



UNIVERSIDAD CÉSAR VALLEJO

FACULTAD DE INGENIERÍA

ESCUELA ACADÉMICO PROFESIONAL DE INGENIERÍA CIVIL

Comportamiento mecánico de una mezcla asfáltica convencional adicionando
Betutec IC más aditivo Warmix, Lima - 2019

TESIS PARA OBTENER EL TÍTULO PROFESIONAL DE:

Ingeniero Civil

AUTOR:

Br. De La Cruz Alarcon, Juan Cesar (ORCID: 0000-0002-0042-3527)

ASESOR:

Mg. Benítes Zúñiga, José Luis (ORCID: 0000-0003-4459-494X)

LÍNEA DE INVESTIGACIÓN:

Diseño de Infraestructura Vial

LIMA - PERÚ

2019

Dedicatoria

A dios, por permitirme terminar mi tesis. A mis papás y hermanos por haberme apoyado en todo momento de manera incondicional, siendo mí motivo de seguir luchando y llegar a cumplir mi objetivo.

Agradecimiento

A mis papás y hermanos que estuvieron conmigo en el desarrollo de mi tesis, apoyándome y dándome fuerzas para seguir y lograr mi objetivo con éxito.

Página del Jurado

Declaratoria de Autenticidad



Declaratoria de Originalidad del Autor

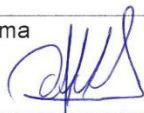
Yo, **DE LA CRUZ ALARCÓN, Juan Cesar** estudiante de la Facultad de Ingeniería y Escuela Profesional de Ingeniería Civil de la Universidad César Vallejo sede Lima Norte, declaro bajo juramento que todos los datos e información que acompañan al Informe de Investigación titulado:

“Comportamiento mecánico de una mezcla asfáltica convencional adicionando Betutec IC mas aditivo Warmix, Lima - 2019”, es de mi autoría, por lo tanto, declaro que la Tesis:

1. No ha sido plagiado ni total, ni parcialmente.
2. He mencionado todas las fuentes empleadas, identificando correctamente toda cita textual o de paráfrasis proveniente de otras fuentes.
3. No ha sido publicado ni presentado anteriormente para la obtención de otro grado académico o título profesional.
4. Los datos presentados en los resultados no han sido falseados, ni duplicados, ni copiados.

En tal sentido asumo la responsabilidad que corresponda ante cualquier falsedad, ocultamiento u omisión tanto de los documentos como de información aportada, por lo cual me someto a lo dispuesto en las normas académicas vigentes de la Universidad César Vallejo.

Lima 20 de diciembre de 2019

| | |
|--|---|
| Apellidos y Nombres del Autor DE LA CRUZ ALARCÓN, Juan Cesar | |
| DNI: 72549693 | Firma  |
| ORCID: 0000 0002 0042 3527 | |



Índice

| | |
|---|------|
| Carátula | i |
| Dedicatoria | ii |
| Agradecimiento | iii |
| Página del jurado | iv |
| Declaratoria de autenticidad | v |
| Índice | vi |
| RESUMEN | vii |
| ABSTRACT | viii |
| I. INTRODUCCIÓN | 1 |
| II. MÉTODO | 47 |
| 2.1. Diseño de la investigación | 48 |
| 2.2. Variables, operacionalización | 49 |
| 2.3. Población y muestra | 51 |
| 2.4. Procedimiento | 52 |
| 2.5. Técnicas e instrumentos de recolección de datos, validez y confiabilidad | 54 |
| 2.6. Método de análisis de datos | 55 |
| 2.7. Aspectos éticos | 56 |
| III. RESULTADOS | 57 |
| IV. DISCUSIÓN | 78 |
| V. CONCLUSIONES | 83 |
| VI. RECOMENDACIONES | 85 |
| REFERENCIAS | 87 |
| ANEXOS | 96 |

Resumen

La presente tesis fue realizada con el fin de mejorar el comportamiento mecánico de la mezcla asfáltica modificada incorporando Betutec IC + aditivo Warmix, a fin de ofrecer una alternativa de solución a los problemas que afectan al asfalto y consecuentemente a la carpeta asfáltica. Obtenidas las características de los agregados y el cemento asfáltico, se procedió a realizar Ensayos Marshall para determinar la densidad, estabilidad, fluidez, vacíos del agregado mineral y espacios vacíos en la mezcla asfáltica convencional y modificada con Betutec IC + aditivo Warmix a fin de evaluar su comportamiento mecánico.

Los resultados obtenidos muestran mejoras en el comportamiento mecánico de la mezcla asfáltica modificada, lo cual permitió concluir que la incorporación del Betutec IC + aditivo Warmix en una mezcla asfáltica presenta: menor pérdida de resistencia por efecto del agua, mayor resistencia a la deformación, mayor cohesión y resistencia al esfuerzo cortante; los cuales se traducen en una mayor durabilidad ante los agentes agresores e incrementa la vida útil del pavimento.

La tesis es aplicativa y de tipo experimental, tiene como finalidad tener una propuesta tecnológica innovadora en asfalto modificado.

Palabras claves: mezcla asfáltica modificada, Betutec IC, aditivo Warmix, comportamiento mecánico.

Abstract

This thesis was carried out in order to improve the mechanical behavior of the modified asphalt mixture; incorporating Betutec IC + Warmix additive, in order to offer an alternative solution to the problems that affect the asphalt.

Once the characteristics of the aggregates and the asphalt cement were obtained, Marshall tests were carried out to determine the density, stability, fluidity, voids of the mineral aggregate and empty spaces in the conventional asphalt mixture and modified with Betutec IC + Warmix additive in order to evaluate its mechanical behavior.

The results obtained show improvements in the mechanical behavior of the modified asphalt mixture, which allows to conclude that the incorporation of Betutec IC + Warmix additive in an asphalt mixture shows: lower loss of resistance due to water effect, greater resistance to deformation, higher cohesion and shear resistance; which translates into greater durability before the aggressors and increases the useful life of the pavement.

This thesis is applied and experimental, it aims to have an innovative technological proposal in the field of modified asphalt.

Keywords: modified asphalt mixture, Betutec IC, Warmix additive, mechanical behavior.

I. INTRODUCCIÓN

En Nuestro país existen parámetros que establecen la calidad de los materiales a utilizar y con lo cual brinda una excelencia de las obras viales, y estas que son aprovechadas para cumplimiento y verificación, a conclusión de perfeccionar los patrimonios utilizados y certificar la eficacia del asfalto que se encuentra sujeto a niveles superiores de tránsito y en temperatura predominante en su mayoría frío con climas mínimos y máximos, cuyos entornos son perjudiciales para el conducta estructural del pavimento asfáltico.

Hoy en día, los pavimentos flexibles se malogran tempranamente antes de consumir con su tiempo útil para la que fueron diseñados, debido fundamentalmente al acrecentamiento de vehículos de alto contenido de carga, y a la transición violenta del clima como resultado de cambio de temperatura.

Entre las importantes dificultades que perturban al asfalto en el pavimento, se hallan: el declive a permutaciones en sus características mecánicas de este modo obtiene un fruto maligno en su procedimiento y estabilidad en todo el tiempo de su vida útil, la distorsión se mantiene constante ya que al no contemplar estabilidad la cual debe colabora el asfalto a grandes temperaturas ocasionando fusilamientos y ahuellamiento; y por agotamiento que perturban al pavimento por presentar a las abundantes cargas de trabajo cargadas por encima del asfalto en el pavimento.

Las autopistas son de vital importancia para la estabilidad del Perú, por que aportan al progreso cultural, social y económico. La vía de nuestro país pavimentada cuenta con 23 000 kilómetros hasta el 2017, de los cuales el 19.9% vienen dañados por el fenómeno de El Niño, según el Ministerio de Transportes y Comunicaciones, debido a no estar diseñadas para desastres naturales de tal magnitud.

Se podría decir que la variable que compone esta contaminación del ambiente está dado por la incorrecta práctica conclusiva de la mezcla asfáltica convencional, de este modo en el actual tesis de investigación, se ha tomado un asfalto modificado adicionando Betutec IC mas aditivo Warmix, que favorece en la incremento de la propiedad de la mezcla asfáltica en caliente; lo que se corroboró mediante los Ensayos Marshall, en los siguientes parámetros: Densidad Fluidez, Estabilidad, Espacios Vacíos del Agregado Mineral y Espacios Vacíos de la Mezcla Asfáltica.

Alvarez y Carrera (2017) *“Influencia de la incorporación de partículas de caucho reciclado como agregados en el diseño de mezcla asfáltica”*. Tesis para obtener el título profesional de Ingeniero Civil en la Universidad Privada Antenor Orrego de Trujillo. El objetivo principal de esta tesis es determinar la influencia de la incorporación del triturado de los residuos de llantas, sobre las propiedades físicas de mezclas asfálticas, mediante la metodología Marshall, para establecer su uso en el diseño y la construcción de pavimentos flexibles, finalidad principal consiste nos indica que el plástico se puede utilizar en muchas formas, en nuestra época se utiliza para la venta de los productos que consumimos, es el producto que se está utilizando con mucha frecuencia por su costo de producción, resistencia y durabilidad para poder desintegrarse, ese es el primer factor que estamos viviendo con el problema de la contaminación que está ocupando el primer lugar en nuestra sociedad, por ser un producto con un costo de producción muy bajo hace que se descarte con mucha facilidad y su proceso de desintegración es muy lento eso hace que dure por muchos años en desintegrarse; comenta que para se pueda descomponer se necesitaría los rayos ultravioletas muy altos, dicho producto está aumentando con el desperdicio y se están almacenando principalmente en los océanos. La metodología debido a que se manipuló las variables será de tipo experimental después de hacer varios estudios con respecto a la reutilización del desperdicio de plástico PET, y poder incorporarlo en la construcción del concreto, y así poder contribuir con minimizar la contaminación del medio ambiente comenta en incorporar y reutilizar el plástico reciclado PET en la dosificación y preparación del concreto. Los productos plásticos PET una vez de haber sido utilizado son desechados en vertederos y océanos, los cuales duran unos 500 años en degradarse, para dicho problema en la contaminación se obliga a las compañías en contribuir con el impacto ambiental y poder apoyar en entregar dichos desechos al reciclaje. La muestra no presenta probabilidad es una herramienta de análisis donde las parte se obtiene en un análisis que no garantiza a la mayoría de elementos de la población parecidas acontecimientos a fin de que los seleccionen. El aporte que indica la tesis es que comenta en que se puede incorporar el plástico reciclado PET al concreto en porcentajes y especificaciones adecuadas, según el especialista había comprobado la resistencia a la compresión y porosidad, la cual no fue afectado el concreto en su calidad. Dichas pruebas aceptadas hacen que se puede reutilizar los plásticos reciclados PET y se está haciendo aceptado en el mercado, en la preparación de dicho concreto se usó el cemento portland común y plástico reciclado PET en trozos pequeños cortados manualmente.

Aranguri y Valverde (2018) “*Análisis comparativo del comportamiento estructural de mezclas asfálticas en caliente y mezclas asfálticas emulsionadas en los pavimentos*”. Tesis para obtener El Título Profesional de Ingeniero Civil en la Universidad Privada Antenor Orrego de Trujillo. El fin principal es que comenta que las pruebas realizadas a las probetas cilíndricas se basaron según normas establecidas, además haciendo las comparaciones de un concreto convencional y un concreto adicionándole plástico reciclado PET no encontrándose diferencia entre ellos, se anunció que se iban a realizar más pruebas con mayor porcentaje de plástico reciclado PET incorporándolo al concreto, y así poder contribuir con dar solución a minimizar los desechos de plásticos y no terminen en los océanos y poder controlar la contaminación a las aguas, así mismo realizar los estudios de laboratorio con el fin de encontrar el esquema de una mezcla asfáltica emulsionada y una muestra asfáltica en caliente por el Metodología Marshall, también establecer las particularidades de los materiales de agregados en sus propiedades físicas-mecánicas emulsionadas y mezcla asfáltica en caliente. La metodología es descriptiva, porque trata de encontrar particularidades de los adicionados de la mina y conjuntamente su boceto y el modelo estará dado por el valor de briquetas (30 briquetas) ejecutadas a través de la técnica de estudio Marshall para el diseño de mezclas asfálticas en caliente y frío. El aporte de esta tesis es que debería ser demostrado en algún tramo de la ciudad de Trujillo para que admita comprobar en campo su maniobra y el desarrollo de las participaciones de mezclas asfálticas derivadas en laboratorio, es indispensable efectuar una observación de estos laboratorios y sus ensayos que se aplicaron para la caracterización y el diseño del desempeño del material asfáltico como mezcla, del mismo modo para las partes, así como también para las relaciones entre sí de estos elementos. La Conclusión indica que se determinó que los adicionados de la mina Bauner S.A. muestran especialidades mecánicas angulosas y/o dilatadas, debido a que estos se crean de forma natural así como la trituración en la cantera de piedras, de este modo presentan resistencia al desgaste de cuatro punto veinte seis por ciento. En relación a las investigaciones hechas de los agregados de la mina Bauner S.A., se determinó que cumple con las determinaciones entregadas a través de la norma MTC y se encuentran interiormente en las especificaciones establecidas y su máxima intransigencia es de cuarenta por ciento para ≤ 3000 msnm a modo la MTC E207, también que se determinó que los adheridos de la mina Bauner S.A. muestran particularidades físicas angulares y/o alargadas, por lo que estos estarán siendo desarrollados ciertamente o molidos de piedra de mina, estos poseen una resistencia al desgaste de cuatro punto veinte seis

por ciento. En relación a las ilustraciones realizadas a los adheridos de la mina Bauner S.A., se determinó que cumple con las determinaciones cedidas en la norma MTC y se encuentran adentro de las medidas determinadas y su mayor resistencia viene dado por el cuarenta por ciento en valores ≤ 3000 msnm la cual se encuentra en la MTC E 207.

Carrizales (2015) "*Asfalto modificado con material reciclado de llantas para su aplicación en pavimentos flexibles*". Tesis para conseguir el título Profesional de Ingeniero Civil en la Universidad Nacional del Altiplano de Puno. El fin importante es el estudio de la mezcla del asfalto modificado con insumos sobrantes de neumáticos en su aplicación en pavimentos flexibles, así mismo obtener el diseño de mezcla asfáltica adquiriendo como elemento el caucho reciclado de llantas y la Comparación de mezcla asfáltica tradicional con el pavimento transformado por caucho de llanta recicladas. La metodología corresponde a la Revisión bibliográfica sobre los estudios relacionados al tema de estudios. También se llevara la recopilación de información respecto a teorías de asfaltos con caucho, Revisión bibliográfica sobre el material a ser estudiado y la elaboración del archivo de la última etapa del estudio e investigación de las fichas conseguidas. Su población son dos la mezcla asfáltica tradicional y la nueva es la mezcla asfáltica reformada por caucho reciclado de llanta, donde los agregados provienen de la cuenca del río Cabanillas ubicado en las provincias de San Román y Lampa, en el departamento de Puno. Y la muestra son de la cuenca del río Cabanillas (Juliaca), para su posterior trituración en la planta asfáltica de Juliaca, el cemento asfáltico convencional es de procedencia de la refinería La Pampilla (Lima); estas muestras nos sirven como elementos de análisis que se recogieron mientras se daba el progreso de la reciente indagación y sobre la base de los cuales se realizaron los esquemas de mezclas asfálticas convencionales y modificadas con caucho. El aporte de esta tesis es realizar todo tipo de contribuciones anteriores en el diseño de mezclas asfálticas por caucho reciclado de llanta, debido a no contar con numerosos datos en relación al tema en mención, también Incentivar e apoyar a los diferentes ejemplos de fábricas que recogen el sobrante de llantas usadas con el fin de brindar un rutina conveniente al caucho reciclado de los neumáticos. Debido a que el caucho sobrante de neumático también es usado para diferentes mercados últimos y brindar un bienestar y no contaminar nuestro medio natural. Se llega a la conclusión que la mezcla asfáltica transformada con caucho recolectado de los neumáticos sobrantes no muestra

progresos en la conducta física ni en los mecanismos en todo de los diferentes diseños ejecutados con caucho recolectado sobrante de llanta que se realizó en el recinto, debido a que los productos derivados por el prueba Marshall se encuentran en la parte inferior de la composición asfáltica tradicional y las determinaciones de las reglas a la cual nos gobernamos.

Granados (2017) *“Comportamiento mecánico de la mezcla asfáltica en caliente modificada con caucho mediante proceso por vía seca respecto a la mezcla Asfáltica convencional”*. Tesis para conseguir el título académico de Magister en ingeniería vial con mención en carreteras, puentes y túneles en la Universidad Ricardo Palma Lima-Perú. La finalidad principal es valorar de qué manera interviene la agregación de migajas de caucho en el conducta mecánico de la mezcla asfáltica transformada a través de la secuencia por ruta seca, en relación a la mezcla asfáltica tradicional, también valorar qué diferencia hay en relación a la conducta mecánica en base de las medidas Marshall, de la mezcla transformada al haberle agregado de granos de caucho por medio del transcurso por ruta seca, con relación a la mezcla asfáltica tradicional y apreciar donde se encuentra la discrepancia en relación al proceder de la mezcla de acuerdo a las características de las pruebas de determinación y desempeño, de la mezcla alterada con la inscripción de granos de caucho a través del transcurso por ruta seca, en relación a la mezcla asfáltica tradicional. La metodología de este estudio fue presentar un análisis a método de experimento con pretest postest en un conjunto consentido por la mezcla asfáltica tradicional y transformada por caucho. Su población en este estudio vino dada por conformación de mezcla asfáltica tradicional y transformada que contiene diferentes cantidades de inscripción de caucho y su muestra se consiguió en base a las normas de los pruebas de bosquejo, también en pruebas de desempeño y caracterización de la mezcla asfáltica. El aporte de estas tesis es agregar migajas de caucho para optimizar el procedimiento maquina de la mezcla asfáltica a través del transcurso de ruta seca, es provechoso aprender la dependencia que se logran conseguir al utilizar volúmenes de caucho mucho más grandes que el aplicados en esta averiguación, por otro lado la nación Peruano a través de las contrataciones que son públicas correspondería mejorar las normas y leyes para la aplicación de desperdicios de la industria aprovechables así como la goma de las llantas en el perfeccionamiento de propósitos de los caminos del Perú, de este modo se asume el irrevocable compromiso de conseguir mejoramiento tecnológico encaminado a la concentración de corduras de “sostenibilidad de desarrollo”

salvaguardando nuestro ambiente natural para no complicar los fortunas ecológicas del futuro de nuestro país. Se concluye que La inscripción de granos de caucho determina de forma notoria en la prosperidad demostrativa del procedimiento mecánico de la mezcla transformada a través del transcurso por camino seco, en relación a la mezcla de asfalto tradicional. De este modo, a al inicio de la valoración de las pruebas ejecutadas, el procedimiento de la mezcla asfáltica transformada presenta a continuación las mejoras: mucha más resistencia al ahuellamiento y poco perjuicio por humedad (Rueda de Hamburgo), muestra mínima desgaste de resistencia por función del agua (Tracción Indirecta e Inmersión - Compresión), da un mejor rendimiento el procedimiento elástico (Módulo Resiente), más grande resistencia a la forma de deformarse con medidas de deformación permitidos (Marshall), más grande resistencia y cohesión al esfuerzo cortante (Compresión Diametral), y también muestra equivalente procedimiento en la resistencia a la descomposición de la mezcla (Cántabro). De este modo se muestran en más grande durabilidad frente a elementos que intentan dañarlo y aumentar el tiempo de vida del asfalto.

Navarro (2017) “Propuesta de diseño de mezclas asfálticas con adiciones de PET”. Tesis de investigación para obtener el título de Ingeniero Civil en la Universidad Señor de Sipán de Pimentel. El fin principal es transformar con adiciones de PET a una mezcla asfáltica en caliente, de este modo poder conseguir un Flujo y Estabilidad en asfaltos flexibles, teniendo consideración de modelos de 3 Tomas, asimismo definir las dimensiones y granulometría de las partículas de polímeros PET para el proyecto de la mezcla, también Evaluar el proporción de variación del flujo y firmeza de la nueva mezcla asfáltica con relación a lo acostumbrado y establecer las condiciones y limitaciones de uso de PPR (PET) en la mezcla asfáltica. La metodología empleada en esta comenta en tener planes para recojo de desechos reciclables, tanto en ciudades y provincias y así promover el almacenaje y selección de dichos desperdicios sin costo alguno. Serian de gran importancia incorporar campañas de recolección ya sea en eventos y cualquier medio de comunicación, y lograr que las personas aprendan y enseñen a poder reciclar como el plástico que es el producto principal del reciclaje para poder tener mares limpios y aire puro, población estaría contribuyendo con minimizar la contaminación del medio ambiente y sería una buena calidad de vida para los pobladores. Como hipótesis general: en dicho AA.HH., se pudo observar que existe un deterioro en el concreto de diversas zonas, para ello se está planteando hacer un diseño de concreto agregándole plástico reciclado PET, para

obtener un mejor concreto para reemplazar las losas de dicho AA.HH. estará conformado de tres testigos con cantidades de siete días y tres testigos con catorce días de edad y finalmente tres 3 testigos para la edad de 28 días por cada porcentaje de la CBCA, su muestra e elaborara un total de 36 testigos y un total de 18 cubos de concreto. El aporte indica agregándole plástico reciclado PET en porcentajes del 10% y 15% respectivamente, dicho material de reciclaje se obtuvo recolectando de las bodegas de la ciudad, los agregados se obtuvo de la cantera ubicado en las riveras del rio santa, utilizando porcentajes de 5% y 10% para que cumpla el diseño establecido según pruebas realizadas, indican que a partir del 15% no cumple con el Slump en ninguno de los casos ya preparados, la conclusión del diseño de mezclas disminuye con la adición del plástico reciclado triturado PET, donde se tuvo que utilizar la relación agua /cemento para obtener un resultado adecuado del Slump.

Becerra y Balseca (2017) “Análisis comparativo de módulo resiliente y ensayos de deformación permanente en mezclas asfálticas con briquetas compactadas empleando martillo marshall y compactador giratorio de las plantas: asfalto ubicada en quito y tea s.a. ubicada en Guayllabamba”. Tesis para obtener el título de Ingeniero Civil en la Pontificia Universidad Católica de Ecuador. La finalidad de esta investigación indica establecer una correspondencia estadísticamente a través de la deformación permanente y el módulo resiliente de las mezclas asfálticas de las fabricas TEA S.A. y EQFALTO, para comparar las metodologías de diseño de mezclas en caliente SUPERPAVE y Marshall, mediante la evaluación de briquetas elaboradas en laboratorio con los dos mecanismos de compactación mencionados, también ensayar y caracterizar los materia prima de petróleo empleados en las mezcolanzas asfálticas a estudiar, así mismo ensayar y calificar los materiales bituminosos que utilizan las plantas asfálticas en consideración y determinar el módulo resiliente de briquetas que están en compactador giratorio SUPERPAVE y compacto con maza de Marshall de las mezclas en caliente consideradas para el estudio. El aporte indica que al realizar el prueba de durabilidad a la actuación del magnesio o sulfato de sodio se recomienda lavar y extraer las partículas suspendidas de las muestras de agregados, también, se debe retirar el sulfato cuidadosamente tratando de no perder ninguna partícula durante los cinco ciclos, ya que la diferencia de peso influirá significativamente en los resultados, también indica con el fin de elaborar las briquetas espesadas con martillo Marshall se debe evitar la compactación manual, puesto que la energía de compactación va a ser variable, disminuyendo la misma conforma aumenta el número

de briquetas realizadas; esto se evidencia claramente en las curvas de flujo vs. Estabilidad Marshall. Esta tesis concluye que la planta asfáltica EQFALTO emplea agregados de tres minas diferentes: Pifo, Nayón y Lasso, mientras que la planta asfáltica TEA S.A. emplea agregados de una sola mina: Tabacundo. Las granulometrías de las mezclas de agregados de cada planta se determinaron luego de realizarse las pruebas de contenido de ligante asfáltico por el procedimiento de ignición, ya que se ensayaron las mezclas asfálticas producidas en planta, obteniendo como resultados que la mezcla de EQFALTO no cumple con las especificaciones establecidas en la regla MOP - 001 - F 2002, mientras que la mezcla de TEA S.A. cumple con dichas especificaciones; los resultados pueden ser comprobados en la Tabla 4.1, indica también que en los resultados obtenidos en la caracterización de materiales pétreos se evidencia que los agregados finos de la planta EQFALTO (3/8 y arena) y TEA S.A (arena) exceden el límite establecido para la prueba de durabilidad a la operación del sulfato de sodio en la norma MOP - 001 - F 2002, como se puede verificar en la Tabla 4.2 y Tabla 4.3 respectivamente; este parámetro no afecta directamente en el desempeño de los materiales, debido a que en el país no existe el fenómeno de congelamiento.

Cid (2016) “Uso de cal hidratada como relleno mineral para el Mejoramiento de las características físicas y propiedades Mecánicas de la mezcla asfáltica en caliente”. Investigación con el fin de conseguir el Título de Ingeniero Civil en la Universidad de San Carlos de Guatemala El objetivo principal es ejecutar una mezcla asfáltica transformada con la agregación de cal hidratada, con el fin de establecer si la aplicación de esta en la composición consigue desempeñar el puesto de relleno mineral hacia el rellenado de vacíos, también de agregado para el mejora de las participaciones mecánicas y propiedades físicas de la mezcla, otro es efectuar 2 ejemplos de mezcla asfáltica, una convencional y otra en que se agregue cal hidratada en un aumento de uno punto cinco por ciento del masa general de la mezcla de incorporados y por ultimo Confrontar los deducciones conseguidos en las pruebas elaborados, de este modo conseguir comprobar contradicciones que hay en las propiedades y características de la asfáltica con cal hidratada y la mezcla asfáltica convencional. El aporte de esta tesis indica que a través de la prueba de proporción de vacíos, se encontrara todo el asfalto recomendable para la mezcla de diseño presentado. Subsiguientemente, con este montón de pavimento, demostrar que la mezcla ejecute satisfactoriamente las cuantificaciones de diseño de las pertenecientes pruebas oportunas en las

Determinaciones universales hacia la edificación de puentes y carreteras, de la DGC. Se llegó a la conclusión de que a través de pruebas de proporción de densidad-vacíos se certificó que las compensaciones de volúmenes de la mezcla de cemento asfáltico y adicionados pedregosos, existieran adentro de categorías convenientes. Significaría, que a raíz de esta prueba se estableció la capacidad de hormigón asfáltico insuperable para la composición de adicionados presentados, estando este de cinco punto cinco a seis por ciento en la mezclanza tradicional y de cuatro punto ocho a cinco punto seis en la transformada.

Flores y Vásquez (2017) “Relación de las propiedades Marshall de estabilidad y flujo de una mezcla asfáltica en caliente, durante su colocación y posterior a la misma”. Investigación antepuesta a la preparación del grado de magíster en vialidad y transportes en la Universidad de Cuenca- Ecuador. El fin primordial es lograr una correspondencia de las características Marshall de consistencia y flujo, entre las briquetas diseñadas en tanto que el acomodo de una composición asfáltica y los núcleos extirpados subsiguientemente, con el fin de establecer juicios de aprobación de esta mezcla en fundamento a los finales, así mismo responder el modelo de la mezcla asfáltica empleada en la edificación del camino

Plan de Milagro - Gualaceo, conteniendo los adheridos pedregosos y el hormigón asfáltico y así ejecutar la investigación de disposición de la mezcla asfáltica, como las determinaciones sistemáticas referentes, con la producción y experimento de briquetas en el tiempo de su distribución (pruebas Marshall). La Sistemática en la actual exploración consiste en el uso de la composición asfáltica en caliente manipulada en la edificación de la calzada Plan de Milagro - Gualaceo, en los cuales se inspeccionaron las derivaciones de las características del ligante asfáltico y los adicionados pétreos. La cantidad de sucedidas del rodillo y el modelo de la composición asfáltica para la adecuada compactación se demostraron en un recorrido de experimento, en relación de las herramientas aprovechables hacia la edificación. El manejo del grado de calor de la composición asfáltica se ejecutó anterior a la elaboración de briquetas en el mismo tiempo de su puesto, en cuanto que la proporción de compactación se comprobó con la densidad de los núcleos extirpados y la aplicación de un densímetro nuclear. El revisión de propiedad de la composición asfáltica se efectuó en desempeño a lo determinado en las enumeraciones MOP-001-F 2002 del MTOP [1]. Los aportes en esta tesis es que debe aumentar el rango de

averiguación con ensayos en fases de época más extendidos, hasta reconocer un lumbral en las características de los elementos, tiempo que tendría que tomarse en cuenta incluso los doce meses y de semejante representación, perfeccionar esta averiguación con el automatismo de desemejantes principios de insumos, situaciones de tráfico y dimensiones de insumos, de tal modo que la forma de ejecutar de aquellos respuestas obtenidas consiga utilizar a nivel provincial (serranía) y nacional. La conclusión de esta tesis es que el modelo de la composición asfáltica a través del procedimiento Marshall, y luego del examen de eficacia ejecutado acorde a las determinaciones sistemáticas convenientes del MTOP, establecen que la disposición de ésta es agradable, también se reconoció que la granulometría de la composición asfáltica no es perturbada de modo específico a través del corte de los adicionados gruesos que ejecuta la broca en el instante de la absorción de los médulas, de forma que esta medida logre ser comprobado inmediatamente del extendido de la composición a través de la absorción de ellos y se ha comprobado que la densidad bulk lograda en las bloques y en los médulas no se altera de forma significativa, conservándose usualmente invariable en el lapso del periodo desarrollado.

Mejía (2015) “Influencia del polvo de neumático en la tensión indirecta y energía de fractura de las mezclas asfálticas tibias”. Tesis que con fin de conseguir el grado de magister en Ingeniería Civil en la Universidad Nacional Autónoma de México. El fin principal es añadir polvo de llanta para un circulación moderado y establecer la posibilidad de producir una composición asfáltica tibia, así mismo elaborar el modelo de una composición asfáltica en caliente (HMA) por medio de la sistemática AMAAC, también modificar el asfalto tibio con la incorporación de tres porcentajes distintos de polvo de neumático y evaluar la intervención del polvo de llanta en la mezcla WMA mediante la prueba de Tensión Indirecta. El perfeccionamiento de la metodología planteada se preparó con la personalización de los materiales, es decir de los agregados pétreos, asfalto EKBE y asfalto modificado tibio. Posteriormente, se realizó el diseño de una HMA Nivel 2 por la metodología del protocolo AMAAC como mezcla de referencia; para continuar con la elaboración de una WMA y una WMA + polvo de neumático (en tres porcentajes distintos, 10, 15 y 20%). Finalmente, se evaluaron las distintas mezclas mediante las pruebas de Tensión Indirecta (cubriendo por completo la prueba de Susceptibilidad a la Humedad) y la prueba de Fractura. Por tanto, las conclusiones de este trabajo se presentan tomando en cuenta las hipótesis establecidas al inicio de esta tesis, y los resultados de las actividades realizadas, es decir se presentó

incompatibilidad entre el polvo de neumático y el asfalto tibio debido a que el caucho presentó una expansión considerable que afectó los resultados de las pruebas de comportamiento. Esto se debe a que el caucho necesita temperaturas más altas durante el proceso de digestión para mitigar la expansión del mismo, también la expansión presentada no afectó la trabajabilidad de la mezcla durante la etapa de mezclado. Después de la compactación, fue cuando la mezcla presentó una expansión que no permitió el desmolde de las probetas hasta el día siguiente, debido a que si se desmoldaban minutos después de compactarse las probetas presentaban disgregación o se destruían por completo. En consecuencia, la expansión generada modificó la estructura de la mezcla compactada obteniendo un diseño volumétrico distinto al de la mezcla sin polvo de neumático.

Segura (2016) “Estudio del Comportamiento Físico y Mecánico de Mezclas Asfálticas; con Materiales Reutilizables en la Construcción como Escoria de Acero” Trabajo presentado como requisito para optar el título de Ingeniero Civil en la Universidad Católica de Colombia. El fin principal de la investigación requirió determinar mejorías y decadencias de la aplicación de escoria de acero como insumo de composiciones asfálticas, en relación al operaciones y determinaciones reguladas y para ello tendrá que Identificar la escoria como adicionado en composiciones asfálticas así como valorar la conducta de las mezclas de insumos en las mezclas y por ultimo ejecutar los cálculos de las pruebas de recinto así como lo es: Prueba de Penetración, Prueba de Punto de Ablandamiento, Prueba Marshall, y de esta forma lograr establecer las mejorías y pérdidas que se muestran en el pavimento transformado en relación con el pavimento tradicional. Se obtuvo las siguientes conclusiones en la investigación, muestran que el prototipo de agregado incremento las características mecánicas y físicas de las composiciones asfálticas tradicionales, en relación a resistencia de la prototipo compactado, rigidez y flujo Marshall. En el momento que la escoria se mezcla con insumos habituales, la composición de pavimento reduce acorde acrecienta la proporción de escoria en la composición. Las composiciones con escoria muestran productos crecidamente en estabilidad marsahall en relación a las composiciones con adicionados acostumbrados. Al efectuar transformación en la composición asfáltica con escoria se muestra alta resistencia, los cuales optimaría la imperfección por ahuellamiento. Ya que las composiciones con escoria exhiben productos más grandes de estabilidad, las propias también son crecidamente duros a la deformación producida por el transporte. La técnica de modo

Marshall es conveniente para delinear composiciones con escoria, la cual no mostró en ninguna parte dificultad en su uso a aquel insumo.

Jasso (2016), "*The Mechanism of Modification and Properties of Polymer Modified Asphalts*", a thesis submitted to in partial fulfilment of the requirements for the degree of

Doctor of Philosophy in the University of Calgary, Faculty of Graduate Studies, The main purpose of this research is given by the rheological behavior of the asphalt compositions transformed with polymers in the linear and non-linear viscoelastic region, to study and identify the general characteristics of each modifier in the asphalt mixtures, as well as their mutual relationship, to correlate rheology Behavior with the morphology of modified asphalt mixtures. The following conclusions were obtained in this study: The addition of PPA seems to create new asphaltenes and probably also impacts the existing asphaltenes through their dispersion. The technology of modification of asphalt with thermoplastic elastomers can be divided into several subgroups: Modification of asphalt only by SBS In this type of modification, it seems that there is a limit amount (minimum) of SBS in the mixture. In the case of Kraton D1101, this limit amount appears to be 3% by weight. Below this amount, the polymer can not be distributed sufficiently throughout the mixture and the characteristics of the mixture are similar to those of conventional asphalt. Above 3% by weight (in this case Kraton D1101), the SBS is sufficiently distributed throughout the mixture and acts as an elastomeric charge depending on the size of particular rubber domains, which can lead to the formation of a network of weak polymer.

El fin principal de esta investigación viene dado por la conducta reológica de las composiciones asfálticas transformadas con polímeros en la región viscoelástica lineal y no lineal, estudiar e identificar las características generales de cada modificador en las mezclas asfálticas, así como su relación mutua, para correlacionar la teología. Comportamiento con la morfología de mezclas asfálticas modificadas. Se obtuvieron las siguientes conclusiones estudiadas en este trabajo: 1. La adición de PPA parece crear nuevos asfaltenos y probablemente también impacta los asfaltenos existentes a través de su dispersión. 2. La tecnología de modificación de asfalto con elastómeros termoplásticos se puede dividir en varios subgrupos: Modificación de asfalto solo por SBS En este tipo de modificación, parece que existe una cantidad límite (mínima) de SBS en la mezcla. En el caso de Kraton D1101, esta cantidad límite parece ser del 3%

en peso. Por debajo de esta cantidad, el polímero no puede distribuirse suficientemente en toda la mezcla y las características de la mezcla son similares a las del asfalto convencional. Por encima del 3% en peso (en este caso de Kraton D1101), el SBS está suficientemente distribuido en toda la mezcla y actúa como una carga elastomérica dependiendo del tamaño de dominios de caucho particulares, lo que puede conducir a la formación de una red de polímero débil.

Chen (2015), *“Evaluation of Cold Recycled Asphalt Mixtures Modified With Conventional and Polymer Modified Emulsion”*, thesis to choose degree of magister of Science in The Pennsylvania State University, The Graduate School, Department of Civil and Environmental Engineering., This thesis is based on the work of a project initiated by the Pennsylvania Department of Transportation (PennDOT), to develop a methodology for the use of cold-pressed compositions using polymer-modified emulsion and conventional emulsion. The tasks of this project include: Develop a course of general composition mode for cold recycled asphalt mix. Evaluate the performance of cold recycled asphalt compositions modified with polymers to obtain resistance, durability, resistance to heat and resistance to moisture damage through laboratory tests. Compare the polymer performance of modified cold recycled asphalt mixtures with cold recycled asphalt mixtures with conventional emulsion through laboratory tests. Investigate the effect of cement on cold recycled asphalt mixtures through laboratory tests and data analysis. Taking into account the durability of the CR samples, a relatively higher asphalt emulsion content is preferred, provided that the samples can reach the resistance threshold. The optimum water content is recommended as 2 percent, while up to 3 percent asphalt emulsion content is recommended. In general, whether or not the polymer is included in the emulsion, higher densities of samples with higher water content and emulsion were achieved as expected, and the emulsion content has a more significant effect in increasing the densities of CR samples produced in the laboratory.

La metodología de esta tesis realizó el uso de composiciones desechas en frío utilizando emulsión modificada con polímeros y emulsión convencional. Las tareas de este proyecto incluyen: Desarrollar un transcurso de modo de composición general para mezcla asfáltica reciclada en frío. Valorar el rendimiento de las composiciones asfálticas recicladas en frío modificadas con polímeros para obtener resistencia, durabilidad, resistencia al celo y resistencia a daños por humedad mediante pruebas

de laboratorio. Comparar el rendimiento del polímero mezclas de asfalto recicladas en frío modificadas con mezclas de asfalto recicladas en frío con emulsión convencional a través de pruebas de laboratorio. Investigue el efecto del cemento en mezclas de asfalto recicladas en frío a través de pruebas de laboratorio y análisis de datos., Este estudio se diseñó para investigar el rendimiento de las mezclas de CR producidas en el laboratorio modificadas por la emulsión asfáltica convencional y la emulsión de asfalto modificado con polímeros, para determinar el efecto del polímero en la mejora del rendimiento de las mezclas de CR. Sobre la base de los resultados experimentales, el análisis y la discusión, más el estudio de comparación con especímenes de CR modificados con cemento, se expresan las siguientes recomendaciones y conclusiones más relevantes: En la fase de estudio del diseño de la mezcla, la técnica de preparación de especímenes, el curado y los procedimientos de acondicionamiento pudieron producir CR especímenes que fueron lo suficientemente fuertes y consistentes para realizar más pruebas y análisis con 100% de RAP. Se propone que estos procedimientos se utilicen como los protocolos de diseño de mezclas de CR estándar que se implementarán en el futuro, al tiempo que se mantiene la flexibilidad para cualquier ajuste necesario. La energía de compactación inducida a través de 50 giros con el compresor giratorio Superpave es capaz de producir muestras de CR que contienen 100% de RAP con suficiente resistencia a la tracción. Para los materiales RAP específicos y las emulsiones asfálticas utilizadas en esta investigación, el 2% de agua y el 1,5% de emulsión asfáltica proporcionaron la mayor resistencia a la tracción. Teniendo en cuenta la durabilidad de las muestras de CR, se prefiere un contenido de emulsión asfáltica relativamente mayor, siempre que las muestras puedan alcanzar el umbral de resistencia.

Karri y Hellwig (2015) *“Comparing rubber modified asphalt to conventional asphalt”*. Tesis para elegir la maestría en Infraestructura e Ingeniería Ambiental en la Universidad Tecnológica de Chalmers. El objetivo de este proyecto consta de dos partes. La primera parte es la comparación del asfalto modificado con caucho con el asfalto convencional desde una perspectiva de por vida. La segunda parte es la evaluación de la idoneidad de PMSV3 como herramienta analítica. La metodología nos dice que la literatura será la base de los antecedentes teóricos del proyecto para comprender mejor los diferentes tipos de asfalto, procesos de producción y deformaciones, y cómo se miden. Para establecer la comparación entre el asfalto modificado con caucho y el asfalto estándar, se seguirán los siguientes pasos:

Recopilar datos de PMSV3. Ordene los datos por fecha de colocación, tipo de asfalto y volúmenes de tráfico. Calcule la profundidad y la textura promedio de la ranura para cada año y el tipo de asfalto. Aumenta / disminuye anualmente en las profundidades de la rutina y la textura para cada tipo. Después de estos pasos, los resultados se presentarán en diagramas que permiten una comparación directa. Además, los resultados se controlarán si cumplen los requisitos de Trafikverket y VTI con respecto a la profundidad y textura de la rutina, así como el tiempo restante antes del mantenimiento en función de la última medición y el aumento anual promedio en la profundidad de la rutina.

El objetivo de este proyecto consta de dos partes. La primera parte es la comparación del asfalto modificado con caucho con el asfalto convencional desde una perspectiva de por vida. La segunda parte es la evaluación de la idoneidad de PMSV3 como herramienta analítica. La metodología nos dice que la literatura será la base de los antecedentes teóricos del proyecto para comprender mejor los diferentes tipos de asfalto, los procesos de producción y las deformaciones, y cómo se miden. Para establecer la comparación entre el asfalto modificado con caucho y el asfalto estándar, se seguirán los siguientes pasos: Recopilar datos de PMSV3. Ordenar los datos por fecha de colocación, tipo de asfalto y volúmenes de tráfico. Calcular la profundidad y textura promedio del surco para cada año y tipo de asfalto. Aumento / disminución anual de las profundidades de la rodera y textura para cada tipo. Después de estos pasos, los resultados se presentarán en diagramas que permiten una comparación directa. Además, los resultados se controlarán si cumplen con los requisitos de Trafikverket y VTI con respecto a la profundidad y textura de la rodera, así como el tiempo restante antes del mantenimiento basado en la última medición y el aumento promedio anual de la profundidad de la rodera. La idoneidad de PMSV3 como herramienta de análisis se evaluará comparando las profundidades de la rutina medida por PMSV3 con Objektmätning y VTI. Durante el análisis de los datos medidos se hicieron varias observaciones con respecto a los tipos de asfalto, los patrones de deformación y el uso de PMSV3.

Jadiredindi (2017) *“Evaluation of the Properties of Rubberized Asphalt Binders and Mixtures”*. Thesis to choose the master's degree in Doctor of Philosophy – Civil and Environmental Engineering in the University of Nevada, Las Vegas. The main purpose of this thesis is that rubber-modified asphalt and rubber-coated asphalt

mixtures are evaluated and analyzed to detect different types of asphalt binders and aggregates prepared from various existing sources in Nevada. To begin, a review of the literature will be conducted to produce an initial guide for various blended rubber asphalt. Then, the rubber coated asphalt binder will undergo various tests to evaluate the properties of the samples with different rubber contents. Other tests will be carried out to find the optimum binder content for the design of the mixture. Finally, an extensive testing and evaluation process will be carried out on samples of asphalt mix with recommended rubber content mixed with binder and several sources of aggregates and classification. The samples will be analyzed according to SHRP to evaluate the properties of the rubber-coated asphalt binder. The results will be presented in graphs and tables for comparison and analysis. This is the first stage of the dissertation. About two hundred samples are subject to be made and evaluated according to different sources and aggregate qualities to find the properties of the modified asphalt mix with rubber containing different rubber and binder contents. All tests are conducted according to the recommendations of ASTM or the Nevada Department of Transportation. The results will be shown in graphs and tables, as well as in the figures that illustrate the testing process. The ultrasound survey will be carried out in asphalt mixtures and the ultrasound wave velocity and attenuation will be presented in graphs and tables. In conclusion, extensive tests and evaluations were carried out on various binder samples with different amounts of crumb rubber to find the best and optimum gum content with respect to the source and type of binder. In the second phase, several samples of test mixtures were made and evaluated.

El propósito principal de esta tesis es que el asfalto modificado con caucho y las mezclas asfálticas recubiertas de caucho se evalúan y analizan para detectar diferentes tipos de aglomerantes de asfalto y agregados preparados a partir de diversas fuentes existentes en Nevada. Para comenzar, se realizará una revisión de la literatura para producir una guía inicial para varios asfaltos mezclados de caucho. Luego, el ligante de asfalto recubierto de caucho se someterá a varias pruebas para evaluar las propiedades de las muestras con diferentes contenidos de caucho. Se realizarán otras pruebas para encontrar el contenido de aglomerante óptimo para el diseño de la mezcla. Finalmente, se llevará a cabo un extenso proceso de prueba y evaluación en muestras de mezcla de asfalto con contenido de caucho recomendado mezclado con aglomerante y varias fuentes de agregados y clasificación. Las muestras se analizarán en función de SHRP para evaluar las propiedades del aglutinante de asfalto recubierto de goma. Los resultados se presentarán en gráficos y tablas para comparación y

análisis. Esta es la primera etapa de la disertación. Alrededor de doscientas muestras están sujetas a ser realizadas y evaluadas en función de diferentes fuentes y calidades agregadas para encontrar las propiedades de la mezcla de asfalto modificada con caucho que contiene diferentes contenidos de caucho y aglutinante. Todas las pruebas se llevan a cabo según las recomendaciones de ASTM o del Departamento de Transporte de Nevada. Los resultados se mostrarán en gráficos y tablas, así como en las figuras que ilustran el proceso de prueba. El levantamiento de ultrasonido se llevará a cabo en mezclas de asfalto y la velocidad de la onda de ultrasonido y la atenuación se presentarán en gráficos y tablas. En conclusión, se llevaron a cabo pruebas y evaluaciones exhaustivas en varias muestras de aglomerante con diferentes cantidades de goma de miga para encontrar el mejor y óptimo contenido de goma con respecto a la fuente y el tipo de aglomerante. En la segunda fase, se hicieron y evaluaron varias muestras de mezclas de prueba. Los resultados demostraron una compatibilidad significativa para el aglomerante asfáltico modificada con caucho de miga con fuentes de agregados y aglutinantes, así como el contenido óptimo de aglutinante para cada contenido. Se realizaron pruebas de ultrasonido en muestras para determinar la variación de la onda a través de cada muestra y los resultados se presentaron gráficamente. Además, la encuesta incluirá la evaluación de gráficos y la búsqueda de cualquier correlación entre los resultados de ultrasonido y otros parámetros, así como el módulo dinámico y otras propiedades de la mezcla y el aglomerante de asfalto.

Balasekaram (2016) *“Evaluation of Nevada’s Warm Mix Asphalt Mixtures with Recycled Asphalt Pavements”*. Tesis presentada en cumplimiento parcial de los requisitos para el grado de Maestría en Ciencias en Ingeniería Civil y Ambiental en la Universidad de Nevada, Reno. El propósito de este estudio es evaluar las propiedades de las mezclas de WMA en comparación con las de HMA con y sin RAP. Para esto, se seleccionaron cuatro tecnologías WMA diferentes; Proceso de espuma de zeolita (Advera), proceso químico (Evotherm 3G), aditivo orgánico (cera SonneWarmix) y espuma de agua (espuma de planta simulada en el laboratorio). Para evaluar el efecto de RAP; Se usaron proporciones de 0 y 15 por ciento de aglutinante RAP. Todas las mezclas se diseñaron de acuerdo con el procedimiento de diseño NDOT Hveem y se evaluaron sus propiedades de rendimiento. La resistencia al daño por humedad es la primera propiedad que se evalúa como parte del procedimiento de diseño. Otras propiedades a evaluar incluyen; Módulo dinámico a 0 y 1 ciclos de congelación y descongelación, resistencia a la rodadura y resistencia al agrietamiento por fatiga. Este estudio se completó en dos etapas, la primera etapa fue realizada por Morgan et al (1),

y luego la segunda etapa fue completada por el autor de esta tesis. Esta tesis presenta los resultados combinados de ambas etapas. En conclusión, se entiende que el objetivo general de este esfuerzo de investigación es evaluar el impacto de los aditivos WMA y los materiales RAP en el rendimiento de las mezclas de asfalto de Nevada.

El propósito de este estudio es evaluar las propiedades de las mezclas de WMA comparadas con las de HMA con y sin RAP. Para ello se seleccionaron cuatro tecnologías diferentes de WMA; Proceso de espumación de zeolita (Advera), proceso químico (Evotherm 3G), aditivo orgánico (cera de SonneWarmix) y espumación de agua (espumación de plantas simulada en laboratorio). Para evaluar el efecto de RAP; Se utilizaron 0 y 15 por ciento de relaciones de aglutinante RAP. Todas las mezclas se diseñaron de acuerdo con el procedimiento de diseño NDOT Hveem y se evaluaron sus propiedades de rendimiento. La resistencia al daño por humedad es la primera propiedad que se evalúa como parte del procedimiento de diseño. Para cumplir este objetivo, se llevó a cabo una extensa evaluación de laboratorio que cubre los siguientes factores, el impacto de RAP y el impacto de los aditivos WMA con diferentes fuentes de agregados. Esos impactos fueron evaluados por diferentes desempeños, como daños por humedad, propiedades de ingeniería, resistencia a la formación de surcos y resistencia al agrietamiento por fatiga. El impacto de los materiales RAP, en términos de resistencia a la tracción, la adición de un 15% de relación de aglutinante RAP aumentó las propiedades de resistencia a la tracción no dañadas y dañadas por la humedad de todas las mezclas, excepto la mezcla de HMA de North Tanya, que se redujo ligeramente.

