

NOMBRE DEL TRABAJO

**TESIS_RAFFO_SUCLUPE_INFORME TUR
NITIN.pdf**

AUTOR

CARLOS RAFFO

RECUENTO DE PALABRAS

11750 Words

RECUENTO DE CARACTERES

62203 Characters

RECUENTO DE PÁGINAS

71 Pages

TAMAÑO DEL ARCHIVO

1.6MB

FECHA DE ENTREGA

May 31, 2023 6:58 PM GMT-5

FECHA DEL INFORME

May 31, 2023 6:59 PM GMT-5**● 20% de similitud general**

El total combinado de todas las coincidencias, incluidas las fuentes superpuestas, para cada base de datos.

- 17% Base de datos de Internet
- Base de datos de Crossref
- 15% Base de datos de trabajos entregados
- 3% Base de datos de publicaciones
- Base de datos de contenido publicado de Crossref

● Excluir del Reporte de Similitud

- Material bibliográfico
- Coincidencia baja (menos de 8 palabras)
- Material citado

1.1. Realidad problemática

En términos de Cárdenas [1]. Las últimas generaciones utilizan el asfalto como material primordial en la construcción vial debido a sus excelentes propiedades ligantes, convirtiéndose en una constante investigación de impacto ambiental.

Herrera et al., [2]. En Cuba, la evaluación de aditivos naturales para mezcla asfálticas semicalientes constituye una opción viable para la construcción, mantenimiento y presupuesto vial, debido a que emplean recursos naturales existentes como las zeolitas y cera cruda procedente de la caña de azúcar, que, al estudiar las propiedades de las mezclas del asfalto modificado, se adquieren resultados óptimos en su diseño y sostenibles en su producción al mejorar el estado medioambiental al reducir la cantidad de residuos producidos por éstas sustancias.

Cabrera et al., [3]. Implementar un sistema industrial ecológicamente saludable, en Cuba, parte de la amplia posibilidad de la reutilización de materiales. Tal es el caso de las mezclas asfálticas modificadas con incorporación polvo de bofeo (residuo derivado de la trituración de neumáticos como constituyente del ligante), debido a que el material mencionado influye en la mejora de las características y amplía la vida útil de los pavimentos.

Pereira et al., [4]. En Portugal, los aditivos químicos sobre el betún tienen efectos positivos en cuanto a las propiedades básicas y reológicas de la mezcla asfáltica caliente, los cuales reducen la viscosidad y temperaturas de compactación, por ende, mejoran la compactibilidad, determinan su comportamiento y susceptibilidad a la modificación y reducen la producción requerida

Mancero & Chang [5]. Experiencias en Estados Unidos y países europeos demuestran que el empleo del “asfalto ahulado” (definido por ASTM como un material de

alto desempeño para pavimentos y que utiliza miga de hule) es un medio seguro y perdurable, ya que previene el resquebrajamiento y desintegración del asfalto. Su aplicación brinda múltiples beneficios con respecto al asfalto convencional, entre ellos destacan la disminución del ruido, mayor resistencia al desgaste, durabilidad y elasticidad del pavimento, ahorro en energía y recursos naturales, mejor desempeño de los recapados, seguridad en los usuarios que circulan por el camino y menores costos de mantenimiento durante su vida útil.

Omari et al., [6]. En los últimos años, la construcción de pavimentos en Canadá ha incorporado dos aditivos de mezcla de asfalto caliente (WMA): ceras y tensioactivos, con la finalidad de comprender los efectos que dichos aditivos tienen sobre las propiedades reológicas y de falla en el servicio. Muchos estudios concluyen que los aditivos ofrecen ventajas, como ¹estabilidad, durabilidad, resistencia a la fatiga y al deslizamiento y la rápida ¹apertura al tráfico.

Reyes et al., [7]. Así mismo, otras investigaciones en Colombia, relacionadas a la industria del asfalto desde la perspectiva ambiental, que surgen ⁵⁵con el propósito de reducir el consumo energético y el impacto generado por la elaboración de productos sustitutorios, están directamente relacionadas al estudio ⁷⁰del comportamiento mecánico y dinámico de mezclas asfálticas tibias modificadas con ceras naturales.

Reyes et al., [8]. ¹⁷Cenizas volantes producidas en las centrales termoeléctricas se utilizan, en el país anteriormente mencionado, ⁸como adición en mezclas de hormigón y ⁸estabilización de bases granulares. Aunque su estudio dentro de la dosificación en mezclas asfálticas no se ha profundizado, investigaciones plantean su aplicación como alternativa de solución para, además de ³⁴mitigar el problema ambiental que genera este desperdicio ³⁴ocasionado por la combustión del carbón, mejorar la capacidad estructural de las mezclas

asfálticas y, a la vez, reducir los costos de los materiales empleados en la construcción de obras de infraestructura vial.

Dávila & Magaldi [9]. En Bogotá, mediante resultados de los asfaltos modificados con polímeros y aceites vegetales han surgido nuevas técnicas y métodos eficaces e innovadores utilizados para el aprovechamiento efectivo de los recursos, estimando una mejora de propiedades mecánicas y reológicas respecto a las mezclas asfálticas convencionales, evidenciando la calidad de procedimientos constructivos y de mantenimiento de infraestructuras viales nacionales existentes

En los últimos años, el perfeccionamiento de técnicas constructivas con materiales reciclados ha evolucionado aceleradamente; puesto que, para varias naciones, el manejo de residuos sólidos constituye un grave problema económico, técnico, ambiental y sanitario; reflejando una innegable preocupación por alcanzar un desarrollo ambiental sostenible, a través la disminución, reutilización y reciclaje de dichos desechos. [10]

El cumplimiento de las normas es un primer paso para conseguir que los diseños viales ofrezcan seguridad. En nuestro país, han ocurrido notables cambios, avances y reajustes en el ámbito normativo. Aun así, resulta complejo el trabajo de las entidades responsables que tienen como objetivo la seguridad vial integrando criterios de planificación, diseño y construcción. Los ejemplos exhibidos podrían relacionarse a prácticas incorrectas y deficientes de ingeniería, pero tratándose recientes construcciones en el norte del país, se demuestra que, aun cumpliendo las normas, existen situaciones que tienden a acrecentar y agravar la inseguridad, señala el ingeniero civil Timaná [10] en la revista denominada Viabilidad y Transporte Latinoamericano.

El Artículo “Problema de Infraestructura vial” en el 2015, señala un claro problema en base a la deficiente calidad y cantidad, relacionado al desinterés de las autoridades, siendo este uno de los principales impedimentos del avance económico y social del país,

desfavoreciendo no sólo la unión de pueblos alejados, sino también el aumento de comercio, empleos, construcciones y una serie de actividades consecuentes.

“Conociendo la problemática del Perú respecto a la infraestructura vial nos hace ver la cruda realidad en la que nos sumergimos todos los pobladores, de esta manera se concluye que si seguimos teniendo estas carencias no podremos desarrollarnos debidamente.”

Un informe⁹² sobre el Estado de la Red Vial Nacional al 2017, emitido por el MTC [11] revela que, de un total de 26 792 km existente, sólo 20 368 km se encuentra pavimentada. De los cuales, sólo un 82 % (16 592 km) se encuentran en buen estado. Mientras que los restantes 2 % y 16 %, en estado regular y malo respectivamente. Ver tabla 1¹³ (RED VIAL NACIONAL OFICIAL ESTADO DE LA SUPERFICIE DE RODADURA A DIC 2017).

El MTC aclara que, en febrero y marzo del año mencionado, sucedió¹³ el fenómeno del Niño Costero, que innegablemente perjudicó el estado de la superficie de la red vial nacional.

“Nuestro país debe renovarse y transformarse tecnológicamente en lo que concierne a construcción vial, apartando lo habitual para procurar iniciar el empleo del asfalto modificado”, indicó el ingeniero tacneño [12] puesto que está diseñado con una serie de polímeros y fibras que, además de resistir todo tipo de vehículos, optimizan la vida útil del pavimento de dos a más veces. Asimismo, especificó que a nivel mundial este producto ya se está utilizando desde hace algunos años y recalzó que en América Latina, Argentina y Brasil fueron los pioneros en tomarlo en cuenta en la ejecución de sus carreteras.

Para perfeccionar la calidad vial, una opción viable resulta lograr la optimización de las propiedades del cemento asfáltico o ligante empleado en la conformación de composiciones asfálticas con aditivos que optimicen ciertas propiedades, tanto mecánicas

como reológicas tradicionales, entre ellas ² el envejecimiento prematuro, ahuellamiento, susceptibilidad térmica, resistencia a la fatiga, etc.

Acontecimientos naturales como el “Fenómeno del Niño” y enérgicas lluvias en determinadas épocas del año, así como la intensa circulación vehicular, falta de criterio y planeación en la formulación de expedientes técnicos, inexistencia de sistemas de alcantarillado y otros problemas, son causa de constantes deterioros en los pavimentos de nuestra ciudad y región, evidenciando diferentes patologías que producen la pérdida del pavimento.

Borja [13]. En su artículo “Nuevos pavimentos urbanos para Chiclayo”, comenta ²⁴ que “el pavimento urbano es una de las infraestructuras más utilizadas para desarrollar actividades económicas, culturales y sociales; por lo que su estado de preservación refleja fielmente el grado de desarrollo obtenido por los pueblos”. Para ceder una apropiada transitabilidad y dependiendo del uso que se le dará, tanto para transporte público como particular, los pavimentos deben ser construidos con materiales y sistemas convenientes. A través del diagrama de Ishikawa; por medio del cual deduce que los orígenes del ² desperfecto constante de los asfaltos en nuestra ciudad son múltiples, y van desde métodos constructivos o estudios técnicos defectuosos, he incluso factores de índole social. Cabe recalcar que esta realidad no es ajena a las demás ciudades del país.

Todos estos sucesos conllevan a la necesidad de creación de nuevos métodos con fines aplicativos para plantear diseños de mezclas innovadores que contribuyan a la conservación del ecosistema, evitando la propagación de la contaminación ambiental que produce el sector automotriz, procurando emplear correctamente al aceite reciclado.

Para fines de la investigación se contactó al taller automotriz, ubicado en la ciudad de Lambayeque (Perú), que proporcionó aceite de motor con el propósito de emplear ⁷⁴ este material nuevo en las mezclas asfálticas en caliente.

Diferentes investigadores han indagado este tema como:

En la investigación de Cabrera, et al., [3] titulada “Uso de polvo de neumáticos en mezcla asfálticas”, revelan resultados experimentales del comportamiento de tres muestras, tanto patrones como adicionadas con distintos porcentajes polvo de BOFEO (residuo de neumáticos). Empleando la metodología Marshall, los resultados conseguidos al compararlos con los valores establecidos, demuestran que adicional polvo de BOFEO en la mezcla asfáltica mejora la estabilidad y acrecienta la resistencia a la deformación del pavimento.

En la investigación de Reyes, et al., [7] llamada “Comportamiento dinámico y mecánico de una mezcla asfáltica adicionada con cenizas volantes” tienen como objetivo analizar las deformaciones permanentes del asfalto y las propiedades de un asfalto con granulometría 0/10 y asfalto CA 60/70, sustituyendo la llenante mineral por un 15%, 30%, 45%, 60%, 75%, 90% y 100% de cenizas volantes. Luego de caracterizarlas, al igual que al material granular y asfalto, a través del método Marshall, los autores determinaron y concluyeron que las cenizas volantes hacen que las mezclas asfálticas sean más resistentes, sin afectar su rigidez y velocidad de deformación. Se recomienda utilizar un reemplazo del 20% o 25 %.

En su investigación de Lopera, [14] titulada “Producción y diseño de mezclas asfálticas en tibio, partiendo de la mezcla con aceite crudo de palma+” tiene como finalidad demostrar la mejoría del comportamiento, rendimiento y resistencia a la fatiga de mezclas que contengan un 0.3%, 0.5%, 0.7% y 1.0% del material reciclado mencionado. Además de diseñar bioasfalto, mezclando el aceite y asfalto base, elabora el diseño procedimental de producción de mezcla asfáltica semidensa 2 (MSC-2) de acuerdo al Método Marshall. Tras una evaluación del desempeño, los resultados señalan que, a menores temperaturas, el material empleado reduce la viscosidad y aumenta la resistencia mecánica de las mezclas.

En su investigación de Reyes et al., [8] llamada ⁴⁷ "Comportamiento de mezclas asfálticas fabricadas con asfaltos modificados con ceras", define y evalúa las propiedades resultantes de la fabricación y modificación de asfaltos colombianos con ceras naturales. Tras caracterizar los materiales empleados, determinaron el porcentaje y contenido óptimo de adición de ceras y asfalto respectivamente, para confeccionar y compactar las mezclas a 110, 130 y 150°C. Las muestras atravesaron pruebas de tracción indirecta, resistencia conservada, y módulos resilientes. Así establecieron que el empleo de ceras naturales disminuye significativamente la viscosidad del asfalto, disminuyen la creación de gases y escatiman energía, convirtiéndolas en una opción viable de uso y aplicación.

En su investigación de Pérez et al., [15] llamada "Mezclas de asfalto que contienen nanotubos de carbono de betún modificado" estudian las propiedades reológicas y eléctricas de asfaltos modificados con 1, 2 y 3 % de nanotubos de carbono, generando una amplia gama de probabilidades de uso del asfalto al convertirlo en un semiconductor eléctrico. Las mezclas fueron elaboradas con el método ¹¹ Marshall y logró medir el módulo de rigidez del espécimen y la sensibilidad de agua. Los resultados tienden a resaltar que ofrece mayor durabilidad al conferirles propiedades de autocuración y autorreparación.

En su investigación de Omari et al., [6] a través de su artículo titulado "Investigation of two Warm Mix Asphalt additives" en un esfuerzo por disminuir el consumo de energía y emisiones nocivas, promueven el desarrollo sostenible, mitigar los riesgos de seguridad, evaluar la calidad y durabilidad de un asfalto. Centran su indagación en la mejora de tecnologías de aditivos comerciales en mezclas de asfalto calientes: ceras y tensioactivos. Concluyendo que los aditivos de cera fueron diseñados para optimizar las propiedades de flujo del asfalto al reducir su viscosidad y aumentar la rigidez del aglutinante; mientras que

los aditivos basados en disminuyen la viscosidad del aglutinante y evitan el daño por humedad.

En su investigación de Gallego [16] llamada “Effect of burned motor oil on the physical and mechanical properties of asphalt mixtures containing RAP” analiza el comportamiento de las mezclas asfálticas fabricadas con materiales vírgenes y reciclados, como el WEO, proveniente de aceite incinerado de vehículos, con la finalidad de estimar el impacto generado por dichos materiales. Tal es así, que el autor realizó cuatro tipos de mezclas asfálticas con 0%, 5%, 10%, 15% de WEO, las cuales contenían 65% y 35% de agregado virgen y RAP respectivamente. Se concluye que la inclusión de WEO generó cambios positivos en las propiedades de las mezclas finales, como aumento de viscosidad y rejuvenecimiento.

En su investigación de Guerrero & Pazmiño [17] llamada “Aplicación de lubricantes desechados de vehículos como rejuvenecedores de ligantes bituminosos y su aplicación en mezclas asfálticas en caliente HMA” estudian la factibilidad de la aplicación de desechos de aceites automotriz en ese tipo de mezclas, utilizando el Método de Bailey para Diseños de Mezclas combinadas y caracterizándola, usando el sistema SUPERPAVE. A través del estudio de simulación de envejecimiento a corto y largo plazo, mezcla de ligante envejecido con rejuvenecedor, caracterización por desempeño de los ligantes y elaboración HMA convencional y con ligante rejuvenecido; la conclusión es que este material no es apto para ser empleado en zonas alto andinas o donde la temperatura se aproxime los 0° C.

En su investigación de Dávila & Magaldi [9] llamada “Efecto del aceite reciclado de cocina sobre las propiedades físicas y mecánicas de mezclas asfálticas en caliente MD-19 (60-70)” emplean el material mencionado en la reformación de asfaltos colombianos, aceite con porcentajes desde 0.5, 1 y 1.5% en peso, sometidos a pruebas Marshall, de viscosidad, punto de ablandamiento y penetración. Los resultados experimentales concluyen que el

utilizar 1 % y 1.5 % de aceite en las mezclas ocasionan desprendimientos, inestabilidad y desgaste significativo de la deformación. Por lo tanto, solo se consideraría viable usar hasta un 0.5 %.

En su investigación de Herrera et al., [2] llamada “Evaluación de aditivos naturales para mezcla asfálticas semicalientes” involucran técnicas en la producción de mezclas tibias con zeolitas oriundas del yacimiento Tasajera y cera derivada de la caña de azúcar. Se estudiaron las propiedades de las mezclas de asfalto adicionando entre como ductibilidad, penetración y envejecimiento. Los descensos de temperatura oscilan entre 20 – 300° C, eso permite la optimización en la elaboración de la mezcla.

En su investigación de Pereira et al., [4] llamada “Asfalto de mezcla caliente: efectos de los aditivos químicos sobre las propiedades del betún y la compactibilidad de la mezcla de agregados” refieren que el asfalto de mezcla caliente es la mejor opción en rendimiento y comportamiento. Es así que se propuso evaluar las propiedades primordiales y reológicas de tres distintos aglutinantes bituminosos, modificados con dos aditivos químicos diferentes, estableciendo su actuación y susceptibilidad a la alteración. Los efectos revelaron que, aunque los aditivos químicos no sobresaltan el aglutinante al reducir su viscosidad, ejercen sobre la mezcla, lo que permite mejorar su capacidad de compactación y, en consecuencia, reducir la producción requerida y las temperaturas de compactación.

En su investigación de Gonzáles et al., [18] titulada “Comportamiento de mezclas asfálticas con pavimento reciclado y aceite usado de motor como rejuvenecedor” identifican como objeto de estudio la necesidad de construir vías terrestres que faciliten la disponibilidad y desarrollo. Se estudiaron tres tipos de mezclas asfálticas con diferentes complementos de WEO (0%, 5% y 5.5%). Sus ensayos se desarrollaron en pie a lo señalado para mezclas densas en caliente MDC-19. Una vez analizado las características

físicas y propiedades mecánicas por medio de ensayos, evidencian que el incluir WEO abrevia la rigidez de la mezcla. Sin embargo, señalan que el porcentaje óptimo de inclusión de WEO fue del 5,045% con respecto al peso total de ligante.

En su investigación de Huamán [19] llamada ²¹ “La deformación permanente en las mezclas asfálticas y el consecuente deterioro de los pavimentos asfálticos en el Perú” frente a la problemática nacional de los últimos 17 años relacionada a las fallas funcionales y estructurales que producen el deterioro prematuro de los pavimentos, sugiere estudiar a profundidad la deformación perenne de fallas funcionales y estructurales, partiendo desde la formulación de los proyectos, la selección y manejo apropiado de los agregados en la etapa de ejecución. Considera necesario contar con equipos de campo y de laboratorio que complementen la tecnología de los pavimentos flexibles.

En su investigación de ² De La Cruz & Porras [20] llamada “Evaluación de desempeño de mezclas asfálticas en caliente diseñadas por la metodología Marshall con el ensayo de la rueda cargada de Hamburgo para el proyecto de rehabilitación de la carretera DV Imperial Pampas pretenden cualificar el estado de la carpeta asfáltica de 36.85 km en Huancavelica. Argumentando que ⁶⁰ las propiedades físicas dependen de la dosificación y las proporciones ideales de los agregados, efectuaron ensayos en base a la normativa vigente ASTM – 3515, ASTM D-1559 y ASTM E4, concluyeron que la metodología aplicada manifestó buen performance en condiciones extremas al obtener valores comprendidos dentro del umbral de aprobación.

