



UNIVERSIDAD CÉSAR VALLEJO

FACULTAD DE INGENIERÍA Y ARQUITECTURA
ESCUELA PROFESIONAL DE INGENIERÍA CIVIL

**Efecto del afrecho de uva en la Estabilidad Marshall de la
mezcla asfáltica, Trujillo – 2021**

TESIS PARA OBTENER EL TÍTULO PROFESIONAL DE:
Ingeniero Civil

AUTORES:

Chávez Angulo, Mario Abel (ORCID: 0000-0001-5756-7508)

León Saldaña, Luis Javier (ORCID: 0000-0002-9067-3852)

ASESOR:

Dr. Gutiérrez Vargas, Leopoldo Marcos (ORCID: 0000-0003-2630-6190)

LÍNEA DE INVESTIGACIÓN:

Diseño de infraestructura vial

TRUJILLO – PERÚ

2021

Dedicatoria

El proyecto va dedicado primordialmente a Dios por mantenerme con vida y protegerme de todo lo malo, así mismo les dedico a mis padres y hermanos quienes me apoyaron y orientaron durante mi proceso profesional.

Mario Abel Chávez Angulo

Dedicatoria

El proyecto va dedicado primordialmente a Dios por guiarme con salud y bienestar, asimismo dedico a mi esposa e hija por acompañarme y ser el motivo fundamental de conseguir mis metas, igualmente a mis padres por su apoyo incondicional.

Luis Javier León Saldaña

Agradecimiento

En primer, lugar agradezco a mis docentes de Ingeniería Civil quienes con esmero me guiaron y apoyaron para mi proceso profesional, así mismo agradezco de una manera especial a mi madre, familiares quienes me apoyaron a cumplir mis sueños.

Mario Abel Chávez Angulo

Agradecimiento

En primer, lugar agradezco a mis docentes de Ingeniería Civil quienes con esmero me guiaron y apoyaron para mi proceso profesional, así mismo agradezco especialmente a mi esposa e hija, igualmente a mis padres quienes me acompañaron en esta travesía para cumplir mis metas.

Luis Javier León Saldaña

Índice de contenidos

Caràtula.....	i
Dedicatoria	ii
Agradecimiento	iv
Índice de contenidos	vi
Índice de tablas	viii
Índice de figuras y gráficos.....	ix
Resumen.....	x
Abstract.....	xi
I. INTRODUCCIÓN	1
II. MARCO TEÓRICO	3
III. METODOLOGÍA.....	21
3.1 Tipo y diseño de investigación	23
3.2 Variables y operacionalización.....	23
3.3 Población, muestra y muestreo.....	23
3.4 Técnicas e instrumento de recolección de datos.....	24
3.4.1 Técnicas.....	24
3.4.2 Instrumento	24
3.5 Procedimientos.....	25
3.6 Método de análisis de datos.....	26
3.7 Aspectos éticos	26
IV. RESULTADOS 27	
4.1 Caracterización del agregado.....	27
4.1.1 Agregado fino.....	27
4.1.1.1 Ensayos Estándares	28
4.1.1.2 Ensayos Especiales.....	28

4.1.2 Agregado grueso.....	28
4.1.2.1 Ensayos Estadares	29
4.1.2.2 Ensayos Especiales.....	29
4.2 Diseño de mezcla patròn	30
4.2.1 Resultado según NAPA	31
4.2.2 Resultado Instituto del Asfalto.....	31
4.3 Diseño de mezcla con adición de afrecho de uva	33
4.3.1 Resultado según NAPA	34
4.3.2 Resultado según Instituto del asfalto.	
V. DISCUSIÓN.....	39
VI. CONCLUSIONES.....	42
VII. RECOMENDACIONES.....	44
REFERENCIAS.....	45
ANEXOS	49

Índice de tablas

Tabla 1: Total de briquetas.....	23
Tabla 2: Muestra patròn	23
Tabla 3: Muestras con adición de afrecho de uva	24
Tabla 4: Características del agregado fino	27
Tabla 5: Ensayos especiales del agregado fino	28
Tabla 6: Características del agregado grueso	29
Tabla 7: Ensayos especiales del agregado grueso	29
Tabla 8: Diseño de mezcla patròn	30
Tabla 9: Resultados según NAPA	31
Tabla 10: Resultados según Instituto del Asfalto.....	31
Tabla 11: Diseño de mezcla modificada con afrecho de uva.....	33
Tabla 12: Resultados según NAPA (Mezcla modificada)	34
Tabla 13: Resultados según Instituto del Asfalto (Mezcla modificada)	34
Tabla 14: Comparación de la Estabilidad Marshall según adición de afrecho de uva al 6.05% de acuerdo a NAPA.	37
Tabla 15: Comparación de la Estabilidad Marshall según adición de afrecho de uva al 6.3% de acuerdo al Instituto del Asfalto.....	38
Tabla 16: Límites permitidos por la normativa peruana para agregados	39

Índice de gráficos y figuras

Gráfico N.º 1: Fase experimental de procedimiento	22
Gráfico N.º 2: Secuencia de la metodología a utilizar	24
Gráfico N.º 3: Curva Granulometrica del agregado fino	28
Gráfico N.º 4: Curva Granulometrica del agregado grueso	29
Para mezcla Patrón:	
Gráfico N.º 5: Estabilidad vs % de asfalto	31
Gráfico N.º 6: Peso especifico vs % de asfalto.....	32
Gráfico N.º 7: Vacios vs % de asfalto.....	32
Gráfico N.º 8: Flujo vs % de asfalto.....	32
Gráfico N.º 9: %VFA vs % de asfalto.....	33
Gráfico N.º 10: VMA vs % de asfalto	33
Para mezcla modificada con afrecho de uva:	
Gráfico N.º 11: Estabilidad vs % de asfalto	35
Gráfico N.º 12: Peso especifico vs % de asfalto.....	35
Gráfico N.º 13: Vacios vs % de asfalto.....	35
Gráfico N.º 14: Flujo vs % de asfalto.....	36
Gráfico N.º 15: %VFA vs % de asfalto.....	36
Gráfico N.º 16: VMA vs % de asfalto.....	36

Resumen

La tesis presentada, la cual tiene por título: Efecto del afrecho de uva en la Estabilidad Marshall de la mezcla asfáltica, Trujillo – 2021. tiene por objetivo principal determinar el efecto del afrecho de uva en la Estabilidad Marshall de la mezcla asfáltica en pavimento flexible, así mismo específicamente se determinará el efecto que tiene la caracterización de los agregados en la dosificación óptima en la estabilidad Marshall de la mezcla asfáltica patrón y cuál es el efecto que tiene en la estabilidad Marshall en la mezcla modificada con afrecho de uva. Se obtuvo resultados de los agregados de cantera utilizados son los adecuados para la elaboración de mezcla asfáltica ya que cumplen con los parámetros establecidos en las normas peruanas, el diseño de la mezcla patrón alcanzo su óptimo valor de asfalto utilizado del 6.05% de ligante asfáltico ya que presenta mejores características de estabilidad, flujo, porcentaje de vacíos, etc. El afrecho de uva no aumenta la estabilidad, pero tampoco la disminuye de manera abrupta teniendo su valor óptimo según NAPA en 0.872% de afrecho agregado a la mezcla y según el Instituto del Asfalto se adicionó 1.63%, generando de esta forma una mejora en las propiedades de porcentaje de vacíos y densidad de la mezcla asfáltica.

Palabras clave: Mezcla asfáltica, afrecho de uva, estabilidad Marshall, porcentaje de vacíos, densidad.

Abstract

The thesis presented, which is entitled: Effect of grape bran on the Marshall Stability of the asphalt mix, Trujillo - 2021. Its main objective is to determine the effect of grape bran on the Marshall Stability of the asphalt mix in flexible pavement Likewise, specifically, the effect that the characterization of the aggregates has in the optimal dosage on the Marshall stability of the standard asphalt mixture and what is the effect it has on the Marshall stability in the modified mixture with grape bran. Results were obtained from the quarry aggregates used are adequate for the elaboration of asphalt mix since they comply with the parameters established in the Peruvian standards, the design of the standard mix reached its optimum value of asphalt used of 6.05% of asphalt binder already that presents better characteristics of stability, flow, percentage of voids, etc. The grape bran does not increase stability, but neither does it decrease it abruptly, having its optimal value according to NAPA in 0.872% of bran added to the mixture and according to the Asphalt Institute 1.63% was added, thus generating an improvement in the void percentage and density properties of the asphalt mix.

Keywords: Asphalt mix, grape bran, Marshall stability, void percentage, density.

I. INTRODUCCIÓN

En la actualidad, en este mundo globalizado, donde logramos obtener comunicación con cualquier rincón del planeta en tiempo real, debido a la tecnología, es un poco contradictorio lo que sucede en la parte física, donde nuestras vías de comunicación (carreteras, trochas, caminos vecinales) no están a la par de este crecimiento tecnológico, es indudable notar que a pesar de que las autoridades han desarrollado y ejecutado un plan para la construcción de nuevas carreteras, estas se deterioran muy rápido a pesar de que se han diseñado y ejecutado cumpliendo la normativa vigente. Esta situación nos lleva a preguntarnos si existe la posibilidad de emplear nuevas tecnologías de materiales que mejore las propiedades del pavimento flexible, en especial de la mezcla asfáltica utilizada, la que contiene ligantes asfálticos, que incrementan su rigidez, debido al proceso de oxidación, esta propiedad le agrega al pavimento un aumento de su rigidez, lo que lo haría un material frágil y quebradizo, propenso a agrietarse o fracturarse.

Por otro lado, la industria del vino genera alrededor de 10 millones de toneladas de residuos (uvas) cada año. Este producto biológico es rico en antioxidantes, y por constituir un contaminante que carece de una gran cantidad de reutilización, actualmente es un problema para la industria. Por lo tanto, este estudio chileno incluyó evaluar el potencial de este residuo para ser reutilizado como antioxidante en ligantes de asfalto para reducir el daño oxidativo del material (Gonzales, Mulato y Téllez, 2015, p. 32).

En la elaboración de vino, los residuos orgánico producto de este, luego de extraer el jugo de la uva, el cual está compuesta por el conjunto de cáscaras, fibra y semillas del fruto usado, y que consecutivamente es apartado sin uso potencial (Sandoval, Lazarte y Arnao, 2008, p.1).

Esta materia prima nos induce a utilizarla como aditivo para las mezclas asfálticas debido a su alto contenido de antioxidantes, lo que incrementaría la rigidez y mejorar la estabilidad del pavimento.

Por ello se genera la formulación del problema general: **¿Qué efecto tiene el afrecho de uva en la Estabilidad Marshall de la mezcla asfáltica, Trujillo - 2021?**, con los problemas específicos:

¿Qué efecto tiene la caracterización de los agregados en la dosificación óptima de la mezcla asfáltica, Trujillo - 2021?

¿Qué efecto tienen la dosificación óptima de agregados en la estabilidad Marshall de la mezcla asfáltica patrón, Trujillo - 2021?

¿Qué efecto tiene el afrecho de uva en la estabilidad Marshall de la mezcla asfáltica modificada, Trujillo - 2021?

La presente investigación se **justifica** realizarla porque se abordarían dos temas importantes, uno de ellos la protección del medio ambiente (utilizando los desechos producidos por las vinícolas) y el otro por generar nuevas tecnologías de materiales, en este caso proporcionar un nuevo material que mejore la mezcla asfáltica y aporte a la región La Libertad, en el mantenimiento de sus vías. La importancia de las carreteras debido al uso continuo que le damos, como el de interconectar distintos lugares, trasladar personas y sus mercancías a distintas zonas del país. Conocedores de este contexto, tenemos la necesidad de indagar acerca de posibles soluciones en pro de su mejoramiento y prevención, al deterioro que sufren los pavimentos flexibles, teniendo en consideración la preservación del medio ambiente y el respeto por las personas y su salud. Somos conscientes de su uso continuado y fluido en forma diaria, debido a su interconexión diversa con infinitos lugares del país. Por último, se espera dotar a los profesionales de elementos académicos nuevos que le permitan realizar nuevas investigaciones, así como también de solucionar problemas de infraestructura vial similares, con aplicación de afrecho de uva que consideramos un gran aporte en el campo de los pavimentos flexibles, considerado como un elemento fundamental en la conservación de estos.

Teniendo como **objetivo general** determinar el efecto del afrecho de uva en la Estabilidad Marshall de la mezcla asfáltica y como **objetivos específicos** es la caracterización de agregados en la dosificación óptima de la mezcla asfáltica, Trujillo – 2021, determinar el efecto de la dosificación óptima en la estabilidad Marshall de la mezcla asfáltica patrón, Trujillo – 2021, determinar el efecto que

tiene el afrecho de uva en la estabilidad Marshall de la mezcla asfáltica modificada, Trujillo – 2021.

Y la hipótesis de investigación es el uso de afrecho de uva tiene un resultado o efecto positivo en la Estabilidad Marshall de las mezclas asfálticas, con las hipótesis específicas. La caracterización de los agregados tiene efecto positivo en la dosificación óptima de la mezcla asfáltica, Trujillo – 2021, la dosificación óptima de agregados tiene efecto positivo en la estabilidad Marshall de la mezcla asfáltica patrón, Trujillo – 2021, el afrecho de uva tiene efecto positivo en la estabilidad Marshall de la mezcla asfáltica modificada, Trujillo – 2021

II. MARCO TEÓRICO

Los antecedentes de este proyecto investigativo pasarán a ser descritos, a continuación:

Calabi, Thenoux, Sandoval y Valdés (2015, pg. 9) en su trabajo "En el proceso de vinificación después de la elaboración de salvado de piel de uva, un método alternativo para mejorar la durabilidad del pavimento asfáltico", sostiene que, La principal cepa cultivada en Chile corresponde a Cabernet La variedad perla Sauvignon (Sauvignon), que representa el 57% del área total de uvas tintas chilenas, la que fue seleccionada como objeto de investigación. El salvado de Cabernet Sauvignon es proporcionado por Viña Aquitania en el centro de Chile, el material se recoge directamente de la prensa después de la preparación y se almacena en lotes a -24 ° C hasta que sea utilizado. Con respecto a la rigidez (G*) de la muestra después del tratamiento de envejecimiento a corto plazo, se puede observar que el valor del módulo complejo de la muestra de control es siempre mayor que el valor del módulo complejo de la muestra tratada con el polvo del orujo seco (P-Aox) a todas las temperaturas de investigación. Estos resultados indican que la adición de P-Aox puede reducir el impacto del envejecimiento a corto plazo, lo que resulta en un aglutinante asfáltico de menor rigidez (12% -47%) después del envejecimiento. Y se concluye que en este estudio se utilizan los hollejos de la cepa Cabernet Sauvignon como antioxidante del ligante asfáltico, que puede reducir el endurecimiento provocado tanto a corto como a largo plazo. En este estudio, se observó que la adición de formulaciones antioxidantes no cambió el nivel de rendimiento según el estándar SHRP, pero

los cambios significativos en el módulo complejo, los parámetros de fatiga y el valor “m” mejoraron en comparación con el estándar SHRP. Resistente al agrietamiento del ligante asfáltico. También se ha observado que, aunque la adición del 20% de la formulación antioxidante trae la mejora más significativa en la reducción del endurecimiento por envejecimiento, este porcentaje de adición también muestra un efecto de relajación a baja temperatura post-envejecimiento a corto plazo.

Rojas, Arias, Aguilar y Baldi (2016, pg. 13), en su artículo de investigación denominado “Modificación del asfalto con orujo de uva roja como material antioxidante”, el cual tuvo como objetivo valorar las características antioxidantes del orujo de uva roja y si este contribuía con cierto beneficio al incorporarlo a la mezcla asfáltica. Se realizó la modificación con el orujo de uva roja tomando como referencia porcentajes de 1%, 2% y 3% considerándolo como un agente antioxidante. De esta manera los autores concluyen que el uso de 3% de orujo de uva posee el resultado característico en aplazar la aparición de enlaces dobles y sulfoxidos en los primeros periodos las cuales fueron expuestas al ambiente. Se puede concluir, que el usar este material resultaría útil y recomendándose de esta manera que se experimente con porcentajes mayores al 3% comprobando que se mantengan las propiedades reológicas las cuales le den al asfalto un buen desempeño en campo.

Echeverria, García, Rubio y Moreno (2015, Pg. 54) en su artículo científico, “Revalorización de la Vinaza como modificador de Betún para mezclas bituminosas”, señalan que la reutilización de residuos los cuales son generados por procesos industriales tiene un objetivo medioambiental tanto para la investigación científica como para la técnica. Ellos presentan los resultados de su estudio de la vinaza el cual es un subproducto del etanol de biomasa y el cual lo analizan en cuanto a su viabilidad como un modificador de betún en las mezclas asfálticas, para lo cual se evaluó la sensibilidad a la humedad de cuatro mezclas de asfalto AC-16S, deformación, rigidez y fatiga. Para lo cual se utilizó 10 % de vinaza. Para esto los resultados del estudio arrojaron que el betún adicionado con vinaza mejoró el rendimiento mecánico de la mezcla AC-16S y así mismo contribuyó a la valoración de la vinaza. En cuanto a la metodología

seguida se utilizó el método Marshall con un contenido de aglutinantes distintos de 3.5%, 4%, 4.5% y 5% a temperatura de 160° C. Las probetas fueron compactadas con 75 golpes a cada lado y la densidad de cada muestra se determinó con la Norma Española UNE-EN12697-6, así mismo se realizó el cálculo de cantidad de vacíos. Las muestras se calcularon con la fracturación en la cabeza de rotura de estabilidad Marshall según la cual el contenido de betún optimo es de 4% del peso de la muestra sin modificar, se utilizó el mismo procedimiento para la muestra modificada obteniendo un contenido de betún del 4.2% del peso de la mezcla. De esta manera el contenido optimo del betún fue ligeramente con la modificación del ligante con vinaza.

Dávila y Magaldi (2018, p. 80) en su tesis “Efecto del Aceite Reciclado de Cocina sobre las Propiedades Físicas y Mecánicas de Mezclas Asfálticas en Caliente md-19 (60-70), Colombia”. Se plantea como objetivo general estudiar el uso de aceite comestible reciclado como modificador del ligante asfáltico para mezclas de asfalto para aceras, como objetivos específicos, analizar las característica específica del cemento asfáltico para materiales pétreos y mezclas asfálticas y aceras, así como recopilar información sobre la experiencia de utilizar aceite en mezclas asfálticas y para el uso de aceite comestible reciclado para modificar diversos agregados de mezclas asfálticas, mezcla y compresión. Se establece la mejor temperatura para cumplir con las exigencias de la norma INVIAS 2013450; teniendo en cuenta que la clasificación continua de mezclas asfálticas en caliente basada en betún 60/70 es la más utilizada en Colombia. También se indica el porcentaje máximo de aceite de cocina usado que se puede agregar al betún que cumple con la norma INVIAS 2013450, así como la cantidad máxima de asfalto modificado que cumple con la norma INVIAS 2013 450. La presente investigación, concluye que: Agregar aceite de cocina reciclado al 1% de concreto asfáltico no reducirá las propiedades físicas y mecánicas de la mezcla. Los porcentajes de aceite comestible reciclado que originalmente se pretendía usar eran 1% y 2% respectivamente, pero cuando se usa asfalto modificado con aceite reciclado al 2% para hacer briquetas, luego de 75 golpes de compactación, se dieron cuenta de que estos grumos se caerían cuando se despegaran, se perdiera todo el ligante de asfalto y se despegaran los

agregados. Por lo tanto, se decidió hacerlo al 1% porque se desempeñó bien al hacer la muestra.