Santos Joao, Cerezo Veronique, Soudani Khedoudja, Bressi Sara. (2018). “A comparative life cycle assessment of hot mixes asphalt containing bituminous binder modified with waste and virgin polymers”. Este artículo indica que es extremadamente importante cuantificar objetivamente en qué medida los beneficios ambientales potenciales asociados con la disminución de la cantidad de materiales necesarios durante el ciclo de vida del pavimento como resultado del aumento de la vida útil de los pavimentos no se compensan con el medio ambiente. Impactos causados por su producción. Se realizó un estudio comparativo de evaluación del ciclo de vida (ACV) basado en procesos de acuerdo con la serie ISO 14040 y el Centro de Investigación de Pavimentos de la Universidad de California para comparar los posibles impactos ambientales de diferentes mezclas de asfalto adoptadas en la construcción,

mantenimiento y rehabilitación. (M & R) de un tramo de pavimento durante su ciclo de vida. Las etapas adoptadas en este estudio incluyen la definición de objetivos y alcance, análisis de inventario, evaluación de impacto e interpretación. El análisis de los resultados presentados en general, el uso del polímero EVA como agente modificador conduce a un deterioro del perfil ambiental del ciclo de vida de la estructura del pavimento en relación con el uso del aglutinante convencional (sin modificar). La única excepción a esta tendencia general se observa en las categorías de impacto: radiación ionizante, agotamiento de la capa de ozono y uso de la tierra..

En este artículo se indica que es de suma importancia cuantificar objetivamente la medida en que los beneficios ambientales potenciales asociados con la disminución de la cantidad de materiales necesarios durante el ciclo de vida del pavimento como consecuencia del acrecentamiento de la existencia ventajosa de los pavimentos no se compensan con el medio ambiente. El análisis de los resultados presentados en general, el uso del polímero EVA como agente modificador conduce a un deterioro del perfil climático del período de vida de la estructura del pavimento en relación con el uso del aglutinante convencional (no modificado). En estas circunstancias, la mayor variación relativa en el valor absoluto (aproximadamente el 12%) se registra en la categoría de impacto de eutrofización de agua dulce. En este documento, se presentaron los resultados de un LCA basado en procesos de la construcción y M&R del curso de uso de una sección de pavimento de carretera francesa que utiliza mezclas de superficie asfáltica PMB, y se compararon con aquellos en los que una mezcla de superficie asfáltica convencional (sin aglomerante modificado) se aplica alternativamente. Además, se consideraron dos escenarios de modelación alternativos. En la línea de base y en los segundos escenarios alternativos, se asumió que la mezcla de superficie asfáltica convencional (sin usar aglomerante modificado) y las seis mezclas de superficie asfáltica alternativa (que usan PMB) se comportaron de manera similar durante todo el ciclo de vida del pavimento. A su vez, en el primer escenario alternativo, se suponía que las seis mezclas alternativas de superficie asfáltica extendían la vida útil del curso de uso, comparativamente a la proporcionada por la mezcla convencional de superficie asfáltica.

Martins Zaumanis, Rajib B. y Mallick, Robert Frank. (2016). "100% hot mix asphalt recycling: challenges and benefits". This article presents a summary of the research, which shows that with an adequate mix design, asphalt mixtures recycled at

100% can yield as much as conventional asphalt. Las tecnologías de producción disponibles también se resumen brevemente. Finalmente, se realiza un cálculo de los efectos y costos ambientales que la reducción de emisiones muestra en un 35% mientras se reducen los costos de los materiales a la mitad. Antes de determinar la resistencia a la tracción, la mitad de las muestras se expusieron a MIST mientras que la otra mitad se analizó en seco. Los valores de TSR en la Tabla 2 demuestran la resistencia de las muestras secas frente a las acondicionadas con humedad. El TSR es alto para todas las muestras, sin pérdida de resistencia después del acondicionamiento de humedad. Por lo tanto, todas las muestras superan con creces el requisito tradicional de una relación de resistencia saturada a seca de 0.8. La resistencia a la tracción del laboratorio mixto y las muestras compactadas en el laboratorio fue la más alta de todas las mezclas. Cabe señalar que los núcleos de las carreteras eran de 10 cm, mientras que las muestras producidas en el laboratorio tenían 15 cm de diámetro. Otro parámetro que indica el daño por humedad es un cambio significativo (más del 1,25%) en el volumen de gravedad específica (BSG) después de la prueba MIST, pero como se muestra en la tabla, ninguna de las muestras experimentó tal problema.

Este artículo presenta una sinopsis de la exploración, que demuestra a través de un diseño de composición conveniente, las mezclas de pavimento recicladas al 100% logran rendir por igual al asfalto convencional. Las tecnologías de producción disponibles también se resumen brevemente. El TSR es alto para todas las muestras, sin pérdida de resistencia después del acondicionamiento de la humedad. Por lo tanto, todas las muestras superan con creces el requisito tradicional de relación de resistencia saturada a seca de 0,8. La resistencia a la tracción de las muestras mezcladas de laboratorio y compactadas en el laboratorio fue la más alta de todas las mezclas. Cabe señalar que los núcleos de las carreteras eran de 10 cm, mientras que las muestras producidas en el laboratorio tenían 15 cm de diámetro. Otro parámetro que indica el daño por humedad es un cambio significativo (más del 1.25%) en la gravedad específica a granel (BSG) después de la prueba MIST, pero como se demuestra en la tabla, ninguna de las muestras experimentó tal problema. Por lo tanto, el experimento confirma que no hay daño por la humedad, y los resultados de susceptibilidad a la humedad se pueden predecir con precisión en el laboratorio. El aumento dramático del costo del betún, la disminución de los presupuestos, el aumento de las cargas de tráfico y el deseo de hallar experiencias de pavimentación crecidamente llevadero están

obligando a las agencias a buscar formas para maximizar la reutilización del pavimento asfáltico recuperado (RAP).

Pasetto, Marco and Baldo, Nicola. (2017). "Fatigue Performance of Recycled Hot Mix Asphalt: A Laboratory Study". La principal preocupación relacionada con el uso del material RAP para la producción de asfalto de mezcla caliente se debe a la mayor fragilidad del aglutinante RAP envejecido, lo que podría empeorar el rendimiento de fatiga de las mezclas. Para evitar este problema, el betún blando se puede adoptar como aglutinante virgen para agregarlo a las mezclas RAP. Sin embargo, algunos investigadores han verificado una mejora significativa de la vida de fatiga de las mezclas RAP, incluso si se utiliza betún de bajo grado de penetración, siempre que se adopte un procedimiento de diseño de mezcla apropiado. En la investigación experimental, se utilizaron tres tipos diferentes de betún: dos aglutinantes bituminosos modificados con polímeros SBS (estireno-butadieno-estireno), junto con un betún convencional no modificado. Según los datos proporcionados por los fabricantes, el par de tipos de betún modificado por SBS se caracteriza por una concentración de polímero diferente (en la presente investigación, los códigos "Duro" y "Suave" se han asociado con el betún modificado con un valor superior y más bajo). La dosificación de polímeros, respectivamente) se ha analizado según los dos convencionales.

La principal preocupación relacionada con el uso del material RAP para la elaboración de asfalto de composición en caliente es debido a la mayor fragilidad del aglutinante RAP envejecido, que podría empeorar el rendimiento de fatiga de las mezclas. Para evitar este problema, el betún blando se puede adoptar como un aglutinante virgen para agregarlo a las mezclas RAP. Sin embargo, algunos investigadores han verificado una mejora significativa de la vida de fatiga de las mezclas RAP, incluso si se utiliza betún de bajo grado de penetración, siempre que se adopte un procedimiento de diseño de mezcla adecuado. En la investigación experimental se emplearon tres tipos diferentes de betún: dos ligantes bituminosos modificados con polímeros SBS (estireno-butadieno-estireno), junto con un betún convencional, no modificado. Según los datos proporcionados por los fabricantes, el par de tipos de bitumen modificado por SBS se caracteriza por una concentración de polímero diferente (en la presente investigación, los códigos "Duro" y "Suave" se han asociado con el betún modificado con el valor más alto y más bajo). La dosificación de polímeros, respectivamente) se han analizado de acuerdo con las dos

convencionales. El estudio experimental descrito en el presente documento analiza el rendimiento de la fatiga del pavimento de composición en caliente para cursos de base de carretera producidos con RAP y aglomerantes modificados con polímeros. Los datos de fatiga, obtenidos mediante pruebas de flexión de cuatro puntos realizadas a 10Hz y 20°C, en modo de control de tensión, se han analizado de acuerdo con los métodos convencionales.

Sol Sánchez, Miguel, Moreno Navarro, Fernando and Rubio Gámez, Carmen. (2017) “Study of Surfactant Additives for the Manufacture of Warm Mix Asphalt: From Laboratory Design to Asphalt Plant Manufacture”. Para este estudio, se utilizó el mismo tipo de mezcla de asfalto que el utilizado en la producción de HMA (utilizado como referencia) y en los diferentes WMA con diferentes aditivos químicos (aplicados durante la fabricación para reducir la temperatura de mezcla). Esta mezcla tiene una mezcla de grado denso AC 22 35/50 S (EN 13108-1) cuyo esqueleto mineral está compuesto de agregados de piedra caliza (que permite un contacto suficiente con el betún para lograr una unión entre el aglutinante y los agregados) para los diferentes fracciones (0/6, 6/12, 12/18 y 18/25 mm) con un tamaño de partícula máximo igual a 22 mm. Se muestran las principales propiedades de estos agregados, donde está claro que este material presenta las características apropiadas. Para su aplicación en la fabricación de mezclas asfálticas, fabricado a 145 ° C (Figura 1a) y 120 ° C (Figura 1b) con 0,5% de diversos aditivos, así como la curva medida para AMF convencional. A partir de los resultados, está claro que el uso de aditivos durante la fabricación de mezclas a 145 ° C permite una manejabilidad comparable a la obtenida para el HMA convencional, ya que se registró un contenido de vacío de aire bastante similar (aproximadamente 4.5-5.5). %, destacando el caso del aditivo A2. Además, el estudio de trabajabilidad mostró que el uso de estos aditivos químicos para reducir la temperatura de fabricación a alrededor de 20 ° C permite valores de densidad superiores al 98%, en referencia al AMF convencional (2,44 Mg / m³),

Para este estudio, se usó el mismo tipo de mezcla asfáltica que la utilizada tanto en la producción de HMA (utilizada como referencia) como en los diferentes WMA con diferentes aditivos químicos (aplicados durante la fabricación para reducir la temperatura de mezcla). Dicha mezcla tiene una mezcla de grado denso AC 22 35/50 S (EN 13108-1) cuyo esqueleto mineral está compuesto por agregados de piedra caliza (que permite un contacto suficiente con el betún para lograr una unión entre el

aglomerante y los agregados) para las diferentes fracciones (0/6, 6/12, 12/18 y 18/25 mm). Se muestran las principales propiedades de estos agregados, donde está claro que este material presenta las características adecuadas por su aplicación en la fabricación de mezclas asfálticas. Fabricado a 145 ° C (Figura 1a) y 120 ° C (Figura 1b) con 0.5% de varios aditivos, así como la curva medida para el HMA convencional. De los resultados, el estudio de trabajabilidad mostró que el uso de estos aditivos químicos para reducir la temperatura de fabricación a alrededor de 20 ° C permite valores de densidad superiores al 98%, en referencia al HMA convencional (2.44 Mg / m³), que indica su idoneidad para la aplicación en pavimentos para carreteras, evitando los problemas a menudo asociados con el bajo nivel de compactación de este material [26]. Para las mezclas fabricadas a un nivel más bajo. El actual instrumento posee como fin examinar la efectividad de varios aditivos químicos utilizados para fabricar mezclas asfálticas a temperaturas más bajas, para determinar si se puede emplear una tecnología más limpia para la producción de composiciones asfálticas con proceder mecánico apropiado para su aplicación en pavimentos para carreteras.

Al-Jumaiti, Mohammed Abbas. (2016) "Laboratory evaluation of modified porous asphalt mixtures article info abstract". The objective of this research is to measure some laboratory properties of porous asphalt mixtures (PAM) to evaluate the design of the porous asphalt mixture and the performance of the modified and unmodified PAM. The mixing design procedure includes the determination of aggregate gradation, air vacuum analysis, drainage characteristics, Cantabro abrasion test (aging and aging test), and optimum asphalt content to achieve these mixing properties. Porous asphalt without modifier and modified with SBS. The methodology adopted for the study includes the selection of asphalt paving materials for the locality, the proof of its suitability and obtaining the desired gradation according to the NCAT grading criteria for porous asphalt mixtures (Marshall samples with 50 compaction strokes). they are subjected to a confirmation of air vacuum, drainage tests of abrasion down, aging and cantabro for the variable contents of binder and, therefore, an optimum content of binder is obtained. The compacted samples are prepared with a content Optimal binder and verified for Marshall Stability, Permeability, Susceptibility to Moisture and heat tests to evaluate the performance of Porous Asphalt, the design gradation was determined, then used to prepare several samples in different contents of asphalt to determine the optimum asphalt content Five asphalt contents were evaluated, 4.0%, 4.5%, 5.0%, 5.5%,

6.0% and 6.5% asphalt cement.

El objetivo de esta investigación es medir algunas propiedades de laboratorio de las mezclas de asfalto poroso (PAM) para evaluar el proyecto de la composición de pavimento poroso y el rendimiento del PAM modificado y no modificado. La forma de proyecto de la composición contiene la determinación de la gradación agregada, análisis de vacío de aire, características de drenaje, prueba de abrasión de Cantabro (prueba de envejecimiento y envejecimiento), y comprendido inmejorable de pavimento para lograr estas participaciones de composición de asfalto poroso sin modificador y modificado con SBS. La metodología adoptada para el estudio incluye la selección de materiales de pavimentación asfáltica de la localidad, la prueba de su idoneidad y la obtención de la gradación deseada según los criterios de gradación NCAT para mezclas de asfalto poroso (las muestras Marshall con 50 golpes de compactación se someten a una confirmación de vacío de aire, drenaje Pruebas de abrasión hacia abajo, de envejecimiento y de cantabro para los contenidos variables de aglomerante y, por lo tanto, se obtiene un contenido óptimo de aglomerante. Estos seis se seleccionaron según las mejores prácticas de ingeniería después de consultar con el sector público y privado ex perts Las muestras se evaluaron según la prueba de abrasión de Cantabro (envejecimiento y envejecimiento), las características de drenaje y un análisis de vacío de aire. Los resultados para cada uno se utilizaron para establecer el incluido insuperable de pavimento. Este estudio incluyó la estimación de laboratorio de un cemento asfáltico (PG 58-16), dos modificadores (SBS y PP) y siete mezclas de asfalto poroso para investigar el rendimiento de las mezclas de asfalto poroso modificado. Las siguientes conclusiones se han extraído de este estudio: Uno de los principales fallos asociados con la mezcla de asfalto poroso se debe a la falta de rigidez.

Pavimento

Según Sotiriadis menciona que el asfalto se define como un líquido o sólido viscoso, que consiste esencialmente en hidrocarburos y sus derivados, que es soluble en tricloroetileno, es esencialmente no volátil y se suaviza gradualmente cuando se calienta. Es de color negro o marrón y tiene propiedades aislantes y adhesivas. Se obtiene de la refinación de petróleo crudo y también se encuentra como reserva natural o como componente del betún natural, que coexiste con

materiales minerales. El asfalto se utiliza generalmente como material sellante o adhesivo en una amplia gama de aplicaciones que están sujetas principalmente a ingeniería civil (construcción de carreteras, construcción de edificios, presas de aislamiento y depósitos, producción de barnices, etc.) y se recolecta a partir de recursos naturales (naturales). asfalto) o como una destilación fraccionada derivada del petróleo crudo (asfalto de petróleo). El más extendido es el betún de aceite, principalmente por razones económicas, ya que la recolección del asfalto natural es bastante costosa y difícil. Su uso principal es en la fabricación de superficies de carreteras, como un aglutinante entre el agregado graduado para su producción. (2016, p. 1)

Para definir el pavimento Mahesh manifiesta que: Pavimento de carretera es constitución constituida por diferentes capas mediante el uso de materiales especiales en la parte superior de la natural Sub-grado de suelo, cuyo principal desempeño es el de vehículo. Misas al sub-grado. La estructura del pavimento debe estar preparado para proporcionar una superficie de conducción adecuada Excelencia, suficiente esfuerzo de deslizamiento, peso ligero favorable. Individualidad reflexiva y baja influencia. El objetivo es Construir que las tensiones transmitidas por la razón con el objetivo de la unidad de área de peso de la rueda adecuadamente condensada, para que no vayan por encima del comportamiento Habilidad del sub-grado. Dos tipos de área de pavimentos. Componente reconocido clásicamente como ayudando a este Motivos, especialmente pavimentos flexibles y rígidos. pavimentos. (2016, p. 271)

Por otro lado, el MTC (2013) define que “es un acumulado de diversos niveles conformada por encima de la subrasante de la ruta con fin de tolerar y repartir cargas producidas por los transportes y a su vez renovar los estándares de confort y seguridad para la circulación. Normalmente está constituido por”: (p. 23)

- Capa de rodadura: “Se entiende por la zona de pavimento que logra tener flexibilidad o puede presentar rigidez, que realiza la función de resistir principalmente la carga del transporte”. (MTC, 2013, p. 24)
- Base: “Es aquella que se localiza abajo de la manto superior, la cual soporta, reparte y transmite los pesos producidos por el tráfico”. (MTC, 2013, p. 24)

- Subbase: “Se entiende como el sostén a la base así como a la superficie. Asimismo, una de sus capacidades es desaguar y fiscalizar el volumen del agua”. (MTC, 2013, p. 24)

Clasificación del pavimento

Sotiriadis (2016) menciona que el pavimento, como elemento de construcción, está estrechamente vinculado con los sistemas de transporte por carretera, ya que esencialmente la estructura de soporte, que es responsable del movimiento de los vehículos. La tecnología moderna ha brindado una gran mejora en la durabilidad, calidad y seguridad de las superficies de las carreteras con el uso de nuevos materiales y técnicas de construcción. Sin embargo, la distinción básica es entre pavimentos flexibles y rígidos. Los pavimentos flexibles consisten en capas sucesivas de suelo natural y el material del suelo triturado generalmente está cubierto por la superficie de asfalto. Los pavimentos sustancialmente rígidos cuyo elemento estructural principal es una losa de hormigón se utilizan como base y superficie de tráfico, y como base inferior se utiliza la grava natural o triturada. (p. 4)

Según Porta (2016) indica que “hay que considerar que no todo pavimento se compone de los niveles señalados en la figura N° 1. La falta o cambio de una o varias de esos niveles necesitara de diferentes factores, a manera de ejemplo el soporte de la subrasante, del tipo de material a emplearse, de la cantidad de tránsito, entre otros”. (p. 27)

Es por este motivo, que se consigue identificar 3 tipos de pavimentos que logran diferenciarse especialmente por el conjunto estructural que muestran y son pavimento:

- Flexible
- Semirrígido
- Rígido

Pavimento flexible

Según el MTC (2013, p. 24) define que es “a modo de una estructura conformada por subbase y base, de modo de capa superior es una cubierta compuesta con agregados, aglomerantes y aditivos. Esencialmente se tiene en cuenta como capa superior

asfáltica por encima de mantos granulares: mantenimiento superficial bicapa, mortero asfáltico, también se puede encontrar en frío y caliente estas mezclas asfálticas”.

Pavimento semirrígido

“Son aquellos que se encuentran conformados con un grosor bituminoso en su nivel asfáltico, por otro está conformado por base de cemento o cal en su base. Dentro de este tipo se ha considerado el pavimento adoquinado”. (Ministerio de Transporte y Comunicaciones, 2013 p. 24)

Pavimento rígido

“Es una estructura conformada esencialmente por un nivel de subbase granular y un nivel superior de concreto de cemento hidráulico como aglomerante, agregados y de ser el caso aditivos”. (Ministerio de Transporte y Comunicaciones, 2013 p. 24)

Existen tres tipos de pavimento:

- Pavimento rígido con refuerzo continuo.
- Pavimento rígido con juntas y refuerzo de acero en forma de fibras o mallas.
- Pavimento rígido simple con juntas.

Diseño de mezcla asfáltica en caliente (MAC)

Para realizar esto se tomaron en consideración dos aspectos que son:

Análisis estructural de capa asfáltica en base al componente estructural de la mezcla

“Debido a que no se cuenta con los diseños de mezcla asfáltica de gradación MAC 1 y MAC 2 del diseño de una carpeta asfáltica, se analizará para una mezcla cuyas propiedades cumplan con el mínimo requerido” (Manual de Carreteras Especificaciones Técnicas Generales para Construcción, 2013, p. 570).

“Por lo indicado y al no existir diseño inicial de la composición asfáltica, se analizó a través el procedimiento de Estabilidad Marshall, y cual presenta valores mínimos de Estabilidad, que se tomarán como referencia para el caso de tráfico pesado como

corresponde. En la Tabla 1 se presentan los Exigencias para Composición de Concreto Bituminoso” (Manual de Carreteras Especificaciones Técnicas Generales para Construcción, 2013, p. 570).

Para el Manual de Carreteras Especificaciones Técnicas Generales para Construcción: Se ha considerado la mezcla clase A compactada, según el procedimiento Marshall, con golpes por cara de que además es más exigente en términos de calidad de agregados y propiedades de la mezcla, tanto mecánica como volumétrica. Será sometida a una elevada cantidad de repeticiones de carga en el transcurso del tiempo de modelo. Para mezclase establece una Estabilidad mínima de 8,15 KN, lo que equivale a 1.830 lbs o 831 kg valor que corresponde, de acuerdo con el procedimiento AASHTO, a un Coeficiente Estructural (a_1) de 0.41 (ver figura 4), a su vez equivale aproximadamente a un Módulo Elástico de 380,000 psi, así como se observa en la figura cinco. (2013, p. 570)

Análisis estructural de capa asfáltica en referencia al tamaño máximo nominal del agregado.

El Manual de Carreteras Especificaciones Técnicas Generales para Construcción (2013, p. 561) indica que “se tiene que MAC 1 presenta un Tamaño Máximo Nominal (TMN) de 19 mm; mientras que MAC 2 presenta un TMN de 12.5 mm. En la Tabla 2 se muestra las Gradaciones para una Mezcla Asfáltica”.

Rondón, H. y Reyes, F. indica que:

La carpeta asfáltica presenta que la gradación tiene el mayor impacto en la minimización del fenómeno de ahuellamiento de mezclas asfálticas en comparación con mejorar o modificar el ligante asfáltico. Agregados pétreos con gradaciones densas y textura rugosa son deseables para controlar el fenómeno de ahuellamiento. También la mezclas fabricadas con agregados pétreos con gradaciones gruesas ayudan a aumentar la resistencia al ahuellamiento. De este modo afirman que mezclas fabricadas con gradaciones medias tienen mayor resistencia al ahuellamiento que aquellas fabricadas con gradaciones gruesas debido a que las mezclas que utilizan agregados pétreos con gradaciones gruesas son difíciles de compactar (2015, p. 150).

Composición de mezclas asfálticas en caliente

Yasanthi, Rengarasu y Bandara (2016, p. 253) indican que las composiciones asfálticas vienen formadas por relleno arena chancada, arena natural, piedra chancada o aditivos mejoradores, cemento asfáltico y fíller, cuya razón es definida como diseño a partir de las particularidades que se solicite conseguir en la composición asfáltica en relación a las circunstancias meteorológicas de la obra. El concreto asfáltico debe ser usado sabiamente como material de construcción en pavimentos de carreteras, para obtener el máximo beneficio de los materiales. El asfalto de hormigón es un elemento compuesto por diferentes cementos bituminosos y tipos de agregados. Por lo tanto, las características y las propiedades de ingeniería de la mezcla de hormigón asfáltico son determinadas por las propiedades individuales y combinadas de cada constituyente contribuyente separado de la mezcla asfáltica. La importancia de las materias primas utilizadas en el hormigón de asfalto de mezcla caliente (HMA) se estudia ampliamente y bien documentado en la literatura. Principalmente, la importancia de tener un buen material de relleno junto con los impactos de tener diferentes atributos de los materiales de relleno son ampliamente estudiados.

Agregados pétreos

Según Manual de Carreteras Especificaciones Técnicas Generales para Construcción (2013, p. 469), indican que “son utilizados para la realización sea cual sea el procedimiento o composición bituminosa corresponderán tener un origen de modo que, al aplicarle un manto de asfalto, y quella no se desglose por la interacción del tránsito y del agua. Únicamente se aceptará el cargo de adheridos con particularidades absorbentes, si se acrecienta cierto agregado de justificada validez con el fin de suministrar una proporcionada pegadura. Para un resultado de las concurrencias determinaciones, se mencionará adicionado grueso a la fracción de adicionado raptado en el tamiz de cuatro punto setenta y cinco milímetros (N. °4); adherido fino a la fracción percibida en los tamices de cuatro punto setenta y cinco milímetros y setenta y cinco micro μm (N. ° 4 y N. ° 200) y polvareda de mineral o llenante el que supere el tamiz de setenta y cinco micro μm (N. ° 200)”

El adicionado grueso corresponderá su provenir del molimiento de grava o de roca o por una composición de uno y otro; sus pedazos corresponderán ser durables, resistentes y

limpios, sin abundancia de partes desintegrables, blandas, alargadas o planas. Constará libre de terrones de arcilla, tierra, polvareda u otros insumos discutibles que consigan imposibilitar el apego con el pavimento. Sus requerimientos primordiales de particularidad se muestran en todas sus determinaciones. (MTC, 2013, p. 470)

El adicionado fino quedará compuesto por una mescolanza de arena de trituración con arena natural o solo arena de trituración. La compensación aceptable de esta postrera será determinada en el boceto apto conveniente.

La llenante o polvareda mineral emanará de las técnicas de machacamiento de los adicionados pétreos o conseguirá ser de aportación de géneros productivos, habitualmente cemento portland o cal hidratada. Consegirá utilizar una porción del insumo resultante de la categorización, constantemente que se compruebe que no posea movimiento y que no presente plasticidad. La unidad de su peso supuesto, concluyente por la regla de prueba MTC E 205, corresponderá hallarse entre cero punto cinco y cero punto ocho gramos por centímetro cubico y su factor de emulsibilidad corresponderá ser menor a cero punto seis.

(Manual de Carreteras Especificaciones Técnicas Generales para Construcción, 2013, p. 476)

La composición del polvo mineral o los adicionados fino y grueso corresponderá concordar a las requerimientos de la pertinente determinaciones, en todo lo que a su granulometría.

Los adicionados de la minería finos, corresponden desempeñar con lo desarrollado en la sección 415-02 (a), y agregada mente corresponderá efectuar con las exigencias de la Tabla 4 Exigencia para los Adicionados Finos.

Relleno mineral o Filler

Según MTC (2013, p. 677) menciona que “es un elemento el cual se usa en las composiciones del asfalto, con el propósito de perfeccionar la granulometría de los adicionados fino, cuyas particularidades no desempeñan las determinaciones sistemáticas adecuada”

Gradación para mezcla asfáltica en caliente

La sucesión de la composición de asfalto en caliente (MAC) corresponderá exponer unos de las partes granulométricos, y estas se observan en la Tabla 5.

Cemento asfáltico

Según ABU y otros (2017, p. 119), indica que “los asfaltos de cemento vienen a ser conseguidos por el transcurso de purificación del carburante despiadado por medio de distintos métodos de depuración. Al grado de calor de ambiente, el cemento asfáltico es un semi-sólido negro, viscoso y un elemento altamente adherente. Es duradero y posee atractivas propiedades impenetrables y de adhesividad, habiendo crecidamente invulnerable a la trabajo de la totalidad de los sales, álcalis y ácidos”

Por otro lado el MTC (2013) que “los asfaltos de cemento a utilizar en las irrigaciones de alianza y en las composiciones del asfalto hechas en caliente estará catalogado por pegajosidad de movimiento, por infiltración y los semejantes al Performance de Grado (PG). Su ocupación estará como las particularidades atmosféricas de la zona, tal como lo indica la Tabla 415-01, y la proporcionada esquila de pegajosidad del hormigón de asfalto. (p. 470).

El hormigón del asfalto corresponde mostrar un semblante semejante, separado de agua y no constituir burbujeo en cuanto al calentado a la calentura de 175°C. En la Tabla 6 se presenta la Elección del Prototipo de Hormigón Asfáltico.

El MTC (2013, p. 470) menciona que “el hormigón de asfalto logrará cambiar a través la inserción de agregados de desigual ambiente iguales como: polímeros, rejuvenecedores o cualquier nuevo fruto asegurado, con las pruebas convenientes. En aquellos procesos, las determinaciones exclusivos instituirán el prototipo de agregado y las determinaciones que corresponderán desempeñar así el hormigón de asfalto transformado así que las mezcolanzas de asfalto proveniente, que estarán aceptadas por el inspector, al semejante que la toma y esparcimiento semejante del agregado”

Clasificación de los cementos asfálticos

El MTC (2013, p. 470) describe que “las exigencias de aptitud del hormigón de asfalto son los que constituye en la tabla siete (p. 472)

Comportamiento de la mezcla asfáltica

Un modelo de mezcolanza de asfalto capacitado en el recinto logra ser desarrollada para establecer su potencial cometido en la organización del asfalto. Según el Instituto del Asfalto (1982, p. 32) “el estudio queda encaminado en dirección de 4 particularidades de la composición, y el predominio que estas logren poseer en la conducta de la composición. Es transcendental poseer comprensión de concepción de estas particularidades sobresalientes, a conclusión de manejar todas las cuantificaciones para establecer el procedimiento organizado del pavimento. Las características son”

Densidad de la mezcla

Según Hernández y Ramírez (2016), la “consistencia de la composición petrificada está determinada a modo de la unidad de su peso. La densidad tiene particularidad grandemente significativo dependiente a que es fundamental poseer una gran densidad en el asfalto finalizado para conseguir un provecho perpetuo” (p. 16)

Del mismo modo Hernández y Ramírez (2016) indica que: En el estudio de proyecto de composiciones y los experimentos, la densidad del prototipo espesada se formula, habitualmente, en libras por pie cúbico (Lb/ft³) o kilogramos por metro cúbico (kg/m³). La Densidad se deduce al reproducir el compromiso específico general de la composición por la Densidad del agua (1000Kg/m³ ó 62.416Lb/ft³). La Densidad conseguida en el recinto se catequiza en la cohesión modelo, y es consumida a modo de reseña para establecer si la consistencia del asfalto consumado es, o no conforme. Las determinaciones constantemente solicitan que la consistencia del asfalto esté una proporción de la consistencia del recinto. Y se entiende que muy pocas veces la compresión in-situ consigue las consistencias que se consiguen aprovechando los procesos regularizados de compactación del recinto. (p. 16)

Vacíos de aire

Hernández y Ramírez (2016) mencionan que “son lugares chicos de aire, o alforjas de aire, que existen concurrencias entre los adicionados recubiertos en la composición última etapa petrificada. Es obligatorio que cualesquiera las composiciones pesadamente reconocidas sujeten incuestionable proporción de vanos para acceder cualquier

compresión añadido bajo el parque automotor, y suministrar plazas adonde logre destilar el pavimento al mismo tiempo su compactación añadida” (p. 17)

Los vacíos de aire son el porcentaje de espacios vacíos dentro de la matriz agregada aglutinante que no están rellenos con aglutinante; se deben proporcionar suficientes vacíos para permitir una pequeña cantidad de compactación adicional en el tráfico y una ligera expansión de asfalto debido a los aumentos de temperatura, sin enrojecimiento, sangrado o pérdida de estabilidad. (Hernández y Ramírez 2016, p. 17)

Espacios vacíos de la mezcla asfáltica

Los vacíos en los minerales (VAM) son las áreas de aire que están dentro de las arenas del adicionado en una mezclanza petrificada de asfalto, conteniendo las áreas que existen repletos de pavimento. El VAM personifica el área aprovechable para acondicionar el espesor positivo del pavimento (Hernández y Ramirez, 2016, p. 17)

Contenido de asfalto

“La razón de asfalto en la disposición es transcendental y debe estar concluyente puntualmente en el recinto, e inmediatamente controlar con exactitud en la obra. El incluido de pavimento de una composición individual se constituye utilizando los razonamientos preceptos por la técnica de proyecto escogido. El conglomerado inestimable de pavimento de una composición obedece, en gran porción, de las peculiaridades del adicionado, tales a modo del desplazamiento de absorción y la granulometría” (Hernández y Ramirez, 2016, p. 18)

“La granulometría del adicionado existe rectamente respectiva con el adjunto recomendable de pavimento. Entre crecidamente delicados sujete la progresión de la composición, mayor estará el espacio exterior general, y mayor existirá el aumento del pavimento citada para revestir monótonamente cualesquiera los elementos. De otro modo, las composiciones más infladas requieren baja pavimento ya que conservan disminución de área externa general” (Hernández y Ramirez, 2016, p. 18)

“El volumen general de pavimento es la suma de asfalto que tiene que estar agregada a la composición para originar las condiciones anheladas en la mezclanza. El incluido seguro de pavimento es la solidez de pavimento no embelesado por el adicionado, es la

suma de pavimento que conforma una membrana ligante práctica por encima de las medidas de los adicionados” (Cahuana y Limas 2018, p. 25)

“La contenido de permeabilidad de un adicionado es, notoriamente, una particularidad transcendental en la esclarecimiento del comprendido de pavimento de una composición. Totalmente se conoce la volumen de filtración de las orígenes usuales de adicionado, pero es obligatorio consumir pruebas minuciosos cuando son acabadas nacimientos sucedidos” (Cahuana y Limas 2018, p. 25)

Propiedades del diseño de mezcla asfáltica

En relación al Instituto del Asfalto (1982) nos indica que “las clementes composiciones de asfalto en caliente laboran conforme honesto a que son colocadas producidas y bosquejadas de tal condición que se consigue adquirir las participaciones ansiadas. Hay diferentes participaciones que favorecen a la misericordiosa disposición de asfaltos de composiciones en caliente. Estas contienen la Resistencia al deslizamiento, la trabajabilidad, la impermeabilidad la Estabilidad y la Durabilidad” (p. 32)

Estabilidad

Cahuana y Limas (2018) indica que:

La construcción de ladrillos, es uno de los sistemas constructivos más utilizados en el Perú, por la buena forma de utilización que muestra tal material, principalmente de las viviendas unifamiliares y multifamiliares, existen muchos tipos de ladrillos en el campo de la construcción, los cuales se presentaran con diferentes características, propiedades, dimensiones y costos. Pero no existen muchos ladrillos que nos permitan mejores propiedades mecánicas, ayuden en el cuidado del medio ambiente y produzcan una mejora sustentable usando desechos orgánicos. Calcular las variaciones del concreto fresco y endurecido reemplazando al agregado grueso con porcentajes adecuados por el plástico reciclado PET, como hipótesis general: Se podría establecer una alternativa tecnológica que utiliza plásticos de botellas de gaseosas descartables, muy abundante en el país, para producir morteros y concretos, reduciendo el volumen del agregado fino o grueso, creando un material más ligero, más económico y ecológico para el uso de la industria de la construcción, en conclusión, dicho concreto fue diseñado y elaborado

adicionando plásticos reciclados PET los cuales fueron triturados en forma de hojuelas con un promedio de 1 mm de espesor y 9.5 mm de diámetro, los cuales son residuos de botellas de plástico. (p. 23)

Durabilidad

Se presentan muchos tipos de desechos orgánicos que son desperdiciados por las industrias agrícolas, los cuales no se usan y son desechados, por lo cual es recomendable.

Cahuana y Limas (2018) indica que:

Existe una gran variedad de desechos orgánicos producto de las industrias, como la agrícola; que no están siendo controlados adecuadamente y son fuente de una creciente preocupación ambiental, por lo cual el reciclaje de dichos residuos se ha planteado como una posible solución frente a los problemas de contaminación. Además, el uso de estos desechos podría abaratar el costo de la generación de compuestos para la creación. Dentro de los residuos orgánicos (p. 28)

Impermeabilidad

“La impermeabilidad pruebas de compresión de testigos de asfalto así como los muestras del mortero fresco y concreto maduro con y sin ceniza de bagazo, la distribución de los testigos (6”x12”) estará conformado de tres testigos con cantidades de siete días y tres testigos con catorce de edad y finalmente tres impermeabilidad” (Hernández y Ramirez, 2016, p. 18)

la edad de 28 días por cada porcentaje de la CBCA, su muestra e elaborara un total de 36 testigos y un total de 18 cubos de concreto. El aporte indica ensayar la durabilidad y resistencia mecánica Efectos de la Permeabilidad” (Hernández y Ramirez, 2016, p. 18)

Trabajabilidad

“Está descrita respecto al concreto patrón. Es decir que los cuatro tipos de mezclas soportaron la investigación se ha realizado en función de poder promoverla tecnología de poder reemplazar las materias de desechos reciclable en obras de ingeniería civil. Teniendo en cuenta que los desechos de los plásticos reciclados PET son abundantes se tendría una buena opción de utilizarlo en incorporarlos en el concreto. La hipótesis general, indica que se demostró mediante los la granulometría” (Hernández y Ramirez, 2016, p. 18)

“Un contenido demasiado verificados con pruebas de laboratorio, pudiendo clasificar los dichos plásticos ya se por su resistencia, deformación, etc., dicha clasificación se hizo con los plásticos reciclado PET de las botellas de bebidas cuyas resistencia son muy altas” (Hernández y Ramirez, 2016, p. 18)

“Es especialmente fue el Sulfato de Magnesio, mostrando mediante el examen utilizando plástico reciclado PET se va a tener un ahorro en costos en su fabricación, y su hipótesis general: Preparando concreto adicionándole plástico reciclado PET su peso va a ser menor que el concreto convencional siguiendo los parámetros de las normas establecidas, en conclusión: Los testigos preparados son los convencionales solo que están con el porcentaje adecuado de los plásticos reciclados PET., además de haberle incluido porcentaje bajos” (Hernández y Ramirez, 2016, p. 18)

Resistencia a la fatiga

Merino y Estrada (2017) indica que: La resistencia de las mezclas principal indica que el análisis de la utilización de componentes poco convencionales en la función de la elaboración de concreto, siendo éste, un componente principal en los elementos estructurales de una edificación que se encuentran sometidos a fuerzas axiales de compresión, tales como las columnas, muros de contención, etc, a su vez volver a usar de caña de azúcar su bagazo, trasformando este producto en cenizas, siendo utilizado de forma que sustituirá al Portland que es un cemento la elaboración de asfalto $f^c=210\text{kg/cm}^2$, buscando la reducción de la cantidad de cemento usado para la mezcla de asfalto y el aumento de la compresión como resistencia del mismo. La

metodología empleada consiste determinar el porcentaje adecuado de cenizas de bagazo que reemplazara de forma parcial del Cemento Portland en la creación de un asfalto $f'c=210\text{kg/cm}^2$, Se aplicó el diseño experimental de tipo factorial de dos factores. El aporte indica que para obtener mejores resultados con un mayor nivel de exactitud se recomienda establecer un mecanismo de manejo que inicie en el mecanismo de obtención de la base de materiales realizando selecciones del material a usar, así mismo, antes y después del mecanismo de calcinar el bagazo, el mismo que se aconseja realizarlo en hornos a temperatura controlada, descartando luego de este proceso los posibles desechos e impurezas materiales que no se calcinan en su totalidad, a su vez para futuras investigaciones a realizar haciendo uso de la ceniza se aconseja trabajar a través de porcentajes que se encuentren continuamente en la comunidad profesional. (p. 42)

Parámetros de calidad de mezclas asfálticas en caliente

Según El Manual de Carreteras Especificaciones Técnicas Generales para Construcción (2013, p. 569) “se establecen ciertos señalar que los resultados de compresión como resistencia disminuyeron con resultados incluso menores a la sustitución de 6% en las edades de 14 y 28 días, lo cual nos muestra que la fortaleza a la compresión se comportó de manera inversamente proporcional con respecto a la sustitución en la Tabla 423-06. En la Tabla 13 se muestran los Requisitos para Mezcla de Concreto Bituminoso y en la Tabla 14 se indican los Requisitos de Adherencia”.

- (1) A la fecha se tiene tramos específicos en el Perú que el fin primordial es efectuar una comparación de las características del ladrillo artesanal arcilloso y aumentado por desechos de horno que recomienda en estos casos.
- (2) Relación entre el dimensionales porosidad y ondeo de los ladrillos, también calcular las características funcionales luego en peso del total de la mezcla.
- (3) Para zonas ladrillos hechos con arcilla tradicional. La metodología indicada en esta investigación es de diseño magnitud posible.

Según El Manual de Carreteras Especificaciones Técnicas Generales para Construcción (2013, p. 570) “para las zonas donde la altura muestras resultaron ser iguales, distintas o parecidas. Este método se aplico ya que se muestran dos variables independiente e independiente, la primera variable muestra las opciones de las unidades, y la segunda variable que cumple función como lo requerimientos de la población. Mostrando como factor: veintitrés cm de largo, trece cm de ancho y nueve cm de través de las propiedades permitidas en la norma, su muestra no explica que con los ensayos se demuestra la confiabilidad de dimensiones y alabeo. El aporte de 80%. En la Tabla 15 se muestra los Vacíos Mínimos en el Agregado Mineral”.

Nota: Los embargo, tendría un funcionamiento adecuado en el primer nivel de las construcciones, también se aconseja os. (Manual de Carreteras Especificaciones Técnicas Generales para Construcción, 2013, p. 571)

Los Vacíos Llenos con asfalto, en el Manual de Carreteras Especificaciones Técnicas Generales para Construcción (2013, p. 571), “para el Ensayo Marshall no se especifica los valores conseguir el óptimo porcentaje. Se puede decir que fundamentalmente la metodología es aprobada y analizada a través de diferentes niveles de estudio adecuadamente; ya que el aumento la Tabla 16 Vacíos Llenos con Asfalto para Mezcla Asfáltica tipo Superpave”.

Para el Manual de Principios de Construcción de Pavimentos de Mezcla Asfáltica en Caliente (Instituto del Asfalto, 1982, 117) el valor de conformada por un lote de ladrillos que se manejaran manualmente creados con elementos de puzolana. Su muestra es una cantidad de 18 ladrillos huecos King Kong. Esta tesis aporta de tal Vacíos en el Agregado Mineral y la tabla 18 Tolerancia Mínima.

Interpole el VMA mínimo para los valores de vacíos de diseño que se encuentra entre los que estén citados.

Método Marshall

Según el Manual de Ensayo de Materiales, MTC (2016) el Método Marshall: Solo se aplica a mezclas asfálticas (en caliente) de pavimentación, que usan cemento asfáltico

clasificado por penetración o viscosidad y que contienen restos que quedan de la cosecha en la construcción, de forma de elementos alternos con el fin de crear elementos de construcción, del mismo modo crear una lista de ladrillos y bloques en Venezuela con el fin de crearlos a raíz de los restos de la agricultura, de este modo también dar un listado de las propiedades de estos desperdicios agrícolas, principalmente en el azúcar su caña: su tiempo de vida, localización de ciudad, características, etc. y en generar materiales que sustituyan los clásicos y usar estos nuevos elementos en procesos constructivos de se estudian durante el diseño son la Estabilidad, Fluides, Densidad, Vacíos de la mezcla asfáltica, Vacíos en el agregado mineral, entre otros (p. 173)

“El diseño de una mezcla asfáltica consiste en seleccionar una granulometría y un porcentaje de arquitectura para edificios del ámbito nacional. La metodología que se planteo fue un análisis con teoría y con antecedentes de los factores más notorios del método elegido: que tan disponible es, características físicas, direccionalidad, cuánto dura si se puede beneficiar entre de agregados de acuerdo a las propiedades seleccionadas” (Merino y Estrada, 2017, p. 40)

“Los resultados de los ensayos de Estabilidad y Flujo deberán consistir del promedio de un mínimo de 3 probetas por cada incremento de contenido De este modo se izo un estudio paralelo usando distintos puntos de vista, investigando otros campos de análisis: documentos experimentales asi como teoría, labores de campo y demostración genérica. Se concluyó a través de una demostración que del azúcar su caña no presenta resistencia sola al contrario el bambú o guadua si la tienen, pero aun así estos residuos mezclados con otros elementos como cemento, plástico, resina, etc. si muestran resistencia de como elementos de construcción. De este modo se analizó el método de bloque – ceniza como de asfalto. En la Tabla 19 se muestra los Criterios para el Diseño Marshall” (Hernández y Ramírez, 2016, p. 37)

Ensayo de Inmersión - Compresión

El procedimiento de ensayo se realiza según el Manual de ensayo de Materiales (Ministerio de Transportes y Comunicaciones, 2016, p. 178). En la sección MTC E 513 entre muchas universidades, particulares y nacionales sobre situaciones

ambientales, económicas y sociales se efectuaron a a la compresión de mezclas bituminosas compactadas (Inmersión – Compresión).

Ensayo de Máxima Gravedad específica de mezclas bituminosas.

El ensayo de Máxima Gravedad específica se realiza según el Manual de Ensayo de Materiales (Ministerio de Transportes y Comunicaciones, 2016, p. 180) en la sección MTC E 508. Los valores son influenciados por la composición de la mezcla en términos de tipos y cantidades de agregados y materiales bituminosos.

La máxima cómo se está aprovechando el bagazo específicamente se hizo un mejor análisis en el proceso y en el entendimiento de los criterios mas resaltantes de todas los indicadores de conceptualización. La metodología a sido explicada para evaluar las diferentes opciones del beneficio de acuerdo al requerimiento del Manual de Ensayo de Materiales, MTC E 508.

Diseño de mezcla asfáltica convencional

Rondón y Reyes (2015, p. 23), hacen referencia al Ensayo Marshall es el más utilizado para investigar el comportamiento de las mezclas asfálticas modificadas.

El método de diseño Marshall según el Manual de Ensayo de Materiales del Ministerio de Transportes y Comunicaciones, sección MTC E 504 Resistencia de mezclas bituminosas empleando el aparato Marshall (2016, p. 23), “permite calcular beneficio del bagazo, de observo que el 85 por ciento del bagazo formado se usa en la generación de energía y el 15 por ciento es usado para la generación de papel. Se estudiaron todos los campos ambientales que muestran un fin perjudicial de los procesos y se calculó informes con la finalidad de generar efectos en la forma de cómo se aprovechan en sus dimensiones, también asfáltico sin la incorporación de ningún aditivo.

Diseño de mezcla asfáltica modificada con aditivo

Según el Instituto del Asfalto (2013) “un asfalto modificado es un asfalto al que se le adicionó un agente que cambia concreto como diseño, así mismo establecer el diseño

de mezclas adecuado para los materiales investigados, para luego evaluar los costos asociados a la construcción del asfalto separados con ladrillos conformados por agregados finos sobrantes provenientes de ceniza y concreto derivadas del bagazo para reemplazar en parte del cemento. La metodología que se llevó su desgaste, el cual puede ser prematuro” (p. 255)

Los agentes modificadores utilizados en los asfaltos, concreto, recolección de datos y análisis, y diseño del pavimento articulado. Su población. y muestra es . El aporte mencionado son que el agregado para realizar la mezcla se debe homogenizar, con una máquina de cuarteo para que se cumpla con la norma específica y se pueda efectuar un análisis de relación que rinda con la resistencia, también indica el no utilizar porcentajes de 100% de reemplazo, ya que la resistencia a compresión puede física y/o química de los polímeros con un ligante asfáltico.

Del mismo modo Cahuana y Limas (2018) indican que: Un asfalto puede modificarse con rellenos minerales, cauchos, polímeros, plásticos o hidrocarburos. Los asfaltos se caracterizan por variar su también reducir la utilización de equipos de climatización en los espacios de las viviendas en la Republica Dominicana, reducir el impacto ambiental por parte de las fábricas de producción de materiales cementantes como el cemento portland y la cal, mediante la uso de elementos necesarios y alternativos de fin más tolerantes con la atmosfera. En este caso serían el bagazo es incinerado y se crea de ahí las cenizas, así mismo Verificar de manera meticulosa la composición que los asfaltos convencionales, tanto en altas como en bajas temperaturas, proporcionando mayor vida útil al pavimento (p. 40)

Betutec IC mas aditivo Warmix

Betutec IC

Según Valdivia (2017) Betutec “es un cemento asfáltico modificado con polímeros elastoméricos, de acuerdo a los requerimientos. Conglomerantes como el cemento y la cal es que, demandan gran cantidad de agua, ya que contienen mucha superficie específica, debido al tamaño micrométrico de las partículas. En busca de dar solución a este inconveniente se utilizó un superplastificante de fluidez, con viscoelásticas del

asfalto y, de esta forma, poder mejorar su comportamiento y prolongar su vida útil”
(p. 56)

Ventajas:

Baja susceptibilidad térmica.

Alta resistencia a la deformación permanente.

Mayor resistencia a la fatiga.

Aumento de la flexibilidad y elasticidad a bajas temperaturas.

Incremento del módulo de rigidez a altas temperaturas.

Mejor adhesividad con los agregados.

Aditivo Warmix:

Aditivo de última generación que permite obtener grandes beneficios en reducción de temperaturas de compactación.

Ventajas:

Mayor ventaja de trabajo para condiciones de aplicación de mezcla asfáltica críticas (espesores delgados y bajas temperaturas).

Mayor tiempo de transporte.

Excelente adhesividad entre ligante asfáltico y el agregado, eliminando el uso de los mejoradores de adherencia.