En su investigación de Quispe [21] titulada el ⁷ “Comportamiento mecánico de mezclas asfálticas modificadas con caucho: caucho asfalto”, enfatizando las deficiencias del ejercicio ⁷ de los pavimentos de nuestra Red Vial Nacional, relacionadas al insuficiente conocimiento del comportamiento ⁷ en su etapa de servicio, dificultades de materiales y defectuosos procesos en la construcción, propone la inserción de polímeros, ligantes y otros

materiales en las mezclas asfálticas convencionales. Centra su estudio en evaluar el comportamiento de mezclas que contengan caucho reciclado de neumáticos; y, a través de ensayos de compresión edométrica, ⁷ determinó que las nuevas mezclas producen ⁷ mayores módulos dinámicos a temperaturas que oscilan entre 0 y 60 ° C.

En su investigación de Valeriano & Catacora [22] llamada ³ "Comportamiento del diseño de mezcla asfáltica tibia, con adición de zeolita para la pavimentación de la ciudad de Juliaca" analizan el efecto ambiental, económico y técnico que produce la utilización de Zeolita Natural Clinoptilolita en las composiciones asfálticas. Mediante el método Marshall, con porcentajes de 1 %, 2 % y 3 % como filler y 5.5 %, 6.0 %, 6.5 %, 7.0 %, 7.5 % y 8.0 % como contenido de asfalto, logró interpretar a través del gráfico Marshall que el mejor comportamiento mecánico ¹ que fue obtenido por el diseño patrón con 6.8% de asfalto óptimo y 2% como filler. Con el estudio comparativo, a manera de conclusión, reduce la emisión del dióxido de carbono (CO₂), ahorro del consumo de combustible y depreciación en costos de producción respecto ³ a las mezclas asfálticas tradicionales de 140°C y 100°C.

En su investigación de Peña [23] llamada ³ "Desempeño mecánico de la mezcla asfáltica en caliente incorporando cenizas volantes provenientes de la termoeléctrica de Ilo", tuvo como objetivo incorporar un 0.25%, 0.35%, 0.50%, 0.75%, 0.85% y 1.0% de cenizas volantes a fin de estabilizar ⁸ la resistencia de la unión del asfalto en caliente con el agregado y, por ende, incrementar el desempeño mecánico de la mezcla. Primero ⁸ caracterizó la granulometría tipo MAC-2 y PEN 85/100, construyó 96 briquetas con 6 % de contenido de asfalto y por medio de ensayos Marshall, logra concluir que utilizando cenizas debajo de 0.75% de incorporación, incrementaría el desempeño mecánico frente a la deformación permanente.

Habiendo elaborado investigación virtual solo se localizó una documentación a nivel regional, que evidencie investigaciones sobre mezclas asfálticas con adiciones de aceites

recicladados. Sin embargo, sí se han realizado otras investigaciones sobre mezclas asfálticas que en sus diseños contienen otros materiales, como cenizas volantes, polvo de neumáticos y fibras.

En su investigación de Chávez & Herna [24] llamada "Elaboración de mezclas asfálticas con partículas de caucho reciclado en el Departamento de Lambayeque" utilizan residuos de caucho reciclado en forma de polvo y filamentos de tamaño máximo retenido en la malla N° 04, suministrados por reencauchadoras locales para emplearlo como agregado en mezclas de asfalto en caliente diseñadas con los requerimientos de estabilidad y flujo para pavimentos flexibles; siendo una alternativa novedosa frente a los productos habituales. Para efectuar los ensayos de laboratorio se eligieron tres porcentajes respecto al peso total de agregados y se compararon la estabilidad y flujo para tránsito pesado, medio y liviano.

En su investigación de Neira & Saucedo [25] llamada "Evaluación de calidad de las mezclas asfálticas en los pavimentos flexibles de las vías urbanas de la ciudad de Chiclayo" en base a la norma peruana CE.010, muestran la extracción de asfalto en quince calles o avenidas en estudio. Mientras que, a las briquetas extraídas, les realizaron pruebas de gravedad específica y peso unitario, así como medición de estabilidad, fluencia, y porcentaje de vacíos. Por último, para cumplir con su objetivo y establecer si la calidad es adecuada o deficiente, efectuaron el ensayo de contenido de asfalto, manipulando la máquina centrífuga.

En su investigación de Paiva & Ramos [26] llamada "Reciclado de pavimentos asfálticos y su reutilización para el diseño de mezcla de asfalto en caliente" recolectan y emplean materia prima desgranada de capas asfálticas de pavimentos en uso, combinándolos con agregados pétreos y asfalto nuevos en base al método Marshall. La

muestra caracterizada contuvo asfalto en 5.5% en promedio con gradación MAC-2. A partir de ello, fabricaron una mezcla patrón de asfaltos nuevos, aportando 4.5%, 5%, 5.5% y 6% de C.A. para evaluar la fluencia, estabilidad, ² porcentaje de vacíos de agregado mineral y peso unitario en base a las especificaciones del R.N.E C. E 010 Pavimentos Urbanos; y sostienen que reciclar pavimentos es una opción de rehabilitación competitiva y sostenible.

En su investigación de Vílchez & Perleche [27] llamada ¹ "Diseño de mezclas asfálticas en caliente con adición de cal hidratada en el departamento de Lambayeque" mencionan que la problemática central son las patologías constructivas. Por tales motivos, el objetivo fue diseñar una (MAC) adicionando 0 %, 1%, 2 % y 2.5 % de cal hidratada en proporción al peso del agregado fino, tomando en las disposiciones del Manual EG 2013; de manera que la modificación garantice mayor conservación de la infraestructura vial y reducción de los daños anteriormente aludidos. Las briquetas fueron sometidas a pruebas de envejecimiento, que consistían en ubicarlas en el horno a 140°C en 0hr, 1hr, 2hr, 3hr, 4hr, teniendo como resultado que el mejor comportamiento es alcanzado por la MAC adicionada con 2%.

En su investigación de Usquiano & Villarreal [28] titulada ³⁶ "Diseño de una mezcla asfáltica tibia con aceite crudo de palma" señalan como implementación de nuevas alternativas de producción en la región, la fabricación de mezclas de asfalto añadiendo aceite crudo de palma (ACP industrial) a su composición, que satisfaga las disposiciones de la Norma EG 2013. En consecuencia, elaboraron 99 briquetas de asfalto, agregando 0.5, 1, 1.5, 2 y 2.5 % de ACP, a una temperatura de 135° para tránsito liviano, medio y pesado. Tras haber evaluado el comportamiento del nuevo diseño asfáltico, el autor ⁸⁴ concluye que el porcentaje óptimo de ACP 0.5 % para tránsito pesado y 1 % para medio y liviano.

En su investigación de Navarro [29] llamada “Design proposal for asphalt mixes with PET additions” de carácter experimental – tecnológica, basada en el Método de Marshall, con el fin de garantizar la reducción de costos y calidad de emulsiones asfálticas, sugiere la utilización de tereftalato de polietileno o PET (material proveniente de las botellas plásticas recicladas), permitiendo evaluar la perspectiva, desempeño y reacción del material de muestreo. Por consiguiente, se ensayaron briquetas para las tres clases de tránsito con dosificaciones de 1%, 2% y 3% de PET respecto al peso total de agregados. Bajo un análisis técnico, se concluye que la proposición es viable solo para tránsito leve.

En su investigación de Regalado & Regalado [30] llamada “Influencia de la zeolita en la elaboración de mezclas asfálticas en caliente mediante la metodología Marshall” realizan un análisis comparativo de las exigencias de la metodología Marshall para mezclas de asfalto caliente, convencionales y modificadas, bajo criterios de la Norma Peruana CE.010. Así, fabricaron muestras que adicionan 1%, 2% y 3% de zeolita como filler, a temperaturas de 100°C, 120°C, 130°C y 140°C para una clasificación vial A, B y C; con un tiempo mínimo de mezclado de 5 minutos para observar la trabajabilidad y homogeneidad de la mezcla. Los resultados óptimos fueron alcanzados por los especímenes producidos con 2% de zeolita.

Generalmente se utiliza el asfalto como material principal en la construcción vial porque cuenta con excelentes propiedades ligantes, la desventaja del asfalto por su composición química al producirlo en grandes cantidades genera e impacto ambiental, por eso en la presente investigación se plantea Diseñar Mezclas Asfálticas con Aceites Reciclados con la finalidad de obtener resultados óptimos en su diseño y sostenibles en su producción al mejorar el estado medioambiental al reducir la cantidad de residuos producidos por éstas sustancias.

1.2. Formulación del problema

¿De qué manera se comportan las mezclas asfálticas con aceites reciclados?

1.3. Hipótesis

La adición de aceites reciclados a las mezclas asfálticas, mejorarán las propiedades físicas y mecánicas de las mezclas asfálticas.

1.4. Objetivos

Objetivo General

Diseñar mezclas asfálticas en caliente con aceites reciclados en su composición, con el fin de evaluar las propiedades físicas y mecánicas de éstas.

Objetivos Específicos

- Determinar si las propiedades físicas y mecánicas de los agregados cumplen con los requerimientos dispuestos en las “Especificaciones Técnicas Generales para la Construcción, 2013”.

- Diseñar una mezcla asfáltica patrón (0% de adición de aceites reciclados), con los agregados provenientes de la Región Lambayeque.

- Elaborar un diseño de mezcla asfáltica empleando en su composición aceites reciclados en distintos porcentajes.

- Evaluar el comportamiento físico y mecánico del diseño de mezcla asfáltica patrón y con aceites reciclados.

- Determinar el porcentaje óptimo de aceite reciclado que se le puede agregar a una mezcla asfáltica en caliente.

- Implementar una metodología para el empleo de aceite reciclado en mezclas asfálticas.

1.5. Teorías relacionadas al tema

Aceite Reciclado

Según Dávila & Magaldi [9]:

Definen al aceite como el conjunto de cuantiosos líquidos grasos insolubles en el agua. De esa forma, mencionan que existen tres tipos: combustibles, derivados del petróleo crudo o sustancias vegetales producidas por procesos de refinación; minerales, obtenidos, en su mayoría, por refinación del petróleo; y comestibles, procedentes tanto del reino animal como del vegetal.

Según Bejar [31]:

Indica que el reciclaje de aceite usado cobra cada día una mayor importancia en nuestra sociedad, ya que su derramamiento descontrolado en desagües, hogares y fábricas constituye una de las trascendentales fuentes de contaminación de las aguas. Además, reciclarlo impide el mal funcionamiento y degradación de tuberías, disminuye la formación de bacterias y organismos nocivos para la salud, reduce la dependencia energética, genera menores costos de tratamiento en las estaciones depuradoras de agua y proporciona como resultado el biodiesel.

Diseño de mezclas asfálticas

Precisa al asfalto como el material cementante, de firmeza variable y color oscuro, cuya temperatura establecerá su rigidez característica ASTM D1188-07 [32].

A temperatura ambiente varía entre un estado sólido a semisólido, y a temperatura alta cambia a un estado líquido, condición que permite cubrir a cabalidad los agregados durante el mezclado. Minaya & Ordóñez [33].

Existen dos tipos de asfalto: el cemento asfáltico, que es el asfalto refinado o el resultante de combinar aceite fluidificante y asfalto refinado, de solidez conveniente para la pavimentar; y el asfalto líquido, que viene a ser ¹ cemento asfáltico licuado mediante la adición de un fluidificante (destilación de petróleo ligero y volátil. Valeriano & Catacora [22] p.65.

Tabla I

Tipo de Cemento Asfaltico

Temperatura Media Anual			
24°C o más	24°C - 15°C	15°C - 5°C	Menos de 5°C
40 - 50 o	60-70	85 - 100	Asfalto Modificado
60 - 70		120 - 150	

[34, p. 41] explica que las mezclas asfálticas resisten de manera directa las operaciones ¹ de los neumáticos y transfieren las cargas a las capas inferiores, proporcionando condiciones adecuadas de rodadura, cuando se emplean en capas superficiales. Su comportamiento está vinculado ⁴⁸ al tiempo de aplicación de la carga y de la temperatura.

Tabla II

²⁶ Clasificación de mezclas asfálticas por fracciones de agregado pétreo empleado

Por fracciones de agregado pétreo empleado	
Masilla asfáltica	Polvo mineral más ligante.
Mortero asfáltico	Agregado fino más masilla.
Concreto asfáltico	Agregado grueso más mortero.
Macadam asfáltico	Agregado grueso más ligante asfáltico

¹ Nota. Valeriano y Catacora (2017, pp. 75-76)

Tabla III

Clasificación de mezclas asfálticas de acuerdo a la temperatura de producción.

Por la temperatura de producción		
Nombre de la mezcla	Temperatura	Objetivo
Mezclas en frío	De 25°C a 60°C	Permitir la incorporación en la mezcla de una alta proporción, de material reciclado.
Mezclas Semi - templadas	De 60°C a 100°C	Maximizar los ahorros energéticos y las emisiones aprovechando parte de la humedad presente en los agregados.
Mezclas Tibias (WMA)	De 100°C a 135°C	Reducir los requerimientos térmicos de las mezclas en caliente.
Mezclas en Caliente	De 135°C a 180°C	Producción de mezcla asfáltica convencionalmente.

Tabla IV

Clasificación de mezclas asfálticas por proporción de vacíos

Por proporción de vacíos en la mezcla asfáltica	
Mezclas Cerradas o Densas	La proporción de vacíos no supera el 6 %.
Mezclas Semi - cerradas	La proporción de vacíos está entre el 6 y 10%.
Mezclas Abiertas	La proporción de vacíos supera el 12 %.
Mezclas Porosas o Drenantes	La proporción de vacíos es superior al 20 %.

Nota: ¹ Valeriano y Catacora (2017, pp. 75-76)

Tabla V

Clasificación de ²⁶ mezclas asfálticas por tamaño máximo del agregado pétreo.

Por tamaño máximo del agregado pétreo	
Mezclas Gruesas	El tamaño del agregado pétreo excede los 10 mm.
Mezclas Finas	Formadas básicamente por un árido fino incluyendo el polvo mineral y un ligante asfáltico.

Nota: ¹ Valeriano y Catacora (2017, pp. 75-76)

Tabla VI

Clasificación de mezclas asfálticas por granulometría.

Por la granulometría	
Mezclas Continuas	Cantidad bien distribuida o mezcla bien graduada de agregados pétreos de diferentes tamaños de agregado pétreo en el huso granulométrico.
Mezclas Discontinuas	Cantidad muy limitada de tamaños o mezcla mal graduada de agregado pétreo en el huso granulométrico.

Nota: Valeriano y Catacora (2017, pp. 75-76)

Los materiales empleados deben cumplir las exigencias establecidas en las siguientes tablas, indicadas por el **Reglamento Nacional de Edificaciones (2019)**.

Tabla VII

Requisitos del Método Marshall según la Norma CE 0.10 Pavimentos Urbanos

Criterio en el Método Marshall de Diseño de Mezclas*	Vías locales	Vías Colectoras y Arteriales	Vías Expresas
	$EAL < 10^4$	$10^4 \leq EAL < 10^6$	$EAL \geq 10^6$
	Tránsito Liviano	Tránsito Mediano	Tránsito Pesado
Números de golpes en cada cara de la probeta	35	50	75
Estabilidad mínima, kN	3,4	5,44	8,16
Flujo, 0,25 mm (min - max)	8 - 18	8 - 16	8 - 14
Porcentaje de vacíos llenos de aire**, (min - max)	3 - 5	3 - 5	3 - 5
Porcentaje de vacíos, en el agregado mineral***, VMA (min - max)	Ver Tabla 32		
Porcentaje de vacíos llenos de asfalto, VFA (min - max)	70 - 80	65 - 78	65 - 75

Nota: Reglamento Nacional De Edificaciones. (2019). Norma CE.010 Pavimentos Urbanos.

1 Impacto ambiental

La Ley N.º 27446, “Ley del Sistema Nacional de Evaluación de Impacto Ambiental y su Reglamento”, difundida por el [35] tiene como objeto registrar, prever, inspeccionar y subsanar los efectos ambientales perjudiciales provocados por la acción humana. Toda obra de construcción genera impactos beneficiosos y perjudiciales para el medio ambiente.

Los aceites reciclados constituyen residuos de gran riqueza, ya que están compuestos por valiosos recursos materiales y energéticos que les permiten ser valorizados en su totalidad para obtener nuevos productos, entre ellos el betún asfáltico utilizado en telas impermeabilizantes, pinturas, fertilizantes, tintas o asfaltado de carreteras.

El reciclaje de aceites, como de cualquier otro residuo sólido aprovechable, fomenta el control de la cantidad de desechos y la eliminación de botaderos clandestinos; por lo tanto, contribuyen a la disminución de la contaminación

Seguridad y salud ocupacional

Es un derecho fundamental de todo trabajador; que en nuestro país está normado por la Ley N.º 29783 por el [36] con la finalidad de impedir posibles riesgos, situaciones de peligro y accidentes laborales que se puedan suscitar mientras se realice alguna actividad o trabajo en obra.

El R.N.E [37] a través del ítem 13 de La Norma G.050 indica que, para la realización de cualquier ensayo en laboratorio o trabajo en obra, es obligatorio usar el uniforme adecuado, botines con punta de acero, guantes, casco y lentes de seguridad, entre otros EPP que se crean conveniente utilizar, de manera que se proporcione protección ante situaciones que arriesguen seguridad y/o salud del trabajador.

Normativa empleada

Los ensayos se realizaron de acuerdo con el procedimiento que indica el (MTC, 2016) previsto en el manual de ensayo de materiales

Suelos

Los procedimientos realizados fueron efectuados de acuerdo los que la norma del [38] previstas en el MANUAL DE ENSAYO DE MATERIALES.

Tabla VIII

Normativa empleada para ensayos al suelo, según MTC.

Norma	Descripción
MTC E 108	Humedad natural.
MTC E 110	Determinación del límite líquido.
MTC E 111	Determinación del límite plástico e índice de plasticidad.
MTC E 114	Método de ensayo estándar para el valor equivalente de arena de suelos y agregado fino.

Nota: Ministerio de Transporte y Comunicaciones (Edición Mayo del 2016).

Agregados.

Los procedimientos realizados fueron efectuados de acuerdo los que la norma del [38] previstas en el MANUAL DE ENSAYO DE MATERIALES.

Tabla IX

Normativa empleada para ensayos a los agregados, según MTC.

Norma	Descripción
MTC E 201	Muestreo Para Materiales de Construcción.
MTC E 204	Análisis Granulométrico de Agregados Gruesos y Finos.
MTC E 205	Gravedad Específica y Absorción de Agregados Finos.
MTC E 206	Peso Específico y Absorción de Agregados Gruesos.
MTC E 207	Abrasión Los Ángeles (L.A.) Al Desgaste de los Agregados de Tamaños Menores de 37,5 mm. (1 ½").
MTC E 209	Durabilidad al sulfato de sodio y sulfato de magnesio
MTC E 210	Método de ensayo estándar para la determinación del porcentaje de partículas fracturadas en el agregado grueso.
MTC E 214	Prueba de ensayo estándar para índice de durabilidad del agregado
MTC E 219	Sales solubles en agregados para pavimentos flexibles
MTC E 222	Angularidad del agregado fino.
MTC E 223	Partículas chatas y alargadas en agregados.

Nota: Ministerio de Transporte y Comunicaciones (Edición Mayo del 2016).

