13
25,0 mm (1")	13	12
37,5 mm (1 ½")	12	11
50,0 mm (2")	11,5	10,5

Figura 50. Vacíos mínimos en el Agregado Mineral

Fuente: Manual de Carreteras (EG-2013)

Tabla 37. Tipologías de Marshall modificado con (CR+PVC)

Descripción	Unidades	Porcentajes incorporados			Intervalo normativo EG 2013
		3%+ 5%	4%+10%	5%+15%	
CAUCHO REC. + TUBERIA PVC	%	3%+ 5%	4%+10%	5%+15%	
C.A	%	5.45	5.45	5.45	
P.U	kg/m3	2.35	2.33	2.26	
VACIOS	%	5.7	6.7	9.3	3 - 5
V.M.A.	%	15.9	16.7	19.1	14
V. LL.C.A.	%	63.9	60.1	51.2	
POLVO / ASFALTO	%	1.4	1.4	1.4	0.6 - 1.3
FLUJO	mm	14.73	15.20	15.57	8 - 14
ESTABILIDAD	kN	1377.0	1321.8	1228.6	MIN 815
ESTABILIDAD/ FLUJO	kg/cm	3738.4	3478.3	3157.0	1700 - 4000

Fuente: Elaboración propia

V. DISCUSIÓN

Objetivo 1: Determinar la influencia de la incorporación del caucho reciclado y tuberías PVC en el flujo de una mezcla asfáltica para pavimentos flexibles, Los Olivos – Lima 2022.

Antecedente: Ortiz (2017) en su investigación incorporó porcentajes de tereftalato de polietileno 3%, 6%, 9% y 12% en sustitución parcial del agregado grueso, no obteniendo mejoras en su comportamiento físico y mecánico, aumentando el flujo de 14.33" a 15.67", no cumpliendo la norma ASTM D1559.

Resultados: Al ejecutar el ensayo Marshall y lograr el flujo de las muestras, el patrón sin caucho y tubería pvc fue 14.0 (0.25 mm), mientras se incorporaba de manera aumentativa (CR+PVC) fue de: 3%+5% (14.7), 4%+10% (15.2) y 5%+15% (15.6), obteniendo que la incorporación de 3%+5%, 4%+10% y 5%+15%, no se encuentran dentro de la norma, puesto que exige un flujo máximo de 14 (0.25 mm). Siendo la incorporación de 3%+5% el más acercado al parámetro establecido por norma del MTC (8 - 14).

Comparación: con tereftalato de polietileno de los antecedentes no se obtuvo los resultados favorables, Los resultados muestran que el flujo aumenta junto con el contenido de caucho y tubería pvc de las muestras. Esto demuestra que el aumento de flujo, asociado a la presencia de partículas de caucho y tubería pvc, crea una mezcla más flexible. No existiendo ningún valor de flujo con las adiciones dentro del rango establecido por norma del MTC (8 - 14), puesto que prevalecen el límite, de esta manera teniendo como referencia a la norma no sería aceptable para una mezcla asfáltica manejada como capa de soporte, siendo similares al antecedente.

Objetivo 2: Determinar la influencia de la incorporación del caucho reciclado y tuberías PVC en la estabilidad de una mezcla asfáltica para pavimentos flexibles, Los Olivos – Lima 2022.

Antecedente: Burbano y Salazar (2019) en su investigación agregó grano de viruta de pvc con porcentajes 5%, 10%, 15% y 20% sustituyendo al material granular grueso, disminuyendo la estabilidad del asfalto de un 3126.50 lb hasta 3756.90 lb, obteniendo con el 5% es el más cercano al ensayo patrón y con el restante se reduce hasta alcanzar un valor cercano a las 2000 lb para algunas muestras.

Resultados: Al ejecutar el ensayo Marshall y lograr la estabilidad de las muestras, el patrón sin caucho y pvc reciclado fue de 1409.8kg, mientras se incorporaba de manera aumentativa (CR+PVC) fue: 3%+5% (1377.0 kg), 4%+10% (1321.8 kg) y 5%+15% (1228.6 kg), obteniendo que la incorporación de 3%+5%, 4%+10% y 5%+15% reducen la estabilidad de la mezcla patrón, tomándose en cuenta que el diseño de caucho y tubería PVC 3%+5%, es el más cercano.

Comparación: con el grano de viruta de pvc de los antecedentes no se obtuvo los resultados favorables, los resultados muestran que la estabilidad disminuye junto con el contenido de caucho y tubería PVC de la muestra cuando se emplea el porcentaje de 3%+5%, 4%+10% y 5%+15%, siendo resultados desfavorables. (a excepción de la adición de 3%+5% que es el más cercano).

Objetivo 3: Determinar la influencia de la incorporación del caucho reciclado y tuberías PVC en el porcentaje de vacíos de una mezcla asfáltica para pavimentos flexibles, Los Olivos – Lima 2022.

Antecedente: Carrizales (2015) en su investigación incorporó polvo de caucho reciclado de llanta con porcentajes 3%, 5%, 7% y 9%, en reemplazo del agregado fino, obteniendo el aumento del porcentaje de vacíos de 7.03 mm, siendo el diseño de 3% de caucho el más cercano a la norma técnica peruana.

Resultados: Al ejecutar los ensayos de Marshall y lograr el porcentaje de vacíos, el patrón sin caucho y tubería pvc fue 4.6%, mientras se incorporaba de manera aumentativa (CR+PVC) fue de: 3%+5% (5.7%), 4%+10% (6.7%) y 5%+15% (9.3%), resultando dichos porcentajes no encontrados dentro de los requisitos de la norma del MTC (3% a 5%), siendo así los 03 porcentajes propuestos no lograron reducir el porcentaje de vacíos.

Comparación: Con las materias primas de polvo de neumáticos en la mezcla, según el antecedente se obtuvo resultados desfavorables puesto que se acrecentó el porcentaje de vacíos. Y en la presente investigación tampoco se logró la reducción de vacíos, a pesar del aumento en la cantidad caucho y tubería pvc reciclado. Los resultados, por el contrario, continuaron aumentando rápidamente en el % de vacíos.

VI. CONCLUSIONES

Evaluar la influencia de la incorporación del caucho reciclado y tuberías PVC en las propiedades de una mezcla asfáltica para pavimentos flexibles, Los Olivos – Lima 2022

Objetivo General, Se evaluó que, la mezcla asfáltica incorporado con caucho y tubería pvc, mejoran las características del asfalto encontrado en la carretera Tramo Av. Universitaria – Av. Alfredo Mendiola, observando su estimación en sus propiedades físicas y mecánicas: 1) al disminuir el flujo (0.25mm); 2) al aumentar la estabilidad y 3) al disminuir el porcentaje de vacíos.

Objetivo Específico 1, No se estableció la dependencia del caucho y tubería pvc reciclado en el flujo por el ensayo Marshall, por el contrario, aumentó en 1.6 (0.25mm) aumentando el 14 (0.25mm) del diseño patrón hasta un 15.6 (0.25mm) al incorporarle el 5%+15%, de caucho y tubería pvc; sobrepasando el límite según las normas del MTC (8 – 14). El flujo acrecienta con la incorporación de estos componentes, estableciendo mayor tensión cuando se alcanza la inestabilidad, lo cual indica que la mezcla es plástica, por lo que es más capaz de seguir los cambios que ocurren debido a la carga, por lo tanto, la influencia del caucho y tubería pvc reciclado es denegada, en las proporciones propuestas, respecto al flujo.

Objetivo Específico 2, No se estableció la dependencia del caucho y tubería pvc reciclado en la estabilidad por el ensayo Marshall, se obtuvo 1409.8kg en la mezcla patrón, al incorporar 3%+5% disminuyó hasta 1377.0 kg, mientras que con 4%+10% disminuyó hasta 1321.8 kg y con 5%+15% disminuyó hasta 1228.6 kg, la estabilidad disminuye con respecto al patrón siendo 3%+5% es el más cercano, por lo tanto, la influencia del caucho y tubería pvc reciclado denegada, en las proporciones propuestas, respecto a la estabilidad.

Objetivo Específico 3. No se estableció la dependencia del caucho y tubería pvc reciclado en el porcentaje de vacíos en disminuir los porcentajes de vacíos, al contrario, aumento dicho porcentaje. Se obtuvo 4.6% en la mezcla patrón, al incorporar 3%+5% aumentó hasta 5.7%, con 4%+10% aumentó hasta 6.7% y con 5%+15% se obtuvo valores crecientes hasta 9.3%, siendo 3%+5% el más cercano a los valores establecidos por la norma MTC (3% a 5%). La presencia de aditivos plásticos crea un vacío mayor en el árido, ya que no puede adherirse uniformemente al aglutinante bituminoso o al agregado; creando espacios en la mezcla y disminuyendo la densidad, por lo tanto, la influencia del caucho y tubería pvc reciclado es denegada, en las proporciones propuestas, respecto al porcentajes de vacíos.

VII. RECOMENDACIONES

Objetivo Específico 1, En la presente investigación al optar porcentajes de caucho y tubería pvc reciclado que iban desde un 3%+5% hasta 5%+15%, en todas ellas se obtuvo un aumento del flujo; para continuar con una futura Investigación recomendamos disminuir cantidades menores al 3%+5%, la inclusión de caucho reciclado y tubería pvc, hasta verificar el óptimo porcentaje de flujo. También se debe tener precaución con el flujo excesivo puesto que es nocivo para el mejor rendimiento de la mezcla, por lo que se controlaría la adición de caucho y tubería pvc para lograr los valores normativos.

Objetivo Específico 2, En la presente investigación al optar porcentajes de caucho y tubería pvc reciclado que iban desde un 3%+5% hasta 5%+15%, en todas ellas se obtuvo una disminución de estabilidad con respecto al patrón; para continuar con una futura Investigación recomendamos disminuir cantidades menores al 3%+5%, la inclusión de caucho reciclado y tubería pvc, para así la estabilidad logre valores normativos y esté por encima del patrón.

Objetivo Específico 3, En la presente investigación al optar porcentajes de caucho y tubería pvc reciclado que iban desde un 3%+5% hasta 5%+15%, en todas ellas se obtuvo un aumento de porcentaje de vacíos con respecto al patrón; para continuar con una futura Investigación recomendamos disminuir cantidades menores al 3%+5%, la inclusión de caucho reciclado y tubería pvc, ya que se tendría que aumentar el contenido de ligante asfáltico para llenar los espacios para así disminuir los porcentajes de vacíos de aire y así cumpliendo con los parámetros del EG-2013.

REFERENCIAS

1. CARRIZALES, J. *Asfalto modificado con material reciclado de llantas para su aplicación en pavimentos flexibles*. Puno: Universidad Nacional del Altiplano, 2015
2. SALAZAR, S. *Incorporación de Caucho Reciclado en las Mezclas Asfálticas para Mejorar Pavimentos Flexibles en la Ciudad de Lima, Perú 2019*. Lima: Universidad César Vallejo, 2019
3. BALLENA, C. *Utilización de fibras de polietileno de botellas de plástico para su aplicación en el diseño de mezclas asfálticas ecológicas en frío*. Lima: Universidad Señor de Sipán, 2016
4. BURBANO, J. y SALAZAR, J. *Utilización de viruta de pvc en mezclas asfálticas en caliente*. Quito: Pontificia Universidad Católica Del Ecuador, 2019
5. VEGA, D. *Análisis del comportamiento a compresión de asfalto conformado por caucho reciclado de llantas como material constitutivo del pavimento asfáltico*. Ecuador: Universidad Técnica De Ambato, 2016
6. ORTIZ, B. *Mezclas asfálticas en caliente adicionando tereftalato de polietileno como agregado por el método de Marshall*. Guatemala: Universidad de San Carlos de Guatemala, 2017
7. RÀDER, A. *estudo da adição de resíduos de garrafas pet pósconsumo em misturas asfálticas à quente*. Brasil: Universidade Regional Do Noroeste Do Estado Do Rio Grande Do Sul – UNIJUI, 2018
8. AIMACAÑA, J. *Comparative study of the compressive behavior of flexible asphalt pavements: conventional and with addition of recycled polymers*. Colombia: Universidad de los Andes, 2017
9. ROZY, F. *Pengaruh penggunaan plastik pvc terhadap kinerja campuran aspal beton (AC-WC)*. Indonesia: Universitas Mataram, 2019
10. RAQIQA, R., SHIFENG W., YONG Z., YUE L. y GUANGTAI Z. *Improving the aging resistance of SBS modified asphalt with the addition of highly reclaimed rubber*. China: Universidad de Xinjiang, 2017. vol. 145, pag.126. [consultado el 4 de diciembre de 2021]. Disponible en: <https://www.sciencedirect.com/science/article/abs/pii/S0950061817306372>

11. CETIN, A. *Thermal Tuning of Surface Plasmon Polaritons Using Liquid Crystals*. 2015. vol. 1, pag.915. [consultado el 3 de diciembre de 2021]. Disponible en: <https://doi.org/10.1002/adom.201300303>
12. BEHL, A., SHARMA, G. y KUMAR, G. *A sustainable approach: Utilization of waste PVC in asphaltting of roads*. India: CSIR Central Road Research Institute. 2016. vol. 145, pag.113. [consultado el 5 de diciembre de 2021]. Disponible en: DOI:10.1016/j.conbuildmat.2013.12.050
13. KRAEMER, C. *Ingeniería de carreteras Vol. II*. España: Mc Graw Hill/Interamericana de España S.A.U., 2004, pag. 313. ISBN 84-481-3998-4
14. KRAEMER, C. *Ingeniería de carreteras Vol. II*. España: Mc Graw Hill/Interamericana de España S.A.U., 2004, pag. 313. ISBN 84-481-3998-4
15. KRAEMER, C. *Ingeniería de carreteras Vol. II*. España: Mc Graw Hill/Interamericana de España S.A.U., 2004, pag. 313. ISBN 84-481-3998-4
16. TORRES, R. *Pruebas de desempeño en diferentes mezclas asfálticas*. México: Universidad Iberoamericana León, 2016, pag. 10.
17. KRAEMER, C. *Ingeniería de carreteras Vol. II*. España: Mc Graw Hill/Interamericana de España S.A.U., 2004, pag. 321. ISBN 84-481-3998-4
18. Paul, C. *Aspectos del diseño volumétrico de mezclas asfálticas*. Sanfandilla: Instituto Mexicano Del Transporte, 2004, pag. 22
19. KRAEMER, C. *Ingeniería de carreteras Vol. II*. España: Mc Graw Hill/Interamericana de España S.A.U., 2004, pag. 326. ISBN 84-481-3998-4
20. DONAIRE, P. *Materiales y compuestos para la industria del neumático*. Argentina: Departamento De Ingeniería Mecánica F.I.U.B.A., 2017, pag 60
21. SMITH, R. *Guía: Plásticos y fuego*. Europa: AIMPLAS Instituto Tecnológico del Plástico., 2018, pag 80
22. Maurillo, A. *La investigación aplicada: una forma de conocer las realidades con evidencia científica*. Costa Rica: Universidad de Costa Rica, vol. 33, no 3, 2008, ISSN 0379-7 082, pag 159
23. Humberto, A. *Metodología de la Investigación*. Huancayo: Universidad Continental, 1ra edición, 2014, ISBN 978-612-4196-9, pag 327
24. DONAIRE, P. *Materiales y compuestos para la industria del neumático*. Argentina: Departamento De Ingeniería Mecánica F.I.U.B.A., 2017, pag 60

25. SMITH, R. *Guía: Plásticos y fuego*. Europa: AIMPLAS Instituto Tecnológico del Plástico, 2018, pag 80
26. KRAEMER, C. *Ingeniería de carreteras Vol. II*. España: Mc Graw Hill/Interamericana de España S.A.U., 2004, pag. 313. ISBN 84-481-3998-4
27. CHAUDHURI, R. *El protocolo de investigación III: la población de estudio*. México: Colegio Mexicano, 2018, ISSN 0002-5151, pag 60
28. CHAUDHURI, R. *El protocolo de investigación III: la población de estudio*. México: Colegio Mexicano, 2018, ISSN 0002-5151, pag 60
29. HERNÁNDEZ, FERNÁNDEZ Y BATISTA. *Metodología de la investigación*. México: Colegio Mexicano, 6ta edición, 2014, ISBN: 978-1-4562-2396-0, pag 60
30. ASTM D6927-15, *Standard Test Method for Marshall Stability and Flow of Bituminous Mixtures*. United States: ASTM International, 2015 [consultado el 1 de mayo de 2022]. Disponible en: doi:10.1520
31. AHMAD, N., HAROON, W., ABID, M. *Effect of air voids on permeability and durability of hot mix asphalt*. Journal of the National Science Foundation of Sri Lanka, 2020, vol. 48, no 4
32. CHOUDHARY, R., KUMAR, A., MURKUTE, K. *Properties of waste polyethylene terephthalate (PET) modified asphalt mixes: dependence on PET size, PET content, and mixing process*. Periodica Polytechnica Civil Engineering, 2018, vol. 62, no 3, pag.5. [consultado el 3 de abril de 2022]. Disponible en: <https://doi.org/10.3311/PPci.10797>
33. TRIPOLI, B. *The Effect of Using PVC as A Mixed Additive Material Asphalt Concrete Wearing Course*. IOP Conference Series: Earth and Environmental Science. 2021, pag. 8. [consultado el 29 de enero de 2022]. Disponible en: <https://iopscience.iop.org/article/10.1088/17551315/832/1/012030/meta>
34. ADEKEYE, J y PAULINA A. *Applicability of sampling techniques in social sciences*. Net Journal of Social Sciences. 2019, vol. 7, pag.103. [consultado el 1 de diciembre de 2021]. Disponible en: doi: 10.30918/NJSS.74.19.028
35. HASSAN, S. *Islamic-Based research methodology for development studies*. ICIDS 2019, 10 September 2019, Bandar Lampung, Indonesia. 2019, pag. 2.