Becerra, Erika (2017), en su investigación “Caracterización del desecho agroindustrial de la palma de aceite “Cuesco” para el mejoramiento de las capas granulares de la estructura de pavimento – Nueva Granada” reseña la manera de representar el residuo agroindustrial de la Palma de Aceite “Cuesco”, en su utilización a manera de un probable insumo que mejore las diferentes capas granulares, las cuales forman la contextura de un pavimento. Las evaluaciones ejecutadas se realizaron partiendo de verificaciones en laboratorio y precisiones del Instituto Nacional de vías INVÍAS, en la cual se apreció el cumplimiento de los insumos en requerimientos básicos de precisiones técnicas para las capas componentes de un pavimento las cuales son Base y la Sub base granular. Las primordiales verificaciones en laboratorio donde se llevó a cabo el ensayo el insumo nos condujeron a especificar las propiedades de sus componentes pétreos, deterioro en la máquina de los ángeles, humedad, densidad, entre otros. El propósito de la determinación es implantar si el insumo logra ser aprovechado a manera de agregado grueso o fino en las capas granulares de la estructura, por tanto, posea efecto económico y ambiental positivo, a causa del bajo coste del insumo y circunstancia que muestra la industria palmera en el empleo de estos desechos.

Rodríguez, Jiménez y Carbajal (2017, p), en su trabajo “Estudio Comparativo de Mezclas Asfálticas Aplicando el Método Marshall con la Adición de Ceniza de Cascarilla de Arroz, Caucho Triturado con los Agregados de los Ríos Magdalena, Cucuana y Saldaña”, señala que para saber la actuación de la composición asfáltica debería de cumplirse algunos requisitos como proporciones volumétricas del asfalto y de los agregados, mediante los cuales se establecen los indicadores de comparación en sus diferentes características volumétricas de la mezcla asfáltica compactada como son los vacíos de aire (Va); vacíos en el agregado mineral (VMA); vacíos llenados con asfalto (VFA); y contenido de asfalto efectivo (Pbe), con la finalidad de conocer si es que alguna de las tres clases de agregados satisface las disposiciones de calidad para agregados pétreos y llenante mineral según el Artículo 400 INVÍAS 2013. Empleándose el

método Marshall, el cual es el procedimiento más empleado en el diseño de mezclas asfálticas, se llevó a cabo con insumos de los ríos Cucuana, Saldaña y Magdalena; a fin de mostrar que contenido de asfalto es el adecuado de una mezcla asfáltica, así como cotejar cuales son las variaciones con las que cuenta cada insumo que fueron sacados de los mencionados ríos. Además, se añadirá ceniza de cascarillas de arroz y caucho triturado a dichos agregados. La adición de caucho, el cual se obtiene de los ruedas o llantas, a las mezclas asfálticas modificadas las cuales nos posibilitan a la obtención de mejores resultados a los cambios térmicos, fisuras por fatiga y envejecimiento, teniendo como finalidad acrecentar la vida útil de la mezcla asfáltica. El segundo insumo que es la ceniza de cascara de arroz (CCA), que está compuesta entre el 90 – 96 % por sílice ouliano, 1985, el cual hará que forme materiales más duros y resistentes, menos deformables y más durables. La elección del contenido adecuado tiene que obedecer con la totalidad de los diseños de mezclas, guiándonos de la norma INV. E-400 el cual nos señala las especificaciones a cumplirse en los agregados, y la norma INV. E-450 el cual nos señala las especificaciones de la mezcla asfáltica. El objetivo de desarrollar la presente investigación de este tipo origina alternativas ecológicas en las cuales se pueden utilizar y aprovechar los residuos de las grandes industrias para luego transformarlas en materiales a ser utilizados en la edificación de obras civiles estas alternativas contribuye a que el investigador otorgue la importancia a desarrollar un elemento novedoso, eficaz y amigable con la naturaleza.

Lopera y Córdoba (2013, pg. 6) en su artículo científico: “Diseño de mezcla asfáltica tibia a partir de la mezcla de asfalto y aceite crudo de palma”, desarrollan para lo cual utilizan la gradación de componentes de la mezcla asfáltica tales son agregado fino, agregado grueso y ligante asfáltico obteniendo 54.1% de gruesos, 41.7% de finos y 4.2% cal hidratada y se mezcló con asfalto de penetración 60-70 modificado con crudo de palma al 1%.este diseño se realizó a través del método Marshall, la temperatura de producción se redujo y la viscosidad del asfalto.

Forigua y Pedraza (2014), en su investigación “Diseño Mezclas Asfálticas Modificadas Adición De Desperdicios Plásticos”, señalan que, las mezclas asfálticas modificadas demostraron resultados superiores en lo que se refiere a

estabilidad en comparación con los ligantes asfálticos convencionales, otorgando la oportunidad de ajustar a unas situaciones determinadas de respuesta teniendo en consideración los requerimientos del proyecto. En esta investigación, se tiene por objetivo diseñar una composición asfáltica transformada con restos dúctiles, que se forme en un estudio para pavimentación, el cual, de un soporte para la solución a la problemática de la red vial en la ciudad de Bogotá, y a la vez prometa un recurso ambiental y al manejo de los desperdicios (residuos) plásticos.

Reyes, Fuentes y Moreno (2013, p 162) en su artículo de investigación “Comportamiento de mezclas asfálticas fabricadas con asfaltos modificados con ceras” la finalidad de su investigación fue fundamentalmente la de transformar los asfaltos en Colombia, usando para tal fin ceras naturales en la elaboración de mezclas asfálticas tibias para luego instaurar su conducta mecánico y dinámico. Las mezclas evaluadas pertenecen a las llamadas curvas granulométricas md- del Instituto de Desarrollo Urbano (IDU). se comenzó la investigación con la caracterización de los insumos que se van a emplear (granular, asfalto y ceras naturales), seguidamente se eligió el porcentaje a añadir de ceras y el contenido de asfalto óptimo para elaborar mezclas tibias. Luego se elaboraron y compactaron las mezclas asfálticas a 110, 130 y 150°C, todo esto para examinar el resultado del asfalto modificado en su comportamiento mecánico y dinámico. Las pruebas usadas para determinar las características de las mezclas asfálticas fueron la resistencia a la tracción indirecta, la resistencia conservada y los módulos resilientes. De los estudios realizados se determinó que las ceras naturales que se emplearon en el experimento disminuyen la viscosidad de los asfaltos y por lo tanto las temperaturas de fabricación y compactación de las mezclas, disminuyendo considerablemente el gasto de energía y la generación de gases de efecto invernadero. Asimismo, se llegó a la determinación que las propiedades mecánicas y dinámicas estudiadas con asfalto transformado con ceras, son semejantes a las composiciones convencionales, determinando la posibilidad para su aplicación y uso.

Reyes, Guaqueta, Porras y Rondón (2013), en el artículo científico “Comportamiento de un Cemento Asfáltico Modificado con un Desecho de PVC”,

señalan que, los métodos innovadores de los asfaltos y las mezclas asfálticas transformadas fueron una técnica grandemente evaluada y usada en todo el mundo añadiendo elastómeros al asfalto se modifican las características mecánicas, químicas y reológicas de las mezclas asfálticas. Al utilizar dicha tecnología se desea acrecentar el comportamiento que experimentan las mezclas tradicionales al ser sometidas a diferentes condiciones de carga y del medio ambiente. Generalmente las propiedades que se desea mejorar son la rigidez, la resistencia bajo carga monotónica, al ahuellamiento, la fatiga, y el envejecimiento, y disminuir la susceptibilidad térmica. Haciendo uso de métodos científicos actuales con lo cual se busca que la vida útil de una vía sea mucho más larga y duradera, o con aditivos o modificaciones las cuales permitan que las capas asfálticas sean de menor espesor a lo normalizado. El estudio nos muestra cuales son los experimentos al ejecutar ensayos sobre un ligante asfáltico CA 80-100 transformado con un desecho de policloruro de vinilo (PVC). CA 80-100 el cual hace referencia a un ligante asfáltico y que su medida en el ensayo de penetración ASTM D-5 se encuentra en el rango de entre 80 y 100 décimas de mm. Las pruebas se ejecutaron con el fin de valorar las características físicas y reológicas que se aprecia el CA 80-100 cuando se le añade por vía húmeda el desecho de PVC.

Gran parte o por lo menos en su mayoría de los estudios realizados en el ámbito de los asfaltos transformados o modificados usan como agentes modificadores polímeros del tipo elastómero. Este prototipo de aditivos al ser unidos al asfalto optimiza especialmente la conducta resiliente (recuperación elástica) de las mezclas cuando son solicitadas a ciclos de carga y descarga especialmente a altas temperaturas de servicio. Reiterando que en esta investigación lo que se plantea es cambiar el ligante asfáltico con un desecho polimérico del tipo plastomérico como es el PVC.

Navarro, (2017) en su trabajo de investigación "Propuesta de diseño de mezclas asfálticas con adiciones de PET" señala que, en el Perú se ha promovido en los últimos 15 años una habilidad providencial para la Construcción de Obras Viales en todo el territorio, ejecutándose más de 15,000 kilómetros de carreteras con suelos asfálticos, según informes del Ministerio de Transportes y Comunicaciones. Teniendo en cuenta, para que la sociedad desarrolle sus

diversas actividades económicas, sociales, culturales, etc. Se debería tener una buena infraestructura dentro de las cuales contar con un buen pavimento urbano. Por lo tanto, en la situación de conservación de los mismos se ve reflejado el grado de desarrollo que han alcanzado los pueblos, asimismo, cuando asistimos a un centro poblado o a una ciudad, notamos el deterioro de su infraestructura vial, seguidamente lo vinculamos con un desgobierno, caos y abandono en dicho lugar. No obstante, sabemos todo lo que acarrea un proyecto de infraestructura vial el cual enmarca un sin número de componentes, observa desde los estudios iniciales, el diseño geométrico y finalizando con el proceso principal que es la colocación de la plataforma de rodadura, mitigación ambiental y medidas preventivas y de recuperación. Las mezclas asfálticas pueden ser del tipo en caliente y frío. En cuanto a la mezcla en caliente para esto se necesita calentar los componentes tales son el ligante asfáltico y los áridos, para esto la colocación en obra será de a una temperatura por encima del ambiente. Así pues, en el Proyecto de investigación se estudia la gestación de las mezclas asfálticas con la incorporación de PET, examinando la factibilidad, conducta y reacción del PET con el material de muestreo, esta investigación tiene como objetivo plantear una mejor alternativa la cual tenga por finalidad aumentar la vida útil y generar ahorro de una manera considerable el tema de presupuesto lo cual se utiliza para el mejoramiento o la rehabilitación.

Navarro, (2017, pg. 77) en su tesis: "Propuesta de diseño de mezclas asfálticas con adiciones de PET", previo al diseño de la mezcla desarrolla la caracterización o evaluación de los agregados pétreos con el fin de que cumplan con las especificaciones de calidad que se requiere. La granulometría es una de las características más importantes de los áridos, esta afecta al diseño como a las características de la mezcla asfáltica. Los tamaños más usados en el análisis granulométrico para mezclas asfálticas en caliente son: 2", 1 ½ ", 1", ¾ ", ½ ", 3/8", N° 4, N°8, N°16, N°30, N°50, N°100 y N°200. Para lo cual para este estudio se cuenta con un suelo muy uniforme en cuanto a agregados gruesos debido a que pasan por la malla ¾" hasta la maya N° 200. En cuanto al agregado fino se considera un suelo semejante debido a que los valores inferiores a 5 se consideran uniformes.

Dávalos Murray (2015), en su trabajo “Obtención de Mezclas Asfálticas Mediante la adición de Material Reciclado: Poliestireno Expandido”, en el estudio realizado Tuvo principalmente su objetivo en realizar una mejora en cuanto a las características mecánicas de las mezclas asfálticas, en el cual para determinarlas se adicionará unos valores en porcentaje de perlas de Poliestireno Expandido Reciclado, debido a esto se busca la mejora en cuanto a la vida útil de los pavimentos asfálticos para esto se estará realizando la oportunidad de poder reciclar materiales no biodegradables como el Poliestireno Expandido Reciclado. Esta investigación fue llevada a cabo en el laboratorio SPC S.R.L. Laboratorio de ensayos Acreditado ISO/ EIC Asesoría, Control y Aseguramiento de la Calidad en obras civiles, en la cual se consiguieron los resultados o indicadores adecuados para el diseño de mezclas asfálticas, tanto convencionales como mezclas asfálticas modificadas con Poliestireno Expandido Reciclado. Para la ejecución de las probetas de mezclas asfálticas se elaboraron por el método de Marshall, para cumplimiento de lo que establece la norma se elaboraron quince probetas de mezcla asfáltica convencional, quince probetas de mezcla asfáltica con la adición del 20% de poliestireno expandido, quince probetas de mezcla asfáltica con la adición del 40% de poliestireno expandido. Luego se llevó a cabo la comparación de la mezcla convencional o mezcla patrón con las mezclas modificadas observando una mejora tanto en las propiedades mecánicas como en el aumento de su estabilidad, llegando a la conclusión que la mezcla asfáltica modificada (con perlas de poliestireno expandido reciclado) mejoran sus propiedades mecánicas en un 60%.

Reyes, Álvarez y Valdés (2014), en su artículo científico “Mechanical Evaluation of Dense Grated Cold-Mix Asphalt Fabricated with Mineral Filler Replacement”, estos autores investigan cual sería la probabilidad de mejorar o incrementar las características mecánicas de las mezclas asfálticas frías (MAF), a través del reemplazo de llenante mineral natural (i.e., polvo de roca) por cemento Portland (o cemento). En la investigación se fabricaron probetas Marshall (con el contenido adecuado de emulsión asfáltica determinado a través del método Marshall modificado de Illinois) con y sin reemplazo de llenante mineral natural por cemento. Estas probetas fueron sometidas a ensayos de resistencia a tracción indirecta, módulo resiliente y resistencia al desgaste empleando la

máquina de los Ángeles. Como efecto de los ensayos se estableció que las MAF elaboradas con la llenante mineral natural demuestran un comportamiento mecánico desfavorecido con respecto al de mezclas asfálticas fabricadas en caliente. En cambio, al sustituir llenante mineral natural por cemento, se observó un incremento en la respuesta mecánica semejante a los niveles de las muestras de las mezclas fabricadas en caliente. En el cual se sustenta la viabilidad técnica del uso de MAF para vías de tráfico bajo y medio. Con lo cual se deduce que los resultados brindan la posibilidad de profundizar su potencial uso en el diseño y evaluación de MAF, más aún dada su simplicidad y rapidez.

Reyes, Troncoso y Reyes (2005, pg. 12-28), en su artículo de investigación "Mechanical and Dynamical behavior of an asphalt mixture with addition of fibers" hace referencia al estudio experimental desarrollado en laboratorio, el cual nos arroja los resultados de añadir fibras de polipropileno por vía seca sobre las propiedades dinámicas y mecánicas de una mezcla. Inicialmente caracterizaban el material granular y asfalto CA60/70, se lleva a cabo el diseño de la mezcla asfáltica de granulometría 0/10 (IDU RSV 2002) y asfalto dentro de los parámetros de la metodología Marshall, se comparan y se evalúan los resultados de las fibras en las propiedades mecánicas por medio del análisis de la estabilidad y fluencia, y dinámicamente por su valor de deformación permanente y módulo dinámico. Obteniendo los resultados demuestran que las fibras en la modificación de la muestra asfáltica son de un efecto positivo. Se realizó una adición de un 0.60% obteniendo como resultado que el módulo dinámico mejoró en un 45%; asimismo, en una adición de fibras de un 0.60% se obtuvo como resultado que la deformación permanente disminuye en un 27.6%, finalmente en la adición de fibras de un 0.75% la deformación permanente disminuye en un 48.8%. mediante estos estudios y procesos se evidencia otra alternativa eficaz para mejorar la mezcla asfáltica, aumentando la resistencia a la disgregación por efecto abrasivo del tráfico y retardando el inicio y propagación del agrietamiento por ahuellamientos.

Palma, Ortiz, Avalos y Castañeda (2016., pg. 119), en su artículo de investigación "Elastomer modified asphalt and its use in paving", argumenta que, el uso de los polímeros como aditivos transforman un asfalto convencional con el propósito de tener una mejora en sus propiedades tanto físicas como

químicas. El uso de aditivos es con el claro propósito de mejorar el rendimiento de un pavimento, asimismo, alargar el tiempo de vida de este. Desde la década del 40 ya había estudios en lo que se refiere a modificación del asfalto con insumos como polímeros naturales y sintéticos, más aún en Europa ya existían proyectos de prueba que datan de los años 30 en el uso de insumos como materiales poliméricos, los elastómeros son los polímeros más compatibles con el asfalto.

A continuación, presentamos enfoques teóricos relacionados al tema de estudio. En primer lugar, a **Mezclas Asfálticas**, según (Padilla, 2004, cap. III): Señala, que “las mezclas asfálticas, además de ser llamadas aglomerados, las cuales están constituidas por la composición de agregados pétreos más el ligante hidrocarbonato”. Iniciando su elaboración en una matriz que puede ser fija a móvil, en donde los componentes quedan revestidos con una película permanente para finalmente ser llevados a obra en donde se extienden y se compactan. Sabiendo que las mezclas asfálticas son usadas en diferentes construcciones como Carreteras, Aeropuertos, Pavimentos Industriales, etc. Además, se usan en las capas inferiores de los firmes para soportar tráficos pesados intensos. Las mezclas asfálticas están compuestas por un aproximado de los siguientes materiales, se usa el 5% de ligante asfáltico, el 5% de polvo mineral (filler) y en su mayor componente de agregados pétreos tanto grueso como fino en el 90%, la correcta aplicación de los componentes en calidad y cantidad es de gran importancia en el buen funcionamiento de los pavimentos, en caso contrario afectaría en forma negativa su funcionamiento y utilidad.

El objetivo de las mezclas asfálticas es proporcionar una superficie de rodamiento cómoda, segura y económica a los usuarios, facilitando la circulación de los vehículos, también es su función recibir las cargas del tráfico y transmitir las adecuadamente a la explanada para que sean soportadas por ésta.

Diseño mixto de pavimento flexible (diseño de patrón): los agregados de grava ayudan a la estabilidad mecánica, soportan la carga del tráfico y, al mismo tiempo, transfieren la carga a la subrasante en una unidad de presión significativamente reducida. Consiste en los siguientes materiales: piedra triturada, grava y arena: las partículas duras (tamaño y forma estable) son el papel básico en la producción de mezclas asfálticas, representando del 88% al

96% del peso de la mezcla, algo más del 75% de su volumen. El análisis es muy importante para obtener la combinación de calidad. Y para ser utilizado de forma fiable: sin degradación, sin aislamiento, sin contaminación.

Respecto al **asfalto**, es un material viscoso, muy pegajoso, siendo identificado por su color negro. Su uso se limita a las mezclas asfálticas como aglomerante, para construir carreteras y autopistas. Su uso también es como impermeabilizante. Existe en petróleo crudo y se compone casi en su totalidad de materiales bituminosos. Tiene resistencia al agua, adherencia y cohesión, o elasticidad a tensiones específicas, por lo que es ideal para puntos de contacto entre carreteras y neumáticos. Su adherencia permite que este último se agarre con firmeza, mejorando así la seguridad de las ruedas, especialmente en vehículos como motos. Representan del 4,25% al 4,75% de las aceras.