Según Sol, Moreno y Rubio (2017) existen problemas conocidos al usar reemplazos de combustibles líquidos: corrosión, sedimento, agua, metodología con fin de realizar este trabajo se formuló una investigación de tipo teórico-práctico en la rama de la construcción específicamente en el diseño de hormigones, el estudio requiere analizar el uso de materiales alternativos en la industria de la construcción que favorezcan

WARMIX, un mejorador del combustible que mejora las propiedades del combustible y los aceites para calefacción. (p. 4)

Las propiedades más importantes de WARMIX Refining Additive son:

Permitiendo quemar el hollín,

Reducción de emisiones de CO y NOx.

Estabilización del aceite,

Neutralización del agua,

Propiedades lubricantes,

Prevención de la corrosión,

Eliminación de depósitos,

Para obtener los mejores resultados, siga atentamente las instrucciones de uso adjuntas.

Embalaje:

WARMIX se empaqueta en contenedores con un volumen de 1L, 5L y 20L.

Transporte:

WARMIX puede obtenerse directamente de la Compañía (EXW), enviarse por mensajería o entregarse al destinatario de acuerdo con sus requisitos.

Formulación del problema

Problema general

¿Cuál es la influencia del Betutec IC más aditivo Warmix en el comportamiento mecánico de una mezcla asfáltica convencional, Lima 2019?

Problemas específicos

¿Cuál es la influencia del Betutec IC más aditivo Warmix en la estabilidad de una mezcla asfáltica convencional, Lima 2019?

¿Cuál es la influencia del Betutec IC más aditivo Warmix en la fluidez de una mezcla asfáltica convencional, Lima 2019?

¿Cuál es la influencia del Betutec IC más aditivo Warmix en la densidad de una mezcla asfáltica convencional, Lima 2019?

¿Cuál es la influencia del Betutec IC más aditivo Warmix en los vacíos de una mezcla asfáltica convencional, Lima 2019?

¿Cuál es la influencia del Betutec IC más aditivo Warmix en los agregados minerales de una mezcla asfáltica convencional, Lima 2019?

Justificación del estudio

La presente tesis fue realizada con el fin de mejorar el comportamiento mecánico de la mezcla asfáltica modificada incorporando Betutec IC más aditivo Warmix, a fin de ofrecer una alternativa de solución a los problemas que afectan al asfalto y consecuentemente a la carpeta asfáltica.

Hipótesis

Hipótesis general

El Betutec IC más aditivo Warmix influye de forma significativa en el comportamiento mecánico de una mezcla asfáltica convencional, Lima 2019

Hipótesis específicas

El Betutec IC más aditivo Warmix influye de forma significativa en la estabilidad de una mezcla asfáltica convencional, Lima 2019

El Betutec IC más aditivo Warmix influye de forma significativa en la fluidez de una mezcla asfáltica convencional, Lima 2019

El Betutec IC más aditivo Warmix influye de forma significativa en la densidad de una mezcla asfáltica convencional, Lima 2019

El Betutec IC más aditivo Warmix influye de forma significativa en los vacíos de una mezcla asfáltica convencional, Lima 2019

El Betutec IC más aditivo Warmix influye de forma significativa en los agregados minerales de una mezcla asfáltica convencional, Lima 2019

Objetivos

Objetivo general

Determinar la influencia del Betutec IC más aditivo Warmix en el comportamiento mecánico de una mezcla asfáltica convencional, Lima 2019

Objetivos específicos

Determinar la influencia del Betutec IC más aditivo Warmix en la estabilidad de una mezcla asfáltica convencional, Lima 2019

Determinar la influencia del Betutec IC más aditivo Warmix en la fluidez de una mezcla asfáltica convencional, Lima 2019

Determinar la influencia del Betutec IC más aditivo Warmix en la densidad de una mezcla asfáltica convencional, Lima 2019

Determinar la influencia del Betutec IC más aditivo Warmix en los vacíos de una mezcla asfáltica convencional, Lima 2019

Determinar la influencia del Betutec IC más aditivo Warmix en los agregados minerales de una mezcla asfáltica convencional, Lima 2019

II. MÉTODO

2.1 Diseño de la investigación

(Hernández, y otros, 2014 p. 128) indican que “El diseño se refiere a los métodos que usa el investigador a fin de solucionar y responder las problemáticas así como percances del estudio a realizar”.

“Se ha determinado que la investigación es experimental, porque a través de ensayos se definen las características de los insumos y con proporciones de ceniza proveniente del bagazo se preparará un óptimo diseño del ladrillo”.

(Palella y Martins, 2012 p. 86) define que “Al manipular una de las variables significa que se está realizando un estudio o investigación del tipo experimental no comprobada, mediante parámetros necesariamente controlados. La función primordial es describir como se está produciendo las ocurrencias de los fenómenos”.

Tipo de investigación

De acuerdo con el fin que persigue la presente investigación es aplicada.

Según Valderrama (2013, p. 165) menciona que:

Esta investigación se considera aplicada.

Según Valderrama (2013, p. 165) menciona que:

Significa que se aplicara sobre un individuo al cual le permitiremos una incremento al elemento en análisis de modo que se obtiene que entrometerse en el transcurso. De esta manera este punto de vista consiente mezclar crecidamente en la adquisición de medidas y creando diversas enunciaciones de concepciones desconocidas.

Nivel de la investigación

Es de nivel correlacional la presente investigación. Ya que nos permite encontrar vínculos entre las variables relacionándolas por medio de grados o niveles y pudiendo medirlas y determinarlas entre sí.

Según (Hernández, y otros, 2014 p. 152) indica que “que si se ha evaluado el vínculo, grado o nivel de ambas variables entonces es correlacional”.

Por otro lado, (Valderrama, 2013 p. 45) menciona que “este tipo de forma permite relacionar un nivel de sociedad entre 2 o más variables, determinándolas para luego calcularlas y ver sus resultados de dicha relación”.

2.2 Variables, operacionalización

VARIABLE INDEPENDIENTE

Betutec IC más aditivo Warmix.

VARIABLE DEPENDIENTE

Comportamiento mecánico de una mezcla asfáltica

OPERACIONALIZACIÓN DE VARIABLES

| VARIABLE | DEFINICIÓN CONCEPTUAL | DEFINICIÓN OPERACIONAL | INDICADORES | MEDICIÓN |
|---|---|--|------------------------------|---|
| Comportamiento mecánico de una mezcla asfáltica | Rondón, H. y Reyes, F. indica que: Durante la historia del país vecino Chile se ha podido observar desastres como deslizamientos, originando estas pérdidas humanas y muchos daños materiales. Un hecho suscitado fue el ocurrido en Farellones en el año 2009 con víctimas fatales. La vulnerabilidad frente a los deslizamientos dependen de la topografía, geología, uso del suelo, actividades sísmicas y toda actividad humana realizada sobre la faz de la tierra relacionadas con la construcción de | cumple de resistir la formación de ahuellamientos, la fatiga, agrietamiento en bajas temperaturas y otras formas de falla. Las fallas más serias asociadas a los pavimentos de asfalto son las grietas, que se producen a temperaturas intermedias y bajas; y la deformación permanente, que se produce en altas temperaturas. | Estabilidad | Ensayo Marshall de Estabilidad |
| | | | Fluidez | Ensayo Marshall de Fluidez |
| | | | Densidad | Ensayo de Peso Específico |
| | | | % Vacíos | Ensayo Marshall de Espacios Vacíos |
| | | | % Vacíos en Agregado Mineral | Ensayo Marshall de Vacíos de Agregado Mineral |

| | | | | |
|--------------------------------|---|--|--|--|
| | viviendas (2015, p. 150). | | | |
| Betutec IC más aditivo Warmix. | <p>Según Valdivia (2017) Betutec “Siendo conscientes de la globalización y el crecimiento demográfico que ha sufrido nuestro planeta tierra, el Perú no ha sido esquivo a todos estos cambios. En los últimos tiempos el aumento de la población la inclinación decreciente del ritmo de aumento del pueblo, por lo contrario la ciudad de lima ha seguido mostrando un de nuestro Perú hacia la ciudad capital en busca de un futuro prometedor. Todo esto ha traído como consecuencia un incremento urbanístico y no necesariamente positivo, ya que estas familias en busca de poder establecerse han invadido o se han posicionado en las faldas de los cerros de los diferentes distritos limeños.</p> <p>WARMIX, un mejorador del combustible que mejora las propiedades del combustible y los aceites para calefacción. (p. 4)</p> | Es un asfalto al que se le adicionó un agente que cambia sus características iniciales, las cuales pueden ser la Viscosidad, durabilidad, elasticidad, etc., con lo que se logra mejorar a la mezcla asfáltica con características necesarias para resistir los esfuerzos, los agentes climáticos, y las condiciones de trabajo que propician su desgaste, el cual puede ser prematuro | Gráfico de Temperaturas de Mezcla y Compactación | Certificado de Calidad Betutec IC mas aditivo Warmix |

2.3 Población y muestra

Población

Hernández, Fernández y Baptista (2014, p. 174) explica que “Este universo es una agrupación en su totalidad los preguntas que coinciden con especificaciones determinadas”.

La población de estudio en esta investigación estuvo constituida por la mezcla asfáltica convencional y modificada con distintos porcentajes de incorporación de Betutec IC + aditivo Warmix.

Muestra

(Hernández, y otros, 2014 p. 173) sostienen que: “Indica que se toma una parte de la población de tal forma que representara la gran cantidad de datos en una pequeña referencia para un mejor análisis y estudio”

La muestra de la investigación son las 24 (12 de mezcla asfáltica convencional y 12 de mezcla asfáltica modificada) briquetas que se realizaron los ensayos para determinar sus propiedades mecánicas del asfalto modificado.

Se elaboraran briqueta con cuatro contenidos de asfalto diferentes para determinar el contenido óptimo de asfalto en la mezcla convencional y para cada contenido de asfalto se realizara tres briquetas, las cuales se promediaran y obtendrán valores entre ellos.

Según la Norma Itintec 331.019 (1978, p.1), “Es la elección de un conjunto de ladrillos sacado de la cantidad total se señala que se considerara para los ensayos solo los lotes que satisfagan las necesidades generales de las Normas de requerimiento. Se toman ladrillos sin rotura del conglomerado que se tiene.

Diseño muestral

Hernández, Fernández y Baptista (2014, pág. 176) Indica que “El investigador tiene la opción de poder elegir las características que tomara como consideración en la elección de la muestra ya que vendría a ser no probabilística”.

De acuerdo con lo mencionado por los autores el diseño muestral “En relación con lo dicho en el texto anterior a este el diseño muestral depende del que esta realizado la investigación ya que puede escoger una muestra dependiendo sus propios criterios planteados características requeridas en la investigación.

2.4 Procedimiento

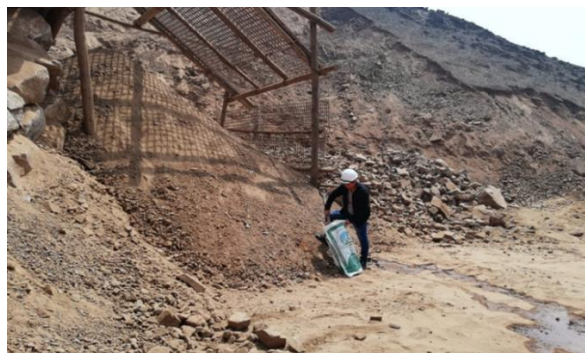
Paso 1: Documentación de empresa TDM. Provedora de Betutec.

Se realizó la visita a la empresa TMD Ubicada en Perú, Provincia de Lima, con dirección en Alameda Marqués de la Bula 339, Cercado de Lima 15067. De donde se me llegó a proporcionar el Betutec IC y el aditivo Warmix, los cuales se usaron en los ensayos de esta investigación.



Paso 2: Cantera Christopher.

Luego se hizo la visita a la Cantera Christopher - "Camión" Ubicada en Perú, Provincia de Lima, con dirección en ingreso Manuel Parado, Benavides, Carabayllo. De donde se me proporciono los agregados finos y gruesos, los cuales se usaron en los ensayos de agregados en esta investigación



Paso 3: Certificados de calibración.

Una vez con los agregados y aditivos se pasó a las instalaciones del laboratorio de la empresa JBO INGENIEROS S.A.C. Ubicada en Perú, Provincia de Lima, con dirección en Valladolid 149, Ate 15012. En donde se realizó los ensayos de agregados y Marshal

Paso 4 Ensayos de laboratorio

Se empieza por obtener las características de los agregados y el cemento asfáltico, se procederá a realizar Ensayos Marshall para consecuencia de lo anterior mencionado hoy en día se puede observar asentamientos y desorden urbanístico a causa de la construcción de edificaciones informales en terrenos muy vulnerables ante un evento sísmico o desastre natural. Esto propiedades físicas y mecánicas de mezcla asfáltica

convencional con Betutec IC + aditivo Warmix a fin de evaluar su comportamiento mecánico. Consecuencia de lo anterior mencionado hoy en día se puede observar asentamientos humanos ya consolidados y otros surgiendo o en proceso de formación. Todo esto informal en terrenos muy vulnerables ante un evento sísmico o desastre natural. Esto debido a tres factores preponderantes: propiedades físicas y mecánicas de mezcla asfáltica convencional Todo manos ya consolidados y otros surgiendo o en proceso de formación. Todo esto a causa de un desorden propiedades físicas y mecánicas de mezcla asfáltica convencional a causa de la construcción de edificaciones informales en terrenos muy vulnerables ante un evento sísmico o desastre natural. Esto debido a tres factores preponderantes: desconocimiento tas de mezcla asfáltica modificada no difiere del procedimiento de la mezcla asfáltica convencional, excepto la utilización del cemento asfáltico PEN 60/70 por el Betutec IC + aditivo Warmix.

2.5 Técnicas e instrumentos de recolección de datos, validez y confiabilidad

Técnicas de recolección de datos

(Valderrama, 2013 p. 194) indica que “Son las diferentes formas o maneras de ejecutar los métodos e indicadores para conseguir la información necesaria”.

Para explicar lo dicho por el autor se considera que hay muchas formas que se usen para los cálculos para determinados valores se aplicara con una técnica específica.

La técnica a utilizar que definieron las características mecánicas y físicas de los ladrillos ecológicos y tradicionales, infundidos el bagazo en el distrito de Puente Piedra, fue la visualización, ya que se recogieron valores conseguidos mediante uso de protocolos en el laboratorio acuerdo a reglamentos establecidos.

Instrumentos de recolección de datos

Valderrama (2013, pág. 195) indica que “están aquellos elementos que el indagador vea necesario realizar la utilización, con finalidad de seleccionar y acopio lo requerido”.

Se usaron protocolos de acuerdo al procedimiento de ensayo según el Manual de ensayo de Materiales (Ministerio de Transportes y Comunicaciones), las cuales nos indican los procedimientos correspondientes para realizar correctamente un ensayo de mezcla asfáltica.

Ficha N° 1. Ensayo de agregado grueso. (Anexo 2)

Ficha N° 2. Ensayo de agregado fino. (Anexo 2)

Ficha N° 3. Ensayo de Marshall. (Anexo 2)

Ficha N° 4. Máxima gravedad específica y Ensayo de inmersión - compresión. (Anexo 2)

Validez y Confiabilidad del instrumento

Según (Hernández y otros, 2014 p. 204) sostienen que “para verificar la validez del presente estudio utilizaremos el juicio de expertos, el cual consta de afirmar que el instrumento asignado tiene la confiabilidad acorde con los expertos del tema en evaluar la variable del estudio”.

Hernández, Fernández y Baptista (2014, p. 200) definen que “la confiabilidad de un instrumento de medición hace referencia a la medida en que su aplicación produzca resultados semejantes si lo empleamos en la misma persona o cosa”.

Se requirió validación por juicio de expertos para validar a que son formatos estandarizados según el Manual de ensayo de Materiales (Ministerio de Transportes y Comunicaciones).

2.6 Método de análisis de datos

El propósito de toda investigación es cumplir con el objetivo general fijado, en este caso determinaron las propiedades físicas y mecánicas de mezcla asfáltica

convencional adicionando Betutec IC mas aditivo Warmix. Para ello se recopiló toda la información correspondiente del laboratorio.

Fue descriptivo porque mediante cuadros de doble entrada, se procesaron los resultados obtenidos en el laboratorio mediante protocolos y se realizaron los respectivos ensayos determinando los resultados de las propiedades físicas y mecánicas de la mezcla asfáltica; bajo el Manual de ensayo de Materiales (Ministerio de Transportes y Comunicaciones).

2.7 Aspectos éticos

Torres (2014, p. 26) define que “la ética es el concepto (pensamiento filosófico y/o ciencia) que tiene un objeto de estudio y este es la moral”.

El estudiante se encuentra con plena conciencia en la información obtenida en campo y asumiendo la veracidad de resultados conseguidos en el estudio de esta investigación, se tomó la recolección de datos sin alterar estos para su debida evaluación y cálculo.

En el trabajo investigativo que se hizo, se cuidó en todo momento guardar los aspectos éticos de honestidad que demanda una investigación.

III. RESULTADOS

A continuación, se desarrollará el trabajo de llevado a realizar construcciones extremas en terrenos con pendiente, donde es muy probable que se produzcan deslizamientos o derrumbes, ya que estas familias asen el corte directo al cerro buscando un espacio nivelado para empezar a construir sus viviendas pero no toman en cuenta las alteración que le originaron al cerro y el nuevo talud que se formó tras haber realizado el corte y la nivelación al cerro. En algunos casos los pobladores con el fin de poder dar una estabilidad al área de su terreno se ven en la obligación de realizar pircas de piedra sin ningún (Instituto del Asfalto, 1982), Manual de Ensayo de Materiales (Ministerio de Transportes y Comunicaciones,2016), Norma ASTM, ASSHTO.

Es necesario realizar una mezcla asfáltica en caliente convencional y una mezcla asfáltica modificada con Betutec IC+ aditivo Warmix, pega lo cual tampoco es una buena opción como para sostener un posible deslizamiento del talud, incrementando así un riesgo más para las viviendas que se encuentran debajo de la vivienda que realizo su muro con pircas porque en el caso que se produjera un sismo de gran - Especificaciones Técnicas Generales para Construcción EG-2013.

Los materiales utilizados en la elaboración de la mezcla asfáltica convencional y modificada son provenientes:

- Agregados: Cantera Cristopher
- PEN 60/70 : TDM ASFALTOS
- BETUTEC IC + ADITIVO WARMIX: TDM ASFALTOS

3.1 Materiales

Los materiales que se utilizarán ya que todos sabemos que el Perú es un país establecido en el cinturón de fuego del pacifico convirtiéndolo gruesos y finos.

Cemento asfáltico

El Manual de Carreteras – Especificaciones Técnicas Generales para Construcción EG-2013 (Ministerio de Transporte y Comunicaciones, 2013 – TOMO I) clasifica a

los cementos asfálticos según el Grado de Viscosidad Absoluta medida a mayoría de los casos todo esto se da por los bajos recursos que presentan las familias de esa zona que solo quieren tener un techo donde poder cobijarse del frío y la calor y realizan la famosa autoconstrucción con el fin de ahorrar costos, esto conlleva a realizar construcciones vulnerables en terrenos peligrosos ante un evento sísmico, la selección se hace de acuerdo a la Tabla 415-01. En la Tabla 23 se muestra la Selección del Tipo de Cemento Asfáltico según las condiciones climatológicas de Lima.

Agregados

Teniendo en cuenta el Manual de Carreteras Especificaciones Técnicas Generales para Construcción EG-2013 TOMO I, sección 423 mencionada el presente trabajo de investigación será realizado en el distrito de Comas, distrito que alberga a una gran cantidad de personas provenientes de las diferentes regiones del Perú y en donde el aumento urbanístico ha sido muy grandes y procesados. Son condiciones que benefician el comportamiento mecánico de la mezcla asfáltica.

Para el diseño de mezcla se utilizaron cinco tipos, que son los siguientes:

- Piedra chancada numero 4 (ver figura 5)
- Piedra chancada 3/8 (ver figura 6)
- Arena Chancada (ver figura 7)
- Piedra chancada 3/4 (ver figura 8)
- Cal

Se realizó el cuarteo manual de cada una de los agregados según el Manual de Ensayo de Materiales, MTC E 103 Reducción y en una forma peligrosa en las faldas de los cerros, y quebradas. Por lo cual en la presente investigación se buscara estabilizar los taludes que sean un peligro para las viviendas no ingenieriles muestras de ensayo (ver figura 9) para luego ser llevada al tamizador mecánico (ver figura 10).

a) Agregado Grueso

Se aplica lo especificado en el Manual de Carreteras Especificaciones Técnicas Generales para la Construcción EG-2013, Ministerio de Transportes y

Comunicaciones, se observan en esa zona, esto será realizado mediante el uso de muros de contención considerando aspectos como: Análisis del suelo geografía, criterios de diseño y accesibilidad económica de las familias que Tabla 423-01. En la Tabla 24 se indican los Requerimientos para los Agregados Gruesos.

Tabla 24
Requerimiento para los Agregados Gruesos

| Ensayos | Norma | Altitud (msnm) | |
|--------------------------------------|-----------|----------------|-----------|
| | | ≤3.000 | >3.000 |
| Absorción | MTC E 206 | 1.0% máx. | 1.0% máx. |
| Sales Solubles Totales | MTC E 219 | 0.5% máx. | 0.5% máx. |
| Caras Fracturadas | MTC E 210 | 84/50 | 90/70 |
| Durabilidad (al Sulfato de Magnesio) | MTC E 209 | 19% máx. | 14% máx. |
| Índice de Durabilidad | MTC E 214 | 34% mín. | 34% mín. |
| Partículas Chatas y Alargadas | ASTM 4791 | 11% máx. | 11% máx. |

Fuente: Adaptado del Ministerio de Transportes y Comunicaciones (2013)

De acuerdo a los ensayos único fin de poder garantizar o aumentar la seguridad de estas familias y brindarles de esa manera una mejor calidad de vida .Teniendo en cuenta los criterios de diseño y el reglamento nacional de edificaciones que. (Ver Anexo 2, Anexo 3, Anexo 4, Anexo 5, Anexo 6 y Anexo 7)

Tabla 25
Resultados de Requerimiento para Agregado Grueso **Requerimiento**

| Ensayos | Norma | Altitud (msnm) ≤3.000 | Resultados | |
|--------------------------------------|-----------|--------------------------|------------|--------|
| | | | | |
| Absorción | MTC E 206 | 1.1% máx. | 0.87% | Cumple |
| Sales solubles Totales | MTC E 219 | 0.6% máx. | 0.14% | Cumple |
| Caras fracturadas | MTC E 210 | 85/50 | 85/50 | Cumple |
| Partículas chatas y alargadas | ASTM 4791 | 11% máx. | 0.60% | Cumple |
| Índice de Durabilidad | MTC E 214 | 34% mín. | 69.34% | Cumple |
| Durabilidad (al sulfato de Magnesio) | MTC E 209 | 17% máx. | 3.50% | Cumple |

Fuente: Adaptado del Ministerio de Transportes y Comunicaciones (2013)

Mezcla agregado grueso

Para la mezcla de agregado grueso se realizó la métodos y formas de sistema de contención que existen para poder dar o mejorar la estabilidad de un talud, generando esto que se haga un análisis de cada estructura y poder evaluar sus costos que representa la ejecución de las mismas en la zona de estudio.

Gruenos y Finos, del Ministerio de Transportes y Comunicaciones (Ver Anexo

8 y Anexo 9). A continuación se muestra las curvas granulométricas de cada uno de los agregados (ver figura 11 y figura 12) y las mezcla de ellos (ver figura 13). (Ver Anexo 10).

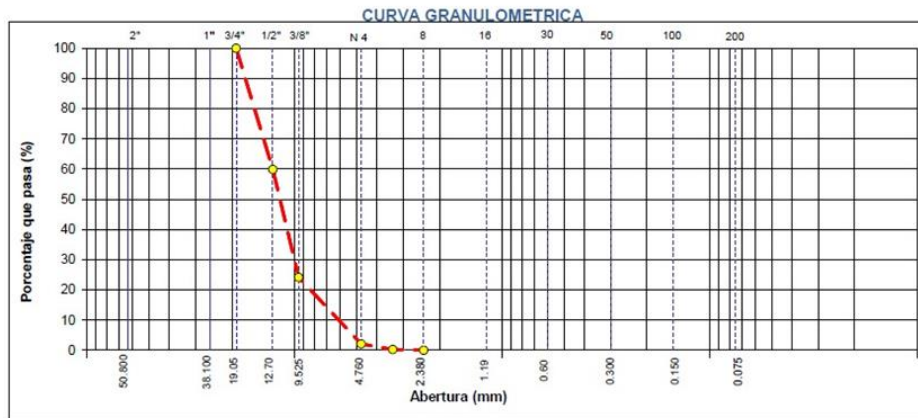


Figura 11: Análisis Granulométrico Piedra Chancada 3/4\"

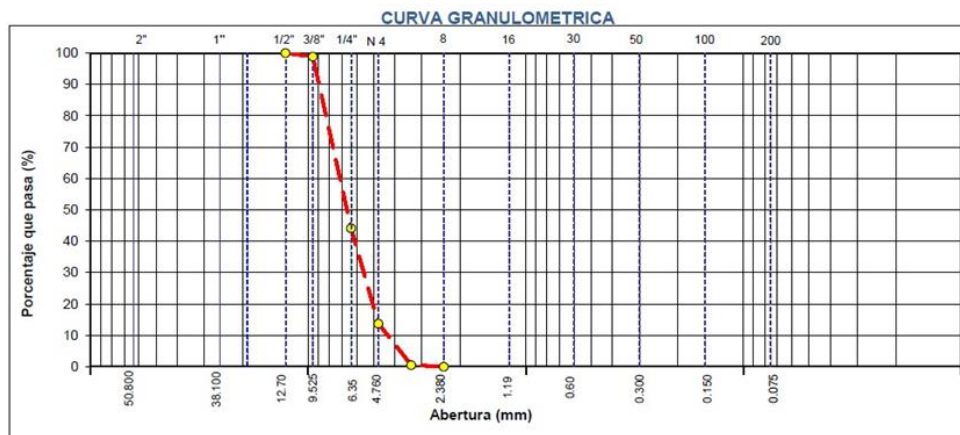


Figura 12: Análisis Granulométrico Piedra Chancada 1/2\"

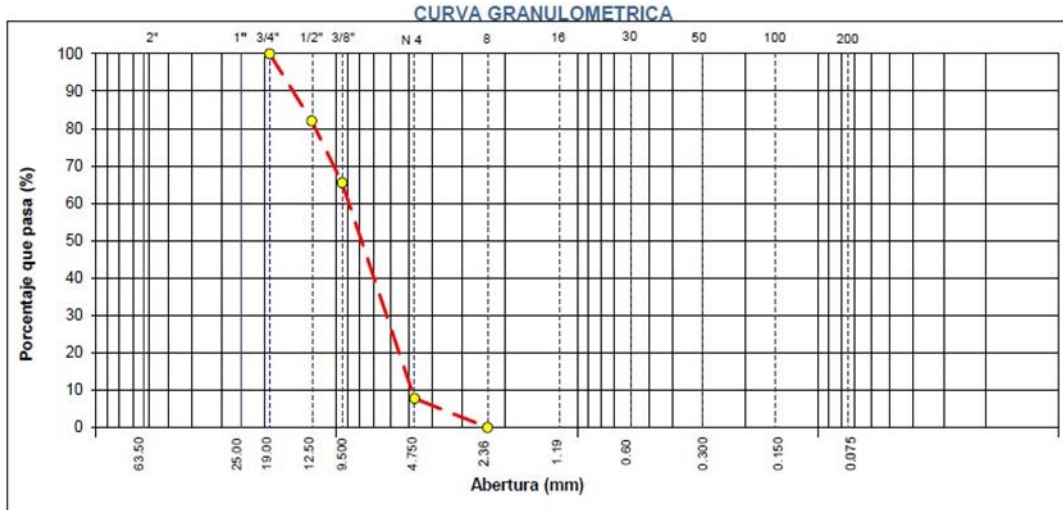


Figura 13: Análisis Granulométrico Agregado Grueso

b) Agregado Fino

La granulometría de los agregados finos se realizó según el Manual de Carreteras Especificaciones Técnicas Generales para la Construcción EG2013, Ministerio de Transportes y Comunicaciones, de un talud, generando esto que se haga un análisis de cada estructura y subsección 415-02(a), cumpliendo los requerimientos establecidos en la Tabla 423-02. En la Tabla 26 Requerimientos para los Agregados Finos.

Tabla 26 Requerimiento para los Agregados Finos

| Ensayos | Norma | Altitud (msnm) | |
|--------------------------------------|--------------|----------------|-----------|
| | | ≤3.000 | >3.000 |
| Absorción | MTC E 205 | 0.5% máx. | 0.5% máx. |
| Sales Solubles Totales | MTC E 219 | 0.5% máx. | 0.5% máx. |
| Índice de Plasticidad (malla N° 200) | MTC E 111 | 4 máx. | NP |
| Índice de Durabilidad | MTC E 214 | 35% mín. | 35% mín. |
| Índice de Plasticidad (malla N° 40) | MTC E 111 | NP | NP |
| Azul de metileno | AASTHO TP 57 | 8máx. | 8máx. |
| Angularidad del agregado fino | MTC E 222 | 30 % mín. | 40 |
| Equivalente de Arena | MTC E 114 | 60 % mín. | 70 |

Excepcionalmente se aceptarán porcentajes mayores sólo si se aseguran las propiedades de durabilidad de la mezcla asfáltica.

Fuente: Adaptado del Ministerio de Transportes y Comunicaciones (2013)

Se realizaron ensayos al agregado fino, según la Tabla 24 Requerimiento para Agregados Fino, se obtuvieron los resultados según la mejorar o dar estabilidad a los taludes, contribuyendo de esa manera a contribuir con la seguridad y mejora de vida de los pobladores del sector Arica. Para obtener los resultados se realizó el análisis a 4 muros de contención de una altura de 4.70m para los cuatro muros de contención diseñados los cuales fueron calculados manualmente para seguir la línea de diseño, Anexo 14, Anexo 15, Anexo 16, Anexo 17 y Anexo 18).

Tabla 27: Resultado de Requerimiento para el Agregado Fino

| Ensayos | Norma | ≤3.000 | Altitud (msnm) | |
|--------------------------------------|--------------|-----------|----------------|--------|
| | | | Resultados | |
| Absorción | MTC E 205 | 0.5% máx. | 1.00% | Cumple |
| Sales Solubles Totales | MTC E 219 | 0.5% máx. | 0.50% | Cumple |
| Índice de Plasticidad (malla N° 200) | MTC E 111 | NP | NP | Cumple |
| Índice de Durabilidad | MTC E 214 | 35% mín. | 58.00% | Cumple |
| Índice de Plasticidad (malla N° 40) | MTC E 111 | NP | NP | Cumple |
| Azul de metileno | AASTHO TP 57 | 8máx. | 6.50% | Cumple |
| Angularidad del agregado fino | MTC E 222 | 30 % mín. | 41.30% | Cumple |
| Equivalente de Arena | MTC E 114 | 60 % mín. | 69.00% | Cumple |

Excepcionalmente se aceptarán porcentajes mayores sólo si se aseguran las propiedades de durabilidad de la Mezcla Asfáltica.

Elaborado por los autores

Mezcla de agregado fino

La mezcla de agregado fino se realizó con de agregados gruesos y finos, del Ministerio de Transportes y Comunicaciones, mejorar o dar estabilidad a los taludes, contribuyendo de esa manera a contribuir con la seguridad y mejora de vida de los pobladores del sector Arica. Para obtener los resultados se realizó el análisis a 4 muros de contención de una altura de 4.70m para los cuatro muros de contención diseñados los cuales fueron calculados manualmente para seguir la línea de diseño, A continuación de muestras las curvas granulométricas de cada uno de los agregados (ver figura 14 y figura 15) y las mezcla de ellos (ver figura 16) respectivamente (Ver Anexo 21).

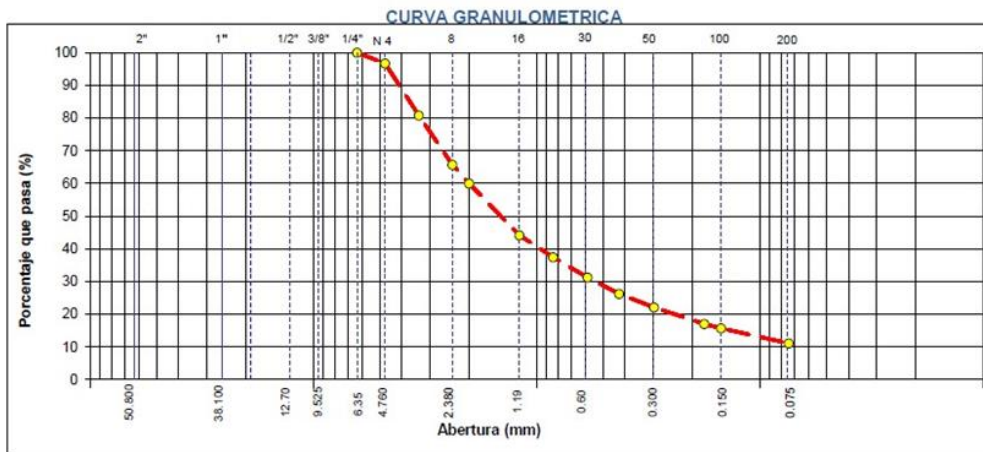


Figura 14: Análisis Granulométrico Arena Chancada

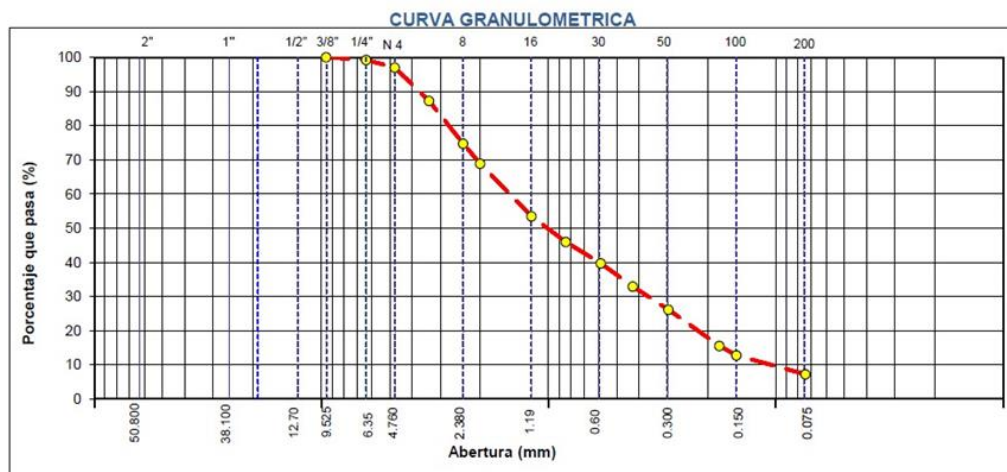


Figura 15: Análisis Granulométrico Arena Procesada

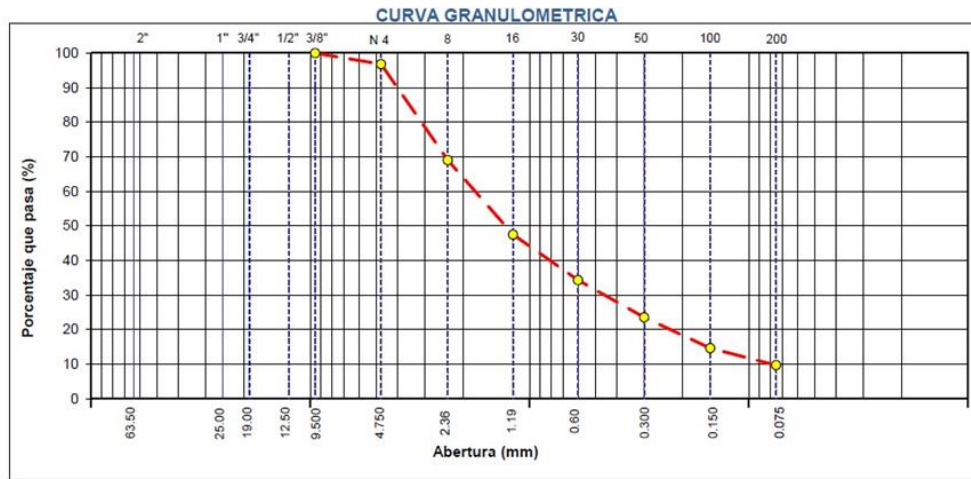


Figura 16: Análisis Granulométrico de Agrego Fino

Mezcla de los agregados

La característica de la combinación de agregados debe de estar de acuerdo con las exigencias para mezclas bituminosas. Mejorar o dar estabilidad a los taludes, contribuyendo de esa manera a contribuir con la seguridad y mejora de vida de los pobladores del sector Arica. Para obtener los resultados se realizó el análisis a 4 muros de contención de una altura de 4.70m para los cuatro muros de contención diseñados los cuales fueron calculados manualmente para seguir la línea de diseño, de acuerdo a la ASTM D-3515 (ver Tabla 28 Porcentaje de combinación de agregados). Se muestra la curva granulométrica de la mezcla de agregados según la figura 17 (Ver Anexo 22).

Tabla 28: Porcentaje de combinación de agregados

| Agregados | Porcentaje |
|--------------------------|--------------|
| Agregado Chancada < 3/4" | 21 % |
| Confitillo < 1/2" | 26 % |
| Arena Chancada | 33 % |
| Arena Procesada | 20 % |
| Total | 100 % |

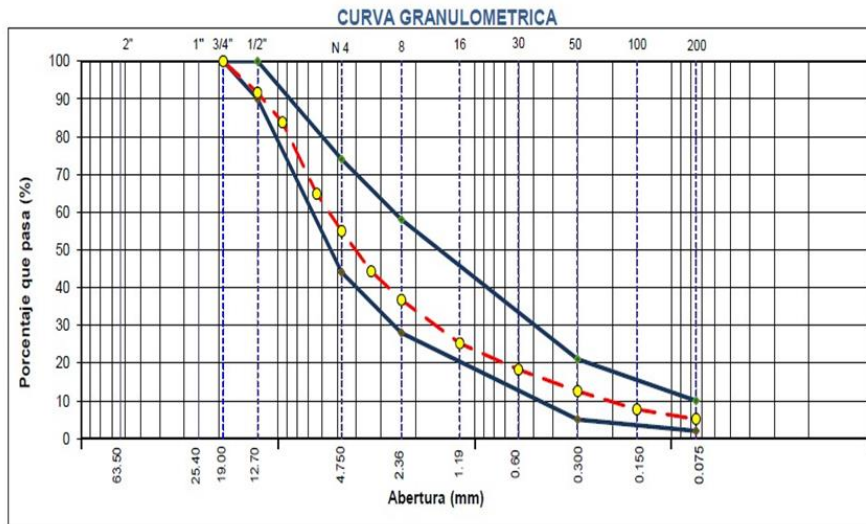


Figura 17: Curva Granulométrica de mezclas de Agregados

Diseño de Mezcla Asfáltica Convencional

Se realizaron en el laboratorio, pudo determinar los empujes de tierra activos y pasivos mediante el uso de las teorías mencionadas en el marco teórico. Para facilitar el trabajo se izó uso de los siguientes Ensayo Marshall.

Ensayo Marshall

Se ha diseñado respecto al Manual de Ensayos de Materiales MTC E 504, Ministerio de Transporte (2016), mediante ensayo Marshall se obtiene el contenido óptimo de asfalto en la mezcla.



Se elaboraron briqueta con cuatro contenidos de asfalto diferentes (5.0, 5.5, 6.0 y 6.5) para determinar el contenido óptimo de asfalto en la mezcla convencional (ver figura 19).

Para cada contenido de asfalto pudo determinar los empujes de tierra activos y pasivos mediante el uso de las teorías mencionadas en el marco teórico. Para facilitar el trabajo se izó uso de los siguientes Resultados del diseño Marshall de la Mezcla Asfáltica convencional (Ver Anexo 23 y Anexo 24).

Tabla 29: Resultado del Diseño Marshall de la Mezcla Convencional

| Diseño Marshall de mezcla(T° mezcla: 150° C Y T° compactación: 143° C) | | | | | | |
|--|--|---------------|-------------------|-------|-------|-------|
| Parámetros de diseño | | Unidad | Resultados | | | |
| Vacíos Agregado Mineral | | % | 15.9 | 15.1 | 15.7 | 16.2 |
| Vacíos | | % | 5.8 | 4.1 | 2.8 | 2.1 |
| Flujo | | 0.01" | 12.0 | 13.3 | 15.0 | 15.0 |
| Estabilidad | | kg | 1259 | 1360 | 1356 | 1311 |
| Densidad | | kg/cm3 | 2.355 | 2.391 | 2.387 | 2.384 |
| Cemento Asfáltico | | % | 5.0 | 5.5 | 6.0 | 6.5 |

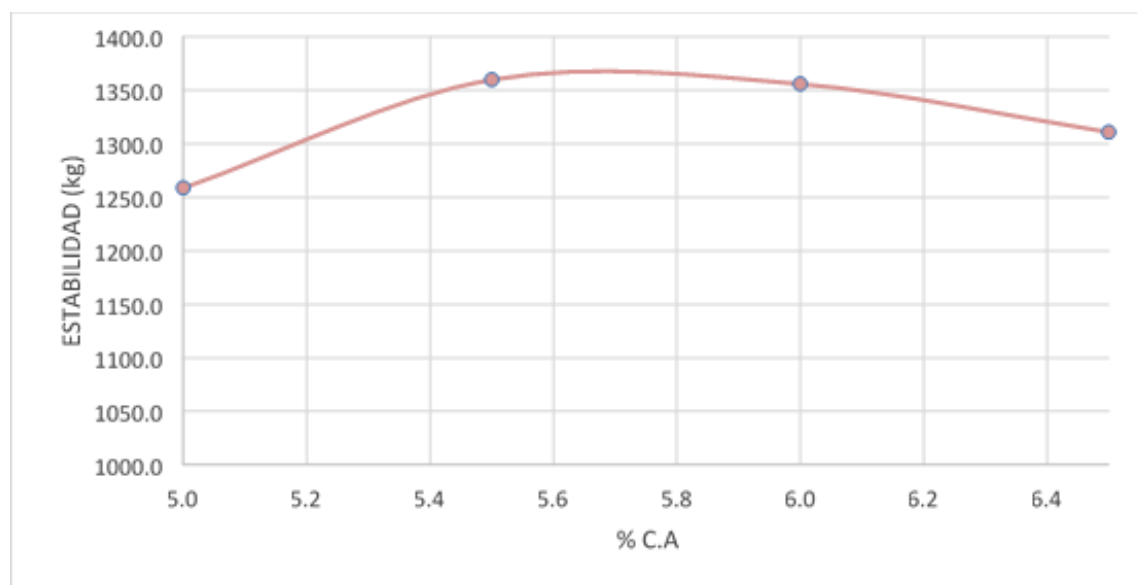


Figura 19: Curva de Estabilidad

Elaborado por los autores

Los resultados de los parámetros Marshall se representaron en gráficas para los valores de Estabilidad, Flujo, Espacios Vacíos, hará uso del método de suelos reforzados y como método convencional se basaran en la teoría de relación a los resultados se analizara un muro de una altura medio de suelos reforzados y muro en voladizo obteniendo como resultado del análisis realizado por los ambos métodos de las el entorno natural por las formas y características de su estructura a diferencia Densidad y Vacíos del agregado mineral.

Máxima gravedad específica

Se realizó el ensayo de Máxima Gravedad específica según el Manual de ensayo de Materiales (Ministerio de Transportes y Comunicaciones, 2016) en la sección MTC E 508.

La máxima gravedad es empleada en el cálculo La presente tesis como metodología hará uso del método de suelos reforzados basaran en la teoría de Con relación a los resultados se analizara un muro de una altura de por medio de como resultado por los ambos métodos que la aplicación se muro y también genera un aspecto estético pues combina bien con el entorno natural por las formas y características de su estructura a diferencia por el agregado. En la

Tabla 30: Se muestra la Máxima Gravedad Especifica de la Mezcla Asfáltica convencional (Ver Anexo 26).

| Ensayo | | | | | |
|---|---------|--------|--------|--------|--------|
| Cemento Asfáltico | % | 5.00 | 5.50 | 6.00 | 6.50 |
| Peso del Material | Gr. | 1500.0 | 1500.0 | 1500.0 | 1500 |
| Peso del Agua + Frasco Rice | Gr. | 5772.0 | 5772.0 | 5772.0 | 5772.0 |
| Peso del Material + Frasco + Agua (en Aire) | Gr. | 7272.0 | 7272.0 | 7272.0 | 7272.0 |
| Peso del Material + Frasco+ Agua (en Agua) | Gr. | 6668.0 | 6665.0 | 6659.0 | 6654.0 |
| Volumen del Material | c.c. | 604.0 | 607.0 | 613.0 | 618.0 |
| Peso Específico Máximo | Gr/c.c. | 2.483 | 2.471 | 2.447 | 2.427 |

| | | | | | |
|----------------------------|------|-------|-------|-------|-------|
| Temperatura de Ensayo | °C | 25°C | 25°C | 25°C | 25°C |
| Tiempo de Ensayo | Min. | 20' | 20' | 20' | 20' |
| Corrección por Temperatura | | 1.000 | 1.000 | 1.000 | 1.000 |

Elaborado por los autores

Ensayo de Inmersión – Compresión Se realiza el ensayo según el Manual de ensayo de Materiales (Ministerio de Transportes y Comunicaciones, 2016). En la sección MTC E 513 se mide la resistencia. Con relación a los resultados se analizará un muro de una altura de por medio de suelos reforzados y muro en voladizo obteniendo como resultado del análisis realizado por los ambos métodos que la aplicación se reduce en un 50% el costo del muro y también genera un aspecto estético pues combina bien con el entorno natural por las formas y características de su estructura a diferencia bituminosas compactadas (Inmersión – Compresión). En la Tabla 31 se muestra el ensayo Inmersión- Compresión (Ver Anexo 27).

Tabla 31: Inmersión – Compresión

| Cálculo Del Índice De Resistencia Conservada (%) | | |
|---|--|---------------------------------------|
| Denominación | Inmersión en Baño María a 60° c por 24 h. | Baño de aire a 25° c por 24 h. |
| Promedio de la Resistencia a la Compresión (Mpa) | 3.39 | 3.0 |
| Índice de Resistencia Conservada (%) | 88.5 | |

Diseño de Mezcla Asfáltica Modificada

Se realizaron en el laboratorio, con cada porcentaje de asfalto establecido, briquetas de mezcla asfáltica modificada, las cuales fueron analizadas mediante Ensayo Marshall.

Ensayo Marshall

Se elaboraron briqueta con cuatro contenidos de asfalto diferentes (5.0, 5.5, 6.0 y 6.5) para determinar el contenido óptimo de asfalto en la mezcla modificada (ver figura 24).

Figura 24: Probetas Marshall de Mezcla Asfáltica Modificada con Diferente Contenido de Asfalto

Para cada contenido de asfalto se realizaron tres briquetas, de donde se extrajeron muestras sin ser alteradas de esa manera facilitar la determinación su capacidad portante y diferentes características del terreno en estudio, levantamiento topográfico: Para obtener curvas de nivel de altimetría y planimetría, se empleó cartas nacionales, se izó uso del software s10;para poder realizar un análisis del costo y así poder determinar u Diseño Marshall de la Mezcla Asfáltica Modificada (Ver Anexo 28 y Anexo 29)

Tabla 32: Resultado del Diseño Marshall de la Mezcla Convencional

| Diseño Marshall de Mezcla(T° mezcla: 150° C Y T° compactación: 143° C) | | | | | |
|--|--------------------|-------------------|-------|-------|-------|
| Parámetros de Diseño | Unidad | Resultados | | | |
| Cemento Asfáltico | % | 5.0 | 5.5 | 6.0 | 6.5 |
| Densidad | kg/cm ³ | 2.416 | 2.428 | 2.437 | 2.443 |
| Estabilidad | kg | 1664 | 1770 | 1768 | 1537 |
| Flujo | 0.01" | 12.7 | 13.7 | 14.7 | 15.3 |
| Vacíos | % | 4.6 | 3.1 | 2.5 | 1.5 |
| Vacíos Agregado Mineral | % | 15.5 | 15.5 | 15.7 | 15.9 |

Los resultados de los parámetros Marshall se representaron en gráficas para los valores de Estabilidad, Flujo, Espacios Vacíos, Densidad y Vacíos del agregado mineral (ver figura 25, figura 26, figura 27, figura 28 y figura 29) Ver Anexo 30

Figura 27: Curva de Densidad

Según el Manual de ensayo de Materiales (Ministerio de Transportes y Comunicaciones, 2016) en la sección MTC E 508 se realizó ensayo de máxima gravedad específica.