[consultado el 1 de diciembre de 2021]. Disponible en: doi:10.4108/eai.10-9-2019.2289396

36. MODU, M. Utilization of waste polyvinyl chloride (PVC) for ultrafiltration membrane fabrication and its characterization. *Journal of Environmental Chemical Engineering*. 2020, ISSN 2213-3437 [consultado el 24 de abril de 2022]. Disponible en: <https://www.sciencedirect.com/science/article/pii/S2213343719307730>
37. HAICHUAN, J. *Effects of bamboo fiber on the mechanical properties of asphalt mixtures*. *Construction and Building Materials*. 2021, 289. ISSN 0950 0618 [consultado el 12 de abril de 2022]. Disponible en: <https://www.sciencedirect.com/science/article/pii/S0950061821009569>
38. JEGATHEESAN, N. *Effect of Polyethylene Terephthalate (PET) Fibres as Binder Additive in Hot Mix Asphalt Concrete*. *Annual Sessions of IESL*. The Institution of Engineers, Sri Lanka. 2018, pag. 179
39. UEST, G., NAMEY, E y MITCHELL, M . *Collecting Qualitative Data: A Field Manual for Applied Research*. United States: SAGE, 2013. ISBN 978-1-4129-8684-7, pag. 8
40. WEI, R. y ZIMMERMANN, W. *Biocatalysis as a green route for recycling the recalcitrant plastic polyethylene terephthalate*. *Microbial Biotechnology*. 2017, vol.10, n.6, pp. 1302-1307[consultado el 25 de abril de 2022]. Disponible en: <https://doi.org/10.1111/1751-7915.12714>
41. Plastics Europe, 2020. *An analysis of European plastics production, demand and waste data*. *Plastics - the Facts, 2020* [consultado el 18 de abril de 2022].

ANEXOS

- Anexo 1: Matriz de operacionalización de variables
- Anexo 2: Matriz de consistencia
- Anexo 3: Instrumento de recolección de datos
(Fichas de Recolección de Datos)
- Anexo 4: Fichas de Resultados de Laboratorio
(Certificados)
 - A1 = 1 Ensayo de Marshall – Mezcla Convencional
 - B1 = 1 Ensayo de Marshall – Caucho y tubería PVC
 - C1 = 1 Ensayos de agregado grueso
 - C2 = 1 Ensayos de agregado fino
 - C3 = 1 Certificado de calibración
- Anexo 5: Panel fotográfico
- Anexo 6: Foto captura %Turnitin

ANEXO 1: MATRIZ DE OPERACIONALIZACIÓN DE VARIABLES

TITULO: INCORPORACIÓN DE CAUCHO RECICLADO Y TUBERIA PVC EN LAS MEZCLAS ASFÁLTICAS PARA PAVIMENTOS FLEXIBLES, LOS OLIVOS-LIMA 2022

AUTORES: Calle Torres, Romario
Quispe Sánchez, Carlos Rafael

VARIABLES	DEFINICION CONCEPTUAL	DEFINICION OPERACIONAL	DIMENSIONES	INDICADORES	ESCALA DE DIMENSION
INDEPENDIENTE		Como ingresa			
CAUCHO RECICLADO	Según Donaire (2015), el polvo de caucho proviene de la trituración de neumáticos fuera de uso, mediante un sistema de maquinaria, que se encarga de separar todos los componentes de los neumáticos de modo que resulta un polvo o granulado de caucho, se caracteriza por ser un material sintético, resistente y duradero. Por lo cual es utilizado en materias de construcción (p. 60).	El caucho reciclado y tuberías PVC reemplaza en forma proporcional al agregado fino en las dosificaciones del 3%, 4%, 5% y 5%, 10%, 15% respectivamente, con respecto al peso del agregado fino, empleándose para ello 04 combinaciones de mezcla asfálticas siguientes: N, N con 3%CR + 5%PVC, N con 4%CR + 10%PVC y N con 5%CR + 15%PVC; con el objetivo de una mejora en las Propiedades de la Mezcla Asfáltica en caliente.	DOSIFICACIÓN por peso	3%+5%	RAZON
TUBERIA PVC	Según Smith (2018), es una resina sintética muy utilizada debido a su alta estabilidad química y capacidad de mezclarse con aditivos para formar otros compuestos (p.80).			4%+10%	
DEPENDIENTE				Que efecto	
PROPIEDADES DE LA MEZCLA ASFÁLTICA	Para Kraemer (2004), "las mezclas asfálticas reciben el nombre de aglomerados, están formadas por una combinación de agregados pétreos y un ligante hidrocarbonato, de manera que aquellos quedan cubiertos por una película continua éste. Se fabrican en unas centrales fijas o móviles, se transportan después a la obra y allí se extienden y se compactan" (p 313.)	La mezcla asfáltica se combinan con los residuos del caucho reciclado y tuberías PVC para mejorar las propiedades mecánicas, para todos estos casos se mide su calidad mediante ensayos del laboratorio con el Metodo Marshall para mejorar la Estabilidad, el Flujo y % de vacíos de aire. Finalmente los resultados obtenidos se procesan en formatos y fichas técnicas según la MTC y el ASTM.	PROPIEDADES MECANICAS	Estabilidad (Kg)	RAZON
				Flujo (0.25 mm)	RAZON
			PROPIEDADES FISICAS	Porcentaje de vacíos (%)	RAZON

ANEXO 2: MATRIZ DE CONSISTENCIA

TITULO:	INCORPORACIÓN DE CAUCHO RECICLADO Y TUBERIA PVC EN LAS MEZCLAS ASFÁLTICAS PARA PAVIMENTOS FLEXIBLES, LOS OLIVOS-LIMA 2022							
AUTORES:	Calle Torres Romario, Quispe Sánchez Carlos Rafael							
PROBLEMA	OBJETIVOS	HIPOTESIS	VARIABLES	DIMENSIONES	INDICADORES	INSTRUMENTOS	METODOLOGIA	
P. General	O. General	H. General	INDEPENDIENTE					
¿De qué manera influye la incorporación del caucho reciclado y tuberías PVC en las propiedades de una mezcla asfáltica para pavimentos flexibles, Los Olivos - Lima 2022?	Evaluar la influencia de la incorporación del caucho reciclado y tuberías PVC en las propiedades de una mezcla asfáltica para pavimentos flexibles, Los Olivos – Lima 2022	La incorporación del caucho reciclado tubería PVC mejora las propiedades de la mezcla asfáltica, Los Olivos-Lima 2022.	CAUCHO RECICLADO	DOSIFICACIÓN POR EL PESO	3%+5%	Ficha Recolección de Datos Anexo 4-A	Método: (Científico) Tipo Investigación: (Tipo Aplicada) Nivel Investigación: Explicativa (Causa - Efecto) Diseño Investigación: Experimental - (Cuasi) Enfoque: (Cuantitativo) Población: La población está compuesta por todas las briquetas que resulten de ensayar con el (3%+5%, 4%+10% y 5%+15%) de caucho y pvc en el ensayo Marshall en las mezclas asfálticas del pavimento flexible del tramo en estudio. Muestra: 32 muestras de estabilidad 32 muestras de flujo 32 muestras de % de vacíos Muestreo: No Probabilístico Técnica: Observación Directa Instrumentos: Ficha Recolección de Datos. Ficha Resultados de Laboratorio Según NTP - ASTM - MTC	
					4%+10%	Ficha Recolección de Datos Anexo 4-A		
			TUBERIA PVC		5%+15%	Ficha Recolección de Datos Anexo 4-A		
P. Especifico	O. Especifico	H. Especifico	DEPENDIENTE					
¿Cuánto influye la incorporación del caucho reciclado y tubería PVC en la estabilidad de una mezcla asfáltica para pavimentos flexibles, Los Olivos - Lima 2022?	Determinar la influencia de la incorporación del caucho reciclado y tuberías PVC en la estabilidad de una mezcla asfáltica para pavimentos flexibles, Los Olivos – Lima 2022.	La incorporación del caucho reciclado y tubería PVC influye satisfactoriamente en la estabilidad de una mezcla asfáltica para pavimentos flexibles, Los Olivos - Lima 2022	PROPIEDADES DE UNA MEZCLA ASFALTICA	PROPIEDADES MECANICAS	Estabilidad (kg)	Ensayo Metodo Marshall Ficha Resultado de Laboratorio		
						Según MTC E-504		
						Anexo 4-B		
¿Cuánto influye la incorporación del caucho reciclado y tubería PVC en el flujo de una mezcla asfáltica para pavimentos flexibles, los Olivos - Lima 2022?	Determinar la influencia de la incorporación del caucho reciclado y tuberías PVC en el flujo de la mezcla asfáltica para pavimentos flexibles, Los Olivos – Lima 2022.	La incorporación del caucho reciclado y tubería PVC influye satisfactoriamente en el flujo de una mezcla asfáltica para pavimentos flexibles, Los Olivos – Lima 2022	PROPIEDADES DE UNA MEZCLA ASFALTICA	PROPIEDADES MECANICAS	Flujo (0.25 mm)	Ensayo Metodo Marshall Ficha Resultado de Laboratorio		
						Según MTC E-504		
						Anexo 4-B		
¿Cuánto influye la incorporación del caucho reciclado y tubería PVC en el porcentaje de vacíos de una mezcla asfáltica para pavimentos flexibles, Los Olivos - Lima 2022?	Determinar la influencia de la incorporación del caucho reciclado y tuberías PVC en el porcentaje de vacíos de una mezcla asfáltica para pavimentos flexibles, Los Olivos – Lima 2022.	La incorporación del caucho reciclado y tubería PVC influye en el porcentaje de vacíos de una mezcla asfáltica para pavimentos flexibles, Los Olivos - Lima 2022	PROPIEDADES DE UNA MEZCLA ASFALTICA	PROPIEDADES FISICAS	Porcentaje de vacíos (%)	Ensayo Metodo Marshall Ficha Resultado de Laboratorio		
						Según MTC E-504		
						Anexo 4-B		

ANEXO 3: INSTRUMENTO DE RECOLECCIÓN DE DATOS (FICHAS DE RECOLECCIÓN DE DATOS)



UNIVERSIDAD CÉSAR VALLEJO

FACULTAD DE INGENIERÍA Y ARQUITECTURA

ESCUELA PROFESIONAL DE INGENIERÍA CIVIL

Ficha de recolección de datos: Dosificación de caucho reciclado y tubería PVC

"Incorporación de caucho reciclado y tubería PVC en las mezclas asfálticas para pavimentos flexibles, los Olivos-Lima 2022"

Parte A: Datos generales

Tesista 01: Calle Torres, Romario

Tesista 02: Quispe Sánchez, Carlos Rafael

Fecha: Lima, abril del 2022

Parte B: Dosificación de caucho reciclado

3%	OK
4%	OK
5%	OK

Tesis: Carrizales, J (2015) Dosificación de caucho Reciclado: 3%, 5%, 7% y 9%

Parte C: Dosificación de tubería PVC

5%	OK
10%	OK
15%	OK

Tesis: Ballena, C (2016) Dosificación de tubería PVC: 5%, 7%, 10%

Tesis: Burdano, J y Salazar, J (2019) Dosificación de tubería PVC: 10%, 15%, 20%

VALIDACIÓN DE INSTRUMENTO

Apellidos: Quiñones Quispe
Nombres: Ronald francisco
Título: Ingeniero Civil
Grado: Ingeniero
N° Reg. CIP: 15734
Firma:

RONALD FRANCISCO
QUIÑONES QUISPE
INGENIERO CIVIL
Reg. CIP N° 15734

Apellidos: Arteaga Manríque
Nombres: Jairo Efraín
Título: Ingeniero Civil
Grado: Ingeniero
N° Reg. CIP: 193098
Firma:

ARTEAGA MANRIQUE JAIRO EFRAIN
ING. CIVIL
Colegio de Ingenieros Reg. CIP N° 193098


Apellidos: Salinas Ponce
Nombres: Edinson Anthony
Título: Ingeniero Civil
Grado: Ingeniero
N° Reg. CIP: 195370
Firma:

EDINSON ANTHONY
SALINAS PONCE
INGENIERO CIVIL
Reg. CIP N° 195370

ANEXO 4 - A: FICHA DE RESULTADOS DE LABORATORIO (CERTIFICADOS)

A1 = 1 Ensayo de Marshall – Mezcla Convencional

A) Granulometría

	INFORME		
	DISEÑO DE MEZCLA ASFÁLTICA EN CALIENTE MÉTODO DE ILLINOIS - MARSHALL		Fecha: 01-04-2022
			Página: 1 de 15

TECNIS : INCORPORACIÓN DE CAUCHO RECICLADO Y TUBERÍA PVC EN LAS MEZCLAS
TECNISISTAS : ASFÁLTICAS PARA PAVIMENTOS FLEXIBLES, LOS OLIVOS-LIMA 2022
 : QUISPE SÁNCHEZ, CARLOS RAFAEL
 : CALLE TORRES, ROMARIO
UBICACIÓN DE PROYECTO : Realizado en las instalaciones de Laboratorio de suelo tecnilab.sac

REGISTRO N°: TEC 22-LMS-01-04
REALIZADO POR : N. Zelaya
REVISADO POR : J. Adarque
FECHA DE ENSAYO : 1/04/2022

Tipo de muestra : Mezcla asfáltica en caliente (MAC)
Identificación : Mezcla de agregados
Descripción : Diseño MAC (Asfalto convencional)

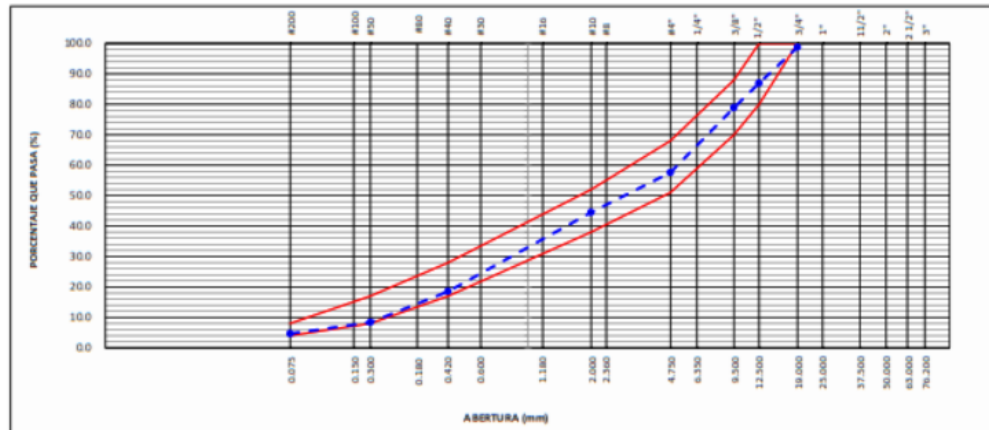
LAB. TECNILAB S.A.C.
 SUELOS - CONCRETO - ASFALTO
 SUICHO BARRERA SECCION
 JEFE DE LABORATORIO
 ING. CIVIL, CIP. 93334

ANÁLISIS GRANULOMÉTRICO (ASTM C136)

TAMIZ	ABERTURA	Peso	Porcentaje		Forma de trabajo	ESPECIFICACIÓN MAC-2	DESCRIPCIÓN DE LA MUESTRA
ASTM	mm	Retenido	Retenido	Apuntado	Passado		
2 1/2"	63.500						Peso total : 7089.0 g
2"	50.800						Fración Fina : 4599.2 g
1 1/2"	37.500						
1"	25.000				1.01		
3/4"	19.000	103.0	1.3	1.3	98.7	100	100
3/8"	12.500	1042.0	13.0	13.0	87.0	80	100
3/16"	9.500	645.5	8.1	21.1	78.9	70	88
1/4"	6.300						
#4	4.750	1702.3	21.3	42.4	57.6	51	68
#8	2.360						
#10	2.000	1046.3	13.1	55.5	44.5	38	52
#16	1.180						
#30	0.600						
#40	0.420	2074.3	28.0	81.5	18.5	17	28
#50	0.300						
#100	0.150	812.6	10.2	91.7	8.3	8	17
#200	0.075	295.0	3.7	95.3	4.7		
<#200		372.0	4.7	100.0		4	8

Observaciones :
 Según especificación técnica MTC E.0 - 2013 (Sección 423)
 Pavimento de concreto asfáltico en caliente
 Mezcla agregados diseño asfalto MAC-2
 Arena corandada 43.0 %
 Grava triturada 96.0 %
 Material mineral P&M Cal 5.0 %


CURVA GRANULOMÉTRICA



Ca. A Mz. "K1" Lt. 32 - Barrio 2 -Sector I - IV Etapa -Urb. Pachacamac - Villa el Salvador Entel: 955340085 - Rue 20600192184