En cuanto a los aditivos, **la piel de la uva** es una especie de bagazo, que es el resto de la uva que queda después del exprimido. Se compone de hollejos, pepitas y puntas del racimo. Este bagazo se llama salvado (Canabi, 2012, p. 44). El profesor Guillermo Thenoux, y su equipo investigador (Universidad Católica de Chile), El salvado de la vid Cabernet Sauvignon tiene un efecto antioxidante, que puede reducir la fatiga y el agrietamiento de la carretera asfaltada en un 14% (Pontificia Universidad de Chile (UC), 2015, p. 3). También en el mundo, un 95% de los pavimentos están contruidos de asfalto debido a su flexibilidad respecto al hormigón. Con el paso del tiempo, aumenta su rigidez cuando existe mayor oxidación, se vuelve frágil y predispuesto a sufrir agrietamientos. La principal tecnología para reducir el envejecimiento del asfalto es utilizar productos químicos que pueden reducir su tasa de oxidación y extender su vida útil. El profesor Thenoux enfatizó que se propuso la idea de agregar uva en polvo porque es un producto con alta capacidad antioxidante.

Los resultados mostraron que las muestras de pavimento agregadas con un 10% de antioxidante de piel de uva pueden reducir el coeficiente de fatiga en un 14%. Los ingenieros de UC señalaron que, además, mejoraron el comportamiento del comportamiento anti-baja temperatura. Una de las mayores dificultades que plantea este estudio es separar y probar el papel de los antioxidantes en el asfalto. Para este estudio, se caracterizó el comportamiento de los materiales modificados con salvado a nivel de laboratorio. Al mismo tiempo, se realiza un

tratamiento de envejecimiento a corto y largo plazo en las muestras, Desarrollar pavimentos asfálticos de alto rendimiento según estándares internacionales. De igual forma, para el profesor de la Universidad de California, estos resultados indican que las pieles de uva se pueden utilizar como una alternativa viable para reducir el daño oxidativo en los ligantes de asfalto, contribuyendo así a mejorar la durabilidad de los pavimentos.

Propiedades Físicas De La Mezcla Asfáltica.

Para diseñar una mezcla asfáltica se selecciona de acuerdo al tipo de granulometría del agregado que se utilizará, así mismo, se selecciona el tipo de asfalto y su contenido a utilizar para así poder obtener las propiedades que se desean en la mezcla y las cuales satisfagan todos aquellos requisitos que requiere la norma. Las características de una mezcla asfáltica en caliente consideradas son: Estabilidad, durabilidad, flexibilidad, trabajabilidad, resistencia a la fatiga, etc. En cuanto a la estabilidad se puede precisar como la capacidad que tiene la mezcla asfáltica para poder resistir la deformación y el desplazamiento, se considera una mezcla estable cuando mantiene su forma y al desarrollar deformaciones se considera inestable. Esta propiedad depende de la fricción interna y la cohesión (Garnica, Flores, Gómez y Delgado, 2005)

Según, Padilla (2004) “La estabilidad es la propiedad para hacer cara al desplazamiento y deformación de cargas del tránsito. Depende de la fricción y de la cohesión interna”.

“La fricción interna está relacionada con las características del agregado tales como forma y textura superficial”.

“La cohesión resulta de la capacidad ligante del asfalto”.

En laboratorio se puede gestar y evaluar una mezcla de pavimentación, cual consecuentemente va a establecer el performance de la estructura del pavimento. Los ensayos de laboratorio están orientadas a evaluar el grado en que influye las cuatro propiedades de la mezcla asfáltica, las cuales son: densidad de la mezcla, vacíos de aire, o simplemente vacíos, vacíos en el agregado mineral, contenido de asfalto.

La **densidad** de la mezcla compactada está conceptualizada como su peso unitario (el peso de un volumen específico de la mezcla). En un pavimento ya acabado y en condiciones de uso, necesaria y primordialmente debería tener una densidad alta y así consolidar una utilidad duradera. Al obtener resultados de los ensayos del diseño de mezcla compactada realizados en laboratorio, la magnitud de la densidad se expresa en kilogramo por metro cubico y su valor resulta de la multiplicación de la gravedad específica total de mezcla por la densidad del agua que en su caso es 1000 kg/m³. Los valores de densidad adquiridos en laboratorio son tomados como la muestra o diseño patrón de densidad, lo cuales son comparados en con las muestras obtenidas in situ del pavimento terminado, obteniendo un porcentaje de la muestra patrón obtenida en laboratorio, puesto que, en laboratorio se usan métodos de compactación normalizados y casi nunca coinciden los resultados

Los **vacíos de aire** se definen como reducidas áreas que contienen aire, las cuales se encuentran entre los áridos recubiertos en la mezcla final compactada, llamadas también bolsas de aire. En las compactaciones es necesario la existencia de un porcentaje de vacíos, lo cual, admite una compactación adicional durante su funcionamiento bajo el tráfico, también proporcionaría los espacios por donde el asfalto pueda circular durante su compactación adicional. En ensayos de laboratorio se admite un porcentaje de vacíos que oscilan entre el 3 y 5 por ciento tanto para capas de base como para capas superficiales, todo esto depende del diseño específico. El contenido de vacíos tiene una relación directa con la durabilidad del pavimento asfáltico, asimismo, se relaciona también con la filtración, a menos porcentaje de vacíos menor sería la filtración de la mezcla, una mezcla con gran cantidad de vacíos, los cuales servirían de paso para elementos como el agua y el aire colaborando así con su deterioro. Por otra parte, una mezcla asfáltica cuenta con un contenido demasiado bajo de vacíos puede producir exudación de asfalto; siendo esta una propiedad en la cual el asfalto que está en demasía es expulsado afuera de la mezcla llegando a la superficie. Las propiedades de la densidad y contenido de vacíos son inversamente proporcionales, si la densidad es mayor, entonces el porcentaje de vacíos de la mezcla es menor. Las descripciones de la obra necesitan,

frecuentemente, una densidad que permita acomodar el menor número posible (en la realidad) de vacíos: preferiblemente menos del 8 %.

Se define a los **vacíos en el agregado mineral (VMA)**, como las áreas de aire que se hallan localizados entre las partículas del agregado de una mezcla la cual ha sido compactada y a la vez se incluye los espacios los cuales están llenos de asfalto. Los vacíos en el agregado mineral (VMA), esto simboliza el área el cual está disponible para adecuar la cantidad o volumen efectivo de asfalto y el volumen de vacíos que se requiere en la mezcla. Mientras mayor sea el VMA se tendrá más espacio disponible para las capas o películas de asfalto. Hay valores mínimos para VMA y están recomendados y especificados en función del tamaño del agregado. Dichos valores se fundan en que cuanto más gruesa es la película de asfalto que envuelve las partículas del agregado, la mezcla será más duradera.

En laboratorio es donde se determina el **contenido de asfalto** de una mezcla asfáltica esto de vital importancia para luego ser controlada en campo específicamente en la obra. Para establecer la cantidad de asfalto, este se establece utilizando los criterios de acuerdo al método elegido. Para poder conocer el contenido óptimo de asfalto de una mezcla principalmente depende de las propiedades y características del árido como la granulometría y la capacidad de absorción de estos componentes. El conocer la granulometría del agregado se sabe el contenido óptimo del asfalto ya que estos se encuentran relacionados directamente. Las mezclas más gruesas utilizan menor cantidad de asfalto ya que tienen menor área superficial. El contenido óptimo y el área superficial tienen una relación cuando esta es más acentuada cuando existe relleno mineral, fracciones muy finas, los aumentos en la cantidad de relleno mineral, los cuales absorben una cantidad considerable del contenido de asfalto, lo cual resulta en una mezcla inestable y seca. El efecto contrario, es decir, la disminución o el poco relleno mineral trae como consecuencia en una mezcla muy rica (húmeda). Al existir diferenciación en cuanto al contenido de relleno mineral este genera cambios en las propiedades de la mezcla haciendo que haya una variación de seca a húmeda. Teniendo en consideración que, si una mezcla tiene poco o demasiado mineral al hacer o realizar un ajuste arbitrario, para así corregir la situación, lo más probable es que empeorara. Se debe de hacer un

muestreo para así poder determinar las causas que producen las variaciones, teniendo en consideración que si es necesario de establezca otro diseño de mezcla.

Los agregados pétreos tienen la capacidad de absorción, es decir la capacidad o habilidad de poder absorber asfalto, y así poder determinar el contenido óptimo del asfalto a utilizar. La metodología consiste en agregar la suficiente cantidad de asfalto para así permitir la absorción y adicionalmente poder cubrir las partículas con una capa de asfalto. Los profesionales mencionan que se puede decir de dos tipos de asfalto el absorbido y el no absorbido, es decir, contenido total de asfalto y contenido efectivo de asfalto.

Se denomina **contenido total de asfalto** al importe de asfalto la cual se adiciona a la mezcla para así poder obtener las propiedades adecuadas en la mezcla asfáltica.

El **contenido efectivo de asfalto** se considera como el volumen de asfalto el cual no es absorbido por los agregados, así mismo, es la cantidad de ligante asfáltico el cual forma una capa efectiva sobre la superficie de los áridos. Se puede considerar que el contenido efectivo de asfalto resulta de sustraer la porción absorbida de asfalto del contenido total de asfalto. Una característica importante es la capacidad que tiene el agregado de absorber, para la definición del contenido de asfalto de una mezcla asfáltica.

Una de las propiedades más significativas en las mezclas asfálticas es la **estabilidad**, la cual se considera como la capacidad de resistir desplazamientos la deformación las cuales están bajo las cargas de tránsito. Se considera un pavimento estable cuando es capaz de preservar su forma y lisura el cual se encuentra a cargas repetitivas. Se considera un pavimento inestable al que presenta ahuellamientos, ondulaciones y otras deformaciones. La estabilidad presenta diversos requisitos los cuales se establecen luego de realizado un análisis completo de tráfico. En cuanto a las especificaciones de la estabilidad deben de considerarse y acomodarse al tránsito esperado. Valores demasiado altos de estabilidad hacen que el pavimento sea muy rígido y en consecuencia menos duradero que lo deseado. Esta propiedad de la estabilidad pende de la fricción y la cohesión interna de la mezcla.

En cuanto a características de los agregados, **la fricción interna**, entre las partículas del agregado, es decir, fricción entre las partículas, se relaciona en cuanto a las características como forma y textura superficial, mientras la cohesión una propiedad importante la cual resulta de la capacidad que tiene el ligante asfáltico. En cuanto a los agregados mientras más angular sea sus aristas y más áspera sea su superficie, la estabilidad de la mezcla asfáltica será mucho más alta. Para el aumento de la cohesión la viscosidad de la mezcla debe aumentar o a medida que la temperatura se reduce. Adicionalmente la cohesión aumenta con un mayor contenido de asfalto, pero a la vez cuando se excede este nivel, el incremento en la cantidad de asfalto esto genera una capa de espesor grueso sobre las partículas del árido, debido a esto se tiene una pérdida de la fricción entre las partículas

La propiedad de la impermeabilidad en un pavimento flexible se define como la resistencia que tiene al paso del aire y agua en su interior y/o a través de este. Esta propiedad se encuentra conexas con el porcentaje de vacíos de la mezcla compactada de tal forma que en el diseño de mezclas se relaciona con la impermeabilización. En cuanto al grado de la impermeabilidad se determina por el tamaño de los vacíos y el acceso los cuales tienen a la superficie del pavimento. Esta característica es muy significativa en cuanto a la estabilidad de las mezclas compactadas, teniendo en consideración el grado de permeabilidad para lo cual es aceptable en cuanto se cumpla dentro de los límites especificados.

La característica de una mezcla asfáltica por la cual hay facilidad de colocar y de compactar en terreno se denomina **trabajabilidad**, estas mezclas que poseen esta característica son fáciles de colocar y compactar, a diferencia de todas aquellas mezclas que no poseen esta característica son difíciles de colocar y compactar y a la vez perdería propiedades y genera pérdidas tanto en costos como en aspectos técnicos. Esta característica, suele ser mejorada realizando una modificación en la mezcla, en cuanto a los agregados y/o granulometría. Considerando una mezcla gruesa aquellas en las cuales tienen un alto contenido de agregado grueso, tienden a segregarse durante su manejo y a la vez son difíciles a la hora de compactar. Una consideración para volver más trabajable una mezcla gruesa, es a través de pruebas de laboratorio en la cual

se adiciona agregado fino y asfalto a este tipo de mezcla. En estos casos se debe considerar cuidados y así garantizar que las mezclas cumplan con los criterios de diseño como el porcentaje de vacíos y estabilidad. Esta característica es importante en lugares en los cuales se requiere la colocación y el rastrillo de cantidades grandes o considerables de mezcla asfáltica como por ejemplo en contornos o perímetro de tapas de alcantarillado, curvas pronunciadas y otros. Las mezclas que poseen esta característica de la trabajabilidad se les conoce como mezclas tiernas.

La **flexibilidad** se describe como la capacidad que un pavimento flexible tiene para acoplarse, de tal manera que no presente grietas, a movimientos y asentamientos graduales de la subrasante. La flexibilidad se considera una peculiaridad que se desea en todo pavimento asfáltico debido a que virtualmente todas las capas subrasantes se asientan (bajo cargas) o se expanden (por expansión del suelo). En mezclas asfálticas, en las cuales se considera un alto porcentaje de ligante asfáltico es más flexible que en aquellas en la cual la graduación y el bajo contenido de asfalto. En cuanto a la resistencia a la fatiga en pavimentos es considerada como la resistencia a la flexión consecutiva o periódica producto de las cargas de tránsito. En diversas investigaciones se ha confirmado que el porcentaje o cantidad de vacíos, los cuales están relacionados con la cantidad de asfalto, y la viscosidad del asfalto poseen un resultado favorable en la resistencia a la fatiga. Teniendo en consideración que, a mayor cantidad de porosidad o porcentaje de vacíos, las causas pueden ser por diseño o compactación, la resistencia a la fatiga disminuye. De igual manera, un pavimento flexible cuya mezcla asfáltica ha envejecido y ha endurecido se manera considerable posee una resistencia menor. En cuanto a ciertas características del pavimento flexible tales como la resistencia, el espesor y la capacidad de soporte de la subrasante tienen una relación directa con la existencia del pavimento y con la prevención de las grietas debido a las cargas de tránsito.

En el estudio: “Caracterización de residuos de la industria vinícola del valle de Sáchica con potencial nutricional para su aprovechamiento después del proceso agroindustrial”, se considera a la uva tinta que es más empleada en la elaboración de vino ya que posee características como sabor acentuado, aroma

y color intenso, comparados con otras variedades, esta se adapta a distintos climas y condiciones de suelo. En este estudio se tuvo se planteó el objetivo de conocer y evaluar el potencial del orujo producto de la vinificación de esta variedad de uva. Para lo cual se evaluó la caracterización fisicoquímica, determinación de minerales de los residuos (Segura Carol et al, 2015).

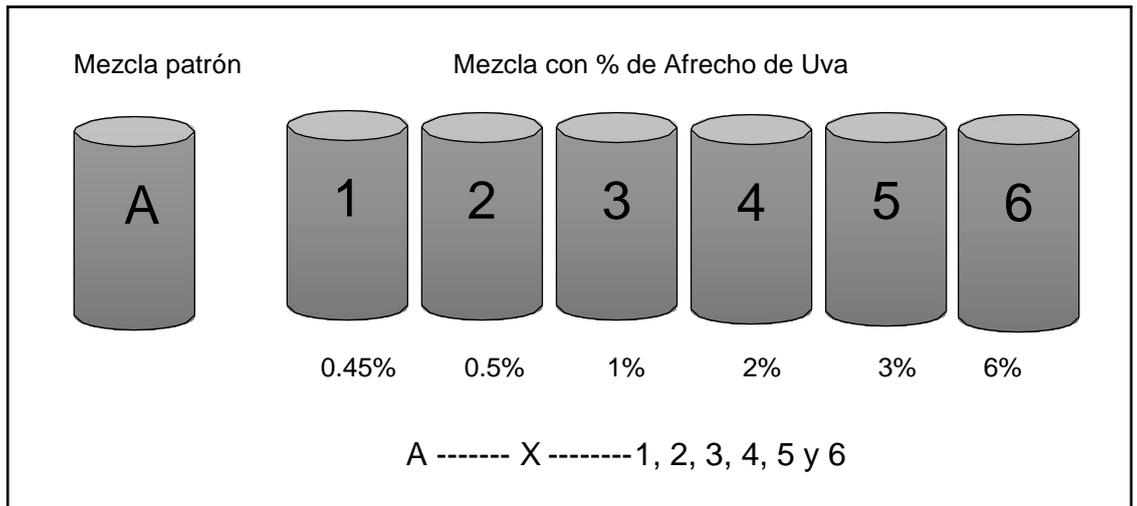
III. METODOLOGÍA

3.1 Tipo y diseño de investigación

El tipo de investigación es considerada aplicada debido a sé que realizará a través de conocimientos científico y sus medios (metodologías, protocolos y tecnología), a su vez vamos a obtener beneficios a la sociedad de investigación aumentando conocimientos enfocados al tema elegido a estudiar.

El diseño de investigación a elaborar es de tipo cuantitativo experimental puro, debido a que permite realizar modificaciones mediante la maniobra y control de las variables. Por lo cual se va alterar la variable independiente para registrar los efectos en la variable dependiente, se realizarán ensayos de laboratorio para diseñar un pavimento flexible al cual se le añadirá el afrecho de uva en diferentes porcentajes 0.45%, 0.50%, 1%, %, 3% y 6% de los cuales se obtendrá la Estabilidad Marshall, peso específico, % de vacíos, flujo, % volumen lleno con asfalto, % volumen de agregado grueso mineral, para después ser comparados con las características de nuestra mezcla patrón. Para la fase experimental Se muestra el procedimiento el cual se va a llevar a cabo en nuestra investigación:

Gráfico N.º 1: Fase experimental de procedimiento.



Donde:

A : Mezcla patrón

1, 2, 3, 4, 5 y 6: Mezcla experimental

X : Afrecho de uva

Se va a proceder seleccionar el agregado y la selección de las materias primas para la correcta producción de nuestra mezcla patrón, después el diseño de mezcla con la adición de afrecho de uva en las respectivas cantidades específicas luego se llevará a los interiores del laboratorio para obtener los datos necesarios para poder hacer un análisis y determinar la confiabilidad y validez de estos instrumentos de recolección.

Fase explicativa; una vez que se obtiene los resultados se procede a determinar las modificaciones que le añade el afrecho de uva al pavimento flexible con una respectiva resistencia de diseño. Para finalmente realizar una comparación con otras investigaciones e indicando si se coincide o difiere respecto a los objetivos planteados.

Se presenta a continuación el diagrama de flujo de diseño en donde se muestra la manera que se llevó a cabo la presente investigación.

3.2 Variables y Operacionalización

Variable independiente

VI1: Afrecho de uva.

Variable dependiente

VD1: Estabilidad Marshall

Operacionalización

Operacionalización: dimensiones para el afrecho de uva (porcentajes, 0.45%, 0.5%, 1%, 2%, 3%, y 6%), para la Estabilidad Marshall.

3.3 Población, muestra y muestreo.

La población se puede conceptualizar como un conjunto de elementos que tienen características comunes y requieren investigación (Hernández, Fernández y Baptista, 2014).

En este estudio, utilizaremos un total de 36 briquetas.

Tabla 1: Total de briquetas

Probetas	cantidad
Sin afrecho de uva	18
Con afrecho de uva	18
Total.	36

A continuación, se presenta la organización de la muestra para el ensayo de estabilidad de Marshall, con porcentajes que varían desde 5% al 10%.