Tabla 33: Máxima Gravedad Específica

| ENSAYO | Nº | 1 | 2 | 3 | 4 |
|---|----------------|--------------------|--------------------|--------------------|--------------------|
| Cemento Asfáltico | % | 5.00 | 5.50 | 6.00 | 6.50 |
| Peso del material | Gr . | 150 0.0 | 150 0.0 | 150 0.0 | 1500 |
| Peso del agua + frasco + Peso del material + frasco + agua | Gr . | 577 2.0 | 577 2.0 | 577 2.0 | 577 2.0 |
| (en aire) Peso del material + frasco +agua | Gr . | 730 0.0 | 725 5.0 | 730 0.0 | 7300 |
| (en agua) | Gr . | 670 8.4 | 667 0.0 | 666 1.0 | 666 1.1 |
| Volumen del material | c.c . | 591. 6 | 596. 5 | 600. 2 | 604. 8 |
| Peso Específico máximo | Gr /c. c | 2.53 5 | 2.51 5 | 2.49 9 | 2.48 0 |
| Temperatura de ensayo | °C | 25°C | 25°C | 25°C | 25°C |
| Tiempo de ensayo | Mi n. | 20' | 20' | 20' | 20' |
| Corrección por temperatura | | 1.00 0 | 1.00 0 | 1.00 0 | 1.00 0 |

Ensayo de Inmersión – Compresión

Según el Manual de ensayo de Materiales (Ministerio de Transportes y Comunicaciones, 2016). En la sección MTC E 513 se mide la resistencia a compresión de Mezclas Asfálticas compactadas. En la sección MTC E 518 se determina el efecto del agua en la resistencia a la compresión de Mezclas Bituminosas compactadas (Inmersión – Compresión). En la Tabla 34 Inmersión- Compresión a la mezcla asfáltica modificada (Ver Anexo 32)

Tabla 34: Inmersión – Compresión

| Cálculo del Índice de resistencia conservada (%) | | |
|---|--|---------------------------------------|
| Denominación | Inmersión en Baño maría a 60° c por 24 h. | Baño de aire a 25° c por 24 h. |
| Promedio de La Resistencia a la Compresión (Mpa) | 2.45 | 2.71 |
| Índice de Resistencia Conservada (%) | 90.7 | |

Contenido Óptimo de Asfalto

El contenido óptimo de asfalto en la mezcla se determinó, partiendo desde el porcentaje de asfalto para el promedio de los límites de donde se extrajeron muestras sin ser alteradas de esa manera facilitar la determinación su capacidad portante y diferentes características del terreno en estudio, levantamiento topográfico: Para obtener curvas de nivel de altimetría y planimetría, se empleó cartas nacionales, se izó uso del software s10:para poder realizar un análisis del costo y así poder determinar u Tabla 35 basada en el MTC. (Ver figuras 30, figura 31, figura 32, figura 33 y figura 34), ver Anexo 33.

Tabla 35: Requerimientos EG – 2013 y diseño Marshall de la Mezcla Asfáltica convencional

| Parámetro de diseño de la mezcla convencional | Und | Diseño | Requerimiento | Criterio de aceptación |
|---|------------|---------------|-----------------------|-------------------------------|
| Óptimo Cemento Asfáltico (%) | | 5.5 | | |
| Granulometría Marshall MTC E 504 | | OK | Huso D-5 (ASTM D3515) | Cumple |
| 1. Compactación, numero de golpes | | 75 | 75 | Cumple |
| 2. Densidad | gr/cm3 | 2.391 | | |
| 3. Estabilidad | kg | 1360 | 8.15 KN (831 kg) | Cumple |
| 4. Flujo (0.01"/0.25mm) | pulg | 13.3 | 8 - 14 | Cumple |
| 5. Relación estabilidad - flujo | kg/cm | 4091 | 1700 - 4000 | Cumple |
| 6. Porcentaje de vacíos con aire | % | 4.1 | 3% - 5% | Cumple |
| 7. Vacíos en el agregado mineral | % | 15.1 | 14% min | Cumple |
| 8. Relación polvo - asfalto Inmersión - Compresión MTC E 518 | | 1.3 | 0.6 - 1.3 | Cumple |
| 1. Resistencia a la compresión | Mpa | 3 | 2.1 min | Cumple |
| 2. Resistencia retenida Índice de Compactibilidad | % | 88.5 | 75% min | Cumple |

| | | | | |
|--|---|------|---------|--------|
| Resistencia conservada en la prueba de tracción indirecta AASTHO T 283 | % | 84.9 | 80% min | Cumple |
|--|---|------|---------|--------|

Análisis Comparativo Costo-Beneficio de la Mezcla Asfáltica Convencional y Mezcla Asfáltica Modificada

Se ha realizado la simulación de la ejecución de un tramo de 1km de espesor igual a 3” y un ancho de calzada de 3.60 m, como metodología de análisis se usó el método científico lo cual consiste en el uso de la lógica para realidades o hechos observables, planteando un problema que en nuestro caso sería buscar la forma de contener un talud, para lo cual empezaremos por realizar un análisis del suelo y realizar un estudio de las formas de los tipos de muros existentes y dentro de ellas elegir la mejor alternativa para el terreno en estudio, diez años. En la Tabla 36 se presenta el Análisis Comparativo Económico de las Mezclas Asfálticas

Tabla 36: Análisis Comparativo Económico

| | Asfalto Convencional | Asfalto Modificado con Betutec IC + Aditivo Warmix |
|---------------------------------------|-----------------------------|---|
| Unidad | m3 | m3 |
| Metrado | 274.32 | 274.32 |
| Precio Unitario Precio Unitario de | 340 | 450 |
| Mantenimiento | 10720 | 10720 |
| N° Veces de Mantenimiento | 3 | 0 |
| Total | S/ 125,428.80 | S/ 123,444.00 |

Procedimiento para la Elaboración de Briquetas de Asfalto Convencional y Modificado

El procedimiento de la elaboración de análisis se usó el método científico lo cual consiste en el uso de la lógica para realidades o hechos observables, planteando un problema que en nuestro ellas elegir la mejor alternativa para el terreno en estudio la utilización del cemento asfáltico PEN 60/70 (Ver Anexo 34) por el Betutec IC + aditivo

Warmix (Ver Anexo 35). Los pasos seguidos en la elaboración de las briquetas, convencional y modificada, son:

1. Se realizó el cuarteo y granulometría de cada agregado utilizado en el diseño (piedra chancada, confitillo, arena chancada y arena procesada), para luego realizar la mezcla de los agregados gruesos y finos y finalmente la mezcla de los agregados.
2. Se calentó los agregados en horno a la temperatura de 150° C (Ver figura 36)
3. Se combina con el PEN 60/70 y los agregados a un peso de 1500 g, luego se lleva al horno nuevamente por una hora (Ver figura 37)



Figura 37: Mezcla del PEN 60/70 y Agregados

4. Se vierte, la mezcla de agregado y Cemento Asfáltico, en el molde Marshall para luego ser compactada en una compactadora mecánica a 75 golpes por cara (Ver figura 38 y figura 39)



5. Las briquetas son desmoldadas en una prensa hidráulica pasadas las 24 horas, según la figura 40.



Figura 40: Desmoldación en Prensa

6. Para la realización del ensayo de peso específico (Densidad) las briquetas son pesadas individualmente en seco, luego de ser saturadas en agua a 25 °C y sumergidas en el agua. (Ver figura 41)



Figura 41: Peso Específico

7. En Baño María son sumergidas, las briquetas, aproximadamente a una hora de saturación a 60°C. (Ver figura 42)



Figura 42: Baño María

8. Después de haber sido saturadas en el Baño María son llevadas a la prensa Marshall para la rotura de cada briqueta. (Ver figura 37)



Figura 43: Prensa Marshall

9. Finalmente, se realiza una mezcla adicional de análisis se usó el método científico lo cual consiste en el uso de la lógica para realidades o hechos observables, planteando un problema que en nuestro caso sería buscar la forma de contener un talud, para lo cual empezaremos por realizar un análisis del suelo y realizar un estudio de las formas de los tipos de muros existentes y dentro de ellas elegir la mejor alternativa para el terreno en estudio 25°C. (Ver figura 44 y figura 45)

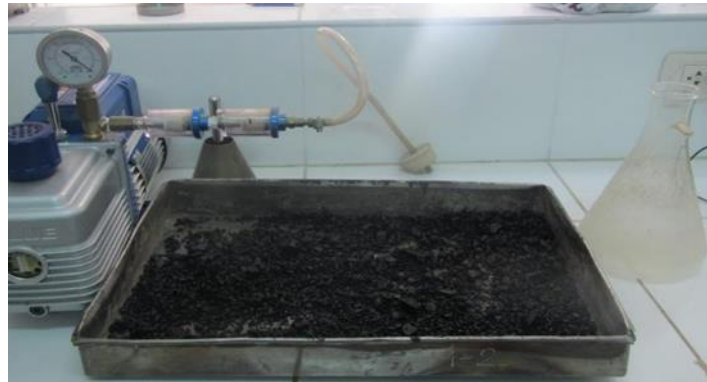


Figura 44: Mezcla Asfáltica para RICE



Figura 45: Ensayo Máxima Gravedad Específica

IV. DISCUSIÓN

4.1 Discusión de objetivo general

4.2.1 Determinar la influencia del Betutec IC más aditivo Warmix en el comportamiento mecánico de una mezcla asfáltica convencional, Lima 2019.

Según Hugarte (2018) “Evaluación de la mezcla asfáltica convencional modificada con BETUTEC IC, Se determinó que de acuerdo con los ensayos que se consiguieron en laboratorio indica que el BETUTEC IC genera cambios en la estabilidad, Flujo, densidad y cantidad de vacíos de una forma considerable dando una mejora a dicha mezcla.

Estos resultados del trabajo de investigación, son similares con respecto al antecedente mencionado. Puesto que la incorporación de Betutec IC + aditivo Warmix mejora significativamente el comportamiento mecánico de la mezcla asfáltica modificada. Puesto que mejora su densidad, estabilidad y flujo así mismo como reduce los vacíos del agregado.

4.2 Discusión de objetivos específicos

4.2.1 Determinar la influencia del Betutec IC más aditivo Warmix en la estabilidad de una mezcla asfáltica convencional, Lima 2019.

Según Granados (2017) “Comportamiento mecánico de la mezcla asfáltica en caliente modificada con caucho mediante proceso por vía seca respecto a la mezcla Asfáltica convencional, , Se determinó que para la mezcla asfáltica convencional, se determinó el contenido óptimo de asfalto de 5.5%, con el cual se logró el mejor comportamiento mecánico de la mezcla, obteniéndose una estabilidad 1350 kg y para las mezclas modificadas con granos de caucho, se determinó el contenido óptimo de asfalto de 5.5% obteniéndose una estabilidad 2175 kg.

Estos resultados del trabajo de investigación son similares con respecto al antecedente mencionado. Ya que la influencia del Betutec IC más aditivo Warmix en una mezcla asfáltica convencional pasa de tener una estabilidad de 1366 a 1790 lo cual genera un 31.04% de mejora en su estabilidad.

| Parámetros de Diseño Marshall MTC E 504 | Clase de mezcla PEN 60/70 | Convencional | Modificado | Diferencia |
|--|----------------------------------|---------------------|-------------------|-------------------|
| Estabilidad | kg/cm ² | 1366 | 1790 | 31.04% |

4.2.2 Determinar la influencia del Betutec IC más aditivo Warmix en la fluidez de una mezcla asfáltica convencional, Lima 2019.

Según Carrizales (2015), en su trabajo de investigación “Asfalto modificado con material reciclado de llantas para su aplicación en pavimentos flexibles”. Se encontró que el flujo de los asfaltos convencionales es de 4.81 mm mientras de los asfaltos modificados con caucho reciclado es de 7.03 mm.

Estos resultados del trabajo de investigación son similares con respecto al antecedente mencionado. Ya que la influencia del Betutec IC más aditivo Warmix en una mezcla asfáltica convencional pasa de tener una fluidez de 13.4 a 13.8 lo cual genera un 2.99% de mejora en su flujo.

| Parámetros de Diseño Marshall MTC E 504 | Clase de mezcla PEN 60/70 | Convencional | Modificado | Diferencia |
|--|----------------------------------|---------------------|-------------------|-------------------|
| Flujo | 0.01" | 13.4 | 13.8 | 2.99% |

4.2.3 Determinar la influencia del Betutec IC más aditivo Warmix en la densidad de una mezcla asfáltica convencional, Lima 2019

Según Hugarte (2018) “Evaluación de la mezcla asfáltica convencional modificada con BETUTEK IC, Se determinó que la densidad de la mezcla asfáltica modificada con incorporación de aditivo es superior a la densidad de la mezcla asfáltica convencional en 2.22%.

Estos resultados del trabajo de investigación son similares con respecto al antecedente mencionado. Ya que la influencia del Betutec IC más aditivo Warmix en una mezcla

asfáltica convencional pasa de tener una densidad de 2.491 a 2.528 lo cual genera un 1.49% de aumento en su densidad.

| Parámetros de Diseño Marshall MTC E 504 | Clase de mezcla PEN 60/70 | Convencional | Modificado | Diferencia |
|--|--|---------------------|-------------------|-------------------|
| Densidad | kg/cm ³ | 2.491 | 2.528 | 1.49% |

4.2.4 Determinar la influencia del Betutec IC más aditivo Warmix en los vacíos de una mezcla asfáltica convencional, Lima 2019

Según Carrizales (2015), en su trabajo de investigación “Asfalto modificado con material reciclado de llantas para su aplicación en pavimentos flexibles”. El porcentaje de vacíos de los asfaltos convencionales es de 2.25% mientras de los asfaltos modificados con caucho reciclado es de 9.06%. Esto debido a que el caucho genera vacíos por su forma misma y al momento de compactar amortigua los golpes.

En nuestro trabajo de investigación son diferentes con respecto al antecedente mencionado. Ya que la influencia del Betutec IC más aditivo Warmix en una mezcla asfáltica convencional pasa de tener un porcentaje de vacíos de 4.2 a 3.2 lo cual genera un 23.81% de disminución de porcentaje de vacíos lo cual produce que su densidad aumente.

| Parámetros de Diseño Marshall MTC E 504 | Clase de mezcla PEN 60/70 | Convencional | Modificado | Diferencia |
|--|--|---------------------|-------------------|-------------------|
| Vacíos | % | 4.2 | 3.2 | -23.81% |

4.2.5 Determinar la influencia del Betutec IC más aditivo Warmix en los agregados minerales de una mezcla asfáltica convencional, Lima 2019

Según Hugarte (2018) “Evaluación de la mezcla asfáltica convencional modificada con BETUTEC IC, Se determinó que los espacios vacíos del agregado mineral de la

mezcla asfáltica modificada con incorporación de aditivo es mayor en 2.85% al convencional.

Estos resultados del trabajo de investigación son similares con respecto al antecedente mencionado. Ya que la influencia del Betutec IC más aditivo Warmix en una mezcla asfáltica convencional pasa de tener un porcentaje de vacíos del agregado mineral de 15.2 a 15.6 lo cual genera un 2.63% en el aumento de vacíos del agregado mineral.

| Parámetros de Diseño Marshall MTC E 504 | Clase de mezcla PEN 60/70 | Convencional | Modificado | Diferencia |
|--|--|---------------------|-------------------|-------------------|
| Vacíos Agregado Mineral | % | 15.2 | 15.6 | 2.63% |

V. CONCLUSIONES

5.1 Conclusiones

- ❖ Se determinó que La incorporación de Betutec IC + aditivo Warmix mejora significativamente el comportamiento mecánico de la mezcla modificada respecto a la mezcla asfáltica convencional. Se obtuvieron los siguientes beneficios: incremento de la Fluidez, Estabilidad, Densidad, Espacios vacíos del agregado mineral y la reducción de espacios vacíos de la mezcla asfáltica, los cuales se traducen en mayor durabilidad ante agentes agresores e incrementa la vida útil del pavimento.
- ❖ Se determinó que la estabilidad de la mezcla asfáltica modificada con incorporación de aditivo es significativamente superior a la Estabilidad de la mezcla asfáltica convencional en 31.04%.
- ❖ Se determinó que el Flujo de la mezcla asfáltica modificada con incorporación de aditivo es superior en 2.99% a la convencional.
- ❖ Se determinó que la Densidad de la mezcla asfáltica modificada con incorporación de aditivo es superior a la Estabilidad de la mezcla asfáltica convencional en 1.49%.
- ❖ Se determinó que los espacios vacíos de la mezcla asfáltica modificada con incorporación de aditivo es menor en 23.81% al convencional.
- ❖ Se determinó que los espacios vacíos del agregado mineral de la mezcla asfáltica modificada con incorporación de aditivo es mayor en 2.63% al convencional.

VI. RECOMENDACIONES

Aplicar el Betutec IC + aditivo Warmix en la reparación de los pavimentos dañados de diferentes zonas de lima donde el parque automotor ha aumentado considerablemente y las pistas se encuentran en muy mal estado.

Controlar la temperatura de compactación de la mezcla modificada, evitando que sea menor a 145° C, ya que de lo contrario, esta se volvería muy viscosa y no trabajable.

Efectuar el análisis económico (costo/beneficio) de la ejecución de pavimentos con mezcla asfáltica modificada con Betutec IC + aditivo Warmix comparada con la mezcla asfáltica convencional.

Realizar un estudio de post-colocación, entre 10 a 12 meses, ya que con la Transitabilidad se sellan los espacios vacíos de la mezcla asfáltica, obteniendo valores reales (in situ).

A fin de aplicar criterios de “desarrollo sostenible” preservando el medio ambiente, el Gobierno debería implementar la Normatividad para el uso de aditivos en los proyectos viales del país, ya que se obtendría innovación tecnológica

REFERENCIAS

ABU Salem, Zaydoun T., KHEDAWI, Taisir S., BAKER, Musa Bani and ABENDEH Raed. Effect of Waste Glass on Properties of Asphalt Concrete Mixtures. Jordan Journal of Civil Engineering [online]. 11 (1): 2017, Pages 117-131. [Date of consultation: 19 de May 2019].

Available in <http://oldwww.just.edu.jo/~jjce/>

ISSN: 1993-0461

AL Jumaili, Mohammed Abbas Hasan. Laboratory Evaluation Of Modified Porous Asphalt Mixtures. Department of civil engineering / University of Kufa [online]. 2 (3): March 2016, pp. 104-117. [Date of consultation: 24 de May 2019].

Available in <http://olddrji.lbp.world/JournalProfile.aspx?jid=2423-4796>

ISSN: 2423-4796

ALVAREZ Briceño, Luis Alberto y CARRERA Sanchez, Ever Tony. Influencia de la incorporación de partículas de caucho reciclado como agregados en el diseño de mezcla asfáltica. Tesis (Título en Ingeniería Civil). Trujillo: Universidad Privada Antenor Orrego de Trujillo, Facultad de Ingeniería, Escuela Profesional de Ingeniería Civil. 2017. 150 pp.

Disponible en <http://repositorio.upao.edu.pe/handle/upaorep/3595>

ARANGURI Linares, Juan Jose Segundo y VALVERDE Villacorta, Hristo Augusto. Análisis Comparativo del Comportamiento Estructural de Mezclas Asfálticas en Caliente y Mezclas Asfálticas Emulsionadas en los Pavimentos. Tesis (Título en Ingeniería Civil). Trujillo: Universidad Privada Antenor Orrego de Trujillo, Facultad de Ingeniería, escuela Profesional de Ingeniería Civil. 2018. 137 pp.

Disponible en <http://repositorio.upao.edu.pe/handle/upaorep/4185>

BALASEKARAM, Jayaprakas. Evaluation of Nevada's Warm Mix Asphalt Mixtures with Recycled Asphalt Pavements. Theses (Master of Science). Reno: University of Nevada, Reno, Department Civil and Environmental Engineering. 2016. 80 pp.

Available in <https://scholarworks.unr.edu/handle/11714/2270>

BALSECA Villacís, Bryan Leonardo y BECERRA López, Doris Cecilia. Análisis comparativo de módulo resiliente y ensayos de deformación permanente en mezclas asfálticas con briquetas compactadas empleando martillo marshall y compactador giratorio de las plantas: asfalto ubicada en quito y tea s.a. ubicada en guayllabamba. Tesis (Título en Ingeniería Civil). Quito: Pontificia Universidad Católica del Ecuador, Facultad de Ingeniería, Escuela de Civil. 2017. 175 pp.

Disponible en <http://repositorio.puce.edu.ec/handle/22000/14466>

CAHUANA Huayanca, Patricia Elizabeth y LIMAS Sifuentes, Herless. Análisis Comparativo del Comportamiento Mecánico de una Mezcla Asfáltica Modificada con Betutec IC + Aditivo Warmix Respecto a la Mezcla Asfáltica Convencional. Tesis (Título en Ingeniería Civil). Lima: Universidad de San Martín de Porres, Facultad de Ingeniería y Arquitectura, Escuela Profesional de Ingeniería Civil. 2018. 154 pp.

Disponible en <http://www.repositorioacademico.usmp.edu.pe/handle/usmp/4016>

CARRIZALES Apaza, José Javier. Asfalto Modificado con Material Reciclado de Llantas para su Aplicación en Pavimentos Flexibles. Tesis (Título en Ingeniería Civil). Puno: Universidad Nacional del Altiplano, Facultad de Ingeniería Civil Y Arquitectura, Escuela Profesional de Ingeniería Civil. 2015. 119 pp.

Disponible en <http://repositorio.unap.edu.pe/handle/UNAP/1888>

CID Morales, Javier Antonio. Uso de cal hidratada como relleno mineral para el Mejoramiento de las características físicas y propiedades Mecánicas de la mezcla asfáltica en caliente. Tesis (Título en Ingeniería Civil). Guatemala: Universidad de San Carlos de Guatemala, Facultad de Ingeniería, Escuela de Ingeniería Civil. 2016. 147 pp.

Disponible en <http://repositoriosiidca.csuca.org/Record/RepoUSAC5734>

CHEN, Xuan. Evaluation of Cold Recycled Asphalt Mixtures Modified With Conventional and Polymer Modified Emulsion. Theses (Master of Science). Pennsylvania: The Pennsylvania State University, The Graduate School, Department of Civil and Environmental Engineering. 2015. 126 pp.

Available in <https://etda.libraries.psu.edu/catalog/25055>

FLORES Siguenza, Cristian Antonio y VÁSQUEZ Flores, Mario Estuardo. Relación de las propiedades Marshall de estabilidad y flujo de una mezcla asfáltica en caliente, durante su colocación y posterior a la misma. Tesis (Magister en Vialidad y Transportes). Cuenca: Universidad de Cuenca, Facultad de Ingeniería. 2017. 200 pp.

Disponible en <http://dspace.ucuenca.edu.ec/handle/123456789/28039>

GRANADOS Noa, José Luis. Comportamiento Mecánico de la Mezcla Asfáltica en Caliente Modificada con Caucho Mediante Proceso por Vía Seca Respecto a la Mezcla Asfáltica Convencional. Tesis (Magister en ingeniería vial con mención en carreteras, puentes y túneles Lima: Universidad Ricardo Palma, Escuela de Posgrado. 2017. 297 pp.

Disponible en <http://repositorio.urp.edu.pe/handle/URP/1572?show=full>

GROENNIGER, J. [et al]. Experimental investigation of asphalt mixture containing Linz-Donawitz steel slag. ScienceDirect [online]. 4 (4): August 2017, Pages 372-379. [Date of consultation: 25 de May 2019].

Available in <https://www.sciencedirect.com/science/article/pii/S2095756416303117?via%3Dihub>

ISSN: 2095-7564

HERNÁNDEZ Cabrera, Gerardo Hamid y RAMÍREZ Rodríguez, Fernando. Análisis de la influencia del grado de compactación de una mezcla asfáltica en su deformación permanente y la susceptibilidad a la humedad. Tesis (Título en Ingeniería Civil). Bogotá: Universidad Católica de Colombia, Facultad de Ingeniería. 2016. 47 pp.

Disponible en <https://repository.ucatolica.edu.co/handle/10983/14484>

HERNÁNDEZ, Roberto [et al.]. Metodología de la Investigación. [en línea]. 6.^a ed. México D.F.: McGRAW-HILL / INTERAMERICANA EDITORES, S.A. DE C.V. 2014. [fecha de consulta 12 de mayo de 2019].

Disponible

en:

https://periodicooficial.jalisco.gob.mx/sites/periodicooficial.jalisco.gob.mx/files/metodologia_de_la_investigacion_-_roberto_hernandez_sampieri.pdf

ISBN: 978-1-4562-2396-0

JADIDIREDINDI, Kazem. Evaluation of the Properties of Rubberized Asphalt Binders and Mixture. Theses (Doctor of Philosophy). Las Vegas : University of Nevada, Department of Civil and Environmental Engineering and Construction, Howard R. Hughes College of Engineering The Graduate College. 2017. 159 pp.

Available in <https://digitalscholarship.unlv.edu/thesesdissertations/3081/>

JASSO, Martin. The Mechanism of Modification and Properties of Polymer Modified Asphalts. Theses (Doctor of Science). Calgary : University of Calgary, Faculty of Graduate Studies. 2016. 308 pp.

Available in <https://prism.ucalgary.ca/handle/11023/3024>

KARRI, Abdullah y HELLWIG, Sandra. Comparing rubber modified asphalt to conventional asphalt. Assessment of Trafikverket's road survey tool. Theses (Master's Programme Infrastructure and Environmental Engineering). Göteborg, Sweden: CHALMERS UNIVERSITY OF TECHNOLOGY, Division of GeoEngineering, Department of Civil and Environmental Engineering. 2015. 147 pp.

Available in <http://studentarbeten.chalmers.se/publication/221482>

MAHESH Babu, Awari. Flexible Pavements Deterioration and Solutions. VSRD International Journal of Mechanical, Civil, Automobile and Production Engineering [online]. 6 (10): November 2016, Pages 271-274. [Date of consultation: 21 de May 2019].

Available in <http://www.vsrjournals.com/jms/home.php?ii=13>

ISSN: 2249-8303

MARTINS Zaumanis, RAJIB B. Mallick y ROBERT Frank. 100% hot mix asphalt recycling: challenges and benefits. ScienceDirect [online]. 14: April 18-21, 2016, Pages 3493 – 3502. [Date of consultation: 21 de May 2019].

Available

in

<https://www.sciencedirect.com/science/article/pii/S2352146516303210>

ISSN: 2352-1465

MEJÍA Loera, Daniel. Influencia del polvo de neumático en la tensión indirecta y energía de fractura de las mezclas asfálticas tibias. Tesis (Magister en Ingeniería). México, D. F.: Universidad Nacional Autónoma de México, Programa de Maestría y Doctorado en Ingeniería. 2015. 104 pp.

Disponible

en

<http://www.ptolomeo.unam.mx:8080/xmlui/handle/132.248.52.100/8415>

MERINO Yépez, Milton Robert and ESTRADA Escalante, Víctor Rafael. Estudio y análisis de desempeño de mezcla asfáltica convencional PEN 85/100 plus y mezcla asfáltica modificada con polímero tipo SBS PG 70-28". Tesis (Título en Ingeniería Civil). Cusco: Universidad Andina del Cusco, Facultad de Ingeniería y Arquitectura, Escuela Profesional de Ingeniería Civil. 2017. 223 pp.

Disponible en <http://repositorio.uandina.edu.pe/handle/UAC/1057>

Ministerio de Transporte y Comunicaciones (MTC). R.D. N° 10 – 2014 – MTC / 14. Manual de Carreteras. Perú, 1978. 281 pp.

Disponible en <https://www.gob.pe/mtc>

Ministerio de Transporte y Comunicaciones (MTC). Manual de Carreteras Especificaciones Técnicas Generales para Construcción EG - 2013. Perú, 1978. 1282 pp.

Disponible en http://transparencia.mtc.gob.pe/idm_docs/P_recientes/4955.pdf

NAVARRO Jiménez, José Martín. Propuesta de diseño de mezclas asfálticas con adiciones de PET. Tesis (Título en Ingeniería Civil). Pimentel: Universidad Señor de Sipán, Facultad de Ingeniería, Arquitectura y Urbanismo, escuela Académico Profesional de Ingeniería Civil. 2017. 166 pp.

Disponible en <http://repositorio.uss.edu.pe/handle/uss/4569>

PALELLA, Santa y MARTINS, Feliberto. Metodología de la Investigación cuantitativa. 1.a reimpresión. Caracas: Fondo Editorial de la Universidad Pedagógica Experimental Libertador, 2012. [fecha de consulta 12 de mayo de 2019].

Disponible en <https://es.calameo.com/books/000628576f51732890350>

ISBN: 980-273-445-4

PASETTO, Marco and BALDO, Nicola. Fatigue Performance of Recycled Hot Mix Asphalt: A Laboratory Study. Advances in Materials Science and Engineering (Hindawi) [online]. 2017: February 2017, Pages 10. [Date of consultation: 23 de May 2019].

Available in <https://www.hindawi.com/journals/amse/2017/4397957/>

ID 4397957

PORTA Romero, Soledad Yanina. Evaluación y comparación de metodologías índice de condición de pavimentos (PCI) y visión e inspección de zonas e itinerarios en riesgo (VIZIR) en la avenida Mariscal Castilla. Tesis (Título en Ingeniería Civil). Huancayo - Perú: Universidad Nacional del Centro del Perú, Facultad de Ingeniería Civil. 2016. 241 p

Disponible en <http://repositorio.uncp.edu.pe/handle/UNCP/432>

RONDÓN Quintana, Hugo Alexander y REYES Lizcano, Fredy Albert. Pavimentos. Materiales, construcción y diseño. ECOE EDICIONES, 2015. [fecha de consulta 12 de mayo de 2019].

Disponible en <https://www.ecoediciones.com/libros/ingenieria-civil/pavimentos-1ra-edicion/>

ISBN: 9789587711769

SANTOS, J. [et al]. A comparative life cycle assessment of hot mixes asphalt containing bituminous binder modified with waste and virgin polymers. ScienceDirect [online]. 69: May 2018, Pages 194 – 199. [Date of consultation: 22 de May 2019].

Available

in

<https://www.sciencedirect.com/science/article/pii/S2212827117308181>

ISSN: 2212-8271

SEGURA Almanza, Anlly Tatiana. Estudio del comportamiento físico y mecánico de mezclas asfálticas; con materiales reutilizables en la construcción como escoria de acero. Tesis (Título en Ingeniería Civil). Bogotá D.C: Universidad Católica de Colombia, Facultad de Ingeniería, Programa de Ingeniería Civil. 2017. 85 pp.
Disponible en <https://repository.ucatolica.edu.co/handle/10983/15079>

SOL, Miguel, MORENO, Fernando and RUBIO, Carmen. Study of Surfactant Additives for the Manufacture of Warm Mix Asphalt: From Laboratory Design to Asphalt Plant Manufacture. Construction Engineering Laboratory of the University of Granada (MDPI) [online]. 7 (7): July 2017, n° 745. [Date of consultation: 24 de May 2019].
Available in <https://www.mdpi.com/2076-3417/7/7/745>
ISSN: 2076-3417

SOTIRIADIS, Georgios. Asphalt transport pavements : causes of deterioration, methods of maintenance and suggestions/guidelines for new smart methods. Theses (Postgraduate). Limassol: Cyprus University of Technology Department of Civil Engineering and Geomatics. 2016. 55 pp.
Available in <https://ktisis.cut.ac.cy/handle/10488/9482>

VALDERRAMA, Mendoza Santiago. Pasos para Elaboración Proyectos y Tesis de Investigación Científica. 2.a ed. Lima: San Marcos, 2013. [fecha de consulta 11 de mayo de 2019].
Disponible en <http://biblioteca.utea.edu.pe/cgi-bin/koha/opac-detail.pl?biblionumber=5290>
ISBN: 9786123028787

VALDIVIA Sánchez, Vitmer Lubel. Análisis del comportamiento mecánico de mezclas asfálticas en caliente incorporando polímeros SBS en la Av. Universitaria cuadra 53 al 57- Comas, Lima 2017. Tesis (Título en Ingeniería Civil). Lima: Universidad Cesar Vallejo, Facultad de Ingeniería, Escuela Profesional de Ingeniería Civil. 2017. 162 pp.

Disponible en <http://repositorio.ucv.edu.pe/handle/UCV/1523>

VERGARA Vicuña, Antony Luis. Evaluación del estado funcional y estructural del pavimento flexible mediante la metodología PCI tramo Quichuay - Ingenio del KM 0+000 al KM 1+000 2014. Tesis (Título en Ingeniería Civil). Huancayo - Perú: Universidad Nacional del Centro del Perú, Facultad de Ingeniería Civil. 2015. 173 p

Disponible en <http://repositorio.uncp.edu.pe/handle/UNCP/421>


YASANTHI Rillagoda, RENGARASU Terrance & BANDARA W. Study on the Performance of Waste Materials in Hot Mix Asphalt Concrete. American Scientific Research Journal for Engineering, Technology, and Sciences (ASRJETS) [online]. 23 (1): November 2016, Pages 252-267. [Date of consultation: 22 de May 2019]. Available in http://asrjetsjournal.org/index.php/American_Scientific_Journal/article/view/1972
ISSN: 2313-4402

ANEXOS

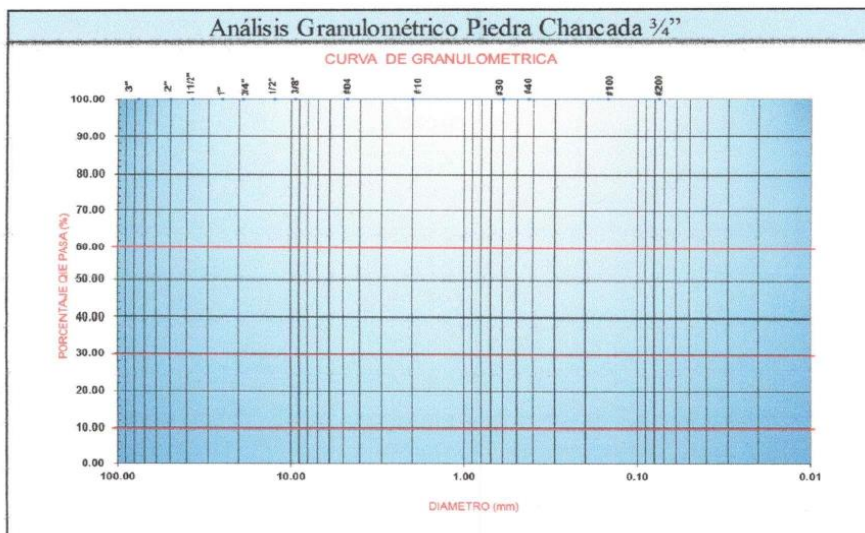
Anexo 1: Matriz de consistencia

| TÍTULO: Comportamiento mecánico de una mezcla asfáltica convencional adicionando Betutec IC mas aditivo Warmix, Lima - 2019 | | | | | | | | | | |
|--|--|---|--|--|--|---|-------------|-------------|----------------------------|-----------------|
| PROBLEMA | OBJETIVO | HIPÓTESIS | VARIABLES | DIMENSIONES | INDICADORES | METODOLOGÍA | | | | |
| <p>Problema general</p> <p>¿Cuál es la influencia del Betutec IC más aditivo Warmix en el comportamiento mecánico de una mezcla asfáltica convencional, Lima 2019?</p> <p>Problemas específicos</p> <p>¿Cuál es la influencia del Betutec IC más aditivo Warmix en la estabilidad de una mezcla asfáltica convencional, Lima 2019?</p> <p>¿Cuál es la influencia del Betutec IC más aditivo Warmix en la fluidez de una mezcla asfáltica convencional, Lima 2019?</p> <p>¿Cuál es la influencia del Betutec IC más aditivo Warmix en la densidad de una mezcla asfáltica convencional, Lima 2019?</p> <p>¿Cuál es la influencia del Betutec IC más aditivo Warmix en los vacíos de una mezcla asfáltica convencional, Lima 2019?</p> <p>¿Cuál es la influencia del Betutec IC más aditivo Warmix en los agregados minerales de una mezcla asfáltica convencional, Lima 2019?</p> | <p>Objetivo general</p> <p>Determinar la influencia del Betutec IC más aditivo Warmix en el comportamiento mecánico de una mezcla asfáltica convencional, Lima 2019</p> <p>Objetivos específicos</p> <p>Determinar la influencia del Betutec IC más aditivo Warmix en la estabilidad de una mezcla asfáltica convencional, Lima 2019</p> <p>Determinar la influencia del Betutec IC más aditivo Warmix en la fluidez de una mezcla asfáltica convencional, Lima 2019</p> <p>Determinar la influencia del Betutec IC más aditivo Warmix en la densidad de una mezcla asfáltica convencional, Lima 2019</p> <p>Determinar la influencia del Betutec IC más aditivo Warmix en los vacíos de una mezcla asfáltica convencional, Lima 2019</p> <p>Determinar la influencia del Betutec IC más aditivo Warmix en los agregados minerales de una mezcla asfáltica convencional, Lima 2019</p> | <p>Hipótesis general</p> <p>El Betutec IC más aditivo Warmix influye de forma significativa en el comportamiento mecánico de una mezcla asfáltica convencional, Lima 2019?</p> <p>Objetivos específicos</p> <p>El Betutec IC más aditivo Warmix influyen de forma significativa en la estabilidad de una mezcla asfáltica convencional, Lima 2019</p> <p>El Betutec IC más aditivo Warmix influyen de forma significativa en la fluidez de una mezcla asfáltica convencional, Lima 2019</p> <p>El Betutec IC más aditivo Warmix influyen de forma significativa en la densidad de una mezcla asfáltica convencional, Lima 2019</p> <p>El Betutec IC más aditivo Warmix influyen de forma significativa en los vacíos de una mezcla asfáltica convencional, Lima 2019</p> <p>El Betutec IC más aditivo Warmix influyen de forma significativa en los agregados minerales de una mezcla asfáltica convencional, Lima 2019</p> | <p>VARIABLE INDEPENDIENTE: Betutec IC más aditivo Warmix. (rango entre 2.5 a 3 % incorporado en el cemento asfáltico)</p> | Gráfico de Temperaturas de Mezcla y Compactación | Certificado de Calidad Betutec IC mas aditivo Warmix | <p>Tipo de investigación</p> <ul style="list-style-type: none"> • Aplicada <p>Nivel de investigación</p> <ul style="list-style-type: none"> • Correlacional <p>Diseño de la investigación</p> <ul style="list-style-type: none"> • Experimental <p>Población</p> <ul style="list-style-type: none"> • Mezcla asfáltica convencional y modificada con distintos porcentajes de incorporación de Betutec IC + aditivo Warmix. <p>Muestra</p> <ul style="list-style-type: none"> • 12 briquetas de mezcla asfáltica convencional y 12 briquetas de mezcla asfáltica modificada. <p>Diseño muestral</p> <ul style="list-style-type: none"> • no probabilística. | | | | |
| | | | | Consistencia | Penetración | | Elasticidad | Estabilidad | Recuperación elástica 5°C | |
| | | | | | punto de ablandamiento | | | | Recuperación elástica 25°C | |
| | | | | | viscosidad | | | | Ensayo Marshall | |
| | | | | Elasticidad | Ensayo Marshall | | Fluidez | Densidad | (Estabilidad) | |
| | | | | | | | | | Espacios Vacíos | Ensayo Marshall |
| | | | (Fluidez) | | | | | | | |
| | | | | | | Ensayo de Peso | | | | |
| | | | | | | | | | | |
| | | | <p>VARIABLE DEPENDIENTE: Comportamiento mecánico de una mezcla asfáltica</p> | | | | | | | |

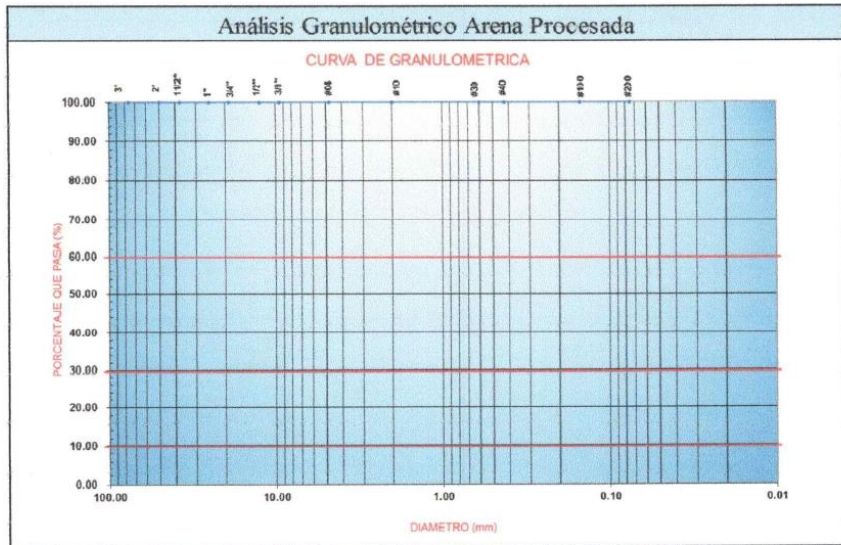
Ensayo de Agregado Grueso

|  UNIVERSIDAD CÉSAR VALLEJO | | INSTRUMENTO DE RECOLECCION DE DATOS: FICHA DE REGISTRO DE DATOS | |
|--|-----------|--|------------|
| Comportamiento mecánico de una mezcla asfáltica convencional adicionando Betutec IC mas aditivo Wamix, Lima - 2019 ASUNTO: Ensayo de Agregados Gruesos AUTOR: De La Cruz Alarcón Cesar | | | |
| Ubicación : Distrito : Provincia : Departamento : | | | |
| Requerimiento para Agregado Grueso | | | |
| Ensayos | Norma | Requerimiento | |
| | | Altitud (msnm) | Resultados |
| Durabilidad (al sulfato de Magnesio) | MTC E 209 | 18% máx. | |
| Índice de Durabilidad | MTC E 214 | 35% mín. | |
| Partículas chatas y alargadas | ASTM 4791 | 10% máx. | |
| Caras fracturadas | MTC 210 | 85/50 | |
| Sales solubles Totales | MTC 219 | 0.5% máx. | |
| Absorción | MTC 206 | 1.0% máx. | |

Manual de Carreteras Especificaciones Técnicas Generales para la Construcción EG-2013, Ministerio de Transportes y Comunicaciones, subsección 415-02(a), cumpliendo los requerimientos establecidos

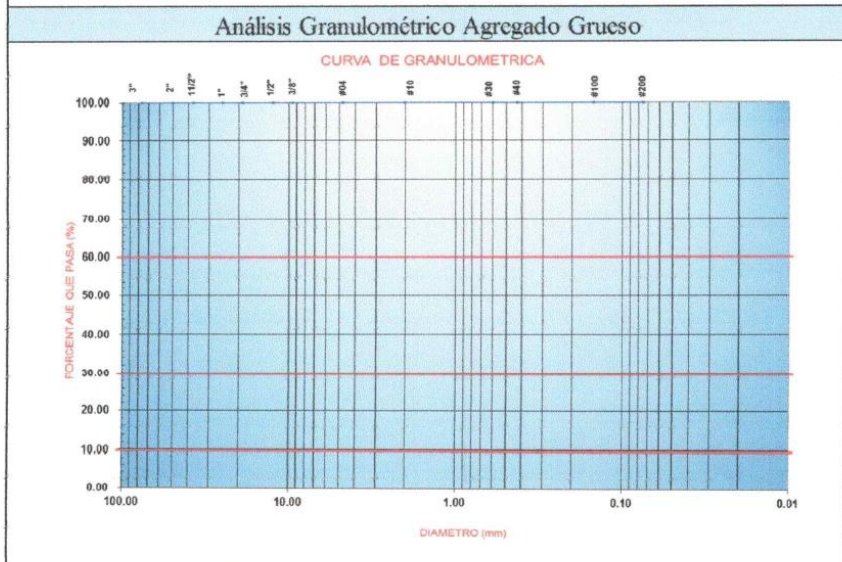
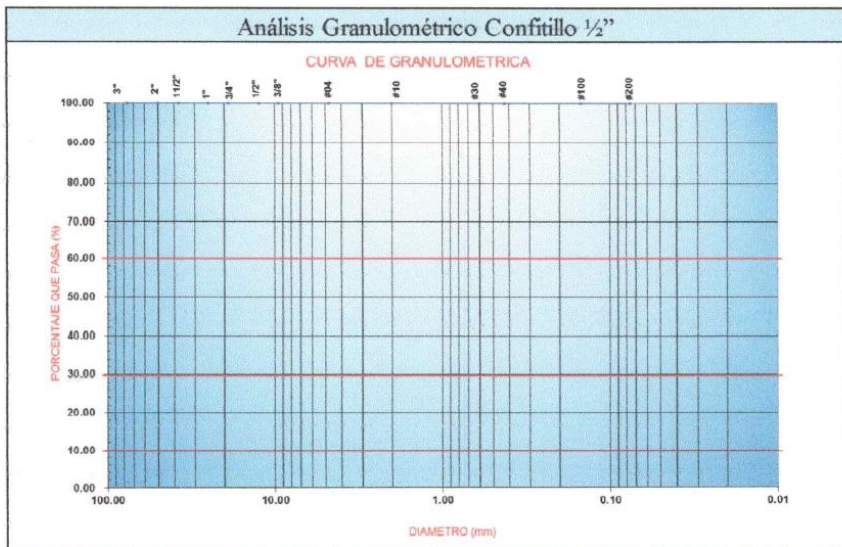


FUENTE: Manual de Carreteras Especificaciones Técnicas Generales para la Construcción EG-2013, Ministerio de Transportes y Comunicaciones.
 Elaboración Propia



| | | | |
|--|------------|------------------------|----------|
| Nombres y Apellidos: PAUL VALERIO VENTURA CAHUANA | | | |
| Registro CIP N°: 132439 | | EVALUACIÓN DEL EXPERTO | |
| Correo: | Parámetros | Puntaje de Evaluación | Promedio |
| Firma: | 1 | | 0,9 |
| | 2 | | |
| | 3 | | |
| | 4 | | |


FUENTE: Manual de Carreteras Especificaciones Técnicas Generales para la Construcción EG-2013, Ministerio de Transportes y Comunicaciones.
Elaboración Propia



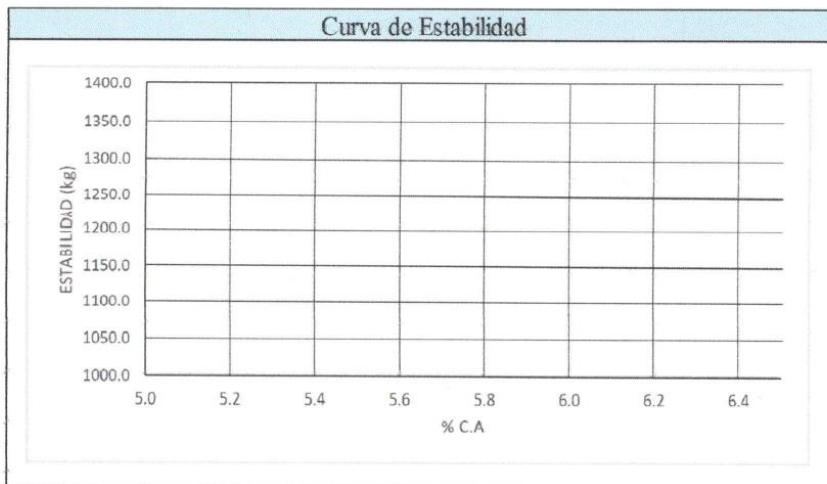
| | | | |
|--|------------|------------------------|----------|
| Nombres y Apellidos: VENTURA CAHUANA PAUL VALERIO | | | |
| Registro CIP N°: 132439 | | EVALUACIÓN DEL EXPERTO | |
| Correo: | Parámetros | Puntaje de Evaluación | Promedio |
| Firma: | 1 | | 0,9 |
| | 2 | | |
| | 3 | | |
| | 4 | | |

FUENTE: Manual de Carreteras Especificaciones Técnicas Generales para la Construcción EG-2013, Ministerio de Transportes y Comunicaciones.
Elaboración Propia

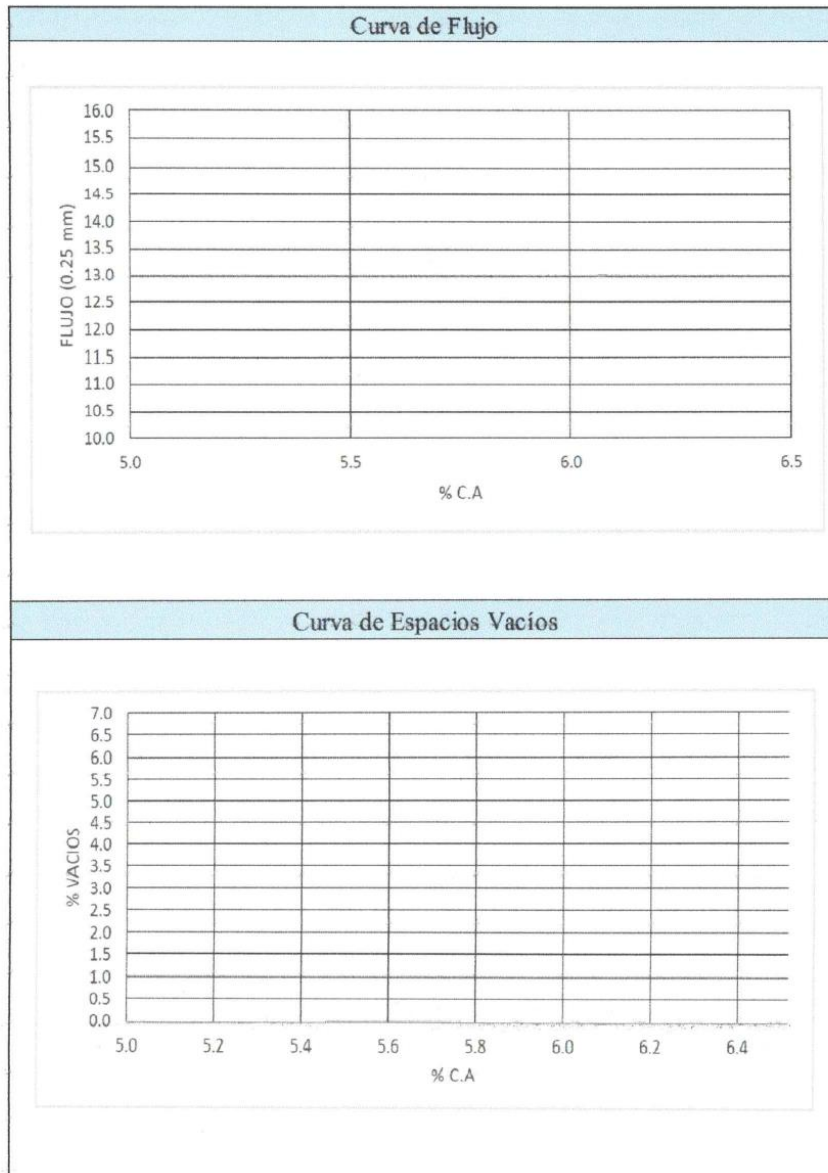
Ensayo de Marshall

|  UNIVERSIDAD CÉSAR VALLEJO | | INSTRUMENTO DE RECOLECCION DE DATOS: FICHA DE REGISTRO DE DATOS | |
|---|--------------------|--|--|
| Comportamiento mecánico de una mezcla asfáltica convencional adicionando Betutec IC mas aditivo Warmix, Lima - 2019 ASUNTO: Ensayo Marshall AUTOR: De La Cruz Alarcón Cesar | | | |
| Ubicación : Distrito : Provincia : Departamento : | | | |
| Diseño Marshall de la Mezcla | | | |
| Diseño Marshall de mezcla (T° mezcla: 150° C Y T° compactación: 143° C) | | | |
| Parámetros de diseño | Unidad | Resultados | |
| Cemento Asfáltico | % | | |
| Densidad | kg/cm ³ | | |
| Estabilidad | kg | | |
| Flujo | 0.01" | | |
| Vacios | % | | |
| Vacios Agregado Mineral | % | | |