E-mail: laboratorio tecnilab@hotmail.com

B) Informe Marshall con 4.5% C.A

	INFORME		
	DISEÑO DE MEZCLA ASFÁLTICA EN CALIENTE MÉTODO DE ILLINOIS - MARSHALL		
	Fecha	01-04-2022	
	Página	2 de 15	
TESIS	: INCORPORACIÓN DE CAUCHO RECICLADO Y TUBERÍA PVC EN LAS MEZCLAS ASFÁLTICAS PARA PAVIMENTOS FLEXIBLES, LOS OLIVOS-LIMA 2022		REGISTRON°: TEC 22-LMS-01-04
TESTISTAS	: QUISPE SÁNCHEZ, CARLOS RAFAEL : CALLE TORRES, ROMARIO		REALIZADO POR : N. Zelaya REVISADO POR : J. Adanaque
UBICACIÓN DE PROYECTO	: Realizado en las instalaciones de Laboratorio de suelo tecnilab sac		FECHA DE ENSAYO : 1/04/2022

Tipo de muestra : Mezcla asfáltica en caliente (MAC)
Identificación : Mezcla de agregados
Descripción : Diseño MAC (Asfalto convencional)

LAB. TECNILAB S.A.C
 SUELOS - CONCRETOS - ASFALTOS


GUIDO BARRIN BARRINO
 JEFE DE LABORATORIO
 ING. CIVIL, G.P. 50004

INFORME DE ENSAYO MARSHALL (ASTM D1559)									
TAMICES ASTM	1"	3/4"	1/2"	3/8"	No 6	No 30	No 40	No 80	No 200
% PASAMATERIAL	100.0	99.7	87.0	76.9	57.6	41.5	18.5	10.5	3.2
ESPECIFICACIONES	100	80 - 100	67 - 85	60 - 77	43 - 61	29 - 45	14 - 25	8 - 17	4 - 8
BRQUETA N°					1	2	3	PROPECIO	ESPEC.
1	% C.A. en Peso de la Mezcla					4.5			
2	% Grava > N°4 en peso de la Mezcla					40.52			
3	% Arena < N°4 en peso de la Mezcla					54.02			
4	% Cemento Portland en peso de la Mezcla					0.96			
5	Peso Especifico Aparente del C.A.(Aparente) gr/cc					1.020			
6	Peso Especifico de la Grava > N°4 (Bulk) gr/cc					2.697			
7	Peso Especifico de la Arena < N°4 (Bulk) gr/cc					2.601			
8	Peso Especifico del Cemento Portland (Aparente) gr/cc					3.110			
9	Peso Especifico de la Grava > N°4 (Aparente) gr/cc					2.757			
10	Peso Especifico de la Arena < N°4 (Aparente) gr/cc					2.706			
11	Altura promedio de la briqueta cm					6.99			
12	Peso de la briqueta al aire (gr)				1195.6	1193.8	1194.7		
13	Peso de la briqueta al agua por 60 (gr)				1196.5	1194.9	1195.8		
14	Peso de la briqueta desplazada (gr)				688.0	689.7	687.0		
15	Volumen de la briqueta por desplazamiento (cc) = (13-14)				508.5	505.2	508.8		
16	Peso especifico Bulk de la Briqueta = (12/15)				2.351	2.363	2.340	2.354	
17	Peso Especifico Maximo - Roca (ASTM D 2041)					2.953			
18	% de Vacios = ((17-16)/100)*100 (ASTM D 3303)				7.9	7.4	8.0	7.8	3 - 5
19	Peso Especifico Bulk Agregado Total					2.645			
20	Peso Especifico Efectivo Agregado total					2.748			
21	Asfalto Absorbido por el Agregado					1.44			
22	% de Asfalto Efectivo					3.12			
23	Relación Polvo/Asfalto					1.0			0.6 - 1.3
24	V.M.A. (vacios en el agregado mineral)				15.1	14.7	15.2	15.0	14
25	% Vacios Rellenos con C.A.				47.7	49.3	47.2	48.1	
26	Flujo 0.075 (0.25 mm)				12.6	12.8	12.4	12.6	8 - 14
27	Estabilidad sin osnegr (Kg)				1612	1526	1641		
28	Factor de estabilidad				1.04	1.02	1.04		
29	Estabilidad Correge 27 * 28				1676	1557	1603	1612	MIN 815
30	Estabilidad / Flujo				5322	4864	5170	5119	1760 - 4000

Ca. A Mz. "K1" Lt. 32 - Barrio 2 -Sector I - IV Etapa -Urb. Pachacamac - Villa el Salvador Entel: 955340085 - Ruc 20600192184

E-mail: laboratorio tecnilab@hotmail.com

C) Informe Marshall con 5.0% C.A

	INFORME		
	DISEÑO DE MEZCLA ASFÁLTICA EN CALIENTE MÉTODO DE ILLINOIS - MARSHALL		Fecha 01-04-2022
			Página 3 de 15

TESIS : INCORPORACIÓN DE CAUCHO RECICLADO Y TUBERÍA PVC EN LAS MEZCLAS **REGISTRO N°:** TEC 22-LMS-01-04
TESISTAS : ASFÁLTICAS PARA PAVIMENTOS FLEXIBLES, LOS OLIVOS-LMA 2022
 : QUISPE SÁNCHEZ, CARLOS RAFAEL **REALIZADO POR :** N. Zelaya
 : CALLE TORRES, ROMARIO **REVISADO POR :** J. Adanaque
UBICACIÓN DE PROYECTO : Realizado en las instalaciones de Laboratorio de suelo tecnilab sac **FECHA DE ENSAYO :** 10/4/2022

Tipo de muestra : Mezcla asfáltica en caliente (MAC)
Identificación : Mezcla de agregados
Descripción : Diseño MAC (Asfalto convencional)

LAB. TECNILAB S.A.C
 SUELOS - CONCRETOS - ASFALTOS
 QUISPE SÁNCHEZ, CARLOS RAFAEL
 JEFE DEL LABORATORIO
 ING. CIVIL, CIP. 08394

INFORME DE ENSAYO MARSHALL (ASTM D1559)									
TRACES ASTM	1"	3/4"	1/2"	3/8"	No 4	No 10	No 40	No 80	No 200
% PASAJE TOTAL	100.0	98.7	87.0	76.9	57.6	44.5	18.5	18.5	3.2
Especificaciones	100	80 - 100	67 - 85	60 - 77	43 - 61	29 - 45	14 - 25	8 - 17	4 - 8
BRQUETA N°					1	2	3	REQUERIDO	ESPECIF.
1	No. CA. en Peso de la Mezcla					5.0			
2	No. Grava > N°4 en peso de la Mezcla					40.31			
3	No. Arena < N°4 en peso de la Mezcla					53.74			
4	No. Cemento Portland en peso de la Mezcla					0.95			
5	Peso Especifico Aparente del CA. (Aparente) g/cc					1.020			
6	Peso Especifico de la Grava > N°4 (Bulk) g/cc					2.697			
7	Peso Especifico de la Arena < N°4 (Bulk) g/cc					2.601			
8	Peso Especifico del Cemento Portland (Aparente) g/cc					3.110			
9	Peso Especifico de la Grava > N°4 (Aparente) g/cc					2.757			
10	Peso Especifico de la Arena < N°4 (Aparente) g/cc					2.706			
11	Altura promedio de la briqueta cm					6.99			
12	Peso de la briqueta al aire (g)				1194.6	1193.5	1190.8		
13	Peso de la briqueta al agua por 90 (gr)				1195.8	1194.9	1191.8		
14	Peso de la briqueta desplazada (g)				692.0	691.5	690.8		
15	Volumen de la briqueta por desplazamiento (cc) = (13-14)				503.8	503.4	501.0		
16	Peso especifico Bulk de la Briqueta = (12/15)				2.371	2.371	2.377	2.379	
17	Peso Especifico Máximo - Base (ASTM D 2041)					2.523			
18	No. de Vados = (17-16)(100/17) (METHOD 3203)				60	6.0	5.8	6.0	3 - 5
19	Peso Especifico Bulk Agregado Total					2.645			
20	Peso Especifico Efectivo Agregado total					2.735			
21	Ablado Absorbido por el Agregado					1.27			
22	No. de Ablado Efectivo					3.79			
23	Relacion P/A/B/Betu					1.2			0.6 - 1.3
24	V.M.A. (vacios en el agregado mineral)				14.8	14.9	14.6	14.8	14
25	No. Vados llenos con C.A.				99.4	99.4	80.4	99.7	
26	Flujo 0.075 (0.25 mm)				13.8	13.1	13.5	13.5	8 - 14
27	Estabilidad sin correaje (kg)				5402	5396	5534		
28	Factor de estabilidad				1.04	1.03	1.04		
29	Estabilidad Correaje 27 * 20				146.8	162.8	1395	1564	MSD 15
30	Estabilidad / Flujo				425.6	497.1	4727	4651	1700 - 4000

D) Informe Marshall con 5.5% C.A

	INFORME		
	DISEÑO DE MEZCLA ASFÁLTICA EN CALIENTE MÉTODO DE ILLINOIS - MARSHALL		
	Fecha	01-04-2022	
	Página	4 de 15	

TESIS : INCORPORACIÓN DE CAUCHO RECICLADO Y TUBERÍA PVC EN LAS MEZCLAS ASFÁLTICAS PARA PAVIMENTOS FLEXIBLES, LOS OLIVOS-LIMA 2022 **REGISTRO N°:** TEC22-LMS-01-04

TESISTAS : QUISPE SÁNCHEZ, CARLOS RAFAEL **REALIZADO POR :** N. Zelaya

: CALLE TORRES, ROMARIO **REVISADO POR :** J. Adanaque

UBICACIÓN DE PROYECTO : Realizado en las Instalaciones de Laboratorio de suelo tecnilab sac **FECHA DE ENSAYO :** 1/04/2022

Tipo de muestra : Mezcla asfáltica en caliente (MAC)

Identificación : Mezcla de agregados

Descripción : Diseño MAC (Asfalto convencional)

LAB. TECNILAB S.A.C
SUELOS - CONCRETOS - ASFALTO

QUISPE SANCHEZ ROMARIO
JEFE DE LABORATORIO
ING. CIVIL SUP. SENEA

INFORME DE ENSAYO MARSHALL (ASTM D1559)										
TAMOS ASTM	1"	3/4"	1/2"	3/8"	No 4	No 10	No 40	No 80	No 200	
% PASA MATERIAL	100.0	98.7	87.0	76.9	57.6	44.5	18.5	18.5	3.2	
ESPECIFICACIONES	100	80 - 100	67 - 85	60 - 77	43 - 61	29 - 46	14 - 25	8 - 17	4 - 8	
BRQUETA N°					1	2	3	RECHAZO	ESPECIF	
1	% C.A. en peso de la Mezcla					5.5				
2	% Grava > N°4 en peso de la Mezcla					40.10				
3	% Arena < N°4 en peso de la Mezcla					53.46				
4	% Cemento Portland en peso de la Mezcla					0.95				
5	Peso Especifico Aparente del CA (Aparente) gr/cc					1.030				
6	Peso Especifico de la Grava > N°4 (Bulk) gr/cc					2.687				
7	Peso Especifico de la Arena < N°4 (Bulk) gr/cc					2.601				
8	Peso Especifico del Cemento Portland (Aparente) gr/cc					3.110				
9	Peso Especifico de la Grava > N°4 (Aparente) gr/cc					2.757				
10	Peso Especifico de la Arena < N°4 (Aparente) gr/cc					2.706				
11	Altura promedio de la briqueta cm					6.99				
12	Peso de la briqueta al aire (gr)				1193.0	1194.5	1192.8			
13	Peso de la briqueta al agua por 60 (gr)				1194.5	1195.8	1193.7			
14	Peso de la briqueta desplazada (gr)				694.0	694.0	694.9			
15	Volumen de la briqueta por desplazamiento (cc) = (13-14)				500.5	501.8	498.8			
16	Peso especifico Bulk de la Briqueta = (12/15)				2.384	2.380	2.391	2.385		
17	Peso Especifico Maximo - Rico (ASTM D 2041)					2.496				
18	% de Vacios = (17-16)/(16/17) (ASTM D 3303)				4.5	4.6	4.2	4.4	3 - 5	
19	Peso Especifico Bulk Agregado Total					2.665				
20	Peso Especifico Efectivo Agregado total					2.725				
21	Asfalto Absorbido por el Agregado					1.13				
22	% de Asfalto Efectivo					4.43				
23	Relacion Pólen/Betun					5.4			0.6 - 1.3	
24	% M.A. (vacios en el agregado mineral)				14.8	15.0	14.6	14.8	14	
25	% Vacios llenos con C.A.				68.7	69.1	71.3	70.8		
26	Flujo (0.075/0.25 mm)				14.2	14.5	14.1	14.3	8 - 14	
27	Estabilidad sin corraje (Kg)				1254	1454	1365			
28	Factor de estabilidad				1.04	1.04	1.04			
29	Estabilidad Correjada 27 * 28				1304	1512	1420	1432	MEN 81.5	
30	Estabilidad / Flujo				36.74	41.71	40.27	39.97	1700 - 4000	

Ca. A Mz. "K1" Lt. 32 - Barrio 2 -Sector 1 - IV Etapa -Urb. Pachacamac - Villa el Salvador Entel: 955340085 - Rue 20600192184

E-mail: laboratorio tecnilab@hotmail.com

E) Informe Marshall con 6.0% C.A

	INFORME		
	DISEÑO DE MEZCLA ASFÁLTICA EN CALIENTE MÉTODO DE ILLINOIS - MARSHALL		Fecha: 01-04-2022
			Página: 5 de 15

TESIS : INCORPORACIÓN DE CAUCHO RECICLADO Y TUBERÍA PVC EN LAS MEZCLAS ASFÁLTICAS PARA PAVIMENTOS FLEXIBLES, LOS OLIVOS-LMA 2022 **REGISTRO N°:** TEC 22-IMS-01-04

TESISTAS : QUISPE SÁNCHEZ, CARLOS RAFAEL **REALIZADO POR :** N. Zelaya
 : CALLE TORRES, ROMARIO **REVISADO POR :** J. Astaraque

UBICACIÓN DE PROYECTO : Realizado en las instalaciones de Laboratorio de suelo tecnilab sac **FECHA DE ENSAYO :** 1/04/2022

Tipo de muestra : Mezcla asfáltica en caliente (MAC)
Identificación : Mezcla de agregados
Descripción : Diseño MAC (Asfalto convencional)

LAB. TECNILAB S.A.C
 AV. LOS OLIVOS - LOS OLIVOS
 JUNIO BARRERA BARRERA
 JEFE DE LABORATORIO
 ING. CIVIL D.P.I. 88584

INFORME DE ENSAYO MARSHALL (ASTM D1559)									
TARJETA ASTM	1"	3/4"	1/2"	3/8"	No 4	No 10	No 40	No 80	No 200
% FINES/Apertura	1000	98.7	97.0	76.9	57.6	44.5	18.5	18.5	3.2
ESPECIFICACIONES	100	80 - 100	67 - 85	60 - 77	43 - 61	29 - 45	14 - 25	8 - 17	4 - 8
BRQUETA N°					1	2	3	PROPVEDO	ESPEC.F
1	No CA. en Peso de la Mezcla					6.0			
2	No Grava > N°4 en peso de la Mezcla					39.88			
3	No Arena < N°4 en peso de la Mezcla					53.18			
4	No Cemento Portland en peso de la Mezcla					0.94			
5	Peso Específico Aparente del C.A. (Aparente) gr/cc					1.020			
6	Peso Específico de la Grava > N°4 (Bulk) gr/cc					2.697			
7	Peso Específico de la Arena < N°4 (Bulk) gr/cc					2.601			
8	Peso Específico del Cemento Portland (Aparente) gr/cc					3.110			
9	Peso Específico de la Grava > N°4 (Aparente) gr/cc					2.757			
10	Peso Específico de la Arena < N°4 (Aparente) gr/cc					2.706			
11	Alura promedio de la briqueta cm					6.99			
12	Peso de la briqueta al aire (gr)				1190.3	1194.5	1193.6		
13	Peso de la briqueta al agua por 60 (gr)				1191.8	1195.2	1194.8		
14	Peso de la briqueta desplazada (gr)				693.5	692.3	691.5		
15	Volumen de la briqueta por desplazamiento (cc) = (13-14)				498.3	502.9	503.3		
16	Peso específico Bulk de la Briqueta = (12/15)				2.389	2.375	2.372	2.378	
17	Peso Específico Máximo - Roca (ASTM D 2041)					2.474			
18	% de Vados = (17-16)/100 * 100 (METHOD 3003)					3.5	4.0	4.1	3.9
19	Peso Específico Bulk Agregado Total					2.645			
20	Peso Específico Efectivo Agregado total					2.722			
21	Aullito Absorbido por el Agregado					1.09			
22	No. de Asfalto Efectivo					4.98			
23	Relacion Filler/Futun					1.6			0.6 - 1.3
24	V.M.A. (vacíos en el agregado mineral)					15.1	15.6	15.7	15.5
25	% Vados llenos con C.A.					77.1	74.3	73.6	75.0
26	Flujo 0,075 (0,25 mm)					16.0	15.0	15.0	15.3
27	Estabilidad sin corregir (kg)					1265	1290	1402	
28	Factor de estabilidad					1.04	1.04	1.04	
29	Estabilidad Corregida 27 * 28					1316	1342	1498	1372
30	Estabilidad / Flujo					3289	3570	3888	3585
									1700 - 4000