Tabla 2: Muestra patrón

VARIACIONES DE EMULSION ASFALTICA (%)	5.00	5.50	6.00	6.50	9.00	10.00	TOTAL
CANTIDAD DE MUESTRA PATRON (UND)	3	3	3	3	3	3	18

Tabla 3: Muestras con adición de afrecho de uva, con porcentajes que oscilan entre 0.45% y 6%.

INCLUSION (%)	0.45	0.50	1.00	2.00	3.00	6.00	SUB TOTAL
CANTIDAD DE MUESTRAS MODIFICADAS	3	3	3	3	3	3	18
TOTAL CON VARIACION				18			

El tipo de muestreo a utilizar es el muestreo no probabilístico - por conveniencia, por motivo que el grupo seleccionado presenta una serie de características requisitas para pertenecer a la muestra. Siendo estos los criterios para la selección, las dimensiones de las muestras que genera una varianza de los elementos de la muestra.

3.4 Técnicas e instrumento de recolección de datos

3.4.1 Técnicas

Observación. Método para recolectar información, recurriendo a un registro sistemático, válido y confiable respecto a lo que se observa (comportamientos y situaciones) de categorías o subcategorías.

Instrumentos mecánicos o electrónicos. Aparatos para realizar la medición respectiva.

Pruebas estandarizadas e inventarios. Utilizadas para medir variables específicas.

3.4.2. Instrumento

Guía de ensayos de laboratorio.

Se encuentra en los anexos, pág. 70.

Validez y confiabilidad de los datos.

Se encuentra en el anexo, pág.71

3.5 Procedimientos

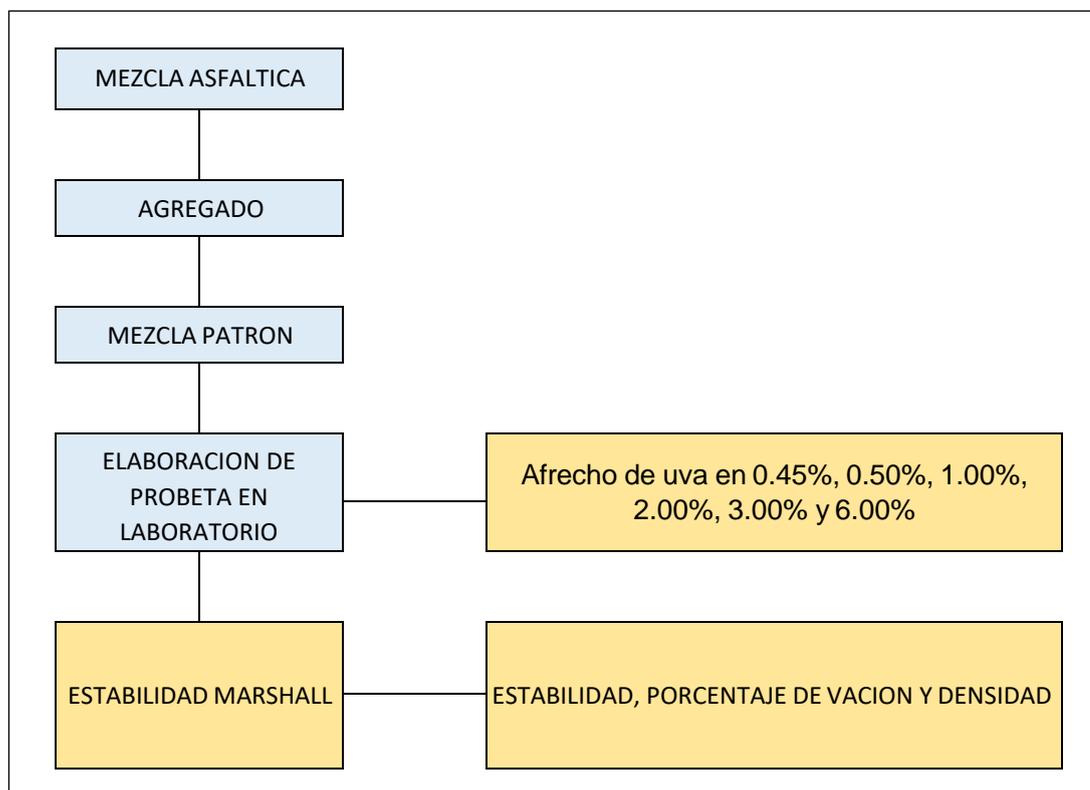
Fase experimental

En esta etapa, seleccionaremos agregados gruesos y otros materiales para procesar el diseño de mezcla y luego enviaremos prototipos al laboratorio para brindar confiabilidad y efectividad.

Fase explicativa

Obtenidos los resultados, podemos determinar la estabilidad Marshall, para discutirlos con otros estudios y determinar conclusiones sobre los objetivos marcados.

Gráfico N.º 2: Secuencia de la metodología a utilizar



3.6 Método de análisis de datos

Método de análisis de datos se emplearán los siguientes instrumentos:

- Ensayo granulométrico de agregados finos y gruesos.
- Contenido de la humedad de los agregados finos y gruesos.
- Peso específico y absorción de los agregados finos y gruesos.
- Peso unitario de los agregados finos y gruesos.
- Desgaste por abrasión
- Equivalente de arena
- Sales Totales
- Durabilidad
- Partículas Chatas y Alargadas
- Diseño de mezcla asfáltica (Método Marshall).
- Elaboración de briquetas
- Estabilidad Marshall

3.7 Aspectos éticos

Se consideró aspectos relevantes para el amparo de los derechos y bienestar de los individuos en una investigación, referente a este tema se presentará todas las consideraciones éticas que se tuvo en el proceso del proyecto, además de limitaciones que se presentan en el método científico.

En primer lugar, se respetó el derecho de autor, referente a los trabajos utilizados para la ejecución del presente proyecto, mencionando y citando en los respectivos campos que se utilizaron.

Consentimiento informativo ya que se utilizó trabajos que están a libre disposición de los lectores es decir no se utilizó ningún documento que tenga restringido el uso por el autor respetando la confidencialidad privacidad e intimidad.

Anonimato de la información obtenida según sea el caso ya que existen casos de documentos que el autor prefiere estar en anonimato de ser el

caso no se menciona, pero si el texto refiere su autor se presenta cita correspondiente en cada párrafo texto que se pudo haber utilizado.

Una de las limitaciones que se presento es las limitaciones bibliográficas debido a que existen textos en internet que son muy útiles, pero no se pudieron adquirir debido a su alto costo de adquisición por ende se trata de recolectar los mejores textos que estén disponibles que ayuden a la elaboración de la presente investigación.

IV. RESULTADOS

4.1 Caracterización del agregado:

4.1.1. Agregado fino:

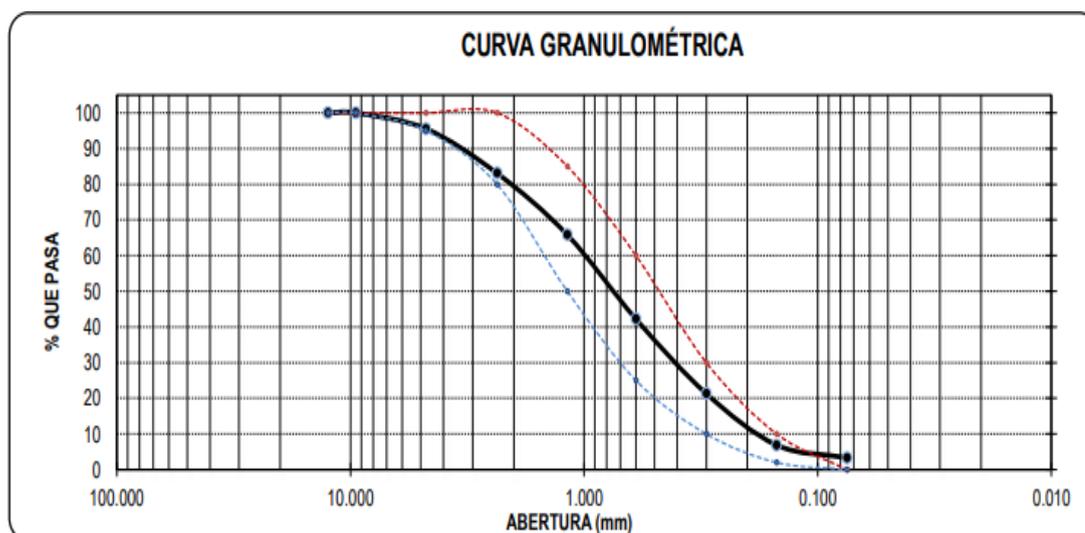
4.1.1.1. Ensayos Estándares

Para analizar las características del agregado fino se tuvo en cuenta la NTP 400.012 / MTC E 204 (Análisis Granulométrico de Agregados), especificación NTP 339.128. (Granulometría de Agregados Finos), obteniendo los resultados:

Tabla 4: Características de Agregado Fino

CARACTERIZACION AGREGADO FINO (ARENA)					
MODULO DE FINEZA	TAMAÑO MAXIMO	HUMEDAD	ABSORCIÓN	PESO UNITARIO SECO	PESO UNITARIO COMPACTADO
2.85	3/8"	2.05%	0.47%	1546 kg/m ³	1708 kg/m ³

Gráfico 3: Curva Granulométrica de Agregado Fino



*** Muestreo e identificación realizada por el solicitante.

4.1.1.2. Ensayos Especiales

Tabla 5: Ensayos especiales al agregado fino

ENSAYO AGREGADO FINO	NORMA	UNID	RESULTADO
EQUIVALENTE DE ARENA	MTC E 114	%	47
DURABILIDAD AL SULFATO DE MAGNESIO	MTC E 209	%	8.23
SALES SOLUBLES TOTALES	MTC E 2019	%	0.47

4.1.2. Agregado grueso:

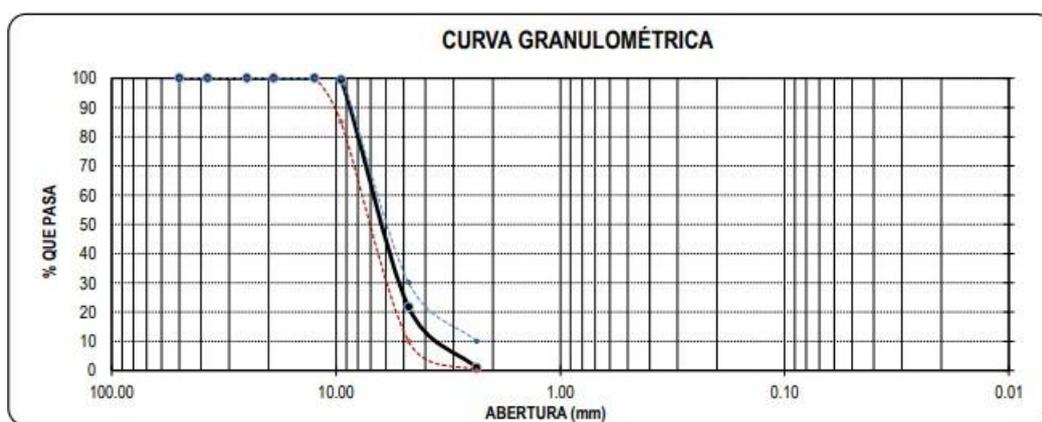
4.1.2.1. Ensayos Estándares

Para realizar la caracterización de los agregados gruesos NTP 400.012 / MTC E 204 (Análisis Granulométrico de Agregados), especificación NTP 400.037 (Granulometría de Agregados Finos), obteniendo los resultados:

Tabla 6: Características del Agregado Grueso.

CARACTERIZACION AGREGADO GRUESO (GRAVA).					
TAMAÑO MAXIMO NOMINAL	TAMAÑO MAXIMO	HUMEDAD	ABSORCIÓN	PESO UNITARIO SECO	PESO UNITARIO COMPACTADO
1/2"	3/8"	0.79%	0.85%	1268 kg/m ³	1396 kg/m ³

Gráfico 4: Curva Granulométrica de Agregado Grueso



4.1.2.2. Ensayos Especiales

Tabla 7: Ensayos especiales al agregado grueso

ENSAYO AGREGADO GRUESO	NORMA	UNID	RESULTADO
ABRASIÓN DE LOS ANGELES	MTC E 207	%	21.51
DURABILIDAD AL SULFATO DE MAGNESIO	MTC E 209	%	12.69
SALES SOLUBLES TOTALES	MTC E 2019	%	0.11
PARTÍCULAS CHATAS Y ALARGADAS	MTC E 219	%	1.7

Es preciso señalar que los agregados provenientes de la cantera San Martín cumple con las características requeridas, tanto los áridos gruesos como los áridos finos, según la Norma Técnica Peruana y del Ministerio de Transportes y Comunicaciones (MTC).

4.2 Diseño de mezcla asfáltica patrón

Tabla 8: *Diseño de mezcla patrón*

DISEÑO DE MEZCLA ASFÁLTICA PATRÓN						
Componentes de la mezcla asfáltica	Muestras					
	I	II	III	IV	V	VI
Cemento Asfáltico en peso (%)	5.00	5.50	6.00	6.50	9.00	10.00
Agregado grueso en peso (%)	42.8	42.5	42.3	42.1	41.0	40.5
Agregado fino en peso (%)	52.3	52.0	51.7	51.4	50.1	49.5

Los agregados se utilizan en los porcentajes de 45% de árido grueso y 55% de árido fino, calculándose para cada columna del resto del cemento asfáltico (por ejemplo, en la primera columna el 5% es asfalto y el 95% de la mezcla representa la cantidad de agregados, de lo cual se calcula 42.8% de agregado grueso y 52.3% de agregado fino)

4.2.1 Resultado según la Asociación Nacional de Pavimento de Asfalto (NAPA)

Siguiendo la metodología de la Asociación Nacional de Pavimento de Asfalto (NAPA) se presentan los resultados en la siguiente tabla en cuanto a las propiedades que se encuentran en estudio:

Tabla 9: Resultados según NAPA

RESULTADO NAPA						
% OPTIMO	DENSIDAD (gr/cm ³)	ESTABILIDAD (Lb)	FLUJO (mm)	VACIOS (%)	VFA (%)	VMA (%)
6.05	2.17	1827.24	4.23	5.00	71.44	18.91

4.2.2 Resultado Instituto del Asfalto

Siguiendo la metodología del Instituto del Asfalto se obtuvieron los siguientes resultados:

Tabla 10: Resultados según Instituto del Asfalto

RESULTADO INSTITUTO DEL ASFALTO						
% OPTIMO	DENSIDAD (gr/cm ³)	ESTABILIDAD (Lb)	FLUJO (mm)	VACIOS (%)	VFA (%)	VMA (%)
6.30	2.18	1995.81	4.14	7.66	58.90	19.20

De los gráficos que vienen a continuación se obtienen los valores óptimos de los ensayos, según NAPA (línea roja) y el Instituto del Asfalto (línea verde), en los gráficos se cruza siempre el porcentaje de asfalto versus la dimensión a analizar.

Gráfico 5: Estabilidad vs % de asfalto

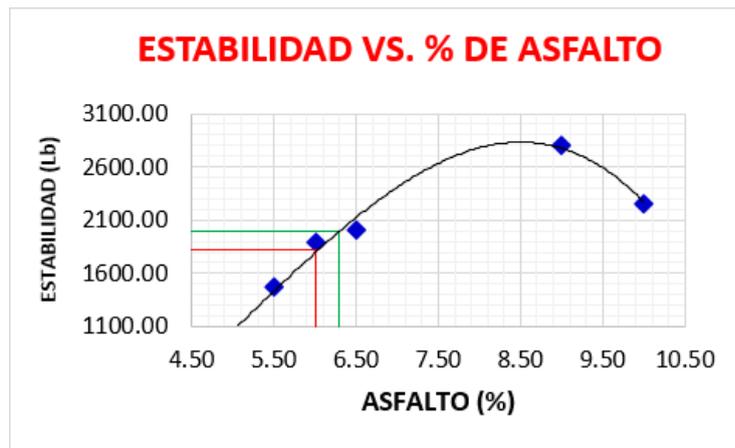


Gráfico 6: Peso espec. vs % de asfalto

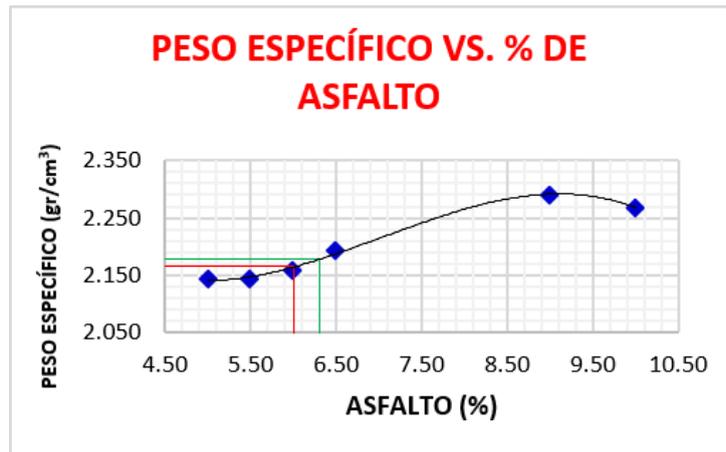


Gráfico 7: Vacíos vs % de asfalto

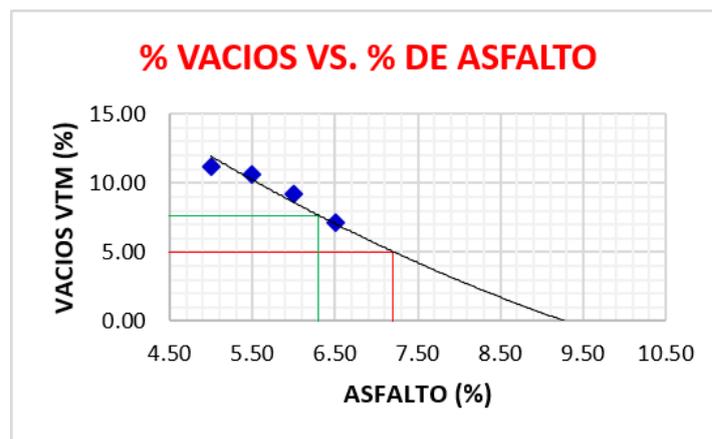


Gráfico 8: Flujo vs % de asfalto

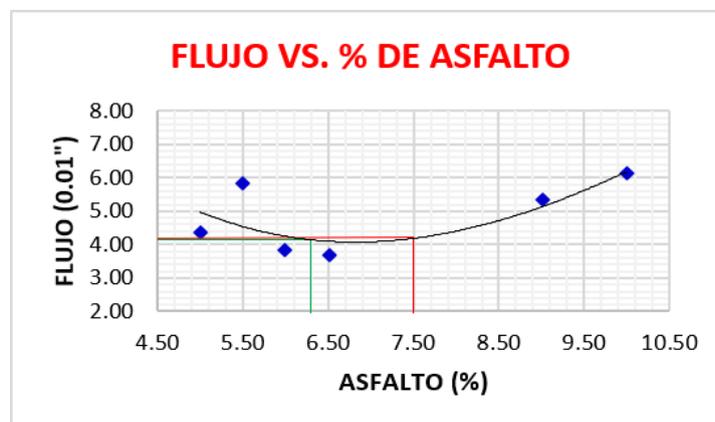


Gráfico 9: % VFA vs % de asfalto

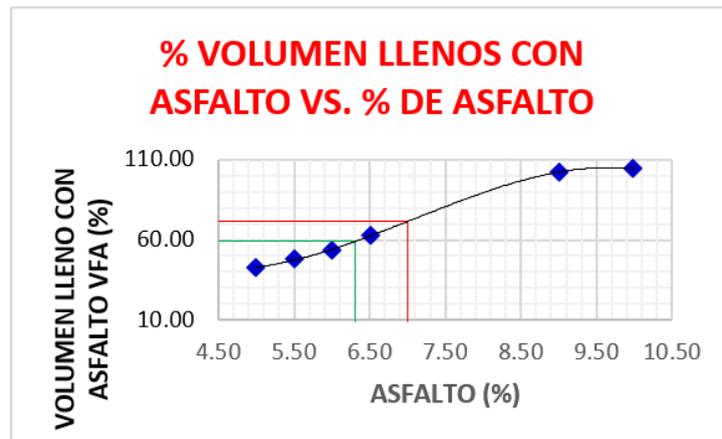
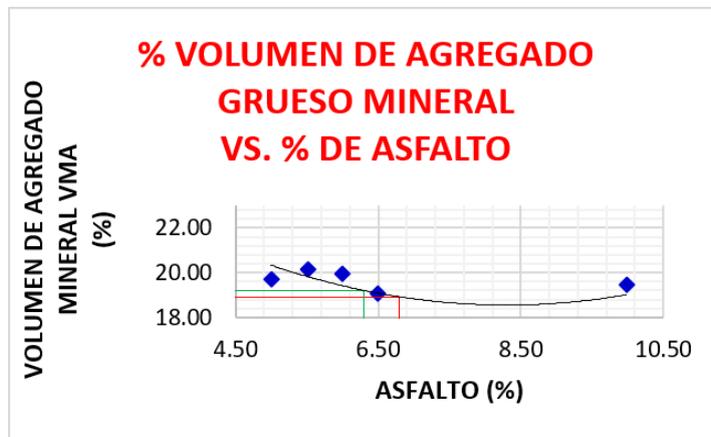


Gráfico 10: VMA vs % de asfalto



4.3. Diseño de Mezcla con Adición de Afrecho de Uva:

Tabla 11: Diseño de mezcla modificada con afrecho de uva

DISEÑO DE MEZCLA ASFÁLTICA MODIFICADA						
Componentes de la mezcla asfáltica	Muestras					
	I	II	III	IV	V	VI
% Del Afrecho de Uva en la mezcla	0.45	0.50	1.00	2.00	3.00	6.00
% Cemento asfáltico en peso	6.05	6.05	6.05	6.05	6.05	6.05
% Agregado grueso en peso	41.9	41.8	41.3	40.4	39.5	36.6
% Agregado fino en peso	51.7	51.7	51.7	51.7	51.7	51.7

Se procede de manera similar a la mezcla patrón, la variación es en el agregado grueso, pues ya hemos definido el porcentaje de cemento asfáltico en 6.05, se realizan variaciones entre 0.45% y 6% para no alterar la resistencia, debido a la disminución del agregado grueso.