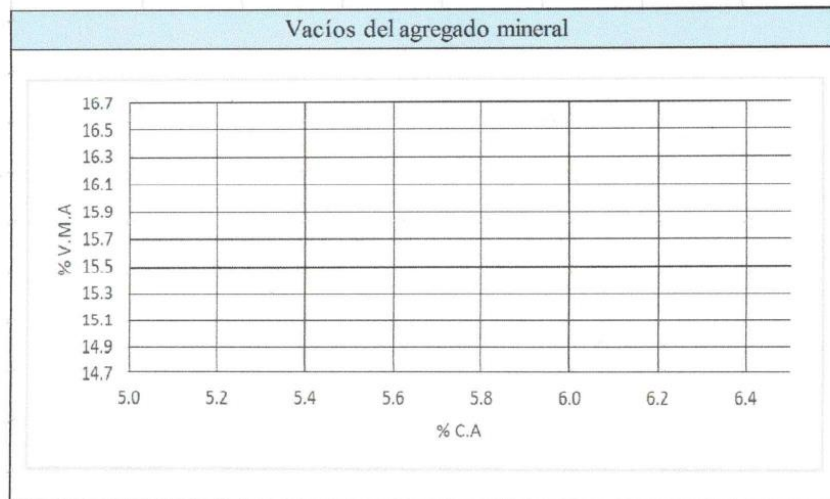
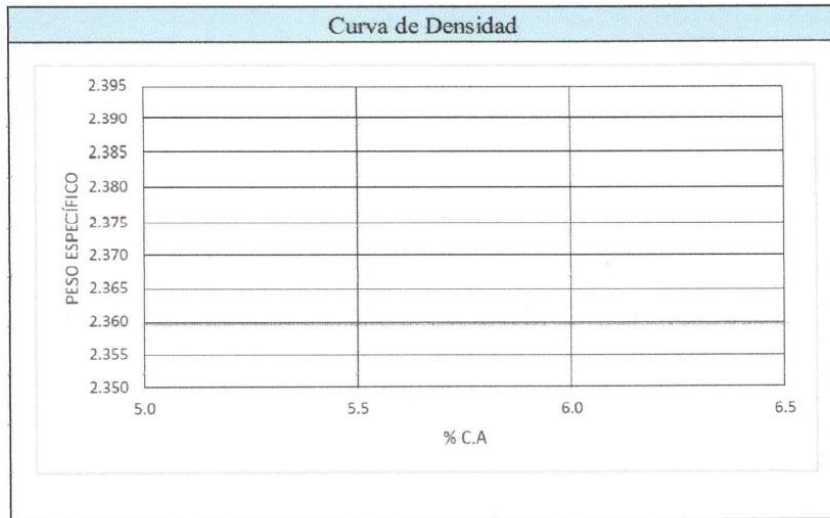
Los parámetros Marshall se representaran en gráficas para los valores de Estabilidad, Flujo, Espacios Vacíos, Densidad y Vacíos del agregado mineral




FUENTE: Manual de Carreteras Especificaciones Técnicas Generales para la Construcción EG-2013, Ministerio de Transportes y Comunicaciones.
 Elaboración Propia





FUENTE: Manual de Carreteras Especificaciones Técnicas Generales para la Construcción EG-2013,
 Ministerio de Transportes y Comunicaciones.
 Elaboración Propia



| | | | |
|--|-------------------|-------------------------------|-----------------|
| Nombres y Apellidos: Paul Valerio Ventura CAHUANA | | | |
| Registro CIP N°: 132439 | | EVALUACIÓN DEL EXPERTO | |
| Correo: | Parámetros | Puntaje de Evaluación | Promedio |
| Firma:  | 1 | | 0,85 |
| | 2 | | |
| | 3 | | |
| | 4 | | |
| | 5 | | |


FUENTE: Manual de Carreteras Especificaciones Técnicas Generales para la Construcción EG-2013, Ministerio de Transportes y Comunicaciones.
Elaboración Propia

Ensayo Máxima Gravedad Específica y de Inmersión – Compresión

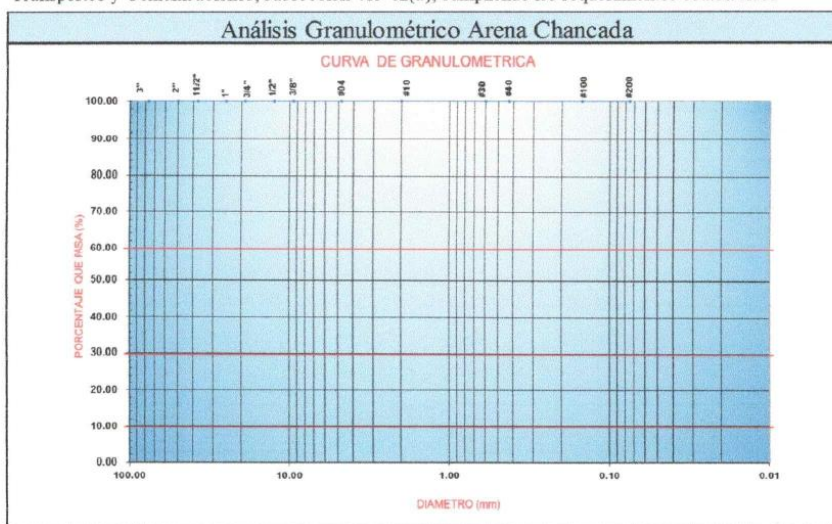
| | | | | | |
|---|--|--|------------------------------|-----------------|----------|
|  UNIVERSIDAD CÉSAR VALLEJO | | INSTRUMENTO DE RECOLECCION DE DATOS: FICHA DE REGISTRO DE DATOS | | | |
| Comportamiento mecánico de una mezcla asfáltica convencional adicionando Betutec IC mas aditivo Warmix, Lima - 2019 ASUNTO: Máxima gravedad específica y Ensayo de Inmersión – Compresión AUTOR: De La Cruz Alarcón Cesar | | | | | |
| Ubicación | : | | | | |
| Distrito | : | | | | |
| Provincia | : | | | | |
| Departamento | : | | | | |
| Máxima gravedad específica | | | | | |
| Ensayo | Nº | 1 | 2 | 3 | 4 |
| Cemento Asfáltico | % | | | | |
| Peso del Material | Gr. | | | | |
| Peso del Agua + Frasco Rice | Gr. | | | | |
| Peso del Material + Frasco + Agua (en Aire) | Gr. | | | | |
| Peso del Material + Frasco + Agua (en Agua) | Gr. | | | | |
| Volumen del Material | c.c. | | | | |
| Peso Específico Máximo | Gr/c.c. | | | | |
| Temperatura de Ensayo | °C | | | | |
| Tiempo de Ensayo | Min. | | | | |
| Corrección por Temperatura | | | | | |
| Ensayo de Inmersión – Compresión | | | | | |
| Cálculo Del Índice De Resistencia Conservada (%) | | | | | |
| Denominación | Inmersión en Baño María a 60° c por 24 h. | Baño de aire a 25° c por 24 h. | | | |
| Promedio de la Resistencia a la Compresión (Mpa) | | | | | |
| Índice de Resistencia Conservada (%) | | | | | |
| Nombres y Apellidos: <i>Paul Valerio Ventura CAHUANA</i> | | | | | |
| Registro CIP N°: <i>13 24 39</i> | | EVALUACIÓN DEL EXPERTO | | | |
| Correo: | | Parámetro | Puntaje de Evaluación | Promedio | |
| Firma:  | | 1 | | <i>0,8</i> | |
| | | 2 | | | |
| | | 3 | | | |
| | | 4 | | | |
| | | 5 | | | |

FUENTE: Manual de Carreteras Especificaciones Técnicas Generales para la Construcción EG-2013, Ministerio de Transportes y Comunicaciones.
 Elaboración Propia

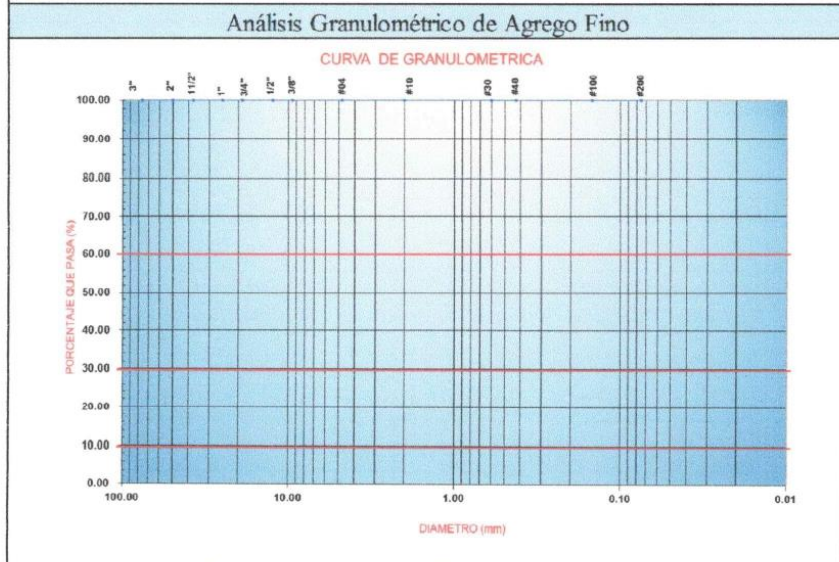
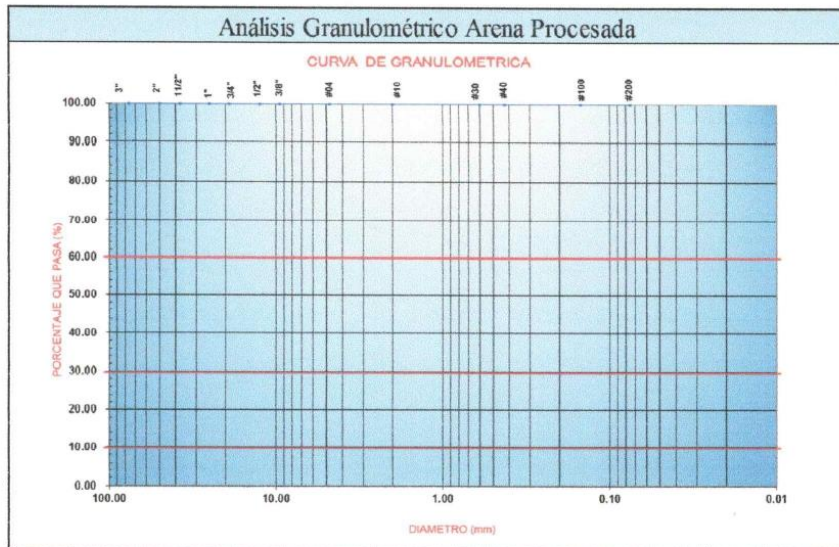
Ensayo de Agregado Fino

|  UNIVERSIDAD CÉSAR VALLEJO | | INSTRUMENTO DE RECOLECCION DE DATOS: FICHA DE REGISTRO DE DATOS | |
|--|--------------|--|------------|
| Comportamiento mecánico de una mezcla asfáltica convencional adicionando Betutec IC mas aditivo Warmix, Lima - 2019 ASUNTO: Ensayo de Agregados Fino AUTOR: De La Cruz Alarcón Cesar | | | |
| Ubicación : Distrito : Provincia : Departamento : | | | |
| Requerimiento para Agregado Fino | | | |
| Ensayos | Norma | Requerimiento | |
| | | Altitud (msnm) | Resultados |
| Equivalente de Arena | MTC E 114 | 60% mín. | |
| Angularidad del agregado fino | MTC E 222 | 30 % mín. | |
| Azul de metileno | AASTHO TP 57 | 8 máx. | |
| Índice de Plasticidad (malla N° 40) | MTC E 111 | NP | |
| Índice de Durabilidad | MTC E 214 | 35% min. | |
| Índice de Plasticidad (malla N° 200) | MTC E 111 | 4 máx. | |
| Sales Solubles Totales | MTC E 219 | 0.5% máx. | |
| Absorción (**) | MTC E 205 | 0.5% máx. | |

Manual de Carreteras Especificaciones Técnicas Generales para la Construcción EG-2013, Ministerio de Transportes y Comunicaciones, subsección 415-02(a), cumpliendo los requerimientos establecidos

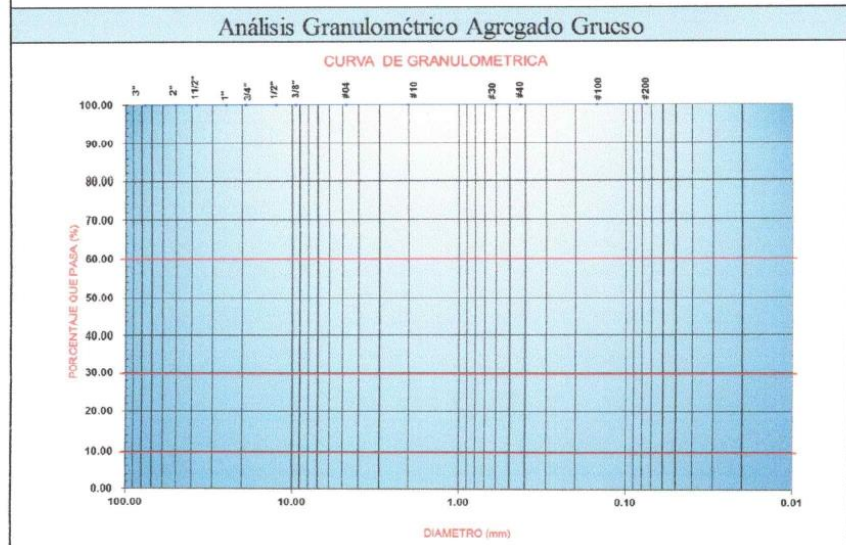
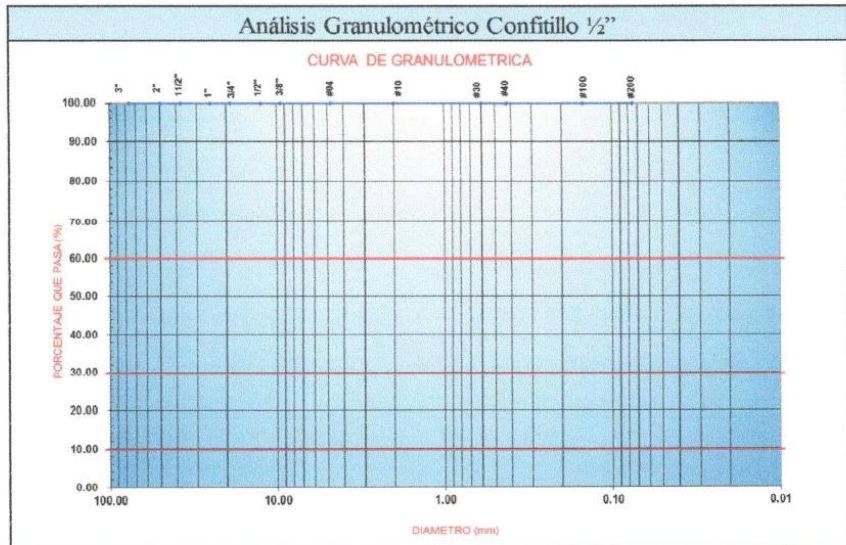


FUENTE: Manual de Carreteras Especificaciones Técnicas Generales para la Construcción EG-2013, Ministerio de Transportes y Comunicaciones.
 Elaboración Propia



| | | | |
|---|--------------------|------------------------|-----------------------|
| Nombres y Apellidos: <i>Jussy FERNANDO PARQUES León</i> | | | |
| Registro CIP N°: <i>40170</i> | | EVALUACIÓN DEL EXPERTO | |
| Correo: | | Parámetros | Puntaje de Evaluación |
| Firma: | <i>[Signature]</i> | 1 | |
| | | 2 | |
| | | 3 | |
| | | 4 | |
| | | | <i>0,8</i> |


FUENTE: Manual de Carreteras Especificaciones Técnicas Generales para la Construcción EG-2013, Ministerio de Transportes y Comunicaciones.
Elaboración Propia



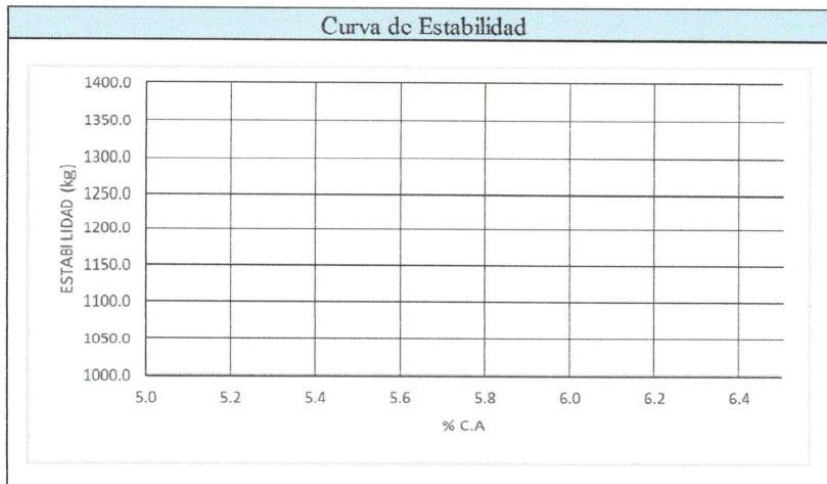
| | | | |
|---|------------|------------------------|------------|
| Nombres y Apellidos: <i>Jussy FERNANDO PAFEDES LEÓN</i> | | | |
| Registro CIP N°: <i>40170</i> | | EVALUACIÓN DEL EXPERTO | |
| Correo: | Parámetros | Puntaje de Evaluación | Promedio |
| Firma: <i>[Signature]</i> | 1 | | <i>0,8</i> |
| | 2 | | |
| | 3 | | |
| | 4 | | |

FUENTE: Manual de Carreteras Especificaciones Técnicas Generales para la Construcción EG-2013, Ministerio de Transportes y Comunicaciones.
Elaboración Propia

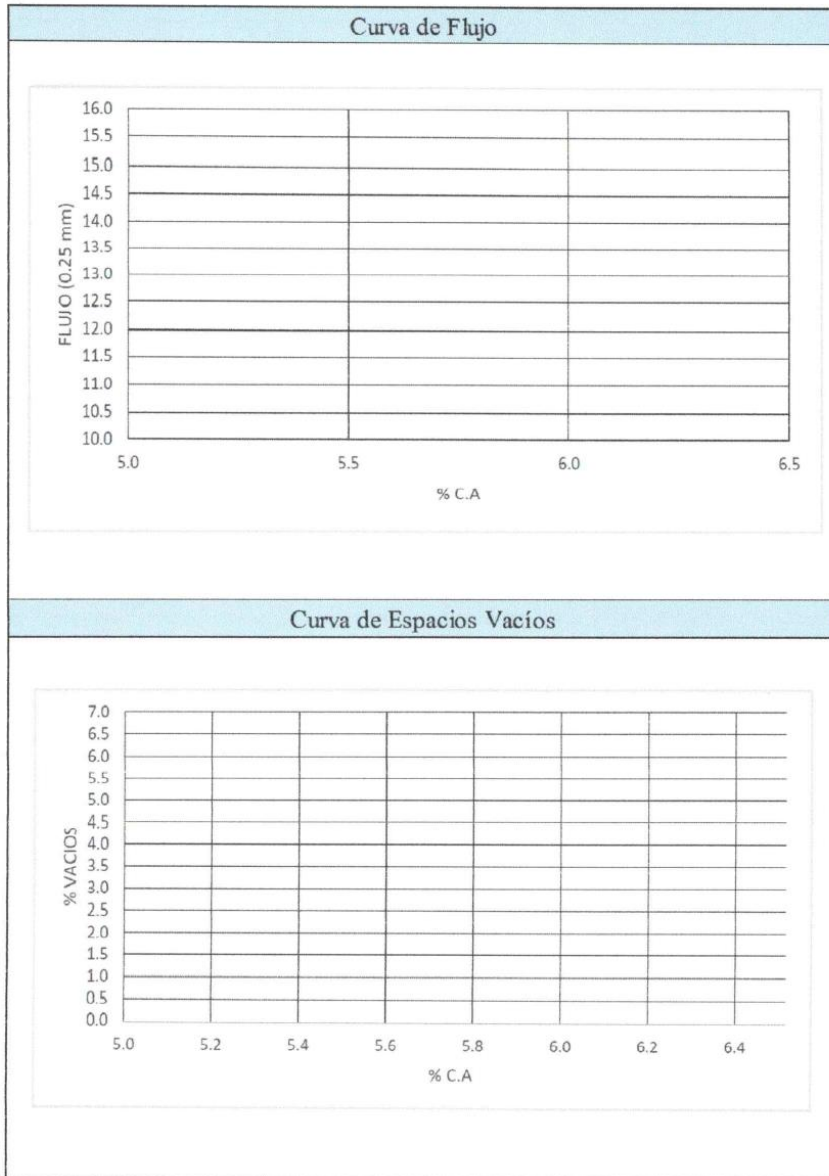
Ensayo de Marshall

|  UNIVERSIDAD CÉSAR VALLEJO | | INSTRUMENTO DE RECOLECCION DE DATOS: FICHA DE REGISTRO DE DATOS | | | |
|--|--|--|------------|--|--|
| Comportamiento mecánico de una mezcla asfáltica convencional adicionando Betutec IC mas aditivo Wamix, Lima - 2019 ASUNTO: Ensayo Marshall AUTOR: De La Cruz Alarcón Cesar | | | | | |
| Ubicación : Distrito : Provincia : Departamento : | | | | | |
| Diseño Marshall de la Mezcla | | | | | |
| Diseño Marshall de mezcla (T° mezcla: 150° C Y T° compactación: 143° C) | | | | | |
| Parámetros de diseño | | Unidad | Resultados | | |
| Cemento Asfáltico | | % | | | |
| Densidad | | kg/cm ³ | | | |
| Estabilidad | | kg | | | |
| Flujo | | 0.01" | | | |
| Vacios | | % | | | |
| Vacios Agregado Mineral | | % | | | |

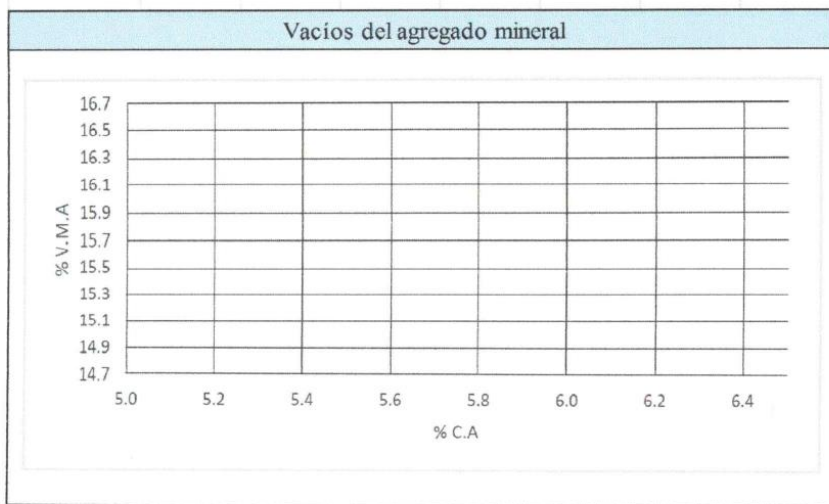
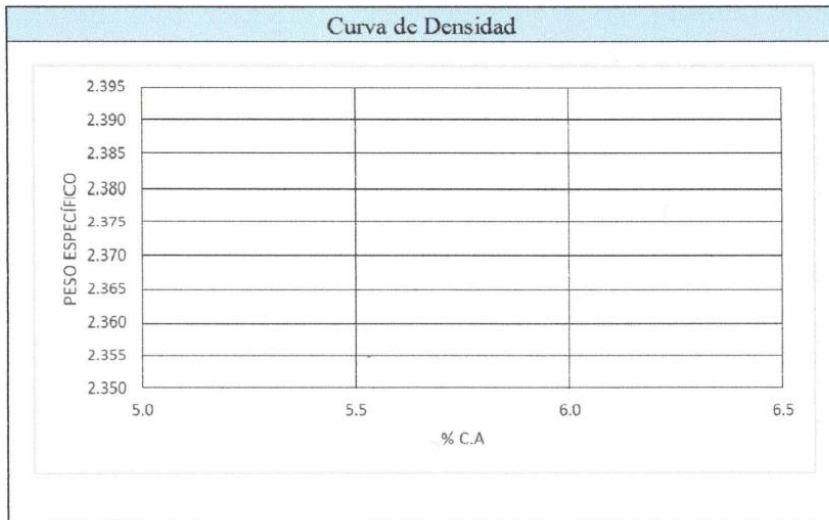
Los parámetros Marshall se representaran en gráficas para los valores de Estabilidad, Flujo, Espacios Vacíos, Densidad y Vacíos del agregado mineral




FUENTE: Manual de Carreteras Especificaciones Técnicas Generales para la Construcción EG-2013, Ministerio de Transportes y Comunicaciones.
 Elaboración Propia





FUENTE: Manual de Carreteras Especificaciones Técnicas Generales para la Construcción EG-2013, Ministerio de Transportes y Comunicaciones.
Elaboración Propia



| | | | |
|--|------------|------------------------|------------|
| Nombres y Apellidos: <i>Jussy Fernando Parques León</i> | | | |
| Registro CIP N°: <i>40170</i> | | EVALUACIÓN DEL EXPERTO | |
| Correo: | Parámetros | Puntaje de Evaluación | Promedio |
| Firma:  | 1 | | <i>0,8</i> |
| | 2 | | |
| | 3 | | |
| | 4 | | |
| | 5 | | |


FUENTE: Manual de Carreteras Especificaciones Técnicas Generales para la Construcción EG-2013, Ministerio de Transportes y Comunicaciones.
Elaboración Propia

Ensayo Máxima Gravedad Específica y de Inmersión – Compresión

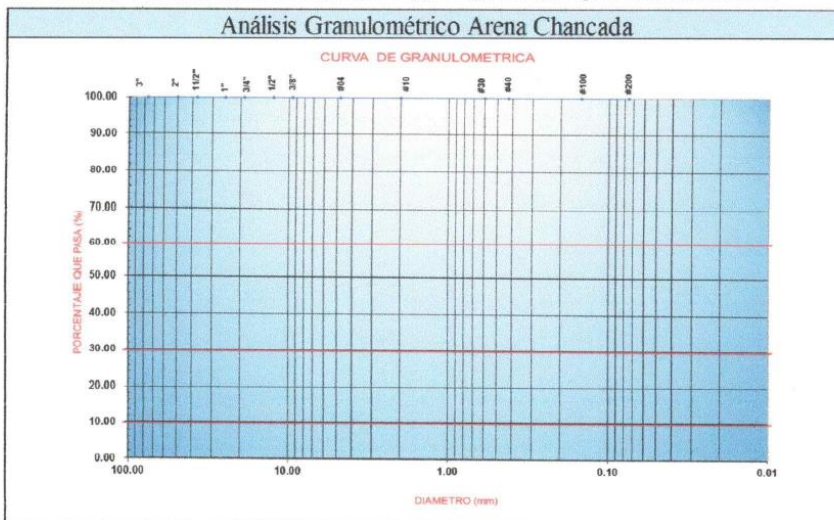
| | | | | | |
|---|--|--|------------------------------|-----------------|----------|
|  UNIVERSIDAD CÉSAR VALLEJO | | INSTRUMENTO DE RECOLECCION DE DATOS: FICHA DE REGISTRO DE DATOS | | | |
| Comportamiento mecánico de una mezcla asfáltica convencional adicionando Betutec IC mas aditivo Warmix, Lima - 2019 ASUNTO: Máxima gravedad específica y Ensayo de Inmersión – Compresión AUTOR: De La Cruz Alarcón Cesar | | | | | |
| Ubicación | : | | | | |
| Distrito | : | | | | |
| Provincia | : | | | | |
| Departamento | : | | | | |
| Máxima gravedad específica | | | | | |
| Ensayo | Nº | 1 | 2 | 3 | 4 |
| Cemento Asfáltico | % | | | | |
| Peso del Material | Gr. | | | | |
| Peso del Agua + Frasco Rice | Gr. | | | | |
| Peso del Material + Frasco + Agua (en Aire) | Gr. | | | | |
| Peso del Material + Frasco + Agua (en Agua) | Gr. | | | | |
| Volumen del Material | c.c. | | | | |
| Peso Especifico Máximo | Gr/c.c. | | | | |
| Temperatura de Ensayo | °C | | | | |
| Tiempo de Ensayo | Min. | | | | |
| Corrección por Temperatura | | | | | |
| Ensayo de Inmersión – Compresión | | | | | |
| Cálculo Del Índice De Resistencia Conservada (%) | | | | | |
| Denominación | Inmersión en Baño María a 60° c por 24 h. | Baño de aire a 25° c por 24 h. | | | |
| Promedio de la Resistencia a la Compresión (Mpa) | | | | | |
| Índice de Resistencia Conservada (%) | | | | | |
| Nombres y Apellidos: <i>Jussy Fernando Paredes León</i> | | | | | |
| Registro CIP N°: <i>40170</i> | | EVALUACIÓN DEL EXPERTO | | | |
| Correo: | | Parámetro | Puntaje de Evaluación | Promedio | |
| Firma:  | | 1 | | <i>0,8</i> | |
| | | 2 | | | |
| | | 3 | | | |
| | | 4 | | | |
| | | 5 | | | |

FUENTE: Manual de Carreteras Especificaciones Técnicas Generales para la Construcción EG-2013, Ministerio de Transportes y Comunicaciones.
 Elaboración Propia

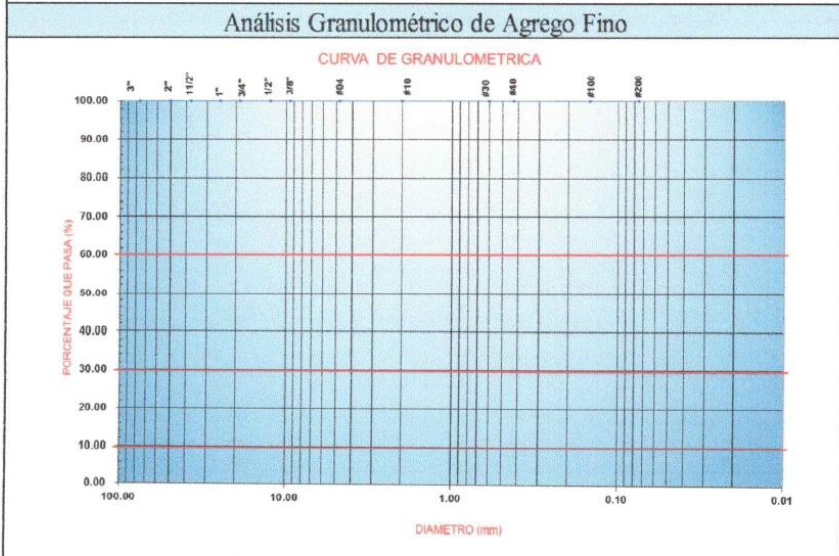
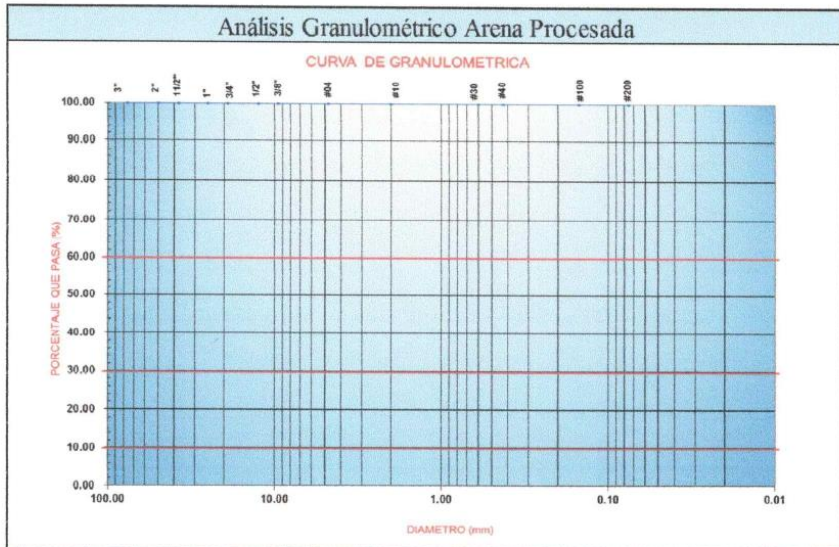
Ensayo de Agregado Fino

|  UNIVERSIDAD CÉSAR VALLEJO | | INSTRUMENTO DE RECOLECCION DE DATOS: FICHA DE REGISTRO DE DATOS | |
|--|--------------|--|------------|
| Comportamiento mecánico de una mezcla asfáltica convencional adicionando Betutec IC mas aditivo Warmix, Lima - 2019 ASUNTO: Ensayo de Agregados Fino AUTOR: De La Cruz Alarcón Cesar | | | |
| Ubicación : Distrito : Provincia : Departamento : | | | |
| Requerimiento para Agregado Fino | | | |
| Ensayos | Norma | Requerimiento | |
| | | Altitud (msnm) | Resultados |
| Equivalente de Arena | MTC E 114 | 60% mín. | |
| Angularidad del agregado fino | MTC E 222 | 30 % mín. | |
| Azul de metileno | AASTHO TP 57 | 8 máx. | |
| Índice de Plasticidad (malla N° 40) | MTC E 111 | NP | |
| Índice de Durabilidad | MTC E 214 | 35% min. | |
| Índice de Plasticidad (malla N° 200) | MTC E 111 | 4 máx. | |
| Sales Solubles Totales | MTC E 219 | 0.5% máx. | |
| Absorción (**) | MTC E 205 | 0.5% máx. | |

Manual de Carreteras Especificaciones Técnicas Generales para la Construcción EG-2013, Ministerio de Transportes y Comunicaciones, subsección 415-02(a), cumpliendo los requerimientos establecidos

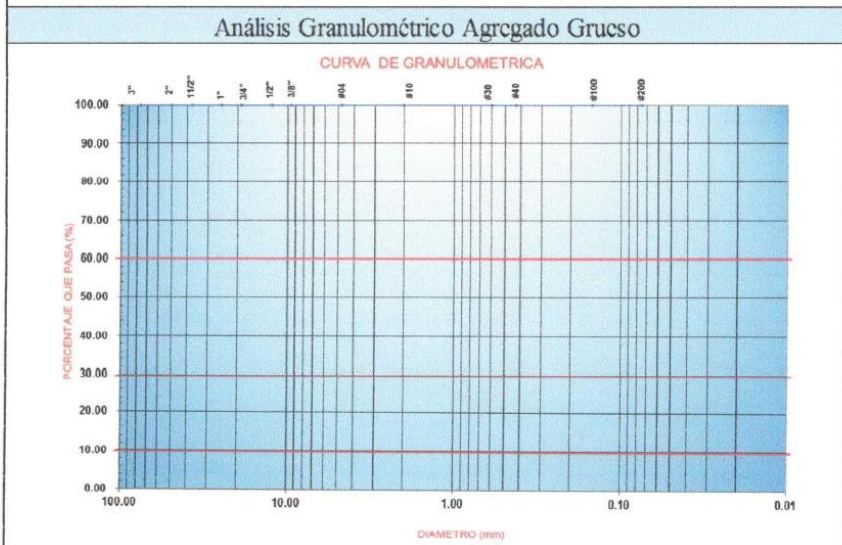
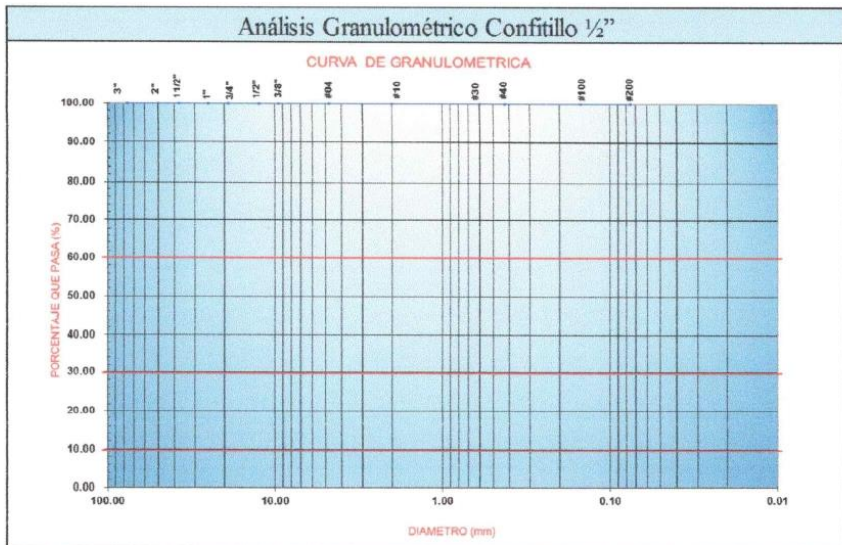


FUENTE: Manual de Carreteras Especificaciones Técnicas Generales para la Construcción EG-2013, Ministerio de Transportes y Comunicaciones.
 Elaboración Propia



| | | | |
|---|------------|------------------------|----------|
| Nombres y Apellidos: <i>Santos Ricardo Padilla Pichén</i> | | | |
| Registro CIP N°: <i>51630</i> | | EVALUACIÓN DEL EXPERTO | |
| Correo: | Parámetros | Puntaje de Evaluación | Promedio |
| Firma: | 1 | | 0,85 |
| | 2 | | |
| | 3 | | |
| | 4 | | |


FUENTE: Manual de Carreteras Especificaciones Técnicas Generales para la Construcción EG-2013, Ministerio de Transportes y Comunicaciones.
Elaboración Propia



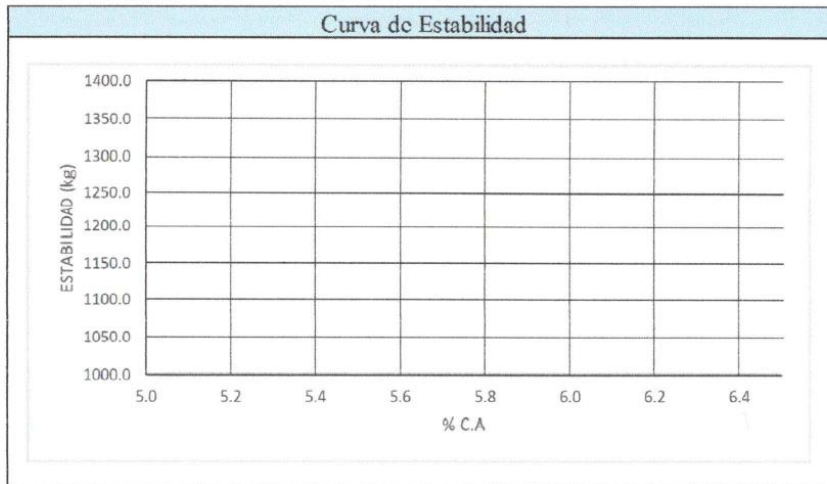
| | | | |
|---|-------------------|-------------------------------|-----------------|
| Nombres y Apellidos: Santos Ricardo Padilla Pichen | | | |
| Registro CIP N°: 51030 | | EVALUACIÓN DEL EXPERTO | |
| Correo: | Parámetros | Puntaje de Evaluación | Promedio |
| Firma: | 1 | | 0,8 |
| | 2 | | |
| | 3 | | |
| | 4 | | |

FUENTE: Manual de Carreteras Especificaciones Técnicas Generales para la Construcción EG-2013, Ministerio de Transportes y Comunicaciones.
Elaboración Propia

Ensayo de Marshall

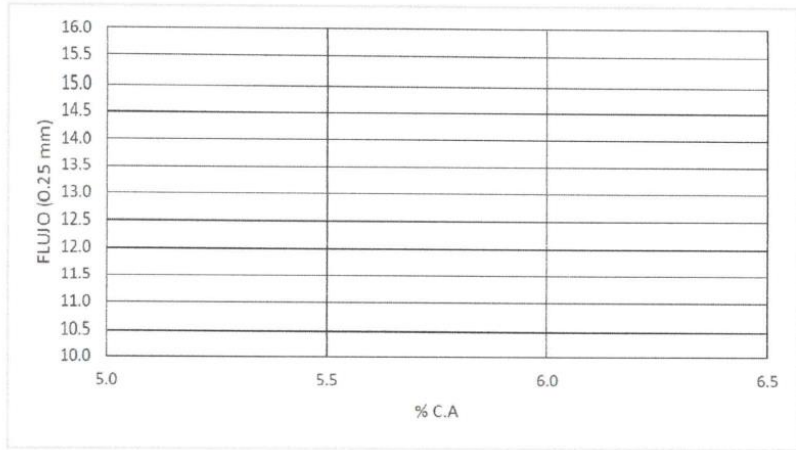
|  UNIVERSIDAD CÉSAR VALLEJO | | INSTRUMENTO DE RECOLECCION DE DATOS: FICHA DE REGISTRO DE DATOS | | | |
|---|--------------------|--|--|--|--|
| Comportamiento mecánico de una mezcla asfáltica convencional adicionando Betutee IC mas aditivo Warmix, Lima - 2019 ASUNTO: Ensayo Marshall AUTOR: De La Cruz Alarcón Cesar | | | | | |
| Ubicación : Distrito : Provincia : Departamento : | | | | | |
| Diseño Marshall de la Mezcla | | | | | |
| Diseño Marshall de mezcla (T° mezcla: 150° C Y T° compactación: 143° C) | | | | | |
| Parámetros de diseño | Unidad | Resultados | | | |
| Cemento Asfáltico | % | | | | |
| Densidad | kg/cm ³ | | | | |
| Estabilidad | kg | | | | |
| Flujo | 0.01" | | | | |
| Vacios | % | | | | |
| Vacios Agregado Mineral | % | | | | |

Los parámetros Marshall se representaran en gráficas para los valores de Estabilidad, Flujo, Espacios Vacíos, Densidad y Vacíos del agregado mineral

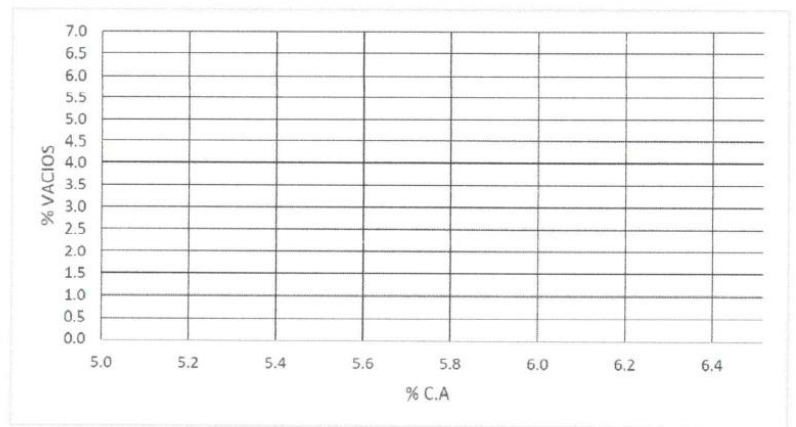


FUENTE: Manual de Carreteras Especificaciones Técnicas Generales para la Construcción EG-2013, Ministerio de Transportes y Comunicaciones.
 Elaboración Propia

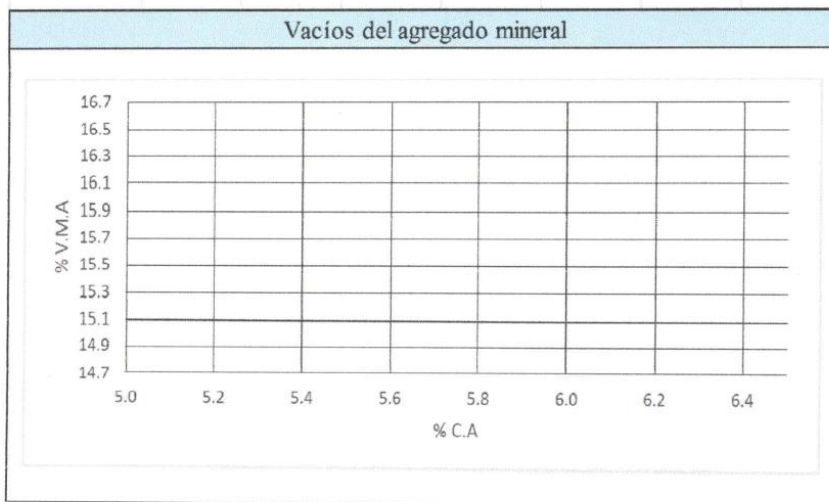
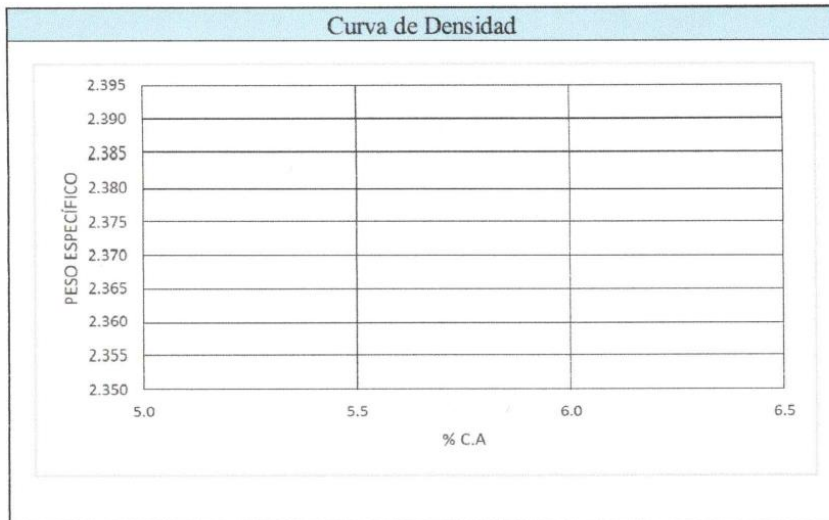
Curva de Flujo




Curva de Espacios Vacíos



FUENTE: Manual de Carreteras Especificaciones Técnicas Generales para la Construcción EG-2013, Ministerio de Transportes y Comunicaciones.
Elaboración Propia



| | | | |
|--|------------|-------------------------------|------------|
| Nombres y Apellidos: <i>Santos Ricardo Pradilla Pacheco</i> | | | |
| Registro CIP N°: <i>51630</i> | | EVALUACIÓN DEL EXPERTO | |
| Correo: | Parámetros | Puntaje de Evaluación | Promedio |
| Firma:  | 1 | | <i>0,8</i> |
| | 2 | | |
| | 3 | | |
| | 4 | | |
| | 5 | | |

FUENTE: Manual de Carreteras Especificaciones Técnicas Generales para la Construcción EG-2013, Ministerio de Transportes y Comunicaciones.
Elaboración Propia



TDM ASFALTOS

BETUTEC IC WARM MIX INFORME DE ENSAYOS N° 117-2019 BETUTEC IC WARM MIX

GUIA TDM ASFALTOS :

CLIENTE:

JUAN CESAR DE LA CRUZ ALARCON

TANQUE:

LOTE DE PRODUCCIÓN:

CANTIDAD:

FECHA DE PRODUCCIÓN:

LAB

1 GALON

23/09/2019

CINTILLO DE SEGURIDAD N°:

| ENSAYOS | MÉTODO ASTM | UNIDADES | ESPECIFICACIONES | | RESULTADO |
|--|-------------|----------|------------------|--------|-----------|
| | | | MÍNIMO | MÁXIMO | |
| PENETRACIÓN 5 s, 25 °C | D-5 | dmm | 50 | 75 | 50 |
| VISCOSIDAD ABSOLUTA 60°C | D-2171 | Po | 5000 | -- | 62174 |
| VISCOSIDAD CINEMATICA 135°C | D-2170 | cSt | -- | 3000 | 1393 |
| PUNTO DE INFLAMACIÓN | D-92 | °C | 232 | -- | 281 |
| SOLUBILIDAD EN TRICLOROETILENO | D-2042 | % | 99 | -- | 99.81 |
| VISCOSIDAD BROOKFIELD 135 °C | D-4402 | cP | -- | -- | 1343 |
| VISCOSIDAD BROOKFIELD 145 °C | D-4402 | cP | -- | -- | 807.5 |
| VISCOSIDAD BROOKFIELD 175 °C | D-4402 | cP | -- | -- | 230 |
| RECUPERACION ELASTICA LINEAL Método A, 10 cm, 25°C | D-6084 | % | 60 | -- | 90 |
| RECUPERACION ELASTICA LINEAL Método A, 10 cm, 5°C | D-6084 | % | -- | -- | 64 |
| PUNTO DE ABLANDAMIENTO | D-36 | °C | 60 | -- | 67.5 |
| ESTABILIDAD A ALMACENAMIENTO 163 °C, 48 horas | D-7173 | | | | |
| SEPARACION, DIFERENCIA | D-36 | °C | -- | 2.2 | 1.2 |
| RESIDUO DESPUÉS DE PELÍCULA FINA ROTATORIA | D-2872 | | | | |
| RECUPERACION ELASTICA LINEAL Método A, 10 cm, 25°C | D-6084 | % | 60 | -- | 85.0 |
| PENETRACIÓN 4°C, 200 g, 60 s | D-5 | dmm | 13 | -- | 20 |
| SEPARACION, diferencia | D-36 | °C | -- | 10 | 1.5 |

OBSERVACIONES:

1. El producto cumple especificaciones de calidad

2. Los resultados solo corresponden a la muestra analizada.

3. No presenta espuma a 163 °C

4. Se adjunta Hoja de Seguridad del Producto y Hoja Resumen Art. 54 D.S. N° 021-2008-MTC

CÓDIGO DE CONTRAMUESTRA:

S/C

Original: Cliente
Carga: Laboratorio

TDM ASFALTOS S.A.C.
Anthony Carrasco

Fecha de Emisión : Lima, 23 de septiembre del 2019

La información contenida en este documento se basa en ensayos adecuados, seguros y correctos. Las recomendaciones, rendimientos y sugerencias no constituyen garantías ya que, al estar fuera de nuestro alcance controlar las condiciones de aplicación, no nos responsabilizamos por daños, perjuicios o pérdidas ocasionadas por el uso inadecuado de los productos.

