



UNIVERSIDAD CÉSAR VALLEJO

FACULTAD DE INGENIERÍA Y ARQUITECTURA

ESCUELA PROFESIONAL DE INGENIERÍA CIVIL

“Análisis comparativo del Pavimento Flexible al aplicársele
Residuos Plásticos Reciclados en la Avenida Los Arquitectos,
Ancón, Lima, 2022”

TESIS PARA OBTENER EL TÍTULO PROFESIONAL DE:

Ingeniero Civil

AUTOR:

Cruzado Molina, Cecilia (ORCID: [000-0002-1113-4405](https://orcid.org/000-0002-1113-4405))

ASESOR:

Mg. Villegas Granados, Luis Mariano (ORCID: [0000-0001-5401-2566](https://orcid.org/0000-0001-5401-2566))

LÍNEA DE INVESTIGACIÓN:

Diseño de Infraestructura Vial.

CALLAO - PERÚ

2021

DEDICATORIA

El presente trabajo de investigación se lo dedico en primer lugar a mis adorados hijos, por ser siempre mi motivación del día a día, porque nunca permitieron que me dé por vencida, a mi amado esposo por su apoyo constante y por siempre empujarme en cada reto que me propongo.

El autor

AGRADECIMIENTO

Agradezco a nuestro creador por concederme salud y sabiduría y por no abandonarme nunca con las metas que me propuse hace años. A los docentes que a lo largo de mi carrera me brindaron las herramientas y me impartieron su conocimiento, necesarios para formarme y desarrollarme como profesional. A mis padres a quienes amo demasiado, por confiar siempre en mí e inculcarme los valores que ahora son muestra de mi desempeño.

El autor

ÍNDICE DE CONTENIDOS

CARÁTULA.....	i
DEDICATORIA.....	ii
AGRADECIMIENTO.....	iii
ÍNDICE DE CONTENIDOS	iv
ÍNDICE DE TABLAS.....	v
ÍNDICE DE FIGURAS	vi
RESUMEN	vii
ABSTRACT	viii
I. INTRODUCCIÓN	1
II. MARCO TEÓRICO	4
III. METODOLOGÍA	10
3.1. Tipo y diseño de investigación Tipo de investigación	10
3.2. Variables y Operacionalización	10
3.3. Población, muestra, muestreo y unidad de análisis	11
3.4. Técnica e instrumentos de recolección de datos.....	12
3.5. Procedimientos	13
3.6. Método de análisis de datos.....	13
3.7. Aspectos éticos	14
IV. RESULTADOS.....	16
V. DISCUSIÓN	24
VI. CONCLUSIONES	28
VII. RECOMENDACIONES.....	29
REFERENCIAS.....	30
ANEXOS	33

ÍNDICE DE TABLAS

Tabla 1 instrumento de recolección de datos	13
Tabla 2 Comparativo estadístico entre la mezcla convencional y a la que se le añadió 5% de residuos plásticos reciclados.....	19
Tabla 3 Diseño estructural del pavimento flexible con 5 % de residuos plásticos reciclado.....	21
Tabla 4 Presupuesto para la fabricación de una mezcla asfáltica convencional...22	
Tabla 5 Presupuesto para la fabricación de una mezcla asfáltica convencional a la cual se le añadió 5% de residuos plásticos reciclados.....	23
Tabla 6 Gradación de la mezcla asfáltica en caliente (MAC).	3
<i>Tabla 1</i> Resumen de valores óptimos por cada porcentaje de residuos plásticos reciclados añadidos	3

ÍNDICE DE FIGURAS

Figura 1 Grafica comparativa entre la mezcla asfáltica convencional y a la que se le añadió 5% de residuos plásticos reciclados	16
Figura 2 Grafica comparativa entre la mezcla asfáltica convencional y a la que se le añadió 5% de residuos plásticos reciclados	17
Figura 3 Grafica comparativa entre la mezcla asfáltica convencional y a la que se le añadió 5% de residuos plásticos reciclados	17
Figura 4 Grafica comparativa entre la mezcla asfáltica convencional y a la que se le añadió 5% de residuos plásticos reciclados	18
Figura 5 Grafica comparativa entre la mezcla asfáltica convencional y a la que se le añadió 5% de residuos plásticos reciclados	19
Figura 6 Grafica comparativa entre la mezcla asfáltica convencional y a la que se le añadió 5% de residuos plásticos reciclados	20

RESUMEN

El Objetivo de la presente investigación es realizar el análisis comparativo del pavimento flexible al aplicársele residuos plásticos reciclados en la Av. Los Arquitectos - Ancón. La Metodología empleada es una investigación aplicada. Con un diseño no experimental, con enfoques cuantitativos aplicando cálculos numéricos, definiendo las variables de estudio, identificación nuestra población de estudio y nuestra muestra que corresponde a un tramo de 400 metros de la Avenida Los Arquitectos, empleando las técnicas de conteo y la observación.

Los resultados obtenidos son que al haber realizado el ensayo Marshall añadiendo 2.5%, 5%, 7.5% y 10% de residuos plásticos reciclados la mezcla asfáltica tradicional, obteniendo un diseño óptimo al incorporar el 5% de residuos plásticos reciclados a la mezcla asfáltica tradicional.

Las conclusiones son que la estabilidad, el flujo y la relación estabilidad/flujo tuvieron una variación importante, mejorando su resistencia a las deformaciones sometidas por las cargas, y a su vez conllevó a un ahorro significativo con respecto al costo por metro cúbico, derivando ello en una estructura del pavimento constituida por una capa de rodadura de 5 cm, una base y sub base granular cada una de 15 cm.

Palabras clave: Mezcla asfáltica tradicional, residuos plásticos reciclados y ensayo Marshall.

ABSTRACT

The objective of this research is to carry out a comparative analysis of the flexible pavement when recycled plastic waste is applied to it on Av. Los Arquitectos - Ancón. The methodology used is an applied research. With a non-experimental design, with quantitative approaches applying numerical calculations, defining the study variables, identifying our study population and our sample that corresponds to a 400-meter section of Los Arquitectos Avenue, using counting techniques and observation.

The results obtained are that having carried out the Marshall test adding 2.5%, 5%, 7.5% and 10% of recycled plastic waste to the traditional asphalt mixture, obtaining an optimal design by incorporating 5% of recycled plastic waste into the traditional asphalt mixture. .

The conclusions are that the stability, the flow and the stability/flow ratio had an important variation, improving its resistance to the deformations subjected by the loads, and in turn led to significant savings with respect to the cost per cubic meter, resulting in a pavement structure consisting of a 5 cm wearing course, a granular base and sub base each 15 cm.

Keywords: Traditional asphalt mix, recycled plastic waste and Marshall test.

I. INTRODUCCIÓN

En el Mundo, lo largo de nuestra existencia, la comunicación siempre fue la base de la interrelación entre sociedades y el progreso de ellas, tanto como en factores sociales y económicos. Al transcurrir del tiempo, el acrecentar de las comunidades se ha visto rectamente relacionado por el gran pedido sobre mayores bienes en distintos ámbitos. Consecuencia de ello origina en la sociedad grandes y trascendentales sucesos, ya que desencadena una manera de comunicación (transporte), de bienes y sobretodo de vínculo entre sociedades: Las Carreteras. Aun teniendo infinidad de medios de transportes tanto marítimos como aéreos, por su efecto en temas de salubridad, la alimentación, temas laborales, formación académica y sobre todo teniendo costos más bajos, los medios de transporte terrestre son sin lugar a duda los que son considerados más importantes para el desarrollo a nivel micro y macro de un país.

En el Perú, las diferencias entre los pavimentos tanto flexibles como rígidos, son varias, tales como los problemas que se presentan en su infraestructura vial la cual no permite conservar durante su utilización la cualidad de su servicio, las cuales inciden en su sustentabilidad, confortabilidad y protección de los consumidores, en pocas palabras presentan en su estructura variadas categorías de deficiencias y fallas. Ancón, el distrito del cual hablaremos no se encuentra lejos de vivir dicha realidad ya que muchos de estos hechos se presentan en todo el tiempo que los pavimentos se mantienen de pie, en gran cantidad. Todo ello es el reflejo del pobre compromiso combinado con la inacción o mantenimiento precario, rutinario y eventual.

En el Distrito, Ancón es uno de los cuarenta y tres distritos de la capital con un crecimiento constante. Teniendo como base las recientemente encuestas realizadas por el organismo encargado de ello, INEI, el mencionado distrito está conformado por un total de 62,928 habitantes, con respecto a su población efectiva, con 299.2 km², con respecto a su extensión territorial y con 220.45 hab/km², con respecto a su densidad demográfica.

Ya que Ancón está viviendo un proceso de desarrollo y en vía de consolidarse, sigue presentando carencias con respecto a sus pobladores y la calidad de vida de los mismos, que paulatinamente va mostrando ciertos cambios a pequeña escala gracias al capital invertido por entidades del sector público como

empresas privadas en estos últimos años en el distrito. La poca existencia de vías pavimentadas es una de las carencias principales del distrito antes mencionado, teniendo esta problemática es que se desarrollara como tema para el presente trabajo de investigación, por la precaria condición en la que se encuentra la Av. Los Arquitectos con respecto a su pavimentación, lo que ha conllevado a desencadenar una innumerable cantidad de problemas broncopulmonares y de la piel, por tales motivos antes mencionados se llevara a cabo el diseño de un pavimento flexible convencional añadiéndole al mismo, residuos plásticos reciclados en este trabajo de investigación, con el afán de erradicar las problemáticas anteriormente descritas, a su vez proporcionar una transitabilidad optima a todo medio de transporte terrestre que circule en la vía materia de análisis y brindar una mejor calidad de vida a sus pobladores.

Partiendo de la problemática ya citada, se plantea de manera general la siguiente interrogante ¿Que resultará del añadir residuos plásticos reciclados al pavimento flexible?

Por ello, este trabajo de investigación nos expone una justificación en el ámbito tecnológico, por el hecho dado que nos proporciona un entendimiento más a fondo con respecto al diseño después de agregársele dichos residuos a la mezcla asfáltica del pavimento, teniendo de propósito incrementar la resistencia, el desempeño y la durabilidad del mismo, características las cuales en la vía de estudio no se encuentran presentes. De la misma forma, se proyecta en el ámbito social la siguiente justificación, debido a que el presente trabajo de investigación es de carácter social, por contemplar mejoras en las condiciones de desarrollo y desenvolvimiento de la comunidad como a su vez para aquellos que circulen por la zona, ya que la experiencia de transitar por dicha zona, mejorara, a su vez también sumara a menguar aquellas enfermedades descritas en párrafos anteriores, las cuales tienen como factor aliado al polvo, que de forma conjunta con los compuestos químicos propios del pavimento que se desprenden, consecuencia del traslado de los vehículos por la vía de estudio; proporcionándole una experiencia y mayor grado de calidad de vida a la comunidad. Por último y no menos importante, presenta en el ámbito económico la siguiente justificación, basándome en la realización de pruebas, el hecho de sumarle estos residuos incrementa de forma notable la resistencia del diseño del pavimento, ello, económicamente hablando, nos brinda una solución para así

amortizar las pérdidas de dinero, perdidas las cuales derivan del mantenimiento que se le aplica al pavimento tradicional de forma constante, no dejando de mencionar también que el proceso de fabricación del mismo es más económico.

Por otro lado, el presente trabajo de investigación establece de forma general la siguiente hipótesis, que sumarle a las mezclas asfálticas los residuos plásticos reciclados trae consigo una notoria mejora si los comparamos con las mezclas asfálticas de uso tradicional en la Av. Los Arquitectos del distrito de Ancón, departamento de Lima. Teniendo, de carácter específico la siguiente primera hipótesis, la cual formula que, en el ámbito de las deformaciones, el sumarles a las mezclas asfálticas, dichos residuos, originan una más elevada resistencia, formuladas respecto a la estabilidad/flujo, por las cargas. En el mismo carácter específico se tiene la siguiente hipótesis segunda, sobre la estabilidad Marshall, que el sumarle a las mezclas asfálticas convencionales los residuos plásticos reciclados, origina una notoria mejoría, la que permite desarrollar un mayor soporte ante cargas mayores, por último la tercera y no menos importante hipótesis específica formula que en el ámbito económico se minimizan notoriamente los gastos generados por el mantenimiento y operatividad en las mezclas asfálticas a las cuales se les sumo los residuos plásticos reciclados.

Hablando de los objetivos, es necesario recalcar que este trabajo de investigación tiene varios objetivos, derivando como objetivo general, realizar el análisis comparativo del pavimento flexible al aplicársele residuos plásticos reciclados en la Av. Los Arquitectos. También, se formulan los objetivos específicos. El primero de ellos, determinar el estado actual del pavimento flexible de la vía materia de estudio. Teniendo como segundo objetivo específico, detallar las características propias de los residuos plásticos reciclados. Como tercer objetivo específico tenemos que definir las características físicas de los materiales del pavimento. Y por último y no menos importante, el cuarto objetivo específico es realizar la comparación del pavimento flexible al aplicársele los residuos plásticos reciclados.

II. MARCO TEÓRICO

Con respecto a los antecedentes destacan: Marcillo (2018) expone en su tesis de título “Evaluación del desempeño del hormigón asfáltico con plástico polietileno reciclado para vías de segundo orden”, presentada para recibir el grado académico de Ingeniero Civil en la Universidad Laica Vicente Rocafuerte de Guayaquil – Ecuador, plantea el siguiente principal objetivo, desarrollar el análisis con respecto al comportamiento al haber sumado plástico polietileno reciclado a la modificación de la mezcla asfáltica convencional. Es necesario acotar con respecto a la metodología usada que es de carácter descriptiva. Teniendo como conclusión general para este trabajo de investigación, que el combinar los estudios se alteró de forma positiva, dando como resultado una composición de 25% Piedra $\frac{1}{2}$ + 20% Piedra $\frac{3}{4}$, 30% agregado fino, de Asfalto un 6.10%, 25% Cisko y Plástico un 3%.

Aimacaña (2017) expone en su tesis de título “Estudio comparativo del comportamiento a compresión de pavimentos asfálticos a base de polímeros y pavimentos flexibles tradicionales”, presentada para recibir el grado académico de Ingeniero Civil en la Universidad Técnica de Ambato – Ecuador, plantea el siguiente principal objetivo, hacer un análisis para evidenciar las diferencias entre ambas briquetas (mezcla asfáltica tradicional y aquella a la que se le sumo polímeros (polietileno) de tapones triturados) y así definir el comportamiento de ellas, consiguiendo así minimizar su impacto medioambiental y al mismo tiempo repotenciar el asfalto y sus características, teniendo como premisa lo señalado en la normativa existente, ASTM D 1559, usando el método Marshall, sumándole plástico en cantidades de 3%, 2% y 1% a la mezcla asfáltica, y así tener los % tanto del óptimo de cemento asfáltico como el idóneo de plástico para las mezclas asfálticas. Es necesario acotar con respecto a la metodología usada que es de carácter descriptiva. Teniendo como conclusión general para este trabajo de investigación, que el % óptimo de C.A. (cemento asfáltico) que a la mezcla asfáltica convencional hay que añadirle es de 6.5% y de 6% y 1% de cemento asfáltico y plástico, respectivamente para la mezcla asfáltica alterada, lo que origina con respecto al porcentaje de vacíos, estabilidad y flujo, un mejor comportamiento y también en el ámbito económico se practicó un análisis comparativo de costos unitarios por metro cúbico en caliente, que en el caso de la mezcla asfáltica convencional la cual ha sido alterada con plástico se tiene como resultado un valor de 103.90 \$/m³,

mientras que para la mezcla asfáltica tradicional se tuvo un valor de 103.20 \$/m³.

Ortiz (2017) expone en su tesis de título “Mezclas asfálticas en caliente adicionando tereftalato de polietileno como agregado por el método de Marshall”, presentada para recibir el grado académico de Ingeniero Civil en la Universidad de San Carlos de Guatemala – Guatemala, plantea el siguiente principal objetivo, realizar un análisis comparativo entre sus propiedades tanto mecánicas como físicas de las mezclas asfálticas (convencional y a la que se le sumo PET). Es necesario acotar con respecto a la metodología usada que es de carácter descriptiva. Teniendo como conclusión general para este trabajo de investigación, que habiendo expuesto a la mezcla asfáltica con PET al método Marshall, se pudo apreciar que dicha mezcla no se comportaba de forma ideal y que ello no llenó las expectativas, las cuales están plasmadas en la norma correspondiente del ASTM.

Arteaga (2018) expone en su tesis de título “Análisis del comportamiento de la base –cemento para pavimentos con adición de Residuos PET Reciclado”, presentada para recibir el grado académico de Ingeniero Civil en la Universidad Católica de Colombia – Colombia, plantea el siguiente principal objetivo, realizar un análisis comparativo con respecto a la base granular alterada con cemento, sumándole 6%, 4% y 2% de material granular, usando los plásticos reciclados, y así poder establecer su importancia como estabilizante al momento de su uso. Es necesario acotar con respecto a la metodología usada que es de carácter descriptiva. Teniendo como conclusión general para este trabajo de investigación, que la característica del PET por ser constante con respecto a su impermeabilidad se pudo apreciar en su punto óptimo, lo que concluyo en que alterar su composición con respecto al contenido de humedad de la base granular, no sería viable, ya que los resultados obtenidos luego de realizarle el ensayo de humedad, fueron satisfactorios.

Buitrago et, al (2017) exponen en su tesis de título “Viabilidad Técnica de obtención de un diseño de mezcla asfáltica adicionada con 1.6% de fibra de PET, con porcentajes de asfalto entre el 4.5% y el 6%, que cumpla con la normatividad del INVIAS”, presentada para recibir el grado académico de Ingeniero Civil en la Universidad Cooperativa de Colombia – Colombia, plantea el siguiente principal objetivo, analizar si técnicamente es viable el sumarle a la mezcla asfáltica, 6% y 4.5% de asfalto y 1.6% de PET, y así poder ceñirse con el cumplimiento de la norma del Instituto Nacional de Vías (INVIAS). Es necesario acotar con respecto a la

metodología usada que es de carácter descriptiva. Teniendo como conclusión general para este trabajo de investigación que, con respecto al contenido de asfalto, la mezcla la cual tenía un % superior al 4.9%, presentaba en su diseño, una mejor estabilidad, ello sustentado bajo el cumplimiento de la norma INVIAS, con respecto a la prueba Marshall realizada, sobre la estabilidad, teniendo como resultados en % del 4.9% a 7% del contenido óptimo de asfalto.

Chochabot (2020) expone en su tesis de título “Diseño de pavimento flexible adecuado para carpeta asfáltica mejorada adicionando residuos plásticos reciclados, enlomas de Carabayllo - Lima - 2020”, presentada para recibir el grado académico de Ingeniero Civil en la Universidad Cesar Vallejo - Perú, plantea el siguiente principal objetivo, rediseñar en la vía materia de estudio, la carpeta asfáltica, luego de sumarle residuos plásticos reciclados a la misma. Es necesario acotar con respecto a la metodología usada que es de carácter descriptiva. Teniendo como conclusión general para este trabajo de investigación, que, con respecto a la rigidez, el sumarle gránulos de plástico, incremento la misma en 180 kg/cm, de la mezcla bituminosa, siendo este aumento en % un valor de 5.45% con respecto a la mezcla asfáltica tradicional, y a su vez también la resistencia de la misma, lo que demuestra que tendrá una mayor vida útil.

Navarro (2017) expone en su tesis de título “Propuesta de diseño de mezclas asfálticas con adiciones de PET”, presentada para recibir el grado académico de Ingeniero Civil en la Universidad Señor de Sipán – Perú, plantea el siguiente principal objetivo, que bajo la adición de PET, rediseñar la mezcla asfáltica, para determinar así del pavimento asfáltico, el flujo y su estabilidad. Es necesario acotar con respecto a la metodología usada que es de carácter descriptiva. Teniendo como conclusión general para este trabajo de investigación, que la utilización del PET, si bien es cierto tiene un impacto favorable, no es recomendable para todo tipo de flujos de tráfico. Considerando lo antes mencionado, el diseño plasmado en este trabajo de investigación solo es aplicable en un tráfico de flujo ligero.

Contreras y Zúñiga (2020) exponen en su tesis de título “Influencia de los desperdicios plásticos en las propiedades mecánicas de las mezclas asfálticas modificadas”, presentada para recibir el grado académico de Ingeniero Civil en la Universidad Ricardo Palma, plantea el siguiente principal objetivo, definir las variaciones en algunas de sus propiedades del ámbito mecánico (flujo, relación de

vacíos y estabilidad) al sumarle a las mezclas asfálticas modificadas, dichos residuos. Es necesario acotar con respecto a la metodología usada que es de carácter descriptiva. Teniendo como conclusión general para este trabajo de investigación, que luego de habersele sumado el plástico a la mezcla asfáltica modificada pudo cumplirse con los parámetros, arrojando en sus resultados un 6% y 1%, de asfalto y plástico, respectivamente, agregándolo en el % de la arena, teniendo como producto, con respecto a su estabilidad un valor de 4600 lb, en relación de vacíos un % del 3% y de flujo un valor de 0.01". A su vez, partiendo de los resultados antes mencionados se logró apreciar que se obtuvo una estabilidad superior a la óptima para la mezcla asfáltica analizada, pero que al mismo tiempo dicha adición de plástico perjudico en gran parte a los criterios para la elaboración del diseño por el método Marshall para las mezclas asfálticas, por incrementar su flujo, es por ello que, si bien es cierto la estabilidad llega a un nivel muy por encima de lo ideal, ello puede desencadenar de manera negativa, ya que perjudica directamente a otras propiedades mecánicas de la misma como por ejemplo la relación de vacíos y el flujo.

Espinoza (2019) expone en su tesis de título "Utilización del plástico PET reciclado como agregado ligante para un diseño de mezcla asfáltica en caliente de bajo tránsito en la ciudad de Huánuco – 2018", presentada para recibir el grado académico de Ingeniero Civil en la Universidad Nacional Hermilio Valdizan de Huánuco – Perú, plantea el siguiente principal objetivo, que bajo la utilización del plástico fundido de PET reciclado, definir sus propiedades tanto en el ámbito físico como en el estructural, de una mezcla asfáltica y su carpeta, para la ciudad materia de estudio con respecto a un flujo vehicular menudo. Es necesario acotar con respecto a la metodología usada que es de carácter descriptiva. Teniendo como conclusión general para este trabajo de investigación, que tomando como sustento lo normado en el MTC y en contraste con la hipótesis planteada y sus resultados obtenidos, se tiene que desarrollando un versus de la mezcla asfáltica convencional y a la que se le ha sumado plásticos PET, la última, se comporta de manera distinta, al mismo tiempo, ambas mezclas asfálticas, no pueden analizarse bajo los mismos indicadores estipulados en las normas, por todo lo antes expuesto, dicho plástico PET solo pudo cumplir función de agregado ligante reemplazando en su totalidad al asfalto tradicional.

Domínguez y Yovera (2020) exponen en su tesis de título “Análisis del efecto de los polímeros en los asfaltos provenientes de la Refinería de Talara a fin de mejorar su comportamiento para su aplicación en los pavimentos de la Ciudad de Piura, Departamento de Piura”, presentada para recibir el grado académico de Ingeniero Civil en la Universidad Privada Antenor Orrego, plantea el siguiente principal objetivo, analizar las consecuencias generadas por la aplicación al asfalto procedente de la mencionada refinería, de los polímeros, para que las características con respecto a su desenvolvimiento se optimicen, y así poder en la ciudad de Piura utilizarlos en los pavimentos flexibles. Es necesario acotar con respecto a la metodología usada que es de carácter descriptiva. Teniendo como conclusión general para este trabajo de investigación, el mostrar los beneficios en sus propiedades al sumarle a la mezcla asfáltica, los polímeros elastoméricos, uno de esos beneficios es con respecto a la resistencia a la abrasión, la cual se incrementa con respecto al asfalto tradicional, en un 40%. Otro de ellos es con respecto a la elasticidad torsional y su recuperación que son del asfalto modificado el 80% y el 8.3% del asfalto ordinario, respectivamente, ello se interpreta en un 800%, aproximadamente, de la diferencia en el ámbito elástico y exhibe un régimen de fatiga ideal.

Ramírez y Tananta (2019) exponen que la característica principal de un asfalto es ser un agregado bituminoso negro. Su composición es fundamentalmente de aceite, asfalto y trementina. Es de vital importancia que sus componentes garanticen su ductilidad, consistencia y principalmente la cohesión del asfalto. El asfalto es de consistencia semisólida y sólida, con propiedades adherentes al aire libre (temperatura exterior). Dicho asfalto es un material el cual deriva del petróleo. (p. 23).