4.3.1 Resultado según NAPA

Siguiendo la metodología de la Asociación Nacional de Pavimento de Asfalto (NAPA) se presentan los resultados en la siguiente tabla, en cuanto a las propiedades que se encuentran en el estudio teniendo en consideración la adición del afrecho de uva con los porcentajes establecidos en la tabla anterior podemos determinar:

Tabla 12: Resultados según NAPA (Mezcla modificada)

RESULTADO SEGUN ASOCIACIÓN NACIONAL DE PAVIMENTO DE ASFALTO						
% OPTIMO	DENSIDAD (gr/cm ³)	ESTABILIDAD (Lb)	FLUJO (mm)	VACIOS (%)	VFA (%)	VMA (%)
0.872	2.23	1739.38	3.82	4.00	60.90	17.25

4.3.2 Resultado Instituto del Asfalto.

Siguiendo la metodología del Instituto del Asfalto, y considerando la adición de los porcentajes establecidos en la tabla 11 para cada una de las muestras de afrecho de uva se obtuvieron los siguientes resultados:

Tabla 13: Resultados según Instituto del asfalto (Mezcla modificada)

RESULTADO INSTITUTO DEL ASFALTO						
% OPTIMO	DENSIDAD (gr/cm ³)	ESTABILIDAD (Lb)	FLUJO (mm)	VACIOS (%)	VFA (%)	VMA (%)
1.63	2.20	1818.23	4.14	8.82	21.84	18.57

De los gráficos que vienen a continuación se obtienen los valores óptimos de los ensayos, según NAPA (línea roja) y el Instituto del Asfalto (línea verde), en los gráficos ahora se cruza el porcentaje de asfalto con la adición de afrecho de uva versus la dimensión a analizar.

Gráfico 11: Estabilidad vs % de asfalto

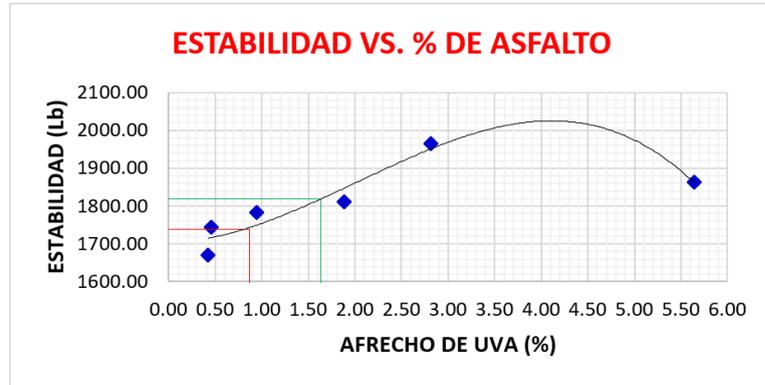


Gráfico 12: Peso espec. vs % de asfalto

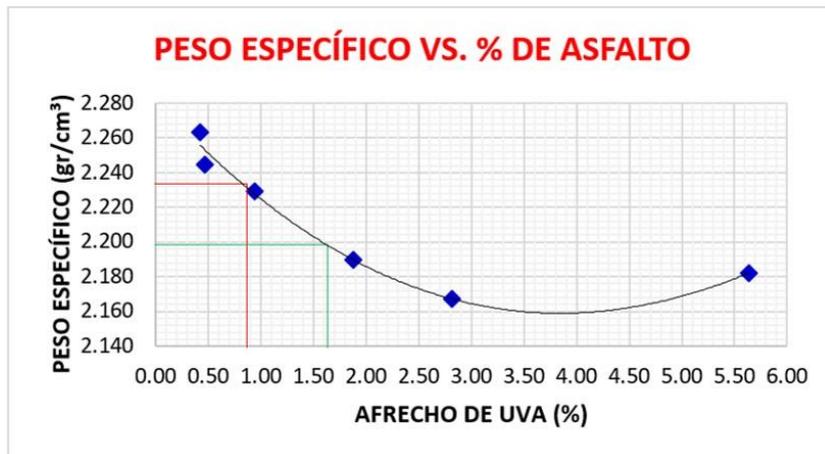


Gráfico 13: % Vacíos vs % de asfalto

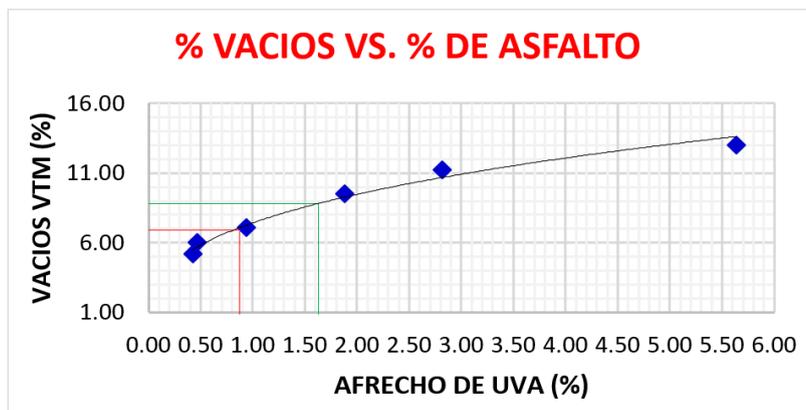


Gráfico 14: Flujo vs % de asfalto

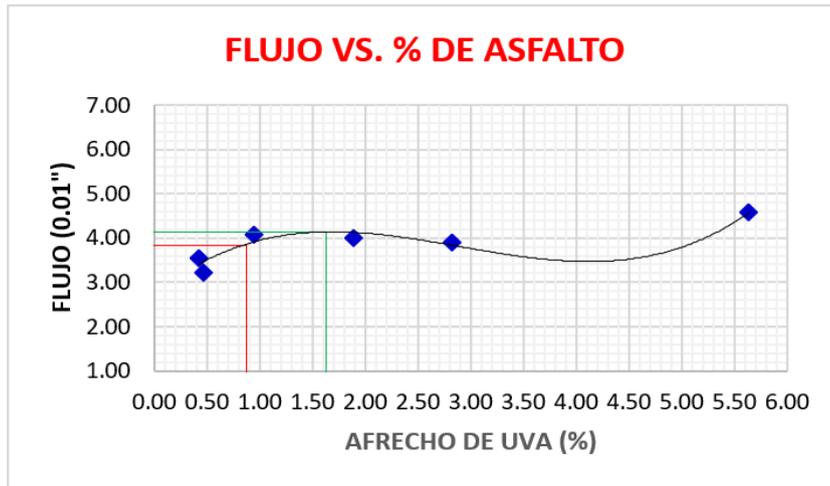


Gráfico 15: % volumen llenos con asfalto vs % de asfalto

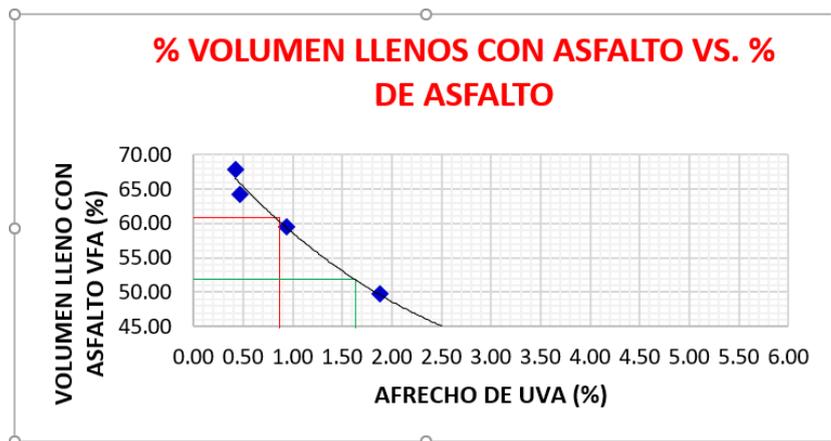
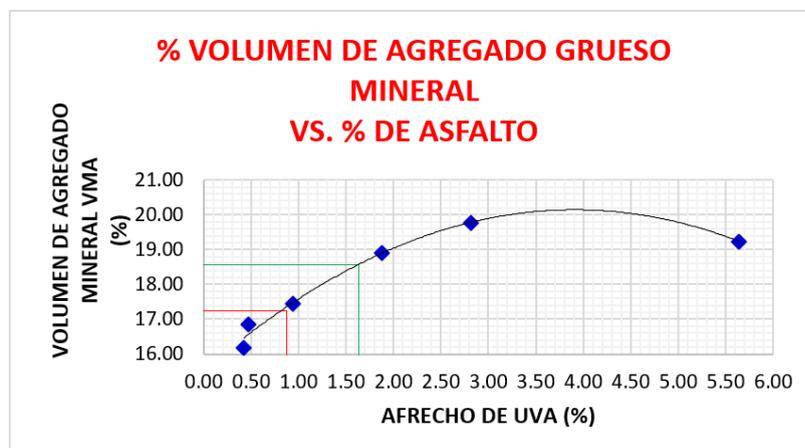


Gráfico 16: % volumen de agregado grueso mineral vs % de asfalto



PRUEBA DE HIPÓTESIS

HIPÓTESIS NULA (H0): El uso de afrecho de uva tiene un efecto negativo en la Estabilidad Marshall de las mezclas asfálticas.

HIPÓTESIS ALTERNATIVA (Ha): El uso de afrecho de uva tiene un efecto positivo en la Estabilidad Marshall de las mezclas asfálticas

ESTABILIDAD

Tabla 14: Comparación de la Estabilidad Marshall según adición de afrecho de uva al 6.05% de porcentaje óptimo de ligante asfáltico, de acuerdo a NAPA.

Tipo de mezcla asfáltica	Subconjunto para alfa = 0.05		Resultado de comparación
	1	2	
Densidad del patrón con 6.05% de ligante asfáltico y 0.872% de afrecho de uva	2.17	2.23	Existe evidencia que la densidad de uno de los tipos de mezcla asfáltica difiere de manera altamente significativa ($p < 0.01$). La mezcla asfáltica patrón difiere en la densidad respecto a la mezcla asfáltica con afrecho de uva.
Entre mezclas	p=0.000**		
Porcentaje de vacíos del patrón con 6.05% de ligante asfáltico y 0.872% de afrecho de uva	5	4	Existe evidencia que el porcentaje de vacíos de uno de los tipos de mezcla asfáltica difiere de manera altamente significativa ($p < 0.01$). La mezcla asfáltica patrón difiere en el porcentaje de vacíos respecto a la mezcla asfáltica con afrecho de uva.
Entre mezclas	p=0.000**		

Estabilidad del patrón con 6.05% de ligante asfáltico y 0.872% de afrecho de uva	1827.24	1739.38	Existe evidencia que la estabilidad de uno de los tipos de mezcla asfáltica difiere de manera altamente significativa ($p < 0.01$). La mezcla asfáltica patrón difiere en la estabilidad respecto a la mezcla asfáltica con afrecho de uva.
Entre mezclas	p=0.000**		

Tabla 15: Comparación de la Estabilidad Marshall según adición de afrecho de uva al 6.3% de ligante asfáltico, de acuerdo al Instituto de Asfalto.

Tipo de mezcla asfáltica	Subconjunto para alfa = 0.05		Resultado de comparación
	1	2	
Densidad del patrón con 6.3% de ligante asfáltico y 1.63% de afrecho de uva	2.18	2.20	Existe evidencia que la densidad de uno de los tipos de mezcla asfáltica difiere de manera altamente significativa ($p < 0.01$). La mezcla asfáltica patrón difiere en la densidad respecto a la mezcla asfáltica con afrecho de uva.
Entre mezclas	p=0.000**		
Porcentaje de vacíos del patrón con 6.3% de ligante asfáltico y 1.63% de afrecho de uva	7.67	8.82	Existe evidencia que el porcentaje de vacíos de uno de los tipos de mezcla asfáltica difiere de manera altamente significativa ($p < 0.01$). La mezcla asfáltica patrón difiere en el porcentaje de vacíos respecto a la mezcla asfáltica con afrecho de uva.
Entre mezclas	p=0.000**		

Estabilidad del patrón con 6.3% de ligante asfáltico y 1.63% de afrecho de uva	1995.81	1818.23	Existe evidencia que la estabilidad de uno de los tipos de mezcla asfáltica difiere de manera altamente significativa ($p < 0.01$). La mezcla asfáltica patrón difiere en la estabilidad respecto a la mezcla asfáltica con afrecho de uva.
Entre mezclas	p=0.000**		

Se realizó el análisis de varianza (ANOVA) en el cual se tiene como resultados que tanto para la densidad, porcentajes de vacíos y estabilidad, el valor de “p” es menor que 0.01 por lo cual se acepta la hipótesis alternativa.

V. DISCUSIÓN

Para la elaboración de la mezcla asfáltica utilizamos los agregados de la cantera San Martín, ubicada en el kilómetro 599 de la Carretera Panamericana Norte – Chicama, se ha tenido mucho cuidado en que estos agregados cumplan con la granulometría (dentro de las curvas) y módulo de fineza (2.85), según la NTP 339.128.

En cuanto a lo normado por el MTC y la NTP se tiene el siguiente cuadro:

Tabla 16: límites permitidos por la normativa peruana para agregados

ENSAYOS	NORMAS	LÍMITES MTC	RESULTADOS
Equivalente de arena	N.T.P. 339.146 y ASTM D 4318	Mínimo 60%	47 %
Peso específico y Absorción del agregado grueso	N.T.P. 400.021 y ASTM C 127	Absorción máxima 1%	0.85%
Peso específico y Absorción del agregado fino	N.T.P. 400.022 y ASTM C 128	Absorción máxima 0.5%	0.47%
Abrasión de los Ángeles al desgaste de los agregados	MTC E 207 - 2000 y ASTM C 131	Máximo 40%	21.51
Porcentaje de partículas chatas y alargadas	N.T.P. 400.040 y ASTM D 4791	Máximo 10%	1.7
Contenidos de sales solubles totales	N.T.P. 339.152	Máximo 0.5%	0.11

Fuente: Elaborado por el investigador.

Como se aprecia en el cuadro, los agregados están dentro de los parámetros establecidos, lo que nos va a garantizar la elaboración de una buena mezcla asfáltica. Para Navarro (2017, pg. 77) en su tesis: “Propuesta de diseño de mezclas asfálticas con adiciones de PET”, caracteriza y evalúa los agregados a utilizar en la mezcla asfáltica. Obteniendo en su trabajo de investigación que cuenta con agregados gruesos suelos muy uniformes, así mismo considera suelos muy uniformes para su agregado fino el cual utiliza para el diseño de su mezcla asfáltica. De esto, podemos comentar que la caracterización de los áridos pétreos a manejar en las mezclas asfálticas es de vital importancia y que juega un papel importante para obtener buenas mezclas asfálticas con las características que implican la normativa como es la ASTM, NTP.

En el desarrollo de nuestro diseño de mezcla patrón para el cual se tienen los componentes cemento asfáltico, agregado grueso y agregado fino medidos en porcentaje en peso a utilizar por cada uno de ellos, se obtuvo para seis muestras distintos porcentajes desde 5%, 5.5%, 6,0%, 6.5%, 9% y 10% de cemento asfáltico o ligante asfáltico, 42.8%, 42.5%, 42.3%, 42.1%, 41.0% y 40.5% para agregado grueso, y por último 52.3%, 52.0%, 51.7%, 51.4%, 50.1% y 49.5% porcentajes en peso para el agregado fino correspondientemente para cada muestra. En el caso de Lopera y Córdoba (2013, pg. 6) en su artículo científico: “Diseño de mezcla asfáltica tibia a partir de la mezcla de asfalto y aceite crudo de palma”, realizan la gradación de los componentes de la mezcla asfáltica los cuales son agregado fino, agregado grueso y ligante asfáltico obteniendo resultados en porcentaje en peso de 41.7%, 54.1% y 4,2% correspondientemente. Al analizar y comparar los datos podemos observar que los resultados varían en porcentajes en peso de cada componente y se debe principalmente al porcentaje de ligante o cemento asfáltico a usar y a las características de los agregados utilizados. De esto se puede concluir que el estudio el porcentaje óptimo de contenido de ligante asfáltico se usó un porcentaje de 6.05%, para lo cual se obtuvo los mejores resultados para las propiedades estudiadas tales como estabilidad de 1827.24 lb, densidad, 2.17 gr/cm³ y vacíos 5%.