Ca. A Mz. "K1" Lt. 32 - Barrio 2 -Sector I - IV Etapa -Urb. Pachacamac - Villa el Salvador Entel: 955340085 - Ruc 20600192184

E-mail: laboratorio tecnilab@hotmail.com

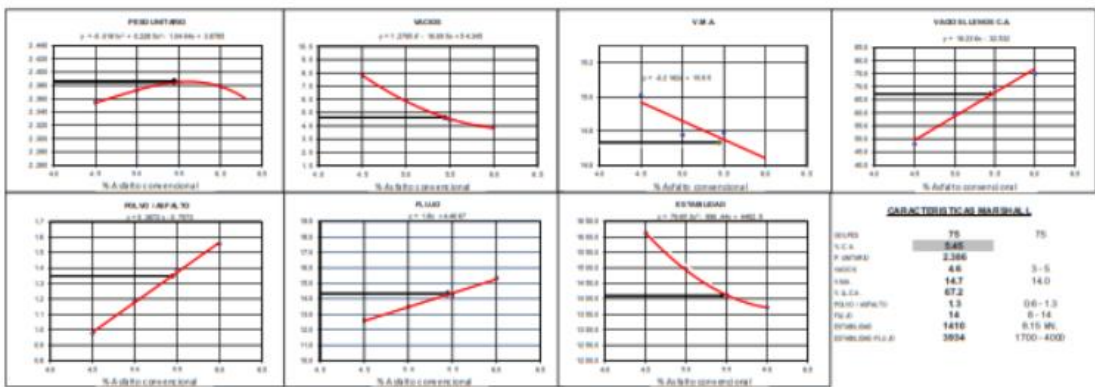
F) Porcentaje óptimo de C.A

	INFORME	
	DISEÑO DE MEZCLA ASFÁLTICA EN CALIENTE MÉTODO DE ILLINOIS - MARSHALL	
	Fecha	01-04-2022
	Página	6 de 15

TESIS	INCORPORACIÓN DE CAUCHO RECIKLADO Y TUBERÍA PVC EN LAS MEZCLAS ASFÁLTICAS PARA PAVIMENTOS FLEBILES, LOS CUYOS LMA 2022	REGISTRO N°: TEC 22(LAB)-01-04
TESTEAS	QUIPÉ SÁNCHEZ, CARLOS RAFAEL	REALIZADO POR: N. Zúñiga
UBICACIÓN DE PROYECTO	CALLE TORRES, ROMANO Realizado en las instalaciones de Laboratorio de suelos tecnilab.com	REVISADO POR: J. Adriano FECHA DE ENSAYO: 14/4/2022

Tipo de muestra	Mazda asfáltica en caliente (MAC)	
Identificación	Mazda de agregado	
Descripción	Diseño MAC (Asfalto convencional)	

DETERMINACIÓN DEL ÓPTIMO DE CEMENTO ASFÁLTICO CURVAS DE ENERGÍA DE COMPACTACIÓN CONSTANTE

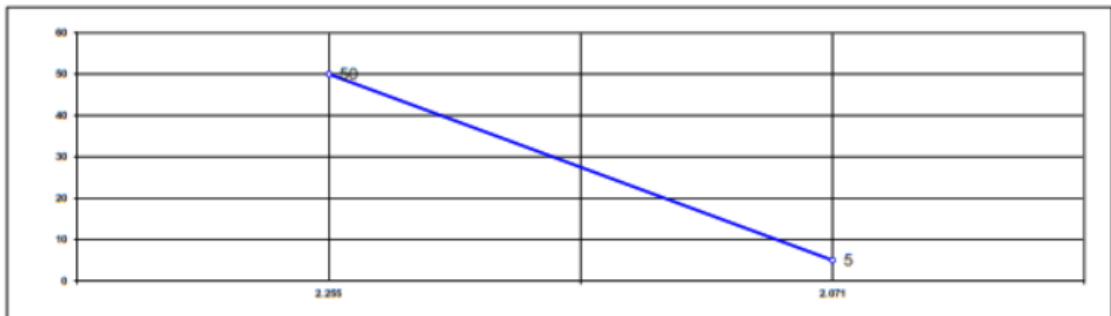


G) Índice de compatibilidad

	INFORME		
	DISEÑO DE MEZCLA ASFÁLTICA EN CALIENTE MÉTODO DE ILLINOIS - MARSHALL		
	Fecha	01-04-2022	
	Página	de 15 7	

TESIS : INCORPORACIÓN DE CAUCHO RECICLADO Y TUBERÍA PVC EN LAS MEZCLAS ASFÁLTICAS PARA PAVIMENTOS FLEXIBLES, LOS OLIVOS-LIMA 2022 **REGISTRO N°:** TEC 22-LMS-01-04
TESISTAS : QUISPE SÁNCHEZ, CARLOS RAFAEL **REALIZADO POR :** N. Zelaya
 : CALLE TORRES, ROMARIO **REVISADO POR :** J. Adanaque
UBICACIÓN DE PROYECTO : Realizado en las instalaciones de Laboratorio de suelo tecnilab sac **FECHA DE ENSAYO :** 1/04/2022

Tipo de muestra	: Mezcla asfáltica en caliente (MAC)	LAB. TECNILAB S.A.C <small>SUELOS - CONCRETOS - ASFALTOS</small>  GUIDO RUBEN BERCIANO <small>ING. DE LABORATORIO</small> <small>ING. CIVIL DIFI 86884</small>
Identificación	: Mezcla de agregados	
Descripción	: Diseño MAC (Asfalto convencional)	
INFORME DE ENSAYO ÍNDICE DE COMPACTIBILIDAD		




N° de Muestra	01	02	03	04
N° de Golpes Marshall	50	50	5	5
1.- Peso Boleado al Aire	1192.5	1194.2	1199.9	1191.5
2.- Peso Boleado Subido con Super. Base	1199.9	1199.6	1200.8	1201.4
3.- Peso por Desplazamiento	699.4	693.9	694.5	697.9
4.- Volumen de la Boleado	529.5	525.7	526.4	522.5
5.- Peso Unitario (Grav.)	2.254	2.256	2.093	2.079
PROMEDIOS	2.255		2.071	

2.255	2.071
50	5

1
0.194
(62.50) - (62.5)

IC =	5.43
-------------	-------------

H) Resistencia conservada

	INFORME		
	DISEÑO DE MEZCLA ASFÁLTICA EN CALIENTE MÉTODO DE ILLINOIS - MARSHALL		
	Fecha	01-04-2022	
	Página	8 de 15	

TESS : INCORPORACIÓN DE CAUCHO RECICLADO Y TUBERÍA PVC EN LAS MEZCLAS ASFÁLTICAS PARA PAVIMENTOS FLEXIBLES, LOS OLIVOS-LIMA 2022
REGISTRO N° : TEC 22-LMS-01-04
TESTAS : QUISPE SÁNCHEZ, CARLOS RAFAEL
REALIZADO POR : N. Zelaya
REVISADO POR : J. Adanaque
UBICACIÓN DE PROYECTO : Realizado en las Instalaciones de Laboratorio de suelo tecnilab.sac
FECHA DE ENSAYO : 1/04/2022

Tipo de muestra : Mezcla asfáltica en caliente (MAC)
Identificación : Mezcla de agregados
Descripción : Diseño MAC (Asfalto convencional)

LAB. TECNILAB S.A.C.
MEZCLA - CONCRETO - ASFALTO
GUIDO BUREK SANCHEZ
JEFE DE LABORATORIO
ING. CIVIL, CIP. 88884



INFORME DE ENSAYO DE RESISTENCIA CONSERVADA (AASHTO T283) Lotman Test Modificado

N° DE PRUEBAS	Grupo seco			Grupo húmedo		
	01	02	03	04	05	06
1. Diámetro	10.15	10.17		10.15	10.15	
2. Espesor	6.70	6.69		6.70	6.70	
3. Contenido de Cemento Asfáltico	5.45	5.45		5.45	5.45	
4. Peso Probeta al Aire	1190.2	1189.0		1189.4	1189.2	
5. Peso de la Probeta Saturada (60°)	1191.2	1189.9		1189.3	1191.9	
6. Peso de la Probeta en el Agua	679.0	679.0		679.0	679.0	
7. Volumen de la Probeta	511.2	511.5		511.3	512.8	
8. Peso Específico Bulk de la Probeta	2.328	2.334		2.334	2.330	
9. % de Vacíos « (17-16) 100/17 (ASTM D 302)	8.7	8.9		8.9	7.0	
10. Estabilidad sin correar	273	267		224	227	
11. Factor Estabilidad	1.00	1.00		1.00	1.00	
12. Estabilidad corregida (kg)	273	267		224	227	
13. Resistencia a la compresión	2.6	2.7				
14. Resistencia referida	82	79				
15. Promedio Estabilidad (30 Minutos) (kg)	280					
16. Promedio Estabilidad (24 Horas) (kg)				225		
17. Resistencia conservada (%)				81		


Ca. A Mz. "K1" Lt. 32 - Barrio 2 -Sector 1 - IV Etapa -Urb. Pachacamac - Villa el Salvador Entel: 955340085 - Ruc 20600192184

E-mail: laboratorio_tecnilab@hotmail.com

I) Ensayo de gravedad específica

	INFORME				
	DISEÑO DE MEZCLA ASFÁLTICA EN CALIENTE MÉTODO DE ILLINOIS - MARSHALL				Fecha : 01-04-2022 Página : 9 de 15
TECNI	: INCORPORACIÓN DE CAUCHO RECICLADO Y TUBERÍA PVC EN LAS MEZCLAS ASFÁLTICAS PARA PAVIMENTOS FLEXIBLES, LOS OLIVOS-LIMA 2022				REGISTRO N°: TEC 22-LMS-01-04
TESTAS	: QUISPE SÁNCHEZ, CARLOS RAFAEL : CALLE TORRES, ROMARIO				REALIZADO POR : N. Zelaya REVISADO POR : J. Adanaque
UBICACIÓN DE PROYECTO	: Realizado en las instalaciones de Laboratorio de suelo tecnilab sac				FECHA DE ENSAYO : 10/4/2022
Tipo de muestra	: Mezcla asfáltica en caliente (MAC)				LAB. TECNILAB S.A.C SUCURSAL - SUCURSAL - ASPHALTO  GUILLERMO BERRÓN BENAVENTE JEFE DEL LABORATORIO ING. CIVIL, CIP. 98294
Identificación	: Mezcla de agregados				
Descripción	: Diseño MAC (Asfalto convencional)				
INFORME DE ENSAYO GRAVEDAD ESPECÍFICA TEÓRICA MÁXIMA (ASTM D2041)					
MUESTRA N°	01	02	03	04	05
1.- PESO DEL FRASCO	6047.0	6047.0	6047.0	6047.0	
2.- PESO DEL FRASCO + AGUA+ VIDRIO	8190.0	8190.0	8190.0	8190.0	
3.- DIFERENCIA DEL PESO (04) - (05)	7720.0	7714.0	7700.0	7705.0	
4.- PESO DEL FRASCO + MUESTRA + AGUA	8920.0	8915.0	8911.0	8905.0	
5.- PESO NETO DE LA MUESTRA	1200.0	1201.0	1203.0	1200.0	
6.- AGUA DESPLAZADA (2) - (3)	470.0	476.0	482.0	485.0	
PESO ESPECÍFICO MÁXIMO DE LA MUESTRA (5) / (6)	2.553	2.523	2.496	2.474	
CONTENIDO % C.A.	4.50	5.00	5.50	6.00	

J) Porcentaje óptimo

	INFORME		
	DISEÑO DE MEZCLA ASFÁLTICA EN CALIENTE MÉTODO DE ILLINOIS - MARSHALL		
	Fecha		01-04-2022
	Página		10 de 15

TESIS : INCORPORACIÓN DE CAUCHO RECICLADO Y TUBERÍA PVC EN LAS MEZCLAS ASFÁLTICAS PARA PAVIMENTOS FLEXIBLES, LOS OLIVOS-LIMA 2022
TESISTAS : QUISPE SÁNCHEZ, CARLOS RAFAEL
UBICACIÓN DE PROYECTO : Realizado en las instalaciones de Laboratorio de suelo tecnilab.sac

REGISTRO N°: TEC 22-LMS-01-04
 REALIZADO POR : N. Zelaya
 REVISADO POR : J. Adarques
 FECHA DE ENSAYO : 1/04/2022

Tipo de muestra	: Mezcla asfáltica en caliente (MAC)	
Identificación	: Mezcla de agregados	
Descripción	: Diseño MAC (Asfalto convencional)	

**DISEÑO DE MEZCLA EN CALIENTE
MÉTODO ILLINOIS - MARSHALL MODIFICADO
(RESUMEN)**

1.- Mezcla de agregados (Dosificación)

Gradación : MAC-2 "Especificación técnica MTC EG -2013 sección (423)"

2.- Ligante asfáltico



Tipo de asfalto : PEN 60 / 70
 % óptimo de asfalto residual : 5.45%

3.- Características marshall modificado

Parámetros de diseño	-0.2 %	% Óptimo	+0.2 %	Especificación EG 2013
GOLPES N°		75.0		75
CEMENTO ASFÁLTICO %	5.25	5.45	5.65	
PESO UNITARIO kg/m ³	2.381	2.386	2.389	
VAGOS %	5.1	4.6	4.2	3 - 5
V.M.A. %	14.8	14.7	14.7	14
V.L.L.C.A. %	63.5	67.2	71.0	
POLVO / ASFALTO %	1.3	1.3	1.4	0.6 - 1.3
FLUIDO mm	14	14	15	8 - 14
ESTABILIDAD kN	1435.2	1409.8	1391.9	8.15
ESTABILIDAD/FLUIDO kg/cm	4103.6	3933.6	3792.0	1700 - 4000
RESISTENCIA A LA COMPRESIÓN Mpa		2.6		2.1
RESISTENCIA RETENIDA %		81		75
RESISTENCIA CONSERVADA %		81		80

B1 = 1 Ensayo de Marshall – Caucho y tubería PVC


A) Ensayo de Marshall – Caucho y tubería PVC (3%+5%)

INFORME										
	DISEÑO DE MEZCLA ASFÁLTICA EN CALIENTE MÉTODO DE ILLINOIS - MARSHALL	Fecha	08-04-2022							
		Página	11 de 15							
TESS	: INCORPORACIÓN DE CAUCHO RECICLADO Y TUBERÍA PVC EN LAS MEZCLAS ASFÁLTICAS PARA PAVIMENTOS FLEXIBLES, LOS OLIVOS-LIMA 2022	REGISTRO N°:	TEC 22-LMS-01-04							
TESTISTAS	: QUISPE SÁNCHEZ, CARLOS RAFAEL CALLE TORRES, ROMARIO	REALIZADO POR :	N. Zelaya							
UBICACIÓN DE PROYECTO	: Realizado en las instalaciones de Laboratorio de suelo tecnilab sac	REVISADO POR :	J. Adanaque							
		FECHA DE ENSAYO :	8/04/2022							
Tipo de muestra	: Mezcla asfáltica en caliente (MAC)									
Identificación	: Mezcla de agregados									
Descripción	: % Óptimo de Asfalto Modificado con caucho redado al 3% y 5% de virutas tubería PVC									
INFORME DE ENSAYO MARSHALL. (ASTM D1559)										
TAMICES ASTM	1"	3/4"	1/2"	3/8"	No 4	No 10	No 40	No 80	No 200	
% PASAJE TERCIAL	100.0	98.7	97.0	76.9	57.6	44.5	18.5	10.5	3.2	
ESPECIFICACIONES	100	80 - 100	67 - 85	60 - 77	43 - 61	29 - 45	14 - 25	8 - 17	4 - 8	
PROYECTA N°					1	2	3	PROYECTO	ESPECIF.	
1	% C.A. en Peso de la Mezcla					5.45				
2	% Grava > N°4 en peso de la Mezcla					40.12				
3	% Arena < N°4 en peso de la Mezcla					53.49				
4	% Cemento Portland en peso de la Mezcla					0.95				
5	Peso Específico Aparente del C.A. (Aparente) g/cc					1.020				
6	Peso Específico de la Grava > N°4 (Bulk) g/cc					2.697				
7	Peso Específico de la Arena < N°4 (Bulk) g/cc					2.601				
8	Peso Específico del Cemento Portland (Aparente) g/cc					3.110				
9	Peso Específico de la Grava > N°4 (Aparente) g/cc					2.757				
10	Peso Específico de la Arena < N°4 (Aparente) g/cc					2.706				
11	Altura promedio de la briqueta	cm				6.90				
12	Peso de la briqueta al aire (gr)				1179.5	1102.4	1100.4			
13	Peso de la briqueta al agua por 60' (gr)				1100.7	1103.6	1101.7			
14	Peso de la briqueta desplazada (gr)				680.5	679.2	680.5			
15	Volumen de la briqueta por desplazamiento (cc) = (13-14)				500.2	504.4	501.2			
16	Peso específico Bulk de la Briqueta = (12/15)				2.358	2.344	2.355	2.352		
17	Peso Específico Máximo - Rice (ASTM D 2041)					2.496				
18	% de Vetros = (17-16)x100/17 (ASTM D 3003)				5.5	6.1	5.6	5.7	3 - 5	
19	Peso Específico Bulk Agregado Total					2.645				
20	Peso Específico Efectivo Agregado total					2.723				
21	Asfalto Absorbido por el Agregado					1.10				
22	% de Asfalto Efectivo					4.41				
23	Relación Pliker/bitumen					1.38				0.6 - 1.3
24	V.M.A. (vacíos en el agregado mineral)				15.7	16.2	15.8	15.9	14	
25	% Vacíos Enormes con C.A.				64.9	62.5	64.4	63.8		
26	Flujo 0.075 (0.25 mm)				14.8	14.5	14.9	14.7	8 - 14	
27	Estabilidad sin correjir (kg)				5325	5298	5425			
28	Factor de estabilidad				1.02	1.02	1.05			
29	Estabilidad Correjida 27 * 28				1352	1283	1496	1377	800 - 815	
30	Estabilidad / Flujo				3653	3540	4017	3736	1700 - 4000	