Contreras y Zúñiga (2020) exponen referente al asfalto y sus propiedades, que una mezcla asfáltica buena, logra cumplir las expectativas de las propiedades mecánicas porque está diseñada, fabricada y posicionada y así funcionar como se desea. Propiedades diversas suman a tener una buena condición de los pavimentos de la mezcla asfáltica. Estas propiedades son; estabilidad, flexibilidad, impermeabilidad, resistencia al deslizamiento, manejo, durabilidad y resistencia a la fatiga. (p. 33).

Ramírez y Tananta (2019) exponen que el mencionado tipo de pavimento se distingue por la incorporación de fragmentos de plásticos reciclados, materiales que se encuentran en armonía aun en situación de variaciones de temperatura abruptas, por tal motivo, dichos materiales se adicionan al asfalto para mostrar una mejora con respecto a las propiedades mecánicas y reducir así su sensibilidad frente a las variaciones tanto de temperatura como de humedad. Dichos materiales a su vez poseen características tales como elevar la resistencia a la deformación del pavimento, así como también los esfuerzos repetidos lo que genera la reducción de presentarse hendiduras. (p. 35)

Escobar y Huincho (2017) exponen que la composición estructural de un pavimento flexible está dada por uno o varios estratos de materiales los cuales se encuentran sobre el suelo totalmente asentados, se formulan y elaboran basados en normas técnicas con adecuados materiales y con disposición para afrontar cargas constantes propias del tránsito vehicular, bajo condiciones variadas de clima, sin presentar deformaciones o grietas de forma excesiva y con facultad de ser retransmitidas a la fundación y sub-rasante, sin provocar depresiones o asentamientos de forma excesiva, dentro de los indicadores de serviciabilidad y a lo largo del tiempo para lo cual fue diseñada dicha estructura. (p. 18).

III. METODOLOGÍA

3.1. Tipo y diseño de investigación Tipo de investigación

Con respecto a su finalidad, es del tipo aplicada, debido a que se enfoca directamente a buscar la solución de problemáticas específicas y prácticas en un carácter determinado, basándonos en la preexistencia de información, y no generando nuevos patrones. (Chochabot, 2021).

Diseño de investigación:

Es de carácter no experimental, ya que se desarrolla sin tener la obligación de afectar intencionalmente las variables y únicamente se contempla en estado natural dicho fenómeno, para así luego estudiarlo. A su vez es del tipo transversal o transeccional debido a que recolecta referencias en un lapso específico. (Chochabot, 2021).

Enfoque

Investigación de carácter cuantitativa, ya que tiene como base la recolección de información y así poder sustentar la hipótesis, usando el método de análisis numéricos. (Chochabot, 2021).

3.2. Variables y Operacionalización

Variable cuantitativa 1

Pavimento flexible: Dicho pavimento está representado por un conjunto de estratos granulares, estructura la cual está definida por, base, sub-base y una carpeta como capa de rodadura una carpeta conformada por componentes aglomerantes como bituminosos, agregados y preferentemente que sean aditivos. Fundamentalmente se conceptualiza como carpeta asfáltica sobre capas granulares: tratamiento superficial bicapa, mezclas asfálticas en caliente y frío, mortero asfáltico y micro pavimentos. (Escobar y Huincho, 2017)

Variable cuantitativa 2

Residuos plásticos reciclados: La utilización del plástico en la actualidad viene abarcando muchos sectores de producción, como por ejemplo, recipientes, envases de comida, ropa, bolsas, juguetes, botellas, utensilios, entre muchas otras

cosas más, es por ello que la producción del mismo se vuelve una realidad alarmante, ya que hablando de datos reales, tenemos que son alrededor de 100,000,000 de toneladas por año alterando y siendo un material contaminante del aire, agua y suelo, de dicha cantidad antes mencionada, un aproximado del 80% desemboca en océanos y mares, alterando así la cadena alimenticia de la cual formamos parte, desencadenando una contaminación masiva de los recursos naturales, los que son de vital importancia para nuestro desarrollo, provocando a su vez la presencia de múltiples afecciones y enfermedades.

En el Perú, de la totalidad de desperdicios sólidos, el 9.5% está representado por el plástico.

Partiendo de estudios ya realizados con anterioridad en años pasados, se puede proyectar y estimar un aproximado per cápita de la emisión de desperdicios plásticos, el cual se eleva a aproximadamente 0.06 kg/hab/día, que llevándolo a representación palpable equivaldría a 3 botellas de medio litro o una botella de 3 litros aproximadamente. (Ministerio del Ambiente, 2018).

3.3. Población, muestra, muestreo y unidad de análisis

Población

Cueva y Quispe (2019), se le llama así a la asociación de casos los cuales presentan un sinnúmero de parámetros en común, los cuales brindan un incremento al área de la investigación. (p. 48). Y es por eso que el presente trabajo está conformado por el análisis desarrollado en la Av. Los Arquitectos con una extensión de 4,000 metros.

Muestra

Cueva y Quispe (2019), bajo los planteamientos e hipótesis representados por ellos, llegan a determinar que de darse el caso de que el 100% de los componentes de la investigación fuesen exactamente iguales, la magnitud de la muestra sería totalmente la misma, pero dado el caso de que este no es la situación antes mencionada, se plantea un intervalo, el cual va de 1 al 100% de la población. (p. 48). Por tal motivo se ha tomado como muestra un tramo de 400 metros del pavimento flexible de la Av. Los Arquitectos.

Muestreo

Espinoza (2020), se indica que dicho método se fundamenta científicamente en su base de leyes, las cuales son; aquellas que le brindan su fundamento científico, y dichas leyes son: de la permanencia de los grandes números, de los números pequeños, de la inercia de los grandes números y de la regularidad estadística. (p. 14). Para el muestreo del presente trabajo de investigación se realizaron exploraciones de campo, en las cuales se obtuvieron, cada 100 metros, un total de 4 briquetas a lo largo de dicha distancia de la Av. Los Arquitectos.

3.4. Técnica e instrumentos de recolección de datos

Técnica

Silvestre (2017), señala que la observación como tal se convierte bajo su perspectiva en una de las técnicas más importantes y primordiales con respecto a la obtención y recaudación de datos. Los ensayos de laboratorio serán los métodos, los cuales se aplicarán para la recolección de datos. A dichos ensayos les corresponden sus instrumentos de medición, normados nacionalmente en el MTC e internacionalmente en AASHTO. (p. 51). Partiendo de la metodología mencionada anteriormente el presente trabajo tiene como técnica para desarrollar esta investigación a la observación participante, inspeccionando la zona de estudio, la utilización de ensayos, con los cuales se podrá para adquirir la precisión con respecto al pavimento y a sus características, la interpretación y análisis de la norma actual del MTC y bases bibliográficas con respecto al sumarle residuos plásticos reciclados en los pavimentos de asfalto, y el análisis de aquellos valores los cuales resultaron luego de realizar las múltiples pruebas y así constatar de sus agregados su calidad.

Instrumento de recolección de datos

Arias (2012), señala a cualquier medio o formato a las herramientas sean digitales o impresas, utilizadas para registrar o acopiar datos y así luego poder procesarlas, examinarlas e interpretarlas. (p. 16).

Tabla 2

Instrumento de recolección de datos

TÉCNICA	INSTRUMENTO
Observación participante	Ficha de Observación

Las herramientas que se utilizaron, a continuación, se detallan:

Plantillas de cálculo, las que posibilitan establecer la composición de la estructura luego de sumarle al pavimento flexible los residuos plásticos reciclados y a su vez poder contabilizar los medios de transporte terrestre en la Av. Los Arquitectos y así poder ya establecer el ESAL de diseño.

Análisis granulométricos, ensayos como el Marshall. Además de las fichas de contabilización y observación, para analizar la vía materia de estudio y la serviciabilidad de ella.

3.5. Procedimientos

Estudio de trabajos de investigación ya realizados tanto en el ámbito atmosférico como de carácter ambiental en Ancón, ensayos para determinar la composición tanto química como física de los materiales usados, ensayos de laboratorio realizados al pavimento flexible luego de añadirle los porcentajes de residuos plásticos ya mencionados en el presente trabajo, y estos son: Diseño de mezcla del pavimento flexible con la adición de los porcentajes correspondientes de residuos plásticos reciclados, realización de la mezcla del pavimento flexible, pruebas luego de habersele añadido residuos plásticos reciclados en los porcentajes correspondientes al pavimento flexible, versus entre los valores obtenidos luego de realizar dichos ensayos, por último conclusiones finales y recomendaciones con respecto a la utilización de los residuos plásticos reciclados.

3.6. Método de análisis de datos

Se utilizó Autocad para poder graficar el área (Av. Los Arquitectos – Ancón) para el trabajo de investigación, se trabajó con Google Earth para ubicar la zona de la investigación, tablas de Excel donde se graficaron las tablas comparativas de

porcentajes, Fichas Técnicas que se utilizaron en laboratorio y en el conteo vehicular de la zona.

3.7. Aspectos éticos

El presente trabajo de investigación está basado en principios éticos y valores, de acuerdo a reglas, relacionadas con las de derecho de autoría. Así mismo, es muy importante mencionar que se respeta todo lo estipulado en el estilo APA 7ma Edición. Cabe mencionar que, en el proceso del presente trabajo de investigación, siempre se tuvo especial cuidado con el medio ambiente y de quienes lo habitan, lo que se adhiere a los estándares establecidos por la entidad competente, Ministerio de Transporte y Comunicaciones.

Justicia

Con el principio de justicia dentro de este trabajo de investigación la autora se envuelve a dar un trato igualitario a las personas, aunque eso debería ser un hábito de vida, por lo que se responde el mismo para todos los colaboradores indistintamente de la raza, credo, sexo o condición social.

Cuidado con el medio ambiente

Con este trabajo de investigación se busca contemplar mejoras en las condiciones de desarrollo y desenvolvimiento de la comunidad como a su para aquellos que circulan por la zona, ya que la experiencia de transitar por dicha zona, mejorara, a su vez también sumara a menguar aquellas enfermedades, las cuales tienen como factor aliado al polvo.

Beneficencia

El principio de la beneficencia busca tener un impacto positivo en la usuaria involucrada en el presente trabajo de investigación.

Competencia profesional y científica

Con este principio se busca la obtención de buenos resultados de acuerdo al ensayo de Marshall que se realizará en un laboratorio, ya que así garantizará que habrá una mejora en cuanto al comportamiento de la mezcla asfáltica frente a

agentes externos luego de habersele añadido residuos plásticos reciclados a la misma.

Respeto a la propiedad intelectual

Bajo este principio, todos los resultados que se obtengan mediante el laboratorio son de autoría única y exclusivamente de la autora. Así mismo se garantiza a la no incurrancia en el plagio de otras investigaciones afines.

Autonomía

Con este principio la tesista es participe de la investigación, elige su participación o retiro de la investigación en el momento que vea por conveniente.

No maleficiencia

El principio de no maleficiencia se basa en tener la obligación de no infringir daño intencionalmente.

IV. RESULTADOS

Luego de analizar las mezclas asfálticas añadiéndole 2.5%, 5%, 7.5% y 10%, de residuos plásticos reciclados, se pudo determinar que a la mezcla que se le agregó 5% es la más óptima, teniendo como resultado una estructura formada por tres estratos, el primero una capa de rodadura de 5 cm. de residuos plásticos reciclados, el segundo, 15 cm. de base y 15 cm. de sub base granular. Ello favorece en conservar el % de contenido de cemento asfáltico y al mismo tiempo incrementar la estabilidad y flujo de dicha mezcla, mostrando una mejor resistencia frente a las deformaciones.

Figura 1

Grafica comparativa entre la mezcla asfáltica convencional y a la que se le añadió 5% de residuos plásticos reciclados.

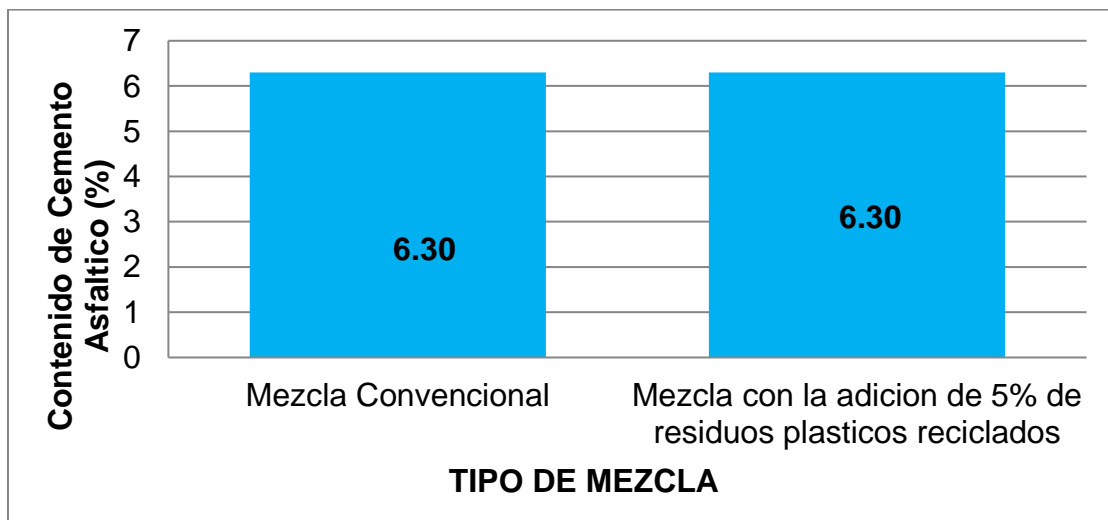


Figura 2

Grafica comparativa entre la mezcla asfáltica convencional y a la que se le añadió 5% de residuos plásticos reciclados

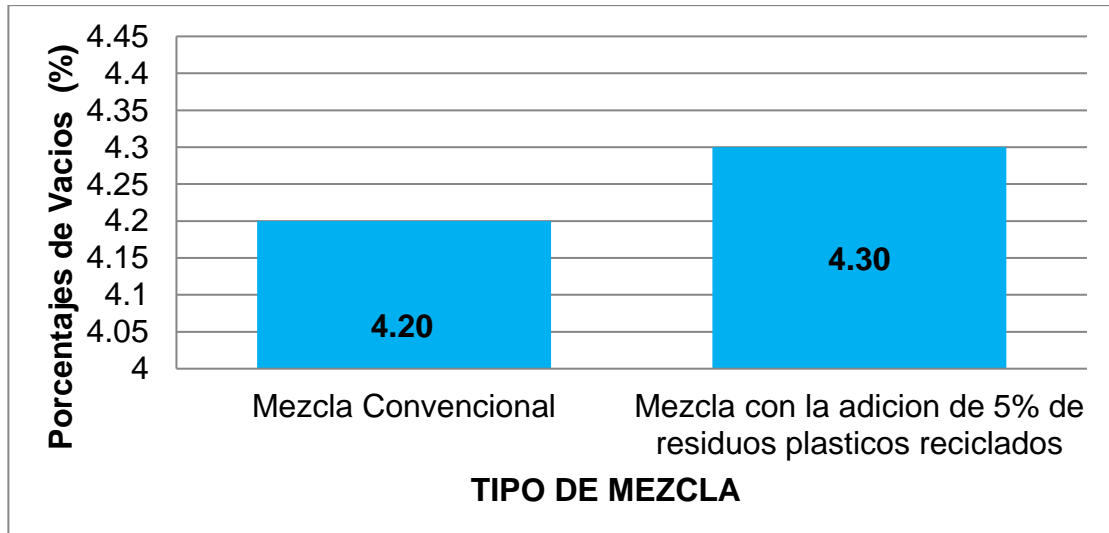


Figura 3

Grafica comparativa entre la mezcla asfáltica convencional y a la que se le añadió 5% de residuos plásticos reciclados.

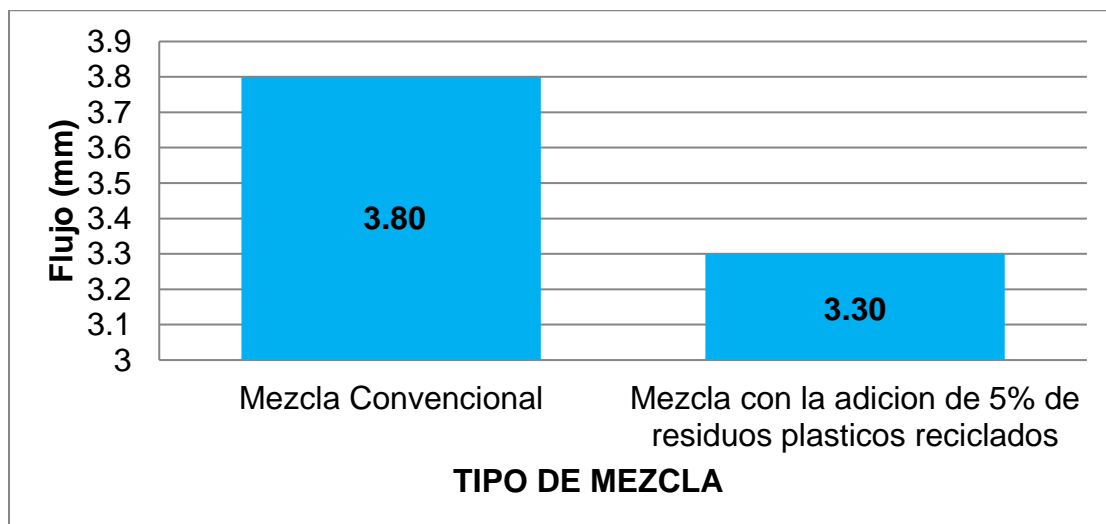


Figura 4

Grafica comparativa entre la mezcla asfáltica convencional y a la que se le añadió 5% de residuos plásticos reciclados

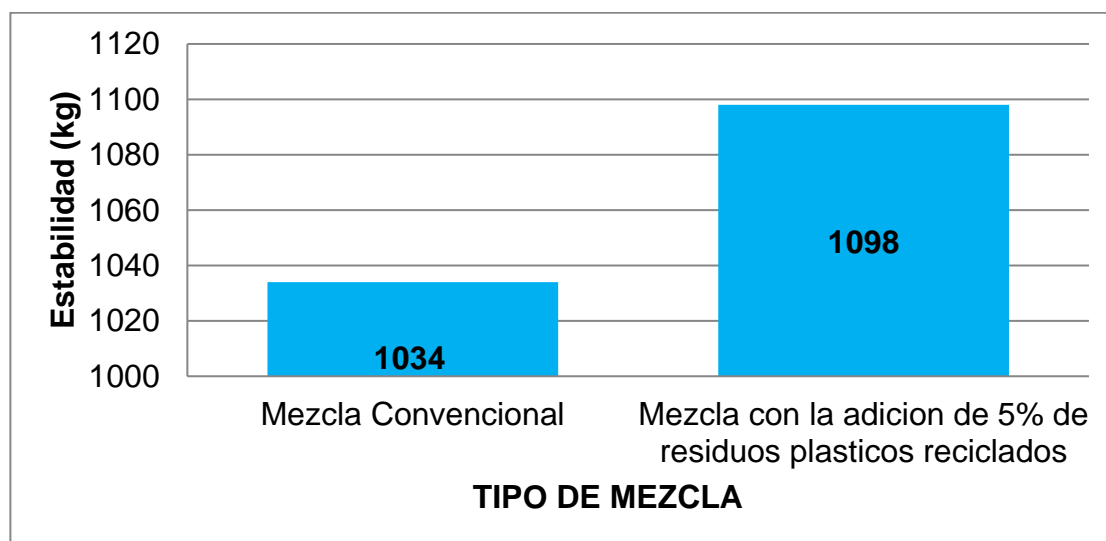


Tabla 2

Comparativo estadístico entre la mezcla convencional y a la que se le añadió 5% de residuos plásticos reciclados.

Parámetros de diseño	Mezcla asfáltica convencional	Mezcla asfáltica con residuos plásticos reciclados
% de contenido óptimo de c. asfáltico.	6.30	6.30
% de vacíos	4.20	4.30
% de V.M.A	19	18.7
% de Vacíos Llenos de Cemento Asfáltico	80	76
Flujo (mm)	3.8	3.3
Estabilidad (kg)	1034	1098
Relación E/F (kg/cm)	3141	3333

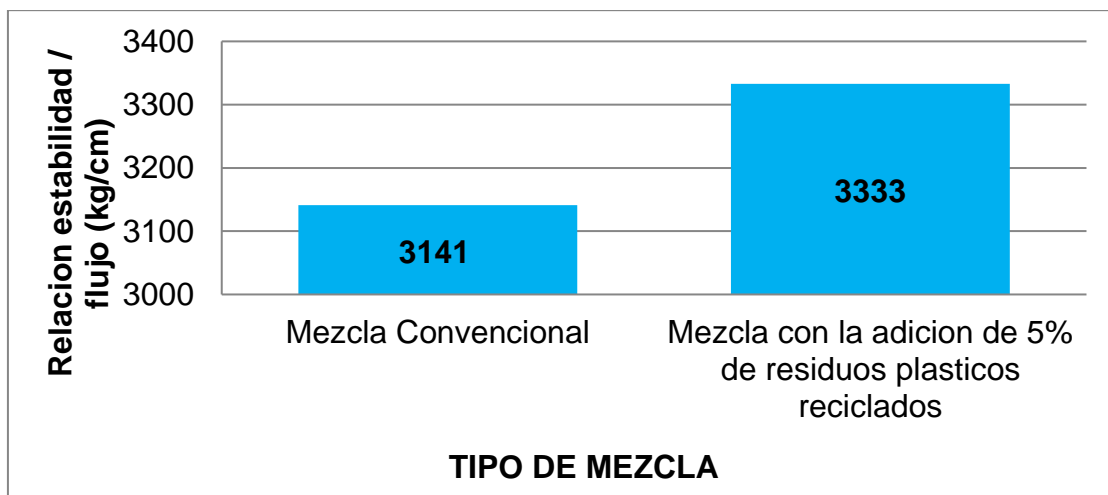
Tabla 3

Diseño estructural del pavimento flexible con 5 % de residuos plásticos reciclados

Capa de rodadura	e = 5.00 cm
Base granular	e = 15.00 cm
CBR = 98.95 % GC: 100% MDS	
Sub base granular	e = 15.00 cm
CBR = 87.85% GC: 95% MDS	

Figura 5

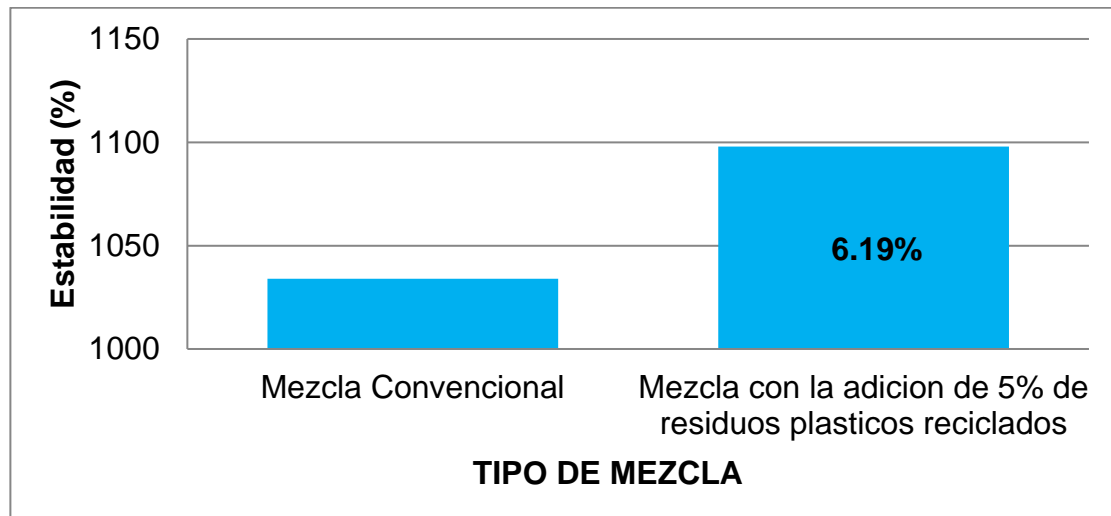
Grafica comparativa entre la mezcla asfáltica convencional y a la que se le añadió 5% de residuos plásticos reciclados



Con respecto al desenvolvimiento de la mezcla asfáltica, se mejoró la relación estabilidad/flujo, agregándole 5% de residuos plásticos reciclados a la mezcla asfáltica convencional, teniendo un resultado de 192 kg/cm como variación del mismo, que en consecuencia mejora con respecto a la recuperación frente a las deformaciones constantes provenientes de las cargas en exceso y se tiene un mejor grado de deformación.