En cuanto al diseño de la mezcla asfáltica con la adición del afrecho de uva se realizaron muestras con los distintos porcentajes en cuanto a ligante asfáltico se realizan seis muestras diferentes cada una con sus respectivos porcentajes en peso de cada componente teniendo en consideración porcentajes desde 0.45%, 0.5%, 1.0%, 2.0%, 3.0% y 6.0% los cuales son los porcentajes de adición del afrecho de uva a la mezcla asfáltica, considerando un porcentaje común de ligante asfáltico de 6.05% en peso y considerando según NAPA un porcentaje de afrecho de uva de 0.872 %. Para tal efecto se obtuvo resultados de estabilidad de 1,739.38 lb, una densidad de 2.23 gr/cm³ y el porcentaje de vacíos de 4.0%. de igual manera considerando al Instituto del Asfalto se tiene un 6.05% ligante asfáltico y 1.63 % de afrecho de uva los siguientes resultados 1,818.23 lb, una densidad de 2.20 gr/cm³ y el porcentaje de vacíos de 8.82%. Calabi, Thenoux, Sandoval y Valdés (2015, página 9), en su trabajo de investigación sostienen que al agregar un 10% de orujo de uva de la variedad Perla Sauvignon (Sauvignon) se obtiene una reducción de la rigidez, el envejecimiento y por ende la resistencia de la mezcla asfáltica en 14%, para este caso la rigidez juega un papel negativo en una mezcla asfáltica lo que lo hace propensa al agrietamiento mientras más rígida una mezcla asfáltica mayor posibilidad de agrietamiento, por lo tanto al tener una estructura menos rígida tendremos una mezcla más resistente. Rojas, Arias, Aguilar y Baldi (2016, pg. 13), en su artículo de investigación denominado “Modificación del asfalto con orujo de uva roja como material antioxidante”, en este estudio se utilizó los porcentajes de uva roja de 1%, 2% y 3%. De tal manera que se concluyó que el uso del 3% de orujo de uva roja se encuentra un efecto positivo en su estructura y propiedades de la estabilidad Marshall por lo que se recomendó el uso de 3% a más en cuanto también a la mejora en las propiedades reológicas. De esta manera se genera un patrón para el uso de distintos porcentajes de adición de afrecho u orujo de uva en la mezcla asfáltica modificada. Echeverría, García, Rubio y Moreno (2015, Pg. 54) en su artículo científico, “Revalorización de la Vinaza como modificador de Betún para mezclas bituminosas”, en este trabajo considerando la vinaza como un subproducto del etanol y como elemento aditivo a la mezcla asfáltica en estudio, siguiendo la metodología Marshall con porcentajes de aglutinante de 3.5%, 4%, 4.5% y 5% a temperatura de 160° C se obtuvo como resultado que el

contenido óptimo del betún es al 4.2% de la mezcla modificada y con un 10% de aditivo vinaza. Aquí se presenta un nuevo producto aditivo la vinaza en la cual agregando un 10 % de este material a diferencia de los porcentajes de 0.45%, 0.5%, 1.0%, 2.0%, 3.0% y 6.0% de afrecho de uva utilizada los cuales se encuentran por debajo del 10% se puede inferir que se necesita de mayor porcentaje de vinaza que de afrecho de uva para mejorar las propiedades de la mezcla asfáltica, el cual en el mayor caso utilizaría 1.63% (según el Instituto del Asfalto) de agregado de afrecho de uva para obtener resultados positivos en cuanto a la estabilidad Marshall y obtener una estabilidad de 1,818.23 lb, mas no se nota mejora en el porcentaje de vacíos de 8.82% ya que el óptimo oscila entre el 3% y 5% y una densidad de 2.2 gr/cm³. A diferencia de NAPA, los resultados en cuanto a estabilidad para un porcentaje de ligante al 6.05% y 1.63% de adición de afrecho de uva se tiene resultados de 1818.23 lb, densidad de 2.20 gr/cm³ y vacíos 8.82% esta última propiedad se encuentra muy por encima de lo establecido por el MTC, de tal forma que lo más recomendable es la utilización de 0.872 % de adición de afrecho de uva a la mezcla asfáltica.

VI. CONCLUSIONES

El agregado fino y grueso elegidos de la Cantera San Martín, son los adecuados para la elaboración de mezcla asfálticas, cumplen con todos los parámetros establecidos en la normativa establecida por el Ministerio de Transportes y Comunicaciones, y se adaptan de muy buena manera para elaborar mezclas asfálticas modificadas.

Para el agregado fino se cuenta con:

Módulo de fineza	: 2.85
Humedad	: 2.05%
Absorción	: 0.47%
Peso unitario seco	: 1,546.0 kg/m ³
Peso unitario compactado	: 1,708.0 kg/cm ³
Equivalente de arena	: 47%
Durabilidad al sulfato de magnesio	: 8.23%
Sales solubles totales	: 0.47%

Para el agregado grueso se cuenta con:

Tamaño nominal	: ½"
Tamaño máximo	: 3/8"
Humedad	: 0.79%
Absorción	: 0.85%
Peso unitario seco	: 1,268 kg/m ³
Peso unitario compactado	: 1,396 kg/m ³
Abrasión los Ángeles	: 21.51%
Durabilidad al sulfato de magnesio	: 12.69%
Sales solubles totales	: 0.11%
Partículas chatas y alargadas	: 1.7%

El diseño de la mezcla asfáltica en caliente, realizado para distintos porcentajes de asfalto empleando el Método Marshall, cumple con todos los indicadores de estabilidad, alcanzando su óptimo para el valor aproximado de 6.05 % de ligante asfáltico (PEN 60/70), con un porcentaje en peso de agregado fino de 51.7% y 42.35% para el agregado grueso. Para estas cantidades de los componentes.

- Según la metodología de la Asociación Nacional de Pavimento de Asfalto (NAPA) se obtuvieron los resultados siguientes:

Porcentaje óptimo de ligante asfáltico	: 6.05%
Densidad	: 2.17 gr/cm ³
Estabilidad	: 1,827.24 lb
Porcentaje de vacíos	: 5.0%

- Según la metodología del Instituto del Asfalto se obtuvieron los resultados siguientes:

Porcentaje óptimo de ligante asfáltico	: 6.30%
Densidad	: 2.18 gr/cm ³
Estabilidad	: 1,995.81 lb
Porcentaje de vacíos	: 7.66%

En cuanto al diseño de la mezcla con adición del afrecho de uva se obtuvo los siguientes resultados:

Porcentaje de cemento asfáltico	: 6.05%
Porcentaje de agregado grueso en peso	: 36.6%

Porcentaje de agregado fino en peso : 51.7%

- Según la metodología de la Asociación Nacional de Pavimento de Asfalto (NAPA) se obtuvieron los resultados siguientes:

Porcentaje óptimo de ligante asfáltico : 6.05%

Porcentaje óptimo de afrecho de uva : 0.872%

Densidad : 2.23 gr/cm³

Estabilidad : 1739.38 lb

Porcentaje de vacíos : 4.0 %

- Según la metodología del Instituto del Asfalto se obtuvieron los resultados siguientes:

Porcentaje óptimo de ligante asfáltico : 6.30%

Porcentaje óptimo de afrecho de uva : 1.63%

Densidad : 2.20 gr/cm³

Estabilidad : 1818.23 lb

Porcentaje de vacíos : 8.82%

VII. RECOMENDACIONES

Para nuevas investigaciones en mezclas asfálticas, se recomienda utilizar los agregados de la Cantera San Martín, claro está que deben emplearse de la beta estudiada, caso contrario realizar los estudios de laboratorio correspondiente, que garanticen los parámetros estudiados de: granulometría, absorción, equivalente de arena, desgaste por abrasión, porcentaje de partículas chatas y alargadas, sales totales.

Se recomienda para la ejecución de carreteras o pavimentos urbanos, donde se utilizará mezclas asfálticas utilizar los agregados de la cantera san Martín, con una dosificación de PEN 60/70 cercana al 6%, teniendo en cuenta seguir los parámetros establecidos en el diseño de mezcla elaborado en esta investigación.

La recomendación para utilizar el afrecho de uva para la elaboración de mezclas asfálticas, es utilizarla como aditivo para el ligante asfáltico para incrementar la durabilidad del pavimento, el afrecho de uva debe seguir las indicaciones de preparación establecidas en esta investigación para poder utilizarlo.

VIII. REFERENCIAS

- Becerra Erika. Caracterización del desecho agroindustrial de la palma de aceite “Cuesco” para el mejoramiento de las capas granulares de la estructura de pavimento. Universidad Militar Nueva Granda, 2019.
- CALABI A, THENOUX G, SANDOVAL G Y VALDES G. Afrecho de uva post proceso de vinificación, una alternativa para mejorar la durabilidad de los pavimentos asfálticos. Universidad de La Frontera, 2015. 9 pp. Disponible en: <http://revistas.ufro.cl/ojs/index.php/rioc/article/view/1976>
- DÁVILA Magda y MAGALDI Pedro. Efecto del aceite reciclado de cocina sobre las propiedades físicas y mecánicas de mezclas asfálticas en caliente md-19 (60-70). Universidad Católica De Colombia, 2018. 80. Disponible en: <https://www.ucatolica.edu.co/portal/wpcontent/uploads/adjuntos/programas/posgrados/pep-ing-pavimentos.pdf>
- Santiago, B., Ferrer, J., de Colmenares, N. y Páez, G. (1) «Los desechos de uva y su posible uso industrial», Revista Técnica de la Facultad de Ingeniería. Universidad del Zulia, 16(3).
- Miguel Sandoval, Karen Lazarte, Inés Arnao. Hepatoprotección antioxidante de la cáscara y semilla de Vitis vinifera L. (uva) 1. Centro de Investigación de Bioquímica y Nutrición Alberto Guzmán Barrón. Facultad de Medicina, Universidad Nacional Mayor de San Marcos. Lima, Perú. 2008
- GONZÁLEZ, César, MULATO, Jessy Y TELLEZ. Juan. Variación del envejecimiento del asfalto (60-70) debido a la inclusión de polvo de afrecho producto de la cepa cabernet sauvignon, producido por la industria enológica. Tesis (Ingeniería civil) Bogotá. Universidad Católica De Colombia
- Facultad De Ingeniería, Programa De Especialización En Ingeniería De Pavimentos, 2015. 31 pp. Disponible en: <http://hdl.handle.net/10983/2972>
- GUEVARA Yonel. Propuesta de rehabilitación de pavimento de concreto utilizando sobrecapas de refuerzo en la avenida todos los santos de la ciudad de chota. Tesis (ingeniero civil) Cajamarca. Universidad Nacional De Cajamarca, Facultad De Ingeniería, Escuela Académico Profesional De

Ingeniería Civil, 2018. 152 pp. Disponible en: <http://repositorio.unc.edu.pe/handle/UNC/2541>

- SALAMANCA, Maria y ZULUAGA, Santiago. Diseño de la estructura de pavimento flexible por medio de los métodos INVIAS, AASHTO 93 e Instituto del Asfalto para la vía La Ye - Santa Lucía Barranca Lebrija entre los abscisas K19+250 A K25+750 ubicada en el departamento del Cesar. Tesis (ingeniero civil) Universidad Católica de Colombia, 2014. 230 pp. disponible en: https://www.google.com/url?sa=t&rct=j&q=&esrc=s&source=web&cd=&ved=2ahUKEwj10e-2xZntAhU1WDABHWYPAb8QFjAAegQIBRAC&url=https%3A%2F%2Frepository.ucatolica.edu.co%2Fbitstream%2F10983%2F2569%2F2%2FDise%25C3%25B1o-estructura-pavimento-flexible-Aashto-Invias-Insituto-Asfalto-Barranca_Lebrija.pdf&usg=AOvVaw3BLWZWtxK9k7PNcml3jkWU
- FONTALBA, Walter. Diseño de un pavimento alternativo para la avenida circunvalación sector guacamayo 1°etapa. Chile. Tesis (ingeniero civil) Universidad Austral de Chile Facultad de Ciencias de la Ingeniería Escuela de Ingeniería Civil en Obras Civiles, 2015. 74 pp. Disponible en: <http://cybertesis.uach.cl/tesis/uach/2015/bmfcif678d/doc/bmfcif678d.pdf>
- VERAMENDI, Jose. Proyecto de pavimento flexible de la vía Paltay – Lucma, del distrito de Taricá, Huaraz – Áncash – 2018. Tesis (ingeniero civil) Universidad César Vallejo, 2018. 187 pp. Disponible en: <https://hdl.handle.net/20.500.12692/26765>
- CUBA, Williams. Evaluación Superficial del Pavimento Flexible Aplicando el Método del PCI en un tramo de la Av. República de Polonia – Distrito de San Juan de Lurigancho. Tesis (ingeniero civil) Universidad César Vallejo, 2017. 160 pp. Disponible en: <https://hdl.handle.net/20.500.12692/18764>
- GUEVARA, Carlos y URCIA, Emanuel. Análisis del estado de conservación del pavimento flexible de la AV. César Vallejo - Trujillo, entre las cuadras 04 al 15, mediante el método del índice de condición del pavimento. Tesis (ingeniero civil) Universidad Privada Antenor Orrego, 2020. 232 pp. Disponible en: <http://repositorio.upao.edu.pe/handle/upaorep/5913>

- BERMUDEZ, Carlos y RAMOS, Giselle. Diseño estructural del pavimento flexible para el mejoramiento de la transitabilidad en la prolongación Av. Uno y la prolongación Sinchi Roca, en el Centro Poblado Alto Trujillo, Trujillo, La Libertad. Tesis (ingeniero civil) Universidad Privada Antenor Orrego, 2019. 168 pp. Disponible en:<http://repositorio.upao.edu.pe/handle/upaorep/5380>
- Ballen, Deisy (2013). Consideraciones para la prevención y control de la oxidación de carpetas asfálticas en pavimentos. Tesis de maestría en Ingeniería Civil. Recuperado de: <https://repositorio.uniandes.edu.co/bitstream/handle/1992/12487/u685945.pdf?sequence=1>.
- Booz, H., Barriga, D. y Wilbur, S. (2011). Manual de identificación, clasificación y tratamientos de fallas en pavimentos urbanos. Lima, Perú: Libertad.
- Consejo de Directores de Carreteras de Iberia e Iberoamerica. (2014). Catálogo de deterioros de pavimentos flexibles. España.
- Coronado, J. (2012). Manual centro americano de mantenimiento de carreteras – Tomo III. Guatemala: Idelpa.
- Corros, M., Urbáez, E. y Corredor, G. (2009). Manual de evaluación de pavimentos. Venezuela: Alfil.
- Gutiérrez, F. (2016). Manual para la inspección visual de pavimentos rígidos. Bogotá: Lerida.
- Menéndez, J. (2008). Mantenimiento rutinario de caminos con microempresas – Manual técnico. Lima, Perú: Aries.
- Montejo, A. (2012). Ingeniería de pavimentos para carreteras. Bogotá, Colombia : Agora editores.
- Montejo, A. (2014). Ingeniería de pavimentos para carreteras. Bogotá, Colombia: Agora editores.
- Olivera, F. (2012). Estructuración de vías terrestres. México: Leean.
- Rico, A. (2015). La ingeniería de suelos en vías terrestres; carreteras, ferrocarriles, y aeropistas . México: Editorial Limusa S.A.
- UNI. (2015). Manual de herramientas para la evaluación funcional y estructural de pavimentos flexibles. Lima: Aries.

- Vázquez, L. (2012). Ingeniería de pavimentos PCI para pavimentos asfálticos y de concreto en carreteras. Manizales, Colombia: Alfíl.
- AASHTO, (1993) "Guide for Design of Pavement Structures".
- Asphalt Institute, (1982). Principios de Construcción de Pavimentos de Mezcla Asfáltica en Caliente. Cap.3, del Ms-22.USA
- ASPHALT INSTITUTE. (1996). Asphalt in Pavement Maintenance MS-16. Third Edition. USA.
- ROJAS Rojas, Gabriel, ARIAS Barrantes Eliecer, AGUILAR Moya Jose, BALDI Alejandra. Artículo científico. Modificación del asfalto con orujo de uva roja como material antioxidante. 26 de junio del 2021.
- M. José Martínez-Echevarría-Romero, Gema García-Travé, M. Carmen Rubio-Gámez, Fernando Moreno-Navarro a & Domingo Pérez-Mira. Revista científica. Revalorización de la vinaza como modificador de betún para mezclas bituminosas. 2015. Revisada 25 de junio del 2021.
- LOPERA, Conrado y CORDOBA Jorge. Artículo científico. Diseño de mezcla asfáltica tibia a partir de la mezcla de asfalto y aceite crudo de palma. Dyna rev.fac.nac.minas vol.80 no.179 Medellín May/June 2013. Disponible en:
http://www.scielo.org.co/scielo.php?script=sci_arttext&pid=S0012-73532013000300011&lang=pt
- SEGURA, Carol, et al. Caracterización de residuos de la industria vinícola del valle de Sáchica con potencial nutricional para su aprovechamiento después del proceso agroindustrial. En Conference Paper. 2015. p. 1-7. Disponible en:
https://editorial.unal.edu.co/fileadmin/recursos/direcciones/investigacion_bogota/documentos/enid/2015/memorias2015/ingenieria_tecnologias/caracterizacion_de_residuos_de_la_industria_.pdf
- GARNICA ANGUAS, Paul, et al. Caracterización geomecánica de mezclas asfálticas. Publicación técnica, 2005, no 267. Disponible en:
<https://www.imt.mx/archivos/Publicaciones/PublicacionTecnica/pt267.pdf>

ANEXOS

Definición conceptual	Definición operacional	Dimensión	Indicador
Una clase de bagazo es el resto de uva que queda después de extraer el mosto. Está constituido por el hollejo o piel de la uva, las semillas y los cabos de los racimos. Este bagazo recibe el nombre de afrecho (Canabi, 2012)	El comportamiento del afrecho de uva como elemento antioxidante, será medido a través de una evaluación funcional de oxidación, dosificación y envejecimiento.	Cantidad de afrecho de uva	0.45%, 0.50%, 1.00%, 2.00 3.00% y 6.00%
La estabilidad de un asfalto es su capacidad de resistir desplazamientos y deformación bajo las cargas del tránsito. (Padilla, 2016)	Un pavimento estable es capaz de mantener su forma y lisura bajo cargas repetidas, un pavimento inestable desarrolla ahuellamientos (canales), ondulaciones (corrugación) y otras señas que indican cambios en la mezcla. (Padilla, 2016).	Estabilidad Marshall	Resistencia (lb)
		Densidad	Peso específico (gr/cm ³)
		Porcentajes de vacíos	VMA, VFA (%)

ANEXO 4

Tabla 17: Guía de ensayos de laboratorio

ANEXO 5

Instrumentos y recolección de datos

ANÁLISIS GRANULOMÉTRICO DE AGREGADOS NTP 400.012 / MTC E 204							
PROYECTO : SOLICITANTE : UBICACIÓN : FECHA :							
DATOS DEL ENSAYO							
MUESTRA :							
MATERIAL :		PROFUNDIDAD :		----- m		COORDENADA UTM : E: ----- N: -----	
PROGRESIVA :		-----					
Tamices	Abertura	Peso	%Retenido	%Retenido	% que	Especificación	DESCRIPCIÓN DE LA MUESTRA Peso de inicial seco: : gr Peso lavado seco : gr Peso Material que pasa #200 : gr TAMAÑO MÁXIMO : MODULO DE FINEZA : 0.00 Observación :
ASTM	en mm.	Retenido	Parcial	Acumulado	Pasa	NTP 400.037	
1/2"	12.500	patr				100	
3/8"	9.500					100	
No4	4.750					95 - 100	
8	2.360					80 - 100	
16	1.180					50 - 85	
30	0.600	aborad				25 - 60	
50	0.300					10 - 30	
100	0.150	eno de				2 - 10	
200	0.075						
FONDO							
Total							

CURVA GRANULOMÉTRICA

*** Muestreo e identificación realizada por el solicitante.

ENSAYOS DE AGREGADOS HUMEDAD Y GAVEDAD ESPECIFICA

PROYECTO :