Ca. A Mz. "K1" Lt. 32 - Barrio 2 -Sector 1 - IV Etapa -Urb. Pachacamac - Villa el Salvador Entel: 955340085 - Ruc 20600192184

E-mail: laboratorio tecnilab@hotmail.com

B) Ensayo de Marshall – Caucho y tubería PVC (4%+10%)

	INFORME		
	DISEÑO DE MEZCLA ASFÁLTICA EN CALIENTE MÉTODO DE ILLINOIS - MARSHALL		
	Fecha	8-04-2022	
	Página	12 de 15	


TESS : INCORPORACIÓN DE CAUCHO RECICLADO Y TUBERÍA PVC EN LAS MEZCLAS ASFÁLTICAS PARA PAVIMENTOS FLEXIBLES, LOS OUVOS-LIMA 2022 REGISTRO N°: TEC 22-LMS-01-04
TESISTAS : QUISPE SÁNCHEZ, CARLOS RAFAEL REALIZADO POR : N. Zelaya
 : CALLE TORRES, ROMARIO REVISADO POR : J. Adanaque
UBICACIÓN DE PROYECTO : Realizado en las instalaciones de Laboratorio de suelo tecnilab sac FECHA DE ENSAYO : 8/04/2022

Tipo de muestra : Mezcla asfáltica en caliente (MAC)
Identificación : Mezcla de agregados
Descripción : % Óptimo de Asfalto Modificado con caucho redredado al 4% y 10% de virutas tubería PVC

LAB. TECNILAB S.A.C
 SUELOS - CONCRETOS - ASFALTOS
 QUISO RUBEN BERRIO
 JEFE DE LABORATORIO
 ING. CIVIL, SUP. 60004

INFORME DE ENSAYO MARSHALL (ASTM D1559)										
TAMICES ASTM	1"	3/4"	1/2"	3/8"	No 4	No 20	No 60	No 80	No 200	
% PASA MATERIAL	100.0	98.7	87.0	76.9	57.6	44.5	18.5	18.5	3.2	
ESPECIFICACIONES	100	80 - 100	67 - 85	60 - 77	43 - 61	29 - 45	14 - 25	8 - 17	4 - 8	
BRQUETA N°					1	2	3	PROHIBIDO	ESPECIF.	
1	% C.A. en Peso de la Mezcla					5.45				
2	% Grava > N°4 en peso de la Mezcla					40.12				
3	% Arena < N°4 en peso de la Mezcla					53.49				
4	% Cemento Portland en peso de la Mezcla					0.95				
5	Peso Especifico Aparente del C.A. (Aparente) gr/cc					1.020				
6	Peso Especifico de la Grava > N°4 (Bulk) gr/cc					2.697				
7	Peso Especifico de la Arena < N°4 (Bulk) gr/cc					2.601				
8	Peso Especifico del Cemento Portland (Aparente) gr/cc					3.110				
9	Peso Especifico de la Grava > N°4 (Aparente) gr/cc					2.757				
10	Peso Especifico de la Arena < N°4 (Aparente) gr/cc					2.706				
11	Altura promedio de la briqueta cm					6.96				
12	Peso de la briqueta al aire (gr)					1168.4	1169.8	1164.5		
13	Peso de la briqueta al agua por 60' (gr)					1172.4	1171.5	1166.1		
14	Peso de la briqueta desplazada (gr)					669.5	669.5	667.2		
15	Volumen de la briqueta por desplazamiento (cc) = (13-14)					502.9	502.0	488.9		
16	Peso especifico Bulk de la Briqueta = (12/15)					2.323	2.330	2.334	2.329	
17	Peso Especifico Máximo - Base (ASTM D 2041)					2.496				
18	% de Vacíos = (17-16) x 100/17 (ASTM D 3303)					6.9	6.6	6.5	6.7	3 - 5
19	Peso Especifico Bulk Agregado Total					2.645				
20	Peso Especifico Efectivo Agregado total					2.723				
21	Asfalto Absorbido por el Agregado					1.10				
22	% de Asfalto Efectivo					4.41				
23	Relación Filler/Fibuna					1.38				0.6 - 1.3
24	v.M.A. (vacíos en el agregado mineral)					17.0	16.7	16.6	16.7	14
25	% Vacíos llenos con C.A.					99.2	80.3	80.9	80.1	
26	Flujo 0.075(3/25 mm)					15.5	15.2	14.9	15.2	8 - 14
27	Estabilidad sin correaje (kg)					12.98	12.95	14.02		
28	Factor de estabilidad					1.02	1.02	1.00		
29	Estabilidad Correaje a 27 ± 28					1324	1239	1402	1322	1618-15
30	Estabilidad / Flujo					3417	3261	3764	3481	1700 - 4000


C) Ensayo de Marshall – Caucho y tubería PVC (5%+15%)

		INFORME							
		DISEÑO DE MEZCLA ASFÁLTICA EN CALIENTE MÉTODO DE ILLINOIS - MARSHALL							
		Fecha	08-04-2022						
		Página	13 de 15						
TESIS	: INCORPORACIÓN DE CAUCHO RECICLADO Y TUBERÍA PVC EN LAS MEZCLAS ASFÁLTICAS PARA PAVIMENTOS FLEXIBLES, LOS OLIVOS-LIMA 2022		REGISTRO N°: TEC 22-LMS-01-04						
TESISTAS	: QUISPE SÁNCHEZ, CARLOS RAFAEL : CALLE TORRES, ROMARIO		REALIZADO POR : N. Zúñiga REVISADO POR : J. Adriano						
UBICACIÓN DE PROYECTO	: Realizado en las instalaciones de Laboratorio de suelo tecnilab sac		FECHA DE ENSAYO : 8/04/2022						
Tipo de muestra	: Mezcla asfáltica en caliente (MAC)		LAB. TECNILAB S.A.C AV. LOS OLIVOS 15 - SURCO QUINTA AVENIDA DESARROLLO JUNTA DE LUCHA COMUNITARIA ING. CIVIL CIP: 68884						
Identificación	: Mezcla de agregados								
Descripción	: % Óptimo de Asfalto Modificado con caucho redado al 5% y 15% de virutas tubería PVC								
INFORME DE ENSAYO MARSHALL (ASTM D1559)									
TAMBIEN ASTM	1"	3/4"	1/2"	3/8"	No 4	No 10	No 40	No 80	No 200
% PASA NOMINAL	100.0	98.7	87.0	70.9	57.6	44.5	18.5	18.5	3.2
ESPECIFICACIONES	100	80 - 100	67 - 85	60 - 77	43 - 61	29 - 46	14 - 25	8 - 17	4 - 8
BRQUETA N°					1	2	3	INCOMPLETO	ESPEC.
1	% C.A. en peso de la Mezcla					5.46			
2	% Grava > N°4 en peso de la Mezcla					40.12			
3	% Arena < N°4 en peso de la Mezcla					53.49			
4	% Cemento Portland en peso de la Mezcla					0.95			
5	Peso Especifico Aparente del C.A. (Aparente) g/cc					1.020			
6	Peso Especifico de la Grava > N°4 (Bulk) g/cc					2.697			
7	Peso Especifico de la Arena < N°4 (Bulk) g/cc					2.601			
8	Peso Especifico del Cemento Portland (Aparente) g/cc					3.110			
9	Peso Especifico de la Grava > N°4 (Aparente) g/cc					2.757			
10	Peso Especifico de la Arena < N°4 (Aparente) g/cc					2.706			
11	Altura promedio de la briqueta mm					6.99			
12	Peso de la briqueta al aire (gr)				1136.3	1154.8	1157.9		
13	Peso de la briqueta al agua por 60° (gr)				1139.6	1157.4	1160.5		
14	Peso de la briqueta desplazada (gr)				649.8	648.7	646.0		
15	Volumen de la briqueta por desplazamiento (cc) = (13-14)				309.8	308.7	314.5		
16	Peso especifico Bulk de la Briqueta = (12/15)				2.268	2.270	2.251	2.260	
17	Peso Especifico Máximo - Rizo (ASTM D 2041)					2.496			
18	% de Vacíos = (17-16)x100/17 (ASTM D 3203)				9.1	9.0	9.8	9.3	3 - 5
19	Peso Especifico Bulk Agregado Total					2.645			
20	Peso Especifico Efectivo Agregado total					2.723			
21	Asfalto Absorbido por el Agregado					1.10			
22	% de Asfalto Efectivo					4.41			
23	Relación Fibra/Fibras					1.30			0.6 - 1.3
24	V.H.A. (vacíos en el agregado mineral)				18.9	18.9	19.6	19.1	14
25	% Vacíos llenos con C.A.				51.8	52.0	49.7	51.2	
26	Flujo (0.01" (0.25 mm))				15.2	15.8	15.7	15.6	8 - 14
27	Estabilidad sin corrección (Kg)				5208	5248	5105		
28	Factor de estabilidad				1.02	1.04	1.02		
29	Estabilidad Corrección 27 * 28				1261	1299	1127	1229	M34 815
30	Estabilidad / Flujo				331.8	328.6	287.2	319.8	1700 - 4000



Ca. A Mz. "K1" Lt. 32 - Barrio 2 - Sector 1 - IV Etapa - Urb. Pachacamac - Villa el Salvador Entel: 955340085 - Rue 20600192184

E-mail: laboratorio_tecnilab@hotmail.com


D) Comparación de caucho y tubería PVC (3%+5%, 4%+10% y 5%+15%)

	INFORME		
	DISEÑO DE MEZCLA ASFÁLTICA EN CALIENTE MÉTODO DE ILLINOIS - MARSHALL		Fecha: 09-04-2022
			Página: 14 de 15
TEMA	: INCORPORACIÓN DE CAUCHO RECICLADO Y TUBERÍA PVC EN LAS MEZCLAS ASFÁLTICAS PARA PAVIMENTOS FLEXIBLES LOS OLIVOS-LIMA 2022	REGISTRO N°:	TEC 22-LMB-0104
TESTISTAS	: QUESPE SÁNCHEZ, CARLOS RAFAEL : CALLE TORRES, ROMARIO	REALIZADO POR:	N. Zelaya
UBICACIÓN DE PROYECTO	: Realizado en las instalaciones de Laboratorio de suelo tecnolab sas	REVISADO POR:	J. Antezana
		FECHA DE ENSAYO:	004/2022
Tipo de sustrato	: Mezcla asfáltica en caliente (MAC)	LAB. TECNILAB S.A.S. AV. LOS OLIVOS 1000 DISTRITO DE LOS OLIVOS - LIMA	
Identificación	: Mezcla de agregados	SECTOR CALIDAD "SEI MANEJO CALIDAD"	
Descripción	: % Óxido de Añilado Modificado en caliente en dosis 4 3%, 4% y 5% y tubería PVC en 5%, 10% y 15%		
COMPARATIVO VARIANDO EL % DE CAUCHO RECICLADO Y VIRUTAS DE TUBERÍA PVC GRÁFICOS DE BARRAS			
Legenda Af. Mat + CR 3% y VT PVC 5% █ Af. Mat + CR 4% y VT PVC 10% █ Af. Mat + CR 5% y VT PVC 15% █			
Ca. A Mz. "K1" Lt. 32 - Barrio 2 -Sector 1 - IV Etapa -Urb. Pachacamac - Villa el Salvador Entel- 955340085 - Ruc 20600192184 E-mail: laboratorio_tecnilab@hotmail.com			

E) Resultados de Laboratorio con caucho y tubería PVC (3%+5%, 4%+10% y 5%+15%)

	INFORME				
	DISEÑO DE MEZCLA ASFÁLTICA EN CALIENTE MÉTODO DE ILLINOIS - MARSHALL		Fecha	08-04-2022	
			Página	15 de 15	
TESIS	INCORPORACIÓN DE CAUCHO RECICLADO Y TUBERÍA PVC EN LAS MEZCLAS ASFÁLTICAS PARA PAVIMENTOS FLEXIBLES, LOS OLIVOS-LIMA 2022		REGISTRO N°: TEC 22-LMS-01-04		
TESISTAS	QUSPE SÁNCHEZ, CARLOS RAFAEL CALLE TORRES, ROMARIO		REALIZADO POR :	N. Zelaya	
UBICACIÓN DE PROYECTO	Realizado en las Instalaciones de Laboratorio de suelo tecnilab sac		REVISADO POR :	J. Adarque	
			FECHA DE ENSAYO :	8/04/2022	
Tipo de muestra	Mezcla asfáltica en caliente (MAC)				
Identificación	Mezcla de agregados				
Descripción	% Óptimo de Asfalto Modificado con caucho reciclado y virutas tubería PVC				
DISEÑO DE MEZCLA EN CALIENTE MÉTODO ILLINOIS - MARSHALL MODIFICADO (RESUMEN)					
1.- Mezcla de agregados (Dosificación)					
Gradación		: MAC-2 "Especificación técnica MTC EG -2013 sección (423)"			
2.- Ligante asfáltico					
Tipo de asfalto		: %Óptimo de Asfalto Modificado con caucho reciclado y virutas tubería PVC			
% óptimo de asfalto residual		: 5.45%			
3.- Características marshall modificado					
Parámetros de diseño					Especificación EG 2013
CAUCHO REC. Y VIRUTAS TUBERÍA PVC	%	3% y 5%	4% y 10%	5% y 15%	
CEMENTO ASFÁLTICO	%	5.45	5.45	5.45	
PESO UNITARIO	kg/m ³	2.352	2.329	2.263	
VACIOS	%	5.7	6.7	9.3	3 - 5
V.M.A.	%	15.9	16.7	19.1	14
V. LL. CA.	%	63.9	60.1	51.2	
POLOVO / ASFALTO	%	1.4	1.4	1.4	0.6 - 1.3
FLUJO	mm	14.7	15.2	15.6	8 - 14
ESTABILIDAD	KN	1377.0	1321.8	1228.6	8.15
ESTABILIDAD/ FLUJO	kg/cm	3738.4	3478.3	3157.0	1700 - 4000
Ca. A Mz. "K1" Lt. 32 - Barrio 2 -Sector 1 - IV Etapa -Urb. Pachacamac - Villa el Salvador Entel: 955340085 - Ruc 20600192184 E-mail: laboratorio tecnilab@hotmail.com					

F) Ensayo de resistencia conservada

	INFORME		
	DISEÑO DE MEZCLA ASFÁLTICA EN CALIENTE MÉTODO DE ILLINOIS - MARSHALL		
	Fecha	01-04-2022	
	Página	8 de 15	
TESIS	: INCORPORACIÓN DE CAUCHO RECICLADO Y TUBERÍA PVC EN LAS MEZCLAS ASFÁLTICAS PARA PAVIMENTOS FLEXIBLES, LOS OLIVOS-LIMA 2022		REGISTRO N°: TEC 22-LMS-01-04
TESISTAS	: QUISPE SÁNCHEZ, CARLOS RAFAEL : CALLE TORRES, ROMARIO		REALIZADO POR : N. Zelaya REVISADO POR : J. Adanaque
UBICACIÓN DE PROYECTO	: Realizado en las instalaciones de Laboratorio de suelo tecnilab sac		FECHA DE ENSAYO : 1/04/2022

Tipo de muestra	: Mezcla asfáltica en caliente (MAC)	LAB. TECNILAB S.A.C <small>SUELO - CONCRETO - ASFALTO</small>  ING. GUISNO HUMBERTO BERRONDO <small>Jefe de Laboratorio</small> <small>ING. CIVIL, COP. 94004</small>
Identificación	: Mezcla de agregados	
Descripción	: Diseño MAC (Asfalto convencional)	

INFORME DE ENSAYO DE RESISTENCIA CONSERVADA (AASHTO T283) Lotman Test Modificado						
N° DE PRUEBAS	Grupo seco			Grupo húmedo		
	01	02	03	04	05	06
Mezcla asfáltica en caliente (MAC) con caucho reciclado y virutas tubería PVC en %	3% y 8%	4% y 10%	5% y 15%	3% y 5%	4% y 10%	5% y 15%
1 Diámetro	10.15	10.17	10.17	10.15	10.15	10.15
2 Espesor	6.70	6.69	6.70	6.70	6.70	6.70
3 Contenido de Cemento Asfalto	5.45	5.45	5.45	5.45	5.45	5.45
4 Peso Probeta al Aire	1190.0	1192.2	1192.0	1182.0	1187.0	1190.0
5 Peso de la Probeta Saturada (60°)	1192.0	1197.8	1194.2	1184.1	1189.4	1197.4
6 Peso de la Probeta en el Agua	893.5	893.1	893.8	887.7	893.3	893.2
7 Volumen de la Probeta	30.18	30.17	30.64	303.4	304.1	309.2
8 Peso Específico Bulk de la Probeta	2.302	2.303	2.306	2.303	2.315	2.306
9 % de Vacíos = (17-16 x 100) / 17 (ASTM D 3203)	5.8	6.9	9.2	5.7	7.2	9.1
10 Estabilidad sin coger	202	240	226	202	194	193
11 Factor Estabilidad	1.00	1.00	1.00	1.00	1.00	1.00
12 Estabilidad corregida (kg)	202	240	226	202	194	193
13 Resistencia a la compresión	2.5	2.3	2.1	1.9	1.7	1.5
14 Resistencia retenida	77	74	72			
15 Promedio Estabilidad (30 Minutos) (kg)	202	240	226			
16 Promedio Estabilidad (24 Horas) (kg)				202	194	193
17 Resistencia conservada (%)	77	74	72			