Figura 6

Grafica comparativa entre la mezcla asfáltica convencional y a la que se le añadió 5% de residuos plásticos reciclados



Ya teniendo como porcentaje de incorporación de residuos plásticos reciclados un 5% y según lo obtenido en el ensayo Marshall, se determinó un incremento en la estabilidad de la mezcla asfáltica convencional, elevando así su resistencia en 64 kg, que equivale aproximadamente a un aumento del 6.19% con respecto a una mezcla asfáltica convencional.

Tabla 4*Presupuesto para la fabricación de una mezcla asfáltica convencional.*

MEZCLA ASFALTICA CONVENCIONAL					
Partida	Fabricación de mezcla MAC-2 PEN60-70				
Rendimiento	m3/día				
Costo unitario por m3	S/.733.66	Sin IGV			
MANO DE OBRA	Unidad	Cuadrilla	Cantidad	Precio S/.	Parcial S/.
Operario	hh	1.000	0.0259	23.17	0.60
Oficial	hh	1.000	0.0259	18.31	0.47
Peón	hh	1.000	0.0790	16.56	1.31
MATERIALES	Unidad	Cuadrilla	Cantidad	Precio S/.	Parcial S/.
Grava chancada	m3	-	0.5700	92.45	52.697
Arena Natural	m3	-	0.4400	54.25	23.87
Arena Chancada	m3	-	0.4400	84.11	37.008
Petróleo diésel B5	gal	-	6.0748	11.26	68.402
Cemento asfáltico	gal	-	40.000	11.05	442.00
Adherente	kg	-	0.7930	34.95	27.715
Cal hidratada	Kg	-	44.0200	0.93	40.939
EQUIPOS Y HERREMIENTAS	Unidad	Cuadrilla	Cantidad	Precio S/.	Parcial S/.
Herramienta Manuales	%MO	-	0.0300	2.39	0.072
Grupo electrógeno 230hp 205kw	hm	-	0.0267	153.66	4.103
Grupo electrógeno 116hp 122kw	hm	-	0.0267	105.15	2.808
Cargador sobre llantas 125-155hp 3 y d3	hm	-	0.0546	176.89	9.658
Planta de asfalto de 60- 115 ton/hr.	hm	-	0.0267	800	21.36
				Costo total por m3	733.66

Tabla 5

Presupuesto para la fabricación de una mezcla asfáltica convencional a la cual se le añadió 5% de residuos plásticos reciclados.

ADICION DE 5% DE RESIDUOS PLÁSTICOS RECICLADOS A LA MEZCLA ASFALTICA CONVENCIONAL					
Partida	Fabricación de mezcla MAC-2 PEN60-70				
Rendimiento	m3/día				
Costo unitario por m3	S/.720.708	Sin IGV			
MANO DE OBRA	Unidad	Cuadrilla	Cantidad	Precio S/.	Parcial S/.
Operario	hh	1.000	0.0259	23.17	0.60
Oficial	hh	1.000	0.0259	18.31	0.47
Peón	hh	1.000	0.0790	16.56	1.31
MATERIALES	Unidad	Cuadrilla	Cantidad	Precio S/.	Parcial S/.
Grava chancada	m3	-	0.5700	92.45	52.697
Arena Natural	m3	-	0.4400	54.25	23.87
Arena Chancada	m3	-	0.4400	84.11	37.008
Petróleo diésel B5	gal	-	6.0748	11.26	68.402
Cemento asfáltico	gal	-	40.000	11.05	442.00
Gránulos de plástico	kg	-	5.0000	11.27	56.35
EQUIPOS Y HERREMIENTAS	Unidad	Cuadrilla	Cantidad	Precio S/.	Parcial S/.
Herramienta Manuales	%MO	-	0.0300	2.39	0.072
Grupo electrógeno 230hp 205kw	hm	-	0.0267	153.66	4.103
Grupo electrógeno 116hp 122kw	hm	-	0.0267	105.15	2.808
Cargador sobre llantas 125-155hp 3 y d3	hm	-	0.0546	176.89	9.658

Planta de asfalto de 60- 115 ton/hr.	hm	-	0.0267	800	21.36
				Costo total por m3	720.708

Tabla 6

Comparativo de presupuestos de fabricación de la mezcla asfáltica convencional y la mezcla asfáltica convencional a la cual se le añadió 5% de residuos plásticos reciclados.

Detalle	Mezcla Asfáltica tradicional	Mezcla asfáltica con plástico reciclado	Diferencia
Costo de Mezcla (m3)	S/. 733.66	S/. 720.708	1.77%
Ahorro por (m3)		S/. 12.952	

Bajo el proceso de fabricación de ambas mezclas se pudo comprobar la rentabilidad de añadirle a la mezcla asfáltica convencional, residuos plásticos reciclados en un 5%, lo que por metro cubico nos brinda S/. 12.952 soles menos de gasto, teniendo así un ahorro global significativo de la mezcla.

V. DISCUSIÓN

Con respecto a los residuos plásticos reciclados, 5% el porcentaje óptimo a añadir la mezcla asfáltica convencional, ello de acuerdo a los resultados obtenidos en las figuras del 2 al 5 y las tablas 2 y 3. Teniendo como resultados, lo siguiente, en primer lugar una estructura formada por tres estratos, el primero una capa de rodadura de 5 cm. de residuos plásticos reciclados, el segundo, 15 cm. de base y 15 cm. de sub base granular, 4.30% de porcentaje de vacíos y un 6.30% de contenido óptimo de cemento bituminoso. Luego de realizar la inspección en la Av. Los Arquitectos, se pudo determinar un deterioro considerable a pesar del poco tiempo de vida del mismo, siendo este un pavimento flexible, por tal motivo en el presente trabajo de investigación se ha previsto mejorar a la carpeta asfáltica en sus condiciones mecánicas por intermedio de residuos plásticos reciclados en la Avenida Los Arquitectos, y con ello contrarrestar los problemas ocasionados, tanto a quienes viven en la zona, como a los vehículos que transitan por la misma.

Lo relatado en el anterior párrafo se contrapone con lo señalado por Ortiz (2017) en la tesis con título, "Mezclas asfálticas en caliente adicionando tereftalato de polietileno como agregado por el método de Marshall", quien obtuvo similares resultados al haberse obtenido una mejor optimización al añadirsele residuos plásticos reciclados a las mezclas asfálticas lo que derivó en comprobar una mejoría con respecto a sus características mecánicas por un porcentaje del 0.5% con respecto a la relación al peso de la muestra de sumarle residuos plásticos reciclados.

Por todo lo antes mencionado, se considera viable, ya que se presenta una mejoría considerable con respecto a sus características mecánicas de la mezcla asfáltica sumándole residuos plásticos reciclados en contraste con la mezcla asfáltica convencional de la Avenida Los Arquitectos en el distrito de Ancón, además, sabiendo que esto se ha conseguido, está en concordancia con lo señalado en los objetivos referente a la Avenida Los Arquitectos.

La metodología la cual ha sido desarrollada, es la adecuada, ya que permitió poder demostrar las desigualdades entre sus características del ámbito mecánico, tanto del pavimento flexible convencional como del que se le ha sumado residuos

plásticos reciclados, con la cual se pudo definir los estratos del pavimento en la Av. Los Arquitectos.

Teniendo como fundamento la figura 6, el resultado de lo conseguido en la misma, se pudo determinar un aumento de 192 kg/cm con respecto a la relación estabilidad/flujo luego de habersele añadido residuos plásticos reciclados en un 5% a la mezcla asfáltica convencional en contraste con aquella a la que no se le ha adicionado, ello representa un 6.11% de incremento, por consiguiente se puede determinar que el añadirle a la mezcla asfáltica convencional un porcentaje del 5% de residuos plásticos reciclados presenta una mejora importante respecto a su relación estabilidad/flujo, derivando a su vez en prolongar su vida útil por presentar una mejor respuesta frente a las deformaciones del propio pavimento.

Lo relatado en el anterior párrafo se contrapone con lo señalado por Chochabot (2020) en la tesis con título “Diseño de pavimento flexible adecuado para carpeta asfáltica mejorada adicionando residuos plásticos reciclados, en Lomas de Carabayllo - Lima - 2020”, la cual al indicar que si se le adiciona a la mezcla asfáltica convencional un porcentaje de residuos plásticos reciclados se obtuvo resultados igual de favorables, como por ejemplo respeto a la repotencialización de la transitabilidad de la vía estudiada, debido a que existe una variación significativa de 180 kg/cm, luego de habersele aplicado residuos plásticos reciclados en el porcentaje señalado, con respecto a su rigidez (relación estabilidad/flujo), originando en contraste con la mezcla asfáltica convencional una variación al alza del 5.45%.

Por todo lo antes mencionado, se considera viable, puesto que avala lo planteado en los objetivos (determinación de aumento o disminución de la rigidez (relación estabilidad/flujo) en cuanto a de las deformaciones constantes y su resistencia frente a las mismas, cuando se le añade residuos plásticos reciclados a las mezclas asfálticas convencionales), ya que en atención a las cargas y las deformaciones provocadas por las mismas, muestran una más elevada resistencia entre las mezclas asfálticas convencionales y las mezclas a las que se le ha añadido residuos plásticos reciclados.

La metodología la cual ha sido desarrollada, es la adecuada, ya que el habersele añadido residuos plásticos reciclados a la mezcla asfáltica convencional

se pudo determinar en kg/cm la rigidez que puede debido a que permitió determinar la rigidez del pavimento en kg/cm que puede tolerar la misma.

Basado en los resultados obtenidos de la figura 7, la cual nos exhibe la confrontación de ambas mezclas asfálticas del ensayo de estabilidad Marshall, se pudo establecer que existe una variación de 64 kg. de carga adicional, luego de habersele añadido a la mezcla asfáltica 5% de residuos plásticos reciclados, que equivale en relación a la mezcla asfáltica convencional un adicional de 6.19%.

Lo relatado en el anterior párrafo se contrapone con lo señalado por Contreras y Zúñiga (2020) en la tesis con título “Influencia de los desperdicios plásticos en las propiedades mecánicas de la mezclas asfálticas modificadas” quienes con respecto a las propiedades tales como porcentajes de vacíos, flujo y estabilidad obtuvieron una considerable mejora, luego de haber cumplido con todos los lineamientos generales al habersele adicionado plástico a la mezcla asfáltica modificada y así obtener en su trabajo de investigación, mediante los ensayos realizados, similares resultados, como es el caso de la estabilidad al obtener 2086.5 kg.

Por todo lo antes mencionado, se considera viable, puesto que es compatible con los objetivos, siendo uno de estos que luego de habersele adicionado a la mezcla asfáltica convencional, los residuos plásticos reciclados, se pueda determinar la variación de soportar cargas mayores, es decir, el aumento o disminución de la estabilidad Marshall.

La metodología la cual ha sido desarrollada es la adecuada, dado que luego de añadirsele residuos plásticos reciclados al pavimento mejorado se pudo definir la carga que soporta el mismo.

Basado en las tablas 4, 5 y 6, y en los resultados obtenidos de las mismas, se pudo apreciar que contribuyo en mucho el habersele añadido residuos plásticos reciclados y así poder mantener el % de asfalto y así mejorar sus propiedades físicas en relación a la mezcla asfáltica convencional, esto dado a que formulando el diseño del pavimento flexible se obtuvo una estructura formada por tres estratos, el primero una capa de rodadura de 5 cm. de residuos plásticos reciclados, el segundo, 15 cm. de base y 15 cm. de sub base granular, bajo los lineamiento emitidos por el MTC (estipulado en la norma EG-2013), que en comparativo entre

la mezcla asfáltica convencional y la mezcla a la que se le ha añadido residuos plásticos reciclados, hablando de m³ y el costo que genera ello por la elaboración de los mismos, se obtuvo S/. 12.952 soles/m³ de ahorro entre ambas mezclas ya mencionadas.

Lo relatado en el anterior párrafo se contrapone con lo señalado por Aimacaña (2017) en la tesis titulada “Estudio comparativo del comportamiento a compresión de pavimentos asfálticos a base de polímeros y pavimentos flexibles tradicionales” el cual obtuvo resultados similares con respecto a los pavimentos flexibles tradicionales frente a los que se les ha agregado los polímeros, dado que luego de desarrollar su planteamiento tuvo una disminución por metro cubico en la elaboración del pavimento de 0.70 dólares/m³ entre los pavimentos ya antes mencionados.

Por todo lo antes mencionado, se considera viable, ya que es compatible con los objetivos, el cual uno de ellos consiste en determinar, luego de habersele añadido a la mezcla asfáltica convencional los residuos plásticos reciclados, el ahorro de fabricación que ello genera frente al costo de fabricación generado por la mezcla asfáltica convencional, que sumado a ello conlleva gastos operativos y de mantenimiento.

La metodología la cual ha sido desarrollada es la adecuada, debido a que se evidencia que la formulación de una mezcla después de habersele añadido residuos plásticos reciclados nos genera un ahorro significativo con respecto a la fabricación de una mezcla asfáltica convencional.

VI. CONCLUSIONES

1. De acuerdo al primer objetivo, se pudo determinar las condiciones actuales en las que la vía materia de investigación se encuentra y analizar una posible acción para menguar la situación de la misma.
2. De acuerdo al segundo objetivo, se analizó las características y propiedades tanto mecánicas como físicas de los residuos plásticos reciclados y su posible aporte a mejorar las condiciones del pavimento analizado en la Av. Los Arquitectos.
3. De acuerdo al tercer objetivo, se define las características físicas de los componentes del pavimento de la vía materia de estudio.
4. De acuerdo al cuarto objetivo, bajo los estudios realizados se pudo establecer las diferencias entre una mezcla asfáltica convencional y una a la que se le ha añadido residuos plásticos reciclados.

VII. RECOMENDACIONES

Recomiendo en primer lugar analizar las condiciones en la que se encuentra una vía para su posterior análisis y determinar así de qué manera se podrá trabajar la solución de la misma.

Recomiendo realizar un análisis de la composición de los residuos plásticos reciclados y así poder determinar si será favorable el añadirlo a las mezclas asfálticas convencionales.

Recomiendo conocer las características físicas de la via materia de investigación y así poder establecer que acción o reaccionan podrán tener ante la adición de algún componente.

Recomiendo la reutilización de los plásticos en general y en particular la de los mencionados en el presente trabajo de investigación, para poder así menguar el gran déficit que tenemos con respecto al cuidado del medio ambiente, que tanto nos aqueja, no solo en el distrito, si no al planeta entero.

REFERENCIAS

- Buitrago, Onofre y Sierra (2017) Viabilidad Técnica de obtención de un diseño de mezcla asfáltica adicionada con 1.6% de fibra de Pet, con porcentajes de asfalto entre el 4.5% y el 6%, que cumpla con la normatividad del INVIAS” - Universidad Cooperativa De Colombia - COLOMBIA
- Marcillo (2018) *Evaluación del desempeño del hormigón asfáltico con plástico polietileno reciclado para vías de segundo orden* - Universidad Laica Vicente Rocafuerte de Guayaquil – ECUADOR
- Aimacaña (2017) *Estudio comparativo del comportamiento a compresión de pavimentos asfálticos a base de polímeros y pavimentos flexibles tradicionales*. Universidad Técnica De Ambato – ECUADOR
- Ortiz (2017) *Mezclas asfálticas en caliente adicionando tereftalato de polietileno como agregado por el método de Marshall* - Universidad de San Carlos de Guatemala, - GUATEMALA
- Arteaga (2018) *Análisis del comportamiento de la base – cemento para pavimentos con adición de Residuos PET Reciclado*. Universidad Católica de Colombia - COLOMBIA
- Navarro (2017) *Propuesta de diseño de mezclas asfálticas con adiciones de PET*. Universidad Señor de Sipan - Pimentel – Perú
- Chochabot (2020) *Diseño de pavimento flexible adecuado para carpeta asfáltica mejorada adicionando residuos plásticos reciclados, en lomas de Carabayllo - Lima – 2020*. Lima – Perú
- Escobar y Huincho (2017) *Diseño De Pavimento Flexible, Bajo Influencia De Parámetros De Diseño Debido Al Deterioro Del Pavimento En Santa Rosa – Sachapite, Huancavelica – 2017*. Universidad Nacional De Huancavelica – Huancavelica – Perú
- Ramírez y Tananta (2019) *Diseño de carpeta asfáltica aplicando gránulos de plástico reciclado para mejorar la transitabilidad del Jr. San Martín, distrito de Tabalosos-2018*. Universidad Cesar Vallejo – Tarapoto – Perú
- Contreras y Zúñiga (2020) *Influencia de los desperdicios plásticos en las propiedades mecánicas de las mezclas asfálticas modificadas*. Universidad Ricardo Palma – Lima – Perú

- Monsalve Escobar, L., Giraldo Vasquez, L. y Maya Gaviria, J. (2012) *Diseño de Pavimento Flexible y rígido*. Ciudad de Armenia – COLOMBIA
- Cueva y Quispe (2019), *Diseño de mezcla asfáltica en caliente incorporando Pet en la calle las Amapolas de la Asoc. Nueva Primavera, Santa Clara-2019*- Universidad Cesar Vallejo - Lima – PERÚ
- Espinoza (2020), *Utilización Del Plástico Pet Reciclado Como Agregado Ligante Para Un Diseño De Mezcla Asfáltica En Caliente De Bajo Transito En La Ciudad De Huanuco-2018* - Universidad Nacional “Hermilio Valdizán” De Huánuco - Huánuco – PERU
- Silvestre (2017), *Comparación técnica y económica entre las mezclas asfálticas tradicionales y reforzadas con plástico reciclado en la ciudad de lima-2017* - Universidad Cesar Vallejo - Lima – PERU
- Yang Ming, Ping Chen, Ling Li, Guoxing Gan and Gelin Pan. (2021). A Comprehensive Review on the Utilization of Recycled Waste Fibers in Cement-Based Composites, 28, 5-10.
- J. Santos, A. Pham, P. Stasinopoulos, and F. Giustozzi (2020). Recycling waste plastics in roads: A life-cycle assessment study using primary data, 4, 5-15.
- Tom Pyle (2020), Use of Recycled Plastic in Asphalt and Concrete Pavement Applications, 38, 15-20.
- Andrew Papacostas (2021), Use of Road-grade Recycled Plastics for Sustainable Asphalt Pavements, 48, 6-15.
- Cristina Oreto, Francesca Russo, Rosa Veropalumbo, Nunzio Viscione, Salvatore Antonio Biancardo and Gianluca Dell’Acqua (2021), Life Cycle Assessment of Sustainable Asphalt Pavement Solutions Involving Recycled Aggregates and Polymers, 24, 15-20.
- Gaurav Jain, Balram Singh Rajput and Sachindra Pratap Sing Rajawat (2021), Characterization of waste plastic in flexible pavement, 9, 2-9
- Tareq Rahman, Filippo Giustozzi and Abbas Mohajerani (2020), Recycling of Waste Materials for Asphalt Concrete and Bitumen: A Review, 22, 3-17.
- Filippo Giustozzi, Sabzoi Nizamuddin (2021), Plastic Waste for Sustainable Asphalt Roads 1st Edition, 300, 30-51.
- Hasan Ozer, John F. Rushing and Zhen Leng (2021) Airfield and Highway Pavements 2021: Pavement Materials and Sustainability 51, 6-12.

- S. Potnis, A. Goel and A. Biswas (2020), Comparison of waste plastic modified versus conventional bituminous roads in Pune city: A case study, 9, 2-7.
- Paul Nieldi, Alexander Gangis, Tara Nitz, Florian Riedi, Anna Gergly and Thomas Cugnon (2021), *Plastics Recycling World*, 46, 6-8.
- Cesar Tirado, Soheil Nazarian, Cesar Carrasco and Shahram Misaghi (2021), Impact of Pavement Roughness and Suspension Systems on Vehicle Dynamic Loads on Flexible Pavements, 26, 7-15.
- Vinayaka Naik (2019), Use of Waste Plastics in Flexible Pavement of Construction, 206, 2-5.
- Gerardo Flintsch, Imad L. Al-Qadi, Hasam Ozer and John Harvey (2020), Proceedings of the International Symposium on Pavement. Roadway, and Bridge Life Cycle Assessment 2020, 556, 15-20.
- John F. Rushing, Zhen Leng and Hasan Ozer (2021), Airfield and Highway Pavements 2021: Pavement Materials and Sustainability. 399, 172-181
- Kristina Smith (2020), Bitumen technology: three ways to more sustainable roads, 9, 4-8.
- Alireza Azarhoosh, Mehdi Koohmishi and Gholam Hossein Hamedei (2021), Rutting Resistance of Hot Mix Asphalt Containing Coarse Recycled Concrete Aggregates Coated with Waste Plastic Bottles, 11, 4-7.
- Richard Ji, Pengyu Xie, Hao Wang and Jeff Gagnon (2021), Road Materials and Pavement Design, volumen 22, 125, 60-74.
- DeAnne Toto (2021), UK-based company that recycles plastic in asphalt to expand to US, 7, 3-5.
- Avinash B. Kokare, Abhinav S. Salunkhe and Chetan R. Limkar (2021) Utilization of Waste Plastic for Bituminous Mix for Improved Performance of Roads, 6, 2-5.

ANEXOS

Instrumento de recolección de datos

Figura 7. Ubicación de la zona en estudio.



Figura 8. Plano de ubicación



Figura 9. Conteo vehicular.

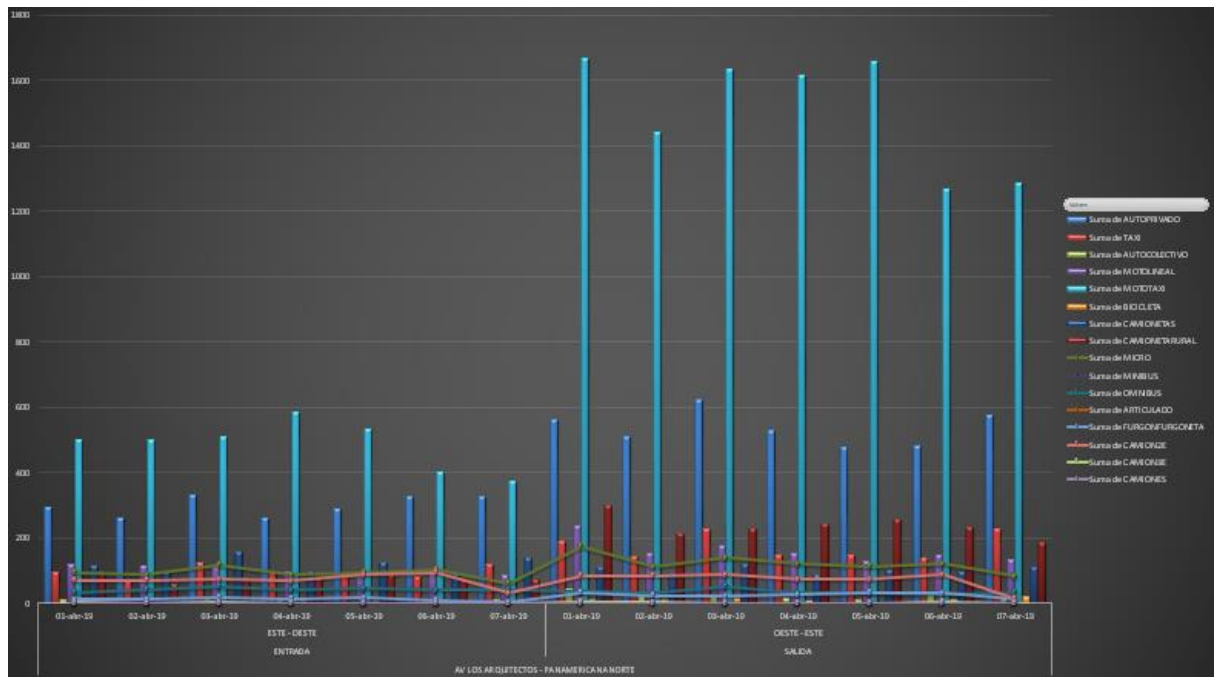


Figura 10. Fichas técnicas de conteo vehicular.