SOLICITANTE :

UBICACIÓN :

FECHA :

DATOS DEL ENSAYO

MUESTRA :					
MATERIAL :		PROFUNDIDAD :	---- m	COORDENADA UTM :	E: ---- N: ----
PROGRESIVA :	----				

**CONTENIDO DE HUMEDAD
NTP 339.185**

TARA	1	2	3	
Peso tara (gr)				
Peso tara + Material húmedo (gr)				
Peso tara + Material seco (gr)				
Peso del agua (gr)				
Peso de material seco (gr)				
Humedad %				

**GRAVEDAD ESPECIFICA Y ABSORCION DE AGREGADOS FINOS
(NORMA MTC E-205, NTP 400.022: AASHTO T-84)**

Peso Mat. Sat. Sup. Seco (en Aire) (gr)				
Peso Frasco + agua (gr)				
Peso Frasco + agua + A (gr)				
Peso del Mat. + agua en el frasco (gr)				
Vol de masa + vol de vacío (gr)				
Pe. De Mat. Seco en estufa (105°C) (gr)				
Vol de masa (gr)				
Pe bulk (Base seca)				
Pe bulk (Base saturada)				
Pe aparente (Base Seca)				
Porcentaje de absorción				

RESUMEN DE CARACTERISTICAS DEL MATERIAL

CONTENIDO DE HUMEDAD %	
Pe bulk (Base seca)	
Pe bulk (Base saturada)	
Pe aparente (Base Seca)	
Porcentaje de absorción	

PESO UNITARIO SUELTO Y COMPACTADO AGREGADO FINO

PROYECTO :

SOLICITANTE :

UBICACIÓN :

FECHA :

DATOS DEL ENSAYO

MUESTRA :						
MATERIAL :	PROFUNDIDAD :	----	m	COORDENADA UTM :	E : ----	N : ----
PROGRESIVA :	----					

**PESO UNITARIO SUELTO AGREGADO FINO
(ASTM D 2216, MTC E 203, NTP 400.017)**

			Peso Molde :	
			Volumen Molde :	
Muestra	1	2	3	
Peso de molde + muestra (gr)				
Peso de molde (gr)				
Peso de la muestra (gr)				
Volumen (cm3)				
Peso unitario suelto (gr/cm3)				

**PESO UNITARIO COMPACTADO AGREGADO FINO
(ASTM D 2216, MTC E 203, NTP 400.017)**

			Peso Molde :	
			Volumen Molde :	
Muestra	1	2	3	
Peso de molde + muestra (gr)				
Peso de molde (gr)				
Peso de la muestra (gr)				
Volumen (cm3)				
Peso unitario compactado (gr/cm3)				

PESO UNITARIO AGREGADO FINO

PESO UNITARIO SUELTO		
PESO UNITARIO COMPACTADO		

LABORATORIO DE MECÁNICA DE SUELOS-CONCRETO-ASFALTO Y MATERIALES
ENSAYO DE DESGASTE POR ABRASIÓN
ASTM C 131

PROYECTO : _____
 SOLICITANTE : _____
 UBICACIÓN : _____
 FECHA : _____

Material : Agregado grueso **Procedencia** : San Martín - Chicama

TAMIZ PASA - RETIENE	GRADACIÓN			
	"A"	"B"	"C"	"D"
1 1/2" - 1"	1250 ± 25	-	-	-
1" - 3/4"	1250 ± 25	-	-	-
3/4" - 1/2"	1250 ± 10	2500 ± 10	-	-
1/2" - 3/8"	1250 ± 10	2500 ± 10	-	-
3/8" - 1/4"	-	-	2500 ± 10	-
1/4" - Nº4	-	-	2500 ± 10	-
Nº4 - Nº8	-	-	-	5000 ± 10
ESFERAS	12	11	8	6
PESO DE LA MUESTRA				
Peso Retenido Tamiz Nº 12				
Peso Pasante Tamiz Nº 12				
% DESGASTE				
PROMEDIO				

OBSERVACIONES:

* Muestras provistas e identificadas por el solicitante

LABORATORIO DE MECÁNICA DE SUELOS-CONCRETO-ASFALTO Y MATERIALES

**EQUIVALENTE DE ARENA
ASTM D 2419**

PROYECTO :

SOLICITANTE :

UBICACIÓN :

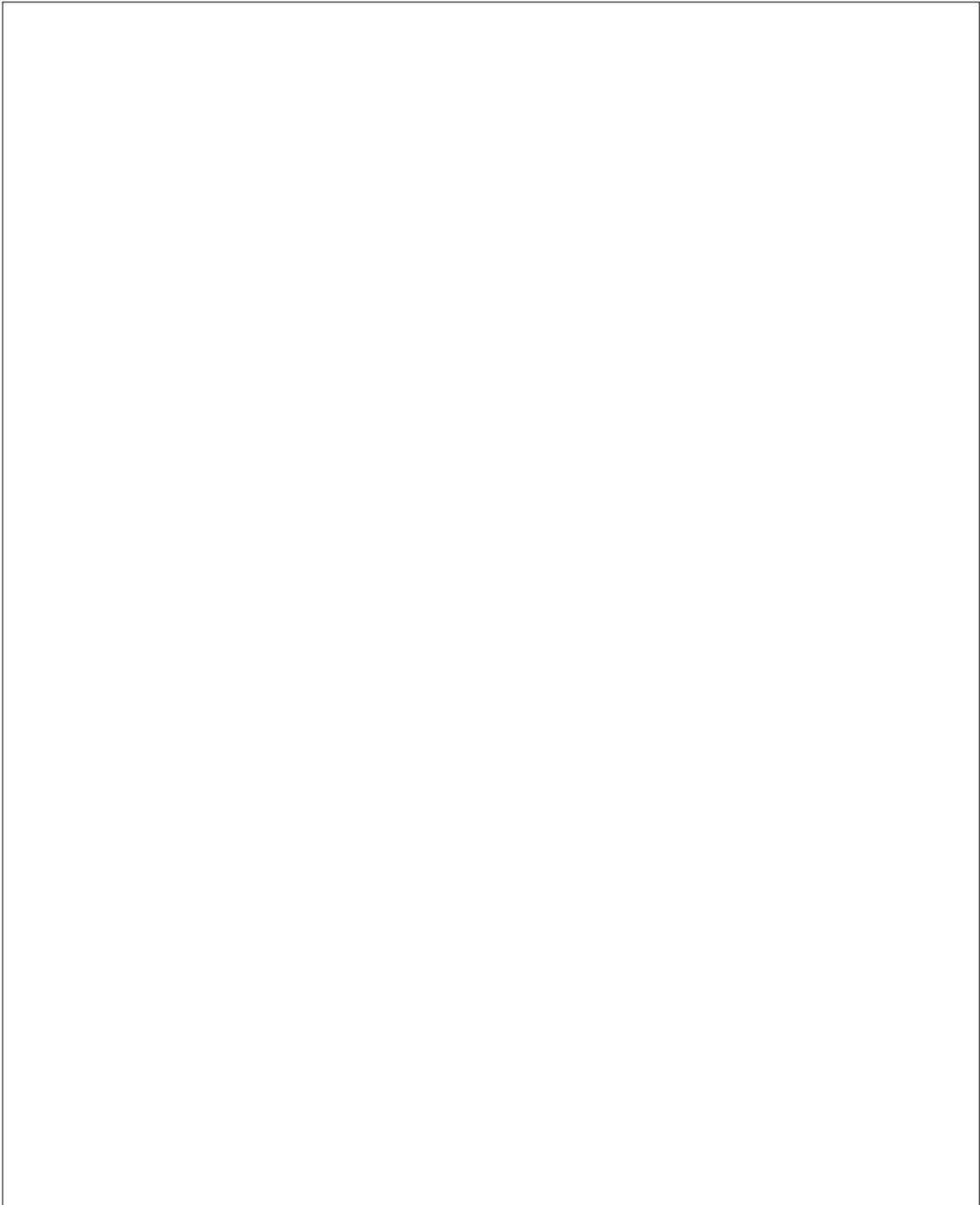
FECHA :

Material : Arena Gruesa (agregado fino) **Procedencia** : Canteras San Martín

ITEM	DESCRIPCIÓN	ENSAYOS		
1	Tamaño Maximo (mm)			
2	Muestra Nº			
3	Hora de Entrada			
4	Hora de Salida			
5	Hora de Entrada			
6	Hora de Salida			
7	Altura Maxima de la Arena (Pulgadas)			
8	Altura Maxima de Material Fino (Pulgadas)			
9	Equivalente de Arena (%)			
10	Equivalente de Arena Promedio (%)			

OBSERVACIONES:

* Muestras provistas e identificadas por el solicitante



LABORATORIO DE MECÁNICA DE SUELOS-CONCRETO-ASFALTO Y MATERIALES

**INALTERABILIDAD DE LOS AGREGADOS AL SULFATO DE SODIO O MAGNESIO
ASTM C 88**

PROYECTO :

SOLICITANTE :

UBICACIÓN :

FECHA :

Material : Agregados Fino / Grueso

Procedencia :

AGREGADO FINO

TAMAÑO DE MALLA		ESCALON ORIGINAL %	PESO ANTES DEL ENSAYO Grs.	PESO DESPUES DEL ENSAYO Grs.	PERDIDA DE PESO DESPUES DEL ENSAYO Grs.	% DE PERDIDA DESPUES DEL ENSAYO %	% DE PERDIDA CORREGIDAS %
PASANTE	RETENIDO						
3/8"	Nº 4						
Nº 4	Nº 8						
Nº 8	Nº 16						
Nº 16	Nº 30						
Nº 30	Nº 50						
Nº 50	Nº 100						
< Nº 100							
TOTALES							

AGREGADO GRUESO

TAMAÑO DE MALLA		ESCALON ORIGINAL %	PESO ANTES DEL ENSAYO Grs.	PESO DESPUES DEL ENSAYO Grs.	PERDIDA DE PESO DESPUES DEL ENSAYO Grs.	% DE PERDIDA DESPUES DEL ENSAYO %	% DE PERDIDA CORREGIDAS %
PASANTE	RETENIDO						
2 1/2"	1 1/2"						
1 1/2"	3/4"						
3/4"	3/8"						
3/8"	Nº 4						
< Nº 4							
TOTALES							

OBSERVACIONES:

* Muestras provistas e identificadas por el solicitante

* Solución utilizada : Sulfato de Magnesio

MÉTODO DE ENSAYO PARA DETERMINACIÓN DE PARTÍCULAS CHATAS Y ALARGADAS EN AGREGADO GRUESO
ASTM D 4791

PROYECTO :
SOLICITANTE :
UBICACIÓN :
FECHA :

Material : Agregados Grueso Procedencia : Cantera San M

TAMIZ (Pulg.)	ABERTURA (mm)	AGREGADO GRUESO		Masa de partículas Chatas	Masa de partículas Alargadas	Masa de partícula Chata
		Masa Retenida Grad. Original	% Retenido			
2"	50.800					
1 1/2"	38.100					
1"	25.400					
3/4"	19.000					
1/2"	12.700					
3/8"	9.500					
Nº 4	4.750					
MASA TOTAL DE LA MUESTRA:						

PARTICULAS CHATAS Y ALARGADAS EN

TAMIZ (Pulg.)	ABERTURA (mm)
2"	50.800
1 1/2"	38
1"	
3/4"	
1/2"	
3/8"	
Nº 4	
MASA TOTA	

OBSE
* M

ANEXO 6

Matriz de Evaluación de Expertos

MATRIZ PARA EVALUACIÓN DE EXPERTOS

Título de la investigación:	Efecto del afrecho de uva en la Estabilidad Marshall de la mezcla asfáltica, Trujillo – 2021		
Línea de investigación:	Diseño de Infraestructura Vial		
Apellidos y nombres del experto:	Ing. Victoria de los Ángeles Agustín Díaz		
El instrumento de medición pertenece a la variable:	Estabilidad Marshall		

Mediante la matriz de evaluación de expertos, Ud. tiene la facultad de evaluar cada una de las preguntas marcando con una "x" en las columnas de SÍ o NO. Asimismo, le exhortamos en la corrección de los ítems, indicando sus observaciones y/o sugerencias, con la finalidad de mejorar la medición sobre la variable en estudio.

Ítems	Preguntas	Aprecia		Observaciones
		SÍ	NO	
1	¿El instrumento de medición presenta el diseño adecuado?	X		
2	¿El instrumento de recolección de datos tiene relación con el título de la investigación?	X		
3	¿En el instrumento de recolección de datos se mencionan las variables de investigación?	X		
4	¿El instrumento de recolección de datos facilitará el logro de los objetivos de la investigación?	X		
5	¿El instrumento de recolección de datos se relaciona con las variables de estudio?	X		
6	¿Cada una de los ítems del instrumento de medición se relaciona con cada uno de los elementos de los indicadores?	X		
7	¿El diseño del instrumento de medición facilitará el análisis y procesamiento de datos?	X		
8	¿El instrumento de medición será accesible a la población sujeto de estudio?	X		
9	¿El instrumento de medición es claro, preciso y sencillo de manera que se pueda obtener los datos requeridos?	X		

Sugerencias:

Firma del experto: 

Victoria de los Ángeles Agustín Díaz
INGENIERO CIVIL
CIP. 140573

Fuente: Elaboración propia.

MATRIZ PARA EVALUACIÓN DE EXPERTOS

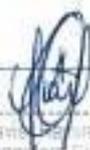
Título de la investigación:	Efecto del afrecho de uva en la Estabilidad Marshall de la mezcla asfáltica, Trujillo – 2021
Línea de investigación:	Diseño de Infraestructura Vial
Apellidos y nombres del experto:	Ing. Carlos Javier Ramírez Muñoz
El instrumento de medición pertenece a la variable:	Estabilidad Marshall

Mediante la matriz de evaluación de expertos, Ud. tiene la facultad de evaluar cada una de las preguntas marcando con una "X" en las columnas de SÍ o NO. Asimismo, le exhortamos en la corrección de los ítems, indicando sus observaciones y/o sugerencias, con la finalidad de mejorar la medición sobre la variable en estudio.

Ítems	Preguntas	Aprecia		Observaciones
		SÍ	NO	
1	¿El instrumento de medición presenta el diseño adecuado?	X		
2	¿El instrumento de recolección de datos tiene relación con el título de la investigación?	X		
3	¿En el instrumento de recolección de datos se mencionan las variables de investigación?	X		
4	¿El instrumento de recolección de datos facilitará el logro de los objetivos de la investigación?	X		
5	¿El instrumento de recolección de datos se relaciona con las variables de estudio?	X		
6	¿Cada una de los ítems del instrumento de medición se relaciona con cada uno de los elementos de los indicadores?	X		
7	¿El diseño del instrumento de medición facilitará el análisis y procesamiento de datos?	X		
8	¿El instrumento de medición será accesible a la población sujeto de estudio?	X		
9	¿El instrumento de medición es claro, preciso y sencillo de manera que se pueda obtener los datos requeridos?	X		

Sugerencias:

Firma del experto:



 Carlos Javier Ramírez Muñoz
 Ingeniero Civil
 CIP: 143074

Fuente: Elaboración propia

PANEL FOTOGRÁFICO:



FOTO 01: recolección de Afrecho de Uva en el distrito de Cascas, Provincia Gran Chimú, Región la Libertad



FOTO 02: Determinando la cantidad de del producto para su traslado al laboratorio.



FOTO 03: se usó bolsas de polietileno para el traslado de material (Afrecho de Uva) hasta el laboratorio.



FOTO 04: Verificando los materiales (agregados) y tomando datos de estos, también Accesorios como cucharas, espátula, mezclador mecánico, baño de agua hirviendo,



FOTO 05: Pesando los materiales (Balanza de 5 kg con aproximación a 1 g)



FOTO 06: Preparando los materiales a evaluar, para su tamizado.



FOTO 07: Llevamos el procedimiento de tamizado a los materiales y la recolección de datos.



FOTO 08: Llevamos los materiales al horno, requisito para hallar contenido de humedad de agregados finos y gruesos (Horno y placa calentadora eléctrica, para calentar los materiales, Horno aireador para el curado de las mezclas.)



foto 09: proceso de compactación de agregados.



FOTO 10: Proceso de preparación de mezcla asfáltica más los agregados de mezcla patrón.



FOTO 11: Vaciado de asfalto en molde de briquetas (El molde tiene un diámetro interior de 4" (101,6 mm) y una altura aproximadamente 3" (76 mm). La base y el collar están diseñados para intercambiarse ya sea a uno u otro lado del molde.



FOTO 12: Briqueta sometida al martillo de compactación Marshall. (Martillo de compactación, que consta de una barra achatada que cae deslizando sobre una guía y un pistón de cara circular de 3 7/8" (98,4 mm). La barra pesa 10 libras (4,5 kg) y tiene una

caída (guía) de 18" de altura)



FOTO13: Briqueta de muestra patrón sin molde y lista para sus diferentes pruebas

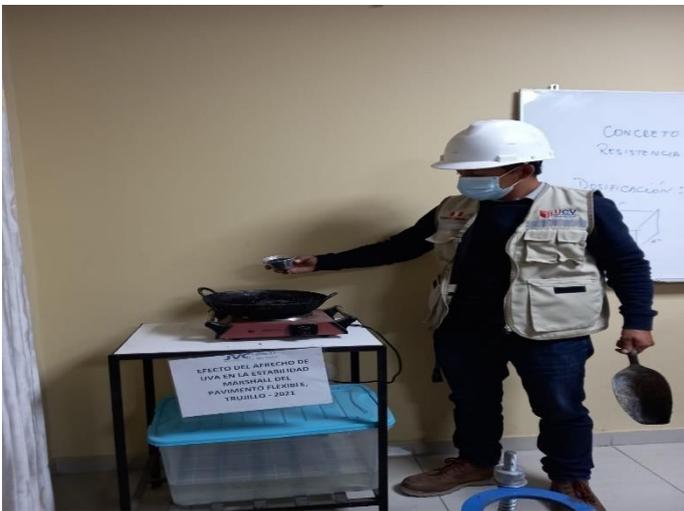


FOTO 14: Adicionando a mezcla patrón el aditivo (Afrecho de Uva)



FOTO 15: Calentado la mezcla patrón más el aditivo para llegar a su temperatura optima.



FOTO 16: Sometiendo la briqueta (mezcla patrón más aditivo) al martillo de compactación Marshall



FOTO 17: Obteniendo la briqueta (mezcla patrón más aditivo) para sus respectivas pruebas.



foto 18: obtención de las diferentes briquetas en laboratorio.