TDM ASFALTOS se reserva el derecho de efectuar cambios con el objeto de adaptar este producto a las más modernas tecnologías.

Mz. A Lote 12 Zona Industrial Las Praderas de Lurín - Lurín. Teléfono (511) 6169311 Fax: 6169313

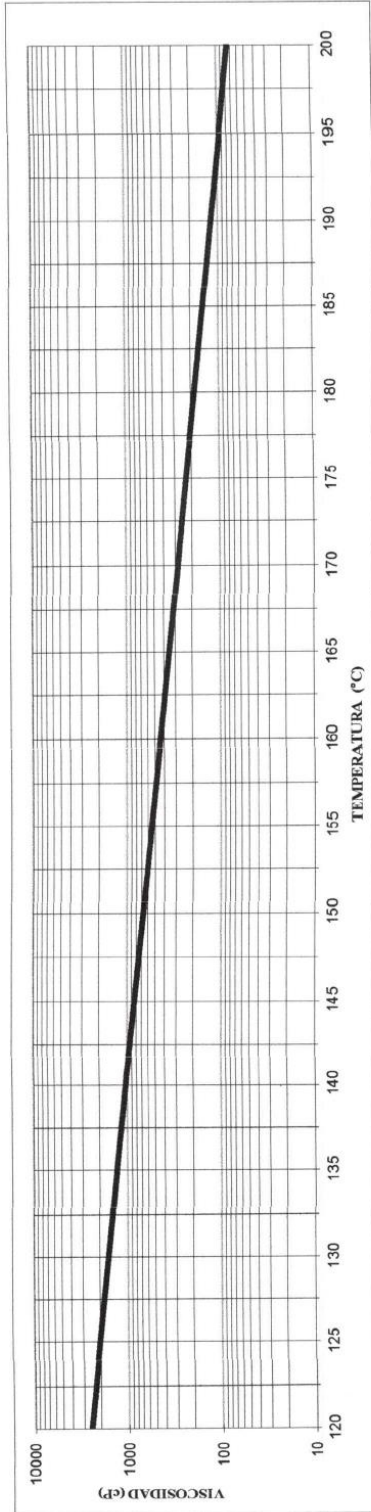
REG-III-TEC-134.V02



Mza. A Lote 12 Zona Industrial Las Praderas de Lurín - Lurín
Teléfono (511) 6169311 Fax: 6169313

GRÁFICO DE TEMPERATURAS DE MEZCLA Y COMPACTACIÓN

PRODUCTO: BETUTEC IC WARM MIX INFORME DE ENSAYO Nº S/C FECHA: 23/09/2019



RANGO DE TEMPERATURA DEL LIGANTE ASFÁLTICO EN LA MEZCLA
RANGO DE TEMPERATURA DE COMPACTACIÓN DE LA MEZCLA EN OBRA

| | | |
|-------|---|-------|
| 162.1 | A | 168.7 |
| 122.8 | A | 162.1 |

RANGO DE TEMPERATURA DEL LIGANTE ASFÁLTICO EN LA MEZCLA CON VISCOSIDADES ENTRE 300 A 400 cP
RANGO DE TEMPERATURA DE COMPACTACION DE LA MEZCLA CON VISCOSIDADES ENTRE 400 A 600 cP
TENIENDO EN CONSIDERACIÓN QUE ESTE ASFALTO MODIFICADO CONTIENE ADITIVO WARM MIX PERMITE REDUCIR LA TEMPERATURA INFERIOR DE COMPACTACIÓN HASTA EN 30°C LO CUAL YA SE ENCUENTRA CONTEMPLADO EN EL RANGO DE TEMPERATURA DE COMPACTACION RECOMENDADO LINEAS ARRIBA.

OBSERVACIÓN:
POR LA REOLOGÍA DE NUESTROS ASFALTOS MODIFICADOS, EL RANGO DE TEMPERATURA DE MEZCLA RECOMENDADO ES ENTRE 165° a 175°C.

Original: Cliente
Cargo: Laboratorio



TDM ASFALTOS

ASFALTO SOLIDO PEN 60/70 INFORME DE ENSAYO N° 119-2019 ASFALTO PEN 60/70

GUIA TDM ASFALTOS : MUESTRA
 CLIENTE: ING. JUAN CESAR DE LA CRUZ ALARCON

TANQUE: _____ CINTILLO DE SEGURIDAD N°: _____
 LOTE DE PRODUCCIÓN: _____
 CANTIDAD: 1 GALON
 FECHA DE PRODUCCIÓN: 18/09/2019

| ENSAYOS | METODO ASTM | UNIDADES | ESPECIFICACIONES | | RESULTADO |
|---|-----------------|----------|------------------|--------|-----------|
| | | | MINIMO | MAXIMO | |
| PENETRACION 5 s, 25 °C | D-5 | dmm | 60 | 70 | 62 |
| PUNTO DE INFLAMACION | D-92 | °C | 232 | -- | 294 |
| GRAVEDAD ESPECIFICA 15,6/15,6°C | D-70 | | Reportar | | 1.034 |
| DUCTILIDAD 5 cm/min, 25°C | D-113 | cm | 100 | -- | >105 |
| SOLUBILIDAD EN TRICLOROETILENO | D-2042 | % | 99 | -- | 99.95 |
| EFFECTO DE CALOR Y AIRE (PELICULA FINA) 163 °C, 5 h | D-1754 | | MINIMO | MAXIMO | |
| PERDIDA POR CALENTAMIENTO | D-1754 | % | -- | 0.8 | 0.38 |
| PENETRACION RETENIDA % original | D-5 | | 52 | -- | 64.5 |
| DUCTILIDAD 5 cm/min, 25°C | D-113 | cm | 50 | -- | 64.1 |
| INDICE DE PENETRACION | (*) Francés RLB | | -1 | 1 | -0.5 |
| FLUIDEZ | | | MINIMO | MAXIMO | |
| VISCOSIDAD CINEMATICA 100°C | D-2170 | cSt | Reportar | | 3633.0 |
| VISCOSIDAD CINEMATICA 135°C | D-2170 | cSt | 200 | -- | 417 |

OBSERVACIONES:

1. El producto cumple especificaciones de calidad, con la NTP 321.051, ASTM D 946 y AASHTO M-20.
2. Los resultados corresponden al correlativos N° 60/70-004-09-2019 con procedencia REPSOL.
3. Se adjunta Hoja de Seguridad del Producto.
4. (*) Corresponde a otro metodo de ensayo.

Original: Cliente
 Cargo: Laboratorio

TDM ASFALTOS SAC

 ALBERTO DAVILA
 ASISTENTE LABORATORIO

Fecha de Emisión : Lima, 23 de septiembre del 2019

La información contenida en este documento se basa en ensayos adecuados, seguros y correctos. Las recomendaciones, rendimientos y sugerencias no constituyen garantías ya que, al estar fuera de nuestro alcance controlar las condiciones de aplicación, no nos responsabilizamos por daños, perjuicios o pérdidas ocasionadas por el uso inadecuado de los productos.

TDM ASFALTOS se reserva el derecho de efectuar cambios con el objeto de adaptar este producto a las más modernas tecnologías.

Mz. A Lote 12 Zona Industrial Las Praderas de Lurín - Lurín. Teléfono (511) 6169311 Fax: 6169313

REG-III-TEC-69.V02



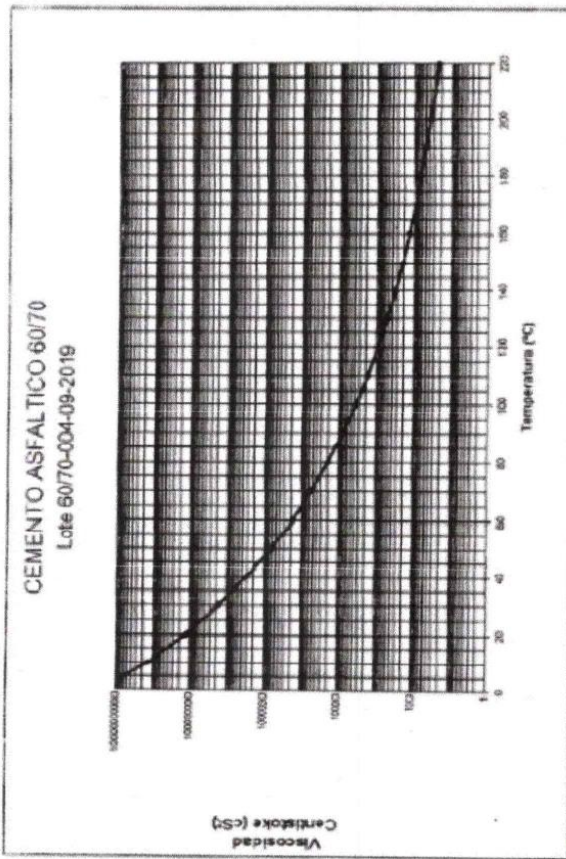
Mza. A Lote 12 Zona Industrial Las Praderas de Lurín - Lurín
Teléfono (511) 6169311 Fax: 6169313

GRÁFICO DE TEMPERATURAS DE MEZCLA Y COMPACTACIÓN

PRODUCTO: PEN 60/70

INFORME DE ENSAYO Nº 119

FECHA: 23/09/2019



[Signature]
Cecilia Pazama Jirong
Jefe de Laboratorio

Original: Cliente
Cargo: Laboratorio



Ingenieros S.A.C.
 Calle Valladolid 149
 Urb. Mayorazgo II Etapa, Ate
 Lima, Peru
 Telefono: 01-683-0473 / 683-0476
 E-mail: informes@jboingenieros.com

EXPEDIENTE N° 192-2019-JBO

INFORME DE ENSAYO

SOLICITANTE : Juan Cesar De La Cruz Alarcon
 DIRECCION : Callao, Lima
 PROYECTO : Comportamiento mecánico de una mezcla asfáltica convencional adicionando Belutec IC más aditivo Warmix, Lima-2019.
 REFERENCIA : Solicitud de Servicio N° 192-2019-JBO
 UBICACION : Lima
 FECHA DE RECEPCION : Lima, 30 de septiembre del 2019
 FECHA DE INICIO : Lima, 30 de septiembre del 2019

**ANALISIS GRANULOMETRICO DE AGREGADOS GROSOS Y FINOS
 MTC E 204 - 2016**

REFERENCIA DE LA MUESTRA :
 IDENTIFICACION : Cantera Cristopher
 Piedra chancada: 100%
 PRESENTACION : 03 Sacos de polipropileno.
 CANTIDAD : 100 kg aprox.

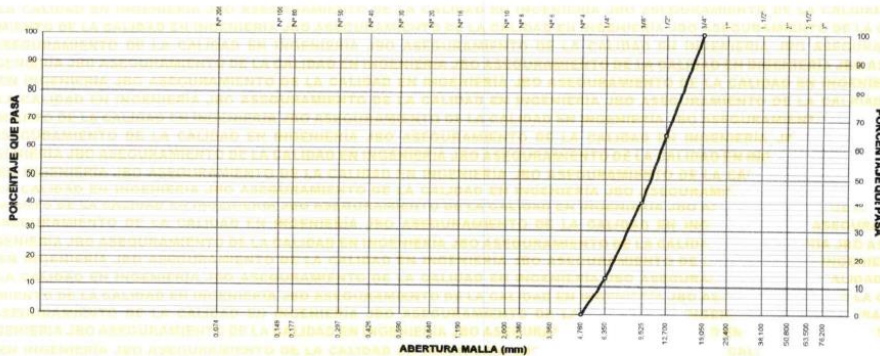
| ANÁLISIS GRANULOMÉTRICO DE SUELOS | | | | | |
|-----------------------------------|-------------------|----------------------|------------------------|----------|-------|
| MALLAS | PESO RETENIDO (g) | RETENIDO PARCIAL (%) | RETENIDO ACUMULADO (%) | PASA (%) | |
| SERIE AMERICANA | ABERTURA (mm) | | | | |
| 3" | 75.000 | | | | |
| 2 1/2" | 62.500 | | | | |
| 2" | 50.000 | | | | |
| 1 1/2" | 37.500 | | | | |
| 1" | 25.000 | | | | |
| 3/4" | 19.000 | | | | 100.0 |
| 1/2" | 12.500 | 827.8 | 35.0 | 35.0 | 65.0 |
| 3/8" | 9.500 | 567.6 | 24.0 | 59.0 | 41.0 |
| 1/4" | 6.250 | 662.2 | 28.0 | 87.0 | 13.0 |
| N° 4 | 4.750 | 307.5 | 13.0 | 100.0 | 0.0 |
| N° 6 | 3.350 | | | | |
| N° 8 | 2.360 | | | | |
| N° 10 | 2.000 | | | | |
| N° 16 | 1.180 | | | | |
| N° 20 | 0.850 | | | | |
| N° 30 | 0.600 | | | | |
| N° 40 | 0.425 | | | | |
| N° 50 | 0.300 | | | | |
| N° 80 | 0.177 | | | | |
| N° 100 | 0.150 | | | | |
| N° 200 | 0.075 | | | | |
| -200 | MTC E 202 | | | | |

| CARACTERIZACION DEL SUELO | |
|--|--------------------|
| Limite liquido (%) | (MTC E 110 - 2016) |
| Limite plastico (%) | (MTC E 111 - 2016) |
| Indice plastico (%) | (MTC E 111 - 2016) |
| Clasificación SUCS | (ASTM D 2487-11) |
| Clasif. para el uso en vias transporte | (ASTM D 3282-09) |

Descripción de la muestra : Agregado grueso

OBSERVACIONES:
 - Muestra tomada e identificada por el solicitante.
 - La piedra chancada fue producida en los laboratorios de JBO Ingenieros S.A.C.

CURVA GRANULOMÉTRICA



Referencia : - NTP 400.012 / ASTM C 136: AGREGADOS. Análisis granulométrico del agregado fino, grueso y global

VF-002 (01-02-18)

Fecha de emisión : Lima, 08 de octubre del 2019

El uso de la información contenida en este documento es de exclusiva responsabilidad del solicitante.



MARCO ANTONIO MORENO FLORES
 INGENIERO CIVIL
 Reg. CIP N° 176318



Ingenieros S.A.C.
 Calle Valladolid 149
 Urb. Mayorazgo II Etapa, Ate
 Lima, Peru
 Telefono: 01-683-0473 / 683-0476
 E-mail: informes@jboingenieros.com

EXPEDIENTE N° 192-2019-JBO

INFORME DE ENSAYO

SOLICITANTE : Juan Cesar De La Cruz Alarcon PROYECTO : Comportamiento mecánico de una mezcla asfáltica convencional adicionando Betutec IC más aditivo Warmix, Lima-2019.
 DIRECCIÓN : Callao, Lima
 REFERENCIA : Solicitud de Servicio N° 192-2019-JBO UBICACIÓN : Lima
 FECHA DE RECEPCIÓN : Lima, 30 de septiembre del 2019 FECHA DE INICIO : Lima, 30 de septiembre del 2019

ABRASION LOS ANGELES (L.A.) AL DESGASTE DE LOS AGREGADOS DE TAMAÑOS MENORES DE 37,5 MM (1 1/2") MTC E 207 - 2016

REFERENCIAS DE LA MUESTRA

IDENTIFICACIÓN : Cantera Christopher PRESENTACIÓN : 03 Sacos de polipropileno.
 Piedra chancada: 100%
 DESCRIPCIÓN : Agregado grueso CANTIDAD : 100 kg aprox.

REFERENCIAS DEL ENSAYO

| DATOS DEL ENSAYO | PROCESO DEL ENSAYO | RESULTADO (% DE PÉRDIDAS) |
|----------------------------|------------------------------------|------------------------------|
| Tamaño máximo nominal : 1" | Peso seco inicial lavado (g): 5000 | 28 |
| Gradación : "A" | Peso seco final tamizado (g): 3607 | |
| Número de esferas : 12 | | |

OBSERVACIONES:

- Muestra tomada e identificada por el solicitante.
- La piedra chancada fue producida en los laboratorios de JBO Ingenieros S.A.C.

Referencia:

- NTP 400.019 / ASTM C 131: Agregados. Método de ensayo normalizado para la determinación de la resistencia a la degradación en agregados gruesos de tamaños menores por Abrasión e Impacto en la Máquina de Los Angeles

Personal:

Téc. : E.E.A.
 Rev. : M.M.F.

VF-002 (01-02-18)

Fecha de emisión : Lima, 08 de octubre del 2019

El uso de la información contenida en este documento es de exclusiva responsabilidad del solicitante.



MARCO ANTONIO MORENO FLORES
 INGENIERO CIVIL
 Reg. CIP N° 176318



Ingenieros S.A.C.
 Calle Valladolid 149
 Urb. Mayorazgo II Etapa, Ate
 Lima, Peru
 Telefono: 01-683-0473 / 683-0476
 E-mail: informes@jboingenieros.com

EXPEDIENTE N° 192-2019-JBO

INFORME DE ENSAYO

SOLICITANTE : Juan Cesar De La Cruz Alarcon PROYECTO : Comportamiento mecánico de una mezcla asfáltica convencional adicionando Betutec IC más aditivo Warmix, Lima-2019.
 DIRECCIÓN : Callao, Lima
 REFERENCIA : Solicitud de Servicio N° 192-2019-JBO UBICACIÓN : Lima
 FECHA DE RECEPCIÓN : Lima, 30 de septiembre del 2019 FECHA DE INICIO : Lima, 30 de septiembre del 2019

REFERENCIAS DE LA MUESTRA

IDENTIFICACIÓN : Cantera Christopher PRESENTACIÓN : 03 Sacos de polipropileno.
 Piedra chancada: 100%
 DESCRIPCIÓN : Agregado grueso CANTIDAD : 100 kg aprox.

**PESO ESPECIFICO Y ABSORCIÓN DE AGREGADOS GRUESOS
 MTC E 206 - 2016**

| DESCRIPCIÓN | | AGREGADO GRUESO |
|--|----------------------|-----------------|
| Peso material saturado y superficie seca (en aire) | (g) | 2178.3 |
| Peso material saturado y superficie seca (en agua) | (g) | 1350.5 |
| Volumen sólidos + volumen de vacíos | (cm ³) | 827.8 |
| Peso material seco a 105 °C | (g) | 2165.3 |
| Volumen de sólidos | (cm ³) | 814.8 |
| Peso bulk base seca | (g/cm ³) | 2.616 |
| Peso bulk base saturada | (g/cm ³) | 2.632 |
| Peso aparente base seca | (g/cm ³) | 2.658 |
| Absorción | (%) | 0.60 |

OBSERVACIONES:

- Muestra tomada e identificada por el solicitante.
- La piedra chancada fue producida en los laboratorios de JBO Ingenieros S.A.C.

Referencia:

- NTP 400.021 / ASTM C 127: AGREGADOS. Método de ensayo normalizado para peso específico y absorción del agregado grueso

Personal:
 Téc.: E.E.A.
 Rev.: M.M.F.

VF-002 (01-02-18)

Fecha de emisión : Lima, 08 de octubre del 2019

El uso de la información contenida en este documento es de exclusiva responsabilidad del solicitante.



MARCO ANTONIO MORENO FLORES
 INGENIERO CIVIL
 Reg. CIP N° 178318



Ingenieros S.A.C.
Calle Valladolid 149
Urb. Mayorazgo II Etapa, Ate
Lima, Peru
Telefono: 01-683-0473 / 683-0476
E-mail: informes@jboingenieros.com

EXPEDIENTE N° 192-2019-JBO

INFORME DE ENSAYO

SOLICITANTE : Juan Cesar De La Cruz Alarcon PROYECTO : Comportamiento mecánico de una mezcla asfáltica convencional adicionando Belutec IC más aditivo Warmix, Lima-2019.
DIRECCIÓN : Callao, Lima
REFERENCIA : Solicitud de Servicio N° 192-2019-JBO UBICACIÓN : Lima
FECHA DE RECEPCIÓN : Lima, 30 de septiembre del 2019 FECHA DE INICIO : Lima, 30 de septiembre del 2019

**PARTICULAS CHATAS Y ALARGADAS EN AGREGADOS
MTC E 223 - 2016**

REFERENCIAS DE LA MUESTRA

IDENTIFICACIÓN : Cantera Cristopher PRESENTACIÓN : 03 Sacos de polipropileno.
Piedra chancada: 100%
DESCRIPCIÓN : Agregado grueso CANTIDAD : 100 kg aprox.

A) PATRICULAS CHATAS

| ABERTURA MALLA | | PESO DE LA FRACCIÓN DE ENSAYO (g) | NUMERO DE PARTICULAS | PARTICULAS CHATAS (g) | PARTICULAS CHATAS (%) | GRADACIÓN ORIGINAL (%) | PROMEDIO DE PART. CHATAS |
|----------------|------|-----------------------------------|----------------------|-----------------------|-----------------------|------------------------|--------------------------|
| PASA | RET. | | | | | | |
| 3/4" | 1/2" | 658.3 | 125 | 15.0 | 2.3 | 59.3 | 136.4 |
| 1/2" | 3/8" | 485.3 | 150 | 15.0 | 3.1 | 40.7 | 126.1 |
| TOTAL | | | | 30.0 | 5.4 | 100.0 | 262.6 |

PARTICULAS CHATAS (%) 2.6 %

B) PARTICULAS ALARGADAS

| ABERTURA MALLA | | PESO DE LA FRACCIÓN DE ENSAYO (g) | NUMERO DE PARTICULAS | PARTICULAS ALARGADAS (g) | PARTICULAS ALARGADAS (%) | GRADACIÓN ORIGINAL (%) | PROMEDIO DE PART. ALARGADAS |
|----------------|------|-----------------------------------|----------------------|--------------------------|--------------------------|------------------------|-----------------------------|
| PASA | RET. | | | | | | |
| 3/4" | 1/2" | 658.3 | 125 | 8.0 | 1.2 | 59.3 | 71.2 |
| 1/2" | 3/8" | 485.3 | 150 | 8.0 | 1.6 | 40.7 | 65.1 |
| TOTAL | | | | 16.0 | 2.8 | 100.0 | 136.3 |

PARTICULAS ALARGADAS (%) 1.4 %

C) PARTICULAS CHATAS Y ALARGADAS

| ABERTURA MALLA | | PESO DE LA FRACCIÓN DE ENSAYO (g) | NUMERO DE PARTICULAS | PARTICULAS CHATAS Y ALARGADAS (g) | PARTICULAS CHATAS Y ALARGADAS (%) | GRADACIÓN ORIGINAL (%) | PROMEDIO DE PART. CHATAS Y ALARGADAS |
|----------------|------|-----------------------------------|----------------------|-----------------------------------|-----------------------------------|------------------------|--------------------------------------|
| PASA | RET. | | | | | | |
| 1 1/2" | 1" | 3097.5 | 105 | 0.0 | 0.0 | 0.0 | 0.0 |
| 1" | 3/4" | 1490.7 | 108 | 0.0 | 0.0 | 0.0 | 0.0 |
| 3/4" | 1/2" | 658.3 | 125 | 4.0 | 0.6 | 59.3 | 35.6 |
| 1/2" | 3/8" | 485.3 | 150 | 4.0 | 0.8 | 40.7 | 32.5 |
| TOTAL | | | | 8.0 | 1.4 | 100.0 | 68.1 |

PARTÍCULAS CHATAS Y ALRGADAS (%) 0.7 %

OBSERVACIONES:

- Relación dimensional: 1/3
- Muestra tomada e identificada por el solicitante.
- La piedra chancada fue producida en los laboratorios de JBO Ingenieros S.A.C.

Referencia:

- ASTM D 4751: Standard Test Method for Flat Particles, Elongated Particles, or Flat and Elongated Particles in Coarse Aggregate

VF-002 (01-02-18)

Fecha de emisión : Lima, 05 de octubre del 2019

El uso de la información contenida en este documento es de exclusiva responsabilidad del solicitante.



MARCO ANTONIO MORENO FLORES
INGENIERO CIVIL
Reg. CIP N° 176318



Ingenieros S.A.C.
 Calle Valladolid 149
 Urb. Mayorazgo II Etapa, Ate
 Lima, Peru
 Telefono: 01-683-0473 / 683-0476
 E-mail: informes@jboingenieros.com

EXPEDIENTE N° 192-2019-JBO

INFORME DE ENSAYO

SOLICITANTE : Juan Cesar De La Cruz Alarcon **PROYECTO** : Comportamiento mecánico de una mezcla asfáltica convencional adicionando Betutec IC más aditivo Warmix, Lima-2019.

DIRECCIÓN : Callao, Lima

REFERENCIA : Solicitud de Servicio N° 192-2019-JBO **UBICACIÓN** : Lima

FECHA DE RECEPCIÓN : Lima, 30 de septiembre del 2019 **FECHA DE INICIO** : Lima, 30 de septiembre del 2019

METODO DE ENSAYO ESTANDAR PARA LA DETERMINACION DEL PORCENTAJE DE PARTICULAS FRACTURADAS EN EL AGREGADO GRUESO MTC E 210 - 2016

REFERENCIAS DE LA MUESTRA

IDENTIFICACIÓN : Cantera Christopher **PRESENTACIÓN** : 03 Sacos de polipropileno.
 Piedra chancada: 100%

DESCRIPCIÓN : Agregado grueso **CANTIDAD** : 100 kg aprox.

A) UNA A MAS CARAS FRACTURADAS

| ABERTURA MALLA | | PESO DE LA FRACCIÓN DE ENSAYO (g) | NÚMERO DE PARTICULAS | PARTICULAS FRACTURADAS (g) | CARAS FRACTURADAS (%) | GRADACION ORIGINAL (%) | PROMEDIO DE CARAS FRACTURADAS |
|----------------|------|-----------------------------------|----------------------|----------------------------|-----------------------|------------------------|-------------------------------|
| PASA | RET. | | | | | | |
| 3/4" | 1/2" | 658.3 | 125 | 714.1 | 108.5 | 59.3 | 6436.2 |
| 1/2" | 3/8" | 485.3 | 150 | 425.3 | 87.6 | 40.7 | 3563.6 |
| TOTAL | | | | | 196.1 | 100.0 | 9999.8 |

PARTICULAS CON UNA A MAS CARAS DE FRACTURA (%) **100.0 %**

B) DOS A MAS CARAS FRACTURADAS

| ABERTURA MALLA | | PESO DE LA FRACCIÓN DE ENSAYO (g) | NÚMERO DE PARTICULAS | PARTICULAS FRACTURADAS (g) | CARAS FRACTURADAS (%) | GRADACION ORIGINAL (%) | PROMEDIO DE CARAS FRACTURADAS |
|----------------|------|-----------------------------------|----------------------|----------------------------|-----------------------|------------------------|-------------------------------|
| PASA | RET. | | | | | | |
| 3/4" | 1/2" | 658.3 | 125 | 714.0 | 108.5 | 59.3 | 6436.2 |
| 1/2" | 3/8" | 485.3 | 150 | 425.3 | 87.6 | 40.7 | 3563.6 |
| TOTAL | | | | | 196.1 | 100.0 | 9999.8 |

PARTICULAS CON DOS A MAS CARAS DE FRACTURA (%) **100.0 %**

OBSERVACIONES:

- Muestra tomada e identificada por el solicitante.
- El material utilizado es de origen natural, sin ningún procesamiento o chancado.
- La piedra chancada fue producida en los laboratorios de JBO Ingenieros S.A.C.

Referencia:

- ASTM D 5821: Standard Test Method for Determining the Percentage of Fractured Particles in Coarse Aggregate

VF-002 (01-02-18)

Fecha de emisión : Lima, 08 de octubre del 2019

El uso de la información contenida en este documento es de exclusiva responsabilidad del solicitante.



MARCO ANTONIO MORENO FLORES
INGENIERO CIVIL
 Reg. CIP N° 176318



Ingenieros S.A.C.
 Calle Valladolid 149
 Urb. Mayorazgo II Etapa, Ate
 Lima, Peru
 Telefono: 01-683-0473 / 683-0476
 E-mail: informes@jboingenieros.com

EXPEDIENTE N° 192-2019-JBO

INFORME DE ENSAYO

SOLICITANTE : Juan Cesar De La Cruz Alarcon
 DIRECCIÓN : Callao, Lima
 REFERENCIA : Solicitud de Servicio N° 192-2019-JBO
 FECHA DE RECEPCIÓN : Lima, 30 de septiembre del 2019

PROYECTO : Comportamiento mecánico de una mezcla asfáltica convencional adicionando Betutec IC más aditivo Warmix, Lima-2019.
 UBICACIÓN : Lima
 FECHA DE INICIO : Lima, 30 de septiembre del 2019

**DURABILIDAD AL SULFATO DE SODIO Y SULFATO DE MAGNESIO
 MTC E 209 - 2016**

REFERENCIAS DE LA MUESTRA

IDENTIFICACIÓN : Cantera Cristopher
 Piedra chancada: 100%
 DESCRIPCIÓN : Agregado grueso
 PRESENTACIÓN : 03 Sacos de polipropileno.
 CANTIDAD : 100 kg aprox.

AGREGADO GRUESO

| ABERTURA MALLA | | N° TARRO | PESO ANTES DEL ENSAYO (g) | TAMICES PARA DETERMINAR LAS PÉRDIDAS | PESO DESPUÉS DEL ENSAYO (g) | PÉRDIDAS (g) | PÉRDIDA TOTAL (%) | GRADACIÓN ORIGINAL (%) | PÉRDIDA CORREGIDA (%) |
|----------------|------|----------|---------------------------|--------------------------------------|-----------------------------|--------------|-------------------|------------------------|-----------------------|
| PASA | RET. | | | | | | | | |
| 3/4" | 1/2" | 98 | 663.1 | 5/16" | 866.6 | 101.2 | 10.5 | 59.0 | 6.20 |
| 1/2" | 3/8" | 52 | 304.6 | | | | | | |
| 3/8" | N° 4 | 302 | 302.4 | N° 5 | 273.3 | 29.2 | 9.6 | 41.0 | 3.94 |

| | |
|--------------------------|-------------|
| PÉRDIDA TOTAL (%) | 10.1 |
|--------------------------|-------------|

OBSERVACIONES:

- Ensayo efectuado con Sulfato de Magnesio
- Muestra tomada e identificada por el solicitante.
- La piedra chancada fue producida en los laboratorios de JBO Ingenieros S.A.C.

Referencia:

- NTP 400.016 / ASTM C 88: AGREGADOS. Determinación de la inalterabilidad de agregados por medio de sulfato de sodio o sulfato de magnesio

VF-002 (01-02-18)

Fecha de emisión : Lima, 08 de octubre del 2019

El uso de la información contenida en este documento es de exclusiva responsabilidad del solicitante.



MARCO ANTONIO
 MORENO FLORES
 INGENIERO CIVIL
 Reg. CIP N° 176318



Ingenieros S.A.C.
 Calle Valladolid 149
 Urb. Mayorazgo II Etapa, Ate
 Lima, Peru
 Telefono: 01-683-0473 / 683-0476
 E-mail: inform@jboingenieros.com

EXPEDIENTE N° 192-2019-JBO

INFORME DE ENSAYO

SOLICITANTE : Juan Cesar De La Cruz Alarcon PROYECTO : Comportamiento mecánico de una mezcla asfáltica convencional adicionando Betutec IC más aditivo Warmix, Lima 2019.
 DIRECCIÓN : Callao, Lima
 REFERENCIA : Solicitud de Servicio N° 192-2019-JBO UBICACIÓN : Lima
 FECHA DE RECEPCIÓN : Lima, 30 de septiembre del 2019 FECHA DE INICIO : Lima, 30 de septiembre del 2019

PRUEBA DE ENSAYO ESTANDAR PARA INDICE DE DURABILIDAD DEL AGREGADO MTC E 214 - 2016
Procedimiento para agregado grueso

REFERENCIAS DE LA MUESTRA

IDENTIFICACION : Cantera Cristopher PRESENTACION : 03 Sacos de polipropileno.
 Piedra chancada: 100%
 DESCRIPCIÓN : Agregado grueso CANTIDAD : 100 kg aprox.

PROCEDIMIENTO "A" AGREGADO GRUESO

| GRADACIÓN ORIGINAL | | |
|--------------------|----------------|--------|
| Serie Americana | % Ret. Parcial | % Pasa |
| 3" | | |
| 2 1/2" | | |
| 2" | | |
| 1 1/2" | | |
| 1" | | |
| 3/4" | | 100 |
| 1/2" | 35 | 65 |
| 3/8" | 24 | 41 |
| 1/4" | 28 | 13 |
| N° 4 | 13 | 0 |

| AGREGADO GRUESO PREPARADO | | |
|---------------------------|------|-----------------------------------|
| ABERTURA MALLA | | PESO DE LA FRACCIÓN DE ENSAYO (g) |
| PASA | RET. | |
| 3/4" | 1/2" | 1062.1 |
| 1/2" | 3/8" | 577.4 |
| 3/8" | N° 4 | 914.5 |

PROCESO DEL ENSAYO

| ALTURA DE SEDIMENTACIÓN | RESULTADOS |
|-------------------------|------------|
| Altura 1 (pulg): | 2.1 |
| Altura 2 (pulg): | 2.3 |
| Altura 3 (pulg): | 2.1 |
| H (promedio, mm): | 55.88 |

FORMULA DE CÁLCULO:

$$D = 30.3 + 20.8 \cot(0.29 + 0.0059H)$$

INDICE DE DURABILIDAD DEL AGREGADOS GRUESO (Dc)

| MUESTRA | RESULTADO (%) |
|--------------------|---------------|
| Cantera Cristopher | 59.5 |

OBSERVACIONES:

- Ensayo efectuado con agua destilada.
- Muestra tomada e identificada por el solicitante.
- La piedra chancada fue producida en los laboratorios de JBO Ingenieros S.A.C.

Referencia:

- ASTM D 3744: Standard Test Method for Aggregate Durability Index

VF-002 (01-02-18)

Fecha de emisión : Lima, 08 de octubre del 2019

El uso de la información contenida en este documento es de exclusiva responsabilidad del solicitante.



MARGO ANTONIO MORENO FLORES
 INGENIERO CIVIL
 Reg. CIP N° 176318



Ingenieros S.A.C.
 Calle Valladolid 149
 Urb. Mayorazgo II Etapa, Ate
 Lima, Peru
 Telefono: 01-683-0473 / 683-0476
 E-mail: informes@jboingenieros.com

EXPEDIENTE N° 192-2019-JBO

INFORME DE ENSAYO

SOLICITANTE : Juan Cesar De La Cruz Alarcon
PROYECTO : Comportamiento mecánico de una mezcla asfáltica convencional adicionando Betutec IC más aditivo Warmix, Lima-2019.
DIRECCIÓN : Callao, Lima
UBICACIÓN : Lima
REFERENCIA : Solicitud de Servicio N° 192-2019-JBO
FECHA DE RECEPCIÓN : Lima, 30 de septiembre del 2019
FECHA DE INICIO : Lima, 30 de septiembre del 2019

SUELOS. MÉTODO DE ENSAYO NORMALIZADO PARA LA DETERMINACIÓN DEL CONTENIDO DE SALES SOLUBLES EN SUELOS Y AGUA SUBTERRÁNEA NTP 339.152

REFERENCIAS DE LA MUESTRA
IDENTIFICACIÓN : Cantera Christopher
 Piedra chancada: 100%
PRESENTACIÓN : 03 Sacos de polipropileno.
DESCRIPCIÓN : Agregado grueso
CANTIDAD : 100 kg aprox.
CONDICIONES AMBIENTALES
TEMPERATURA : 25.0 °C
H. RELATIVA : 64.4 %
TEMPERATURA DE LA MUESTRA : 25.7 °C

PROCESO DE ENSAYO

$$S = \frac{(m_2 - m_1) \times D}{E} \times 10^6$$

| DESCRIPCIÓN | UNIDAD | VALOR |
|--|--------------|----------|
| Peso seco inicial, m1 | (g) | 100.0000 |
| Peso seco final, m2 | (g) | 100.0586 |
| Relación de la mezcla suelo-agua, D | (L/g) | 3 |
| Volumen del extracto acuoso evaporado, E | (mL) | 50 |
| Sales solubles totales, SS | (ppm, mg/kg) | 3515 |
| Sales solubles totales, SS | (%) | 0.3515 |

OBSERVACIONES:

- Muestra tomada e identificada por el solicitante.
- La piedra chancada fue producida en los laboratorios de JBO Ingenieros S.A.C.

VF-002 (01-02-18)

Fecha de emisión : Lima, 08 de octubre del 2019

El uso de la información contenida en este documento es responsabilidad del solicitante.



MARGO ANTONIO MORENO FLORES
MARGO ANTONIO MORENO FLORES
INGENIERO CIVIL
 Reg. CIP N° 176318



Ingenieros S.A.C.
 Calle Valladolid 149
 Urb. Mayorazgo II Etapa, Ate
 Lima, Peru
 Telefono: 01-683-0473 / 683-0476
 E-mail: informes@jboingenieros.com

EXPEDIENTE N° 192-2019-JBO

INFORME DE ENSAYO

SOLICITANTE : Juan Cesar De La Cruz Alarcon
PROYECTO : Comportamiento mecanico de una mezcla asfaltica convencional adicionando Betutec IC más aditivo Warmix, Lima-2019.
DIRECCIÓN : Callao, Lima
REFERENCIA : Solicitud de Servicio N° 192-2019-JBO
UBICACIÓN : Lima
FECHA DE RECEPCIÓN : Lima, 30 de septiembre del 2019
FECHA DE INICIO : Lima, 30 de septiembre del 2019

REVESTIMIENTO Y DESPRENDIMIENTO DE MEZCLAS AGREGADO - BITUMEN MTC E 517 - 2016

REFERENCIAS DE LAS MUESTRAS

AGREGADO :
LIGANTE BITUMINOSO :
IDENTIFICACIÓN : Cartera Cristopher
TIPO DE ASFALTO : PEN 60/70
Piedra chancada: 100%
DESCRIPCIÓN : Agregado grueso
REFINERÍA : TDM Asfaltos
PRESENTACIÓN : 03 Sacos de polipropileno.
PRESENTACIÓN : 01 lata de 1gl.

RESULTADOS DEL ENSAYO

| ESTADO | | RESULTADO |
|---------------|-----|-------------|
| Recubrimiento | (%) | 100 |
| Adherencia | (%) | Menor de 95 |

OBSERVACIONES:

- PEN 60/70 proporcionado por el solicitante.
- Muestra tomada e identificada por el solicitante.
- La piedra chancada fue producida en los laboratorios de JBO Ingenieros S.A.C.

Referencia:

- AASHTO T 182: Standard Method of Test for Coating and Stripping of Bitumen-Aggregate Mixtures

VF-002 (01-02-18)

Fecha de emisión : Lima, 08 de octubre del 2019

El uso de la información contenida en este documento es responsabilidad del solicitante.




MARCO ANTONIO MORENO FLORES
 INGENIERO CIVIL
 Reg. CIP N° 176318



Ingenieros S.A.C.
 Calle Valladolid 149
 Urb. Mayorazgo II Etapa, Ate
 Lima, Peru
 Telefono: 01-683-0473 / 683-0476
 E-mail: informes@jboingenieros.com

EXPEDIENTE N° 192-2019-JBO

INFORME DE ENSAYO

SOLICITANTE : Juan Cesar De La Cruz Alarcon PROYECTO : Comportamiento mecánico de una mezcla asfáltica convencional adicionando Belutec IC más aditivo Warmix, Lima-2019.
 DIRECCIÓN : Callao, Lima UBICACIÓN : Lima
 REFERENCIA : Solicitud de Servicio N° 192-2019-JBO FECHA DE RECEPCIÓN : Lima, 30 de septiembre del 2019 FECHA DE INICIO : Lima, 30 de septiembre del 2019

**REVESTIMIENTO Y DESPRENDIMIENTO DE MEZCLAS AGREGADO – BITUMEN
 MTC E 517 - 2016**

REFERENCIAS DE LAS MUESTRAS

| | | | |
|-----------------------|---|---------------------------|---------------------------------------|
| AGREGADO | | LIGANTE BITUMINOSO | |
| IDENTIFICACIÓN | : Cantera Cristopher Piedra chancada: 100% | TIPO DE ASFALTO | : PEN 60/70 |
| DESCRIPCIÓN | : Agregado grueso | REFINERÍA | : TDM Asfaltos |
| PRESENTACIÓN | : 03 Sacos de polipropileno. | PRESENTACIÓN | : 01 lata de 1gl. |
| | | ADITIVO | : Tipo Amina (líquido) - Adhesol 5000 |
| | | DOSIFICACIÓN | : 0.5 % respecto al peso del asfalto |

RESULTADOS DEL ENSAYO

| ESTADO | RESULTADO |
|-------------------|-------------|
| Recubrimiento (%) | 100 |
| Adherencia (%) | Mayor de 95 |

OBSERVACIONES:

- PEN 60/70 proporcionado por el solicitante.
- Aditivo Tipo Amina (líquido) - Adhesol 5000 proporcionado por JBO Ingenieros S.A.C.
- Muestra tomada e identificada por el solicitante.
- La piedra chancada fue producida en los laboratorios de JBO Ingenieros S.A.C.

Referencia:

- AASHTO T 182: Standard Method of Test for Coating and Stripping of Bitumen-Aggregate Mixtures

VF-002 (01-02-18)

Fecha de emisión : Lima, 08 de octubre del 2019

El uso de la información contenida en este documento es responsabilidad del solicitante.



MARCO ANTONIO MORENO FLORES
 INGENIERO CIVIL
 Reg. CIP N° 176318



Ingenieros S.A.C.
Calle Valladolid 149
Urb. Mayorazgo II Etapa, Ate
Lima, Peru
Telefono: 01-683-0473 / 683-0476
E-mail: informes@jboingenieros.com

EXPEDIENTE N° 192-2019-JBO

INFORME DE ENSAYO

SOLICITANTE : Juan Cesar De La Cruz Alarcon
DIRECCIÓN : Callao, Lima
REFERENCIA : Solicitud de Servicio N° 192-2019-JBO
FECHA DE RECEPCIÓN : Lima, 30 de septiembre del 2019

PROYECTO : Comportamiento mecánico de una mezcla asfáltica convencional adicionando Betutec IC más aditivo Warmix, Lima-2019.
UBICACIÓN : Lima
FECHA DE INICIO : Lima, 30 de septiembre del 2019

REVESTIMIENTO Y DESPRENDIMIENTO DE MEZCLAS AGREGADO – BITUMEN MTC E 517 - 2016

REFERENCIAS DE LAS MUESTRAS

| | | | |
|-----------------------|---|---------------------------|---|
| AGREGADO | | LIGANTE BITUMINOSO | |
| IDENTIFICACIÓN | : Cantera Cristopher Piedra chancada: 100% | TIPO DE ASFALTO | : PEN 60/70 con Betutec IC más aditivo Warmix |
| DESCRIPCIÓN | : Agregado grueso | REFINERÍA | : TDM Asfaltos |
| PRESENTACIÓN | : 03 Sacos de polipropileno. | PRESENTACIÓN | : 01 lata de 1gl. |

RESULTADOS DEL ENSAYO

| ESTADO | | RESULTADO |
|-------------------|--|-------------|
| Recubrimiento (%) | | 100 |
| Adherencia (%) | | Mayor de 95 |

OBSERVACIONES:

- PEN 60/70 con Betutec IC más aditivo Warmix proporcionado por el solicitante.
- Muestra tomada e identificada por el solicitante.
- La piedra chancada fue producida en los laboratorios de JBO Ingenieros S.A.C.

Referencia:

- AASHTO T 182: Standard Method of Test for Coating and Stripping of Bitumen-Aggregate Mixtures

VF-002 (01-02-18)

Fecha de emisión : Lima, 08 de octubre del 2019

El uso de la información contenida en este documento es responsabilidad del solicitante.




MARCO ANTONIO MORENO FLORES
INGENIERO CIVIL
Reg. CIP N° 176318



Ingenieros S.A.C.
 Calle Valladolid 149
 Urb. Mayorazgo II Etapa, Ate
 Lima, Peru
 Telefono: 01-683-0473 / 683-0476
 E-mail: informes@jboingenieros.com

EXPEDIENTE N° 192-2019-JBO

INFORME DE ENSAYO

SOLICITANTE : Juan Cesar De La Cruz Alarcon
PROYECTO : Comportamiento mecanico de una mezcla asfaltica convencional adicionando Belutec IC más aditivo Warmix, Lima-2019.
DIRECCION : Callao, Lima
REFERENCIA : Solicitud de Servicio N° 192-2019-JBO
UBICACION : Lima
FECHA DE RECEPCION : Lima, 30 de septiembre del 2019
FECHA DE INICIO : Lima, 30 de septiembre del 2019

**ANALISIS GRANULOMETRICO DE AGREGADOS GRUESOS Y FINOS
 MTC E 204 - 2016**

REFERENCIAS DE LA MUESTRA

IDENTIFICACION : Canteras Cristopher (Arena chancada 100%)

PRESENTACION : 03 Sacos de polipropileno.

CANTIDAD : 100 kg aprox.

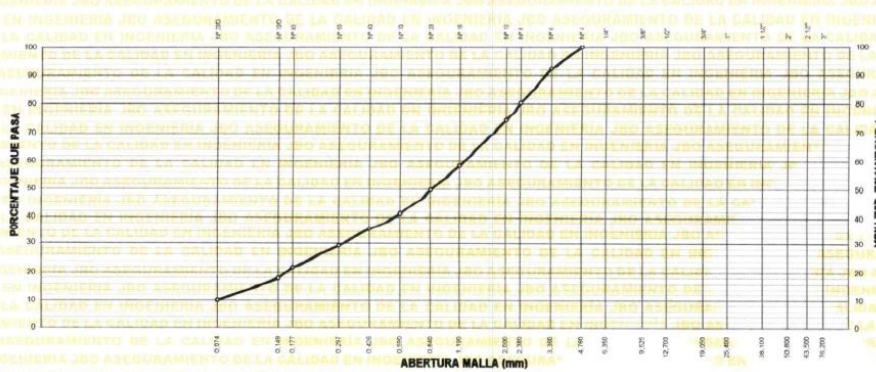
| ANALISIS GRANULOMETRICO DE SUELOS | | | | | |
|-----------------------------------|---------------|-------------------|----------------------|------------------------|----------|
| SERIE AMERICANA | ABERTURA (mm) | PESO RETENIDO (g) | RETENIDO PARCIAL (%) | RETENIDO ACUMULADO (%) | PASA (%) |
| 3" | 75.000 | | | | |
| 2 1/2" | 62.500 | | | | |
| 2" | 50.000 | | | | |
| 1 1/2" | 37.500 | | | | |
| 1" | 25.000 | | | | |
| 3/4" | 19.000 | | | | |
| 1/2" | 12.500 | | | | |
| 3/8" | 9.500 | | | | |
| 1/4" | 6.250 | | | | |
| N° 4 | 4.750 | | | | 100.0 |
| N° 5 | 3.350 | 64.1 | 7.5 | 7.5 | 92.5 |
| N° 8 | 2.360 | 103.3 | 12.1 | 19.6 | 80.4 |
| N° 10 | 2.000 | 49.5 | 5.8 | 25.4 | 74.6 |
| N° 16 | 1.180 | 138.3 | 16.2 | 41.6 | 58.4 |
| N° 20 | 0.850 | 73.4 | 8.6 | 50.2 | 49.8 |
| N° 30 | 0.600 | 72.6 | 8.5 | 58.7 | 41.3 |
| N° 40 | 0.425 | 52.9 | 6.2 | 64.9 | 35.1 |
| N° 50 | 0.300 | 51.2 | 6.0 | 70.9 | 29.1 |
| N° 80 | 0.177 | 61.5 | 7.2 | 78.1 | 21.9 |
| N° 100 | 0.150 | 34.2 | 4.0 | 82.1 | 17.9 |
| N° 200 | 0.075 | 67.5 | 7.9 | 90.0 | 10.0 |
| -200 | MTC E 202 | 85.4 | 10.0 | 100.0 | - |

| CARACTERIZACION DEL SUELO | | | |
|--|--------------------|--|----|
| Limite liquido (%) | (MTC E 110 - 2016) | | NP |
| Limite plastico (%) | (MTC E 111 - 2016) | | NP |
| Indice plastico (%) | (MTC E 111 - 2016) | | NP |
| Clasificación SUCS | (ASTM D 2487-11) | | NP |
| Clasif. para el uso en vias transporte | (ASTM D 3282-09) | | NP |

Descripcion de la muestra : Agregado fino

OBSERVACIONES:
 - Muestra tomada e identificada por el solicitante.
 - La arena chancada fue producida en los laboratorios de JBO Ingenieros S.A.C.