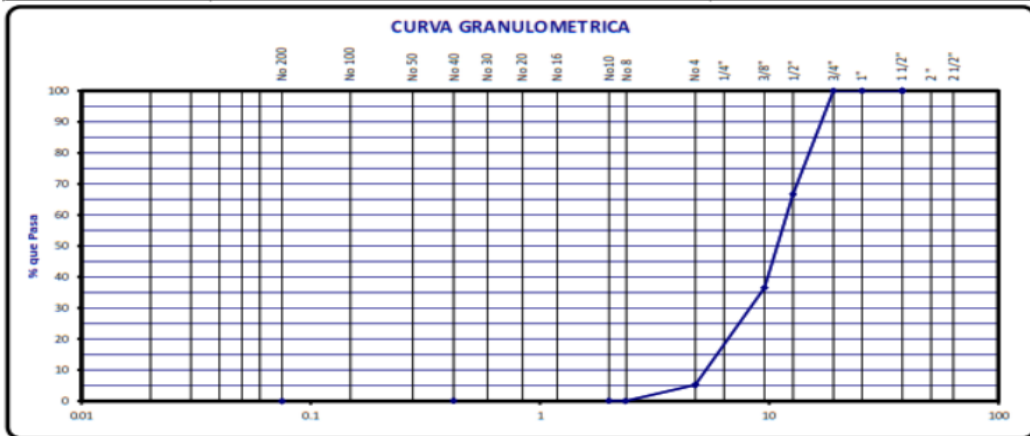
Ca. A Mz. "K1" Lt. 32 - Barrio 2 -Sector I - IV Etapa -Urb. Pachacamac - Villa el Salvador Entel: 955340085 - Ruc 20600192184

E-mail: laboratorio_tecnilab@hotmail.com

C1 = 1 Ensayo de Marshall – Caucho y tubería PVC

A) Granulometría agregado grueso

TAMZ		ABERTURA (mm.)	PESO RET. (gr)	RETENIDO		PASANTE (%)	ESPECIFICACIONES	DESCRIPCION DE LA MUESTRA
ASTM				PARCIAL (%)	ACUMULADO (%)			
	3"	76.200						
	2 1/2"	63.500						Tamaño Maximo : 3/4" pulg.
	2"	50.800						Humedad : 0.64 %
	1 1/2"	38.100				100.0		Piedra : 94.8 %
	1"	25.400				100.0		Arena : 5.2 %
	3/4"	19.050				100.0		Modulo de Fineza : 6.6 -
	1/2"	12.700	2259.0	33.3	33.3	66.7		
	3/8"	9.525	2051.0	30.2	63.5	36.5		
	1/4"	6.350						Peso Especifico : 2.757 gr/cm ³
	No. 4	4.760	2126.0	31.3	94.8	5.2		Absorcion : 0.81 %
	No. 8	2.360	349.0	5.1	100	0.0		P. U. S : 1347 kg/m ³
	No. 10	2.000						P. U. C : 1491 kg/m ³
	No. 16	1.190						Sales solubles : 0.02 %
	No. 20	0.834						
	No. 30	0.600						Abrasion : 10.4 %
	No. 40	0.420						Part. Chatas y Alarg. : 4.19 %
	No. 50	0.300						Caras fracturadas : 86.8 %
	No. 60	0.250						
	No. 80	0.177						
	No. 100	0.149						PESO TOTAL (Gr) : 6785.0
	No. 200	0.075						SUCS : GW
	-200							




Observaciones: _____

LAB. TECNILAB S.A.C
SUELOS - CONCRETO - ASFALTO
GUIDO RUBEN BENIGNO
JEFE DE LABORATORIO
ING. CIVIL CIP: 98594

Ca. A Mz. "K1" Lt. 32 - Barrio 2 -Sector 1 - IV Etapa -Urb. Pachacamac - Villa el Salvador Entel: 955340085 - Ruc 20600192184

E-mail: laboratorio_tecnilab@hotmail.com

B) Contenido de humedad



TECNILAB

LABORATORIO DE SUELOS S.A.C

Laboratorio de mecánica de suelos, concreto, asfalto y ensayos especiales. Estudio de suelos para pavimentaciones, edificaciones, suministro de equipos para laboratorio de ingeniería.

LABORATORIO DE MECÁNICA DE SUELOS Y PAVIMENTOS

METODO DE ENSAYO PARA DETERMINAR EL CONTENIDO DE HUMEDAD
 NORMAS TÉCNICAS: MTC E 108 ASTM D 2216

DATOS DE LA MUESTRA

DESCRIPCION: INCORPORACIÓN DE CAUCHO RECICLADO Y TUBERÍA PVC EN LAS MEZCLAS ASFÁLTICAS PARA PAVIMENTOS FLEXIBLES, LOS OLIVOS-LIMA 2022


TESISTAS QUISPE SÁNCHEZ, CARLOS RAFAEL
CALLE TORRES, ROMARIO F. MUESTREO: 01/04/22

FECHA: 02/04/22

N° MUESTRA: PIEDRA CHANCADA DE 1/2" - CANTERA GLOBAL N° SIN OTR. QUEBRADA BLANCA


DATOS						
DESCRIPCION	UND.	MUESTRA. - 1				PROMEDIO
Recipiente	N°	1				
Recipiente + Suelo Humedo	gr.	2000.00				
Recipiente + Suelo Seco	gr.	1987.23				
Peso del Recipiente	gr.	0.00				
Peso del Agua	gr.	12.77				
Peso del Suelo Seco	gr.	1987.23				
Humedad	%	0.64				0.64

Observaciones: _____

LAB. TECNILAB S.A.C
 SUELOS - CONCRETO - ASFALTO

GUIDO RUBEN BENIGNO
 JEFE DE LABORATORIO
 ING. CIVIL CIP: 98594

Ca. A Mz. "K1" Lt. 32 - Barrio 2 -Sector 1 - IV Etapa -Urb. Pachacamac - Villa el Salvador Entel: 955340085 - Ruc 20600192184
 E-mail: laboratorio_tecnilab@hotmail.com

C) Gravedad específica y absorción de los agregados


 <p>TECNILAB LABORATORIO DE SUELOS S.A.C</p> <p>Laboratorio de mecánica de suelos, concreto, asfalto y ensayos especiales. Estudio de suelos para pavimentaciones, edificaciones, suministro de equipos para laboratorio de ingeniería.</p>					
<p>LABORATORIO DE MECÁNICA DE SUELOS, CONCRETO Y ASFALTO</p> <p>GRAVEDAD ESPECÍFICA Y ABSORCIÓN DE LOS AGREGADOS NORMAS TÉCNICAS: MTC E 205-206, ASTM C 127-128 AASHTO 84-85</p>					
<p>DATOS DE LA MUESTRA</p>					
<p>TESIS</p> <p>TESISTAS</p> <p>MUESTRA</p>	<p>INCORPORACIÓN DE CAUCHO RECIKLADO Y TUBERÍA PVC EN LAS MEZCLAS ASFÁLTICAS PARA PAVIMENTOS FLEXIBLES, LOS OLIVOS-LIMA 2022</p> <p>QUISPE SÁNCHEZ, CARLOS RAFAEL CALLE TORRES, ROMARIO</p> <p>PIEDRA CHANCADA DE 1/2" - CANTERA GLOBAL N° SIN OTR. QUEBRADA BLANCA</p> <p style="text-align: right;">F. MUESTREO: 01/04/22 FECHA: 02/04/22</p>				
<p>AGREGADO GRUESO MTC E 206</p>					
A	Peso Mat.Sat. Sup. Seca (En Aire) (gr)	5002.0	5000.0		
B	Peso Mat.Sat. Sup. Seca (En Agua) (gr)	3162.2	3161.5		
C	Vol. de masa + vol de vacíos = A-B (gr)	1839.8	1838.5		
D	Peso material seco en estufa (105°C) (gr)	4962.0	4960.0		
E	Vol. de masa = C - (A - D) (cm ³)	1799.8	1798.5		PROMEDIO
	Pe bulk (Base seca) = D/C (gr/cm ³)	2.697	2.698		2.697
	Pe bulk (Base saturada) = A/C (gr/cm ³)	2.719	2.720		2.719
	Pe Aparente (Base Seca) = DE (gr/cm ³)	2.757	2.758		2.757
	Absorción = ((A - D) / D * 100) (%)	0.806	0.806		0.81

Observaciones:

LAB. TECNILAB S.A.C
 SUELOS - CONCRETOS - ASFALTO

 GUIDO RUBEN BENIGNO
 JEFE DE LABORATORIO
 ING. CIVIL CIP: 98594

D) Peso unitario y vacío de los agregados

 <p>TECNILAB LABORATORIO DE SUELOS S.A.C</p> <p>Laboratorio de mecánica de suelos, concreto, asfalto y ensayos especiales. Estudio de suelos para pavimentaciones, edificaciones, suministro de equipos para laboratorio de Ingeniería.</p>							
LABORATORIO DE MECÁNICA DE SUELOS, CONCRETO Y ASFALTO							
PESO UNITARIO Y VACÍO DE LOS AGREGADOS <small>NORMAS TÉCNICAS: MTC E 250, ASTM C 29-91</small>							
DATOS DE LA MUESTRA							
TESIS	INCORPORACIÓN DE CAUCHO RECICLADO Y TUBERÍA PVC EN LAS MEZCLAS ASFÁLTICAS PARA PAVIMENTOS FLEXIBLES, LOS OLIVOS-LIMA 2022						
TESISTAS	QUISPE SÁNCHEZ, CARLOS RAFAEL CALLE TORRES, ROMARIO						
	F. MUESTREGO: 01/04/22 FECHA: 02/04/22						
MUESTRA	PIEDRA CHANCADA DE 1/2" - CANTERA GLOBAL N° S/N OTR. QUEBRADA BLANCA						
PESO UNITARIO DEL AGREGADO GRUESO							
CANTERA :							
MUESTRA :							
MOLDE :	N°						
DETERMINACION N°		SUELTO			VARILLADO		
		1	2	3	4	5	6
Peso del molde más agregado seco (gr)		28075	28120	28096	30096	30125	30211
Peso del molde (gr)			8993			8993	
Peso del agregado seco (gr)		19082	19127	19103	21103	21132	21218
Volumen del molde (cm ³)			14187			14187	
Peso específico Bulk del agregado (gr/cm ³)			2.719			2.719	
Absorción del agregado (%)			0.81			0.81	
Peso Unitario en condición SSS (kg/m ³)		1356	1359	1357	1499	1502	1508
Vacios en el agregado (%)		50.4	50.3	50.4	45.2	45.1	44.9
Peso Unitario en condición Seca (kg/m ³)		1345	1348	1347	1487	1490	1496
Peso Unitario Seco promedio (kg/m ³)			1347			1491	


LAB. TECNILAB S.A.C
 SUELOS - CONCRETO - ASFALTO

GUIDO RUBEN BENIGNO
 JEFE DE LABORATORIO
 ING. CIVIL. CIP: 98594

Ca. A Mz. "K1" Lt. 32 - Barrio 2 - Sector 1 - IV Etapa - Urb. Pachacamac - Villa el Salvador Entel: 955340085 - Ruc 20600192184

E-mail: laboratorio_tecnilab@hotmail.com


E) Abrasión los ángeles

 <p>Laboratorio de mecánica de suelos, concreto, asfalto y ensayos especiales. Estudio de suelos para pavimentaciones, edificaciones, suministro de equipos para laboratorio de Ingeniería.</p>									
LABORATORIO DE MECÁNICA DE SUELOS, CONCRETO Y ASFALTO									
ABRASIÓN LOS ÁNGELES NORMAS TÉCNICAS: MTC E 207, ASTM C 131, AASHTO T 96									
DATOS DE LA MUESTRA									
TESIS INCORPORACIÓN DE CAUCHO RECICLADO Y TUBERÍA PVC EN LAS MEZCLAS ASFÁLTICAS PARA PAVIMENTOS FLEXIBLES, LOS OLIVOS-LIMA 2022 TESISTAS QUISPE SÁNCHEZ, CARLOS RAFAEL CALLE TORRES, ROMARIO F. MUESTREO: 01/04/22 FECHA: 02/04/22									
MUESTRA PIEDRA CHANCADA DE 1/2" - CANTERA GLOBAL N° 5N OTR. QUEBRADA BLANCA									
METODO		PESOS Y GRANULOMETRIAS REQUERIDOS				PESOS Y GRANULOMETRIAS EMPLEADOS			
PASA TAMIZ	RETIENE TAMIZ	A	B	C	D	A	B	C	D
1 1/2"	1"	1250 ± 25							
1"	3/4"	1250 ± 25							
3/4"	1/2"	1250 ± 10	2500 ± 10				2500 ± 10		
1/2"	3/8"	1250 ± 10	2500 ± 10				2501 ± 10		
3/8"	1/4"			2500 ± 10					
1/4"	N° 4			2500 ± 10					
	N° 8				5000 ± 10				
PESO TOTAL		5000 ± 10	5000 ± 10	5000 ± 10	5000 ± 10		5001 ± 10		
N° de Esferas		12	11	8	6		11		
Peso de las Esferas (gr)		390 - 445	391 - 445	392 - 445	393 - 445		391 - 445		
Peso Retenido en la malla N° 12					(gr)		4,482		
Peso que pasa en la malla N° 12					(gr)		518.9		
Desgaste					(%)		10.4%		

Observaciones: _____

LAB. TECNILAB S.A.C
 SUELOS - CONCRETO - ASFALTO
 GUANO BUREN BEMIGNO
 JEFE DE LABORATORIO
 ING. CIVIL CIP: 96594

F) Sales solubles totales

 TECNILAB LABORATORIO DE SUELOS S.A.C. Laboratorio de mecánica de suelos, concreto, asfalto y ensayos especiales. Estudio de suelos para pavimentaciones, edificaciones, suministro de equipos para laboratorio de ingeniería.			
LABORATORIO DE MECÁNICA DE SUELOS, CONCRETO Y ASFALTO			
SALES SOLUBLES TOTALES			
DATOS DE LA MUESTRA			
TESIS	INCORPORACIÓN DE CAUCHO RECICLADO Y TUBERÍA PVC EN LAS MEZCLAS ASFÁLTICAS PARA PAVIMENTOS FLEXIBLES, LOS OLIVOS-LIMA 2022		
TESISTAS	QUISPE SÁNCHEZ, CARLOS RAFAEL CALLE TORRES, ROMARIO		F. MUESTREO: 01/04/22 FECHA: 02/04/22
MUESTRA	PIEDRA CHANCADA DE 1/2" - CANTERA GLOBAL N° S/N OTR.QUEBRADA BLANCA		
MUESTRA GRAVA		1	2
Peso de Tara	(gr)	159.62	175.26
Peso tara + agua + sal	(gr)	219.33	220.01
Peso tara + sal	(gr)	159.63	175.27
Peso sal	(gr)	0.010	0.010
Peso agua	(gr)	59.70	44.74
Sales solubles totales	(%)	0.017	0.022
Promedio de Sales Solubles Tot. (%)		0.020	

Observaciones: _____

LAB. TECNILAB S.A.C
 SUELOS - CONCRETO - ASFALTO

GUIDO RUBEN BENIGNO
 JEFE DE LABORATORIO
 ING. CIVIL CIP: 98594

G) Partículas chatas y alargadas




Laboratorio de mecánica de suelos, concreto, asfalto y ensayos especiales. Estudio de suelos para pavimentaciones, edificaciones, suministro de equipos para laboratorio de ingeniería.