Pruebas a las mezclas asfálticas compactadas.

Métodos de prueba estándar para la gravedad específica a granel y la densidad de mezclas bituminosas compactadas no absorbentes (INTE-04-01-01-04 o ASTM D2726M-13)

Se debe ensayar un mínimo 3 briquetas por muestra. Es trascendental indicar que dicho ensayo no es aplicable a muestras que tengan 2 % de absorción del volumen de agua. [39].

TABLA X

Criterios de aceptación de la prueba para la determinación de la gravedad específica bruta de mezclas asfálticas compactadas.

Índice de ensayo y tipo	Desviación estándar	Rango aceptable de dos resultados
Precisión de un operador	0.0124	0.035
Precisión multilaboratorio	0.0269	0.076

Nota: ASTM D2726 / D2726M - 13 (2013)

Métodos de prueba estándar para la gravedad y la densidad específicas a granel de mezclas bituminosas compactadas utilizando muestras recubiertas.

Prueba de gravedad específica se desarrolla cuando los tres especímenes compactados usando parafina y que se encuentran a temperatura ambiente. (ASTM D1188-07, 2015)

Método de ensayo para estabilidad y flujo Marshall de mezclas asfálticas (INTE 04-01-11-06 o ASTM D979-01)

Reside en aplicar carga en trayectoria perpendicular al eje de los (03) especímenes cilíndricos de 102 mm de diámetro; donde luego de ser enfriados a temperatura ambiente tras haber sido compactados, deben ser sumergidos en un baño de agua entre 30 a 40 minutos o en un horno por 120 min a 130 minutos.

El valor de estabilidad Marshall se define por número total de Newtons con los que se origina la falla del espécimen.

El valor del flujo de Marshall es determinado por el contraste entre el valor de flujo final e inicial, expresado en mm.

Tabla XI

4 Criterios de aceptación del método de Estabilidad Marshall.

Índice de ensayo y tipo	Desviación estándar (%)	Rango aceptable de dos resultados (%)
Precisión de un operador	6	16
Precisión multilaboratorio	16	43

Nota: ASTM D979 - 01 (2001)

Tabla XII

Criterios de aceptación método del Flujo Marshall.

Índice de ensayo y tipo	Desviación estándar (%)	Rango aceptable de dos resultados (%)
Precisión de un operador	9	26
Precisión multilaboratorio	20	58

Nota: ASTM D979 - 01 (2001)

4 **Métodos de ensayo/prueba para determinar la resistencia a la compresión de mezclas asfálticas. (INTE 04-01-06-05)**

Para la realización primero se halla la gravedad específica bruta de cada espécimen descrita en el ítem 1.3.7.5.1. Consecutivamente se ensayan tres muestras a temperatura $(25 \pm 1) ^\circ\text{C}$ alrededor de 4 h. Finalmente se ensaya la compresión axial sin soportes laterales a una velocidad uniforme de deformación vertical de 0,05 mm/min*mm de la altura. (Instituto de Normas Técnicas de Costa Rica, 2009)

Tabla XIII

Índice de ensayo y tipo	Desviación estándar (kPa)	Rango aceptable de dos resultados (kPa)
Precisión de un operador	145	407
Precisión multilaboratorio	372	1055

16 Criterios de aceptación de la prueba para determinar la resistencia a la compresión de mezclas asfálticas

Justificación e importancia del estudio

Las cátedras adquiridas durante el período de estudio de la carrera de profesional serán aplicadas en el diseño de la estructura de pavimento flexible con el objetivo de obtener propiedades volumétricas convenientes en la carpeta asfáltica.

La población beneficiada con el proyecto podrá obtener con óptimas condiciones de transitabilidad peatonal y vehicular con el proyecto a ejecutar.

Acerca de la economía al diseñar el cuerpo del pavimento flexible utilizando aceite reciclado de vehículos, disminuirá el costo de producción debido al aprovechamiento del recurso.

Anualmente, se generan grandiosas cantidades de aceites reciclados en el mundo, muchos de ellos procedentes del sector automotor. La innovadora idea de investigación, busca y conlleva a desarrollar un asfalto ecológicamente sano a través de la utilización de aceites usados provenientes de la industria automotriz en su composición, colaborando con el medio ambiente y reafirmando el enfoque de sostenibilidad.

1 II. MATERIALES Y MÉTODO

2.1. Tipo y diseño de investigación

Tipo de investigación

Con el fin de comprobar las hipótesis a través de la transformación de la realidad mediante el diseño de una nueva mezcla asfáltica que contenga aceite reciclado, esta investigación es de tipo cuantitativa-tecnológica. Hernández et al., [40]

Diseño de investigación

Teniendo en cuenta los diseños instituidos por Hernández et al., [40] se ha establecido que este estudio es experimental – experimentos puros, por lo que, para

comprobar la hipótesis es necesario manipular las variables y controlar factores externos, a través de la ejecución de ensayos en laboratorio.

2.2. Variables y Operacionalización

1 variable dependiente: Propiedades físico-mecánicas de la mezcla asfáltica

Variable independiente: Aceites reciclados

Tabla XIV

42 Operacionalización de variable independiente

Variable independiente	Dimensión	Indicadores	Índices	Técnicas de recolección de datos	Instrumentos de recolección de datos	Instrumentos de medición
Aceites reciclados	Propiedades	Dosificación (0.5, 1.5, 2.5 3.5%)	% EN PESO	Análisis de Documentos	Ficha técnica	Balanza digital

Tabla XV

Operacionalización de variable dependiente.

Variable dependiente	Dimensión	Indicadores	Sub índices	Índices	Técnicas de recolección de datos	Instrumentos de recolección de datos	Instrumentos de medición	
Propiedades física-mecánica de la mezcla asfáltica	Propiedades físicas	Ligante	Proporción				Balanza	
		Estabilidad	Carga máxima obtenida	N	Observación directa y análisis de documentos	Formatos de Laboratorio y Guía de	Equipo Marshall	
		Flujo	Diferencia entre el valor de flujo final e inicial	mm		Análisis de documentos	Equipo Marshall	
	Propiedades mecánicas	Viscosidad	Relación entre el esfuerzo cortante y el gradiente de velocidad		μ			Viscosímetro rotacional, termómetro, balanza
		Gravedad específica	Relación entre densidad de una sustancia y agua		Adimensional			Balanza, accesorio de suspensión,
		Resistencia a la compresión	Relación de fuerza sobre área		KPa			Prensa
Evaluación económica consecuencia de variable.	Costos	Metro cuadrado o Metro cúbico		S/.				

2.3. Población y muestra

Población

Conformada por el conjunto de briquetas de asfalto diseñadas con los requerimientos establecidos por la metodología Marshall para mezclas asfálticas en tibio.

Muestra

Compuesta por un total de 135 briquetas de asfalto; 27 pertenecen a la muestra patrón y 108 adicionan aceite reciclado de motor en 0.5 %, 1.5 %, 2.5% y 3.5 % respecto al peso del asfalto y evaluadas a temperatura de 110° C, 120° C y 130 °C.

Muestra de ensayo

Tabla XVI

Número de briquetas de asfalto a elaborar

Dosificación (% de adición)	Muestras para ensayos			Temperaturas (°C)		
	Tipo de Tránsito			110 °C	120 °C	130 °C
	Liviano	Mediano	Pesado			
0%	3	3	3			
0.5 %	3	3	3			
1.5 %	3	3	3	45	45	45
2.5 %	3	3	3			
3.5 %	3	3	3			
	TOTAL				135	

Nota: Elaboración Propia.

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

Técnicas de recolección de datos

Observación directa.

Empleada para la percepción intencional del proceso y recopilación y registro de información con la finalidad de examinar los eventos ocurrentes.

Análisis de documentos.

Se consideraron libros, artículos científicos, tesis, tesinas, etc, relacionados al tema investigado, con el fin de complementar la información necesaria.

1 Instrumentos de recolección de datos

Guía de observación.

Contiene formatos de ensayos de laboratorio proporcionados el Laboratorio de Ensayos de Materiales y Laboratorio de Mecánica de Suelos y Rocas, en los cuales se registra la información técnica precisa referente al tema de investigación.

1 Para la recolección de datos de las propiedades de los suelos se utilizaron los siguientes formatos

- a) Ensayo de humedad natural.
- b) Ensayo de determinación del límite líquido.
- c) Ensayo de determinación del límite plástico e índice de plasticidad.
- d) Ensayo estándar para el valor equivalente de arena de suelos y agregado fino.

2 Para las propiedades de los agregados se utilizaron los siguientes formatos

- a) Muestreo para materiales de construcción.
- b) Ensayo de análisis granulométrico de agregados gruesos y finos.
- c) Ensayo de gravedad específica y absorción de agregados finos.
- d) Ensayo de peso específico y absorción de agregados gruesos.
- e) Ensayo de abrasión Los Ángeles.
- f) Ensayo de durabilidad al sulfato de sodio y sulfato de magnesio.
- g) Ensayo estándar para la determinación del porcentaje de partículas fracturadas en el agregado grueso.
- h) Ensayo estándar para índice de durabilidad del agregado.

- i) Ensayo de sales solubles en agregados para pavimentos flexibles.
- j) Ensayo de angularidad del agregado fino.
- k) Ensayo de partículas chatas y alargadas en agregados.

Para el diseño de mezcla asfáltica el formato a utilizar es

- a) Recolección de datos para su diseño según método Marshall.

Formato de recolección de datos de las propiedades físicas y mecánicas del asfalto patrón y modificado

- a) Ensayo para la gravedad específica de las mezclas asfálticas compactadas.
- b) Ensayo para determinar la gravedad específica de mezclas asfálticas compactadas, utilizando especímenes de ensayo/prueba cubiertos con parafina.
- c) Formato de ensayo para estabilidad y flujo Marshall de mezclas asfálticas.
- d) Formato de ensayo para determinar la resistencia a la compresión de mezclas asfálticas.

Formato para la propuesta económica

- e) Formato de recolección para la propuesta económica de los diseños de mezcla.

Tabla XVII

1 Descripción de Normas utilizadas para la presente investigación.

NORMATIVA EMPLEADA	
1. SUELOS	
Humedad natural.	MTC E 108
Determinación del límite líquido.	MTC E 110
Determinación del límite plástico e índice de plasticidad.	MTC E 111
Método de ensayo estándar para el valor equivalente de arena de suelos y agregado fino.	MTC E 114
2. AGREGADOS	
Muestreo Para Materiales de Construcción.	MTC E 201
Análisis Granulométrico de Agregados Gruesos y Finos.	MTC E 204
Gravedad Específica y Absorción de Agregados Finos.	MTC E 205
Peso Específico y Absorción de Agregados Gruesos.	MTC E 206
Abrasión Los Ángeles (L.A.)	MTC E 207
Durabilidad al sulfato de sodio y sulfato de magnesio	MTC E 209
Método de ensayo estándar para la determinación del porcentaje de partículas fracturadas en el agregado grueso.	MTC E 210
Prueba de ensayo estándar para índice de durabilidad del agregado	MTC E 214
Sales solubles en agregados para pavimentos flexibles	MTC E 219
Angularidad del agregado fino.	MTC E 222
Partículas chatas y alargadas en agregados.	MTC E 223
3. MEZCLAS ASFÁLTICAS COMPACTADAS	
Ensayo para la determinación de la gravedad específica bruta de mezclas asfálticas compactadas.	ASTM D2726M-13
Ensayo para la determinación de la gravedad específica bruta de mezclas asfálticas compactadas, utilizando especímenes de ensayo/prueba cubiertos con parafina.	ASTM D1188-07 ASTM D979-01
Ensayo para estabilidad y flujo Marshall de mezclas asfálticas.	
Ensayo para determinar la resistencia a la compresión de mezclas asfálticas.	INTE 04-01-06-05

Nota: elaboración propia.

Confiabilidad de datos.

Los resultados obtenidos son de carácter confiable, debido a que serán validados y aprobados por el Técnico Responsable del Laboratorio de Ensayo de Materiales y de Mecánica de Suelos Rocas, y el personal pertinente.

2.5. Procedimientos de análisis de datos

Diagrama de flujo de procesos

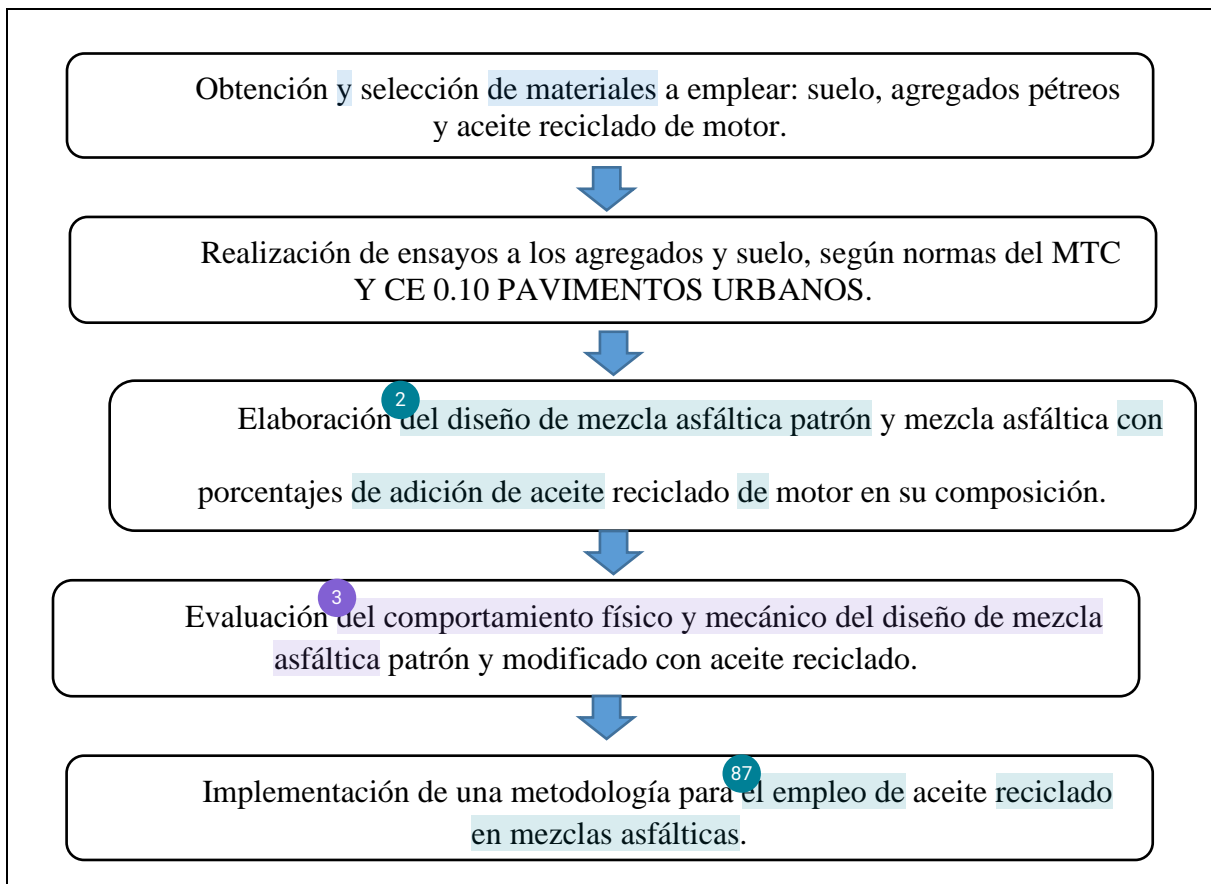


Fig.1. Flujo de procesos de la tesis de investigación

2.6. Criterios éticos

A través de su Código Deontológico, indica que el ingeniero debe efectuar sus deberes y obligaciones desarrollando una adecuada conducta durante el desarrollo de sus actividades profesionales. De la misma forma, tiene el compromiso de contribuir con la

sociedad, autoridad y comunidad ejerciendo su labor con el uso legítimo de su título profesional [41].

Criterios de rigor científico

Validez

Se permitirá determinar la consistencia del resultado mediante los instrumentos de medición y dar respuestas concretas a la formulación del problema de esta investigación.

Fiabilidad

Los ensayos y los resultados son exactos ya que el laboratorio de mecánica de suelos y pavimentos del laboratorio certificado E.M.P. ASFALTOS que cumplen los estándares solicitados para hallar los resultados correctos de las muestras.

Replicabilidad

Se busca concretar los avances los cual es una característica básica, con resultados obtenidos del laboratorio sin que estos se desmientan, si estos es posible comparar o relacionar con otros temas o ensayos similares.

III. RESULTADOS Y DISCUSIÓN

Resultados en tablas y figuras

Para obtener los resultados en esta investigación se desarrolla diversos ensayos para determinar la caracterización de los agregados obtenidos de la cantera “Tres Tomas” – Ferreñafe, además de los ensayos para determinar la estabilidad y flujo en las mezclas asfálticas mediante el “Método Marshall” según ASTM - D 1559 AASTHO T -245.

Propiedades y características físicas de los agregados.

Agregado fino

- **Análisis granulométrico y contenido de humedad.**

Los resultados obtenidos para el ensayo de análisis granulométrico y contenido de humedad, se siguió los procedimientos descritos en la NTP 400.012, MTC E 204.

Tabla XVIII

Análisis granulométrico por tamizado del agregado fino

Nº de tamiz ASTM	Peso Retenido	% que Pasa
1/4"		100
Nº 4	26.3	95.8
Nº 10	129.8	75.0
Nº 40	221.1	39.6
Nº 80	117.6	20.8
Nº 200	98.0	5.2
PAN	32.2	0.0
TOTAL	625	

Nota: Elaboración propia.

De la Tabla XVIII, se puede observar que el tamaño máximo del agregado fino, el total de la muestra pasa por el tamiz 1/4", y con un tamaño mínimo que pasa por el tamiz N° 200, la cual representa un porcentaje de 5.2%, se pudo determinar de esta muestra el de contenido de humedad de 1.03%.

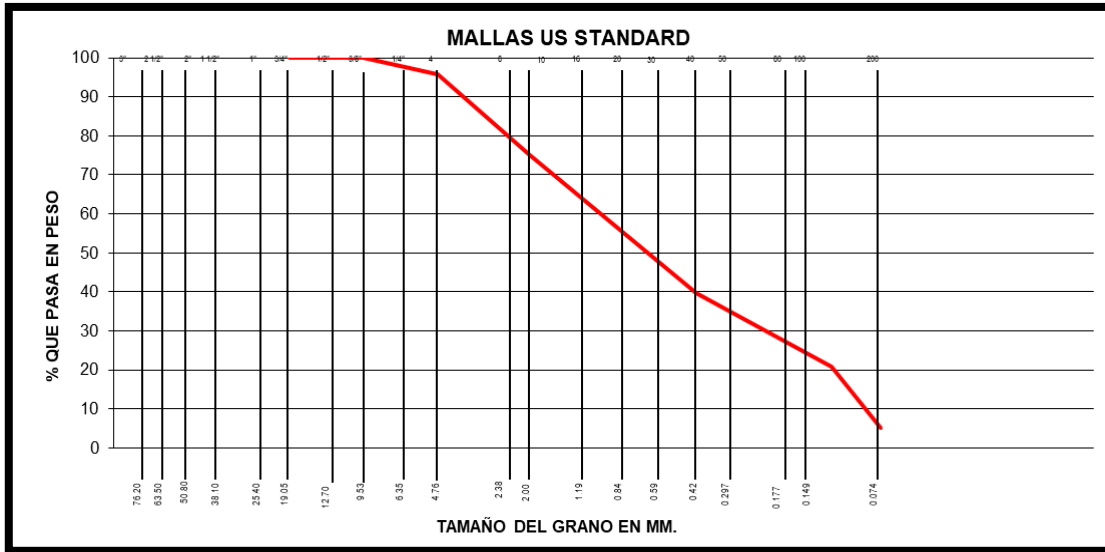


Fig. 2. Curva granulométrica del agregado fino.