FORMATO DE CLASIFICACION VEHICULAR
ESTUDIO DE TRAFICO

AV Los Arquitectos
AV Los Arquitectos Panamericana Nueva

16

HORA	AUTOPREMIADO	TAXI	AUTOCOLETIVO	MOTOCICLETA	BICICLETA	CARROJETERA	CARROJETERA RURAL	MICRO	MINIBUS	OMNIBUS	ARTICULADO	FURGONETILLA	CAMION	CAMIONETA	CAMION
6:00			-												
6:15		(4)	-		(5)				(3)						
6:30															
6:45		(4)			(1)				(3)					(2)	
7:00															
7:15		(2)	(1)		(3)									(1)	
7:30					(1)				(2)					(1)	
7:45		(2)													
7:55		(2)			(3)			(1)	(2)					(2)	
OBSERVACIONES:	(12)		(1)		(13)			(1)	(10)					(6)	

FORMATO DE CLASIFICACION VEHICULAR
ESTUDIO DE TRAFICO

17

ESTACION: Al Los Arzu
 SERVICIO: Al Los Arzu
 INGENIERO: _____

HORA	AMF (CAMION)	TOT	LIB (CAMION)	MOT (MOTO)	OTRO	BICICLO	OTRO	OTRO	OTRO	OTRO	OTRO	OTRO	OTRO	OTRO	OTRO	OTRO	OTRO
8:30		11															
8:45		2															
8:45		11															
8:45		2															
8:45		11															
8:45		3															
8:45		1															
8:45		1															
8:45		11															
8:45		2															
8:45		10															

Observaciones: _____

Tabla 3 Gradación de la mezcla asfáltica en caliente (MAC).

TAMIZ	PORCENTAJE QUE PASA		
	MAC-1	MAC-2	MAC-3
25.00 mm (1")	100	-	-
19.00 mm (3/4")	80-100	100	-
12.50 mm (1/2")	67-85	80-100	-
9.50 mm (3/8")	60-77	70-88	100
4.75 mm (N° 4)	43-54	51-88	65-87
2.00 mm (N° 10)	29-45	38-52	43-61
425 µm (N° 40)	14-25	17-28	16-29
180 µm (N° 80)	8-17	8-17	9-19
75 µm (N° 200)	4-8	4-8	5-10

Fuente: Especificaciones técnicas 2013 MTC para construcción de vías terrestres.

Tabla 4 Resumen de valores óptimos por cada porcentaje de residuos plásticos reciclados añadidos

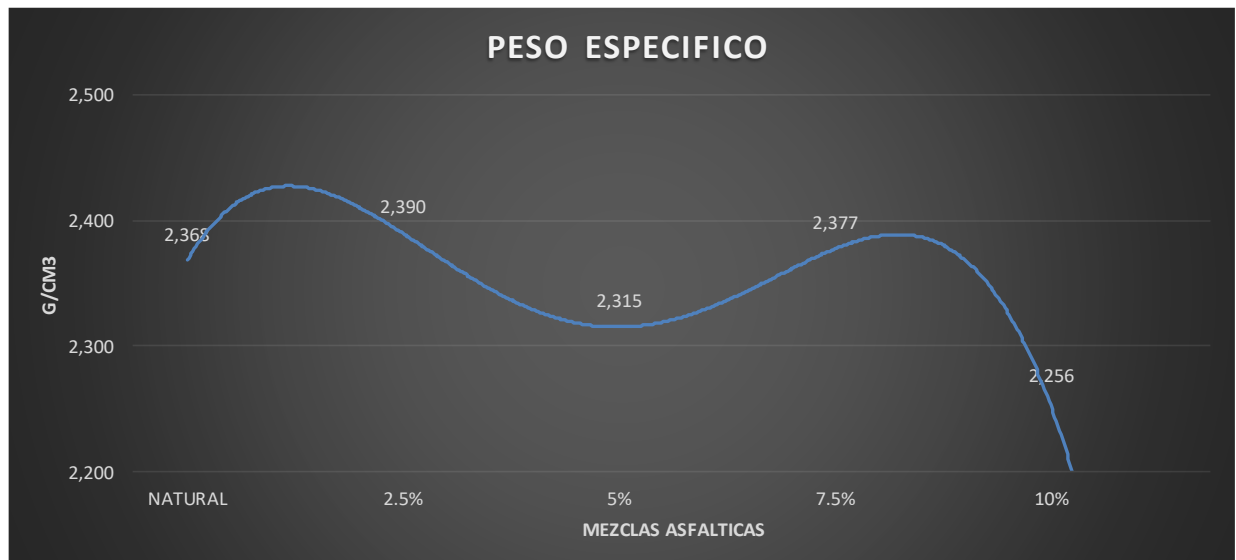
MTC E-504 (2000)	RESISTENCIA DE MEZCLAS BITUMINOSAS USANDO EL APARATO MARSHALL					
	Características de la Mezcla :	PLÁSTICO RECICLADO				
		NATURAL	2.5%	5%	7.5%	10%
- Nº de golpes por cara				75		
- Contenido Óptimo de Cemento Asfáltico, % *	6,3	6,1	6,3	7,0	7,2	
- Peso Especifico bulk, g/cm ³	2,368	2,390	2,315	2,377	2,256	
- Vacios, %	4,2	4,6	4,3	6,9	9,0	
- Vacios llenos con Cemento Asfáltico, %	80,0	71,0	76,0	59,0	59,0	
- V.M.A., %	19,0	15,9	18,7	16,9	21,5	
- Estabilidad, lb	2280,0	2230,0	2420,0	2600,0	2370,0	
- Estabilidad, (kN)		(10,14)	(9,92)	(10,8)	(11,6)	(10,5)
- Flujo, 0.01"	15,0	14,0	13,2	15,5	16,7	
- Flujo, (0.25 mm)		(3,8)	(3,5)	(3,3)	(3,9)	(4,2)
- Relación Estabilidad/Flujo, kg/cm	2727,3	2896,1	3333,3	3030,3	2564,9	
- Absorción de Asfalto, %	1,1	1,4	0,0	0,2	1,0	
- Temperatura de la Mezcla, °C	145,0	150,0	150,0	150,0	150,0	

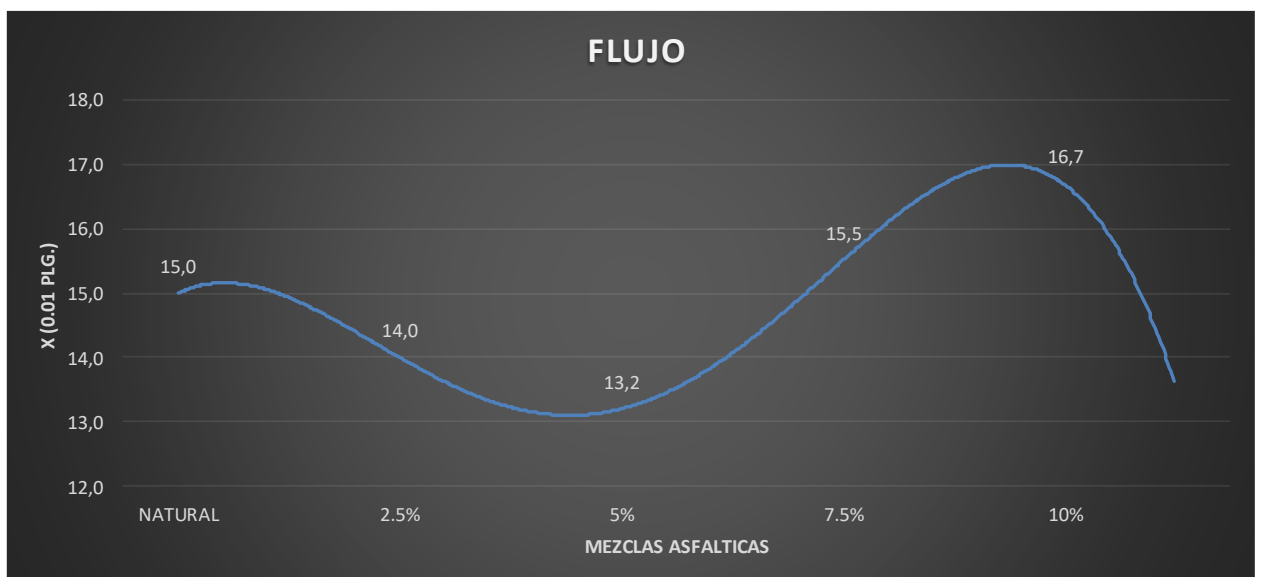
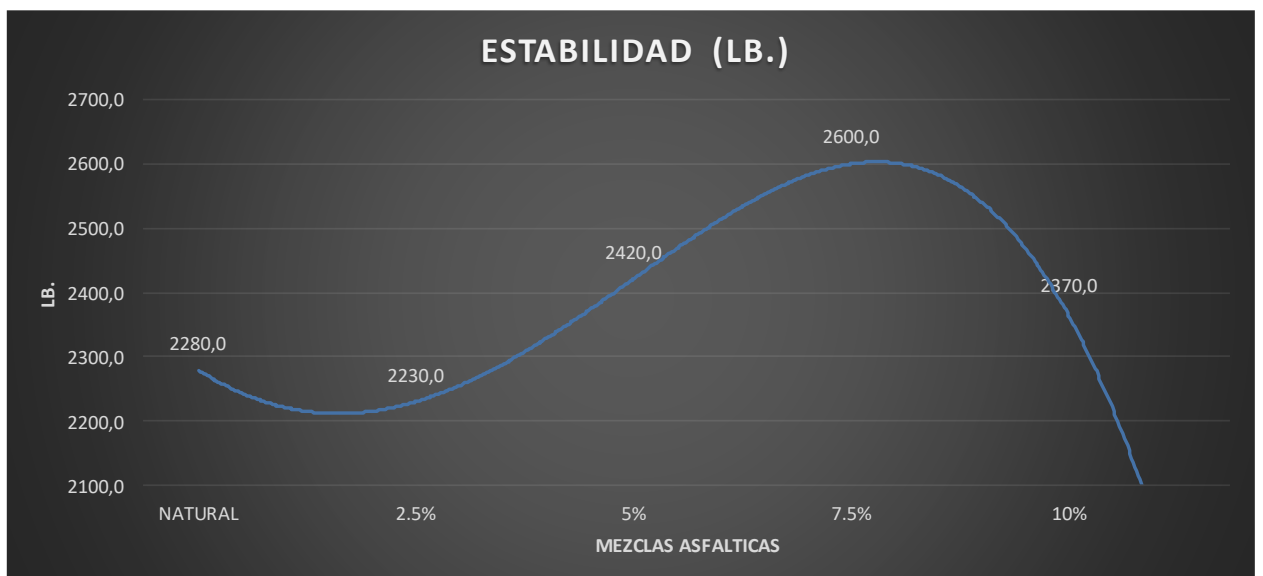
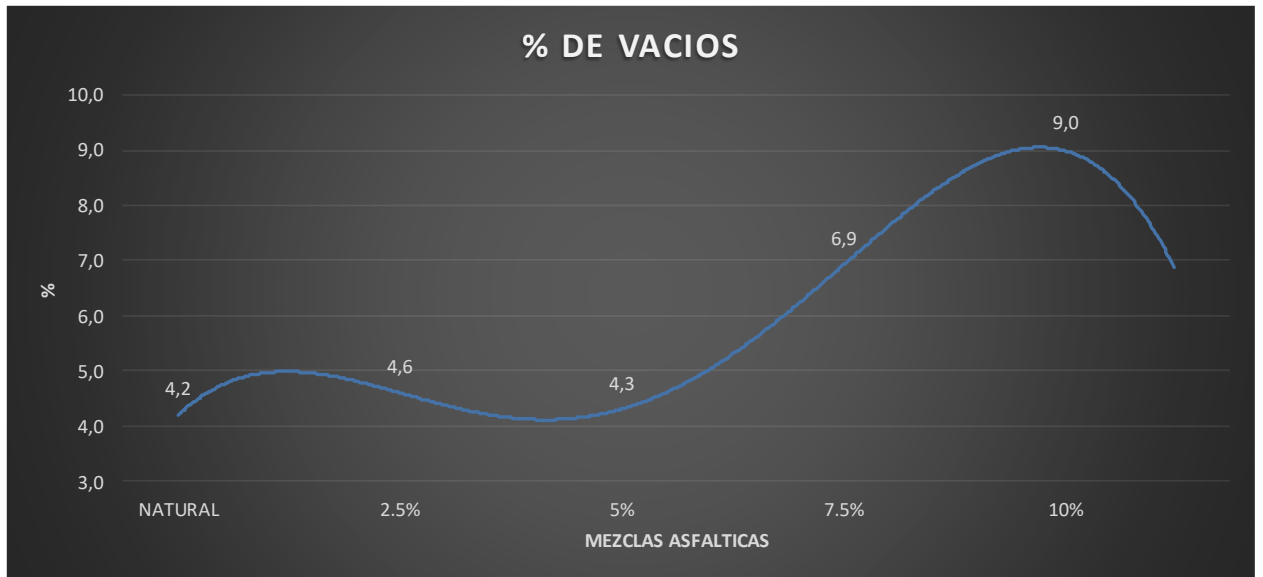
Proporciones de mezcla :

- (1) Agregado grueso, % *
 (2) Agregado fino, % *

	45,0	45,0	45,0	45,0	45,0
	55,0	55,0	55,0	55,0	55,0

Tabla 11. Gráficos de resultados con los diferentes porcentajes de adición de residuos plásticos reciclados





RELACION ESTABILIDAD/FLUJO

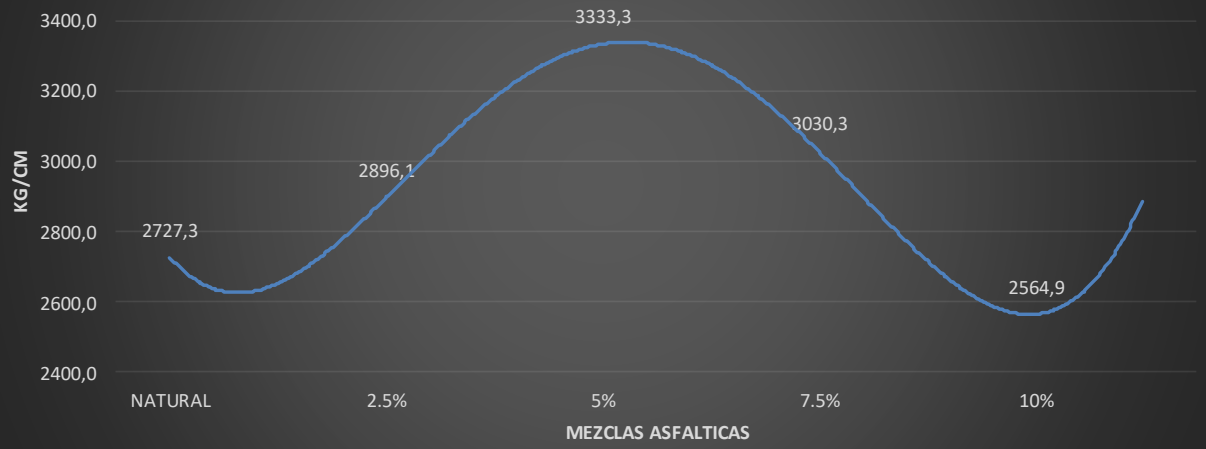


Figura 12. Resultados del Laboratorio.



LABORATORIO DE CONTROL DE CALIDAD
INFORME DE ENSAYO N° 155 - 2022 - M&V - 07.04

SOLICITANTE : CECILIA CRUZADO MOLINA **MUESTRA** : Agregados, Pen 60-70.
PROYECTO : Tesis "Análisis comparativo del Pavimento Flexible al aplicársele Residuos Plásticos Reciclados en la Avenida Los Arquitectos, Ancón, Lima, 2022" **IDENTIFICACIÓN** : La que se indica.
FECHA DE RECEPCIÓN : 2022/04/10. **CANTIDAD** : 100 kg, 01 gl.
PRESENTACIÓN : Sacos y envase metálico.
FECHA DE ENSAYO : 2022/04/10 al 2022/05/12.

ASTM D-6927 (2004) ENSAYO PARA MEDIR LA RESISTENCIA DE MEZCLAS BITUMINOSAS USANDO EL APARATO MARSHALL

N° DE BRIQUETAS	1A	1B	1C	2A	2B	2C
1 % DE C.A. EN PESO DE LA MEZCLA TOTAL	5.0			5.5		
2 % DE AGREGADO GRUESO (> N° 4) EN PESO DE LA MEZCLA	42.75			42.53		
3 % DE AGREGADO FINO (< N° 4) EN PESO DE LA MEZCLA	52.25			51.97		
4 % DE FILLER (MÍNIMO 6% PASA N° 200) EN PESO DE LA MEZCLA	--			--		
5 PESO ESPECÍFICO DEL CEMENTO ASFÁLTICO - APARENTE	1.010			1.010		
6 PESO ESPECÍFICO DEL AGREGADO GRUESO-BULK (MENOR 1")	2.685			2.685		
7 PESO ESPECÍFICO DEL AGREGADO FINO - BULK	2.689			2.689		
8 PESO ESPECÍFICO DEL FILLER - APARENTE	--			--		
9 ALTURA PROMEDIO DE LA BRIQUETA (cm)	65.5	61.3	63.4	66.4	64.3	64.7
10 PESO DE LA BRIQUETA AL AIRE (gr.) (A)	1,213.9	1,213.5	1,213.1	1,221.3	1,219.6	1,220.8
11 PESO DE LA BRIQUETA SAT. SUP. SECO EN EL AIRE (gr.) (B)	1,216.0	1,216.1	1,215.0	1,223.0	1,221.3	1,222.7
12 PESO DE LA BRIQUETA EN EL AGUA (gr.) (C)	679.0	680.2	682.0	692.2	694.6	694.8
13 PESO VOL. AGUA / VOL. BRIQUETA (gr.) (B-C)	537.0	535.9	533.0	530.8	526.7	527.9
14 PESO DE AGUA ABSORVIDA (gr.) (B-A)	2.1	2.6	1.9	1.7	1.7	1.9
15 PORCENTAJE DE ABSORCIÓN (%) ((B-A)/(B-C))*100	0.39	0.49	0.36	0.32	0.32	0.36
16 DENSIDAD DE LA BRIQUETA A 25° C (kg/m³)	2254	2258	2269	2294	2309	2306
17 PESO ESPECÍFICO BULK DE LA BRIQUETA (gr./cm³) (A/(B-C))	2.261	2.264	2.276	2.301	2.316	2.313
18 PESO ESPECÍFICO MÁXIMO - ASTM D 2041	2.530			2.510		
19 PORCENTAJE DE VACÍOS (%)	10.7	10.5	10.0	8.3	7.8	7.9
20 PESO ESPECÍFICO BULK DEL AGREGADO TOTAL (gr./cm³)	2.687			2.687		
21 V.M.A. (%)	20.1	19.9	19.5	19.1	18.6	18.7
22 PORCENTAJE DE VACÍOS LLENADOS CON C.A. (%)	47.0	47.2	48.5	56.4	58.3	57.9
23 PESO ESPECÍFICO EFECTIVO DEL AGREGADO TOTAL	2.748			2.747		
24 ASFALTO ABSORVIDO POR EL AGREGADO TOTAL (%)	0.8			0.8		
25 PORCENTAJE DE ASFALTO EFECTIVO (%)	4.2			4.7		
26 FLUJO (0.01 Pulgada)	10.0	9.0	9.0	11.0	10.0	11.0
27 ESTABILIDAD SIN CORREGIR (kg)	800.0	815.0	750.0	850.0	870.0	850.0
28 FACTOR DE ESTABILIDAD	1.04	1.04	1.04	1.04	1.04	1.04
29 ESTABILIDAD CORREGIDA (kg)	832.0	848.0	780.0	884.0	905.0	884.0



DMA (4/28)
jicc/jems
O.S. N° 155

GRUPO M & V INGENIEROS S.A.C.

Ing. Juster Rios Chilingano
CIP N° 269472

Lima, 12 de Mayo de 2022

Coop. San Miguel Mz. D Lt. 8/ Int. 1 - Urb. Campoy - S.J.L. / Mz. A Lt. 6 Urb. Los Girasoles 1ª. Etapa - Callao.
 Telfax: (01) 772-2778 Celular (511) 947 789 986 (WhatsApp) / 922 713 968
 LIMA-PERU

myv_ingsac@hotmail.com
grupomvingsac@gmail.com
www.ingenieros.com

LABORATORIO DE CONTROL DE CALIDAD

INFORME DE ENSAYO N° 155 - 2022 - M&V - 07.04

SOLICITANTE : CECILIA CRUZADO MOLINA **MUESTRA** : Agregados, Pen 60-70.
PROYECTO : Tesis "Análisis comparativo del Pavimento Flexible al aplicársele Residuos Plásticos Reciclados en la Avenida Los Arquitectos, Ancón, Lima, 2022" **IDENTIFICACIÓN** : La que se indica.
FECHA DE RECEPCIÓN : 2022/04/10. **CANTIDAD** : 100 kg, 01 gl.
PRESENTACIÓN : Sacos y envase metálico.
FECHA DE ENSAYO : 2022/04/10 al 2022/05/12.

ASTM D-6927 (2004) ENSAYO PARA MEDIR LA RESISTENCIA DE MEZCLAS BITUMINOSAS USANDO EL APARATO MARSHALL

N° DE BRIQUETAS	3A	3B	3C	4A	4B	4C
1 % DE C.A. EN PESO DE LA MEZCLA TOTAL	6.00			6.50		
2 % DE AGREGADO GRUESO (> N° 4) EN PESO DE LA MEZCLA	42.30			42.08		
3 % DE AGREGADO FINO (< N° 4) EN PESO DE LA MEZCLA	51.70			51.42		
4 % DE FILLER (MÍNIMO 65% PASA N° 200) EN PESO DE LA MEZCLA	--			--		
5 PESO ESPECÍFICO DEL CEMENTO ASFÁLTICO - APARENTE	1.010			1.010		
6 PESO ESPECÍFICO DEL AGREGADO GRUESO-BULK (MENOR 1')	2.685			2.685		
7 PESO ESPECÍFICO DEL AGREGADO FINO - BULK	2.689			2.689		
8 PESO ESPECÍFICO DEL FILLER - APARENTE	--			--		
9 ALTURA PROMEDIO DE LA BRIQUETA (cm)	64.4	64.1	65.4	64.9	65.6	64.7
10 PESO DE LA BRIQUETA AL AIRE (gr.) (A)	1,230.0	1,231.2	1,231.5	1,235.2	1,235.2	1,236.2
11 PESO DE LA BRIQUETA SAT. SUP. SECO EN EL AIRE (gr.) (B)	1,231.5	1,232.4	1,233.0	1,236.2	1,236.2	1,237.4
12 PESO DE LA BRIQUETA EN EL AGUA (gr.) (C)	705.9	706.0	705.3	713.2	712.6	713.4
13 PESO VOL. AGUA / VOL. BRIQUETA (gr.) (B-C)	525.6	526.4	527.7	523.0	523.6	524.0
14 PESO DE AGUA ABSORVIDA (gr.) (B-A)	1.5	1.2	1.5	1.0	1.0	1.2
15 PORCENTAJE DE ABSORCIÓN (%) ((B-A)/(B-C))*100	0.29	0.23	0.28	0.19	0.19	0.23
16 DENSIDAD DE LA BRIQUETA A 25° C (kg/m³)	2333	2332	2327	2355	2352	2352
17 PESO ESPECÍFICO BULK DE LA BRIQUETA (gr./cm³) (A/(B-C))	2.340	2.339	2.334	2.362	2.359	2.359
18 PESO ESPECÍFICO MÁXIMO - ASTM D 2041	2.490			2.471		
19 PORCENTAJE DE VACÍOS	6.0	6.1	6.3	4.4	4.5	4.5
20 PESO ESPECÍFICO BULK DEL AGREGADO TOTAL (gr./cm³)	2.687			2.687		
21 V.M.A.	18.1	18.2	18.4	17.8	17.9	17.9
22 PORCENTAJE DE VACÍOS LLENADOS CON C.A.	66.7	66.6	65.9	75.2	74.7	74.7
23 PESO ESPECÍFICO EFECTIVO DEL AGREGADO TOTAL	2.747			2.747		
24 ASFALTO ABSORBIDO POR EL AGREGADO TOTAL (%)	0.8			0.8		
25 PORCENTAJE DE ASFALTO EFECTIVO	5.2			5.7		
26 FLUJO (0.01 Pulgada)	13.0	12.0	13.0	14.0	14.0	15.0
27 ESTABILIDAD SIN CORREGIR (kg)	1,000.0	950.0	970.0	1,020.0	1,025.0	1,025.0
28 FACTOR DE ESTABILIDAD	1.04	1.04	1.04	1.04	1.04	1.04
29 ESTABILIDAD CORREGIDA (kg)	1,040.0	988.0	1,009.0	1,061.0	1,066.0	1,066.0



DMA (5/28)
jcc/jems
O.S. N°55

GRUPO M&V INGENIEROS S.A.C.