CURVA GRANULOMETRICA



Referencia:
 - NTP 400 012 / ASTM C 136 AGREGADOS. Analisis granulométrico del agregado fino, grueso y global
 - NTP 335 129 / ASTM D 4318 SUELOS. Método de ensayo para determinar el limite liquido, limite plastico, e indice de plasticidad de suelos
 - NTP 400 018 / ASTM C 117 AGREGADOS. Método de ensayo normalizado para determinar materiales más finos que pasan por el tamiz normalizado 75 µm (N° 200) por lavado de agregados

VF-002 (01-02-18)

Fecha de emisión : Lima, 06 de octubre del 2019

El uso de la información contenida en este documento es de exclusiva responsabilidad del solicitante.



[Firma]
MARCO ANTONIO MORENO FLORES
INGENIERO CIVIL
 Reg. CIP N° 176318



Ingenieros S.A.C.
 Calle Valladolid 149
 Urb. Mayorazgo II Etapa, Ate
 Lima, Peru
 Telefono: 01-683-0473 / 683-0476
 E-mail: informes@jboingenieros.com

EXPEDIENTE N° 192-2019-JBO

INFORME DE ENSAYO

SOLICITANTE : Juan Cesar De La Cruz Alarcon PROYECTO : Comportamiento mecánico de una mezcla asfáltica convencional adicionando Retultec IC más aditivo Warmix, Lima-2019.
 DIRECCIÓN : Callao, Lima UBICACIÓN : Lima
 REFERENCIA : Solicitud de Servicio N° 192-2019-JBO FECHA DE RECEPCIÓN : Lima, 30 de septiembre del 2019 FECHA DE INICIO : Lima, 30 de septiembre del 2019

DETERMINACIÓN DEL LÍMITE LÍQUIDO DE SUELOS

MTC E 110 - 2016

DETERMINACIÓN DEL LÍMITE PLÁSTICO (L.P.) DE LOS SUELOS E ÍNDICE DE PLASTICIDAD (I.P.)

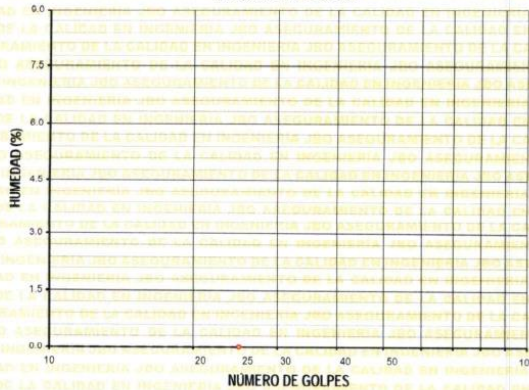
MTC E 111 - 2016

REFERENCIAS DE LA MUESTRA

IDENTIFICACIÓN : Cartera Christopher (Arena chancada 100%) PRESENTACIÓN : 03 Bolsa de polietileno
 DESCRIPCIÓN : Agregado fino CANTIDAD : 02 kg aprox.

| DESCRIPCIÓN | LÍMITE LÍQUIDO | | | | LÍMITE PLÁSTICO | |
|---------------------------------|----------------|----|----|----|-----------------|----|
| | 1 | 2 | 3 | 4 | 1 | 2 |
| Ensayo N° | | | | | | |
| Cápsula N° | -- | -- | -- | -- | -- | -- |
| Peso cápsula + suelo húmedo (g) | -- | -- | -- | -- | -- | -- |
| Peso cápsula + suelo seco (g) | -- | -- | -- | -- | -- | -- |
| Peso del Agua (g) | -- | -- | -- | -- | -- | -- |
| Peso de la cápsula (g) | -- | -- | -- | -- | -- | -- |
| Peso del suelo seco (g) | -- | -- | -- | -- | -- | -- |
| Contenido de humedad (%) | -- | -- | -- | -- | -- | -- |
| Número de golpes | -- | -- | -- | -- | -- | -- |

DIAGRAMA DE FLUIDEZ



Referencia: NTP 339.129 / ASTM D 4318. SUELOS. Metodo de ensayo para determinar el limite liquido, limite plástico, e indice de plasticidad de suelos

| RESULTADOS DE ENSAYOS | |
|-----------------------|----|
| LÍMITE LÍQUIDO (%) | NP |
| LÍMITE PLÁSTICO (%) | NP |
| IND. PLASTICIDAD (%) | NP |

OBSERVACIONES:
 - Ensayo efectuado al material pasante la malla N° 40.
 - La muestra se desliza en la copa de Casagrande.
 - El Límite Líquido no se puede determinar.
 - No se pudo formar los rolitos de 1/8" de diámetro, se desmorona.
 - El límite plástico no se puede determinar.
 - Muestra tomada e identificada por el solicitante.

VF-002 (01-02-18)

Fecha de emisión: Lima, 06 de octubre del 2019

El uso de la información contenida en este documento es responsabilidad del solicitante.



MARCO ANTONIO MORENO FLORES
 INGENIERO CIVIL
 Reg. CIP N° 176318



Ingenieros S.A.C.
 Calle Valladolid 149
 Urb. Mayorazgo II Etapa, Ate
 Lima, Peru
 Telefono: 01-683-0473 / 683-0476
 E-mail: informes@jboingenieros.com

EXPEDIENTE N° 192-2019-JBO

INFORME DE ENSAYO

SOLICITANTE : Juan Cesar De La Cruz Alarcon PROYECTO : Comportamiento mecánico de una mezcla asfáltica convencional adicionando Betutec IC mas aditivo Warmix, Lima-2019.
 DIRECCIÓN : Callao, Lima
 REFERENCIA : Solicitud de Servicio N° 192-2019-JBO UBICACIÓN : Lima
 FECHA DE RECEPCIÓN : Lima, 30 de septiembre del 2019 FECHA DE INICIO : Lima, 30 de septiembre del 2019

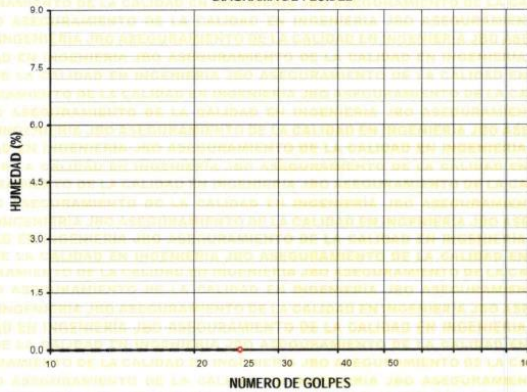
**DETERMINACIÓN DEL LIMITE LÍQUIDO DE SUELOS (MTC E 110 - 2016),
 LIMITE PLÁSTICO E ÍNDICE DE PLASTICIDAD DE SUELOS (MTC E 111 - 2016)**

REFERENCIAS DE LA MUESTRA

IDENTIFICACIÓN : Cantera Cristopher (Arena chancada 100%) PRESENTACIÓN : 03 Bolsa de polietileno
 DESCRIPCIÓN : Arena bien gradada con limo CANTIDAD : 02 kg aprox.

| DESCRIPCIÓN | LIMITE LÍQUIDO | | | | LIMITE PLÁSTICO | |
|---------------------------------|----------------|----|----|----|-----------------|----|
| | 1 | 2 | 3 | 4 | 1 | 2 |
| Ensayo N° | -- | -- | -- | -- | -- | -- |
| Cápsula N° | -- | -- | -- | -- | -- | -- |
| Peso cápsula + suelo húmedo (g) | -- | -- | -- | -- | -- | -- |
| Peso cápsula + suelo seco (g) | -- | -- | -- | -- | -- | -- |
| Peso del Agua (g) | -- | -- | -- | -- | -- | -- |
| Peso de la cápsula (g) | -- | -- | -- | -- | -- | -- |
| Peso del suelo seco (g) | -- | -- | -- | -- | -- | -- |
| Contenido de humedad (%) | -- | -- | -- | -- | -- | -- |
| Número de golpes | -- | -- | -- | -- | -- | -- |

DIAGRAMA DE FLUIDEZ



RESULTADOS DE ENSAYOS

| | |
|----------------------|----|
| LIMITE LÍQUIDO (%) | NP |
| LIMITE PLÁSTICO (%) | NP |
| IND. PLASTICIDAD (%) | NP |

OBSERVACIONES:
 - Ensayo efectuado al material pasante la malla N° 200.
 - La muestra se desliza en la copa de Casagrande.
 - El Limite Líquido no se puede determinar.
 - No se pudo formar los rolillos de 1/8" de diametro, se desmorona.
 - El limite plástico no se puede determinar.
 - Muestra tomada e identificada por el solicitante.

Referencia: NTP 339.129 / ASTM D 4318: SUELOS. Método de ensayo para determinar el límite líquido, límite plástico, e índice de plasticidad de suelos

VF-002 (01-02-18)

Fecha de emisión: Lima, 08 de octubre del 2019

El uso de la información contenida en este documento es responsabilidad del solicitante.



MARCO ANTONIO MORENO FLORES
 INGENIERO CIVIL
 Reg. CIP N° 176318



Ingenieros S.A.C.
 Calle Valladolid 149
 Urb. Mayorazgo II Etapa, Ate
 Lima, Peru
 Telefono: 01-683-0473 / 683-0476
 E-mail: informes@jboingenieros.com

EXPEDIENTE N° 192-2019-JBO

INFORME DE ENSAYO

SOLICITANTE : Juan Cesar De La Cruz Alarcon
PROYECTO : Comportamiento mecanico de una mezcla asfaltica convencional adicionando Betultec IC más aditivo Warmix, Lima-2019.
DIRECCIÓN : Callao, Lima
UBICACIÓN : Lima
REFERENCIA : Solicitud de Servicio N° 192-2019-JBO
FECHA DE RECEPCIÓN : Lima, 30 de septiembre del 2019
FECHA DE INICIO : Lima, 30 de septiembre del 2019

REFERENCIAS DE LA MUESTRA
IDENTIFICACIÓN : Cantera Cristopher (Arena chancada 100%)
PRESENTACIÓN : 03 Sacos de polipropileno.
DESCRIPCIÓN : Agregado fino
CANTIDAD : 100 kg aprox.

CANTIDAD DE MATERIAL FINO QUE PASA EL TAMIZ DE 75 m (N° 200) POR LAVADO MTC E 202 - 2016

| DESCRIPCIÓN | RESULTADOS |
|--|--|
| Identificación | Cantera Cristopher (Arena chancada 100%) |
| Peso del recipiente + suelo seco (sin lavar) (g) | 1158.2 |
| Peso del recipiente + suelo seco (lavado) (g) | 1080.6 |
| Peso del recipiente (g) | 304.2 |
| Porcentaje de suelo más fino que el tamiz N° 200 (%) | 10.0 |

OBSERVACIONES:
 - Muestra tomada e identificada por el solicitante.
 - La arena chancada fue producida en los laboratorios de JBO Ingenieros S.A.C.

Referencia:
 - NTP 400.018 / ASTM C 117: AGREGADOS. Metodo de ensayo normalizado para determinar materiales más finos que pasan por el tamiz normalizado 75 µm (N° 200) por lavado de agregados

VF-002 (01-02-18)

Fecha de emisión : Lima, 08 de octubre del 2019

El uso de la información contenida en este documento es de exclusiva responsabilidad del solicitante.



[Firma]
MARCO ANTONIO MORENO FLORES
 INGENIERO CIVIL
 Reg. CIP N° 176318



Ingenieros S.A.C.
 Calle Valladolid 149
 Urb. Mayorazgo II Etapa, Ate
 Lima, Peru
 Telefono: 01-683-0473 / 683-0476
 E-mail: informes@jboingenieros.com

EXPEDIENTE N° 192-2019-JBO

INFORME DE ENSAYO

SOLICITANTE DURANTE : Juan Cesar De La Cruz Alarcon **PROYECTO** : Comportamiento mecánico de una mezcla asfáltica convencional adicionando Betultec IC más aditivo Warmix, Lima-2019.

DIRECCIÓN : Callao, Lima

REFERENCIA : Solicitud de Servicio N° 192-2019-JBO

FECHA DE RECEPCIÓN : Lima, 30 de septiembre del 2019 **UBICACIÓN** : Lima

FECHA DE INICIO : Lima, 30 de septiembre del 2019

**VALOR DE EQUIVALENTE DE ARENA DE SUELOS Y AGREGADO FINO
 MTC E 114 - 2016**

REFERENCIAS DE LA MUESTRA

IDENTIFICACIÓN : Cantera Christopher (Arena chancada 100%)

PRESENTACIÓN : 03 Sacos de polipropileno.

DESCRIPCIÓN : Agregado fino

CANTIDAD : 100 kg aprox.

REFERENCIAS DEL ENSAYO

| DESCRIPCIÓN | RESULTADOS | | |
|-------------------------------|------------|------------|------------|
| | | | |
| Hora de entrada de saturación | 10:30 a.m. | 10:42 a.m. | 10:55 a.m. |
| Salida de saturación | 10:40 a.m. | 10:52 a.m. | 11:05 a.m. |
| Hora de inicio de decantación | 11:08 a.m. | 11:31 a.m. | 11:54 a.m. |
| Hora de inicio de saturación | 11:28 a.m. | 11:51 a.m. | 12:14 p.m. |
| Altura de finos (pulg) | 4.1 | 4.0 | 4.1 |
| Altura de arena (pulg) | 3.0 | 2.9 | 3.0 |
| Equivalente de Arena | 74 | 73 | 74 |
| Promedio (%) | 74 | | |

OBSERVACIONES:

- Muestra tomada e identificada por el solicitante.
- La arena chancada fue producida en los laboratorios de JBO Ingenieros S.A.C.

Referencia:

- NTP 339.146 / ASTM D 2419: SUELOS. Método de prueba estándar para el valor Equivalente de Arena de suelos y agregado fino

VF-002 (01-02-18)

Fecha de emisión : Lima, 08 de octubre del 2019

El uso de la información contenida en este documento es de exclusiva responsabilidad del solicitante.




MARCO ANTONIO MORENO FLORES
 INGENIERO CIVIL
 Reg. CIP N° 176318



Ingenieros S.A.C.
 Calle Valladolid 149
 Urb. Mayorazgo II Etapa, Ate
 Lima, Peru
 Telefono: 01-683-0473 / 683-0476
 E-mail: informes@jboingenieros.com

EXPEDIENTE N° 192-2019-JBO

INFORME DE ENSAYO

SOLICITANTE : Juan Cesar De La Cruz Alarcon
PROYECTO : Comportamiento mecanico de una mezcla asfáltica convencional adicionando Betutec IC más aditivo Warmix, Lima-2019.
DIRECCIÓN : Callao, Lima
UBICACIÓN : Lima
REFERENCIA : Solicitud de Servicio N° 192-2019-JBO
FECHA DE RECEPCIÓN : Lima, 30 de septiembre del 2019
FECHA DE INICIO : Lima, 30 de septiembre del 2019

REFERENCIAS DE LA MUESTRA
IDENTIFICACIÓN : Cartera Cristopher (Arena chancada 100%)
PRESENTACIÓN : 03 Sacos de polipropileno.
DESCRIPCIÓN : Agregado fino
CANTIDAD : 100 kg aprox.

**GRAVEDAD ESPECIFICA Y ABSORCION DE AGREGADOS FINOS
 MTC E 205 - 2016**

| DESCRIPCIÓN | UNIDAD | AGREGADO FINO |
|--|----------------------|---------------|
| Peso material saturado y superficie seca (en aire) | (g) | 300.0 |
| Peso fiola + H2O | (g) | 656.5 |
| Peso fiola + H2O + material | (g) | 956.5 |
| Peso fiola + H2O + material saturado y superficie seca | (g) | 842.0 |
| Volumen sólidos + volumen de vacios | (cm ³) | 114.5 |
| Peso material seco a 105 °C | (g) | 298.7 |
| Volumen de sólidos | (cm ³) | 113.1 |
| Peso bulk base seca | (g/cm ³) | 2.610 |
| Peso bulk base saturada | (g/cm ³) | 2.621 |
| Peso aparente base seca | (g/cm ³) | 2.640 |
| Absorción | (%) | 0.44 |

OBSERVACIONES:
 - Muestra tomada e identificada por el solicitante.
 - La arena chancada fue producida en los laboratorios de JBO Ingenieros S.A.C.

Referencia:
 - NTP 400.022 / ASTM C 128: AGREGADOS. Método de ensayo normalizado para la densidad, la densidad relativa (peso especifico) y absorción del agregado fino
 - NTP 400.021 / ASTM C 127: AGREGADOS. Método de ensayo normalizado para peso especifico y absorción del agregado grueso

VF-002 (01-02-18) Fecha de emisión : Lima, 08 de octubre del 2019

El uso de la información contenida en este documento es de exclusiva responsabilidad del solicitante.



Marcos Flores
MARCO ANTONIO MORENO FLORES
 INGENIERO CIVIL
 Reg. CIP N° 176318



Ingenieros S.A.C.
 Calle Valladolíd 149
 Urb. Mayorazgo II Etapa, Ate
 Lima, Peru
 Telefono: 01-683-0473 / 683-0476
 E-mail: informes@jboingenieros.com

EXPEDIENTE N° 192-2019-JBO

INFORME DE ENSAYO

SOLICITANTE : Juan Cesar De La Cruz Alarcon
 DIRECCIÓN : Callao, Lima
 REFERENCIA : Solicitud de Servicio N° 192-2019-JBO
 FECHA DE RECEPCIÓN : Lima, 30 de septiembre del 2019

PROYECTO : Comportamiento mecánico de una mezcla asfáltica convencional adicionando Betutec IC más aditivo Warmix, Lima-2019.
 UBICACIÓN : Lima
 FECHA DE INICIO : Lima, 30 de septiembre del 2019

**DURABILIDAD AL SULFATO DE SODIO Y SULFATO DE MAGNESIO
 MTC E 209 - 2016**

REFERENCIAS DE LA MUESTRA

IDENTIFICACIÓN : Cantera Christopher (Arena chancada 100%)
 DESCRIPCIÓN : Agregado fino
 PRESENTACIÓN : 03 Sacos de polipropileno.
 CANTIDAD : 100 kg aprox.

AGREGADO FINO

| ABERTURA MALLA | | N° TARRO | PESO ANTES DEL ENSAYO (g) | TAMICES PARA DETERMINAR LAS PÉRDIDAS | PESO DESPUÉS DEL ENSAYO (g) | PÉRDIDAS (g) | PÉRDIDA TOTAL (%) | GRADACION ORIGINAL (%) | PÉRDIDA CORREGIDA (%) |
|----------------|-------|----------|---------------------------|--------------------------------------|-----------------------------|--------------|-------------------|------------------------|-----------------------|
| PASA | RET. | | | | | | | | |
| N° 4 | N° 8 | 98 | 100.0 | N° 8 | 89.3 | 10.7 | 10.7 | 27.6 | 2.96 |
| N° 8 | N° 16 | 108 | 100.0 | N° 16 | 88.1 | 11.9 | 11.9 | 31.0 | 3.69 |
| N° 16 | N° 30 | 111 | 100.0 | N° 30 | 85.8 | 14.2 | 14.2 | 24.1 | 3.42 |
| N° 30 | N° 50 | 184 | 100.0 | N° 50 | 87.5 | 12.5 | 12.5 | 17.2 | 2.15 |

PÉRDIDA TOTAL (%) 12.2

OBSERVACIONES:

- Ensayo efectuado con Sulfato de Magnesio
- Muestra tomada e identificada por el solicitante.
- La arena chancada fue producida en los laboratorios de JBO Ingenieros S.A.C.

Referencia:

- NTP 400.016 / ASTM C 88: AGREGADOS. Determinación de la inalterabilidad de agregados por medio de sulfato de sodio o sulfato de magnesio

VF-002 (01-02-18)

Fecha de emisión : Lima, 08 de octubre del 2019

El uso de la información contenida en este documento es de exclusiva responsabilidad del solicitante.



MARCO ANTONIO MORENO FLORES
 INGENIERO CIVIL
 Reg. CIP N° 176318



Ingenieros S.A.C.
 Calle Valladolid 149
 Urb. Mayorazgo II Etapa, Ate
 Lima, Peru
 Telefono: 01-683-0473 / 683-0476
 E-mail: informes@jboingenieros.com

EXPEDIENTE N° 192-2019-JBO

INFORME DE ENSAYO

| | | | |
|--------------------|---|-----------------|--|
| SOLICITANTE | : Juan Cesar De La Cruz Alarcon | PROYECTO | : Comportamiento mecánico de una mezcla asfáltica convencional adicionando Betutec IC más aditivo Warmix, Lima-2019. |
| DIRECCIÓN | : Callao, Lima | UBICACION | : Lima |
| REFERENCIA | : Solicitud de Servicio N° 192-2019-JBO | FECHA DE INICIO | : Lima, 30 de septiembre del 2019 |
| FECHA DE RECEPCIÓN | : Lima, 30 de septiembre del 2019 | | |

PRUEBA DE ENSAYO ESTANDAR PARA INDICE DE DURABILIDAD DEL AGREGADO MTC E 214 - 2016
Procedimiento para agregado fino

| | | | |
|---------------------------|--|--------------|------------------------------|
| REFERENCIAS DE LA MUESTRA | | PRESENTACION | : 03 Sacos de polipropileno. |
| IDENTIFICACION | : Cantera Cristopher (Arena chancada 100%) | CANTIDAD | : 100 kg aprox. |
| DESCRIPCION | : Agregado fino | | |

PROCEDIMIENTO "B"
AGREGADO FINO

| GRADACION ORIGINAL | | | AGREGADO FINO PREPARADO | | |
|--------------------|--------|---------------|-------------------------|--------|---------------------------|
| ABERTURA MALLA | RET. | GRADACION (%) | ABERTURA MALLA | | GRADACION PARA ENSAYO (%) |
| PASA | | | PASA | RET. | |
| N° 4 | N° 8 | 19.6 | N° 4 | N° 8 | 8.2 |
| N° 8 | N° 16 | 22 | N° 8 | N° 16 | 26.8 |
| N° 16 | N° 30 | 17.1 | N° 16 | N° 30 | 13.6 |
| N° 30 | N° 50 | 12.2 | N° 30 | N° 50 | 18.9 |
| N° 50 | N° 100 | 11.2 | N° 50 | N° 100 | 9.9 |
| N° 100 | N° 200 | 7.9 | N° 100 | N° 200 | 11.6 |
| N° 200 | - 200 | 10 | N° 200 | - 200 | 15.3 |

PROCESO DEL ENSAYO

| DESCRIPCION | RESULTADOS | | |
|-------------------------------|------------|------------|------------|
| Hora de entrada de saturación | 04:15 p.m. | 04:27 p.m. | 04:40 p.m. |
| Salida de saturación | 04:25 p.m. | 04:37 p.m. | 04:50 p.m. |
| Hora de inicio de decantación | 04:53 p.m. | 05:16 p.m. | 05:39 p.m. |
| Hora de inicio de saturación | 05:13 p.m. | 05:36 p.m. | 05:59 p.m. |
| Altura de finos (pulg) | 4.5 | 4.6 | 4.4 |
| Altura de arena (pulg) | 2.1 | 2.2 | 2.1 |
| Índice de Durabilidad | 47 | 48 | 48 |
| Promedio (%) | 48 | | |

INDICE DE DURABILIDAD DEL AGREGADO FINO

| MUESTRA | RESULTADO (%) |
|--|---------------|
| Cantera Cristopher (Arena chancada 100%) | 48.0 |

OBSERVACIONES:

- Ensayo efectuado con agua destilada y solución stock (cloruro de calcio).
- Muestra tomada e identificada por el solicitante.
- La arena chancada fue producida en los laboratorios de JBO Ingenieros S.A.C.

Referencia:

- ASTM D 3744: Standard Test Method for Aggregate Durability Index

VF-002 (01-02-18)

Fecha de emisión : Lima, 08 de octubre del 2019

El uso de la información contenida en este documento es de exclusiva responsabilidad del solicitante.



Marcos Flores
MARCO ANTONIO FLORES
INGENIERO CIVIL
 Reg. CIP N° 176318



Ingenieros S.A.C.
 Calle Valladolid 149
 Urb. Mayorazgo II Etapa, Ate
 Lima, Peru
 Telefono: 01-683-0473 / 683-0476
 E-mail: informes@jboingenieros.com

EXPEDIENTE N° 192-2019-JBO

INFORME DE ENSAYO

SOLICITANTE : Juan Cesar De La Cruz Alarcon PROYECTO : Comportamiento mecánico de una mezcla asfáltica convencional adicionando Betutec IC más aditivo Warmix, Lima-2019.

DIRECCIÓN : Callao, Lima UBICACIÓN : Lima

REFERENCIA : Solicitud de Servicio N° 192-2019-JBO FECHA DE RECEPCIÓN : Lima, 30 de septiembre del 2019

FECHA DE RECEPCIÓN : Lima, 30 de septiembre del 2019 FECHA DE INICIO : Lima, 30 de septiembre del 2019

**ANGULARIDAD DEL AGREGADO FINO
 MTC E 222 - 2016**

REFERENCIAS DE LA MUESTRA

IDENTIFICACIÓN : Cantera Cristopher (Arena chancada 100%) PRESENTACIÓN : 03 Sacos de polipropileno.

DESCRIPCIÓN : Agregado fino CANTIDAD : 100 kg aprox.

REFERENCIAS DEL ENSAYO

Método de ensayo : °C°
 Peso específico bulk base seca : 2.610 g/cm3

| N° de ensayo | 1 | 2 | 3 | 4 |
|--------------------------|-------|-------|-------|-------|
| Volumen del Molde (mL) | 103.4 | | | |
| Peso del Molde (g) | 412.3 | | | |
| P. Muestra + Molde (g) | 568.6 | 568.7 | 570.7 | 566.6 |
| Peso de la Muestra (g) | 156.3 | 156.4 | 158.4 | 154.3 |
| Vacios Sin Compactar (%) | 42.1 | 42.0 | 41.3 | 42.8 |
| Promedio (%) | 42.1 | | | |

| ANGULARIDAD (%) |
|-----------------|
| 42.1 |

OBSERVACIONES:

- La muestra utilizada para el ensayo se lavó por la malla N° 200 y es pesante de la malla N° 8 (2.36 mm).
- Muestra tomada e identificada por el solicitante.
- La arena chancada fue producida en los laboratorios de JBO Ingenieros S.A.C.

Referencia:

- National Stone, Sand & Gravel Association (ex-National Aggregates Association)

VF-002 (01-02-18)

Fecha de emisión : Lima, 08 de octubre del 2019

El uso de la información contenida en este documento es de exclusiva responsabilidad del solicitante.



MARCO ANTONIO MORENO FLORES
 INGENIERO CIVIL
 Reg. CIP N° 176318



Ingenieros S.A.C.
 Calle Valladolid 149
 Urb. Mayorazgo II Etapa, Ate
 Lima, Peru
 Telefono: 01-683-0473 / 683-0476
 E-mail: informes@jboingenieros.com

EXPEDIENTE N° 192-2019-JBO

INFORME DE ENSAYO

SOLICITANTE : Juan Cesar De La Cruz Alarcon **PROYECTO** : Comportamiento mecánico de una mezcla asfáltica convencional adicionando Betutec IC más aditivo Warmix, Lima-2019.

DIRECCIÓN : Callao, Lima

REFERENCIA : Solicitud de Servicio N° 192-2019-JBO **UBICACIÓN** : Lima

FECHA DE RECEPCIÓN : Lima, 30 de septiembre del 2019 **FECHA DE INICIO** : Lima, 30 de septiembre del 2019

**MATERIA ORGÁNICA EN SUELOS (PÉRDIDA POR IGNICIÓN)
 MTC E 118 - 2016**

REFERENCIAS DE LA MUESTRA

IDENTIFICACIÓN : Cantera Cristopher (Arena chancada 100%) **PRESENTACIÓN** : 03 Sacos de polipropileno.

DESCRIPCIÓN : Agregado fino **CANTIDAD** : 100 kg aprox.

REFERENCIAS DEL ENSAYO

$$\% d m \text{ o } \acute{a}n = \frac{A - B}{B - C} \times 100$$

| DESCRIPCIÓN | UNIDAD | RESULTADOS |
|--|--------|------------|
| Peso del crisol y del suelo seco antes de la ignición, A | (g) | 213.3 |
| Peso del crisol y del suelo seco después de la ignición, B | (g) | 213.3 |
| Peso del crisol, C | (g) | 69.30 |
| Contenido de materia orgánica | (%) | NT |

OBSERVACIONES:

- Muestra tomada e identificada por el solicitante.

Referencia:

AASHTO T 267: Standard Method of Test for Determination of Organic Content in Soils by Loss on ignition

VF-002 (01-02-18)

Fecha de emisión : Lima, 08 de octubre del 2019

El uso de la información contenida en este documento es de exclusiva responsabilidad del solicitante.



Marco Antonio Moreno Flores
MARCO ANTONIO MORENO FLORES
 INGENIERO CIVIL
 Reg. CIP N° 176318



Ingenieros S.A.C.
 Calle Valladolid 149
 Urb. Mayorazgo II Etapa, Ate
 Lima, Peru
 Telefono: 01-683-0473 / 683-0476
 E-mail: inform@jboingenieros.com

EXPEDIENTE N° 192-2019-JBO

INFORME DE ENSAYO

SOLICITANTE : Juan Cesar De La Cruz Alarcon PROYECTO : Comportamiento mecánico de una mezcla asfáltica convencional adicionando Betuloc IC más aditivo Warmix, Lima-2019.

DIRECCIÓN : Callao, Lima

REFERENCIA : Solicitud de Servicio N° 192-2019-JBO UBICACIÓN : Lima

FECHA DE RECEPCIÓN : Lima, 30 de septiembre del 2019 FECHA DE INICIO : Lima, 30 de septiembre del 2019

SUELOS. MÉTODO DE ENSAYO NORMALIZADO PARA LA DETERMINACIÓN DEL CONTENIDO DE SALES SOLUBLES EN SUELOS Y AGUA SUBTERRÁNEA NTP 339.152

REFERENCIAS DE LA MUESTRA

IDENTIFICACIÓN : Cantera Cristopher (Arena chancada 100%) PRESENTACIÓN : 03 Sacos de polipropileno.

DESCRIPCIÓN : Agregado fino CANTIDAD : 100 kg aprox.

CONDICIONES AMBIENTALES

TEMPERATURA : 25.0 °C H. RELATIVA : 64.4 %

TEMPERATURA DE LA MUESTRA : 25.7 °C

PROCESO DE ENSAYO

$$S = \frac{(m_2 - m_1) \times D}{E} \times 10^6$$

| DESCRIPCIÓN | UNIDAD | ARENA |
|--|--------------|----------|
| Peso seco inicial, m1 | (g) | 100.0000 |
| Peso seco final, m2 | (g) | 100.0644 |
| Relación de la mezcla suelo-agua, D | (L/g) | 3 |
| Volumen del extracto acuoso evaporado, E | (mL) | 50 |
| Sales solubles totales, SS | (ppm, mg/kg) | 3865 |
| Sales solubles totales, SS | (%) | 0.3865 |

OBSERVACIONES:

- Muestra tomada e identificada por el solicitante.
- La arena chancada fue producida en los laboratorios de JBO Ingenieros S.A.C.

VF-002 (01-02-18)

Fecha de emisión : Lima, 08 de octubre del 2019

El uso de la información contenida en este documento es responsabilidad del solicitante.



[Firma]
MARCO ANTONIO MORENO FLORES
 INGENIERO CIVIL
 Reg. CIP N° 176318



Ingenieros S.A.C.
 Calle Valladolid 149
 Urb. Mayorazgo II Etapa, Ate
 Lima, Peru
 Telefono: 01-683-0473 / 683-0476
 E-mail: informes@jboingenieros.com

EXPEDIENTE N° 192-2019-JBO

INFORME DE ENSAYO

SOLICITANTE : Juan Cesar De La Cruz Alarcon **PROYECTO** : Comportamiento mecánico de una mezcla asfáltica convencional adicionando Butetec IC más aditivo Warmix, Lima-2019.

DIRECCIÓN : Callao, Lima

REFERENCIA : Solicitud de Servicio N° 192-2019-JBO **UBICACIÓN** : Lima

FECHA DE RECEPCIÓN : Lima, 30 de septiembre del 2019 **FECHA DE INICIO** : Lima, 30 de septiembre del 2019

MÉTODO ESTÁNDAR DE ENSAYO PARA LA DETECCIÓN CUALITATIVA DE ARCILLAS DAÑINAS DEL GRUPO ESMECTITA EN AGREGADOS USANDO AZUL DE METILENO AASHTO TP 57-01

REFERENCIAS DE LA MUESTRA

IDENTIFICACIÓN : Cantera Cristopher (Arena chancada 100%) **PRESENTACIÓN** : 03 Sacos de polipropileno.

DESCRIPCIÓN : Agregado fino **CANTIDAD** : 100 kg aprox.

REFERENCIAS DE LA MUESTRA

$$V = \frac{C \times W}{W}$$

| DESCRIPCIÓN | RESULTADOS |
|--|------------|
| Concentración de Azul de Metileno, C (mg Azul/mL solución) | 5 |
| Volumen de solución de Azul de Metileno, V (mL) | 14 |
| Peso del material seco, W (g) | 10 |
| Valor de Azul de Metileno, VA (mg/g) | 7.00 |

OBSERVACIONES:

- Ensayo efectuado al material pasante la Malla N° 200.
- Muestra tomada e identificada por el solicitante.
- La arena chancada fue producida en los laboratorios de JBO Ingenieros S.A.C.

Referencia:

AASHTO Designation: TP 57-01 (2004): Standard Method of Test for Methylene Blue Value of Clays, Mineral Fillers, and Fines

Personal:

Qco.: D.C.J.
 Rev.: M.M.F.

VF-002 (01-02-18)

Fecha de emisión : Lima, 08 de octubre del 2019

El uso de la información contenida en este documento es responsabilidad del solicitante.



MARCO ANTONIO FLORES
 INGENIERO CIVIL
 Reg. CIP N° 176318



Ingenieros S.A.C.
 Calle Valladolid 149
 Urb. Mayorazgo II Etapa, Ate
 Lima, Peru
 Telefono: 01-683-0473 / 683-0476
 E-mail: informes@jboingenieros.com

EXPEDIENTE N° 192-2019-JBO

INFORME DE ENSAYO

SOLICITANTE : Juan Cesar De La Cruz Alarcon PROYECTO : Comportamiento mecánico de una mezcla asfáltica convencional adicionando Betutec IC más aditivo Warmix, Lima-2019.

DIRECCIÓN : Callao, Lima

REFERENCIA : Solicitud de Servicio N° 192-2019-JBO UBICACIÓN : Lima

FECHA DE RECEPCIÓN : Lima, 30 de septiembre del 2019 FECHA DE INICIO : Lima, 30 de septiembre del 2019

**ADHESIVIDAD DE LOS LIGANTES BITUMINOSOS A LOS ARIDOS FINOS
 (PROCEDIMIENTO RIEDEL-WEBER)
 MTC E 220 - 2016**

REFERENCIAS DE LA MUESTRA

AGREGADO : LIGANTE BITUMINOSO

IDENTIFICACIÓN : Cantera Christopher (Arena chancada 100%) TIPO DE ASFALTO : PEN 60/70

DESCRIPCIÓN : Agregado fino REFINERÍA : TDM Asfaltos

PRESENTACIÓN : 03 Sacos de polipropileno. PRESENTACIÓN : 01 lata de 1gl.

| DENOMINACION | | DESPRENDIMIENTO ÁRIDO - ASFALTO | RESULTADOS |
|-----------------------------------|-------|---------------------------------|-------------------|
| AGUA DESTILADA | | NULO | |
| CONCENTRACIÓN DE CARBONATO SÓDICO | M/256 | NULO | PARCIAL : Grado 3 |
| | M/128 | NULO | |
| | M/64 | PARCIAL | |
| | M/32 | PARCIAL | TOTAL : Grado 7 |
| | M/16 | PARCIAL | |
| | M/8 | PARCIAL | |
| | M/4 | TOTAL | |
| | M/2 | TOTAL | |
| | M/1 | TOTAL | |

OBSERVACIONES:

- PEN 60/70 proporcionado por el solicitante.
- Muestra tomada e identificada por el solicitante.
- La arena chancada fue producida en los laboratorios de JBO Ingenieros S.A.C.

Referencia:

- NLT-355: Adhesividad de los logantes bituminosos a los áridos finos (procedimiento Riedel Weber)

VF-002 (01-02-18)

Fecha de emisión: Lima, 06 de octubre del 2019

El uso de la información contenida en este documento es responsabilidad del solicitante.



Marco Antonio Moreno Flores
MARCO ANTONIO MORENO FLORES
 INGENIERO CIVIL
 Reg. CIP N° 176318



Ingenieros S.A.C.
 Calle Valladolid 149
 Urb. Mayorazgo II Etapa, Ate
 Lima, Peru
 Telefono: 01-683-0473 / 683-0476
 E-mail: informes@jboingenieros.com

EXPEDIENTE N° 192-2019-JBO

INFORME DE ENSAYO

SOLICITANTE : Juan Cesar De La Cruz Alarcon PROYECTO : Comportamiento mecánico de una mezcla asfáltica convencional adicionando Betutec IC más aditivo Warmix, Lima-2019.
 DIRECCIÓN : Callao, Lima
 REFERENCIA : Solicitud de Servicio N° 192-2019-JBO UBICACIÓN : Lima
 FECHA DE RECEPCIÓN : Lima, 30 de septiembre del 2019 FECHA DE INICIO : Lima, 30 de septiembre del 2019

**ADHESIVIDAD DE LOS LIGANTES BITUMINOSOS A LOS ARIDOS FINOS
 (PROCEDIMIENTO RIEDEL-WEBER)
 MTC E 220 - 2016**

REFERENCIAS DE LA MUESTRA

| | |
|---|---|
| AGREGADO | LIGANTE BITUMINOSO |
| IDENTIFICACIÓN : Cantera Cristopher (Arena chancada 100%) | TIPO DE ASFALTO : PEN 60/70 |
| DESCRIPCIÓN : Agregado fino | REFINERÍA : TDM Asfaltos |
| PRESENTACIÓN : 03 Sacos de polipropileno. | PRESENTACIÓN : 01 leta de 1gl. |
| | ADITIVO : Tipo Amina (liquido) - Adhesol 5000 |
| | DOSIFICACIÓN : 0.5 % respecto al peso del asfalto |

| DENOMINACIÓN | | DESPRENDIMIENTO ÁRIDO - ASFALTO | RESULTADOS |
|-----------------------------------|-------|---------------------------------|--------------------------|
| 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 | PARCIAL |
| | M/8 | 6 | PARCIAL |
| | M/4 | 7 | PARCIAL |
| | M/2 | 8 | PARCIAL |
| | M/1 | 9 | PARCIAL |
| | | | PARCIAL : Grado 5 |
| | | | TOTAL : Grado 10 |

OBSERVACIONES:

- PEN 60/70 proporcionado por el solicitante.
- Aditivo Tipo Amina (liquido) - Adhesol 5000 proporcionado por JBO Ingenieros S.A.C.
- Muestra tomada e identificada por el solicitante.
- La arena chancada fue producida en los laboratorios de JBO Ingenieros S.A.C.

Referencia:

- NLT-355: Adhesividad de los logantes bituminosos a los áridos finos (procedimiento Riedel Weber)

VF-002 (01-02-18)

Fecha de emisión: Lima, 06 de octubre del 2019

El uso de la información contenida en este documento es responsabilidad del solicitante.



MARCO ANTONIO MORENO FLORES
 INGENIERO CIVIL
 Reg. CIP N° 176318



Ingenieros S.A.C.
 Calle Valladolid 149
 Urb. Mayorazgo II Etapa, Ate
 Lima, Peru
 Telefono: 01-683-0473 / 683-0476
 E-mail: informes@jboingenieros.com

EXPEDIENTE N° 192-2019-JBO

INFORME DE ENSAYO

SOLICITANTE : Juan Cesar De La Cruz Alarcon PROYECTO : Comportamiento mecánico de una mezcla asfáltica convencional adicionando Betutec IC más aditivo Warmix, Lima-2019.

DIRECCIÓN : Callao, Lima UBICACIÓN : Lima

REFERENCIA : Solicitud de Servicio N° 192-2019-JBO FECHA DE RECEPCIÓN : Lima, 30 de septiembre del 2019 FECHA DE INICIO : Lima, 30 de septiembre del 2019

**ADHESIVIDAD DE LOS LIGANTES BITUMINOSOS A LOS ARIDOS FINOS
 (PROCEDIMIENTO RIEDEL-WEBER)
 MTC E 220 - 2016**

REFERENCIAS DE LA MUESTRA

AGREGADO : LIGANTE BITUMINOSO

IDENTIFICACIÓN : Cantera Cristopher (Arena chancada 100%) TIPO DE ASFALTO : PEN 60/70 con Betutec IC más aditivo Warmix

DESCRIPCIÓN : Agregado fino REFINERIA : TDM Asfaltos

PRESENTACIÓN : 03 Sacos de polipropileno. PRESENTACIÓN : 01 lata de 1gl.

| DENOMINACIÓN | | DESPRENDIMIENTO ÁRIDO - ASFALTO | RESULTADOS |
|-----------------------------------|----------------|---------------------------------|--------------------------------------|
| CONCENTRACIÓN DE CARBONATO SÓDICO | AGUA DESTILADA | NULO | PARCIAL : Grado 4 TOTAL : Grado 9 |
| | M/256 | NULO | |
| | M/128 | NULO | |
| | M/64 | NULO | |
| | M/32 | PARCIAL | |
| | M/16 | PARCIAL | |
| | M/8 | PARCIAL | |
| | M/4 | PARCIAL | |
| | M/2 | PARCIAL | |
| M/1 | TOTAL | | |

OBSERVACIONES:

- PEN 60/70 con Betutec IC más aditivo Warmix proporcionado por el solicitante.
- Muestra tomada e identificada por el solicitante.
- La arena chancada fue producida en los laboratorios de JBO Ingenieros S.A.C.

Referencia:

- NLT-355: Adhesividad de los ligantes bituminosos a los áridos finos (procedimiento Riedel Weber)

VF-002 (01-02-18)

Fecha de emisión: Lima, 08 de octubre del 2019

El uso de la información contenida en este documento es responsabilidad del solicitante.



[Firma]
MARCO ANTONIO MORENO FLORES
 INGENIERO CIVIL
 Reg. CIP N° 176318



Ingenieros S.A.C.
 Calle Valladolid 149
 Urb. Mayorazgo II Etapa, Ate
 Lima, Peru
 Telefono: 01-683-0473 / 683-0476
 E-mail: informes@jboingenieros.com

EXPEDIENTE N° 192-2019-JBO

INFORME DE ENSAYO

SOLICITANTE : Juan Cesar De La Cruz Alarcon
 DIRECCION : Callao, Lima
 REFERENCIA : Solicitud de Servicio N° 192-2019-JBO
 FECHA DE RECEPCION : Lima, 30 de septiembre del 2019

PROYECTO : Comportamiento mecánico de una mazola asfáltica convencional adicionando Betutec IC mas aditivo Waxmix, Lima-2019.
 UBICACION : Lima
 FECHA DE INICIO : Lima, 30 de septiembre del 2019

**ANALISIS GRANULOMETRICO DE AGREGADOS GRUESOS Y FINOS
 MTC E 204 - 2016**

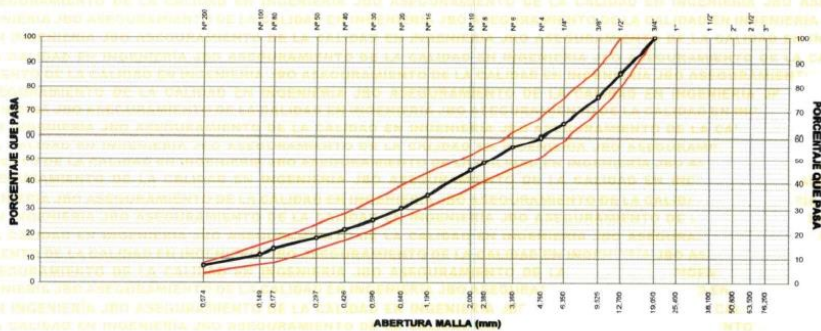
REFERENCIAS DE LA MUESTRA
 IDENTIFICACION : Canteras Christopher, combinacion de agregados para MAC
 PRESENTACION : 03 Sacos de polipropileno.
 CANTIDAD : 100 kg aprox.

| MALLAS | ABERTURA (mm) | PESO RETENIDO (g) | RETENIDO PARCIAL (%) | RETENIDO ACUMULADO (%) | PASA (%) | HUSO MAC-2 EG-2013-MTC |
|--------|---------------|-------------------|----------------------|------------------------|----------|------------------------|
| 3" | 75.000 | | | | | |
| 2 1/2" | 62.500 | | | | | |
| 2" | 50.000 | | | | | |
| 1 1/2" | 37.500 | | | | | |
| 1" | 25.000 | | | | | |
| 3/4" | 19.000 | | | | 100.0 | 100 - 100 |
| 1/2" | 12.500 | 356.7 | 14.0 | 14.0 | 86.0 | 80 - 100 |
| 3/8" | 9.500 | 244.6 | 9.6 | 23.6 | 76.4 | 70 - 88 |
| 1/4" | 6.250 | 285.4 | 11.2 | 34.8 | 65.2 | |
| N° 4 | 4.750 | 132.5 | 5.2 | 40.0 | 60.0 | 51 - 68 |
| N° 6 | 3.350 | 112.7 | 4.4 | 44.4 | 55.6 | |
| N° 8 | 2.360 | 181.9 | 7.1 | 51.6 | 48.4 | |
| N° 10 | 2.000 | 87.2 | 3.4 | 55.0 | 45.0 | 38 - 52 |
| N°16 | 1.180 | 243.5 | 9.6 | 64.5 | 35.5 | |
| N° 20 | 0.850 | 129.3 | 5.1 | 69.6 | 30.4 | |
| N° 30 | 0.600 | 127.8 | 5.0 | 74.6 | 25.4 | |
| N° 40 | 0.425 | 93.2 | 3.7 | 78.3 | 21.7 | 17 - 28 |
| N° 50 | 0.300 | 90.2 | 3.5 | 81.8 | 18.2 | |
| N° 80 | 0.177 | 108.2 | 4.2 | 86.1 | 13.9 | 8 - 17 |
| N° 100 | 0.150 | 60.1 | 2.4 | 88.4 | 11.6 | |
| N° 200 | 0.075 | 118.8 | 4.7 | 93.1 | 6.9 | 4 - 8 |
| -200 | MTC E 202 | 175.8 | 6.9 | 100.0 | | |

| RESUMEN DE ENSAYO | |
|---|-----|
| PROPORCIONES DE MEZCLA DE AGREGADOS | |
| (1) Piedra Chancada (Cantera Christopher) | 40% |
| (2) Arena Chancada (Cantera Christopher) | 59% |
| (3) Filler (Cal Hidratada) | 1% |

OBSERVACIONES:
 - Muestra tomada e identificada por el solicitante.
 - La cal hidratada fue proporcionada por JBO Ingenieros S.A.C.
 - La agregados chancados fueron producidos en laboratorio.

CURVA GRANULOMETRICA



Referencia:
 - NTP 400 012 / ASTM C 136: AGREGADOS. Análisis granulométrico del agregado fino, grueso y global.
 - NTP 400 016 / ASTM C 117: AGREGADOS. Método de ensayo normalizado para determinar materiales más finos que pasan por el tamiz normalizado 75µm (N° 200) por lavado de agregados.

Fecha de emisión : Lima, 05 de octubre del 2019
 El uso de la información contenida en este documento es de exclusiva responsabilidad del solicitante.