35 **Gravedad Específica y Absorción de los agregados.**

Tabla XIX

Gravedad Específica y Absorción del agregado fino.

ENSAYO	01	02	Promedio
Pe bulk (Base seca) = F/E	2.584	2.580	2.582
Pe bulk (Base saturada) = A/E	2.618	2.613	2.616
Pe aparente (Base Seca) = F/G	2.674	2.668	2.671
% de absorción = ((A - F) / F) * 100	1.30	1.28	1.29%

Nota: Elaboración propia.

De la tabla XIX, la gravedad específica obtenida es un cociente de 2.671, a partir de dos ensayos examinados, y además un coeficiente de absorción del 1,29%.

3 **Equivalente de arena.**

Tabla XX

Ensayo de Equivalente de arena

Muestra	01	02	03
Altura de nivel de material fino	5.5	5.3	6.1
Altura de nivel de arena	3.5	3.4	3.8
Equivalente de arena	62.7%	63.2%	62.3%
Promedio:	62.7%		

25 Nota: Elaboración propia.

En la tabla anterior, muestra el porcentaje promedio del ensayo de Equivalente de arena, a partir de tres muestras examinadas, este resultado arroja un 62.7% como indicador.

Angularidad de partícula.**Tabla XXI**

6 Angularidad del agregado fino

Ensayo	Nº	1	2	3	Promedio
Peso del agregado fino	(w)	142.50	143.63	144.26	
Volumen del cilindro	(v)	105.29	105.29	105.29	
Gravedad específica de agregado fino	G _{sb}	2.671	2.671	2.671	
Vacíos no compactados	%	49.3	48.9	48.7	49.0

El porcentaje de vacíos que determina la angularidad del agregado fino sin compactar, nos resulta un 49% en promedio de tres muestras ensayadas, la cual se considera como dato el peso del agregado en mención, volumen de cilindro y la gravedad específica, como se visualiza en la tabla XXI.

Valor de azul de metileno y llenantes minerales.

Se realizó el ensayo partir del peso del agregado que pasa en el Tamiz #200, este tuvo como un resultado promedio de 1.31 mg/gr de valor azul de metileno, tal como se visualiza en la Tabla 23.

Tabla XXII

9 Valor de azul de metileno en agregado fino y llenantes minerales

Muestra	1	2	3
Peso del material pasante Tamiz #200 (gr)	10.5	10.9	10.7
Agua destilada (ml)	30.0	30.0	30.0
Peso del material pasante Tamiz #200 + agua	40.5	40.9	40.7
Solución azul de metileno	0.5	0.5	0.5
Solución de azul de metileno requerida en la titulación (ml)	28.0	28.0	28.0
Valor azul de metileno (mg/gr)	1.33	1.28	1.31
Promedio		1.31	

Límites de consistencia.

Tabla XXIII

51 Límites de Atterberg de material pasante del tamiz N°40 y N°200.

Tamiz	LL (%)	LP (%)	IP (%)
N° 40	16.6	-	-
N° 200	18.4	15.7	2.7

63 Según los ensayos de Atterberg, la muestra que pasa por el tamiz n° 40, resulta ser un material no plástico, aun así, este presenta un LL de 16,6%. En cuanto a la muestra pasante del tamiz N°200, este, muestra una plasticidad de 2.7% y un límite liquido de 18.8%, cabe resaltar que estos resultados obtenidos en la Tabla XXIII, está en relación de N° de 25 golpes.

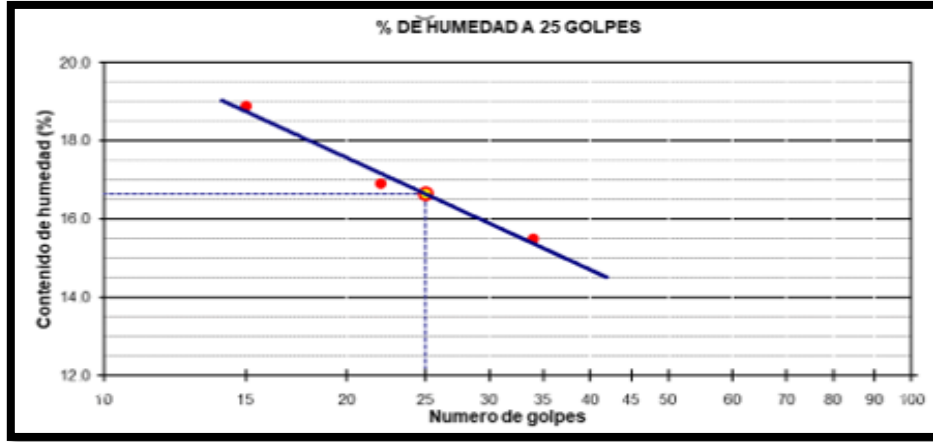


Fig. 3. Relación de Contenido de humedad y Número de golpes en la muestra del Tamiz N° 40.

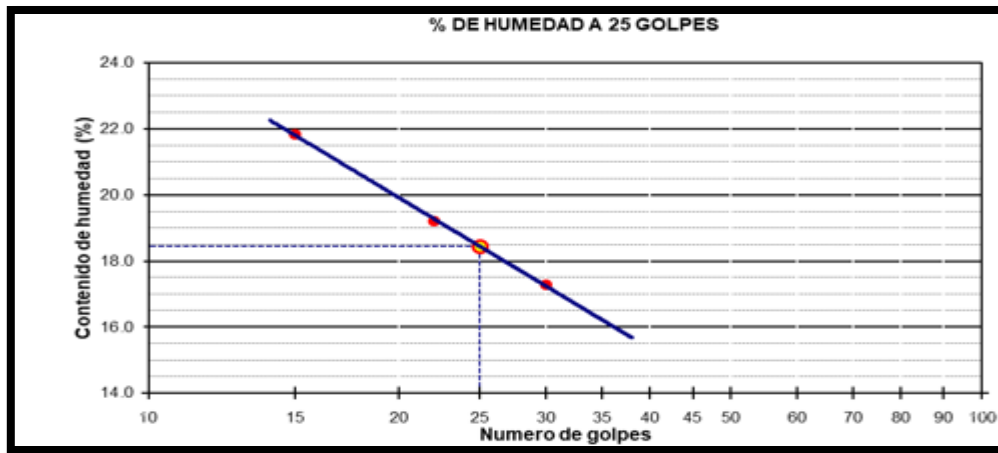


Fig. 4. Relación de Contenido de humedad y Número de golpes en la muestra del Tamiz N° 40.

Índice de durabilidad.

En la tabla XXIV, se muestra los índices de durabilidad del material pasante del tamiz N° 4 y el material retenido del tamiz N° 200. Obteniéndose una resistencia al desgaste con un ID promedio de 57.6%.

Tabla XXIVÍndice de durabilidad de ⁴⁴agregado fino

Nº de ensayo	1	2	Promedio
Altura máxima de la arcilla (pulg.0.1")	5.37	5.45	
Altura máxima de la arena (pulg.0.1")	3.11	3.12	
Índice de Durabilidad (Df = L.arena/L.arcilla*100)	57.9	57.2	57.6

Adhesividad de los ligantes bituminosos a los áridos finos.**Tabla XXV**⁶ Adhesividad de los ligantes bituminosos a los áridos finos.

Denominación		Desprendimiento ÁRIDO - ASFALTO
Agua destilada		0 NULO
Concentración de carbonato sódico	M/256	1 NULO
	M/128	2 NULO
	M/64	3 NULO
	M/32	4 NULO
	M/16	5 NULO
	M/8	6 PARCIAL
	M/4	7 PARCIAL
	M/2	8 PARCIAL
	M/1	9 PARCIAL

El índice de adhesividad, obtenido mediante el "Método de Riedel-Weber", es de grado 6, la cual no presenta desplazamiento parcial ni total en relación del agregado fino y el ligante.

Contenido de sales solubles.

Para este caso el agregado fino presenta un contenido de sales solubles del 0.06% en promedio, como se muestra en la Tabla 26.

Tabla XXVI

Sales solubles en el agregado fino.

Muestra	1	2	Promedio
Peso de Sal	0.03	0.03	
Peso de Agua	44.56	50.00	
Porcentaje de Sal	0.07 %	0.06 %	0.06 %

Arcillas en terrones y partículas desmenuzables**Tabla XXVII**

Porcentaje de terrones de arcillas y partículas desmenuzables en el agregado fino

Peso Inicial de muestra	1000.0
Peso Final de muestra	999.4
Porcentaje de Terrones de arcilla	0.06

25 Nota: Elaboración propia.

En la tabla XXVII, muestra el resultado en porcentaje de terrones que contiene la arcilla, siendo del 0.06%, obtenida del material pasante del tamiz 3/8" y el material que retiene el tamiz N° 4.

Agregado grueso**Análisis granulométrico y contenido de humedad.****Tabla XXVIII**

13 Análisis granulométrico y contenido de humedad del agregado grueso.

Tamices ASTM	Abertura en MM	Peso Retenido	% Retenido Parcial	% Retenido Acumulativo	% que Pasa
3/4"	19.050				100.0
1/2"	12.700	4816.0	23.2	23.2	76.8
3/8"	9.525	7123.0	34.4	57.6	42.4
1/4"	6.350				
N° 4	4.760	8246.0	39.8	97.4	2.6
N° 8	2.380		0.0	97.4	2.6
N° 10	2.000	529.0	2.6	100.0	0.0
N° 16	1.190		0.0	100.0	0.0
PAN					
TOTAL		20714			

Según el Análisis granulométrico⁶⁶ para el agregado grueso, el tamaño máximo de la muestra⁵² pasa por el tamiz $\frac{3}{4}$ " y el mínimo pasa por el tamiz N°8, la cual queda retenido un 2.6 % en el tamiz N°10. El contenido de humedad encontrado es de 0.44%.

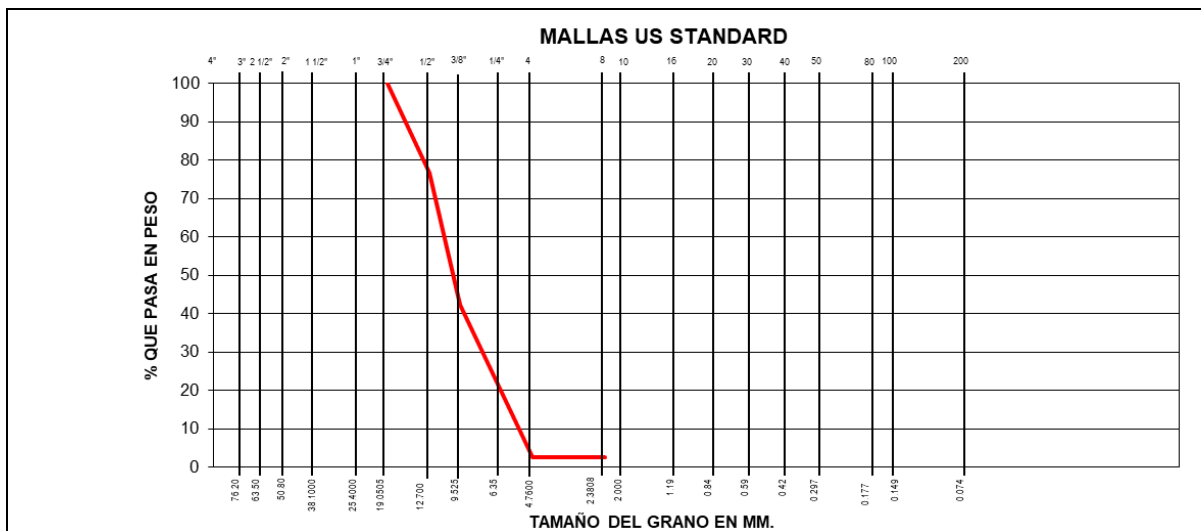


Fig. 5.³⁸ Curva granulométrica del agregado grueso.

Peso Específico y Absorción de los agregados.

En la tabla XXVIII, tenemos los resultados de las muestras ensayadas, a fin de obtener el peso específico del agregado grueso, siendo este un cociente de 2.697, y obteniendo también el contenido de humedad del 0.61%.

Tabla XXIX

2. Peso específico y absorción del agregado grueso

Ensayos	01	02	Promedio
Pe bulk (Base seca) = D/C	2.656	2.651	2.653
Pe bulk (Base saturada) = A/C	2.672	2.667	2.670
Pe Aparente (Base Seca) = D/E	2.699	2.695	2.697
% de absorción = ((A - D) / D * 100)	0.61	0.62	0.61%

Durabilidad al sulfato de magnesio.

En la Tabla XXIX, se indica los resultados alcanzados del ensayo de durabilidad al sulfato de magnesio en el agregado grueso, se determinó una pérdida del 7.9% del total de la muestra inicial, objeto de análisis a nivel cuantitativo.

Tabla XXX

27 Durabilidad al sulfato de magnesio en el agregado grueso

Fracción			Gradación original	Peso de fracción ensayada	Peso retenido después del ensayo	Perdida después del ensayo (gr)	Perdida después del ensayo (%)	Perdida corregida
Pasa	Retiene	% retenido	A	B	C	D	E	F
3/4"	1/2"	23.9		675.0	651.8	23.2	3.4	0.82
1/2"	3/8"	35.3		300.0	272.2	27.8	9.3	3.27
3/8"	Nº 4	40.9		300.0	271.8	28.2	9.4	3.84
	< Nº 4							
Total		100.0		1275.0				7.9

Abrasión del agregado.

Tabla XXXI

Ensayo de abrasión en el agregado grueso.

	A	B	C	D
Peso total		5000		
Peso retenido en tamiz Nº12		4081		
Pérdida después del ensayo		919		
Nº de esferas		11		
Peso de esferas		4532		
Tiempo de rotación (m)		15		
% de desgaste		18.4		

El ensayo de abrasión nos permitió a través de la máquina de "Los Ángeles", establecer el porcentaje de desgaste en el agregado grueso, cuyo resultado es del 18.4% con el Método B.

Determinación del porcentaje de adherencia.

Tabla XXXII

Ensayo de afinidad de Agregado - Bitumen.

Material	Especificación	Aditivo mejorador de adherencia	Asfalto Temperatura de ensayo °C	Ensayo sin aditivo	Ensayo con aditivo
		0.50 %			
Piedra chancada	+95	0.50	90°	-95	+95

Teniendo en cuenta los dos tipos de análisis, a fin de fijar el porcentaje de adherencia del agregado grueso, se realizó un primer ensayo sin aditivo de adherencia, la cual resulta -95, a comparación de lo especificado inicialmente, en cambio la muestra sometida al aditivo mejorador de adherencia en un porcentaje del 0.50%, resultando +95 cumpliendo con la especificación inicial.

Índice de durabilidad.

Tabla XXXIII

14 Ensayo estándar para índice de durabilidad del agregado grueso.

N° de ensayo	1	2	Promedio
Hora de entrada a decantación	9:37	9:39	
Hora de salida de decantación (más 20')	9:57	9:59	
Altura máxima de material fino (pulg.0.1")	1.86	1.84	
Índice de Durabilidad (De la tabla)	52.6	53.1	52.9

A partir de la lectura de las alturas dada por los ensayos 1 y 2, se estableció la resistencia del agregado grueso, con Índice de durabilidad promedio de 52.9. Dato obtenido de la tabla 1. 14 Índice de durabilidad del agregado grueso (E 214, MTC 2016, pág. 359).

9 Porcentaje de partículas chatas y alargadas en el agregado.

En la Tablas XXXIII, correspondiente al 83 índice de aplanamiento y alargamiento respectivamente, se muestra los 23 resultados ensayados de material que pasa en el tamiz 3/4"

y el material retenido en el Tamiz 3/8". Tales porcentajes para partículas chatas es de 3.9% y partículas alargadas 3.8%.

Tabla XXXIV

2 Índice de aplanamiento y alargamiento en partículas de agregado grueso.

Tamaño del agregado		Chatas				Alargadas			
Tamiz que pasa	Peso total (g)	Peso	%	% parcial	% prom.	Peso	%	% parcial	% prom.
3/4"	4816.0	229.0	4.75	40.3	196	234.0	4.86	40.3	196
1/2"	7123.0	234.0	3.29	59.7	184	220.0	3.09	59.7	184
	11939.0			100	388			100.0	380
Porcentaje de partículas					= 3.9%	= 3.8%*			

Nota: Porcentaje de partículas a 1 cara fracturada.

2 Partículas fracturadas en el agregado grueso.

Tabla XXXV

Porcentaje de partículas fracturadas a 1 y a 2 o más caras.

Tamaño de agregado		A una cara fracturada				A 2 o más caras fracturadas			
Tamiz que pasa	Peso total (g)	Caras fractu. (g)	% de caras fractu.	% parcial	Prom. de cara fractu.	Caras fractu.	% de caras fractu.	% parcial	Prom. de cara fractu.
3/4"	4816.0	4816	100	40.3	4034	4656	96.68	40.3	3900
1/2"	7123.0	7123	100	59.7	5966	7003	98.32	59.7	5866
	11939			100.0	10000			100.0	9765
Porcentaje de cara fracturas.					=100%	=97.7%			

De la Tabla XXXV, tenemos las representaciones en porcentajes de caras fracturadas que el agregado grueso contiene en sus partículas, el 100% en masa total, de una cara fracturada, y el 97.7% en masa total de ⁶¹ dos caras fracturadas.

Contenido de sales solubles.

Tabla XXXVI

Contenido de sales solubles.

Muestra	01	02	Promedio
Peso de Sal (3 -1)	0.02	0.02	
Peso de Agua (2-3)	41.29	51.00	
Porcentaje de Sal	0.04 %	0.03 %	0.04%

En la tabla XXXVI, nos señala los resultados obtenidos a partir del ensayo de contenido de sales solubles en el agregado grueso, aplicados a dos muestras del mismo, obteniéndose un porcentaje promedio de 0.04%.

Diseño de mezcla asfáltica caliente (MAC-2).

Proporciones de agregados en el diseño de mezclas asfálticas.

Tabla XXXVII

Análisis granulométrico de agregados combinados.

Tamiz	AASHTO T-27 (mm)	Peso retenido	Porcentaje retenido	Retenido Acumulado	Porcentaje que pasa	Especificación MAC - 2	
3/4"	19.000				100.0	100	100
1/2"	12.500	518.0	10.4	10.4	89.6	80	100
3/8"	9.500	631.0	12.6	23.0	77.0	70	88
Nº 4	4.750	824.0	16.5	39.5	60.5	51	68
Nº 10	2.000	141.9	14.3	53.8	46.2	38	52
Nº 40	0.425	281.3	28.4	82.2	17.8	17	28
Nº 80	0.180	76.6	7.7	89.9	10.1	8	17
Nº 200	0.074	54.1	5.5	95.3	4.7	4	8
< Nº 200	FONDO	46.1	4.7	100.0			

Del análisis granulométrico de la combinación de agregados, el 38% representa el agregado grueso, del cual, el TM es aquella que pasa por el tamiz 3/4", asimismo una cantidad representativa de arena del 33%, finalmente arena zarandeada que representa el 29%. Determinándose de esta manera que los porcentajes de material pasantes, cumplen con la especificación MAC-2, dispuesto en la tabla 423-03, (EG-2013, Cap. 4, pág. 561),

como se puede ver en la Fig. 6. Además, se obtuvo el contenido de humedad, la cual resultó el 1.29%.