Ing. Juster Rios Chilingano
 CIP N° 269472

Lima, 12 de Mayo de 2022



LABORATORIO DE CONTROL DE CALIDAD

INFORME DE ENSAYO N° 155 - 2022 - M&V - 07.04

SOLICITANTE : CECILIA CRUZADO MOLINA **MUESTRA** : Agregados, Pen 60-70.
PROYECTO : Tesis "Análisis comparativo del Pavimento Flexible al aplicársele Residuos Plásticos Recicladados en la Avenida Los Arquitectos, Ancón, Lima, 2022"
IDENTIFICACIÓN : La que se indica.
CANTIDAD : 100 kg, 01 gl.
PRESENTACIÓN : Sacos y envase metálico.
FECHA DE RECEPCIÓN : 2022/04/10. **FECHA DE ENSAYO** : 2022/04/10 al 2022/05/12.

ASTM D-6927 (2004) ENSAYO PARA MEDIR LA RESISTENCIA DE MEZCLAS BITUMINOSAS USANDO EL APARATO MARSHALL

N° DE BRIQUETAS	5A	5B	5C	6A	6B	6C
1 % DE C.A. EN PESO DE LA MEZCLA TOTAL	7.00					
2 % DE AGREGADO GRUESO (> N° 4) EN PESO DE LA MEZCLA	41.85					
3 % DE AGREGADO FINO (< N° 4) EN PESO DE LA MEZCLA	51.15					
4 % DE FILLER (MÍNIMO 65% PASA N° 200) EN PESO DE LA MEZCLA	--					
5 PESO ESPECÍFICO DEL CEMENTO ASFÁLTICO - APARENTE	1.010					
6 PESO ESPECÍFICO DEL AGREGADO GRUESO-BULK (MENOR 1")	2.685					
7 PESO ESPECÍFICO DEL AGREGADO FINO - BULK	2.689					
8 PESO ESPECÍFICO DEL FILLER - APARENTE	--					
9 ALTURA PROMEDIO DE LA BRIQUETA (cm)	65.3	64.9	65.7			
10 PESO DE LA BRIQUETA AL AIRE (gr.) (A)	1,235.9	1,235.1	1,236.2			
11 PESO DE LA BRIQUETA SAT. SUP. SECO EN EL AIRE (gr.) (B)	1,236.5	1,236.0	1,237.0			
12 PESO DE LA BRIQUETA EN EL AGUA (gr.) (C)	713.2	713.0	713.0			
13 PESO VOL. AGUA / VOL. BRIQUETA (gr.) (B-C)	523.3	523.0	524.0			
14 PESO DE AGUA ABSORVIDA (gr.) (B-A)	0.6	0.9	0.8			
15 PORCENTAJE DE ABSORCIÓN (%) ((B-A)/(B-C))*100	0.11	0.17	0.15			
16 DENSIDAD DE LA BRIQUETA A 25° C (kg/m³)	2355	2354	2352			
17 PESO ESPECÍFICO BULK DE LA BRIQUETA (gr./cm³) (A)/(B-C)	2.362	2.362	2.359			
18 PESO ESPECÍFICO MÁXIMO - ASTM D 2041	2.452					
19 PORCENTAJE DE VACÍOS	3.7	3.7	3.8			
20 PESO ESPECÍFICO BULK DEL AGREGADO TOTAL (gr./cm³)	2.687					
21 V.M.A.	18.3	18.3	18.3			
22 PORCENTAJE DE VACÍOS LLENADOS CON C.A.	79.9	79.8	79.3			
23 PESO ESPECÍFICO EFECTIVO DEL AGREGADO TOTAL	2.747					
24 ASFALTO ABSORBIDO POR EL AGREGADO TOTAL (%)	0.8					
25 PORCENTAJE DE ASFALTO EFECTIVO	6.2					
26 FLUJO (0.01 Pulgada)	16.0	15.0	16.0			
27 ESTABILIDAD SIN CORREGIR (kg)	950.0	970.0	915.0			
28 FACTOR DE ESTABILIDAD	1.04	1.04	1.04			
29 ESTABILIDAD CORREGIDA (kg)	988.0	1,009.0	952.0			

DMA (6/28)
jic/jems
O.S.N°65



GRUPO M&V INGENIEROS S.A.C.

Ing. Juster Rios Chilingano
 CIP N° 269472

Lima, 12 de Mayo de 2022

Coop. San Miguel Mz. D Lt. 8/ Int. 1 - Urb. Campoy - S.J.L. / Mz. A Lt. 6 Urb. Los Girasoles 1°. Etapa - Cellao.
 Telfax: (01) 772-2778 Celular (511) 947 789 986 (WhatsApp) / 922 713 968
 LIMA-PERU

myv.ingsac@hotmail.com
grupomyv.ingsac@gmail.com
www.ingenieros.com



LABORATORIO DE CONTROL DE CALIDAD

INFORME DE ENSAYO N° 155 - 2022 - M&V - 07.04

SOLICITANTE : CECILIA CRUZADO MOLINA **MUESTRA** : Agregados, Pen 60-70.
PROYECTO : Tesis "Análisis comparativo del Pavimento Flexible al aplicársele Residuos Plásticos Recicladados en la Avenida Los Arquitectos, Ancón, Lima, 2022"
IDENTIFICACIÓN : La que se indica.
CANTIDAD : 100 kg, 01 gl.
PRESENTACIÓN : Sacos y envase metálico.
FECHA DE RECEPCIÓN : 2022/04/10. **FECHA DE ENSAYO** : 2022/04/10 al 2022/05/12.

MTC E-504 (2000) RESISTENCIA DE MEZCLAS BITUMINOSAS USANDO EL APARATO MARSHALL

Características de la Mezcla :

- Nº de golpes por cara	:	75		
- Contenido Óptimo de Cemento Asfáltico, % *	:	6.1	6.3	6.5
- Peso Especifico bulk, g/cm ³	:	2.356	2.368	2.360
- Vacíos, %	:	4.8	4.2	3.3
- Vacíos llenos con Cemento Asfáltico, %	:	75.0	80.0	82.0
- V.M.A., %	:	18.9	19.0	19.2
- Estabilidad, lb (kN)	:	2350.0 (10.45)	2280.0 (10.14)	2150.0 (9.56)
- Flujo, 0.01" (0.25 mm)	:	14.2 (3.6)	15.0 (3.8)	15.7 (3.9)
- Relación Estabilidad/Flujo, kg/cm	:		2727.3	
- Absorción de Asfalto, %	:		1.1	
- Temperatura de la Mezcla, °C	:		145.0	

Proporciones de mezcla :

(1) Agregado grueso, % *	:	45.0
(2) Agregado fino, % *	:	55.0

Materiales :

- Tipo de Asfalto	:	PEN 60-70 (proporcionado por el solicitante).
- Agregado grueso	:	Cantera Puente Piedra - Grava (45%)
- Agregado fino	:	Cantera Puente Piedra - Arena (55%)

Nota :

(*) Porcentaje en peso de la mezcla total.

Observaciones :

- Manual de Ensayo de Materiales para Carreteras (EM-2013), aprobado con R.D. N° 03-2013-MTC/14 de 06/2013.
- Agregados, PEN 60-70, proporcionados e identificados por el solicitante.
- Fecha de orden de ensayo: 2022/04/10.
- Este documento no autoriza el empleo de los materiales analizados; siendo la interpretación del mismo de exclusiva responsabilidad del usuario.

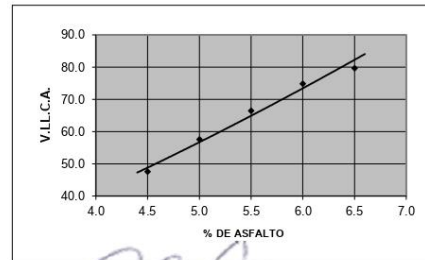
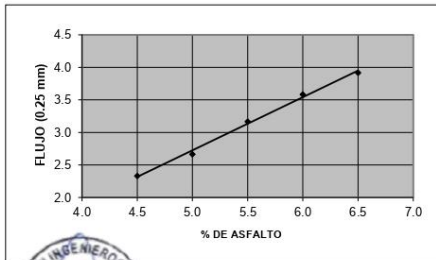
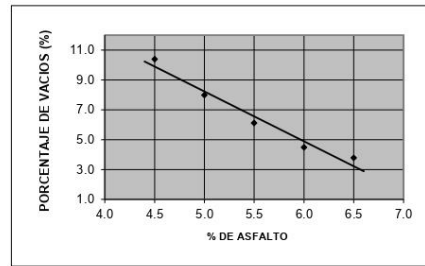
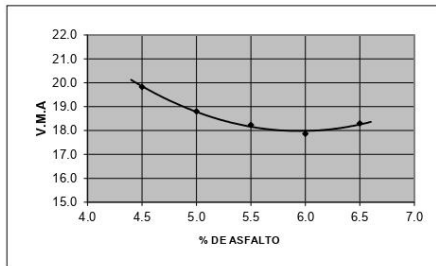
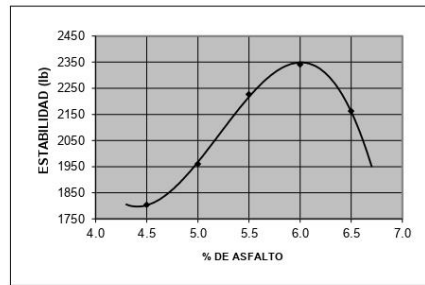
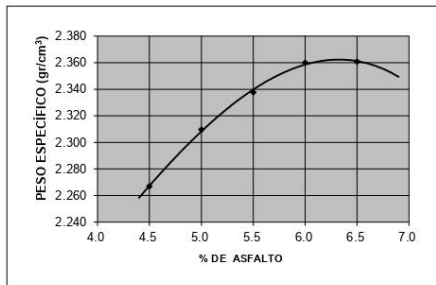
DMA (7/28)
jcc/jems
O.S.N°55



GRUPO M & V INGENIEROS S.A.C.
Ing. Juster Ríos Chilingano
CIP N° 269472
Lima, 12 de Mayo de 2022

SOLICITANTE	: CECILIA CRUZADO MOLINA	MUESTRA	: Agregados, Pen 60-70.
PROYECTO	: Tesis "Análisis comparativo del Pavimento Flexible al aplicársele Residuos Plásticos Reciclados en la Avenida Los Arquitectos, Ancón, Lima, 2022"	IDENTIFICACIÓN	: La que se indica.
FECHA DE RECEPCIÓN	: 2022/04/10.	CANTIDAD	: 100 kg, 01 gl.
		PRESENTACIÓN	: Sacos y envase metálico.
		FECHA DE ENSAYO	: 2022/04/10 al 2022/05/12.

MTC E-504 (2000) RESISTENCIA DE MEZCLAS BITUMINOSAS USANDO EL APARATO MARSHALL



DM A (8/28)
jicc/jems
O.S. N°65

GRUPO M&V INGENIEROS S.A.C.
Juster Rios Chilingano
Ing. Juster Rios Chilingano
CIP N° 269472

Lima, 12 de Mayo de 2022

LABORATORIO DE CONTROL DE CALIDAD

INFORME DE ENSAYO N° 155 - 2022 - M&V - 07.04

SOLICITANTE : CECILIA CRUZADO MOLINA MUESTRA : Agregados, Pen 60-70.
 2.5% Residuo plástico Reciclado
 PROYECTO : Tesis "Análisis comparativo del Pavimento Flexible al IDENTIFICACIÓN : La que se indica.
 aplicársele Residuos Plásticos Reciclados en la Avenida Los CANTIDAD : 100 kg, 01 gl.
 Arquitectos, Ancón, Lima, 2022" PRESENTACIÓN : Sacos y envase metálico.
 FECHA DE RECEPCIÓN : 2022/04/10. FECHA DE ENSAYO : 2022/04/10 al 2022/05/12.

ASTM D-6927 (2004) ENSAYO PARA MEDIR LA RESISTENCIA DE MEZCLAS BITUMINOSAS USANDO EL APARATO MARSHALL

N° DE BRIQUETAS	1A	1B	1C	2A	2B	2C
1 % DE C.A. EN PESO DE LA MEZCLA TOTAL	4.5			5.0		
2 % DE AGREGADO GRUESO (> N° 4) EN PESO DE LA MEZCLA	42.98			42.75		
3 % DE AGREGADO FINO (< N° 4) EN PESO DE LA MEZCLA	51.57			51.30		
4 % DE RPR EN PESO DE LA MEZCLA	0.95			0.95		
5 PESO ESPECÍFICO DEL CEMENTO ASFÁLTICO - APARENTE	1.010			1.010		
6 PESO ESPECÍFICO DEL AGREGADO GRUESO-BULK (MENOR 1")	2.625			2.625		
7 PESO ESPECÍFICO DEL AGREGADO FINO - BULK	2.698			2.698		
8 PESO ESPECÍFICO DEL RPR - APARENTE	2.625			2.625		
9 ALTURA PROMEDIO DE LA BRIQUETA (cm)	67.8	62.6	64.5	65.6	65.5	65.1
10 PESO DE LA BRIQUETA AL AIRE (gr.) (A)	1,206.7	1,206.6	1,210.5	1,220.6	1,212.0	1,216.3
11 PESO DE LA BRIQUETA SAT. SUP. SECO EN EL AIRE (gr.) (B)	1,207.7	1,207.4	1,211.0	1,221.3	1,212.5	1,216.7
12 PESO DE LA BRIQUETA EN EL AGUA (gr.) (C)	692.7	692.3	694.0	702.7	697.0	701.0
13 PESO VOL. AGUA / VOL. BRIQUETA (gr.) (B-C)	515.0	515.1	517.0	518.6	515.5	515.7
14 PESO DE AGUA ABSORVIDA (gr.) (B-A)	1.0	0.8	0.5	0.7	0.5	0.4
15 PORCENTAJE DE ABSORCIÓN (%) ((B-A)/(B-C))*100	0.19	0.16	0.10	0.13	0.10	0.08
16 DENSIDAD DE LA BRIQUETA A 25° C (kg/m³)	2336	2335	2334	2347	2344	2351
17 PESO ESPECÍFICO BULK DE LA BRIQUETA (gr./cm³) (A/(B-C))	2.343	2.342	2.341	2.354	2.351	2.359
18 PESO ESPECÍFICO MÁXIMO - ASTM D 2041	2.565			2.545		
19 PORCENTAJE DE VACÍOS (%)	8.7	8.7	8.7	7.5	7.6	7.3
20 PESO ESPECÍFICO BULK DEL AGREGADO TOTAL (gr./cm³)	2.664			2.664		
21 V.M.A. (%)	16.0	16.0	16.1	16.1	16.2	15.9
22 PORCENTAJE DE VACÍOS LLENADOS CON C.A. (%)	45.9	45.8	45.8	53.3	53.0	53.9
23 PESO ESPECÍFICO EFECTIVO DEL AGREGADO TOTAL	2.766			2.766		
24 ASFALTO ABSORVIDO POR EL AGREGADO TOTAL (%)	1.4			1.4		
25 PORCENTAJE DE ASFALTO EFECTIVO (%)	3.2			3.7		
26 FLUJO (0.01 Pulgada)	10.0	9.0	9.0	11.0	12.0	11.0
27 ESTABILIDAD SIN CORREGIR (kg)	785.0	790.0	740.0	850.0	850.0	825.0
28 FACTOR DE ESTABILIDAD	1.04	1.04	1.04	1.04	1.04	1.04
29 ESTABILIDAD CORREGIDA (kg)	816.0	822.0	770.0	884.0	884.0	858.0

277



DMA (9/28)
 jcc/jems
 O.S. N°155

GRUPO M&V INGENIEROS S.A.C.

 Ing. Juster Rios Chilingano
 CIP N° 269472

Lima, 12 de Mayo de 2022

LABORATORIO DE CONTROL DE CALIDAD

INFORME DE ENSAYO N° 155 - 2022 - M & V - 07.04

SOLICITANTE : CECILIA CRUZADO MOLINA **MUESTRA** : Agregados, Pen 60-70.
2.5% Residuo plástico Reciclado

PROYECTO : Tesis "Análisis comparativo del Pavimento Flexible al aplicársele Residuos Plásticos Reciclados en la Avenida Los Arquitectos, Ancón, Lima, 2022" **IDENTIFICACIÓN** : La que se indica.

FECHA DE RECEPCIÓN : 2022/04/10. **CANTIDAD** : 100 kg, 01 gl. **PRESENTACIÓN** : Sacos y envase metálico.

FECHA DE ENSAYO : 2022/04/10 al 2022/05/12.

ASTM D-6927 (2004) ENSAYO PARA MEDIR LA RESISTENCIA DE MEZCLAS BITUMINOSAS USANDO EL APARATO MARSHALL

N° DE BRIQUETAS	3A	3B	3C	4A	4B	4C
1 % DE C.A. EN PESO DE LA MEZCLA TOTAL	5.50			6.00		
2 % DE AGREGADO GRUESO (> N° 4) EN PESO DE LA MEZCLA	42.53			42.30		
3 % DE AGREGADO FINO (< N° 4) EN PESO DE LA MEZCLA	51.03			50.76		
4 % DE FILLER EN PESO DE LA MEZCLA	0.94			0.94		
5 PESO ESPECÍFICO DEL CEMENTO ASFÁLTICO - APARENTE	1.010			1.010		
6 PESO ESPECÍFICO DEL AGREGADO GRUESO-BULK (MENOR 1')	2.625			2.625		
7 PESO ESPECÍFICO DEL AGREGADO FINO - BULK	2.698			2.698		
8 PESO ESPECÍFICO DEL FILLER - APARENTE	2.625			2.625		
9 ALTURA PROMEDIO DE LA BRIQUETA (cm)	67.8	62.6	64.5	65.6	65.5	65.1
10 PESO DE LA BRIQUETA AL AIRE (gr.) (A)	1,205.1	1,211.2	1,218.8	1,210.6	1,213.0	1,220.4
11 PESO DE LA BRIQUETA SAT. SUP. SECO EN EL AIRE (gr.) (B)	1,205.7	1,211.9	1,219.4	1,211.1	1,213.5	1,220.9
12 PESO DE LA BRIQUETA EN EL AGUA (gr.) (C)	698.0	702.3	705.2	704.5	706.2	711.0
13 PESO VOL. AGUA / VOL. BRIQUETA (gr.) (B-C)	507.7	509.6	514.2	506.6	507.3	509.9
14 PESO DE AGUA ABSORVIDA (gr.) (B-A)	0.6	0.7	0.6	0.5	0.5	0.5
15 PORCENTAJE DE ABSORCIÓN (%) ((B-A)/(B-C)) *100	0.12	0.14	0.12	0.10	0.10	0.10
16 DENSIDAD DE LA BRIQUETA A 25° C (kg/m³)	2367	2370	2363	2382	2384	2386
17 PESO ESPECÍFICO BULK DE LA BRIQUETA (gr./cm³) (A/(B-C))	2.374	2.377	2.370	2.390	2.391	2.393
18 PESO ESPECÍFICO MÁXIMO - ASTM D 2041	2.524			2.505		
19 PORCENTAJE DE VACÍOS	6.0	5.8	6.1	4.6	4.6	4.5
20 PESO ESPECÍFICO BULK DEL AGREGADO TOTAL (gr./cm³)	2.664			2.664		
21 V.M.A.	15.8	15.7	15.9	15.7	15.6	15.5
22 PORCENTAJE DE VACÍOS LLENADOS CON C.A.	62.3	62.9	61.7	70.7	70.8	71.3
23 PESO ESPECÍFICO EFECTIVO DEL AGREGADO TOTAL	2.765			2.766		
24 ASFALTO ABSORBIDO POR EL AGREGADO TOTAL (%)	1.4			1.4		
25 PORCENTAJE DE ASFALTO EFECTIVO	4.2			4.7		
26 FLUJO (0.01 Pulgada)	13.0	12.0	12.0	14.0	14.0	13.0
27 ESTABILIDAD SIN CORREGIR (kg)	900.0	920.0	910.0	970.0	1,000.0	975.0
28 FACTOR DE ESTABILIDAD	1.04	1.04	1.04	1.04	1.04	1.04
29 ESTABILIDAD CORREGIDA (kg)	936.0	957.0	946.0	1,009.0	1,040.0	1,014.0



DMA (10/28)
jcc/jems
O.S. N°155

GRUPO M & V INGENIEROS S.A.C.
Juster Ríos Chilingano
Ing. Juster Ríos Chilingano
CIP N° 269472

Lima, 12 de Mayo de 2022

Coop. San Miguel Mz.D Lt. 8/ Int. 1 - Urb. Campoy - S.J.L. / Mz. A Lt. 6 Urb. Los Girasoles 1°. Etapa - Calleo.
Telfax: (511) 661-9143 Celular RPC (511) 94778-9986 (WhatsApp) / ENTEL 93073-5810 (WhatsApp)
LIMA-PERU

mw_ingsac@hotmail.com
cotizaciones@myingenieros.com
www.mwingenieros.com



LABORATORIO DE CONTROL DE CALIDAD

INFORME DE ENSAYO N° 155 - 2022 - M&V - 07.04

SOLICITANTE : CECILIA CRUZADO MOLINA **MUESTRA** : Agregados, Pen 60-70.
 2.5% Residuo plástico Reciclado
PROYECTO : Tesis "Análisis comparativo del Pavimento Flexible al aplicársele Residuos Plásticos Reciclados en la Avenida Los Arquitectos, Ancón, Lima, 2022"
IDENTIFICACIÓN : La que se indica.
CANTIDAD : 100 kg, 01 gl.
PRESENTACIÓN : Sacos y envase metálico.
FECHA DE RECEPCIÓN : 2022/04/10. **FECHA DE ENSAYO** : 2022/04/10 al 2022/05/12.

ASTM D-6927 (2004) ENSAYO PARA MEDIR LA RESISTENCIA DE MEZCLAS BITUMINOSAS USANDO EL APARATO MARSHALL

N° DE BRIQUETAS	5A	5B	5C	6A	6B	6C
1	% DE C.A. EN PESO DE LA MEZCLA TOTAL					
2	% DE AGREGADO GRUESO (> N° 4) EN PESO DE LA MEZCLA					
3	% DE AGREGADO FINO (< N° 4) EN PESO DE LA MEZCLA					
4	% DE FILLER EN PESO DE LA MEZCLA					
5	PESO ESPECÍFICO DEL CEMENTO ASFÁLTICO - APARENTE					
6	PESO ESPECÍFICO DEL AGREGADO GRUESO-BULK (MENOR 1')					
7	PESO ESPECÍFICO DEL AGREGADO FINO - BULK					
8	PESO ESPECÍFICO DEL FILLER - APARENTE					
9	ALTURA PROMEDIO DE LA BRIQUETA (cm)					
10	PESO DE LA BRIQUETA AL AIRE (gr.) (A)					
11	PESO DE LA BRIQUETA SAT. SUP. SECO EN EL AIRE (gr.) (B)					
12	PESO DE LA BRIQUETA EN EL AGUA (gr.) (C)					
13	PESO VOL. AGUA / VOL. BRIQUETA (gr.) (B-C)					
14	PESO DE AGUA ABSORVIDA (gr.) (B-A)					
15	PORCENTAJE DE ABSORCIÓN (%) ((B-A)/(B-C))*100					
16	DENSIDAD DE LA BRIQUETA A 25° C (kg/m³)					
17	PESO ESPECÍFICO BULK DE LA BRIQUETA (gr./cm³) (A/(B-C))					
18	PESO ESPECÍFICO MÁXIMO - ASTM D 2041					
19	PORCENTAJE DE VACÍOS					
20	PESO ESPECÍFICO BULK DEL AGREGADO TOTAL (gr./cm³)					
21	V.M.A.					
22	PORCENTAJE DE VACÍOS LLENADOS CON C.A.					
23	PESO ESPECÍFICO EFECTIVO DEL AGREGADO TOTAL					
24	ASFALTO ABSORBIDO POR EL AGREGADO TOTAL (%)					
25	PORCENTAJE DE ASFALTO EFECTIVO					
26	FLUJO (0.01 Pulgada)					
27	ESTABILIDAD SIN CORREGIR (kg)					
28	FACTOR DE ESTABILIDAD					
29	ESTABILIDAD CORREGIDA (kg)					



DMA (1128)
 jicc/jems
 O.S. N°155

GRUPO M & V INGENIEROS S.A.C.
 Ing. Juster Rios Chilingano
 CIP N° 269472

Lima, 12 de Mayo de 2022

Coop. San Miguel Mz. D Lt. 8/ Int. 1 - Urb. Campoy - S.J.L. / Mz. A Lt. 6 Urb. Los Grasolet 1°. Etapa - Callao. mw_ingsac@hotmail.com
 Telfax: (511) 661-9143 Celular RPC (511) 94778-9986 (WhatsApp) / ENTEL 93073-5810 (WhatsApp) cotizaciones@myingenieros.com
 LIMA-PERU www.myingenieros.com



LABORATORIO DE CONTROL DE CALIDAD

INFORME DE ENSAYO N° 155 - 2022 - M&V - 07.04

SOLICITANTE : CECILIA CRUZADO MOLINA MUESTRA : Agregados, Pen 60-70.
2.5% Residuo plástico Reciclado
PROYECTO : Tesis "Análisis comparativo del Pavimento Flexible al IDENTIFICACIÓN : La que se indica.
aplicársele Residuos Plásticos Reciclados en la Avenida CANTIDAD : 100 kg, 01 gl.
Los Arquitectos, Ancón, Lima, 2022" PRESENTACIÓN : Sacos y envase metálico.
FECHA DE RECEPCIÓN : 2022/04/10. FECHA DE ENSAYO : 2022/04/10 al 2022/05/12.