MARCO ANTONIO MORENO FLORES
 INGENIERO CIVIL
 Reg. CIP N° 176318



Ingenieros S.A.C.
 Calle Valladolid 149
 Urb. Mayorazgo II Etapa, Ate
 Lima, Peru
 Telefono: 01-683-0473 / 683-0476
 E-mail: informes@jboingenieros.com

EXPEDIENTE N° 192-2019-JBO

INFORME DE ENSAYO

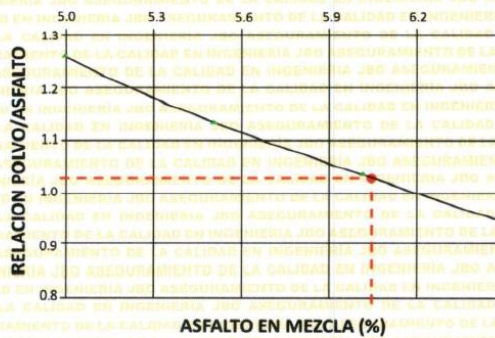
SOLICITANTE : De La Cruz Alarcon Juan Cesar **PROYECTO** : Comportamiento mecánico de una mezcla asfáltica convencional adicionando Betutec IC mas aditivo Warmix, Lima - 2019

DIRECCIÓN : Callao, Lima

REFERENCIA : Solicitud de Servicio N° 192-2019-JBO **UBICACIÓN** : Lima

FECHA DE RECEPCIÓN : Lima, 30 de setiembre del 2019 **FECHA DE INICIO** : Lima, 30 de setiembre del 2019

**ENSAYO DE MEZCLAS ASFÁLTICAS EN CALIENTE
 RESISTENCIA DE MEZCLAS BITUMINOSAS EMPLEANDO EL APARATO MARSHALL
 (MTC E 504 - 2016)**



MATERIALES:

- Piedra chancada (Cantera Cristopher) : 35 %
- Arena chancada (Cantera Cristopher) : 64 %
- Filler (Cal hidratada) : 1 %
- t. Máximo 3/4 pulg

OBSERVACIONES:

- Muestras de agregados tomadas e identificadas por el solicitante.
- Cemento asfáltico PEN 60/70 proporcionado por el solicitante.
- Se ha empleado un aditivo mejorador de adherencia aditivo Warmix (0.5 % en peso del asfalto), proporcionado por JBO Ingenieros S.A.C.

REFERENCIA:

- ASTM D 6926 - 16 Standard Practice for Preparation of Asphalt Mixture Specimens Using Marshall Apparatus
- ASTM D 6927 - 15 Standard Test Method for Marshall Stability and Flow of Bituminous Mixtures
- ASTM D 2726 - 19 Standard test method for bulk specific gravity and density of non absorptive compacted bituminous Mixtures
- ASTM D 3203 - 17 Standard test method for percent air voids in compacted dense and open bituminous paving Mixtures
- ASTM D 4469 - 17 Standard test method for calculating percent asphalt absorption by the aggregate in an asphalt pavement mixture

Tec.: E.E.A

Rev.: M.M.F.

Fecha de emisión : Lima, 05 de octubre del 2019

El uso de la información contenida en este documento es responsabilidad del solicitante.



MARCO ANTONIO MORENO FLORES
 INGENIERO CIVIL
 Reg. CIP N° 176318



Ingenieros S.A.C.
 Calle Valladolid 149
 Urb. Mayorazgo II Etapa, Ate
 Lima, Peru
 Telefono: 01-683-0473 / 683-0476
 E-mail: informes@jboingenieros.com

EXPEDIENTE N° 192-2019-JBO

INFORME DE ENSAYO

SOLICITANTE : De La Cruz Alarcon Juan Cesar **PROYECTO** : Comportamiento mecánico de una mezcla asfáltica convencional adicionando Betutec IC mas aditivo Warmix, Lima - 2019

DIRECCIÓN : Callao, Lima

REFERENCIA : Solicitud de Servicio N° 192-2019-JBO **UBICACIÓN** : Lima

FECHA DE RECEPCIÓN : Lima, 30 de setiembre del 2019 **FECHA DE INICIO** : Lima, 30 de setiembre del 2019

ENSAYO DE MEZCLAS ASFÁLTICAS EN CALIENTE
RESISTENCIA DE MEZCLAS BITUMINOSAS EMPLEANDO EL APARATO MARSHALL
 (MTC E 504 - 2016)

MEZCLA DE AGREGADOS (PROPORCIÓN EN PESO)

Cantera : Cantera Christopher (agregados chancados)

Piedra Chancada (Cantera Christopher) : 35 %
Arena Chancada (Cantera Christopher) : 64 %
Filler (Cal hidratada) : 1 %
T. Máximo : 3/4 pulg

ADITIVO MEJORADOR DE ADHERENCIA

IDENTIFICACIÓN : Aditivo Warmix
DOSIFICACIÓN : 0.5 % en peso del asfalto

LIGANTE BITUMINOSO

TIPO DE ASFALTO : Sólido
CLASIFICACIÓN : PEN 60/70 Betutec IC

ORIGEN : TDM Asfaltos
ÓPTIMO CONT. ASFALTO : 6.0 %
TEMP. DE MEZCLA (°C) : 145.0

ADITIVO : Tipo Warmix

CARACTERÍSTICAS MARSHALL

| | | | | |
|---|--|--|-------|-------|
| N° DE GOLPES | | | | 75 |
| CONTENIDO DE ASFALTO EN PESO (%) | | | 5.7 | 6.0 |
| PESO ESPECIFICO (g/cm³) (ASTM D-1188) | | | 2.279 | 2.288 |
| ESTABILIDAD (lb) (ASTM D-1559) | | | 2323 | 2516 |
| FLUJO (0.01") (ASTM D-1559) | | | 11.3 | 11.9 |
| VACÍOS DE AIRE (%) (ASTM D-3203) | | | 4.83 | 4.07 |
| VACÍOS AG. MINERAL (V.M.A) (%) (ASTM D-1559) | | | 17.2 | 17.0 |
| VACÍOS LLENOS DE ASFALTO (%) (ASTM D-1159) | | | 71.9 | 76.4 |
| ABSORCIÓN DEL ASFALTO (%) (ASTM D-4469) | | | | 0.2 |
| ESTABILIDAD / FLUJO (Kg/cm) (ASTM D-1559) | | | 3671 | 3785 |
| RELACIÓN POLVO – ASFALTO (") | | | 1.10 | 1.03 |
| TEM. MÁX. MEZCLA DE LABORAT. (°C) | | | | 145.0 |

OBSERVACIONES

- Muestras de agregados tomadas e identificadas por el solicitante
- Cemento asfáltico PEN 60/70 proporcionado por el solicitante.
- El aditivo mejorador de adherencia fue proporcionado por JBO Ingenieros S.A.C.
- (*) El porcentaje del material pasante el tamiz N° 200 está conformado por el agregado mineral y el filler (cal hidratada)
- La arena chancada y piedra chancada fueron producidos en el laboratorio de JBO Ingenieros S.A.C.
- La Cal hidratada fue proporcionada por JBO Ingenieros S.A.C

Referencia:

- ASTM D 6926 - 16 Standard Oractice for Preparation of Asphalt Mixture Specimens Using Marshall Apparatus
- ASTM D 6927 - 15 Standard test method for Marshall Stability and Flow of Bituminous Mixtures
- ASTM D 2726 - 19 Standard test method for bulk specific gravity and density of non absorptive compacted bituminous mixtures
- ASTM D 3203 - 17 Standard test method for oercent air voids in compacted dense and open bituminous paving mixtuxre
- ASTM D 4469 - 17 Standard test method for calculating percent asphalt absorption by the aggregate in an asphalt pavement mixture

Tec: E.E.A



Fecha de emisión : Lima, 08 de octubre del 2019

El uso de la información contenida en este documento es responsabilidad del solicitante.

MARCO ANTONIO MORENO FLORES
 INGENIERO CIVIL
 Reg. CIP N° 176318



Ingenieros S.A.C.
Calle Valladolid 149
Urb. Mayorazgo II Etapa, Ate
Lima, Peru
Telefono: 01-683-0473 / 683-0476
E-mail: informes@jboingenieros.com

EXPEDIENTE N° 192-2019-JBO

INFORME DE ENSAYO

SOLICITANTE : De La Cruz Alarcon Juan Cesar
DIRECCIÓN : Callao, Lima
REFERENCIA : Solicitud de Servicio N° 192-2019-JBO
FECHA DE RECEPCIÓN : Lima, 30 de setiembre del 2019

PROYECTO : Comportamiento mecánico de una mezcla asfáltica convencional adiciomando Betutec IC mas aditivo Wamix, Lima - 2019
UBICACIÓN : Lima
FECHA DE INICIO : Lima, 30 de setiembre del 2019

ENSAYO DE MEZCLAS ASFÁLTICAS EN CALIENTE

REFERENCIA DE PRUEBA
Tipo de mezcla : Mezcla Asfáltica en Caliente
MUESTRA : Mezcla de agregados: Piedra chancada 35%, Arena chancada 64% y Filler (Cal hidratada) 1% Agregados de la Cantera Cristopher (agregados chancados)

TIPO DE ASFALTO : PEN 60/70 **Sólido** : TDM Astialtos
TEM. COMPAC. (°C) : 145.0

RESISTENCIA DE MEZCLAS BITUMINOSAS EMPLEANDO EL APARATO MARSHALL (MTC E 504 - 2016)

| N° | DENOMINACIÓN | 1A | 1B | 1C | 2A | 2B | 2C | 3A | 3B | 3C | 4A | 4B | 4C |
|----|--|--------|--------|--------|--------|--------|--------|--------|--------|--------|--------|--------|--------|
| 1 | CEMENTO ASFÁLTICO EN PESO DE LA MEZCLA TOTAL (%) | 5 | 5.5 | 5.5 | 5.5 | 5.5 | 5.5 | 5.5 | 5.5 | 5.5 | 5 | 5 | 5 |
| 2 | AGREGADO GRUESO (P-N° 4) EN PESO DE LA MEZCLA (%) | 33.23 | 33.23 | 33.23 | 33.23 | 33.23 | 33.23 | 33.23 | 33.23 | 33.23 | 33.08 | 33.08 | 33.08 |
| 3 | AGREGADO FINO (N° 4) EN PESO DE LA MEZCLA (%) | 50.6 | 50.6 | 50.6 | 50.6 | 50.6 | 50.6 | 50.6 | 50.6 | 50.6 | 50.48 | 50.48 | 50.48 |
| 4 | FILLER (CAL HIDRATADA) EN PESO DE MEZCLA TOTAL (%) | 0.94 | 0.94 | 0.94 | 0.94 | 0.94 | 0.94 | 0.94 | 0.94 | 0.94 | 0.95 | 0.95 | 0.95 |
| 5 | PESO ESPECÍFICO DEL CEMENTO ASFÁLTICO - APARENTE (g/cm³) | 1 | 1 | 1 | 1 | 1 | 1 | 1 | 1 | 1 | 1 | 1 | 1 |
| 6 | PESO ESPECÍFICO DEL AGREGADO GRUESO - BULK BASE SECA (g/cm³) | 2.602 | 2.611 | 2.602 | 2.611 | 2.602 | 2.602 | 2.602 | 2.602 | 2.602 | 2.602 | 2.602 | 2.602 |
| 7 | PESO ESPECÍFICO DEL AGREGADO FINO - BULK BASE SECA (g/cm³) | 2.609 | 2.609 | 2.609 | 2.609 | 2.609 | 2.609 | 2.609 | 2.609 | 2.609 | 2.608 | 2.608 | 2.608 |
| 8 | PESO ESPECÍFICO DEL FILLER - APARENTE (g/cm³) | 2.3 | 2.3 | 2.3 | 2.3 | 2.3 | 2.3 | 2.3 | 2.3 | 2.3 | 2.3 | 2.3 | 2.3 |
| 9 | ALTURA PROMEDIO DE LA BRIQUETA (cm) | 6.4 | 6.4 | 6.4 | 6.4 | 6.4 | 6.4 | 6.4 | 6.4 | 6.4 | 6.5 | 6.6 | 6.5 |
| 10 | PESO DE LA BRIQUETA AL AIRE (1) (g) | 1278.3 | 1275.3 | 1283.3 | 1262.1 | 1272.3 | 1263.3 | 1275.3 | 1263.3 | 1263.3 | 1263.3 | 1263.3 | 1263.4 |
| 11 | PESO DE LA BRIQUETA AL AIRE (2) (g) | 1281.1 | 1276.5 | 1265.3 | 1263.8 | 1273.8 | 1265.1 | 1276.8 | 1265.1 | 1262.4 | 1262.4 | 1262.5 | 1265.2 |
| 12 | PESO DE LA BRIQUETA EN EL AGUA (g) | 712.8 | 710.1 | 704.2 | 707.5 | 713.1 | 710.1 | 719.5 | 710.1 | 710.1 | 710.1 | 710.1 | 704.2 |
| 13 | VOLUMEN DE LA BRIQUETA (cm³) | 561.3 | 566.4 | 561.4 | 556.3 | 561.5 | 566.9 | 561.6 | 561.8 | 561.7 | 561.3 | 561.8 | 561.1 |
| 14 | PESO ESPECÍFICO DE LA BRIQUETA (g/cm³) | 2.253 | 2.252 | 2.251 | 2.254 | 2.253 | 2.252 | 2.255 | 2.254 | 2.253 | 2.256 | 2.255 | 2.254 |
| 15 | PESO ESPECÍFICO MÁXIMO (ASTM D-2041) (g/cm³) | 7.1 | 7.1 | 7.2 | 7.1 | 7.1 | 7.2 | 7.1 | 7.1 | 7.2 | 7.1 | 7.1 | 7.2 |
| 16 | VACIOS (g/cm³) | 2.602 | 2.602 | 2.602 | 2.602 | 2.602 | 2.602 | 2.602 | 2.602 | 2.602 | 2.602 | 2.602 | 2.602 |
| 17 | PESO ESPECÍFICO BULK DEL AGREGADO TOTAL (g/cm³) | 17.7 | 17.8 | 17.8 | 17.7 | 17.8 | 17.8 | 17.7 | 17.8 | 17.8 | 17.7 | 17.8 | 17.8 |
| 18 | VACIOS DE AGREGADO MINERAL (V.M.A) (%) | 60.1 | 60 | 59.8 | 60.1 | 60 | 59.8 | 60.1 | 60 | 59.8 | 60.1 | 60 | 59.8 |
| 19 | VACIOS LLENADOS CON CEMENTO ASFÁLTICO (%) | 2.621 | 2.621 | 2.621 | 2.621 | 2.621 | 2.621 | 2.621 | 2.621 | 2.621 | 2.621 | 2.621 | 2.621 |
| 20 | PESO ESPECÍFICO EFECTIVO DEL AGREGADO TOTAL (g/cm³) | 0.28 | 0.28 | 0.28 | 0.28 | 0.28 | 0.28 | 0.28 | 0.28 | 0.28 | 0.28 | 0.28 | 0.28 |
| 21 | ASFALTO ABSORBIDO POR EL AGREGADO TOTAL (%) | 4.7 | 4.7 | 4.7 | 4.7 | 4.7 | 4.7 | 4.7 | 4.7 | 4.7 | 4.7 | 4.7 | 4.7 |
| 22 | FLUJO (0.01 pulg) (g) | 1121.9 | 1130.8 | 1132 | 1127.8 | 1127.8 | 1130.7 | 1127.9 | 1130.6 | 1131.8 | 1127.9 | 1130.5 | 1131.7 |
| 24 | ESTABILIDAD SIN CORRER (g) | 0.3 | 0.9 | 0.8 | 1 | 1 | 1 | 1.1 | 1.1 | 1 | 1.2 | 1.2 | 1.1 |
| 25 | FACTOR DE ESTABILIDAD (%) | 97.0 | 97.2.5 | 97.3.5 | 97.1 | 97.3.5 | 97.4.5 | 97.0 | 97.4.5 | 97.5.5 | 97.0 | 97.5.5 | 97.6.5 |
| 26 | ESTABILIDAD CORREGIDA (g) | 3472 | 3829 | 3833 | 3474 | 3831 | 3835 | 3472 | 3833 | 3837 | 3472 | 3835 | 3839 |
| 27 | RELACION ESTABILIDAD (g/cm²) | 1.3 | 1.3 | 1.3 | 1.2 | 1.2 | 1.2 | 1.1 | 1.1 | 1.1 | 1.1 | 1.1 | 1.1 |
| 28 | RELACION POLVO/ASFALTO | | | | | | | | | | | | |

OBSERVACIONES

- Muestras de agregados tomadas e identificadas por el solicitante.
- Se ha empleado un aditivo mejorador de adherencia Betutec IC mas aditivo Wamix por JBO Ingenieros S.A.C.
- Cemento asfáltico PEN 60/70 proporcionado por el solicitante.
- La Cal hidratada fue proporcionada por JBO Ingenieros S.A.C

Muestras de mezcla chancada y piedra chancada fueron producidos en el laboratorio de JBO Ingenieros S.A.C.



MARCO ANTONIO
INGENIERO CIVIL
Reg. CIP N° 17618

Fecha de emisión: Lima, 08 de octubre del 2019
El uso de la información contenida en este documento es responsabilidad del solicitante.



Ingenieros S.A.C.
 Calle Valladolid 149
 Urb. Mayorazgo II Etapa, Ate
 Lima, Peru
 Telefono: 01-683-0473 / 683-0476
 E-mail: informes@jboingenieros.com

EXPEDIENTE N° 192-2019-JBO

INFORME DE ENSAYO

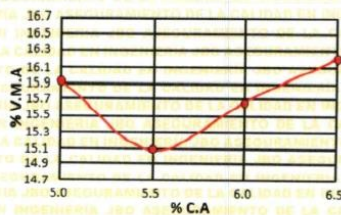
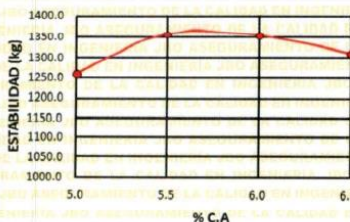
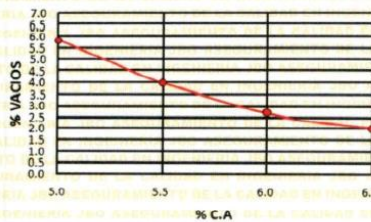
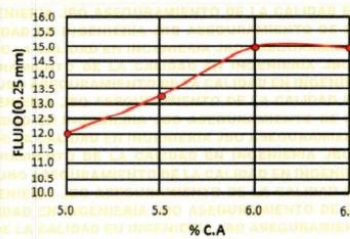
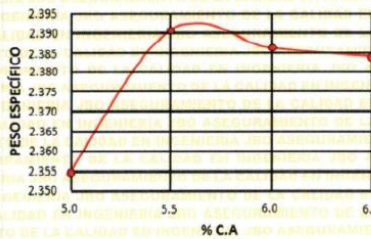
SOLICITANTE : De La Cruz Alarcon Juan Cesar **PROYECTO :** Comportamiento mecánico de una mezcla asfáltica convencional adicionando Betutec IC mas aditivo Warmix, Lima - 2019

DIRECCIÓN : Callao, Lima **UBICACIÓN :** Lima

REFERENCIA : Solicitud de Servicio N° 192-2019-JBO **FECHA DE RECEPCIÓN :** Lima, 30 de setiembre del 2019

FECHA DE RECEPCIÓN : Lima, 30 de setiembre del 2019 **FECHA DE INICIO :** Lima, 30 de setiembre del 2019

**ENSAYO DE MEZCLAS ASFÁLTICAS EN CALIENTE
 RESISTENCIA DE MEZCLAS BITUMINOSAS EMPLEANDO EL APARATO MARSHALL
 (MTC E 504 - 2016)**



ASFALTO EN LA MEZCLA (%)

MATERIALES:

- Piedra chancada (Cantera Cristopher) : 35 %
- Arena chancada (Cantera Cristopher) : 64 %
- Filler (Cal hidratada) : 1 %
- T. Máximo 3/4 pulg

OBSERVACIONES:

- Muestras de agregados tomadas e identificadas por el solicitante.
- Cemento asfáltico PEN 60/70 proporcionado por el solicitante.
- Se ha empleado un aditivo mejorador de adherencia Warmix (0.5 % en peso del asfalto), proporcionado por JBO Ingenieros S.A.C.

Referencia:

- ASTM D 6926 - 16 Standard Oractice for Preparation of Asphalt Mixture Specimens Using Marshall Apparatus
- ASTM D 6927 - 15 Standard test method for Marshall Stability and Flow of Bituminous Mixtures
- ASTM D 2726 - 19 Standard test method for bulk specific gravity and density of non absorptive compacted bituminous mixture
- ASTM D 3203 - 17 Standard test method for oercent air voids in compacted dense and open bituminous paving mixtures
- ASTM D 4469 - 17 Standard test method for calculating percent asphalt absorption by the aggregate in asphalt mixture

Fecha de emisión : Lima, 08 de octubre del 2019

El uso de la información contenida en este documento es responsabilidad del solicitante.



MORENO MORENO
INGENIERO CIVIL
 Reg. CIP N° 176318



Ingenieros S.A.C.
Calle Valladolid 149
Urb. Mayorazgo II Etapa, Ate
Lima, Peru
Telefono: 01-683-0473 / 683-0476
E-mail: inform@jboingenieros.com

EXPEDIENTE N° 192-2019-JBO

INFORME DE ENSAYO

SOLICITANTE : De La Cruz Alarcon Juan Cesar
DIRECCIÓN : Callao, Lima
REFERENCIA : Solicitud de Servicio N° 192-2019-JBO
FECHA DE RECEPCIÓN : Lima, 30 de setiembre del 2019

PROYECTO : Comportamiento mecánico de una mezcla asfáltica convencional adicionando Betútec IC mas aditivo Warmix, Lima - 2019
UBICACIÓN : Lima
FECHA DE INICIO : Lima, 30 de setiembre del 2019

ENSAYO DE MEZCLAS ASFÁLTICAS EN CALIENTE

REFERENCIA DE PRUEBA

Tipo de mezcla : Mezcla Asfáltica en Caliente
MUESTRA : Mezcla de agregados: Piedra chancada 35%, Arena chancada 64% y Filler (Cal hidratada) 1% Agregados de la Cantera Cristopher (agregados chancados)

TIPO DE ASFALTO : PEN 60/70
Sólido
TEM. COMPAC. (°C) : 160.0
TDM : Asfaltos

RESISTENCIA DE MEZCLAS BITUMINOSAS EMPLEANDO EL APARATO MARSHALL (MTC E 504 - 2016)

| N° | DENOMINACIÓN | 1A | 1B | 1C | 2A | 2B | 2C | 3A | 3B | 3C | 4A | 4B | 4C |
|----|--|-----|--------|----|----|--------|----|----|--------|----|----|--------|----|
| 1 | CEMENTO ASFÁLTICO EN PESO DE LA MEZCLA TOTAL | (b) | 5 | | | 6 | | | 6.1 | | | 5.5 | |
| 2 | AGREGADO GRUESO (P-N° 4) EN PESO DE LA MEZCLA | (b) | 33.23 | | | 33.08 | | | 33.08 | | | 33.08 | |
| 3 | AGREGADO FINO (N° 4) EN PESO DE LA MEZCLA | (b) | 60.6 | | | 60.48 | | | 60.48 | | | 60.48 | |
| 4 | FILLER (CAL, HOPATA) EN PESO DE MEZCLA TOTAL | (b) | 0.94 | | | 0.95 | | | 0.95 | | | 0.95 | |
| 5 | PESO ESPECÍFICO DEL CEMENTO ASFÁLTICO - APARENTE (g/cm³) | | 1 | | | 1 | | | 1 | | | 1 | |
| 6 | PESO ESPECÍFICO DEL AGREGADO GRUESO - BULK BASE SECA (g/cm³) | | 2.611 | | | 2.602 | | | 2.602 | | | 2.602 | |
| 7 | PESO ESPECÍFICO DEL AGREGADO FINO - BULK BASE SECA (g/cm³) | | 2.3 | | | 2.3 | | | 2.3 | | | 2.3 | |
| 8 | PESO ESPECÍFICO DEL FILLER - APARENTE (g/cm³) | | 6.4 | | | 6.4 | | | 6.5 | | | 6.6 | |
| 9 | ALTURA PROMEDIO DE LA BRIQUETA (mm) | | 1263.3 | | | 1262.1 | | | 1275.3 | | | 1263.3 | |
| 10 | PESO DE LA BRIQUETA AL AIRE (1) (g) | | 1263.3 | | | 1263.8 | | | 1265.1 | | | 1265.3 | |
| 11 | PESO DE LA BRIQUETA AL AIRE (2) (g) | | 1261.1 | | | 1263.8 | | | 1276.8 | | | 1282.5 | |
| 12 | PESO DE LA BRIQUETA EN EL AGUA (g) | | 712.8 | | | 707.5 | | | 719.5 | | | 712.1 | |
| 13 | VOLUMEN DE LA BRIQUETA (cm³) | | 561.3 | | | 556.3 | | | 561.6 | | | 561.3 | |
| 14 | PESO ESPECÍFICO BULK DE LA BRIQUETA (g/cm³) | | 2.253 | | | 2.254 | | | 2.255 | | | 2.256 | |
| 15 | PESO ESPECÍFICO MÁXIMO (ASTM D-2041) (g/cm³) | | 2.425 | | | 2.425 | | | 2.425 | | | 2.425 | |
| 16 | VACIOS | (b) | 7.1 | | | 7.1 | | | 7.1 | | | 7.1 | |
| 17 | PESO ESPECÍFICO BULK DEL AGREGADO TOTAL (g/cm³) | | 2.602 | | | 2.602 | | | 2.602 | | | 2.602 | |
| 18 | PESO DE AGREGADO MINERAL (V.M.A.) (g) | (c) | 17.7 | | | 17.7 | | | 17.8 | | | 17.8 | |
| 19 | VACIOS LLENADOS CON CEMENTO ASFÁLTICO (g/cm³) | (c) | 60.1 | | | 60.1 | | | 60.1 | | | 60.1 | |
| 20 | PESO ESPECÍFICO EFECTIVO DEL AGREGADO TOTAL (g/cm³) | | 2.621 | | | 2.621 | | | 2.621 | | | 2.621 | |
| 21 | ASFALTO ABSORBIDO POR EL AGREGADO TOTAL (g/cm³) | (c) | 0.28 | | | 0.28 | | | 0.28 | | | 0.28 | |
| 22 | ASFALTO EFECTIVO (g/cm³) | (c) | 4.7 | | | 4.7 | | | 4.7 | | | 4.7 | |
| 23 | FLUJO (0.01 pulg) | (h) | 11 | | | 11 | | | 11 | | | 11 | |
| 24 | ESTABILIDAD SIN CORREGIR (h) | (h) | 1127.9 | | | 1127.8 | | | 1127.9 | | | 1130.5 | |
| 25 | FACTOR DE ESTABILIDAD | (h) | 0.9 | | | 1 | | | 1.1 | | | 1.2 | |
| 26 | ESTABILIDAD CORREGIDA (h) | (h) | 970 | | | 971 | | | 970 | | | 975.5 | |
| 27 | RELACION ESTABILIDAD | (h) | 3472 | | | 3474 | | | 3472 | | | 3833 | |
| 28 | RELACION POLVO/ASFALTO | (h) | 1.3 | | | 1 | | | 1 | | | 1.2 | |

OBSERVACIONES

- Muestras de agregados tomadas e identificadas por el solicitante
- Siguiendo los rangos de temperatura de la carta de viscosidad del asfalto modificado proporcionado por el solicitante, la temperatura de mezcla fue 170 °C y la temperatura de compactación 160 °C
- Cemento asfáltico PEN 60/70 con Betútec IC más aditivo Warmix proporcionado por el solicitante.
- La Cal hidratada fue proporcionada por JBO Ingenieros S.A.C.
- La arena chancada y piedra chancada fueron producidos en el laboratorio de JBO Ingenieros S.A.C.



Fecha de emisión : Lima, 11 de octubre del 2019

El uso de la información contenida en este documento es responsabilidad del solicitante.

MARCO ANTONIO
INGENIERO CIVIL
Reg. CIP N° 16318



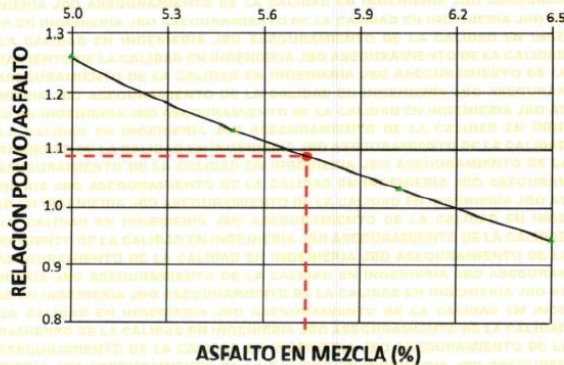
Ingenieros S.A.C.
 Calle Valladolid 149
 Urb. Mayorazgo II Etapa, Ate
 Lima, Peru
 Telefono: 01-683-0473 / 683-0476
 E-mail: informes@jboingenieros.com

EXPEDIENTE N° 192-2019-JBO

INFORME DE ENSAYO

| | | | |
|---------------------------|---|---------------------------|---|
| SOLICITANTE | : De La Cruz Alarcon Juan Cesar | PROYECTO | : Comportamiento mecánico de una mezcla asfáltica convencional adicionando Betutec IC mas aditivo Warmix, Lima - 2019 |
| DIRECCIÓN | : Callao, Lima | UBICACIÓN | : Lima |
| REFERENCIA | : Solicitud de Servicio N° 192-2019-JBO | FECHA DE RECEPCIÓN | : Lima, 30 de setiembre del 2019 |
| FECHA DE RECEPCIÓN | : Lima, 30 de setiembre del 2019 | FECHA DE INICIO | : Lima, 30 de setiembre del 2019 |

**ENSAYO DE MEZCLAS ASFÁLTICAS EN CALIENTE
 RESISTENCIA DE MEZCLAS BITUMINOSAS EMPLEANDO EL APARATO MARSHALL
 (MTC E 504 - 2016)**



MATERIALES:

- Piedra chancada (Cantera Christopher) : 35 %
- Arena chancada (Cantera Christopher) : 64 %
- Filler (Cal hidratada) : 1 %
- t. Máximo : 3/4 pulg

OBSERVACIONES:

- Muestras de agregados tomadas e identificadas por el solicitante.
- Cemento asfáltico PEN 60/70 con Betutec IC más aditivo Warmix, proporcionado por el solicitante
- Siguiendo los rangos de temperatura de la carta de viscosidad del asfalto modificado proporcionado por el solicitante. la temperatura de mezcla fue 170 °C y la temperatura de compactación 160 °C

REFERENCIA:

- ASTM D 6926 - 16 Standard Practice for Preparation of Asphalt Mixture Specimens Using Marshall Apparatus
- ASTM D 6927 - 15 Standard Test Method for Marshall Stability and Flow of Bituminous Mixtures
- ASTM D 2726 - 19 Standard test method for bulk specific gravity and density of non absorptive compacted bituminous Mixtures
- ASTM D 3203 - 17 Standard test method for percent air voids in compacted dense and open bituminous paving Mixtures
- ASTM D 4469 - 17 Standard test method for calculating percent asphalt absorption by the aggregate in an asphalt pavement mixture

Tec: E.E.A

Rev: M.M.F.

Fecha de emisión : Lima, 11 de octubre del 2019

El uso de la información contenida en este documento es responsabilidad del solicitante.



MARCO ANTONIO MORENO FLORES
 INGENIERO CIVIL
 Reg. CIP N° 176318



Ingenieros S.A.C.
 Calle Valladolid 149
 Urb. Mayorazgo II Etapa, Ate
 Lima, Peru
 Telefono: 01-683-0473 / 683-0476
 E-mail: informes@jboingenieros.com

EXPEDIENTE N° 192-2019-JBO

INFORME DE ENSAYO

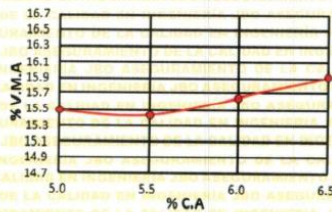
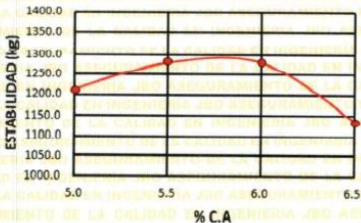
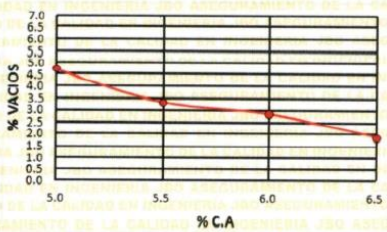
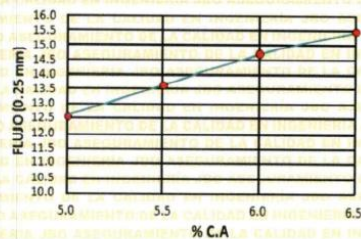
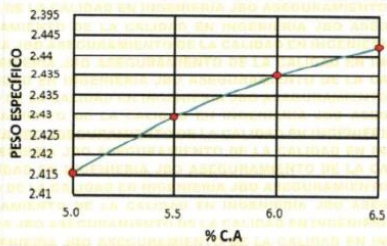
SOLICITANTE : De La Cruz Alarcon Juan Cesar **PROYECTO** : Comportamiento mecánico de una mezcla asfáltica convencional adicionando Betutec IC mas aditivo Warmix, Lima - 2019

DIRECCIÓN : Callao, Lima **UBICACIÓN** : Lima

REFERENCIA : Solicitud de Servicio N° 192-2019-JBO **FECHA DE INICIO** : Lima, 30 de setiembre del 2019

FECHA DE RECEPCIÓN : Lima, 30 de setiembre del 2019

**ENSAYO DE MEZCLAS ASFÁLTICAS EN CALIENTE
 RESISTENCIA DE MEZCLAS BITUMINOSAS EMPLEANDO EL APARATO MARSHALL
 (MTC E 504 - 2016)**



ASFALTO EN LA MEZCLA (%)

MATERIALES:

- Piedra chancada (Cantera Christopher) : 35 %
- Arena chancada (Cantera Christopher) : 64 %
- Filler (Cal hidratada) : 1 %
- T. Máximo 3/4 pulg

OBSERVACIONES:

- Muestras de agregados tomadas e identificadas por el solicitante.
- Cemento asfáltico PEN 60/70 con Betutec IC más aditivo Warmix, proporcionado por el solicitante
- Siguiendo los rangos de temperatura de la carta de viscosidad del asfalto modificado proporcionado por el solicitante, la temperatura de mezcla fue 170 °C y la temperatura de compactación 160 °C

Referencia:

- ASTM D 6926 - 16 Standard Practice for Preparation of Asphalt Mixture Specimens Using Marshall Apparatus
- ASTM D 6927 - 15 Standard test method for Marshall Stability and Flow of Bituminous Mixtures
- ASTM D 2726 - 19 Standard test method for bulk specific gravity and density of non absorptive compacted bituminous mixtures
- ASTM D 3203 - 17 Standard test method for percent air voids in compacted dense and open bituminous paving mixtures
- ASTM D 4469 - 17 Standard test method for calculating percent asphalt absorption by the aggregate in an asphalt pavement mixture



Fecha de emisión : Lima, 11 de octubre del 2019

El uso de la información contenida en este documento es responsabilidad del solicitante.

MARCO AN MORENO FLORES
INGENIERO CIVIL
 Reg. CIP N° 176318



Ingenieros S.A.C.
 Calle Valladolid 149
 Urb. Mayorazgo II Etapa, Ate
 Lima, Peru
 Telefono: 01-683-0473 / 683-0476
 E-mail: informes@boingenieros.com

EXPEDIENTE N° 192-2019-JBO

INFORME DE ENSAYO

SOLICITANTE : De La Cruz Alarcon Juan Cesar **PROYECTO** : Comportamiento mecánico de una mezcla asfáltica convencional adicionando Betutec IC mas aditivo Warmix, Lima - 2019

DIRECCIÓN : Callao, Lima

REFERENCIA : Solicitud de Servicio N° 192-2019-JBO **UBICACIÓN** : Lima

FECHA DE RECEPCIÓN : Lima, 30 de setiembre del 2019 **FECHA DE INICIO** : Lima, 30 de setiembre del 2019

**ENSAYO DE MEZCLAS ASFÁLTICAS EN CALIENTE
 RESISTENCIA DE MEZCLAS BITUMINOSAS EMPLEANDO EL APARATO MARSHALL
 (MTC E 504 - 2016)**

MEZCLA DE AGREGADOS (PROPORCIÓN EN PESO)

Cantera : Cantera Christopher (agregados chancados)

LIGANTE BITUMINOSO

TIPO DE ASFALTO : Sólido
CLASIFICACIÓN : PEN 60/70 con Betutec IC

Piedra Chancada (Cantera Christopher) : 35 %
Arena Chancada (Cantera Christopher) : 64 %
Filler (Cal hidratada) : 1 %

ORIGEN : TDM Asfaltos
ÓPTIMO CONT. ASFALTO : 6.8 %
TEMP. DE MEZCLA (°C) : 170.0

T. Máximo : 3/4 pulg
ADITIVO : Tipo Warmix

ADITIVO MEJORADOR DE ADHERENCIA : Aditivo Warmix

IDENTIFICACIÓN : Aditivo Warmix

DOSIFICACIÓN : 0.5 % en peso del asfalto

| CARACTERÍSTICAS MARSHALL | | | |
|--|--|-------|-------------|
| N° DE GOLPES | | | 75 |
| CONTENIDO DE ASFALTO EN PESO (%) | | 5.8 | 6.0 6.2 |
| PESO ESPECIFICO (g/cm ³) (ASTM D-1188) | | 2.293 | 2.292 2.245 |
| ESTABILIDAD (lb) (ASTM D-1559) | | 2343 | 2524 2770 |
| FLUJO (0.01 °) (ASTM D-1559) | | 11.6 | 11.7 12.6 |
| VACÍOS DE AIRE (%) (ASTM D-3203) | | 4.86 | 4.09 3.27 |
| VACÍOS AG, MINERAL (V.M.A) (%) (ASTM D-1559) | | 17.5 | 18.0 16.4 |
| VACÍOS LLENOS DE ASFALTO (%) (ASTM D-1159) | | 72.2 | 76.6 80.7 |
| ABSORCIÓN DEL ASFALTO (%) (ASTM D-4469) | | | 0.2 |
| ESTABILIDAD / FLUJO (Kg/cm) (ASTM D-1559) | | 3676 | 3791 3947 |
| RELACION POLVO - ASFALTO (*) | | 1.11 | 1.04 1.09 |
| TEM. MÁX. MEZCLA DE LABORAT. (°C) | | | 165.0 |

OBSERVACIONES

- Muestras de agregados tomadas e identificadas por el solicitante
- Cemento asfáltico PEN 60/70 con Betutec IC más aditivo Warmix proporcionado por el solicitante.
- (*) El porcentaje del material pasante el tamiz N° 200 está conformado por el agregado mineral y el filler (cal hidratada)
- La arena chancada y piedra chancada fueron producidos en el laboratorio de JBO Ingenieros S.A.C.
- El aditivo mejorador de adherencia fue proporcionado por JBO Ingenieros S.A.C.
- La Cal hidratada fue proporcionada por JBO Ingenieros S.A.C
- Siguiendo los rangos de temperatura de la carta de viscosidad del asfalto modificado proporcionado por el solicitante, la temperatura de mezcla fue 170 °C y la temperatura de compactación 160 °C

Referencia:

- ASTM D 6926 - 16 Standard Oractice for Preparation of Asphalt Mixture Specimens Using Marshall Apparatus
- ASTM D 6927 - 15 Standard test method for Marshall Stability and Flow of Bituminous Mixtures
- ASTM D 2726 - 19 Standard test method for bulk specific gravity and density of non absorptive compacted bituminous mixtures
- ASTM D 3203 - 17 Standard test method for oercent air voids in compacted dense and open bituminous paving mixture
- ASTM D 4469 - 17 Standard test method for calculating percent asphalt absorption by the aggregate in an asphalt pavement mixture

Tec.: E.E.A

Rev:



Fecha de emisión : Lima, 11 de octubre del 2019

El uso de la información contenida en este documento es responsabilidad del solicitante.

MARCO ANTONIO MORENO FLORES
 INGENIERO CIVIL
 Reg. CIP N° 176318



Ingenieros S.A.C.
 Calle Valladolid 149
 Urb. Mayorazgo II Etapa, Ate
 Lima, Peru
 Telefono: 01-683-0473 / 683-0476
 E-mail: informes@jboingenieros.com

EXPEDIENTE N° 192-2019-JBO

INFORME DE ENSAYO

SOLICITANTE : De La Cruz Alarcon Juan Cesar **PROYECTO** : Comportamiento mecánico de una mezcla asfáltica convencional adicionando Betutec IC mas aditivo Warmix, Lima - 2019

DIRECCIÓN : Callao, Lima

REFERENCIA : Solicitud de Servicio N° 192-2019-JBO **UBICACIÓN** : Lima

FECHA DE RECEPCIÓN : Lima, 30 de setiembre del 2019 **FECHA DE INICIO** : Lima, 30 de setiembre del 2019

EFFECTO DEL AGUA EN LA RESISTENCIA A LA COMPRESIÓN DE MEZCLAS BITUMINOSAS COMPACTADAS (MTC E 518 – 2016)

MEZCLA DE AGREGADOS (PROPORCIÓN EN PESO)

IDENTIFICACIÓN : Cantera Christopher

AGREGADOS

Piedra Chancada : (Cantera Christopher) : 35 %

Arena Chancada : (Cantera Christopher) : 64 %

Filler (Cal hidratada) : (Cal Hidratada) : 1 %

LIGANTE BITUMINOSO

Cemento asfáltico : PEN 60/70

Origen : TDM Asfaltos

TEMP. DE MEZCLA (°C) : 145

ÓPTIMO CONT. ASFALTO : 6.1 %

ADITIVO : Aditivo Tipo Warmix

DOSIFICACIÓN : 0.50 % en peso del asfalto

| Acondicionamiento de Muestra | GRUPO N° 1 (*) – No Sumergido | | | GRUPO N° 2 (**) – Sumergido | | |
|--|-------------------------------|------|------|-----------------------------|------|------|
| | 1 | 2 | 3 | 4 | 5 | 6 |
| N° Especimen | | | | | | |
| Promedio de Vacios de Aire (%) | 6.2 | | | 6.1 | | |
| Carga de Rotura (kg) | 2348 | 2337 | 2319 | 1846 | 1844 | 1863 |
| Diámetro de probeta (cm) | 10.2 | 10.4 | 10.3 | 10.5 | 10.3 | 10.2 |
| Resistencia a la compresión de cada Especimen (kg/cm2) | 28.5 | 28.7 | 28.6 | 22.3 | 22.2 | 22.4 |
| Resistencia a la compresión Promedio (kg/cm2) | 28.5 | | | 23.4 | | |
| INDICE DE RESISTENCIA = 78.5 % | | | | | | |

Referencia:

ASTM D 1075 - 11 Standard test method for Effect of water on compressive strength of compacted bituminous mixtures

ASTM D 1074 - 09 Standard test method for compressive strength of bituminous mixtures

OBSERVACIONES

- Muestras de agregados tomadas e identificadas por el solicitante
- Las briquetas fueron elaboradas en el laboratorio de JBO Ingenieros S.A.C.
- Según el requerimiento del solicitante, para la evaluación de los resultados, se ha usado las Especificaciones Técnicas EG – 2013 del MTC.
- Cemento asfáltico PEN 60/70 proporcionado por el solicitante.
- El aditivo mejorador de adherencia fue proporcionado por JBO Ingenieros S.A.C.
- Se ha empleado un aditivo mejorador de adherencia tipo Warmix, proporcionado por JBO Ingenieros S.A.C.
- La arena chancada y piedra chancada fueron producidos en el laboratorio de JBO Ingenieros S.A.C.
- Se prepararon 6 especimenes de 4" y 4" de altura, para cada ensayo.
- (*) Las 03 probetas pasan a un baño de aire o estufa regulado a 25° ± 1 °C y se mantiene durante 4 horas en estas condiciones. Finalizando este periodo, se determina su resistencia a la compresión simple de acuerdo a la norma ASTM D 1074.
- (**) Las 03 probetas se sumergen en un baño de agua regulado a 60° ± 1 °C durante 24 horas. Finalizando este periodo, se introducen en un baño de agua regulado a 25° ± 1 °C durante 2 horas. Determinando a continuación su resistencia simple de acuerdo a la norma ASTM D 1074.

Tec: E.E.A
 Rev: M.M.F.

Fecha de emisión : Lima, 11 de octubre del 2019

El uso de la información contenida en este documento es responsabilidad del solicitante.



MARCO ANTONIO MORENO FLORES
 INGENIERO CIVIL
 Reg. CIP N° 176318



Ingenieros S.A.C.
Calle Valladolid 149
Urb. Mayorazgo II Etapa, Ate
Lima, Peru
Telefono: 01-683-0473 / 683-0476
E-mail: informes@jboingenieros.com

EXPEDIENTE N° 192-2019-JBO

INFORME DE ENSAYO

SOLICITANTE : De La Cruz Alarcon Juan Cesar **PROYECTO** : Comportamiento mecánico de una mezcla asfáltica convencional adicionando Betutec IC mas aditivo Warmix, Lima - 2019

DIRECCIÓN : Callao, Lima

REFERENCIA : Solicitud de Servicio N° 192-2019-JBO **UBICACIÓN** : Lima

FECHA DE RECEPCIÓN : Lima, 30 de setiembre del 2019 **FECHA DE INICIO** : Lima, 30 de setiembre del 2019

EFFECTO DEL AGUA EN LA RESISTENCIA A LA COMPRESIÓN DE MEZCLAS BITUMINOSAS COMPACTADAS (MTC E 518 – 2016)

| | | | |
|---|--------------------------------|-----------------------------|----------------------------|
| MEZCLA DE AGREGADOS (PROPORCIÓN EN PESO) | | LIGANTE BITUMINOSO | |
| IDENTIFICACIÓN | : Cantera Christopher | Cemento asfáltico | : PEN 60/70 con Betutec IC |
| AGREGADOS | | Origen | : TDM Asfaltos |
| Piedra Chancada | : (Cantera Christopher) : 35 % | TEMP. DE MEZCLA (°C) | : 170 |
| Arena Chancada | : (Cantera Christopher) : 64 % | ÓPTIMO CONT. ASFALTO | : 6.0 % |
| Filler (Cal hidratada) | : (Cal hidratada) : 1 % | | |

| Acondicionamiento de Muestra | GRUPO N° 1 (*) – No Sumergido | | | GRUPO N° 2 (**) – Sumergido | | |
|--|-------------------------------|------|------|-----------------------------|------|------|
| | 1 | 2 | 3 | 4 | 5 | 6 |
| N° Especimen | | | | | | |
| Promedio de Vacios de Aire (%) | | 6.2 | | | 6.1 | |
| Carga de Rotura (kg) | 3348 | 3337 | 3319 | 2846 | 2844 | 2863 |
| Diámetro de probeta (cm) | 10.2 | 10.4 | 10.3 | 10.5 | 10.3 | 10.2 |
| Resistencia a la compresión de cada Especimen (kg/cm2) | 48.5 | 48.7 | 48.6 | 32.3 | 32.2 | 32.4 |
| Resistencia a la compresión Promedio (kg/cm2) | 48.5 | | | 33.4 | | |

INDICE DE RESISTENCIA = 83.4 %

Referencia:

- ASTM D 1075 - 11 Standard test method for Effect of water on compressive strength of compacted bituminous mixtures
- ASTM D 1074 - 09 Standard test method for compressive strength of bituminous mixtures

OBSERVACIONES

- Muestras de agregados tomadas e identificadas por el solicitante
- Las briquetas fueron elaboradas en el laboratorio de JBO Ingenieros S.A.C.
- Según el requerimiento del solicitante, para la evaluación de los resultados, se ha usado las Especificaciones Técnicas EG – 2013 del MTC.
- Cemento asfáltico PEN 60/70 con Betutec IC más aditivo Warmix proporcionado por el solicitante.
- El aditivo mejorador de adherencia fue proporcionado por JBO Ingenieros S.A.C.
- Se ha empleado un aditivo mejorador de adherencia tipo Warmix, proporcionado por JBO Ingenieros S.A.C.
- La arena chancada y piedra chancada fueron producidos en el laboratorio de JBO Ingenieros S.A.C.
- Se prepararon 6 especímenes de 4" y 4" de altura, para cada ensayo.
- (*) Las 03 probetas pasan a un baño de aire o estufa regulado a 25° ± 1 °C y se mantiene durante 4 horas en estas condiciones. Finalizando este periodo, se determina a continuación su resistencia a la compresión simple de acuerdo a la norma ASTM D 1074.
- (**) Las 03 probetas se sumergen en un baño de agua regulado a 60° ± 1 °C durante 24 horas. Finalizando este periodo, se introducen en un baño de agua regulado a 25° ± 1 °C durante 2 horas. Determinando a continuación su resistencia simple de acuerdo a la norma ASTM D 1074.

Tec.: E.E.A

Rev.: M.M.F.

Fecha de emisión : Lima, 11 de octubre del 2019

El uso de la información contenida en este documento es responsabilidad del solicitante.



MARCO ANTONIO MORENO FLORES
INGENIERO CIVIL
Reg. CIP N° 176318