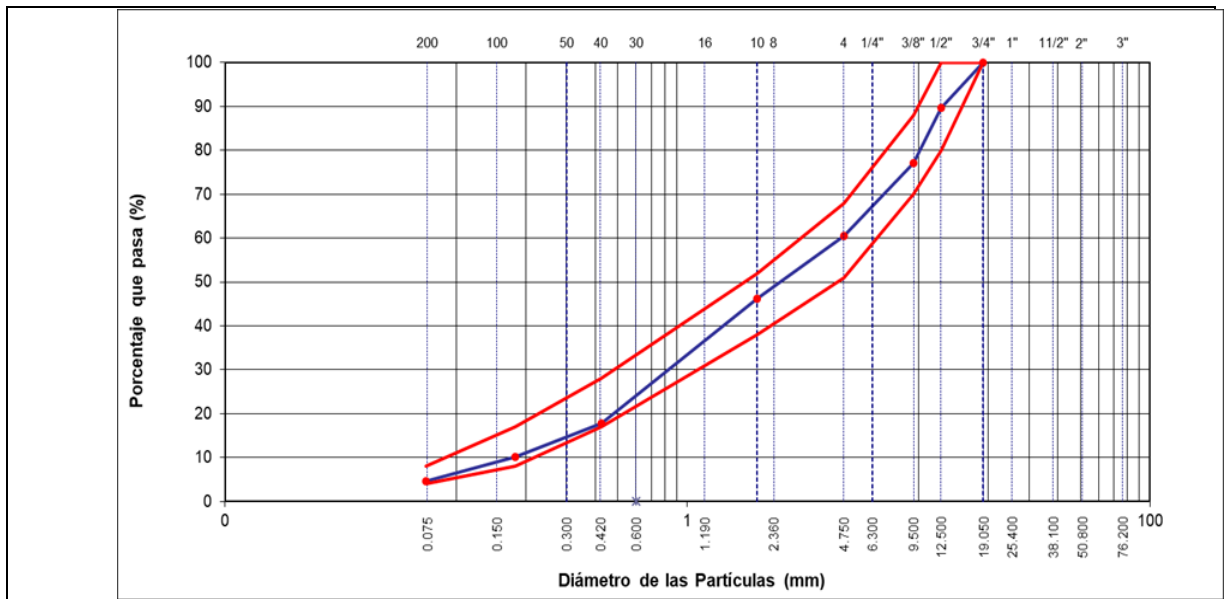


Fig. 6. Curva granulométrica de agregados combinados en diseño MAC-2

Determinación del porcentaje óptimo de asfalto.

- **Dosificación de MAC-2**

En esta investigación se desarrolló el diseño MAC-2, a través del “Método de Marshall, por ende, se realizó cinco distintos diseños de porcentaje de concreto asfáltico (CA) en peso de muestra. Justamente para su evaluación de sus propiedades y ⁴⁹ determinación del porcentaje óptimo de asfalto, se ejecutó diferentes ensayos a fin de diferir entre estabilidad y fluencia.

Tabla XXXVIII

Dosificación en el diseño asfáltico de Mac-2.

% CA en peso de muestra.	4.5	5.0	5.5	6.0	6.5
% de grava triturada en peso de la muestra	37.68	37.49	37.29	37.09	36.90
% de arenas	55.99	55.71	55.42	55.14	54.86
% de filler	1.82	1.81	1.79	1.77	1.75
Altura de probeta (cm)	6.1	6.2	6.2	6.2	6.22
Peso de probeta (gr)	1208.60	1203.60	1209.90	1205.50	1201.40

En la tabla XXXVIII, muestra las dosificaciones utilizadas para cada porcentaje de CA, por el cual, a partir de los resultantes en este procedimiento se evaluará el diseño óptimo a utilizar con los diferentes porcentajes de adición de aceites reciclados.

- **Resultados de ensayo de Marshall.**

De acuerdo a la Tabla 40, por tabulación de las estabilidades máximas obtenidas de 1101 kg y 1079 kg, correspondientes al porcentaje de CA 5.5% y 6.0% respectivamente, se determina ⁶⁴ que el porcentaje óptimo de asfalto es de 5.75%. Por lo tanto, los valores óptimos de las propiedades físicos-mecánicos del diseño de MAC-2, se encuentra en la Tabla XXXIX.

Tabla XXXIX

Resultados obtenidos del ensayo Marshall.

% de asfalto	Peso unitario (gr/cm ²)	% de vacíos	% Vacíos de agregado mineral	% Vacíos llenos con asfalto	Flujo (mm)	Estabilidad (Kg)	Rigidez (Kg/cm)
4.5	2.2406	7.64	16.33	53.18	2.37	450	1897
5.0	2.2716	6.30	15.63	59.74	2.79	668	2392
5.5	2.3311	4.10	13.89	70.47	3.22	1101	3431
6.0	2.3358	4.64	14.19	67.29	3.39	1079	3186
6.5	2.3137	5.73	15.47	62.99	3.64	952	2614

Tabla XL

Valores óptimos del 5.75% de CA en peso de muestra.

Propiedades	Valor
Optimo Contenido C.A (%)	5.75
Peso Unitario (gr/cm ²)	2.334
Vacíos (%)	4.0
Vacíos del Agregado mineral (%)	14.2
Vacíos Llenados de C.A (%)	70.0
Flujo (mm)	3.3
Estabilidad (Kg)	1173
Rigidez	3386

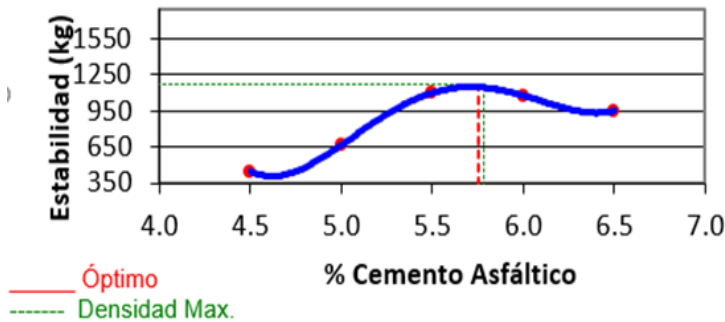


Fig. 7. Curva de porcentaje óptimo de asfalto

De acuerdo a la Figura 7, las estabilidades máximas pertenecen a los porcentajes de asfalto de 5.5% y 6.0%, por ende, el porcentaje óptimo de asfalto se encuentra entre estos dos valores, siendo de 5.75%.

Adición de Aceites reciclados

La adición de aceites reciclados (AAR) al CA de 5.75%, se propuso realizarse en porcentajes de 0%, 0.5%, 1.5%, 2.5% y 3.5%. De esta manera, a partir de la metodología Marshall, se pudo determinar las características físicas y mecánicas de los prototipos de CA para cada tipo de tránsito (pesado, medio, liviano), sometidos a temperaturas de 110°, 120° y 130° C.

- **Dosificación**

El diseño de 5.75% de CA, se somete a tres temperaturas diferentes a 110° 120° y 130° C. para lo cual, se dosifica con 37.19% de grava triturada en peso de la muestra, 55.27% de arenas en peso de la muestra, y 1.79%, 1.78% y 1.77% de filler para cada temperatura respectivamente.

- **Tránsito pesado (75 golpes)**

- **Comparación del Peso Unitario**

De los resultados obtenidos sujeto del método Marshall, podemos diferir lo siguiente; en el peso unitario (PU), los porcentajes de aceites reciclados adicionados disminuyen en comparación al prototipo patrón (0%), en este caso la adición de 2.5% de AR tuvo mayor PU de 2.293, 2.308 y 2.317 gr/cm² a Temperaturas de 110, 120 y 130°C, respectivamente. Sin embargo, en la AAR de 0.5%, el PU fue mucho menor a comparación de todos los prototipos, ver Figura 7.

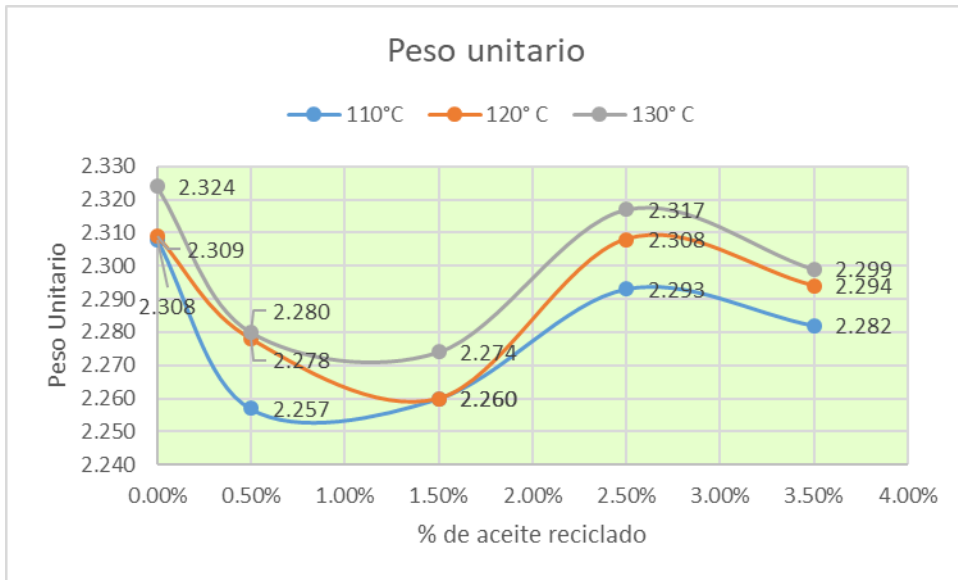


Fig. 8. Pesos unitarios en relación de % AAR.

Comparación de contenido de aire.

71 En la Figura 8, se muestra el comportamiento de cada prototipo con cada %AAR, a mayor AAR, mayor será en contenido de aire en el CA; en este caso, la AAR de 3.5%, tuvo mayor contenido de aire de 6.89%, 6.74%, 6.53%, para 110, 120 y 130°C de temperatura respectivamente; por otro lado, el porcentaje de aire del prototipo patrón está por debajo del 5%.

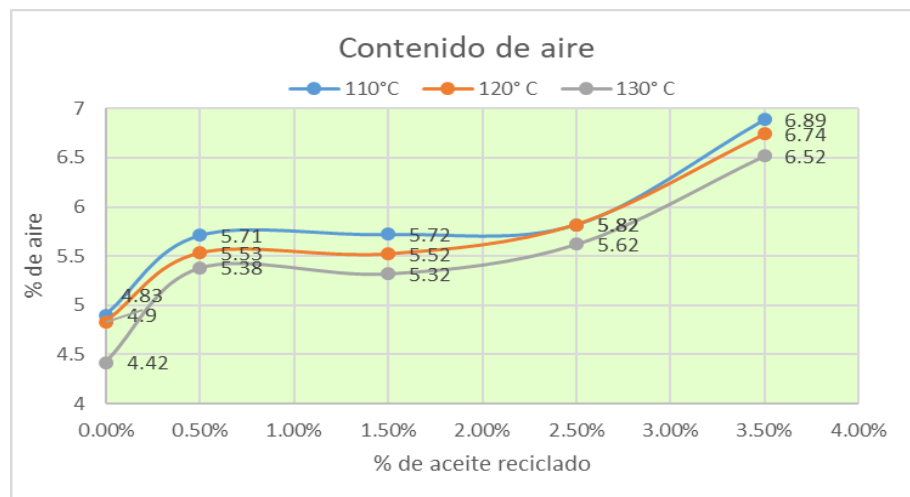


Fig. 9. Porcentaje de Contenido de aire con respecto a % AAR.

- **Comparación del porcentaje de aire de agregado mineral**

El porcentaje de aire en el agregado mineral aumenta con la AAR, si vemos en la Figura 9, el prototipo patrón tiene 14.94%, 14.95% y 14.39% de contenido de aire (110°, 120° y 130°C respectivamente). Sin embargo, los prototipos sometidos a los 130° C tienen un mejor comportamiento al tener menor porcentaje de aire de 16.03%, 16.22%, 14.66% y 15.31% en las muestras con AAR de 0.5%, 1.5% 2.5% y 3.5% respectivamente.

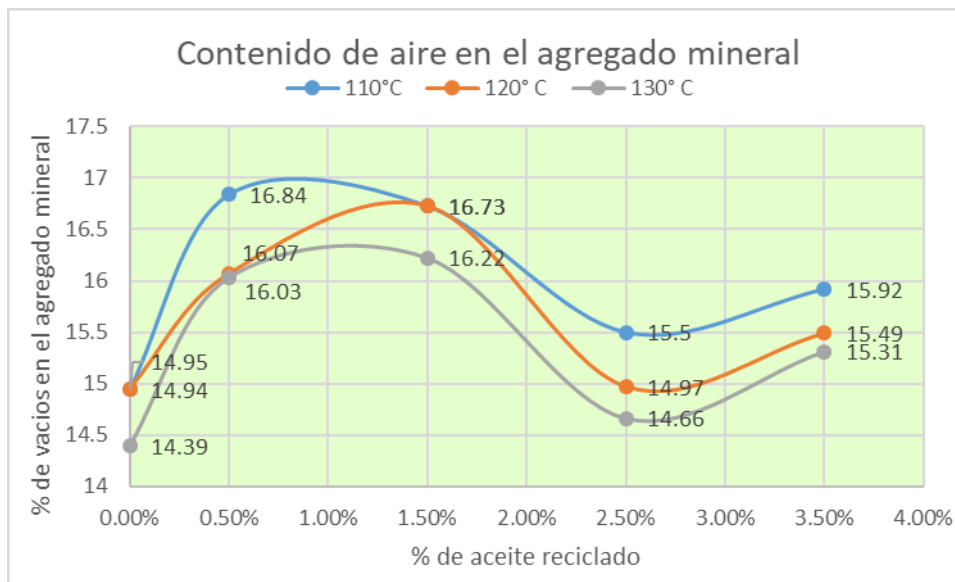


Fig. 10. Porcentaje de vacíos en el agregado mineral en relación al %AAR.

Comparación de vacíos llenos con asfalto

Con la AAR en sus diferentes proporciones, mientras este sea mayor, el llenado de vacíos con asfalto es menor. En la Figura 10, se muestra los porcentajes de vacíos llenos con asfalto para cada prototipo, estos valores están por debajo de los valores de la muestra patrón, siendo el 3.5% de AAR que contiene los menores porcentajes de vacíos llenos de 56.46%, 56.72% y 57.39% (120°, 110° y 130° C respectivamente).

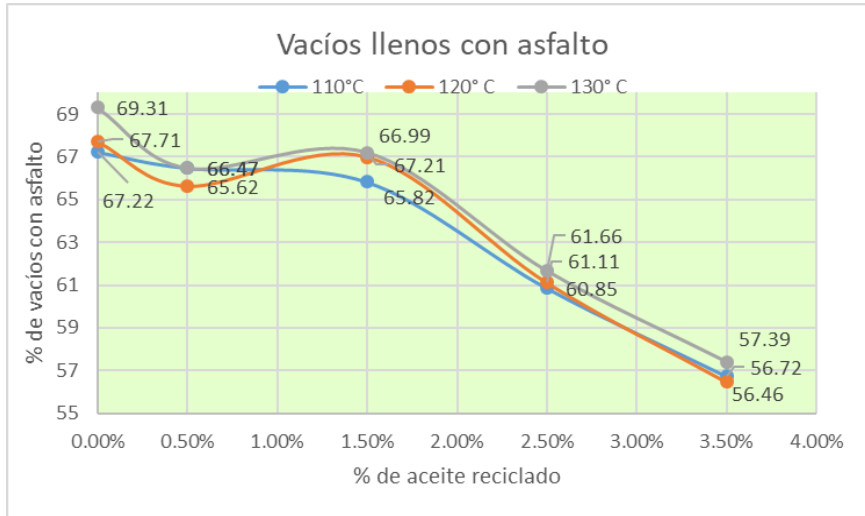


Fig. 11. ³³ Porcentaje de vacíos llenos con asfalto en los porcentajes de AAR.

Flujo (mm)

El flujo de los asfaltos sometidos a los 130° C, tiene un comportamiento constante, ya que no es mucha la variación que presentan cada muestra con respecto a la muestra patrón. En los asfaltos sometidos a 120° C, llega a una diferencia mayor de 1.7 mm con respecto al prototipo patrón, cuando la adición de aceites es de 2.5%. Finalmente, en los asfaltos sometidos a los 110°C, incrementa sobre el valor de la muestra patrón de 2.96 mm; no obstante, cuando se incrementa la proporción de aceites reciclados, el flujo ⁵⁸ tiende a disminuir, tal como se muestra en la Figura 11.

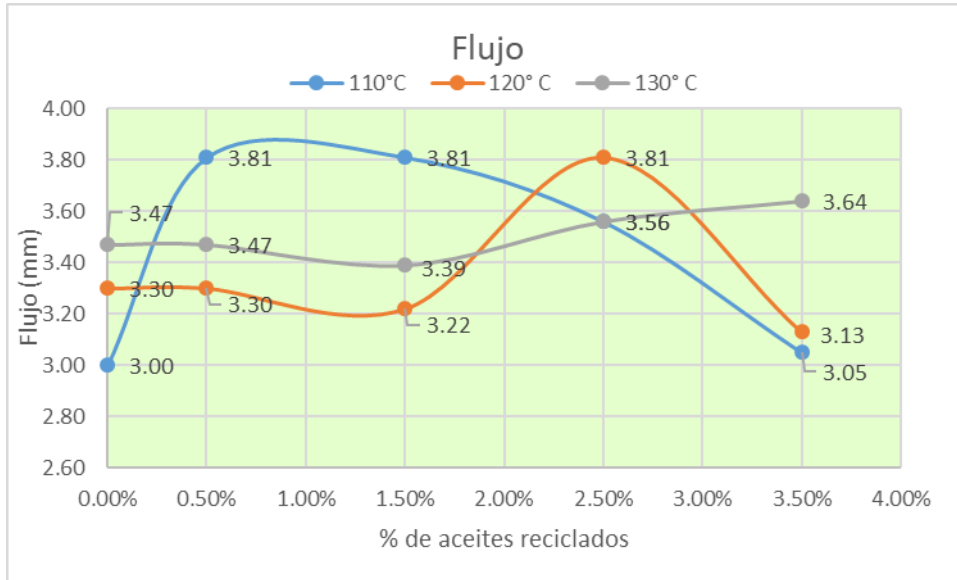


Fig. 12. Flujos de mezclas asfálticas con porcentajes de AAR.

Estabilidad (Kg)

En la Figura 12, muestra las estabilidades de cada prototipo, sometidas a sus temperaturas correspondientes, las probetas de 0.5% de aceites reciclados, es la que presenta mayor estabilidad 884 kg y 1020 kg, comparada con la muestra patrón siendo de 865 kg y 1002 kg, para las muestras sometidas a 120° y 130°C respectivamente, a diferencia de estas, los valores de las demás muestras están por debajo de la estabilidad del asfalto convencional.