MTC E-504 (2000) RESISTENCIA DE MEZCLAS BITUMINOSAS USANDO EL APARATO MARSHALL

Características de la Mezcla :

- N° de golpes por cara	:		75	
- Contenido Óptimo de Cemento Asfáltico, % *	:	5.9	6.1	6.3
- Peso Específico bulk, g/cm ³	:	2.388	2.390	2.387
- Vacíos, %	:	4.9	4.6	4.0
- Vacíos llenos con Cemento Asfáltico, %	:	68.0	71.0	74.0
- V.M.A., %	:	15.8	15.9	16.2
- Estabilidad, lb (kN)	:	2220.0 (9.88)	2230.0 (9.92)	2215.0 (9.85)
- Flujo, 0.01" (0.25 mm)	:	13.0 (3.3)	14.0 (3.5)	14.9 (3.7)
- Relación Estabilidad/Flujo, kg/cm	:		2896.1	
- Absorción de Asfalto, %	:		1.4	
- Temperatura de la Mezcla, °C	:		150.0	

Proporciones de mezcla :

(1) Agregado grueso, % *	:	45.0
(2) Agregado fino, % *	:	55.0

Materiales :

- Tipo de Asfalto	:	PEN 60-70 (proporcionado por el solicitante).
- Agregado grueso	:	Cantera Puente Piedra - Grava (45.0%)
- Agregado fino	:	Cantera Puente Piedra - Arena (52.5%)
- Plástico Reciclado	:	Residuo (2.5% porcentaje en peso de los Agregados)

Nota :

(*) Porcentaje en peso de la mezcla total.

Observaciones :

- Manual de Ensayo de Materiales para Carreteras (EM-2013), aprobado con R.D. N° 03-2013-MTC/14 de 06/2013.
- Agregados, PEN 60-70, Plástico Reciclado, proporcionados e identificados por el solicitante.
- Fecha de orden de ensayo: 2022/04/10.
- Este documento no autoriza el empleo de los materiales analizados; siendo la interpretación del mismo de exclusiva responsabilidad del usuario.



DMA (12/28)
jicc/jems
O.S. N°155



Lima, 12 de Mayo de 2022

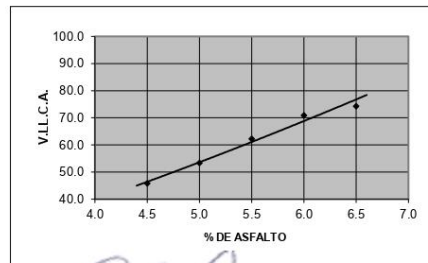
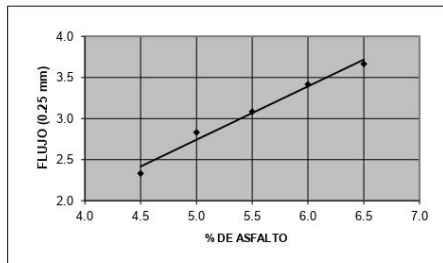
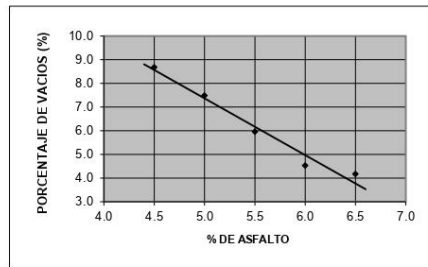
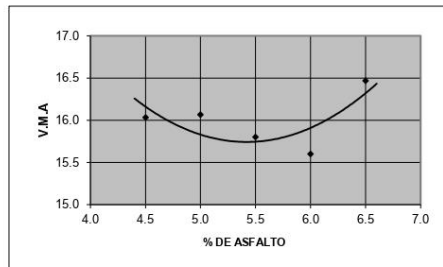
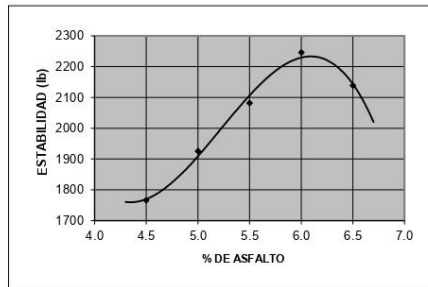
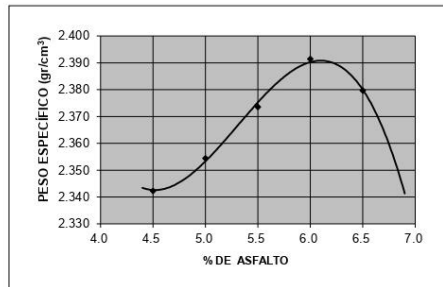
Coop. San Miguel Mz D Lt. 8/ Int. 1 - Urb. Campoy - S.J.L. / Mz. A Lt. 6 Urb. Los Girasoles 1°. Etapa - Callao.
Telfax: (511) 661-9143 Celular RPC (511) 94778-9986 (WhatsApp) / ENTEL 93073-5810 (WhatsApp)
LIMA-PERU

mw_ingsac@hotmail.com
cotizaciones@myingenieros.com
www.myingenieros.com

INFORME DE ENSAYO N° 155 - 2022 - M&V - 07.04

SOLICITANTE	: CECILIA CRUZADO MOLINA	MUESTRA	: Agregados, Pen 60-70. 2.5% Residuo plástico Reciclado
PROYECTO	: Tesis "Análisis comparativo del Pavimento Flexible al aplicársele Residuos Plásticos Reciclados en la Avenida Los Arquitectos, Ancón, Lima, 2022"	IDENTIFICACIÓN	: La que se indica.
FECHA DE RECEPCIÓN	: 2022/04/10.	CANTIDAD	: 100 kg, 01 gl.
		PRESENTACIÓN	: Sacos y envase metálico.
		FECHA DE ENSAYO	: 2022/04/10 al 2022/05/12.

MTC E-504 (2000) RESISTENCIA DE MEZCLAS BITUMINOSAS USANDO EL APARATO MARSHALL



DMA (B/28)
JCC/jems
O.S. N°65



GRUPO M & V INGENIEROS S.A.C.

Ing. Juster Rios Chilingano
 CIP N° 269472

Lima, 12 de Mayo de 2022

LABORATORIO DE CONTROL DE CALIDAD

INFORME DE ENSAYO N° 155 - 2022 - M&V - 07.04

SOLICITANTE : CECILIA CRUZADO MOLINA MUESTRA : Agregados, Pen 60-70.
5% Residuo plástico Reciclado
PROYECTO : Tesis "Análisis comparativo del Pavimento Flexible al IDENTIFICACIÓN : La que se indica.
aplicársele Residuos Plásticos Reciclados en la Avenida Los CANTIDAD : 100 kg, 01 gl.
Arquitectos, Ancón, Lima, 2022" PRESENTACIÓN : Sacos y envase metálico.
FECHA DE RECEPCIÓN : 2022/04/10. FECHA DE ENSAYO : 2022/04/10 al 2022/05/12.

ASTM D-6927 (2004) ENSAYO PARA MEDIR LA RESISTENCIA DE MEZCLAS BITUMINOSAS USANDO EL APARATO MARSHALL

N° DE BRIQUETAS	1A	1B	1C	2A	2B	2C
1 % DE C.A. EN PESO DE LA MEZCLA TOTAL	5.0		5.5			
2 % DE AGREGADO GRUESO (> N° 4) EN PESO DE LA MEZCLA	42.75		42.53			
3 % DE AGREGADO FINO (< N° 4) EN PESO DE LA MEZCLA	47.50		47.25			
4 % DE RPR EN PESO DE LA MEZCLA	4.75		4.72			
5 PESO ESPECÍFICO DEL CEMENTO ASFÁLTICO - APARENTE	1.010		1.010			
6 PESO ESPECÍFICO DEL AGREGADO GRUESO-BULK (MENOR 1")	2.625		2.625			
7 PESO ESPECÍFICO DEL AGREGADO FINO - BULK	2.698		2.698			
8 PESO ESPECÍFICO DEL RPR - APARENTE	2.625		2.625			
9 ALTURA PROMEDIO DE LA BRIQUETA (cm)	65.8	65.2	65.4	64.8	66.1	66.9
10 PESO DE LA BRIQUETA AL AIRE (gr.) (A)	1,207.0	1,206.9	1,211.7	1,221.0	1,213.0	1,217.4
11 PESO DE LA BRIQUETA SAT. SUP. SECO EN EL AIRE (gr.) (B)	1,208.3	1,208.4	1,212.8	1,222.1	1,214.2	1,218.4
12 PESO DE LA BRIQUETA EN EL AGUA (gr.) (C)	668.0	673.5	671.2	686.0	684.0	682.0
13 PESO VOL. AGUA / VOL. BRIQUETA (gr.) (B-C)	540.3	534.9	541.6	536.1	530.2	536.4
14 PESO DE AGUA ABSORVIDA (gr.) (B-A)	1.3	1.5	1.1	1.1	1.2	1.0
15 PORCENTAJE DE ABSORCIÓN (%) ((B-A)/(B-C))*100	0.24	0.28	0.20	0.21	0.23	0.19
16 DENSIDAD DE LA BRIQUETA A 25° C (kg/m³)	2227	2250	2231	2271	2281	2263
17 PESO ESPECÍFICO BULK DE LA BRIQUETA (gr./cm³) (A/(B-C))	2.234	2.256	2.237	2.278	2.288	2.270
18 PESO ESPECÍFICO MÁXIMO - ASTM D 2041	2.463		2.444			
19 PORCENTAJE DE VACÍOS (%)	9.3	8.4	9.2	6.8	6.4	7.1
20 PESO ESPECÍFICO BULK DEL AGREGADO TOTAL (gr./cm³)	2.661		2.661			
21 V.M.A. (%)	20.2	19.4	20.1	19.1	18.8	19.4
22 PORCENTAJE DE VACÍOS LLENADOS CON C.A. (%)	54.0	56.8	54.4	64.3	66.0	63.2
23 PESO ESPECÍFICO EFECTIVO DEL AGREGADO TOTAL	2.665		2.664			
24 ASFALTO ABSORVIDO POR EL AGREGADO TOTAL (%)	0.1		0.0			
25 PORCENTAJE DE ASFALTO EFECTIVO (%)	5.0		5.5			
26 FLUJO (0.01 Pulgada)	10.5	11.0	10.5	11.0	11.0	11.5
27 ESTABILIDAD SIN CORREGIR (kg)	750.0	800.0	770.0	900.0	1,000.0	980.0
28 FACTOR DE ESTABILIDAD	1.04	1.04	1.04	1.04	1.04	1.04
29 ESTABILIDAD CORREGIDA (kg)	780.0	832.0	801.0	936.0	1,040.0	1,019.0

277



DMA (14/28)
mepp/jems
O.S. N°155

GRUPO M&V INGENIEROS S.A.C.
Juster Rios Chilingano
Ing. Juster Rios Chilingano
CIP N° 269472

Lima, 12 de Mayo de 2022

LABORATORIO DE CONTROL DE CALIDAD

INFORME DE ENSAYO N° 155 - 2022 - M&V - 07.04

SOLICITANTE : CECILIA CRUZADO MOLINA **MUESTRA** : Agregados, Pen 60-70.
5% Residuo plástico Reciclado

PROYECTO : Tesis "Análisis comparativo del Pavimento Flexible al aplicársele Residuos Plásticos Reciclados en la Avenida Los Arquitectos, Ancón, Lima, 2022" **IDENTIFICACIÓN** : La que se indica.

FECHA DE RECEPCIÓN : 2022/04/10. **CANTIDAD** : 100 kg, 01 gl. **PRESENTACIÓN** : Sacos y envase metálico.

FECHA DE ENSAYO : 2022/04/10 al 2022/05/12.

ASTM D-6927 (2004) ENSAYO PARA MEDIR LA RESISTENCIA DE MEZCLAS BITUMINOSAS USANDO EL APARATO MARSHALL

N° DE BRIQUETAS	3A	3B	3C	4A	4B	4C
1 % DE C.A. EN PESO DE LA MEZCLA TOTAL	6.00			6.50		
2 % DE AGREGADO GRUESO (> N° 4) EN PESO DE LA MEZCLA	42.30			42.08		
3 % DE AGREGADO FINO (< N° 4) EN PESO DE LA MEZCLA	47.00			46.75		
4 % DE RPR EN PESO DE LA MEZCLA	4.70			4.67		
5 PESO ESPECÍFICO DEL CEMENTO ASFÁLTICO - APARENTE	1.010			1.010		
6 PESO ESPECÍFICO DEL AGREGADO GRUESO-BULK (MENOR 1')	2.625			2.625		
7 PESO ESPECÍFICO DEL AGREGADO FINO - BULK	2.698			2.698		
8 PESO ESPECÍFICO DEL RPR - APARENTE	2.625			2.625		
9 ALTURA PROMEDIO DE LA BRIQUETA (cm)	67.7	62.5	63.9	64.2	64.8	64.3
10 PESO DE LA BRIQUETA AL AIRE (gr.) (A)	1,206.3	1,212.4	1,219.2	1,211.4	1,214.3	1,221.1
11 PESO DE LA BRIQUETA SAT. SUP. SECO EN EL AIRE (gr.) (B)	1,207.3	1,213.4	1,220.3	1,212.0	1,215.0	1,221.7
12 PESO DE LA BRIQUETA EN EL AGUA (gr.) (C)	682.0	685.5	687.7	690.0	693.0	698.0
13 PESO VOL. AGUA / VOL. BRIQUETA (gr.) (B-C)	525.3	527.9	532.6	522.0	522.0	523.7
14 PESO DE AGUA ABSORVIDA (gr.) (B-A)	1.0	1.0	1.1	0.6	0.7	0.6
15 PORCENTAJE DE ABSORCIÓN (%) ((B-A)/(B-C))*100	0.19	0.19	0.21	0.11	0.13	0.11
16 DENSIDAD DE LA BRIQUETA A 25° C (kg/m³)	2290	2290	2282	2314	2319	2325
17 PESO ESPECÍFICO BULK DE LA BRIQUETA (gr./cm³) (A/(B-C))	2.296	2.297	2.289	2.321	2.326	2.332
18 PESO ESPECÍFICO MÁXIMO - ASTM D 2041	2.426			2.408		
19 PORCENTAJE DE VACÍOS	5.3	5.3	5.6	3.6	3.4	3.2
20 PESO ESPECÍFICO BULK DEL AGREGADO TOTAL (gr./cm³)	2.661			2.661		
21 V.M.A.	18.9	18.9	19.1	18.5	18.3	18.1
22 PORCENTAJE DE VACÍOS LLENADOS CON C.A.	71.7	71.8	70.5	80.4	81.4	82.5
23 PESO ESPECÍFICO EFECTIVO DEL AGREGADO TOTAL	2.664			2.664		
24 ASFALTO ABSORBIDO POR EL AGREGADO TOTAL (%)	0.1			0.1		
25 PORCENTAJE DE ASFALTO EFECTIVO	6.0			6.5		
26 FLUJO (0.01 Pulgada)	12.0	12.0	12.5	13.0	13.5	13.5
27 ESTABILIDAD SIN CORREGIR (kg)	1,000.0	950.0	1,000.0	1,075.0	1,100.0	1,075.0
28 FACTOR DE ESTABILIDAD	1.04	1.04	1.04	1.04	1.04	1.04
29 ESTABILIDAD CORREGIDA (kg)	1,040.0	988.0	1,040.0	1,118.0	1,144.0	1,118.0



DMA (E/28)
mep/jems
O.S. N°55

GRUPO M&V INGENIEROS S.A.C.
Juster Rios Chilingano
Ing. Juster Rios Chilingano
CIP N° 269472

Lima, 12 de Mayo de 2022

Coop. San Miguel Mz D Lt. 8/ Int. 1 - Urb. Campoy - S.J.L. / Mz. A Lt. 6 Urb. Los Girasoles 1ª. Etapa - Callao.
Telfax: (511) 661-9143 Celular RPC (511) 94778-9986 (WhatsApp) / ENTEL 93073-5810 (WhatsApp)
LIMA-PERU

mw_inqsac@hotmail.com
cotizaciones@myingenieros.com
www.myingenieros.com

LABORATORIO DE CONTROL DE CALIDAD

INFORME DE ENSAYO N° 155 - 2022 - M&V - 07.04

SOLICITANTE : CECILIA CRUZADO MOLINA **MUESTRA** : Agregados, Pen 60-70.
5% Residuo plástico Reciclado

PROYECTO : Tesis "Análisis comparativo del Pavimento Flexible al aplicársele Residuos Plásticos Reciclados en la Avenida Los Arquitectos, Ancón, Lima, 2022" **IDENTIFICACIÓN** : La que se indica.

FECHA DE RECEPCIÓN : 2022/04/10. **CANTIDAD** : 100 kg, 01 gl **PRESENTACIÓN** : Sacos y envase metálico.

FECHA DE ENSAYO : 2022/04/10 al 2022/05/12.

ASTM D-6927 (2004) ENSAYO PARA MEDIR LA RESISTENCIA DE MEZCLAS BITUMINOSAS USANDO EL APARATO MARSHALL

N° DE BRIQUETAS	5A	5B	5C	6A	6B	6C
1 % DE C.A. EN PESO DE LA MEZCLA TOTAL	7.00					
2 % DE AGREGADO GRUESO (> N° 4) EN PESO DE LA MEZCLA	41.85					
3 % DE AGREGADO FINO (< N° 4) EN PESO DE LA MEZCLA	46.50					
4 % DE RPR EN PESO DE LA MEZCLA	4.65					
5 PESO ESPECÍFICO DEL CEMENTO ASFÁLTICO - APARENTE	1.010					
6 PESO ESPECÍFICO DEL AGREGADO GRUESO-BULK (MENOR 1')	2.625					
7 PESO ESPECÍFICO DEL AGREGADO FINO - BULK	2.698					
8 PESO ESPECÍFICO DEL RPR - APARENTE	2.625					
9 ALTURA PROMEDIO DE LA BRIQUETA (cm)	65.2	65.8	64.6			
10 PESO DE LA BRIQUETA AL AIRE (gr.) (A)	1,219.0	1,213.2	1,220.3			
11 PESO DE LA BRIQUETA SAT. SUP. SECO EN EL AIRE (gr.) (B)	1,219.3	1,213.6	1,220.5			
12 PESO DE LA BRIQUETA EN EL AGUA (gr.) (C)	690.0	688.0	691.0			
13 PESO VOL. AGUA / VOL. BRIQUETA (gr.) (B-C)	529.3	525.6	529.5			
14 PESO DE AGUA ABSORVIDA (gr.) (B-A)	0.3	0.4	0.2			
15 PORCENTAJE DE ABSORCIÓN (%) ((B-A)/(B-C))*100	0.06	0.08	0.04			
16 DENSIDAD DE LA BRIQUETA A 25° C (kg/m³)	2296	2301	2298			
17 PESO ESPECÍFICO BULK DE LA BRIQUETA (gr./cm³) (A/(B-C))	2.303	2.308	2.305			
18 PESO ESPECÍFICO MÁXIMO - ASTM D 2041	2.390					
19 PORCENTAJE DE VACÍOS	3.6	3.4	3.6			
20 PESO ESPECÍFICO BULK DEL AGREGADO TOTAL (gr./cm³)	2.661					
21 V.M.A.	19.5	19.3	19.5			
22 PORCENTAJE DE VACÍOS LLENADOS CON C.A.	81.3	82.3	81.7			
23 PESO ESPECÍFICO EFECTIVO DEL AGREGADO TOTAL	2.664					
24 ASFALTO ABSORBIDO POR EL AGREGADO TOTAL (%)	0.0					
25 PORCENTAJE DE ASFALTO EFECTIVO	7.0					
26 FLUJO (0.01 Pulgada)	15.0	14.5	15.0			
27 ESTABILIDAD SIN CORREGIR (kg)	950.0	840.0	900.0			
28 FACTOR DE ESTABILIDAD	1.04	1.04	1.04			
29 ESTABILIDAD CORREGIDA (kg)	988.0	874.0	936.0			



DMA (16/28)
mepp/jems
O.S.N°155

GRUPO M&V INGENIEROS S.A.C.
Joster Rios
Ing. Joster Rios Chilingano
CIP N° 269472

Lima, 12 de Mayo de 2022



LABORATORIO DE CONTROL DE CALIDAD

INFORME DE ENSAYO N° 155 - 2022 - M&V - 07.04

SOLICITANTE : CECILIA CRUZADO MOLINA MUESTRA : Agregados, Pen 60-70.
5% Residuo plástico Reciclado
PROYECTO : Tesis "Análisis comparativo del Pavimento Flexible al IDENTIFICACIÓN : La que se indica.
aplicársele Residuos Plásticos Reciclados en la Avenida CANTIDAD : 100 kg, 01 gl.
Los Arquitectos, Ancón, Lima, 2022" PRESENTACIÓN : Sacos y envase metálico.
FECHA DE RECEPCIÓN : 2022/04/10. FECHA DE ENSAYO : 2022/04/10 al 2022/05/12.

MTC E-504 (2000) RESISTENCIA DE MEZCLAS BITUMINOSAS USANDO EL APARATO MARSHALL

Características de la Mezcla :

- Nº de golpes por cara	:		75	
- Contenido Óptimo de Cemento Asfáltico, % *	:	6.1	6.3	6.5
- Peso Específico bulk, g/cm ³	:	2.307	2.315	2.320
- Vacíos, %	:	5.4	4.3	4.1
- Vacíos llenos con Cemento Asfáltico, %	:	71.0	76.0	78.0
- V.M.A., %	:	18.6	18.7	18.8
- Estabilidad, lb (kN)	:	2390.0 (10.63)	2420.0 (10.76)	2400.0 (10.68)
- Flujo, 0.01" (0.25 mm)	:	12.9 (3.2)	13.2 (3.3)	13.6 (3.4)
- Relación Estabilidad/Flujo, kg/cm	:		3333.3	
- Absorción de Asfalto, %	:		0.0	
- Temperatura de la Mezcla, °C	:		150.0	

Proporciones de mezcla :

(1) Agregado grueso, % *	:	45.0
(2) Agregado fino, % *	:	55.0

Materiales :

- Tipo de Asfalto	:	PEN 60-70 (proporcionado por el solicitante).
- Agregado grueso	:	Cantera Puente Piedra - Grava (45.0%)
- Agregado fino	:	Cantera Puente Piedra - Arena (50.0%)
- Plástico Reciclado	:	Residuo (5.0% porcentaje en peso de los Agregados)

Nota :

(*) Porcentaje en peso de la mezcla total.

Observaciones :

- Manual de Ensayo de Materiales para Carreteras (EM-2013), aprobado con R.D. N° 03-2013-MTC/14 de 06/2013.
- Agregados, PEN 60-70, Plástico Reciclado, proporcionados e identificados por el solicitante.
- Fecha de orden de ensayo: 2022/04/10.
- Este documento no autoriza el empleo de los materiales analizados; siendo la interpretación del mismo de exclusiva responsabilidad del usuario.