LABORATORIO DE MECÁNICA DE SUELOS Y PAVIMENTOS										
DETERMINACIÓN DE PARTÍCULAS CHATAS Y ALARGADAS										
NORMA TÉCNICA ASTM D 4751										
DATOS DE LA MUESTRA										
TESS		INCORPORACIÓN DE CAUCHO RECICLADO Y TUBERÍA PVC EN LAS MEZCLAS ASFÁLTICAS PARA PAVIMENTOS FLEXIBLES, LOS OLIVOS-LIMA 2022								
TESTAS		QUISPE SÁNCHEZ, CARLOS RAFAEL CALLE TORRES, ROMARIO							F. MUESTREO: 01/04/22	
MUESTRA		PIEDRA CHANCADA DE 1/2" - CANTERA GLOBAL N° SIN OTR QUEBRADA BLANCA								
FORMA DEL AGREGADO :		ANGULAR								
RELACION DE ENSAYO :		1 : 3								
MATERIAL		AGREGADO GRUESO			PARTÍCULAS CHATAS Y ALARGADAS					
TAMIZ	ABERTURA	RETENIDO ORIGINAL (%)	PESO MUESTRA (gr)	NÚMERO DE PARTÍCULAS	EN PESO			NÚMERO DE PARTÍCULAS		
(pulg)	(mm)				PESO (gr)	%	CORREGIDO	PARTÍCULAS	%	CORREGIDO
3"	76.200									
2 1/2"	63.500									
2"	50.800									
1 1/2"	38.100									
1"	25.400									
3/4"	19.050									
1/2"	12.700	33.3	1149.0	120	94.0	8.2	2.72	14	11.7	3.89
3/8"	8.750	30.2	1050.0	113	51.0	4.9	1.47	12	10.6	3.21
1/4"	6.350									
Total:		63.5	2199	233	145		4.19	26		7.09

Observaciones:

LAB. TECNILAB S.A.C
SUELOS - CONCRETOS - ASFALTO
GUSTO BUESA BENIGNO
JEFE DE LABORATORIO
ING. CIVIL. CIP: 98584

H) caras fracturadas

 TECNILAB LABORATORIO DE SUELOS S.A.C. Laboratorio de mecánica de suelos, concreto, asfalto y ensayos especiales. Estudio de suelos para pavimentaciones, edificaciones, suministro de equipos para laboratorio de ingeniería.						
LABORATORIO DE MECÁNICA DE SUELOS Y PAVIMENTOS DETERMINACIÓN DE CARAS FRACTURADAS NORMAS TÉCNICAS: MTC E 210, ASTM D 5821						
DATOS DE LA MUESTRA						
TESIS INCORPORACIÓN DE CAUCHO RECICLADO Y TUBERÍA PVC EN LAS MEZCLAS ASFÁLTICAS PARA PAVIMENTOS FLEXIBLES, LOS OLIVOS-LIMA 2022						
TESISTAS QUISPE SÁNCHEZ, CARLOS RAFAEL CALLE TORRES, ROMARIO					F. MUESTREO: 01/04/22 FECHA: 02/04/22	
MUESTRA PIEDRA CHANCADA DE 1/2" - CANTERA GLOBAL N° SIN OTR QUEBRADA BLANCA						
CON UNA O MÁS CARAS FRACTURADAS						
PASA TAMIZ	RETIENE TAMIZ	PESO DE LA MUESTRA (A) (gr)	PESO MUESTRA CON CARAS FRACT. (B) (gr)	PORCENTAJE DE CARAS FRACT. B/A*100 (C) (%)	RETENIDO GRADACIÓN ORIGINAL (D) (%)	PROMEDIO DE CARAS FRACT. C'D (E)
1 1/2"	1"					
1"	3/4"	1500.3 g	1482.3 g	98.8%	0.0%	0.0
3/4"	1/2"	500.6 g	483.6 g	96.6%	33.3%	3216.8
1/2"	3/8"	200.3 g	152.4 g	76.1%	30.2%	2297.9
TOTAL		2201.2			63.5%	5514.7
% con una o más caras fracturadas (E/D)						86.8%

CON DOS O MÁS CARAS FRACTURADAS						
PASA TAMIZ	RETIENE TAMIZ	PESO DE LA MUESTRA (A) (gr)	PESO MUESTRA CON CARAS FRACT. (B) (gr)	PORCENTAJE DE CARAS FRACT. B/A*100 (C) (%)	RETENIDO GRADACIÓN ORIGINAL (D) (%)	PROMEDIO DE CARAS FRACT. C'D (E)
1 1/2"	1"				0.0%	
1"	3/4"	1500.3 g	858.0 g	57.2%	0.0%	0.0
3/4"	1/2"	500.6 g	252.3 g	50.4%	33.3%	1678.3
1/2"	3/8"	200.3 g	103.6 g	51.7%	30.2%	1561.9
TOTAL		2201.2			63.5%	3240.3
% con dos o más caras fracturadas (E/D)						51.0%

Observaciones: _____

LAB. TECNILAB S.A.C
 SUELOS - CONCRETO - ASFALTO

GUIDO RUBEN BENIGNO
 JEFE DE LABORATORIO
 ING. CIVIL CIP: 88594

C2 = 1 Ensayo de Marshall – Caucho y tubería PVC

A) Granulometría agregado fino

TAMIZ		ABERTURA	PESO RET.	RETENIDO		PASANTE	ESPECIFICACIONES	DESCRIPCION DE LA MUESTRA
ASTM		(mm.)	(gr)	PARCIAL (%)	ACUMULADO (%)	(%)		
3"		76.200						
2 1/2"		63.500						Tamaño Maximo : 1/4" pulg.
2"		50.800						Humedad : 0.73 %
1 1/2"		38.100						Piedra : 4.6 %
1"		25.400						Arena : 95.4 %
3/4"		19.050						Modulo de Fineza : 2.89 -
1/2"		12.700						Malla 200 : 3.9 %
3/8"		9.525						Equlv. Arena : 84 %
1/4"		6.350				100.0		Peso Especifico : 2.640 gr/cm ³
No. 4		4.760	31.3	4.6	4.6	95.4		Absorcion : 1.50 %
No. 8		2.360	119.1	17.5	22.1	77.9		P. U. S : 1486 kg/m ³
No. 10		2.000	29.3	4.3	26.4	73.6		P. U. C : 1645 kg/m ³
No. 16		1.190	89.8	13.2	39.6	60.4		Sales solubles : 0.02 %
No. 20		0.834						Durabilidad : 8.84 %
No. 30		0.600	117.0	17.2	56.8	43.2		
No. 40		0.420	63.3	9.3	66.1	33.9		
No. 50		0.300	62.6	9.2	75.3	24.7		
No. 60		0.250						Indice de durabilidad : 41.9 %
No. 80		0.177	79.6	11.7	87.0	13.0		
No. 100		0.149	21.1	3.1	90.1	9.9		PESO TOTAL (Gr) : 680.4
No. 200		0.075	32.7	4.8	94.9	5.1		SUCS : SP
-200			34.6					





Observaciones:

LAB. TECNILAB S.A.C
 SUELOS - CONCRETO - ASFALTO
 GUIDO RUBEN BERNINO
 JEFE DE LABORATORIO
 ING. CIVIL CIP: 98594


Ca. A Mz. "K1" Lt. 32 - Barrio 2 - Sector 1 - IV Etapa - Urb. Pachacamac - Villa el Salvador Entel: 955340085 - Rue 20600192184

E-mail: laboratorio_tecnilab@hotmail.com

B) Equivalente de arena

 Laboratorio de mecánica de suelos, concreto, asfalto y ensayos especiales. Estudio de suelos para pavimentaciones, edificaciones, suministro de equipos para laboratorio de ingeniería.						
LABORATORIO DE MECÁNICA DE SUELOS Y PAVIMENTOS						
EQUIVALENTE DE ARENA						
NORMAS TÉCNICAS: MTCE 114, ASTM D 2419, AASHTO T 176						
DATOS DE LA MUESTRA						
TESIS		INCORPORACIÓN DE CAUCHO RECICLADO Y TUBERÍA PVC EN LAS MEZCLAS ASFÁLTICAS PARA PAVIMENTOS FLEXIBLES, LOS OLIVOS-LIMA 2022				F. MUESTREO: 01/04/22
TESISTAS		QUISPE SÁNCHEZ, CARLOS RAFAEL CALLE TORRES, ROMARIO				FECHA: 02/04/22
MUESTRA		AGREGADO FINO - CANTERAGLOBAL N° S/N OTR. QUEBRADA BLANCA				
DESCRIPCION		IDENTIFICACION				Promedio %
		1	2	2		
Tamaño máximo (pasa tamiz N°4)	(mm)	4.76	4.76	4.76		
Hora de entrada a saturación		12:00	12:02	12:04		
Hora de salida de saturación (mas 10')		12:10	12:12	12:14		
Hora de entrada a decantación		12:12	12:14	12:16		
Hora de salida de decantación (mas 20')		12:32	12:34	12:36		
Altura máxima de material fino	(plg)	4.20	4.40	4.30		
Altura máxima de la arena	(plg)	3.60	3.70	3.50		
Equivalente de Arena	(%)	86	84	81		84
Observaciones:						
<div style="text-align: right;"> LAB. TECNILAB S.A.C SUELOS - CONCRETO - ASFALTO  GUIDO RUBEN BENIGNO JEFE DE LABORATORIO ING. CIVIL CIP: 98594 </div>						
Ca. A Mz. "KI" Lt. 32 - Barrio 2 -Sector 1 - IV Etapa -Urb. Pachacamac - Villa el Salvador Entel: 955340085 - Ruc 20600192184 E-mail: laboratorio_tecnilab@hotmail.com						

C) Contenido de humedad


 TECNiLAB LABORATORIO DE SUELOS S.A.C. Laboratorio de mecánica de suelos, concreto, asfalto y ensayos especiales. Estudio de suelos para pavimentaciones, edificaciones, suministro de equipos para laboratorio de Ingeniería.						
LABORATORIO DE MECÁNICA DE SUELOS Y PAVIMENTOS						
METODO DE ENSAYO PARA DETERMINAR EL CONTENIDO DE HUMEDAD <small>NORMAS TÉCNICAS: MTC E 109 ASTM D 2216</small>						
DATOS DE LA MUESTRA						
TESIS	INCORPORACIÓN DE CAUCHO RECICLADO Y TUBERÍA PVC EN LAS MEZCLAS ASFÁLTICAS PARA PAVIMENTOS FLEXIBLES, LOS OLIVOS-LIMA 2022					
TESISTAS	QUISPE SÁNCHEZ, CARLOS RAFAEL CALLE TORRES, ROMARIO 0					
F. MUESTREO:	01/04/22					
FECHA:	02/04/22					
MUESTRA	AGREGADO FINO - CANTERAGLOBAL N° SIN OTR. QUEBRADA BLANCA					
DATOS						
DESCRIPCION	UND.	MUESTRA - 1				PROMEDIO
Recipiente	N°	1				
Recipiente + Suelo Humedo	gr.	900.00				
Recipiente + Suelo Seco	gr.	893.50				
Peso del Recipiente	gr.	0.00				
Peso del Agua	gr.	6.50				
Peso del Suelo Seco	gr.	893.50				
Humedad	%	0.73				0.73

Observaciones:

LAB. TECNILAB S.A.C
SUELOS - CONCRETO - ASFALTO

GUIDO RUBEN BENIGNO
 JEFE DE LABORATORIO
 ING. CIVIL CIP: 98594

D) Peso específico de los agregados

 <p>Laboratorio de mecánica de suelos, concreto, asfalto y ensayos especiales. Estudio de suelos para pavimentaciones, edificaciones, suministro de equipos para laboratorio de ingeniería.</p>						
LABORATORIO DE MECÁNICA DE SUELOS, CONCRETO Y ASFALTO						
GRAVEDAD ESPECÍFICA Y ABSORCIÓN DE LOS AGREGADOS NORMAS TÉCNICAS: MTC E 205-206, ASTM C 127-128 AASHTO 84-85						
DATOS DE LA MUESTRA						
TESIS	INCORPORACIÓN DE CAUCHO RECICLADO Y TUBERÍA PVC EN LAS MEZCLAS ASFÁLTICAS PARA PAVIMENTOS FLEXIBLES, LOS OLIVOS-LIMA 2022					
TESISTAS	QUISPE SÁNCHEZ, CARLOS RAFAEL CALLE TORRES, ROMARIO				F. MUESTREO: 01/04/22	FECHA: 02/04/22
MUESTRA	AGREGADO FINO - CANTERAGLOBAL N° S/N OTR. QUEBRADA BLANCA					
DETERMINACIÓN DEL PESO ESPECÍFICO DE LOS AGREGADOS						
AGREGADO FINO MTC E 205						
A	Peso Mat. Sat. Sup. Seco (en Aire)	(gr)	500.00	510.00		
B	Peso Frasco + agua	(gr)	678.25	678.12		
C	Peso Frasco + agua + A	(gr)	1178.25	1188.12		
D	Peso del Mat. + agua en el frasco	(gr)	987.99	995.75		
E	Vol de masa + vol de vacío = C-D	(gr)	190.26	192.37		
F	Pe. De Mat. Seco en estufa (105°C) (gr)	(gr)	492.68	502.38		
G	Vol de masa = E - (A - F)	(cm ³)	182.94	184.75		PROMEDIO
	Pe bulk (Base seca) = F/E	(gr/cm ³)	2.590	2.612		2.601
	Pe bulk (Base saturada) = A/E	(gr/cm ³)	2.628	2.651		2.640
	Pe aparente (Base Seca) = F/G	(gr/cm ³)	2.693	2.719		2.706
	Absorción = ((A - F)/F)*100	(%)	1.486	1.517		1.50

Observaciones: _____

LAB. TECNILAB S.A.C
 SUELOS - CONCRETO - ASFALTO

GUIDO RUBEN BENIGNO
 JEFE DE LABORATORIO
 ING. CIVIL CIP: 98594

E) Peso unitario y vacio de los agregados

 <p>TECNILAB LABORATORIO DE SUELOS S.A.C</p> <p>Laboratorio de mecánica de suelos, concreto, asfalto y ensayos especiales. Estudio de suelos para pavimentaciones, edificaciones, suministro de equipos para laboratorio de ingeniería.</p>	
<p>LABORATORIO DE MECÁNICA DE SUELOS, CONCRETO Y ASFALTO</p>	
<p>PESO UNITARIO Y VACIO DE LOS AGREGADOS NORMAS TÉCNICAS: MTC E 203, ASTM C 29-91</p>	
<p>DATOS DE LA MUESTRA</p>	
TESIS	INCORPORACIÓN DE CAUCHO RECICLADO Y TUBERÍA PVC EN LAS MEZCLAS ASFÁLTICAS PARA PAVIMENTOS FLEXIBLES, LOS OLIVOS-LIMA 2022
TESISTAS	QUISPE SÁNCHEZ, CARLOS RAFAEL CALLE TORRES, ROMARIO
	F. MUESTREO: 01/04/22 FECHA: 02/04/22
MUESTRA	AGREGADO FINO - CANTERAGLOBAL N° S/N OTR.QUEBRADA BLANCA


PESO UNITARIO DEL AGREGADO FINO						
DETERMINACION N°	SUELTO			VARILLADO		
	1	2	3	4	5	6
Peso del molde más agregado seco (gr)	6902	6915	6885	7331	7354	7365
Peso del molde (gr)	2713			2713		
Peso del agregado seco (gr)	4189	4202	4172	4618	4641	4652
Volumen del molde (cm ³)	2818			2818		
Peso específico Bulk del agregado (gr/cm ³)	2.640			2.640		
Absorción del agregado (%)	1.50			1.50		
Peso Unitario en condición SSS (kg/m ³)	1509	1514	1503	1663	1672	1676
Vacios en el agregado (%)	43.6	43.4	43.8	37.8	37.5	37.3
Peso Unitario en condición Seca (kg/m ³)	1487	1491	1480	1639	1647	1651
Peso Unitario Seco promedio (kg/m ³)	1486			1645		

Observaciones:

LAB. TECNILAB S.A.C
SUELOS - CONCRETO - ASFALTO

GUIDO RUBEN BENIGNO
JEFE DE LABORATORIO
ING. CIVIL CIP: 98594

F) Sales solubles totales

 TECNiLAB LABORATORIO DE SUELOS S.A.C. Laboratorio de mecánica de suelos, concreto, asfalto y ensayos especiales. Estudio de suelos para pavimentaciones, edificaciones, suministro de equipos para laboratorio de ingeniería.				
LABORATORIO DE MECÁNICA DE SUELOS, CONCRETO Y ASFALTO				
SALES SOLUBLES TOTALES				
DATOS DE LA MUESTRA				
TESIS	INCORPORACIÓN DE CAUCHO RECICLADO Y TUBERÍA PVC EN LAS MEZCLAS ASFÁLTICAS PARA PAVIMENTOS FLEXIBLES, LOS OLIVOS-LIMA 2022			
TESISTAS	QUISPE SÁNCHEZ, CARLOS RAFAEL CALLE TORRES, ROMARIO		F. MUESTREO: 01/04/22 FECHA: 02/04/22	
MUESTRA	AGREGADO FINO - CANTERAGLOBAL N° S/N OTR.QUEBRADA BLANCA			
MUESTRA ARENA		3	4	
Peso de Tara	(gr)	98.90	95.62	
Peso tara + agua + sal	(gr)	198.90	198.60	
Peso tara + sal	(gr)	98.92	95.64	
Peso sal	(gr)	0.020	0.020	
Peso agua	(gr)	99.98	102.96	
Sales solubles totales	(%)	0.020	0.019	
Promedio de Sales Solubles Tot. (%)		0.020		

Observaciones:

LAB. TECNILAB S.A.C
 SUELOS - CONCRETO - ASFALTO

GUIDO RUBEN BENIGNO
 JEFE DE LABORATORIO
 ING. CIVIL CIP: 98594

G) Inaltibilidad de los agregados

 <p>TECNILAB LABORATORIO DE SUELOS S.A.C</p> <p>Laboratorio de mecánica de suelos, concreto, asfalto y ensayos especiales. Estudio de suelos para pavimentaciones, edificaciones, suministro de equipos para laboratorio de Ingeniería.</p>	
LABORATORIO DE MECÁNICA DE SUELOS, CONCRETO Y ASFALTO	
INALTERABILIDAD DE LOS AGREGADOS NORMAS TÉCNICAS: ASTM C88, AASHTO T 104, MTC E 209	
DATOS DE LA MUESTRA	
TESIS	INCORPORACIÓN DE CAUCHO RECICLADO Y TUBERÍA PVC EN LAS MEZCLAS ASFÁLTICAS PARA PAVIMENTOS FLEXIBLES, LOS OLIVOS-LIMA 2022
TESISTAS	QUISPE SÁNCHEZ, CARLOS RAFAEL CALLE TORRES, ROMARIO
	F. MUESTREO: 01/04/22 FECHA: 02/04/22
MUESTRA	AGREGADO FINO - CANTERAGLOBAL N° S/N OTR.QUEBRADA BLANCA

TABLA 1 DATOS DEL ENSAYO

TAMIZ	PESO REQUERIDO (gr)	TAMAÑO DEL ARIDO	GRANUL. ORIGINAL % RET.	PESO FRACCIÓN		PASANTE DESPUES DEL ENSAYO (gr)	PERDIDA TOTAL %	PERDIDA CORREGIDA %
				ANTES DEL ENSAYO (gr)	DESPUES DEL ENSAYO (gr)			


INALTERABILIDAD DEL AGREGADO FINO									
3/8"	Nº 4	100	No 4	5.8	100.0	76.2	23.8	52.4	3.02
	Nº 4	100	No 8	18.1	100.0	86.3	13.7	13.70	2.49
	Nº 8	100	No 16	17.4	100.0	84.2	15.8	15.80	2.75
	Nº 16	100	No 30	20.5	100.0	88.1	11.9	11.90	2.44
	Nº 30	100	No 50	22.2	100.0	98.7	1.3	1.30	0.29
	Nº 50	100	No 100	10.7	100.0	91.9	8.1	8.10	0.87
	< Nº 100			61.0					
TOTALES				150.0	600	449.2			8.84

Observaciones:

LAB. TECNILAB S.A.C
 SUELOS - CONCRETO - ASFALTO

GUIDO RUBEN BENIGNO
 JEFE DE LABORATORIO
 ING. CIVIL CIP: 98594

H) Inaltibilidad de los agregados

 <p>TECNILAB LABORATORIO DE SUELOS S.A.C</p> <p>Laboratorio de mecánica de suelos, concreto, asfalto y ensayos especiales. Estudio de suelos para pavimentaciones, edificaciones, suministro de equipos para laboratorio de ingeniería.</p>					
LABORATORIO DE MECÁNICA DE SUELOS, CONCRETO Y ASFALTO					
INDICE DE DURABILIDAD DE AGREGADOS					
DATOS DE LA MUESTRA					
TESIS	INCORPORACIÓN DE CAUCHO RECICLADO Y TUBERIA PVC EN LAS MEZCLAS ASFÁLTICAS PARA PAVIMENTOS FLEXIBLES, LOS OLIVOS-LIMA 2022				
TESISTAS	QUISPE SÁNCHEZ, CARLOS RAFAEL CALLE TORRES, ROMARIO			F. MUESTREO: 01/04/22	FECHA: 02/04/22
MUESTRA	AGREGADO FINO - CANTERA GLOBAL N° SIN OTR. QUEBRADA BLANCA				
INDICE DE DURABILIDAD DEL AGREGADO FINO					
TAMAÑOS DE MALLAS			AGITACION DE MUESTRA	CONTENIDO DE AGUA DESTILADA (ml)	MUESTRA LATA (ml)
PASA	RETENIDO	PESO (gr)	(10 minutos)		
# 4	fondo	500	10'	1000.0	85
DESCRIPCION			IDENTIFICACION		
N° DE ENSAYO			1	2	PROMEDIO
Hora de entrada a saturación			11:12	11:22	
Hora de salida de saturación (mas 10')			11:22	11:32	
Hora de entrada a decantación			11:34	11:44	
Hora de salida de decantación (mas 20')			11:54	12:04	
Altura máxima de la arcilla (pulg. 0.1')			4.30	4.40	
Altura máxima de la arena (pulg. 0.1')			3.60	3.60	
Indice de Durabilidad (DI = L.arena/L. arcilla*100)			83.7		41.9
Observaciones: _____					

LAB. TECNILAB S.A.C
SUELOS - CONCRETO - ASFALTO

GUIDO RUBEN BENIGNO
JEFE DE LABORATORIO
ING. CIVIL CIP: 96554

C3 = 1 Certificado de Calibración



LABORATORIO DE CALIBRACIÓN ACREDITADO
POR EL ORGANISMO DE ACREDITACIÓN
INACAL-DA CON REGISTRO N° LC-005



CERTIFICADO DE CALIBRACIÓN N° 0022-LM-2022

Página 1 de 3

FECHA DE EMISIÓN	: 2022-01-10	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 %.
EXPEDIENTE	: 00782	
1. SOLICITANTE	: LABORATORIO DE SUELO TECNILAB S.A.C.	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.
DIRECCIÓN	: CAL. A MZA. K1 LOTE 32 P.J. PACHACAMAC BA 2 ETP 4 SEC 1 - VILLA EL SALVADOR.	
2. INSTRUMENTO DE MEDICIÓN	: BALANZA	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.
MARCA	: NO INDICA	
MODELO	: SF-550	CADENT 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.
NÚMERO DE SERIE	: NO INDICA	
ALCANCE DE INDICACIÓN	: 30 kg	
DIVISIÓN DE ESCALA / RESOLUCIÓN	: 0,001 kg	
DIVISIÓN DE VERIFICACIÓN (e)	: 0,01 kg (*)	
PROCEDENCIA	: NO INDICA	
IDENTIFICACIÓN	: B056 (**)	
TIPO	: ELECTRÓNICA	
UBICACIÓN	: NO INDICA	
CLASE DE EXACTITUD	: III	
FECHA DE CALIBRACIÓN	: 2022-01-03	
3. PROCEDIMIENTO DE CALIBRACIÓN	PC-001, Procedimiento para la calibración de balanzas de funcionamiento no automático clase III y IIII. SNM-INDECOPI, 3ra edición, Enero 2009.	
4. LUGAR DE CALIBRACIÓN	Laboratorio de Calibración N° 2 de CADENT S.A.C. Jr. Llumpá N° 1352 Urb. Parque Naranjal - Los Olivos.	



Firmado digitalmente
por Luis Zerpa Lopez
Fecha: 2022-01-10
15:02:41

Supervisor de Laboratorio

ITC-LM-002
Versión 12

"PROHIBIDA LA REPRODUCCIÓN PARCIAL DE ESTE DOCUMENTO"
Capacitación y Desarrollo de Nueva Tecnología S.A.C. - Metrología
Laboratorio : Jr. Llumpá 1352 Urb. Parque Naranjal - Los Olivos Telf : 627-6601
Ventas: Av. Defensores del Moro 2435 - Chorrillos Telf.627-6600

Fecha: 2022-01-08
Aprobado por JA

ventas@cadentsac.com.pe
☎ (+51) 994622 122

operaciones@cadentsac.com.pe
☎ (+51) 989250611

calidad@cadentsac.com.pe
☎ (+51) 6276601 (112)

www.cadentsac.com.pe
☎ (+51) 998378823

CERTIFICADO DE CALIBRACIÓN N° 0022-LM-2022

Página 2 de 3

5. CONDICIONES AMBIENTALES

	Mínima	Máxima
Temperatura (°C)	19,7	20,2
Humedad Relativa (%HR)	49,2	49,9

6. TRAZABILIDAD

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

Trazabilidad	Patrón utilizado	Certificado de calibración
Patrones de referencia de METROIL S.A.C.	Pesa de clase M ₁	M - 1213 - 2020
Patrones de referencia de METROIL S.A.C.	Pesa de clase M ₁	M - 0170 - 2021
Patrones de referencia de INACAL - DM	Juego de Pesas de clase E ₂	LM-C-139-2021
Patrones de referencia de METROIL S.A.C.	Pesa de clase F ₂	M - 0782 - 2021
Patrones de referencia de METROIL S.A.C.	Pesa de clase F ₂	M - 0781 - 2021

7. OBSERVACIONES

(*) El valor de división de verificación "e", capacidad mínima y clase de exactitud fueron tomados de acuerdo a la NMP- 003. Se realizó el ensayo de precarga, con una carga de 10,000 kg, la indicación del equipo fue 9,982 kg. Antes de la calibración, se procedió con el ajuste externo de la balanza con las pesas patrones empleadas en la calibración. 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 III, según la Norma Metrología Peruana 003.
(**) Indicado en una etiqueta adherida al instrumento.
La balanza se calibró hasta 10 kg a solicitud del cliente.
El presente documento reemplaza al Certificado de Calibración N° 0001-LM-2022 emitido el 2022-01-08 por corrección en la fecha de calibración.

8. RESULTADOS DE MEDICIÓN

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

ENSAYO DE REPETIBILIDAD

Medición N°	Inicial			Final		
	Temp. (°C)	20,2	20,2	Temp. (°C)	20,2	20,2
	(***) Carga L1 = 5,000 (kg)			(***) Carga L2 = 10,000 (kg)		
	I (kg)	ΔI (g)	E (g)	I (kg)	ΔI (g)	E (g)
1	4,999	0,7	-1,2	10,002	0,7	1,8
2	5,000	0,7	-0,2	10,000	0,7	-0,2
3	5,000	0,8	-0,3	10,002	0,8	1,7
4	4,999	0,7	-1,2	10,000	0,7	-0,2
5	4,999	0,8	-1,3	10,000	0,7	-0,2
6	5,002	0,7	1,8	10,000	0,7	-0,2
7	5,002	0,8	1,7	10,000	0,8	-0,3
8	4,999	0,7	-1,2	10,000	0,7	-0,2
9	4,999	0,8	-1,3	10,001	0,7	0,8
10	4,999	0,7	-1,2	10,000	0,8	-0,3
Diferencia Máxima			3,1			2,1
Error máximo permitido	± 10 g			± 20 g		

CERTIFICADO DE CALIBRACIÓN N° 0022-LM-2022

2	5
3	4

Página 3 de 3

ENSAYO DE EXCENTRICIDAD

Posición de la Carga	Determinación de E_0	Temp. (°C)			Determinación del Error corregido				
		Inicial	Final		(^{***})Carga L (kg)	I (kg)	ΔL (g)	E (g)	E_c (g)
		20,2	20,0						
1	0,100	0,100	0,6	-0,1	3,000	2,999	0,7	-1,2	-1,1
2		0,099	0,7	-1,2		3,000	0,8	-0,3	0,9
3		0,099	0,7	-1,2		2,998	0,6	-2,1	-0,9
4		0,099	0,7	-1,2		2,999	0,7	-1,2	0,0
5		0,099	0,7	-1,2		2,998	0,6	-2,1	-0,9
(*) valor entre 0 y 10 e					Error máximo permitido: ± 10 g				

ENSAYO DE PESAJE

(^{***}) Carga L (kg)	CRECIENTES					DECRECIENTES				emp (^{**}) (± g)
	I (kg)	ΔL (g)	E (g)	E_c (g)	I (kg)	ΔL (g)	E (g)	E_c (g)		
0,100	0,100	0,6	-0,1	-1,0	0,201	0,7	0,8	0,9	10	
0,200	0,199	0,6	-1,1	-1,9	0,399	0,7	-1,2	-1,1	10	
0,400	0,398	0,5	-2,0	-0,2	0,496	0,5	-4,0	-3,9	10	
0,500	0,500	0,7	-0,2	-0,1	0,999	0,7	-1,2	-1,1	10	
1,000	1,000	0,7	-0,2	-0,2	1,998	0,6	-2,1	-2,0	10	
2,000	2,000	0,8	-0,3	-0,2	2,998	0,6	-2,1	-2,0	10	
3,000	3,000	0,8	-0,3	-1,1	3,998	0,6	-2,1	-2,0	10	
4,000	3,999	0,7	-1,2	-1,1	5,000	0,7	-0,2	-0,1	10	
5,000	4,999	0,7	-1,2	-2,0	7,001	0,8	0,7	0,8	20	
7,000	6,998	0,6	-2,1	-0,1	10,000	0,7	-0,2	-0,1	20	
10,000	10,000	0,7	-0,2	-0,1						

(**) error máximo permitido

(***) Carga convencionalmente verdadera

LECTURA CORREGIDA E INCERTIDUMBRE DE LA BALANZA

Lectura Corregida	=	$R + 1,50E-04 \times R$
Incertidumbre Expandida	=	$2 \times (2,80E-06 \text{ kg}^2 + 5,21E-08 \times R^2)^{1/2}$

Donde el símbolo E-xx significa potencia de 10. Ejemplo: E-03 = 10^{-3}

I, R: Indicación de la balanza
 ΔL : Carga Incrementada
 E: Error encontrado
 E_0 : Error en cero
 E_c : Error corregido

Fin de documento

REC-LM002
Versión 12

"PROHIBIDA LA REPRODUCCIÓN PARCIAL DE ESTE DOCUMENTO"
 Capacitación y Desarrollo de Nueva Tecnología S.A.C. - Metrología
 Laboratorio: Jr. Luján 1352 Urb. Parque Naranjal - Los Olivos Telf.: 627-6601
 Ventas: Av. Defensores del Moro 2435 - Chorrillos Telf. 627-6600

Fecha: 2020-07-06
 Apertado por: JA

ventas@cadentsac.com.pe
 ☎ (+51) 994622 022

operaciones@cadentsac.com.pe
 ☎ (+51) 989250611

calidad@cadentsac.com.pe
 ☎ (01) 6276601 (112)

www.cadentsac.com.pe
 ☎ (+51) 996378623

ANEXO 5: PANEL FOTOGRAFICO

Ensayo Marshall – Mezcla Convencional



Tara de los agregados



T° del asfalto



Llenado de asfalto al recipiente



Compactación de 75 golpes por cara

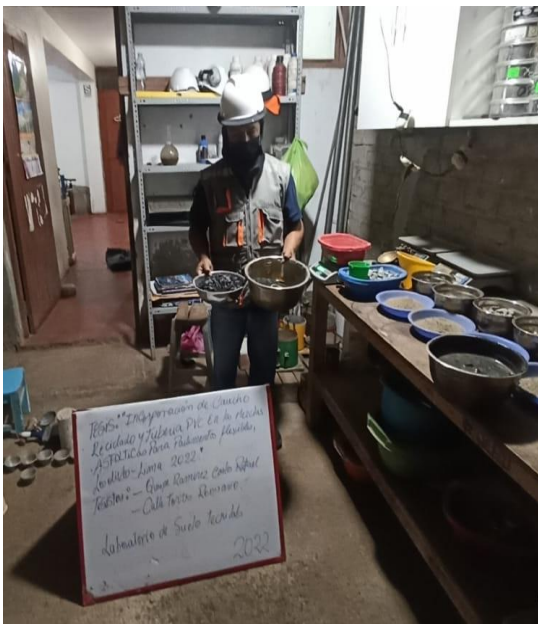


Desmolde de las briquetas



Estabilidad y Flujo Marshall

Ensayo de Marshall con incorporación de caucho y tubería pvc



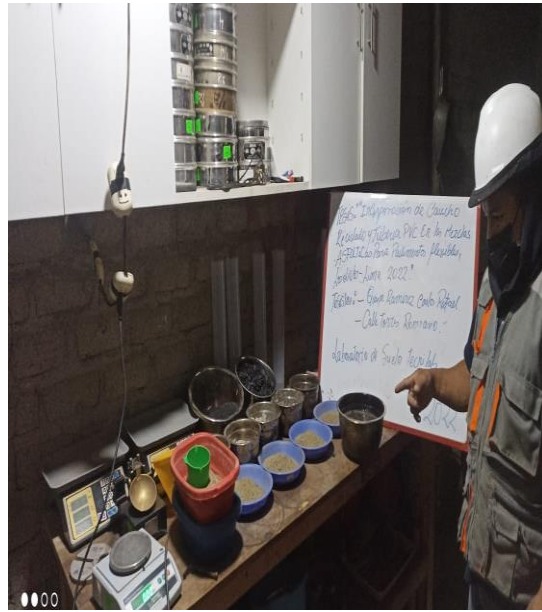
Incorporación de caucho y tubería pvc



Cemento asfáltico



Peso del cemento asfáltico



Agregados a utilizar en la mezcla asfáltica



Compactación de 75 golpes por cara



Briquetas con caucho y pvc
(3%+5%, 4%+10% y 5%+15%)



Estabilidad y flujo con 3%+5%



Estabilidad y flujo con 4%+10%



Estabilidad y flujo con 5%+15%

Ensayo Abrasión Los Ángeles



Cuarteo del agregado grueso



Material tamizado a emplear



Material después del secado en el horno



Colocación en la Máquina Los Ángeles

Ensayo de Partículas Chatas y Alargadas



Material clasificado por tamiz



Material de una cara fracturada

Ensayo de Absorción y Densidad Relativa Agregado Grueso



Tamizado de la muestra



Secado del agregado grueso

Equivalente De Arena



Cuarteo del agregado



Vertido del material en la probeta



Reposo de las probetas por 10 min.



Irrigación de las paredes de la probeta

Análisis Granulométricos de los Agregados



Agitador de tamiz (agregado grueso)



Agitador de tamiz (agregado fino)



Peso de los agregados