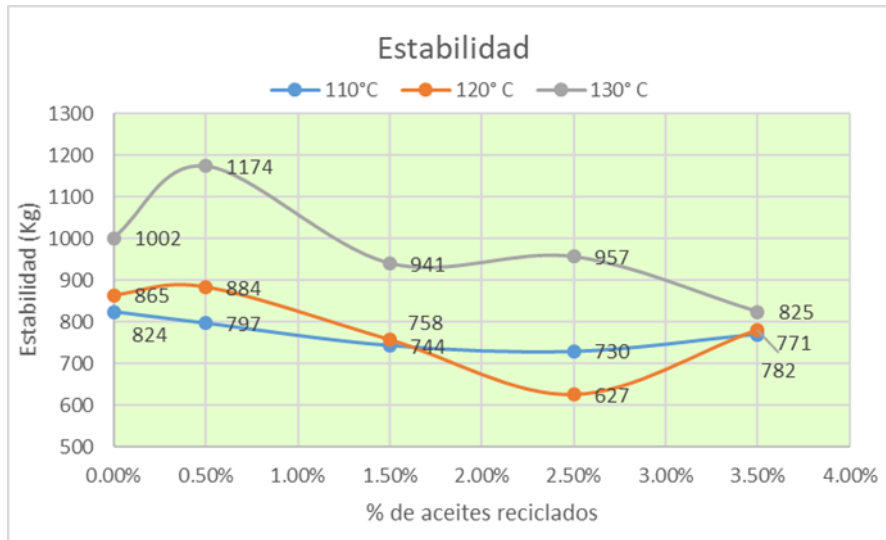


Fig. 13. Estabilidad de las mezclas asfálticas con diferentes porcentajes de AAR.

Relación de estabilidad/fluencia (kg/cm)

Finalmente, el objetivo de la metodología de Marshall, es determinar la rigidez que los pavimentos asfálticos presentan. En la Figura 13, se puede observar que, los asfaltos sometidos a 120 y 130° C, con el 0.5% de aceites reciclados; dieron rigideces de 2675 kg/cm y 2949 kg/cm respectivamente, valores que se encuentran por encima de las muestras patrón. Por otro lado, se obtuvo una rigidez de 1372 kg/cm, siendo el menor de todos los resultantes, perteneciente a la muestra de 2.5% de aceites reciclados a una temperatura de 120°C.

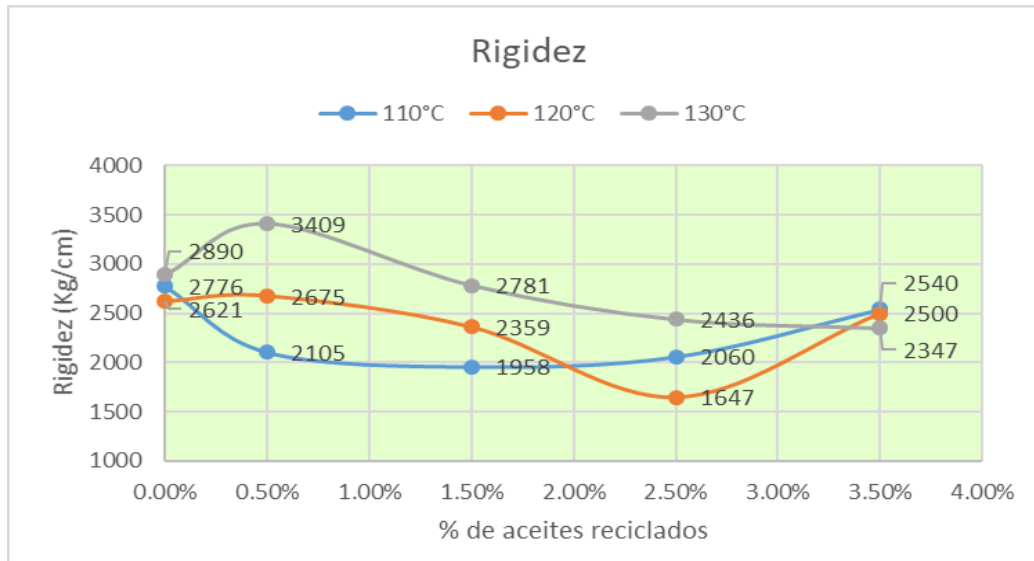


Fig. 14. Rigideces de las muestras asfálticas con diferentes AAR.

- **Tránsito medio (50 golpes)**

Comparación del Peso Unitario

En este caso para el tránsito medio, los PU son bastante variables al adicionar mayor proporción de aceites reciclados, para el caso de 3.5% de AAR estos pesos unitarios se elevan a comparación de los PU obtenidos con la muestra patrón, en cambio, los Pu de 0.5% de AAR, se mantiene constante con la muestra patrón, teniendo como diferencia de 0.001 gr/cm² (muestras sometidas a 120° y 130° C); sin embargo, la muestra sometida a 110°C difiere 0.019 mm de la muestra patrón.

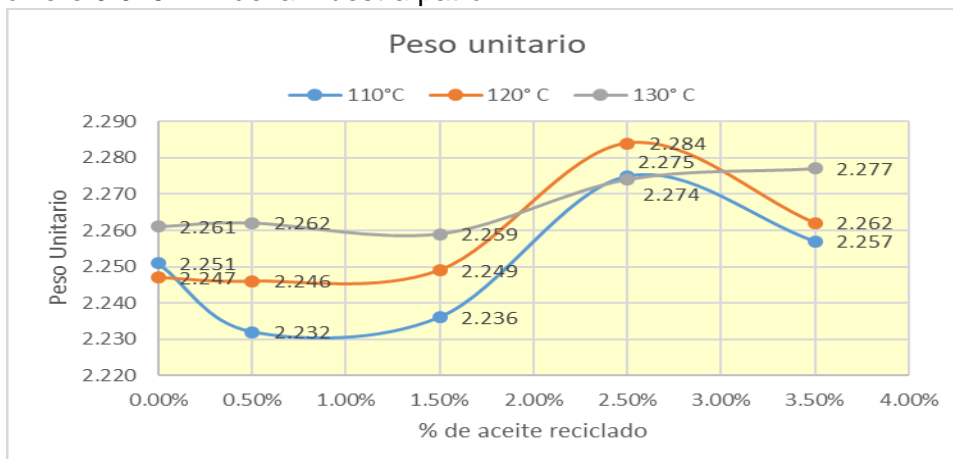


Fig. 15. Pesos unitarios en relación de % AAR

Comparación de Porcentaje de aire

En la Figura 15, muestra los porcentajes de aire en las mezclas asfálticas, los contenidos de aire son de mayor porcentaje con las muestras sometidas a menor temperatura, a 110° C, los porcentajes son de 6,95% (sin AAR), 6.63%,6.45%, 7.38% y 7.14%, para AAR de 0.5%, 1.5%, 2.5% y 3.5% respectivamente. Cabe resaltar que al adicionar 2.5% de AR, los porcentajes serán mayores en comparación de los demás valores obtenidos en este ensayo.

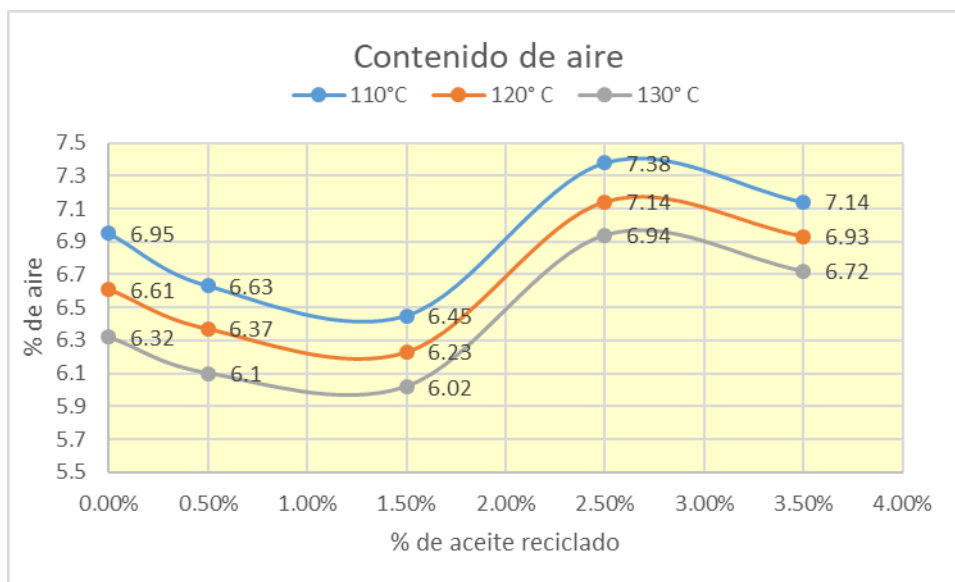


Fig. 16. Porcentaje de Contenido de aire con respecto a % AAR.

Comparación de porcentaje de aire de agregado mineral

Los porcentajes de aire en el agregado mineral, fueron menores al someterse a 130°, donde se plasma en la Figura 16, si adicionamos más proporción de aceite, el contenido de aire disminuye, teniendo una diferencia de 0.48 % de contenido de aire. Las muestras sometidas a temperaturas inferiores a 130°C, resultaron elevados porcentajes de contenido de aire y bastantes variables.

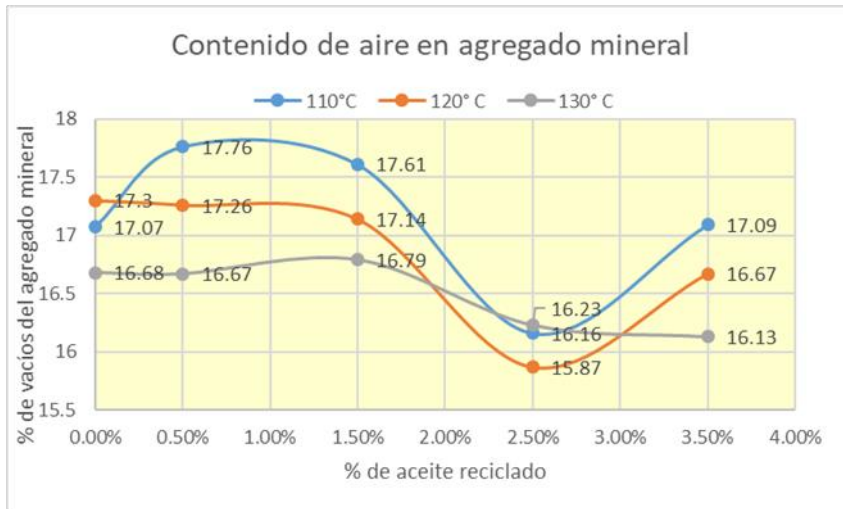


Fig. 17. ¹² Porcentaje de vacíos en el agregado mineral en relación al %AAR

Comparación de vacíos llenos con asfalto ⁴³

En la Figura 17, los porcentajes de vacíos llenos con asfalto, tanto para aquellas muestras sometidas a 120° como para aquellas sometidas 130°C, son parecidas; dado que, las AAR de 2.5% y 3.5%, se diferencia por solo el 0.1% en ambas adiciones. No obstante, la AAR 1.5% para 110°, 120° y 130° C, mostraron mejor comportamiento al llenar más vacíos de aire con asfalto, con el 63.9%, 63.67% y 64.16% respectivamente.

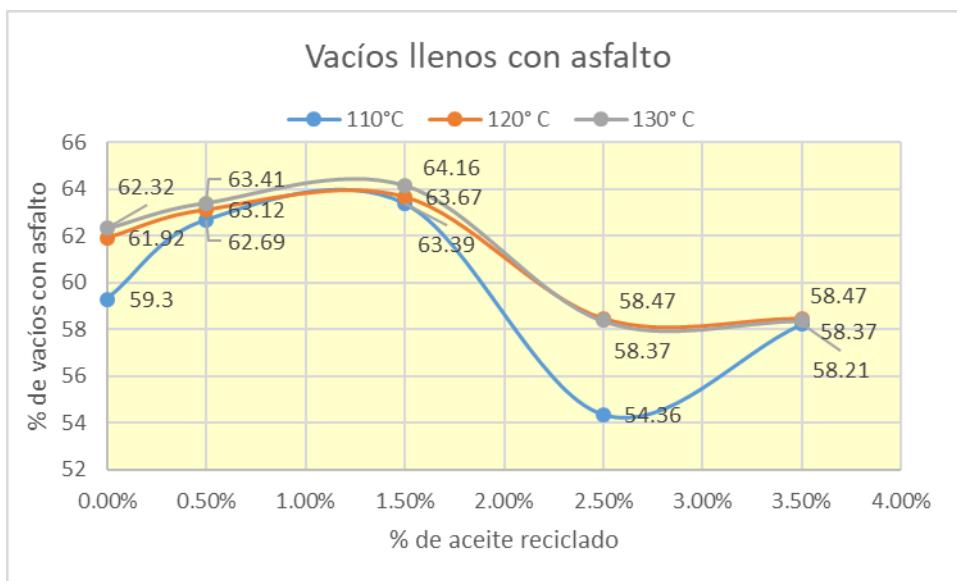


Fig. 18. ³³ Porcentaje de vacíos llenos con asfalto en los porcentajes de AAR

Flujo (mm)

La distribución de los flujos obtenidas de las muestras se plasma en la Figura 18. Para las de 130° C tuvo mayor fluidez de 3.89 mm al incorporar el 0.5% de AR, sin embargo, mostró una disminución de flujo al incorporar más porcentaje de aceites reciclados. Por otro lado, para las muestras de 110° y 120° C, el flujo varió considerablemente al adicionar el 2.5% de aceite, la cual se obtuvo 2.56 mm, 0.6 mm de flujo por debajo de la muestra sin adición; y 4.57 mm, 1.01 por encima del flujo de la muestra patrón.

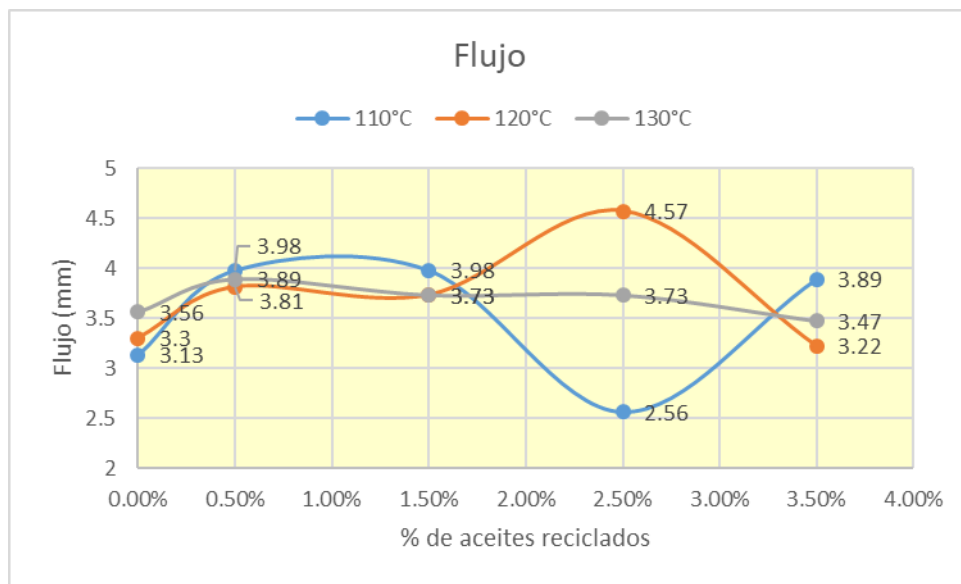


Fig. 19. Flujo de mezclas asfálticas con AAR.

- Estabilidad (Kg)

Podríamos decir que la estabilidad en este caso, tiene un mejor comportamiento cuando la AAR es de 0.5%, de 663 kg, 723 kg y 886 Kg para 110°, 120° y 130°C respectivamente. Aun así, se obtuvo mayor estabilidad en las muestras sometidas a 130°C. Ver Figura 19.

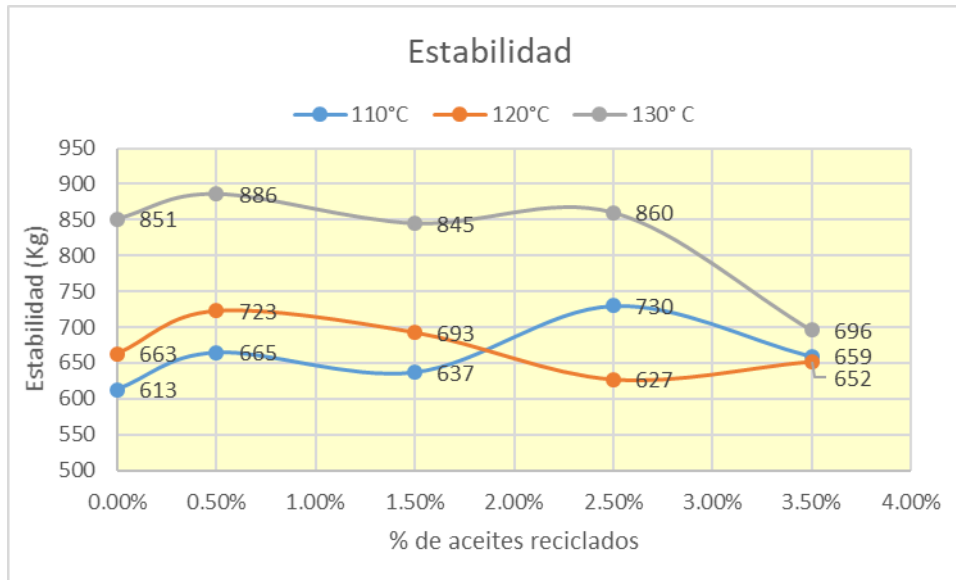


Fig. 20. Estabilidad de mezclas asfálticas con porcentajes de AAR
Relación de estabilidad/fluencia (kg/cm)

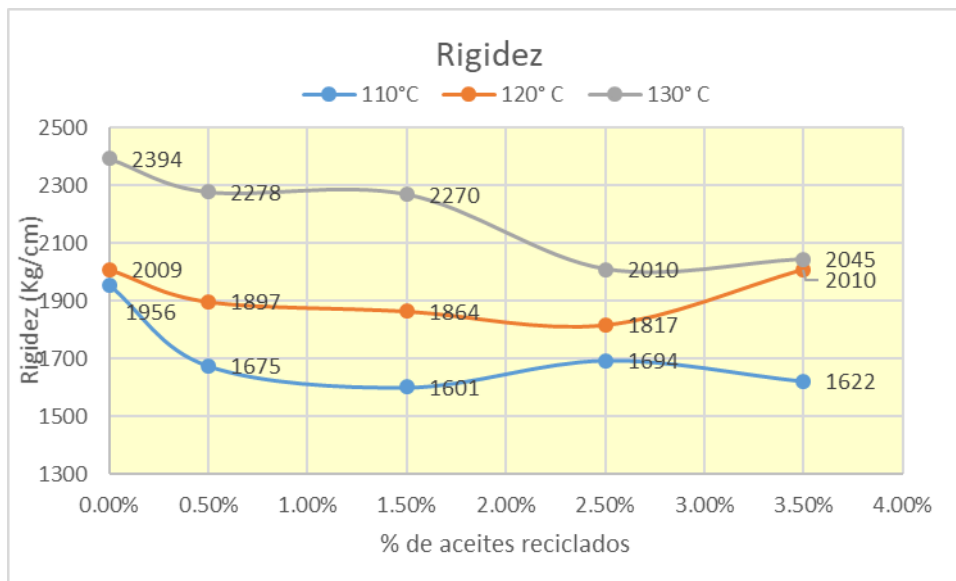


Fig. 21. Distribución de rigideces con respecto al porcentaje de AAR.