DMA (17/28)
mepp/jems
O.S. N°55



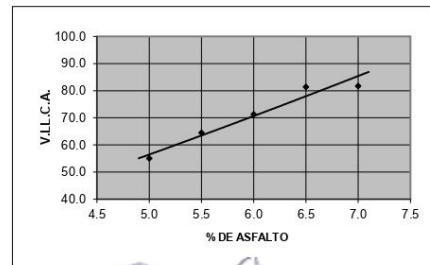
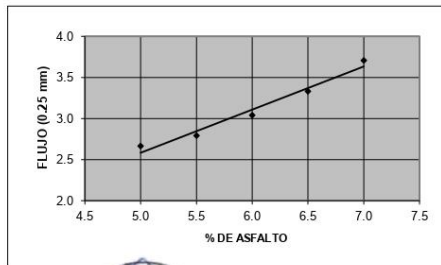
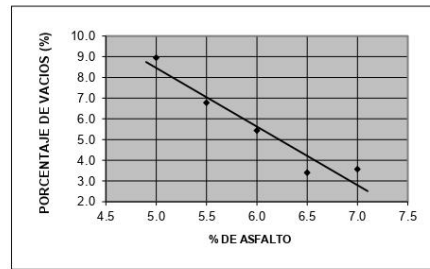
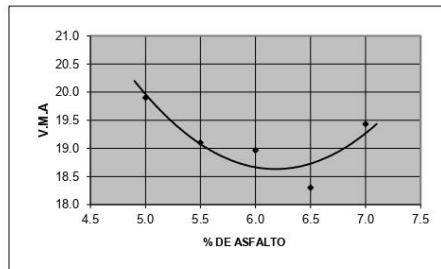
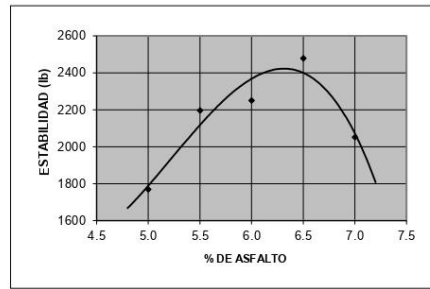
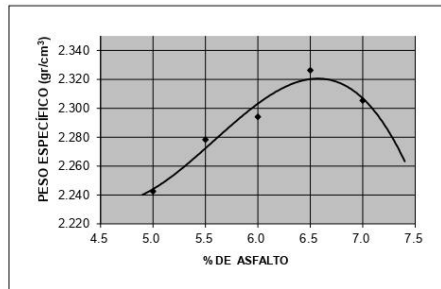
Lima, 12 de Mayo de 2022

Coop. San Miguel Mz D Lt. 8/ Int. 1 - Urb. Campoy - S.J.L. / Mz. A Lt. 6 Urb. Los Graseoles 1°. Eapa - Callao.
Telfax: (511) 661-9143 Celular RPC (511) 94778-9986 (WhatsApp) / ENTEL 93073-5810 (WhatsApp)
LIMA-PERU

mw_ingsac@hotmail.com
cotizaciones@myingenieros.com
www.myingenieros.com

SOLICITANTE	: CECILIA CRUZADO MOLINA	MUESTRA	: Agregados, Pen 60-70. 5% Residuo plástico Reciclado
PROYECTO	: Tesis "Análisis comparativo del Pavimento Flexible al aplicársele Residuos Plásticos Reciclados en la Avenida Los Arquitectos, Ancón, Lima, 2022"	IDENTIFICACIÓN	: La que se indica.
FECHA DE RECEPCIÓN	: 2022/04/10.	CANTIDAD	: 100 kg, 01 gl.
		PRESENTACIÓN	: Sacos y envase metálico.
		FECHA DE ENSAYO	: 2022/04/10 al 2022/05/12.

MTC E-504 (2000) RESISTENCIA DE MEZCLAS BITUMINOSAS USANDO EL APARATO MARSHALL



DMA (18/28)
mepp/jems
O.S. N°165

GRUPO M&V INGENIEROS S.A.C.
Ing. Juster Rios Chilingano
CIP N° 269472

Lima, 12 de Mayo de 2022

LABORATORIO DE CONTROL DE CALIDAD

INFORME DE ENSAYO N° 155 - 2022 - M&V - 07.04

SOLICITANTE : CECILIA CRUZADO MOLINA **MUESTRA** : Agregados, Pen 60-70.
7.5% Residuo plástico Reciclado

PROYECTO : Tesis "Análisis comparativo del Pavimento Flexible al aplicarse Residuos Plásticos Reciclados en la Avenida Los Arquitectos, Ancón, Lima, 2022" **IDENTIFICACIÓN** : La que se indica.

FECHA DE RECEPCIÓN : 2022/04/10. **FECHA DE ENSAYO** : 2022/04/10 al 2022/05/12.

CANTIDAD : 100 kg, 01 gl.
PRESENTACIÓN : Sacos y envase metálico.

ASTM D-6927 (2004) ENSAYO PARA MEDIR LA RESISTENCIA DE MEZCLAS BITUMINOSAS USANDO EL APARATO MARSHALL

N° DE BRIQUETAS	1A	1B	1C	2A	2B	2C
1 % DE C.A. EN PESO DE LA MEZCLA TOTAL	5.5			6.0		
2 % DE AGREGADO GRUESO (> N° 4) EN PESO DE LA MEZCLA	42.53			42.30		
3 % DE AGREGADO FINO (< N° 4) EN PESO DE LA MEZCLA	44.88			44.65		
4 % DE RPR EN PESO DE LA MEZCLA	7.09			7.05		
5 PESO ESPECÍFICO DEL CEMENTO ASFÁLTICO - APARENTE	1.010			1.010		
6 PESO ESPECÍFICO DEL AGREGADO GRUESO-BULK (MENOR 1")	2.625			2.625		
7 PESO ESPECÍFICO DEL AGREGADO FINO - BULK	2.698			2.698		
8 PESO ESPECÍFICO DEL RPR - APARENTE	2.625			2.625		
9 ALTURA PROMEDIO DE LA BRIQUETA (cm)	64.9	65.0	65.2	65.7	65.9	66.1
10 PESO DE LA BRIQUETA AL AIRE (gr.) (A)	1,205.2	1,204.3	1,208.7	1,219.3	1,211.4	1,216.7
11 PESO DE LA BRIQUETA SAT. SUP. SECO EN EL AIRE (gr.) (B)	1,206.4	1,205.9	1,210.1	1,220.3	1,212.4	1,217.8
12 PESO DE LA BRIQUETA EN EL AGUA (gr.) (C)	692.1	691.0	694.2	705.0	701.0	702.6
13 PESO VOL. AGUA / VOL. BRIQUETA E (gr.) (B-C)	514.3	514.9	515.9	515.3	511.4	515.2
14 PESO DE AGUA ABSORVIDA (gr.) (B-A)	1.2	1.6	1.4	1.0	1.0	1.1
15 PORCENTAJE DE ABSORCIÓN (%) ((B-A)/(B-C))*100	0.23	0.31	0.27	0.19	0.20	0.21
16 DENSIDAD DE LA BRIQUETA A 25° C (kg/m³)	2336	2332	2336	2359	2362	2355
17 PESO ESPECÍFICO BULK DE LA BRIQUETA (gr./cm³) (A/(B-C))	2.343	2.339	2.343	2.366	2.369	2.362
18 PESO ESPECÍFICO MÁXIMO - ASTM D 2041	2.607			2.588		
19 PORCENTAJE DE VACÍOS (%)	10.1	10.3	10.1	8.6	8.5	8.8
20 PESO ESPECÍFICO BULK DEL AGREGADO TOTAL (gr./cm³)	2.659			2.659		
21 V.M.A. (%)	16.7	16.9	16.7	16.4	16.3	16.5
22 PORCENTAJE DE VACÍOS LLENADOS CON C.A. (%)	39.5	39.2	39.3	47.7	48.0	47.0
23 PESO ESPECÍFICO EFECTIVO DEL AGREGADO TOTAL	2.871			2.875		
24 ASFALTO ABSORVIDO POR EL AGREGADO TOTAL (%)	2.8			2.9		
25 PORCENTAJE DE ASFALTO EFECTIVO (%)	2.8			3.3		
26 FLUJO (0.01 Pulgada)	10.0	10.0	11.0	12.0	13.0	11.0
27 ESTABILIDAD SIN CORREGIR (kg)	850.0	900.0	840.0	975.0	950.0	1,000.0
28 FACTOR DE ESTABILIDAD	1.04	1.04	1.04	1.04	1.04	1.04
29 ESTABILIDAD CORREGIDA (kg)	884.0	936.0	874.0	1,014.0	988.0	1,040.0



DMA (19/28)
mepp/jems
O.S. N°155

GRUPO M&V INGENIEROS S.A.C.
Juster Ríos Chilingano
Ing. Juster Ríos Chilingano
CIP N° 269472

Lima, 12 de Mayo de 2022

LABORATORIO DE CONTROL DE CALIDAD

INFORME DE ENSAYO N° 155 - 2022 - M & V - 07.04

SOLICITANTE : CECILIA CRUZADO MOLINA **MUESTRA** : Agregados, Pen 60-70.
7.5% Residuo plástico Reciclado

PROYECTO : Tesis "Análisis comparativo del Pavimento Flexible al aplicársele Residuos Plásticos Reciclados en la Avenida Los Arquitectos, Ancón, Lima, 2022" **IDENTIFICACIÓN** : La que se indica.

FECHA DE RECEPCIÓN : 2022/04/10. **CANTIDAD** : 100 kg, 01 gl.

PRESENTACIÓN : Sacos y envase metálico. **FECHA DE ENSAYO** : 2022/04/10 al 2022/05/12.

ASTM D-6927 (2004) ENSAYO PARA MEDIR LA RESISTENCIA DE MEZCLAS BITUMINOSAS USANDO EL APARATO MARSHALL

N° DE BRIQUETAS	3A	3B	3C	4A	4B	4C
1 % DE C.A. EN PESO DE LA MEZCLA TOTAL	6.50			7.00		
2 % DE AGREGADO GRUESO (> N° 4) EN PESO DE LA MEZCLA	42.08			41.85		
3 % DE AGREGADO FINO (< N° 4) EN PESO DE LA MEZCLA	44.41			44.17		
4 % DE RPR EN PESO DE LA MEZCLA	7.01			6.98		
5 PESO ESPECÍFICO DEL CEMENTO ASFÁLTICO - APARENTE	1.010			1.010		
6 PESO ESPECÍFICO DEL AGREGADO GRUESO-BULK (MENOR 1")	2.625			2.625		
7 PESO ESPECÍFICO DEL AGREGADO FINO - BULK	2.698			2.698		
8 PESO ESPECÍFICO DEL RPR - APARENTE	2.625			2.625		
9 ALTURA PROMEDIO DE LA BRIQUETA (cm)	66.8	66.1	65.2	65.9	64.3	63.9
10 PESO DE LA BRIQUETA AL AIRE (gr.) (A)	1,205.1	1,210.3	1,217.4	1,210.0	1,212.4	1,211.0
11 PESO DE LA BRIQUETA SAT. SUP. SECO EN EL AIRE (gr.) (B)	1,205.9	1,211.2	1,218.3	1,210.7	1,213.1	1,211.6
12 PESO DE LA BRIQUETA EN EL AGUA (gr.) (C)	698.0	701.0	704.0	703.5	704.0	702.0
13 PESO VOL. AGUA / VOL. BRIQUETA E (gr.) (B-C)	507.9	510.2	514.3	507.2	509.1	509.6
14 PESO DE AGUA ABSORVIDA (gr.) (B-A)	0.8	0.9	0.9	0.7	0.7	0.6
15 PORCENTAJE DE ABSORCIÓN (%) ((B-A)/(B-C))*100	0.16	0.18	0.17	0.14	0.14	0.12
16 DENSIDAD DE LA BRIQUETA A 25° C (kg/m³)	2366	2365	2360	2378	2374	2369
17 PESO ESPECÍFICO BULK DE LA BRIQUETA (gr./cm³) (A/(B-C))	2.373	2.372	2.367	2.386	2.381	2.376
18 PESO ESPECÍFICO MÁXIMO - ASTM D 2041	2.569			2.550		
19 PORCENTAJE DE VACÍOS	7.6	7.7	7.9	6.5	6.6	6.8
20 PESO ESPECÍFICO BULK DEL AGREGADO TOTAL (gr./cm³)	2.659			2.659		
21 V.M.A.	16.6	16.6	16.8	16.6	16.7	16.9
22 PORCENTAJE DE VACÍOS LLENADOS CON C.A.	54.0	53.9	53.2	61.1	60.4	59.7
23 PESO ESPECÍFICO EFECTIVO DEL AGREGADO TOTAL	2.878			2.881		
24 ASFALTO ABSORBIDO POR EL AGREGADO TOTAL (%)	2.9			2.9		
25 PORCENTAJE DE ASFALTO EFECTIVO	3.8			4.3		
26 FLUJO (0.01 Pulgada)	14.0	15.0	14.0	16.0	16.0	15.0
27 ESTABILIDAD SIN CORREGIR (kg)	1,050.0	1,075.0	1,100.0	1,150.0	1,170.0	1,125.0
28 FACTOR DE ESTABILIDAD	1.04	1.04	1.04	1.04	1.04	1.04
29 ESTABILIDAD CORREGIDA (kg)	1,092.0	1,118.0	1,144.0	1,196.0	1,217.0	1,170.0



DMA (20/28)
mepp/jems
O.S. N°65

GRUPO M & V INGENIEROS S.A.C.
Ing. Juster Rios Chilingano
CIP N° 269472

Lima, 12 de Mayo de 2022

LABORATORIO DE CONTROL DE CALIDAD

INFORME DE ENSAYO N° 155 - 2022 - M&V - 07.04

SOLICITANTE : CECILIA CRUZADO MOLINA **MUESTRA** : Agregados, Pen 60-70.
7.5% Residuo plástico Reciclado

PROYECTO : Tesis "Análisis comparativo del Pavimento Flexible al aplicársele Residuos Plásticos Reciclados en la Avenida Los Arquitectos, Ancón, Lima, 2022" **IDENTIFICACIÓN** : La que se indica.
CANTIDAD : 100 kg, 01 gl.

FECHA DE RECEPCIÓN : 2022/04/10. **PRESENTACIÓN** : Sacos y envase metálico.
FECHA DE ENSAYO : 2022/04/10 al 2022/05/12.

ASTM D-6927 (2004) ENSAYO PARA MEDIR LA RESISTENCIA DE MEZCLAS BITUMINOSAS USANDO EL APARATO MARSHALL

N° DE BRIQUETAS	5A	5B	5C	6A	6B	6C
1 % DE C.A. EN PESO DE LA MEZCLA TOTAL	7.50					
2 % DE AGREGADO GRUESO (> N° 4) EN PESO DE LA MEZCLA	41.63					
3 % DE AGREGADO FINO (< N° 4) EN PESO DE LA MEZCLA	43.93					
4 % DE RPR EN PESO DE LA MEZCLA	6.94					
5 PESO ESPECÍFICO DEL CEMENTO ASFÁLTICO - APARENTE	1.010					
6 PESO ESPECÍFICO DEL AGREGADO GRUESO-BULK (MENOR 1°)	2.625					
7 PESO ESPECÍFICO DEL AGREGADO FINO - BULK	2.698					
8 PESO ESPECÍFICO DEL RPR - APARENTE	2.625					
9 ALTURA PROMEDIO DE LA BRIQUETA (cm)	65.7	66.7	64.9			
10 PESO DE LA BRIQUETA AL AIRE (gr.) (A)	1,216.0	1,217.6	1,217.4			
11 PESO DE LA BRIQUETA SAT. SUP. SECO EN EL AIRE (gr.) (B)	1,216.4	1,218.0	1,217.8			
12 PESO DE LA BRIQUETA EN EL AGUA (gr.) (C)	703.0	702.9	702.6			
13 PESO VOL. AGUA / VOL. BRIQUETA E (gr.) (B-C)	513.4	515.1	515.2			
14 PESO DE AGUA ABSORVIDA (gr.) (B-A)	0.4	0.4	0.4			
15 PORCENTAJE DE ABSORCIÓN (%) ((B-A)/(B-C))*100	0.08	0.08	0.08			
16 DENSIDAD DE LA BRIQUETA A 25° C (kg/m³)	2361	2357	2356			
17 PESO ESPECÍFICO BULK DE LA BRIQUETA (gr./cm³) (A/(B-C))	2.369	2.364	2.363			
18 PESO ESPECÍFICO MÁXIMO - ASTM D 2041	2.531					
19 PORCENTAJE DE VACÍOS	6.4	6.6	6.6			
20 PESO ESPECÍFICO BULK DEL AGREGADO TOTAL (gr./cm³)	2.659					
21 V.M.A.	17.6	17.8	17.8			
22 PORCENTAJE DE VACÍOS LLENADOS CON C.A.	63.5	62.9	62.7			
23 PESO ESPECÍFICO EFECTIVO DEL AGREGADO TOTAL	2.883					
24 ASFALTO ABSORBIDO POR EL AGREGADO TOTAL (%)	3.0					
25 PORCENTAJE DE ASFALTO EFECTIVO	4.8					
26 FLUJO (0.01 Pulgada)	17.0	16.0	17.0			
27 ESTABILIDAD SIN CORREGIR (kg)	1,120.0	1,100.0	950.0			
28 FACTOR DE ESTABILIDAD	1.04	1.04	1.04			
29 ESTABILIDAD CORREGIDA (kg)	1,165.0	1,144.0	988.0			



DMA (2/28)
mepp/jems
O.S. N°55

GRUPO M & V INGENIEROS S.A.C.
Ing. Juster Rios Chilingano
CIP N° 269472

Lima, 12 de Mayo de 2022



LABORATORIO DE CONTROL DE CALIDAD

INFORME DE ENSAYO N° 155 - 2022 - M&V - 07.04

SOLICITANTE	: CECILIA CRUZADO MOLINA	MUESTRA	: Agregados, Pen 60-70. 7.5% Residuo plástico Reciclado
PROYECTO	: Tesis "Análisis comparativo del Pavimento Flexible al aplicársele Residuos Plásticos Reciclados en la Avenida Los Arquitectos, Ancón, Lima, 2022"	IDENTIFICACIÓN	: La que se indica.
FECHA DE RECEPCIÓN	: 2022/04/10.	CANTIDAD	: 100 kg, 01 gl.
		PRESENTACIÓN	: Sacos y envase metálico.
		FECHA DE ENSAYO	: 2022/04/10 al 2022/05/12.

MTC E-504 (2000) RESISTENCIA DE MEZCLAS BITUMINOSAS USANDO EL APARATO MARSHALL

Características de la Mezcla :

- N° de golpes por cara	:		75	
- Contenido Óptimo de Cemento Asfáltico, % *	:	6.8	7.0	7.2
- Peso Especifico bulk, g/cm ³	:	2.379	2.377	2.375
- Vacíos, %	:	7.2	6.9	6.8
- Vacíos llenos con Cemento Asfáltico, %	:	57.0	59.0	61.0
- V.M.A., %	:	16.7	16.9	17.2
- Estabilidad, lb (kN)	:	2580.0 (11.48)	2600.0 (11.57)	2590.0 (11.52)
- Flujo, 0.01" (0.25 mm)	:	14.8 (3.7)	15.5 (3.9)	16.4 (4.1)
- Relación Estabilidad/Flujo, kg/cm	:		3030.3	
- Absorción de Asfalto, %	:		0.2	
- Temperatura de la Mezcla, °C	:		150.0	

Proporciones de mezcla :

(1) Agregado grueso, % *	:	45.0
(2) Agregado fino, % *	:	55.0

Materiales :

- Tipo de Asfalto	:	PEN 60-70 (proporcionado por el solicitante).
- Agregado grueso	:	Cantera Puente Piedra - Grava (45.0%)
- Agregado fino	:	Cantera Puente Piedra - Arena (47.5%)
- Plástico Reciclado	:	Residuo (7.5% porcentaje en peso de los Agregados)

Nota :

(*) Porcentaje en peso de la mezcla total.

Observaciones :

- Manual de Ensayo de Materiales para Carreteras (EM-2013), aprobado con R.D. N° 03-2013-MTC/14 de 06/2013.
- Agregados, PEN 60-70, Plástico Reciclado, proporcionados e identificados por el solicitante.
- Fecha de orden de ensayo: 2022/04/10.
- Este documento no autoriza el empleo de los materiales analizados; siendo la interpretación del mismo de exclusiva responsabilidad del usuario.



DMA (22/28)
mepp/jems
O.S. N°65

GRUPO M&V INGENIEROS S.A.C.

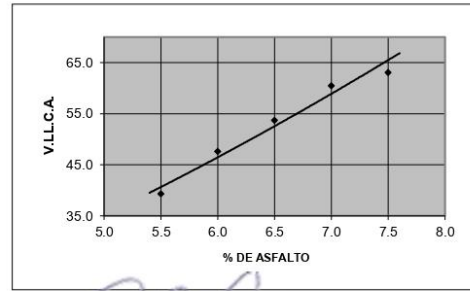
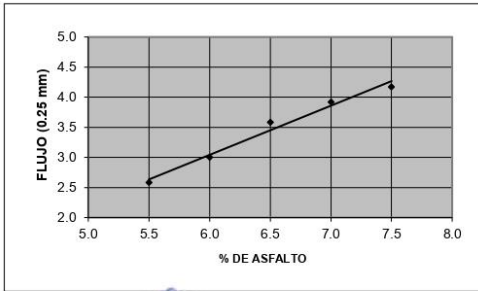
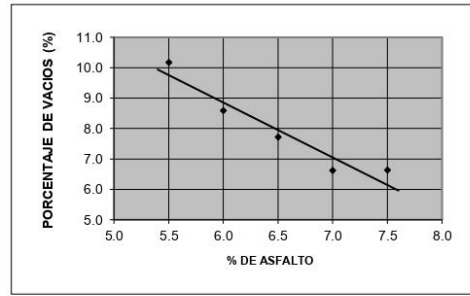
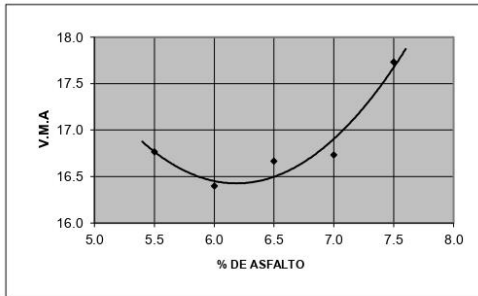
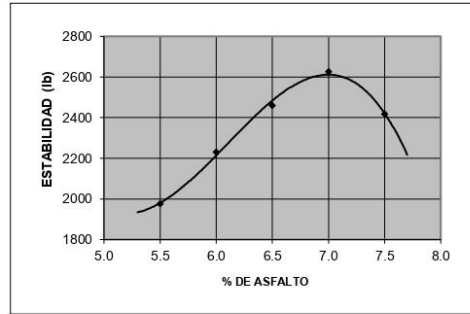
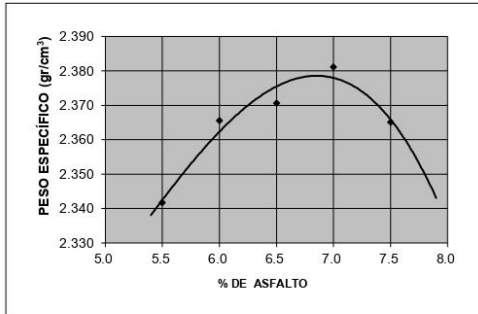
Ing. Juster Rios Chilingano
CIP N° 269472

Lima, 12 de Mayo de 2022

INFORME DE ENSAYO N° 155 - 2022 - M&V - 07.04

SOLICITANTE	: CECILIA CRUZADO MOLINA	MUESTRA	: Agregados, Pen 60-70. 7.5% Residuo plástico Reciclado
PROYECTO	: Tesis "Análisis comparativo del Pavimento Flexible al aplicársele Residuos Plásticos Reciclados en la Avenida Los Arquitectos, Ancón, Lima, 2022"	IDENTIFICACIÓN	: La que se indica.
FECHA DE RECEPCIÓN	: 2022/04/10.	CANTIDAD	: 100 kg, 01 gl.
		PRESENTACIÓN	: Sacos y envase metálico.
		FECHA DE ENSAYO	: 2022/04/10 al 2022/05/12.

MTC E-504 (2000) RESISTENCIA DE MEZCLAS BITUMINOSAS USANDO EL APARATO MARSHALL



DMA (23/28)
mepp/jems
O.S. N°155

GRUPO M&V INGENIEROS S.A.C.
Juster Rios Chilingano
Ing. Juster Rios Chilingano
CIP N° 269472

Lima, 12 de Mayo de 2022

LABORATORIO DE CONTROL DE CALIDAD

INFORME DE ENSAYO N° 155 - 2022 - M&V - 07.04

SOLICITANTE : CECILIA CRUZADO MOLINA MUESTRA : Agregados, Pen 60-70.
10.0% Residuo plástico Reciclado
PROYECTO : Tesis "Análisis comparativo del Pavimento Flexible al IDENTIFICACIÓN : La que se indica.
aplicársele Residuos Plásticos Reciclados en la Avenida Los Arquitectos, Ancón, Lima, 2022" CANTIDAD : 100 kg, 01 gl.
PRESENTACIÓN : Sacos y envase metálico.
FECHA DE RECEPCIÓN : 2022/04/10. FECHA DE ENSAYO : 2022/04/10 al 2022/05/12.