En la Figura 20, se puede distinguir que; las muestras con aceites reciclados de 0.5% tiene mejor rigidez de 1675 kg/cm, 1897 kg/cm y 2278 kg/cm, al comparar con las muestras sin adición de 1956 kg/cm, 2009 kg/cm y 2394 kg/cm, para 110°, 120° y 130°C

respectivamente. Sin embargo, la rigidez va disminuyendo si la adición de aceites va en aumento.

- **Tránsito liviano (25 golpes)**

Comparación del Peso unitario

En la Figura 21, están representados los PU obtenidos para el tránsito liviano, los PU para 130°C, demuestran un incremento con respecto a los PU de las muestras sin adición, siendo su valor máximo de 2.238 gr/cm² con AAR de 2.5%, y el mínimo de 2.227 gr/cm² con AAR de 3.5%. Los PU para 120° difieren considerablemente entre sus valores, siendo su valor mínimo de 2.187 gr/cm² con AAR de 1,5%. Los PU para 110°, incrementa cuando su AAR es de 0.5%, sin embargo, al aumentar la ARR, esta va disminuyendo.

Pesos unitarios en relación de % AAR

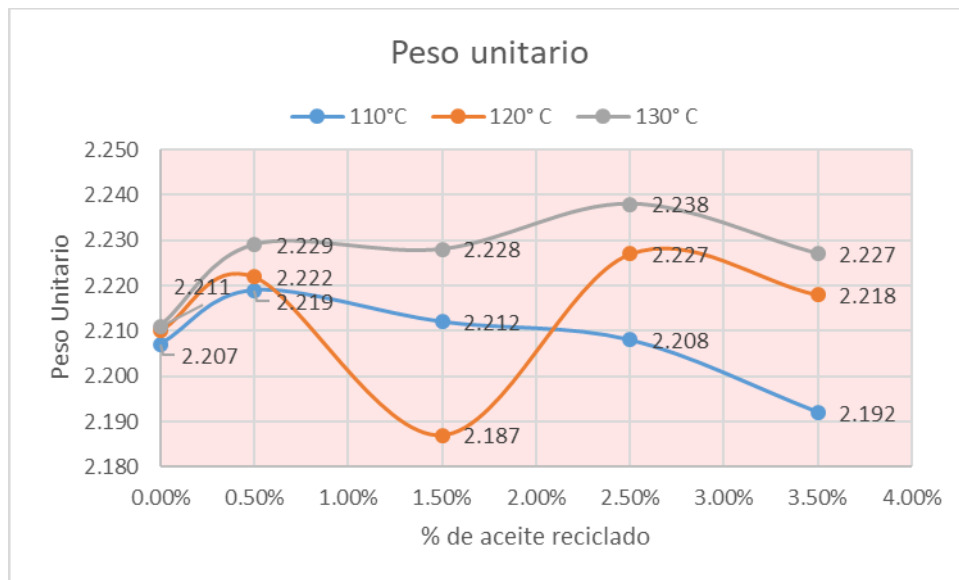


Fig. 22. Comparación de porcentaje de aire

En la Figura 22, muestra los porcentajes de aire en las mezclas asfálticas, los contenidos de aire son de mayor porcentaje con las muestras sometidas a menor

temperatura, a 110° C. En cambio, para 130°C, los porcentajes de aire son menores, en este caso oscila desde 7.22% (Sin adición) hasta 7.48%, La AAR implica aumento del contenido de aire en as mezcla asfálticas.

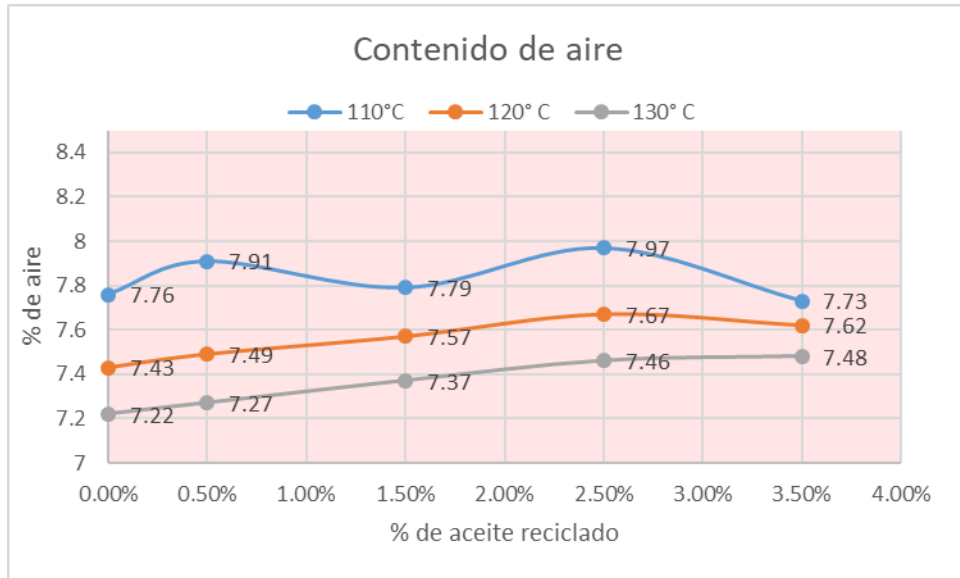


Fig. 23. Porcentaje de aire en mezclas asfálticas con AAR.

Comparación de porcentaje de aire de agregado mineral

En la Figura 23, se muestra los porcentajes de aire en el agregado mineral. Para 130°C, los prototipos mostraron menor porcentajes de vacíos de aire, estos porcentajes están por debajo del valor (18.56%) de la muestra patrón, como mínimo 17.57% con AAR de 2.5% y máximo 17.98% con AAR de 3.5%. Para 120°C, resultó un mínimo de 17.97% con AAR de 2.5% y un máximo de 19.42% con AAR de 1.5%. Para 110°C, se obtuvo un mínimo de 18.23% con AAR 0.5% y un máximo de 19.21% con AAR de 3.50%.

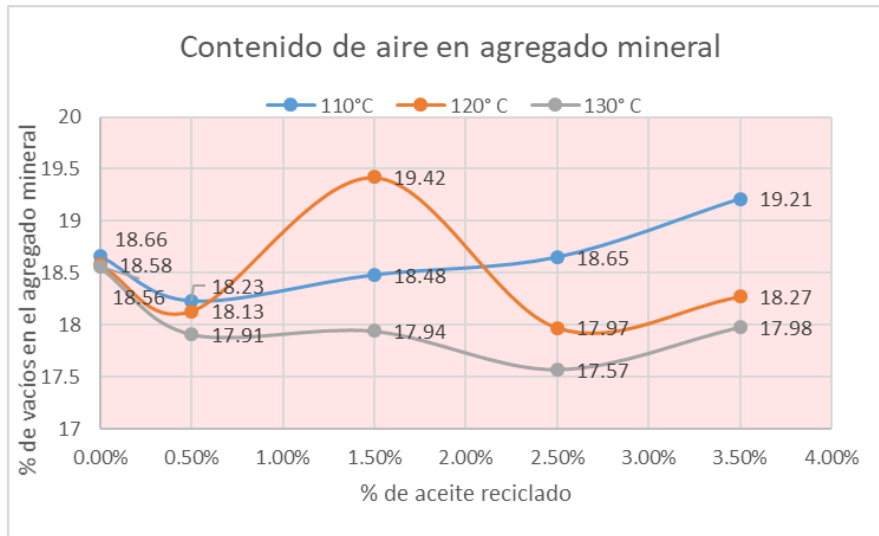


Fig. 24. Porcentaje de vacíos en el agregado mineral en relación al %AAR.

Comparación de vacíos llenos con asfalto

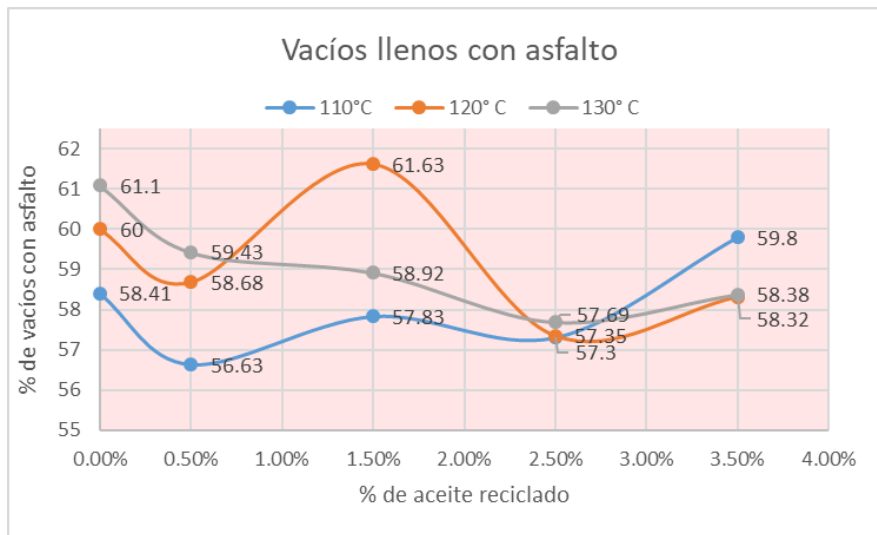


Fig. 25. Porcentaje de vacíos llenos con asfalto en los porcentajes de AAR.

Todas las adiciones mostraron baja capacidad de llenado de vacíos con asfalto, por la cual, los porcentajes están por debajo de 58.41%, 60% y 61.1%. Salvo para 120°C. que se obtuvo un porcentaje de 61.63% con AAR de 1.5%. Ver Figura 24.

Flujo (mm)

En la gráfica (Figura 25). Mientras que las muestras de 130°C proceden constantemente en los flujos, las muestras de 120° y 110°C incrementan su fluidez por valores encima de 3.98 mm (Sin adición), teniendo como flujo máximo 4.32 mm y 4.4 mm (con AAR de 0.5%) respectivamente, y como flujo mínimo 3.89 mm (3.5% AAR) y 4.23 mm (1.5% AAR) respectivamente.

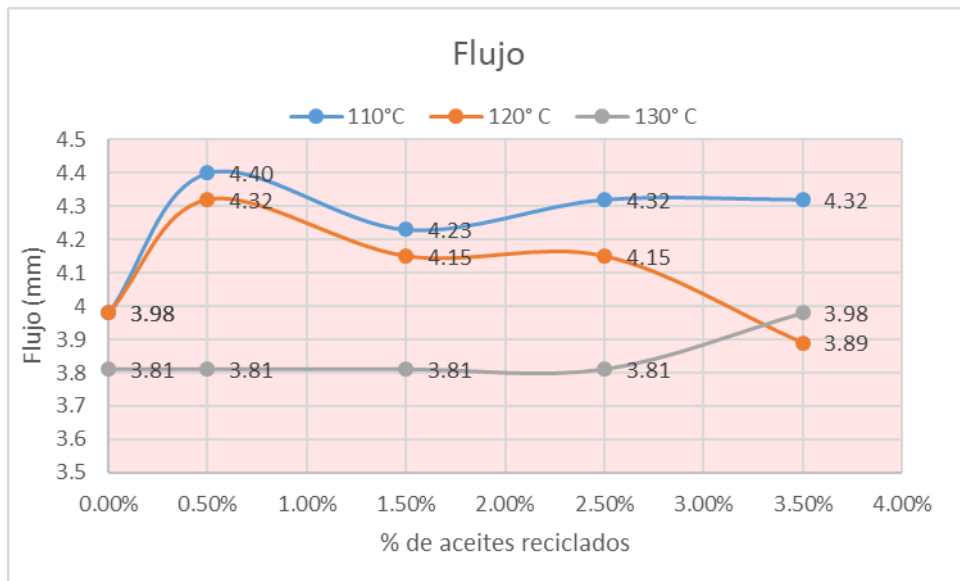


Fig. 26. Flujo de mezclas asfálticas modificadas con aceites reciclados.

Estabilidad (Kg)

Las muestras de AAR de 0.5%, obtuvieron una mejor estabilidad, con valores aproximados a los valores de las muestras patrón (375 kg, 480 Kg y 599 kg). Sin embargo, al incrementar más porcentajes de AAR, la estabilidad disminuye. Por ende, se obtiene una diferencia de 160 kg (para 110°C), una diferencia de 29 kg (para 120°C) y finalmente existe una diferencia 150 kg entre las muestras de 130°C.

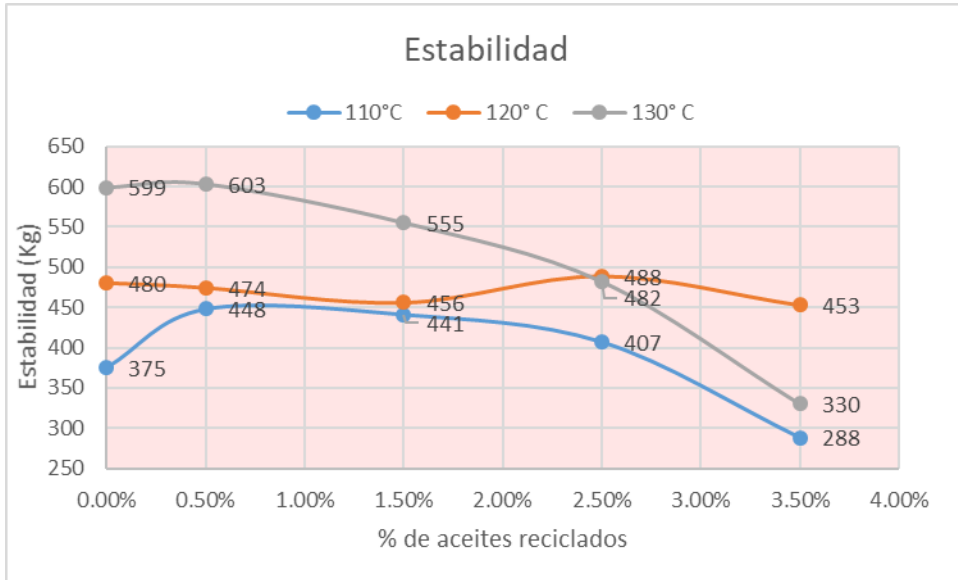


Fig. 27. Estabilidades de mezclas asfálticas con respecto al porcentaje de AAR

Relación de estabilidad/fluencia (kg/cm)

En la Figura 27, las muestras de 110° y 130°C tienen mejor rigidez a comparación de las rigideces de la muestra patrón, al adicionar el 0.5% de aceite reciclado, lo que resulta 1022 kg/cm y 1586 kg/cm de rigidez respectivamente. Sin embargo, al incrementar las proporciones de AAR, la rigidez disminuye con respecto a las rigideces de las muestras sin adición de aceite.

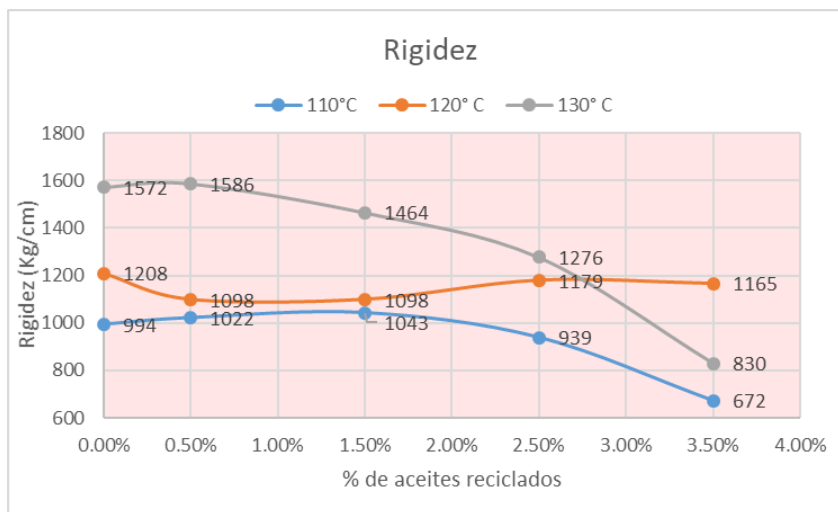


Fig. 28. Distribución de rigideces con respecto al porcentaje de AAR

3.2. Discusión de resultados

Propiedades y características de los agregados.

En el diseño de mezclas asfálticas precisa que los agregados tanto fino como grueso, cumplan con una serie de requerimientos, especificadas en normativa peruana (EG-2013). En La Tabla XLI y XLII, se comparan los valores máximos y mínimos que el agregado fino y grueso, la cual cumplieron con dicha especificación.

Tabla XLI

Comparación de propiedades con ⁹ requerimientos para agregado fino de EG-2013.

Ensayos	Norma	Requerimiento	Resultados	Observaciones
Equivalente de Arena	MTC E 114	60% mín.	62.7%	Cumple
Angularidad del agregado fino	MTC E 222	30% mín.	49.0%	Cumple
Azul de metileno	AASTHO TP 57	8% máx.	1.31%	Cumple
Índice de Plasticidad (malla N°40)	MTC E 111	NP	N.P.	Cumple
Índice de durabilidad	MTC E 214	35 mín.	57.6	Cumple
Índice de Plasticidad (malla N°200)	MTC E 111	Máx. 4	2.7%	Cumple
Adhesividad (Riedel Weber)	MTC E 220	4 mín.	Grado 6	Cumple
Sales Solubles Totales	MTC E 219	0.5% máx.	0.06%	Cumple

Tabla XLII

Comparación de propiedades con requerimiento para agregado grueso de EG-2013

Ensayos	Norma	Requerimiento	Resultados	Observaciones
Durabilidad (al Sulfato de Magnesio)	MTC E 209	18% máx.	7.9%	Cumple
Abrasión Los Ángeles	MTC E 207	40% máx.	18.4%	Cumple
Adherencia	MTC E 517	+95	+95	Cumple
Índice de Durabilidad	MTC E 214	35% min.	52.9	Cumple
Partículas chatas y alargadas	ASTM 4791	10% máx.	7.7%	Cumple
Caras fracturadas	MTC E 210	85/50	100/97.7	Cumple
Sales Solubles Totales	MTC E 219	0.5% máx.	0.04%	Cumple
Absorción	MTC E 206	1.00%	0.61%	Cumple

Propiedades y características de mezclas asfálticas modificadas.

Luego de proceder con los análisis a los agregados, se determinó el diseño asfáltico de MAC-2, debido que los husos granulométricos cumplen con los estándares dispuesto en dicha especificación de la Sección 423.02 (EG-2013). Donde demanda que, el TMN ⁶ pasa por el Tamiz ¾" y mínimo por el Tamiz N°200.

Las propiedades del porcentaje óptimo de asfalto de 5.75%, cumplieron con las especificaciones determinadas por la sección 423.2 de la EG-2013. Se obtuvo como estabilidad de 1173 kg muy por encima del mínimo 831.07 kg, el flujo de 3.3 mm, encontrándose dentro del rango 2 - 3.56 mm, por lo tanto, ⁸ la relación de estabilidad/flujo es de 3386 kg/cm, valor dentro de los rangos 1700-4000 kg/cm.

Según los requerimientos y valores óptimos del párrafo anterior, podemos decir que, de las adiciones de 0.5%, 1.5%, 2.5% y 3.5% de aceites reciclados, la adición de 0.5% de aceites reciclados, es el porcentaje adecuado (Figura 27), debido a que los valores de rigidez de 2675 y 3409 kg/cm, están por encima de las rigideces de las muestras patrón que son 2621 y 2890 kg/cm de cuyas muestras sometidas a 120° y 130°C respectivamente. La adición de aceites reciclados puede conseguir propiedades cercanas al diseño de asfalto original [16]. Caso contrario, sucede con las muestras sometidas a 110° C, ya que no

alcanzaron al valor deseado, puesto que, disminuye la rigidez en las mezclas, siendo este un inconveniente de medición en las propiedades de las mezclas asfálticas [16].

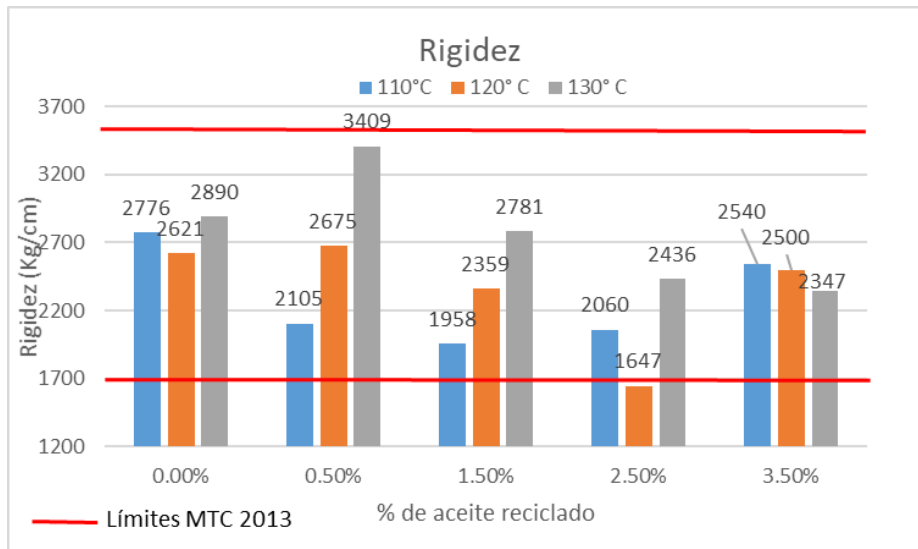


Fig. 29. Comparación de rigideces de mezclas asfálticas con AAR dentro los límites de EG-2013.

Los valores de estabilidad determinan la máxima resistencia que el concreto asfáltico presenta, y el flujo es la medida de deformación del mismo, de la relación de ambos nos resulta la rigidez en las mezclas asfálticas (MTC E-504., 2016). En esta investigación obtuvimos rigideces óptimas a temperaturas de 120° y 130°C. No obstante, Li et al., [42] en su investigación obtuvieron agrietamientos o formación de surcos a temperaturas elevadas, debido al aumento de rigidez, indica que la rigidez no debe ser mayor de 300 MPa.

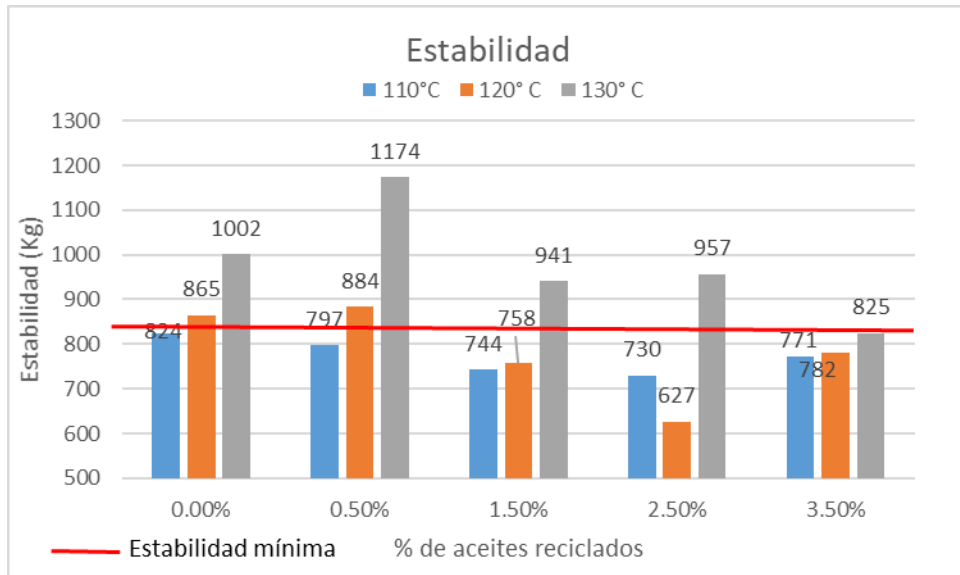


Fig. 30. Comparación de estabilidad de mezclas asfálticas con AAR con límite mínimo de “EG-2013)

La estabilidad alcanzada con respecto a la estabilidad óptima (1173 kg), se logró con la adición de aceites reciclados en proporción de 0.5%, a 120° y 130°C (Figura 28), obteniéndose valores de estabilidad de 884 y 1174 kg respectivamente. La adición de aceites reciclados según el capítulo III de esta investigación, podría disminuir las propiedades y características mecánicas que el agregado podría aportar en las mezclas asfálticas. No obstante, la adición de aceites reciclados limitadamente, no afecta en la mayoría de las propiedades de las mismas, la cual sería factible usar este tipo de aceites para pavimentos reciclados Jia et al., [43].

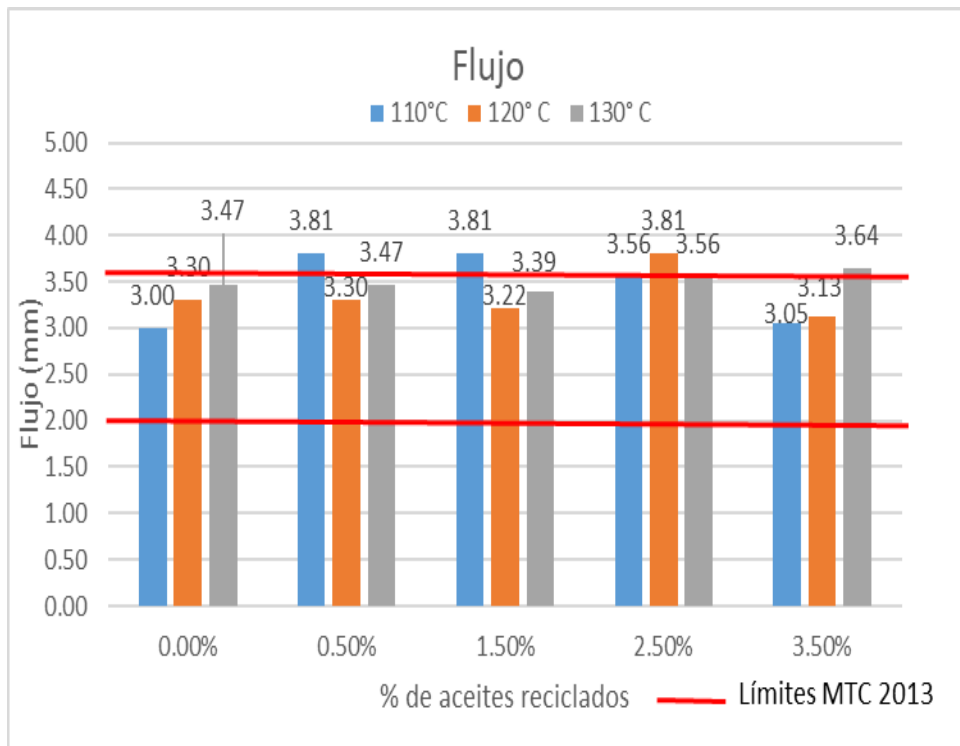


Fig. 31. Comparación de flujo de mezclas asfálticas con AAR dentro de los límites de flujo (EG-2013).

La muestra de 0.5% de AAR a 120° y a 130°C, fueron las únicas muestras que lograron alcanzar al valor de estabilidad óptima, por lo cual, obtuvimos un flujo de 3.30 y 3.47 mm, siendo constante con respecto al valor patrón, tal como se muestra en la Figura 29, cumpliendo con los límites de 2 - 3.56 (Sección 423.2, MTC EG, 2013). Aunque diversas muestras mostraron flujos entre los valores deseados, sus estabilidades están muy por debajo a estabilidad deseada.

Se difiere en los porcentajes de mezcla, debido que, esta investigación obtuvimos resultados positivos, con una adición del 0.5% de aceite; en cambio, si esta proporción se incrementa, las propiedades de estas mezclas reducen. Mas para (Jia et al., 2015), las propiedades de las muestras con adición del 5% de aceites, prácticamente se mantuvo sin cambios. Dedujeron que este hecho podría deberse a que el uso del porcentaje RAP fue menor al 40% en peso total.

1 IV. CONCLUSIONES Y RECOMENDACIONES

4.1. Conclusiones

Los agregados de la cantera “Tres Tomas” cumplen con las especificaciones dispuestas en las “Especificaciones Técnicas Generales para la Construcción, 2013” del MTC, siguiendo los ensayos y determinaciones para agregados dispuestos en el “Manual de Ensayos de Materiales, 2016”.

El porcentaje óptimo de contenido de asfalto es de 5.75% en peso de la muestra (ver Figura 6), determinado a partir de las estabilidades máximas de los diseños de 4.5%, 5.0%, 5.5%, 6.0% y 6.5%. para finalmente agregar diferentes proporciones de aceites reciclados.

La adición óptima de aceites reciclados es de 0.5%. Debido a que, se obtuvo valores de rigidez de 2675kg/cm, flujo de 3.30 mm y estabilidad de 884 kg, al someterse a 120°C de temperatura, y rigidez de 3409 kg/cm, flujo de 3.47 mm y estabilidad de 1174 kg, a 130°C; tales resultados se incrementan y mantienen constantes de las muestras patrón, cuya rigidez es de 2890 kg/cm, flujo de 3.30 mm y estabilidad de 865 kg, a 120°C, y rigidez de 2890kg/cm, flujo de 3.47 mm y estabilidad de 1002 kg, a 130°C

Por lo tanto, la adición de aceites reciclados a mayores porcentajes, desmejoran las propiedades física-mecánico en las mezclas asfálticas, ya que, al incrementar aceites reciclados, puede desplazar y deformar los pavimentos volviéndoles menos estable y más plástica.

Las mezclas asfálticas sujetas a temperaturas inferiores a 120° y 130° C no lograron conseguir la resistencia requerida para el asfalto, y que, además si la adición

de aceites reciclados se incrementa en porcentaje, las propiedades de las mezclas asfálticas se debilitan considerablemente.

El mejoramiento de las propiedades en las mezclas asfálticas con aceites reciclados, solo aplica para tránsito pesado, ya que, para el tipo de tránsito medio y liviano, sus resultados no lograron ubicarse dentro de los parámetros que determina la “EG-2013”.

4.2. Recomendaciones

Se debería incentivar la aplicación masiva de aceites reciclados en las construcciones de carreteras, puesto que, podemos reemplazar en un porcentaje el bitumen utilizado para dicho proceso, disminuyendo su consumo y utilización de este material, y además reducimos la contaminación ambiental que produce el desecho de aceites quemados de motor.

Se recomienda realizar estudios donde se profundice la aplicación de aceites reciclados no solo para mezclas asfálticas, sino para estabilización de suelos, bases y subbases de carreteras.

Se recomienda evaluar químicamente, los diversos compuestos que el aceite de motor reciclado presenta, con el fin de comparar con las características del bitumen asfáltico, y obtener propiedades relacionadas cercanas, al ser mezcladas con los agregados minerales.

Se recomienda establecer ciertos parámetros respecto al optimo contenido en la adición del aceite reciclado, de tal forma que se encuentre el más apropiado para seguir investigando.

Se recomienda estudiar en las temperaturas que en esta investigación determinamos como las adecuadas para cumplir con los parámetros establecidos en la metodología Marshall.

Se recomienda evaluar en ciertos porcentajes de adición de aceite reciclado solamente en el estudio del tránsito pesado, pues en el tránsito medio y liviano no cumple los parámetros establecidos por la metodología Marshall.

Se recomienda continuar con los estudios de la implementación de los aceites reciclados en los pavimentos, ya que ⁶⁹ como se ha demostrado en la presente investigación, estos contribuyen en la elaboración de asfaltos, de esta forma el impacto social, económico y ambiental se verán beneficiados ya que los resultados positivos implementarán una metodología en la que el pavimento tendrá más durabilidad, la mitigación en gran porcentaje de los aceites contaminantes y también en el transporte de los aceites reciclados proponiendo un plan de recolección de este material con fin de acopiarlo en un botadero y poder darle uso según sea conveniente, de esta manera aplicando los resultados positivos favorecerán los comportamientos para el tránsito liviano, mediano y pesado.

● 20% de similitud general

Principales fuentes encontradas en las siguientes bases de datos:

- 17% Base de datos de Internet
- Base de datos de Crossref
- 15% Base de datos de trabajos entregados
- 3% Base de datos de publicaciones
- Base de datos de contenido publicado de Crossref

FUENTES PRINCIPALES

Las fuentes con el mayor número de coincidencias dentro de la entrega. Las fuentes superpuestas no se mostrarán.

1	repositorio.uss.edu.pe Internet	5%
2	hdl.handle.net Internet	2%
3	repositorio.ucv.edu.pe Internet	1%
4	dialnet.unirioja.es Internet	<1%
5	repository.ucc.edu.co Internet	<1%
6	scribd.com Internet	<1%
7	alicia.concytec.gob.pe Internet	<1%
8	repositorio.urp.edu.pe Internet	<1%

9	Universidad Católica de Santa María on 2022-08-09	<1%
	Submitted works	
10	doku.pub	<1%
	Internet	
11	1library.co	<1%
	Internet	
12	Lesme Brun, Julio Gabriel. "Estudio Del Comportamiento De Mezclas A...	<1%
	Publication	
13	coursehero.com	<1%
	Internet	
14	repositorio.uandina.edu.pe	<1%
	Internet	
15	Universidad Distrital FJDC on 2016-07-19	<1%
	Submitted works	
16	pt.scribd.com	<1%
	Internet	
17	virtualpro.co	<1%
	Internet	
18	heidelbergshule on 2019-10-10	<1%
	Submitted works	
19	slideshare.net	<1%
	Internet	
20	EGUIZABAL BRANDAN ROSALIA MARIZOL. "DIA del Proyecto Infraestr...	<1%
	Publication	

21	Universidad Cesar Vallejo on 2017-02-18	<1%
	Submitted works	
22	docplayer.es	<1%
	Internet	
23	updocs.net	<1%
	Internet	
24	Universidad Continental on 2020-07-19	<1%
	Submitted works	
25	Universidad Ricardo Palma on 2020-12-17	<1%
	Submitted works	
26	Silva Torres José Guadalupe. "Criterios de elección de pavimento rígido..."	<1%
	Publication	
27	repositorio.unap.edu.pe	<1%
	Internet	
28	inteco.or.cr	<1%
	Internet	
29	Universidad Cesar Vallejo on 2019-01-02	<1%
	Submitted works	
30	sired.udenar.edu.co	<1%
	Internet	
31	inteco.org	<1%
	Internet	
32	Martínez Hernández Oscar. "Comportamiento de las mezclas asfálticas..."	<1%
	Publication	

33	Universidad Continental on 2018-10-17	<1%
	Submitted works	
34	repository.unimilitar.edu.co	<1%
	Internet	
35	Universidad Pontificia Bolivariana on 2019-02-21	<1%
	Submitted works	
36	Universidad Ricardo Palma on 2019-10-21	<1%
	Submitted works	
37	pt.slideshare.net	<1%
	Internet	
38	repositorio.usanpedro.edu.pe	<1%
	Internet	
39	researchgate.net	<1%
	Internet	
40	eca.or.cr	<1%
	Internet	
41	Universidad Cesar Vallejo on 2016-12-29	<1%
	Submitted works	
42	Universidad Cesar Vallejo on 2023-02-17	<1%
	Submitted works	
43	Universidad Nacional de San Cristóbal de Huamanga on 2022-11-11	<1%
	Submitted works	
44	Universidad Nacional del Centro del Peru on 2019-01-02	<1%
	Submitted works	

45	Universidad Nacional del Centro del Peru on 2021-12-14 Submitted works	<1%
46	Universidad Privada del Norte on 2023-03-11 Submitted works	<1%
47	et.ippt.pan.pl Internet	<1%
48	registrocdt.cl Internet	<1%
49	Pontificia Universidad Catolica del Ecuador - PUCE on 2021-04-12 Submitted works	<1%
50	Universidad Andina Nestor Caceres Velasquez on 2023-05-05 Submitted works	<1%
51	Universidad Andina del Cusco on 2022-09-26 Submitted works	<1%
52	Universidad Andina del Cusco on 2023-05-17 Submitted works	<1%
53	Universidad Católica de Santa María on 2021-04-20 Submitted works	<1%
54	Universidad Cesar Vallejo on 2016-06-21 Submitted works	<1%
55	Universidad Miguel Hernandez Servicios Informaticos on 2021-02-21 Submitted works	<1%
56	Universidad Pontificia Bolivariana on 2019-02-22 Submitted works	<1%

57	Universidad Andina Nestor Caceres Velasquez on 2018-08-24 Submitted works	<1%
58	Universidad Andina Nestor Caceres Velasquez on 2023-05-01 Submitted works	<1%
59	Universidad Católica de Santa María on 2019-12-05 Submitted works	<1%
60	Universidad Cesar Vallejo on 2016-06-16 Submitted works	<1%
61	Universidad Cesar Vallejo on 2018-07-19 Submitted works	<1%
62	Universidad Cesar Vallejo on 2019-09-10 Submitted works	<1%
63	Universidad Cesar Vallejo on 2022-12-13 Submitted works	<1%
64	Universidad Continental on 2019-03-20 Submitted works	<1%
65	Universidad Continental on 2020-11-17 Submitted works	<1%
66	Universidad Pontificia Bolivariana on 2018-10-17 Submitted works	<1%
67	es.slideshare.net Internet	<1%
68	idoc.pub Internet	<1%

69	prezi.com	Internet	<1%
70	repository.upb.edu.co	Internet	<1%
71	laccei.org	Internet	<1%
72	Olmedo Frías Paola Ximena, Morales Lozada Alberto Antonio. "Incorpor...	Publication	<1%
73	Systems Link on 2014-03-10	Submitted works	<1%
74	Universidad Andina Nestor Caceres Velasquez on 2018-12-13	Submitted works	<1%
75	Universidad Andina del Cusco on 2019-10-03	Submitted works	<1%
76	Universidad Católica San Pablo on 2021-03-29	Submitted works	<1%
77	Universidad Cesar Vallejo on 2016-06-08	Submitted works	<1%
78	Universidad Cesar Vallejo on 2018-11-30	Submitted works	<1%
79	Universidad Continental on 2021-08-29	Submitted works	<1%
80	Universidad Militar Nueva Granada on 2016-05-23	Submitted works	<1%

81	Universidad Nacional del Centro del Peru on 2022-11-03 Submitted works	<1%
82	Universidad Nacional del Centro del Peru on 2022-12-31 Submitted works	<1%
83	Universidad Pontificia Bolivariana on 2018-04-12 Submitted works	<1%
84	Universidad Ricardo Palma on 2017-12-29 Submitted works	<1%
85	Universidad Ricardo Palma on 2018-10-15 Submitted works	<1%
86	Universidad Senor de Sipan on 2016-12-20 Submitted works	<1%
87	Universidad Tecnologica del Peru on 2022-12-12 Submitted works	<1%
88	barcelona.indymedia.org Internet	<1%
89	fpb.prasetyamulya.ac.id Internet	<1%
90	repositorio.upla.edu.pe Internet	<1%
91	vsip.info Internet	<1%
92	pcm.gob.pe Internet	<1%