ASTM D-6927 (2004) ENSAYO PARA MEDIR LA RESISTENCIA DE MEZCLAS BITUMINOSAS USANDO EL APARATO MARSHALL

N° DE BRIQUETAS	1A	1B	1C	2A	2B	2C
1 % DE C.A. EN PESO DE LA MEZCLA TOTAL	5.5		6.0			
2 % DE AGREGADO GRUESO (> N° 4) EN PESO DE LA MEZCLA	42.53		42.30			
3 % DE AGREGADO FINO (< N° 4) EN PESO DE LA MEZCLA	42.52		42.30			
4 % DE RPR EN PESO DE LA MEZCLA	9.45		9.40			
5 PESO ESPECÍFICO DEL CEMENTO ASFÁLTICO - APARENTE	1.010		1.010			
6 PESO ESPECÍFICO DEL AGREGADO GRUESO-BULK (MENOR 1")	2.625		2.625			
7 PESO ESPECÍFICO DEL AGREGADO FINO - BULK	2.698		2.698			
8 PESO ESPECÍFICO DEL RPR - APARENTE	2.625		2.625			
9 ALTURA PROMEDIO DE LA BRIQUETA (cm)	66.0	62.3	63.4	65.4	63.7	63.0
10 PESO DE LA BRIQUETA AL AIRE (gr.) (A)	1,214.0	1,214.1	1,213.8	1,222.0	1,220.2	1,221.0
11 PESO DE LA BRIQUETA SAT. SUP. SECO EN EL AIRE (gr.) (B)	1,217.2	1,216.1	1,216.5	1,222.5	1,222.4	1,223.3
12 PESO DE LA BRIQUETA EN EL AGUA (gr.) (C)	661.2	660.8	661.4	667.0	669.8	667.2
13 PESO VOL. AGUA / VOL. BRIQUETA (gr.) (B-C)	556.0	555.3	555.1	555.5	552.6	556.1
14 PESO DE AGUA ABSORVIDA (gr.) (B-A)	3.2	2.0	2.7	0.5	2.2	2.3
15 PORCENTAJE DE ABSORCIÓN (%) ((B-A)/(B-C))*100	0.58	0.36	0.49	0.09	0.40	0.41
16 DENSIDAD DE LA BRIQUETA A 25° C (kg/m³)	2177	2180	2180	2193	2201	2189
17 PESO ESPECÍFICO BULK DE LA BRIQUETA (gr./cm³) (A/(B-C))	2.183	2.186	2.187	2.200	2.208	2.196
18 PESO ESPECÍFICO MÁXIMO - ASTM D 2041	2.537		2.516			
19 PORCENTAJE DE VACÍOS (%)	13.9	13.8	13.8	12.6	12.2	12.7
20 PESO ESPECÍFICO BULK DEL AGREGADO TOTAL (gr./cm³)	2.657		2.657			
21 V.M.A. (%)	22.3	22.2	22.2	22.2	21.9	22.3
22 PORCENTAJE DE VACÍOS LLENADOS CON C.A. (%)	37.5	37.7	37.8	43.4	44.1	42.9
23 PESO ESPECÍFICO EFECTIVO DEL AGREGADO TOTAL	2.782		2.781			
24 ASFALTO ABSORVIDO POR EL AGREGADO TOTAL (%)	1.7		1.7			
25 PORCENTAJE DE ASFALTO EFECTIVO (%)	3.9		4.4			
26 FLUJO (0.01 Pulgada)	10.0	11.0	9.0	12.0	11.0	12.0
27 ESTABILIDAD SIN CORREGIR (kg)	850.0	930.0	940.0	1,050.0	1,000.0	950.0
28 FACTOR DE ESTABILIDAD	1.04	1.04	1.04	1.04	1.04	1.04
29 ESTABILIDAD CORREGIDA (kg)	884.0	967.0	978.0	1,092.0	1,040.0	988.0



DMA (2428)
meppjems
O.S. N°155

GRUPO M & V INGENIEROS S.A.C.
J. Ríos Chilingano
Ing. J. Ríos Chilingano
CIP N° 269472

Lima, 12 de Mayo de 2022

LABORATORIO DE CONTROL DE CALIDAD

INFORME DE ENSAYO N° 155 - 2022 - M&V - 07.04

SOLICITANTE : CECILIA CRUZADO MOLINA	MUESTRA : Agregados, Pen 60-70. 10.0% Residuo plástico Reciclado
PROYECTO : Tesis "Análisis comparativo del Pavimento Flexible al aplicársele Residuos Plásticos Reciclados en la Avenida Los Arquitectos, Ancón, Lima, 2022"	IDENTIFICACIÓN : La que se indica.
FECHA DE RECEPCIÓN : 2022/04/10.	CANTIDAD : 100 kg, 01 gl.
	PRESENTACIÓN : Sacos y envase metálico.
	FECHA DE ENSAYO : 2022/04/10 al 2022/05/12.

ASTM D-6927 (2004) ENSAYO PARA MEDIR LA RESISTENCIA DE MEZCLAS BITUMINOSAS USANDO EL APARATO MARSHALL

N° DE BRIQUETAS	3A	3B	3C	4A	4B	4C
1 % DE C.A. EN PESO DE LA MEZCLA TOTAL	6.50			7.00		
2 % DE AGREGADO GRUESO (> N° 4) EN PESO DE LA MEZCLA	42.08			41.85		
3 % DE AGREGADO FINO (< N° 4) EN PESO DE LA MEZCLA	42.07			41.85		
4 % DE RPR EN PESO DE LA MEZCLA	9.35			9.30		
5 PESO ESPECÍFICO DEL CEMENTO ASFÁLTICO - APARENTE	1.010			1.010		
6 PESO ESPECÍFICO DEL AGREGADO GRUESO-BULK (MENOR 1')	2.625			2.625		
7 PESO ESPECÍFICO DEL AGREGADO FINO - BULK	2.698			2.698		
8 PESO ESPECÍFICO DEL RPR - APARENTE	2.625			2.625		
9 ALTURA PROMEDIO DE LA BRIQUETA (cm)	65.2	65.3	65.0	65.8	66.4	65.9
10 PESO DE LA BRIQUETA AL AIRE (gr.) (A)	1,231.2	1,232.0	1,232.2	1,235.6	1,235.7	1,236.9
11 PESO DE LA BRIQUETA SAT. SUP. SECO EN EL AIRE (gr.) (B)	1,232.4	1,233.2	1,233.2	1,236.2	1,237.2	1,238.1
12 PESO DE LA BRIQUETA EN EL AGUA (gr.) (C)	679.0	677.8	677.0	688.0	694.0	687.1
13 PESO VOL. AGUA / VOL. BRIQUETA (gr.) (B-C)	553.4	555.4	556.2	548.2	543.2	551.0
14 PESO DE AGUA ABSORVIDA (gr.) (B-A)	1.2	1.2	1.0	0.6	1.5	1.2
15 PORCENTAJE DE ABSORCIÓN (%) ((B-A)/(B-C))*100	0.22	0.22	0.18	0.11	0.28	0.22
16 DENSIDAD DE LA BRIQUETA A 25° C (kg/m³)	2218	2212	2209	2247	2268	2238
17 PESO ESPECÍFICO BULK DE LA BRIQUETA (gr./cm³) (A/(B-C))	2.225	2.218	2.215	2.254	2.275	2.245
18 PESO ESPECÍFICO MÁXIMO - ASTM D 2041	2.496			2.477		
19 PORCENTAJE DE VACÍOS	10.9	11.1	11.2	9.0	8.2	9.4
20 PESO ESPECÍFICO BULK DEL AGREGADO TOTAL (gr./cm³)	2.657			2.657		
21 V.M.A.	21.7	21.9	22.0	21.1	20.4	21.4
22 PORCENTAJE DE VACÍOS LLENADOS CON C.A.	49.9	49.2	48.9	57.3	60.0	56.2
23 PESO ESPECÍFICO EFECTIVO DEL AGREGADO TOTAL	2.780			2.781		
24 ASFALTO ABSORBIDO POR EL AGREGADO TOTAL (%)	1.7			1.7		
25 PORCENTAJE DE ASFALTO EFECTIVO	4.9			5.4		
26 FLUJO (0.01 Pulgada)	13.0	14.0	14.0	15.0	16.0	16.0
27 ESTABILIDAD SIN CORREGIR (kg)	970.0	940.0	1,000.0	1,100.0	1,085.0	1,050.0
28 FACTOR DE ESTABILIDAD	1.04	1.04	1.04	1.04	1.04	1.04
29 ESTABILIDAD CORREGIDA (kg)	1,009.0	978.0	1,040.0	1,144.0	1,128.0	1,092.0



DMA (25/28)
mepp/jems
O.S. N°E5


GRUPO M&V INGENIEROS S.A.C.
 Ing. Justo Ríos Chilingano
 CIP N° 269472

Lima, 12 de Mayo de 2022

Coop. San Miguel Mz. D Lt. 8/ Int. 1 - Urb. Carrpoy - S.J.L. / Mz. A Lt. 6 Urb. Los Girasoles 1ª Etapa - Callao.
 Telfax: (511) 661-9143 Celular RPC (511) 94778-9986 (WhatsApp) / ENTEL 93073-5810 (WhatsApp)
 LIMA-PERU

mw_inqsac@hotmail.com
cotizaciones@mwingenieros.com
www.mwingenieros.com

LABORATORIO DE CONTROL DE CALIDAD

INFORME DE ENSAYO N° 155 - 2022 - M&V - 07.04

SOLICITANTE : CECILIA CRUZADO MOLINA **MUESTRA** : Agregados, Pen 60-70.
10.0% Residuo plástico Reciclado

PROYECTO : Tesis "Análisis comparativo del Pavimento Flexible al aplicársele Residuos Plásticos Reciclados en la Avenida Los Arquitectos, Ancón, Lima, 2022" **IDENTIFICACIÓN** : La que se indica.

FECHA DE RECEPCIÓN : 2022/04/10. **CANTIDAD** : 100 kg, 01 gl. **PRESENTACIÓN** : Sacos y envase metálico.

FECHA DE ENSAYO : 2022/04/10 al 2022/05/12.

ASTM D-6927 (2004) ENSAYO PARA MEDIR LA RESISTENCIA DE MEZCLAS BITUMINOSAS USANDO EL APARATO MARSHALL

N° DE BRIQUETAS	5A	5B	5C	6A	6B	6C
1 % DE C.A. EN PESO DE LA MEZCLA TOTAL	7.50					
2 % DE AGREGADO GRUESO (> N° 4) EN PESO DE LA MEZCLA	41.63					
3 % DE AGREGADO FINO (< N° 4) EN PESO DE LA MEZCLA	41.62					
4 % DE RPR EN PESO DE LA MEZCLA	9.25					
5 PESO ESPECÍFICO DEL CEMENTO ASFÁLTICO - APARENTE	1.010					
6 PESO ESPECÍFICO DEL AGREGADO GRUESO-BULK (MENOR 1')	2.625					
7 PESO ESPECÍFICO DEL AGREGADO FINO - BULK	2.698					
8 PESO ESPECÍFICO DEL RPR - APARENTE	2.625					
9 ALTURA PROMEDIO DE LA BRIQUETA (cm)	64.8	65.3	66.1			
10 PESO DE LA BRIQUETA AL AIRE (gr.) (A)	1,236.8	1,235.7	1,237.0			
11 PESO DE LA BRIQUETA SAT. SUP. SECO EN EL AIRE (gr.) (B)	1,237.2	1,236.2	1,237.8			
12 PESO DE LA BRIQUETA EN EL AGUA (gr.) (C)	687.0	688.0	687.2			
13 PESO VOL. AGUA / VOL. BRIQUETA (gr.) (B-C)	550.2	548.2	550.6			
14 PESO DE AGUA ABSORVIDA (gr.) (B-A)	0.4	0.5	0.8			
15 PORCENTAJE DE ABSORCIÓN (%) ((B-A)/(B-C))*100	0.07	0.09	0.15			
16 DENSIDAD DE LA BRIQUETA A 25° C (kg/m³)	2241	2247	2240			
17 PESO ESPECÍFICO BULK DE LA BRIQUETA (gr./cm³) (A/(B-C))	2.248	2.254	2.247			
18 PESO ESPECÍFICO MÁXIMO - ASTM D 2041	2.458					
19 PORCENTAJE DE VACÍOS	8.6	8.3	8.6			
20 PESO ESPECÍFICO BULK DEL AGREGADO TOTAL (gr./cm³)	2.657					
21 V.M.A.	21.7	21.5	21.8			
22 PORCENTAJE DE VACÍOS LLENADOS CON C.A.	60.6	61.4	60.6			
23 PESO ESPECÍFICO EFECTIVO DEL AGREGADO TOTAL	2.781					
24 ASFALTO ABSORBIDO POR EL AGREGADO TOTAL (%)	1.7					
25 PORCENTAJE DE ASFALTO EFECTIVO	5.9					
26 FLUJO (0.01 Pulgada)	18.0	17.0	19.0			
27 ESTABILIDAD SIN CORREGIR (kg)	1,050.0	950.0	1,000.0			
28 FACTOR DE ESTABILIDAD	1.04	1.04	1.04			
29 ESTABILIDAD CORREGIDA (kg)	1,092.0	988.0	1,040.0			



DMA (26/28)
mepp/jems
O.S. N°55

GRUPO M & V INGENIEROS S.A.C.
Justo Ríos Chilingano
Ing. Justo Ríos Chilingano
CIP N° 269472

Lima, 12 de Mayo de 2022

Coop. San Miguel Mz D Lt. 8/ Int. 1 - Urb. Campoy - S.J.L. / Mz. A Lt. 6 Urb. Los Girasoles 1° Bapa - Callao.
Telfax: (511) 861-9143 Celular RPC (511) 94778-9986 (WhatsApp) / ENTEL 93073-5810 (WhatsApp)

mw_ingsac@hotmail.com
cotizaciones@mwingenieros.com
www.mwingenieros.com

LIMA-PERU



LABORATORIO DE CONTROL DE CALIDAD

INFORME DE ENSAYO N° 155 - 2022 - M&V - 07.04

SOLICITANTE	: CECILIA CRUZADO MOLINA	MUESTRA	: Agregados, Pen 60-70. 10.0% Residuo plástico Reciclado
PROYECTO	: Tesis "Análisis comparativo del Pavimento Flexible al aplicársele Residuos Plásticos Reciclados en la Avenida Los Arquitectos, Ancón, Lima, 2022"	IDENTIFICACIÓN	: La que se indica.
FECHA DE RECEPCIÓN	: 2022/04/10.	CANTIDAD	: 100 kg, 01 gl.
		PRESENTACIÓN	: Sacos y envase metálico.
		FECHA DE ENSAYO	: 2022/04/10 al 2022/05/12.

MTC E-504 (2000) RESISTENCIA DE MEZCLAS BITUMINOSAS USANDO EL APARATO MARSHALL

Características de la Mezcla :

- N° de golpes por cara	:	75	
- Contenido Óptimo de Cemento Asfáltico, % *	:	7.0	7.2
- Peso Específico bulk, g/cm ³	:	2.253	2.256
- Vacíos, %	:	9.2	9.0
- Vacíos llenos con Cemento Asfáltico, %	:	56.0	59.0
- V.M.A., %	:	21.6	21.5
- Estabilidad, lb (kN)	:	2390.0 (10.63)	2370.0 (10.54)
- Flujo, 0.01" (0.25 mm)	:	15.7 (3.9)	16.7 (4.2)
- Relación Estabilidad/Flujo, kg/cm	:		2564.9
- Absorción de Asfalto, %	:		1.0
- Temperatura de la Mezcla, °C	:		150.0

Proporciones de mezcla :

(1) Agregado grueso, % *	:	45.0
(2) Agregado fino, % *	:	55.0

Materiales :

- Tipo de Asfalto	:	PEN 60-70 (proporcionado por el solicitante).
- Agregado grueso	:	Cantera Puente Piedra - Grava (45.0%)
- Agregado fino	:	Cantera Puente Piedra - Arena (45.0%)
- Plástico Reciclado	:	Residuo (10.0% porcentaje en peso de los Agregados)

Nota :

(*) Porcentaje en peso de la mezcla total.

Observaciones :

- Manual de Ensayo de Materiales para Carreteras (EM-2013), aprobado con R.D. N° 03-2013-MTC/14 de 06/2013.
- Agregados, PEN 60-70, Plástico Reciclado, proporcionados e identificados por el solicitante.
- Fecha de orden de ensayo: 2022/04/10.
- Este documento no autoriza el empleo de los materiales analizados; siendo la interpretación del mismo de exclusiva responsabilidad del usuario.



DMA (27/28)
mep/jems
O.S.N°55

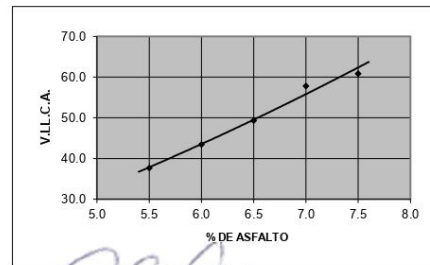
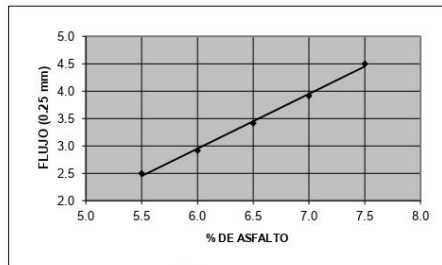
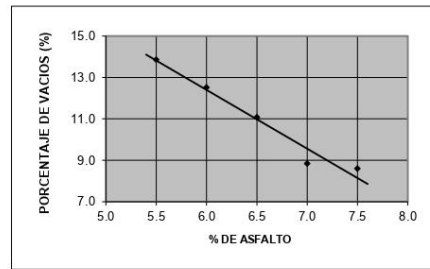
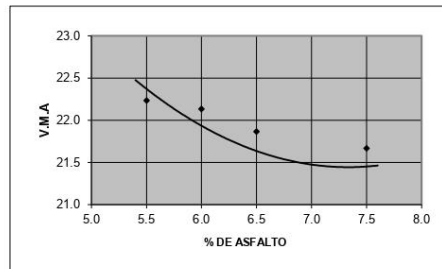
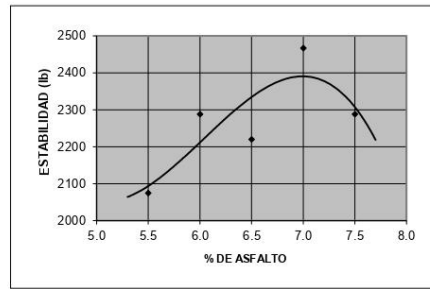
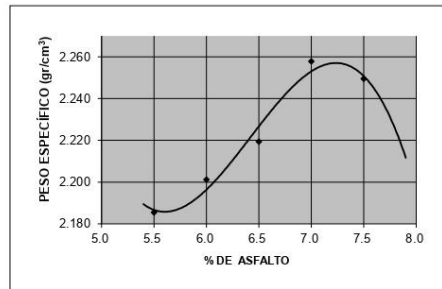
GRUPO M&V INGENIEROS S.A.C.

Ing. Juster Rios Chilingano
CIP N° 269472

Lima, 12 de Mayo de 2022

SOLICITANTE : CECILIA CRUZADO MOLINA	MUESTRA : Agregados, Pen 60-70. 10.0% Residuo plástico Reciclado
PROYECTO : Tesis "Análisis comparativo del Pavimento Flexible al aplicársele Residuos Plásticos Reciclados en la Avenida Los Arquitectos, Ancón, Lima, 2022"	IDENTIFICACIÓN : La que se indica.
FECHA DE RECEPCIÓN : 2022/04/10.	CANTIDAD : 100 kg, 01 gl.
	PRESENTACIÓN : Sacos y envase metálico.
	FECHA DE ENSAYO : 2022/04/10 al 2022/05/12.

MTC E-504 (2000) RESISTENCIA DE MEZCLAS BITUMINOSAS USANDO EL APARATO MARSHALL



DMA (28/28)
mepp/jems
O.S. N°55



GRUPO M&V INGENIEROS S.A.C.
Juster Rios Chilingano
Ing. Juster Rios Chilingano
CIP N° 269472

Lima, 12 de Mayo de 2022



Medición de berma lateral izquierda



Medición de berma lateral derecha



Medición de la calzada



Identificación y medición de falla a lo largo de la calzada.



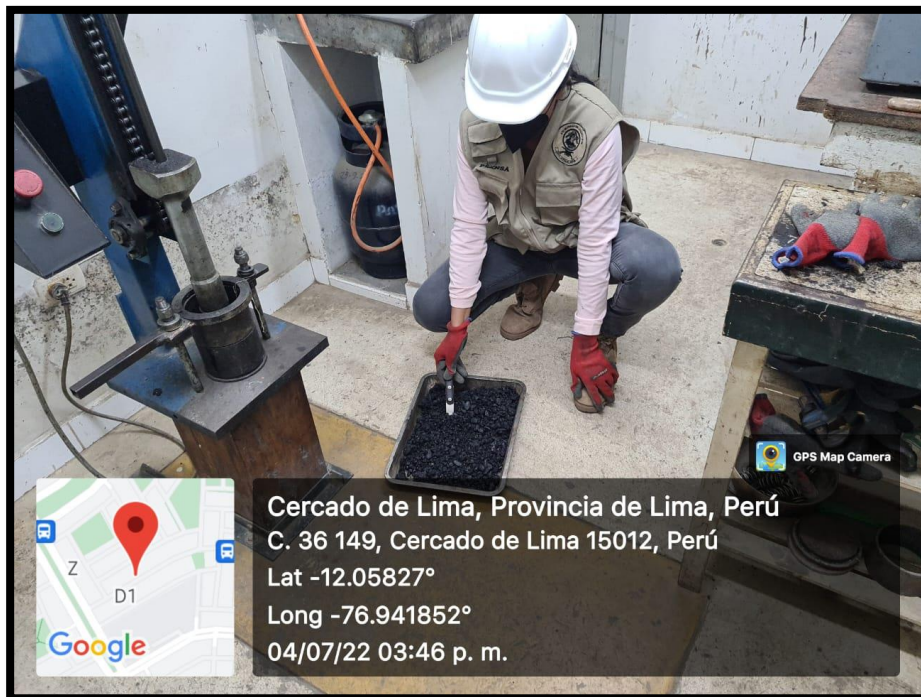
Proceso de conteo vehicular



Vía materia de estudio



Pesaje de materiales



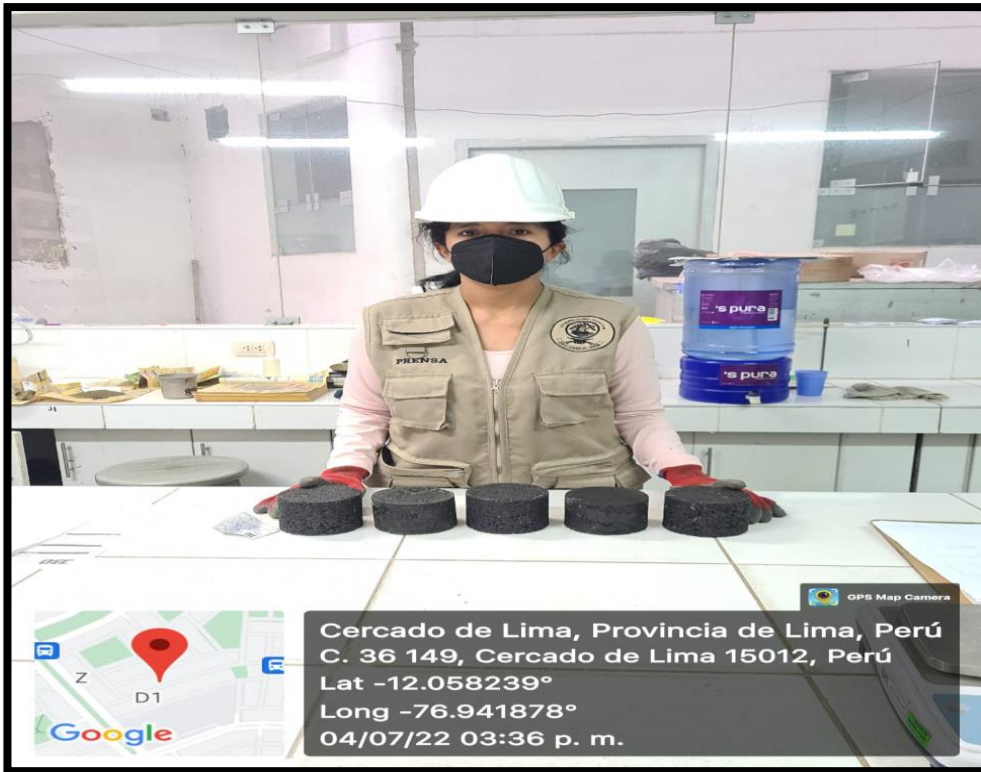
Mezcla de materiales



Colocación de las mezclas en el horno



Proceso de compactación



Briquetas obtenidas



Ensayo Marshall finalizado