ANALISIS GRANULOMETRICO DE AGREGADOS
NTP 400.012 / MTC E 204

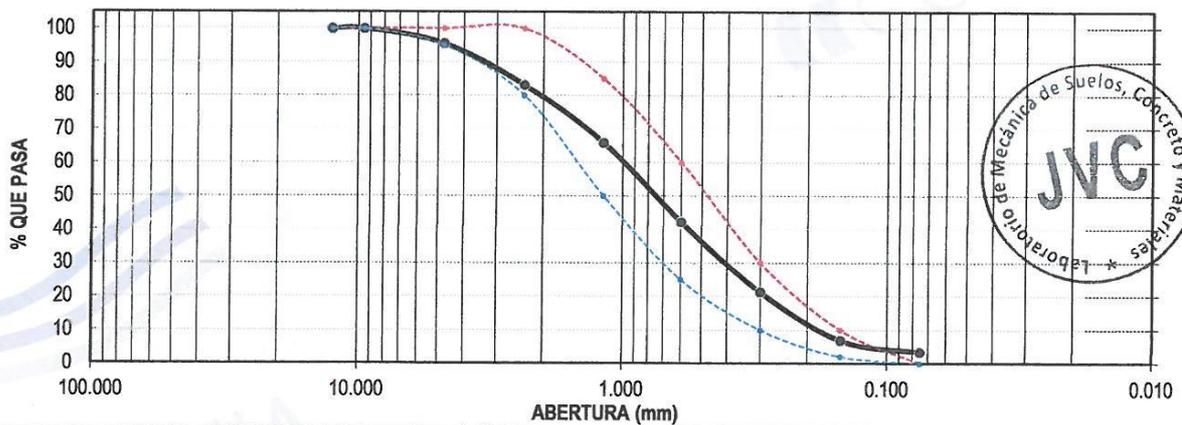
PROYECTO : EFECTO DEL AFRECHO DE UVA EN LA ESTABILIDAD MARSHALL DE LA MEZCLA ASFALTICA, TRUJILLO - 2021
SOLICITANTE : CHÁVEZ ANGULO, MARIO ABEL / LEÓN SALDAÑA, LUIS JAVIER
UBICACIÓN : TRUJILLO - LA LIBERTAD
FECHA : 24 DE JUNIO DE 2021

DATOS DEL ENSAYO

MUESTRA :	CANTERA	SAN MARTIN - CHICAMA		
MATERIAL :	ARENA	PROFUNDIDAD :	----	m
PROGRESIVA :	----	COORDENADA UTM :	E: ----	N: ----

Tamices	Abertura	Peso	%Retenido	%Retenido	% que	Especificación	DESCRIPCION DE LA MUESTRA
ASTM	en mm.	Retenido	Parcial	Acumulado	Pasa	NTP 400.037	
1/2"	12.500	0.00	0.00	0.00	100.00	100	Peso de inicial seco: : 1198.00 gr
3/8"	9.500	0.00	0.00	0.00	100.00	100	Peso lavado seco : — gr
No4	4.750	53.60	4.47	4.47	95.53	95 - 100	Peso Material que pasa #200 : 39.80 gr
8	2.360	149.00	12.44	16.91	83.09	80 - 100	TAMAÑO MAXIMO : 3/8"
16	1.180	206.90	17.27	34.18	65.82	50 - 85	
30	0.600	282.80	23.61	57.79	42.21	25 - 60	MODULO DE FINEZA : 2.85
50	0.300	250.40	20.90	78.69	21.31	10 - 30	
100	0.150	172.80	14.42	93.11	6.89	2 - 10	Observación :
200	0.075	42.70	3.56	96.68	3.32		
FONDO		39.80	3.32	100.00	0.00		
Total		1198.00	100.0				

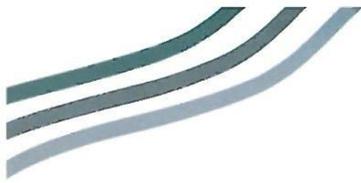
CURVA GRANULOMÉTRICA



*** Muestreo e identificación realizada por el solicitante.

JVC CONSULTORIA GEOTECNIA S.A.C.
Victoria de los Angeles Agustin Diaz
 Ing. Victoria de los Angeles Agustin Diaz
 GERENTE GENERAL

Carlos Javier Ramirez Muñoz
 Carlos Javier Ramirez Muñoz
 Ingeniero Civil
 CIP 140574



ENSAYOS DE AGREGADOS HUMEDAD Y GAVEDAD ESPECIFICA

PROYECTO : EFECTO DEL AFRECHO DE UVA EN LAS PROPIEDADES MECÁNICAS (ESTABILIDAD MARSHALL, % VACÍOS, PESO UNITARIO Y DENSIDAD) DE LA MEZCLA ASFÁLTICA, TRUJILLO - 2021
SOLICITANTE : CHÁVEZ ANGULO, MARIO ABEL / LEÓN SALDAÑA, LUIS JAVIER
UBICACIÓN : TRUJILLO - LA LIBERTAD
FECHA : 05 DE MAYO DE 2021

DATOS DEL ENSAYO

MUESTRA :	CANTERA	SAN MARTIN - CHICAMA
MATERIAL :	ARENA	PROFUNDIDAD : ---- m COORDENADA UTM : E: ---- N: ----
PROGRESIVA :	----	

CONTENIDO DE HUMEDAD
NTP 339.185

TARA	1	2	3
Peso tara (gr)	102.20	121.50	
Peso tara + Material húmedo (gr)	716.10	698.50	
Peso tara + Material seco (gr)	703.80	686.90	
Peso del agua (gr)	12.30	11.60	
Peso de material seco (gr)	601.60	565.40	
Humedad %	2.04%	2.05%	

GRAVEDAD ESPECIFICA Y ABSORCION DE AGREGADOS FINOS
(NORMA MTC E-205, NTP 400.022: AASHTO T-84)

Peso Mat. Sat. Sup. Seco (en Aire) (gr)	500.00	500.00	
Peso Frasco + agua (gr)	687.20	687.20	
Peso Frasco + agua + A (gr)	1187.20	1187.20	
Peso del Mat. + agua en el frasco (gr)	995.50	995.70	
Vol de masa + vol de vacío (gr)	191.70	191.50	
Pe. De Mat. Seco en estufa (105°C) (gr)	497.70	497.60	
Vol de masa (gr)	189.40	189.10	
Pe bulk (Base seca)	2.596	2.598	
Pe bulk (Base saturada)	2.608	2.611	
Pe aparente (Base Seca)	2.628	2.631	
Porcentaje de absorción	0.46%	0.48%	

RESUMEN DE CARACTERISTICAS DEL MATERIAL

CONTENIDO DE HUMEDAD %	2.05%
Pe bulk (Base seca)	2.597
Pe bulk (Base saturada)	2.610
Pe aparente (Base Seca)	2.630
Porcentaje de absorción	0.47%



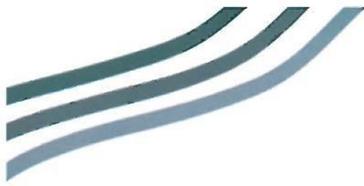
JVC CONSULTORIA GEOTECNIA S.A.C.

Ing. Victoria de los Angeles Agustín Díaz
GERENTE GENERAL

Carlos Javier Ramirez Muñoz
Ingeniero Civil
CIP 140574

JVC CONSULTORIA GEOTECNIA S.A.C.

Jr. Los Diamantes 365 Dpto. 101 Urb. Santa Inés - Trujillo
Teléf.: 044 - 615690 - Cel.: 971492979 / 973994030
consultoriageotecniajvc@gmail.com



PESO UNITARIO SUELTO Y COMPACTADO AGREGADO FINO

PROYECTO : EFECTO DEL AFRECHO DE UVA EN LA ESTABILIDAD MARSHALL DE LA MEZCLA ASFALTICA, TRUJILLO - 2021
SOLICITANTE : CHÁVEZ ANGULO, MARIO ABEL / LEÓN SALDAÑA, LUIS JAVIER
UBICACIÓN : TRUJILLO - LA LIBERTAD
FECHA : 24 DE JUNIO DE 2021

DATOS DEL ENSAYO

MUESTRA :	CANTERA	SAN MARTIN - CHICAMA			
MATERIAL :	ARENA	PROFUNDIDAD :	---- m	COORDENADA UTM :	E: ---- N: ----
PROGRESIVA :	----				

**PESO UNITARIO SUELTO AGREGADO FINO
(ASTM D 2216, MTC E 203, NTP 400.017)**

				Peso Molde :	2568.60 gr
				Volumen Molde :	2849.990 cm ³
Muestra		1	2	3	
Peso de molde + muestra	(gr)	6982.70	6968.20	6974.40	
Peso de molde	(gr)	2568.60	2568.60	2568.60	
Peso de la muestra	(gr)	4414.10	4399.60	4405.80	
Volumen	(cm ³)	2849.99	2849.99	2849.99	
Peso unitario suelto	(gr/cm ³)	1.55	1.54	1.55	

**PESO UNITARIO COMPACTADO AGREGADO FINO
(ASTM D 2216, MTC E 203, NTP 400.017)**

				Peso Molde :	2568.60 gr
				Volumen Molde :	2849.990 cm ³
Muestra		1	2	3	
Peso de molde + muestra	(gr)	7429.60	7443.20	7435.30	
Peso de molde	(gr)	2568.60	2568.60	2568.60	
Peso de la muestra	(gr)	4861.00	4874.60	4866.70	
Volumen	(cm ³)	2849.99	2849.99	2849.99	
Peso unitario compactado	(gr/cm ³)	1.71	1.71	1.71	

PESO UNITARIO AGREGADO FINO

PESO UNITARIO SUELTO	1.55 gr/cm ³	1546 Kg/m ³
PESO UNITARIO COMPACTADO	1.71 gr/cm ³	1708 Kg/m ³



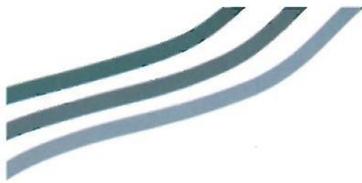
JVC CONSULTORIA GEOTECNIA S.A.C.


Ing. Victoria de los Angeles Agustin Diaz
GERENTE GENERAL


Carlos Javier Ramirez Muñoz
Ingeniero Civil
CIP 140574

JVC CONSULTORIA GEOTECNIA S.A.C.

Jr. Los Diamantes 365 Dpto. 101 Urb. Santa Inés - Trujillo
Teléf.: 044 - 615690 - Cel.: 971492979 / 973994030
consultoriageotecniajvc@gmail.com



**ANALISIS GRANULOMETRICO DE AGREGADOS
NTP 400.012 / MTC E 204**

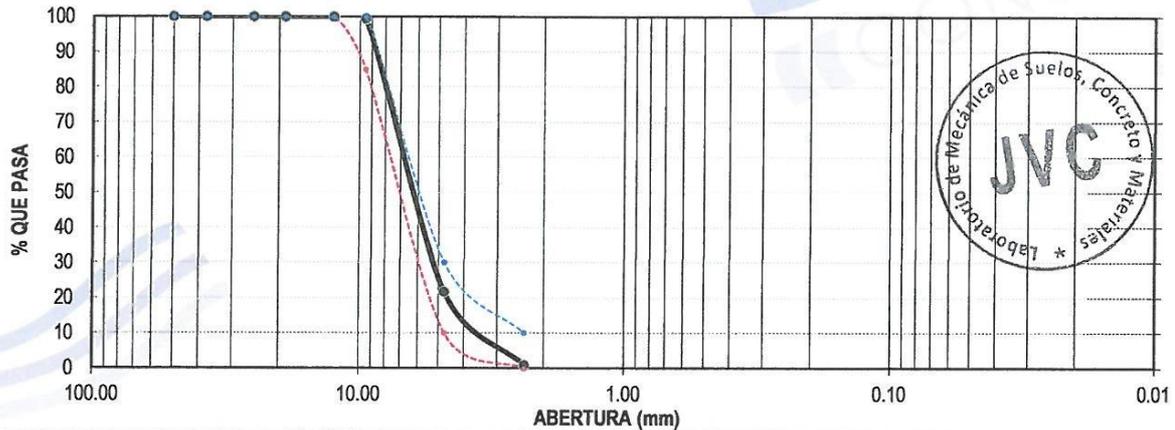
PROYECTO : EFECTO DEL AFRECHO DE UVA EN LA ESTABILIDAD MARSHALL DE LA MEZCLA ASFÁLTICA, TRUJILLO - 2021
SOLICITANTE : CHÁVEZ ANGULO, MARIO ABEL / LEÓN SALDAÑA, LUIS JAVIER
UBICACIÓN : TRUJILLO - LA LIBERTAD
FECHA : 24 DE JUNIO DE 2021

DATOS DEL ENSAYO

MUESTRA : CANTERA SAN MARTIN - CHICAMA
MATERIAL : CONFITILLO **PROFUNDIDAD :** ---- m **COORDENADA UTM :** E: ---- N: ----
PROGRESIVA : ----

Tamices ASTM	Abertura en mm.	Peso Retenido	%Retenido Parcial	%Retenido Acumulado	% que Pasa	Especificación GROUT	DESCRIPCION DE LA MUESTRA
2"	50.00	0.00	0.00	0.00	100.00	100	Peso de inicial seco: : 2102.60 gr
1 1/2"	37.50	0.00	0.00	0.00	100.00	100	TAMAÑO MAXIMO : 1/2"
1"	25.00	0.00	0.00	0.00	100.00	100	TAMAÑO MAXIMO NOMINAL : 3/8"
3/4"	19.00	0.00	0.00	0.00	100.00	100	
1/2"	12.50	0.00	0.00	0.00	100.00	100 - 100	
3/8"	9.50	12.30	0.58	0.58	99.42	85 - 100	
Nº 4	4.75	1633.80	77.70	78.29	21.71	10 - 30	
8	2.36	436.80	20.77	99.06	0.94	0 - 10	Observación :
FONDO		19.70	0.94	100.00	0.00		
Total		2102.60	100.0				

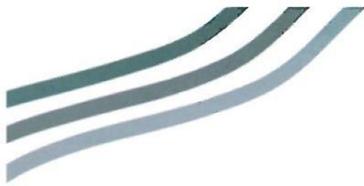
CURVA GRANULOMÉTRICA



*** Muestreo e identificación realizada por el solicitante.

JVC CONSULTORIA GEOTECNIA S.A.C.
Victoria de los Angeles Agustin Diaz
 Ing. Victoria de los Angeles Agustin Diaz
 GERENTE GENERAL

Carlos Javier Ramirez Muñoz
 Carlos Javier Ramirez Muñoz
 Ingeniero Civil
 CIP 140574



ENSAYOS DE AGREGADOS: CONTENIDO DE HUMEDAD Y GAVEDAD ESPECIFICA

PROYECTO : EFECTO DEL AFRECHO DE UVA EN LAS PROPIEDADES MECÁNICAS (ESTABILIDAD MARSHALL, % VACÍOS, PESO UNITARIO Y DENSIDAD) DE LA MEZCLA ASFÁLTICA, TRUJILLO - 2021
SOLICITANTE : CHÁVEZ ANGULO, MARIO ABEL / LEÓN SALDAÑA, LUIS JAVIER
UBICACIÓN : TRUJILLO - LA LIBERTAD
FECHA : 05 DE MAYO DE 2021

DATOS DEL ENSAYO

MUESTRA :	CANTERA	SAN MARTIN - CHICAMA
MATERIAL :	CONFITILLO	PROFUNDIDAD : ---- m
PROGRESIVA :	----	COORDENADA UTM : E: ---- N: ----

CONTENIDO DE HUMEDAD
NTP 339.185

TARA		1	2	3
Peso tara	(gr)	125.30	122.10	
Peso tara + Material húmedo	(gr)	982.20	1000.80	
Peso tara + Material seco	(gr)	975.70	993.70	
Peso del agua	(gr)	6.50	7.10	
Peso de material seco	(gr)	850.40	871.60	
Humedad %		0.76%	0.81%	

GRAVEDAD ESPECIFICA Y ABSORCION DE AGREGADOS GRUESO
(NORMA MTC E-206, NTP 400.021: AASHTO T-85)

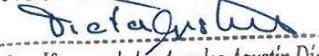
Peso Mat.Sat. Sup. Seca (En Aire)	(gr)	2448.30	2497.30	
Peso Mat.Sat. Sup. Seca (En Agua)	(gr)	1516.10	1541.50	
Vol. de masa + vol de vacios	(gr)	932.20	955.80	
Peso material seco en estufa (105 °C)	(gr)	2426.40	2477.70	
Vol de masa	(gr)	910.30	936.20	
Pe bulk (Base seca)		2.603	2.592	
Pe bulk (Base saturada)		2.626	2.613	
Pe aparente (Base Seca)		2.665	2.647	
Porcentaje de absorción		0.90%	0.79%	

RESUMEN DE CARACTERISTICAS DEL MATERIAL

CONTENIDO DE HUMEDAD %	0.79%
Pe bulk (Base seca)	2.598
Pe bulk (Base saturada)	2.620
Pe aparente (Base Seca)	2.656
Porcentaje de absorción	0.85%



JVC CONSULTORIA GEOTECNIA S.A.C.


Ing. Victoria de los Angeles Agustin Diaz
GERENTE GENERAL

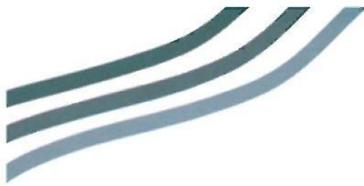

Carlos Javier Ramirez Muñoz
Ingeniero Civil
CIP 140574

JVC CONSULTORIA GEOTECNIA S.A.C.

Jr. Los Diamantes 365 Dpto. 101 Urb. Santa Inés - Trujillo

Teléf.: 044 - 615690 - Cel.: 971492979 / 973994030

consultoriageotecniajvc@gmail.com



PESO UNITARIO SUELTO Y COMPACTADO AGREGADO GRUESO

PROYECTO : EFECTO DEL AFRECHO DE UVA EN LA ESTABILIDAD MARSHALL DE LA MEZCLA ASFÁLTICA, TRUJILLO - 2021
 SOLICITANTE : CHÁVEZ ANGULO, MARIO ABEL / LEÓN SALDAÑA, LUIS JAVIER
 UBICACIÓN : TRUJILLO - LA LIBERTAD
 FECHA : 24 DE JUNIO DE 2021

DATOS DEL ENSAYO

MUESTRA :	CANTERA SAN MARTIN - CHICAMA		
MATERIAL :	CONFITILLO	PROFUNDIDAD :	---- m
COORDENADA UTM :	E: ----	N: ----	
PROGRESIVA :	----		

**PESO UNITARIO SUELTO AGREGADO GRUESO
(ASTM D 2216, MTC E 203, NTP 400.017)**

			Peso Molde :	5392.40 gr
			Volumen Molde :	9500.645 cm ³
Muestra		1	2	3
Peso de molde + muestra (gr)		17424.50	17415.60	17471.80
Peso de molde (gr)		5392.40	5392.40	5392.40
Peso de la muestra (gr)		12032.10	12023.20	12079.40
Volumen (cm ³)		9500.65	9500.65	9500.65
Peso unitario suelto (gr/cm ³)		1.27	1.27	1.27

**PESO UNITARIO COMPACTADO AGREGADO GRUESO
(ASTM D 2216, MTC E 203, NTP 400.017)**

			Peso Molde :	5392.40 gr
			Volumen Molde :	9500.645 cm ³
Muestra		1	2	3
Peso de molde + muestra (gr)		18668.30	18661.70	18634.20
Peso de molde (gr)		5392.40	5392.40	5392.40
Peso de la muestra (gr)		13275.90	13269.30	13241.80
Volumen (cm ³)		9500.65	9500.65	9500.65
Peso unitario compactado (gr/cm ³)		1.40	1.40	1.39

PESO UNITARIO AGREGADO GRUESO

PESO UNITARIO SUELTO	1.27 gr/cm ³	1268 Kg/m ³
PESO UNITARIO COMPACTADO	1.40 gr/cm ³	1396 Kg/m ³

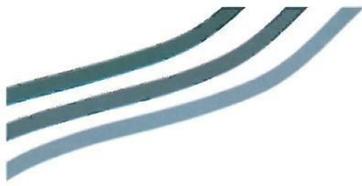


JVC CONSULTORIA GEOTECNIA S.A.C.

Victoria de los Angeles Agustin Diaz
 Ing. Victoria de los Angeles Agustin Diaz
 GERENTE GENERAL



Carlos Javier Ramirez Muñoz
 Ingeniero Civil
 CIP 140574



LABORATORIO DE MECÁNICA DE SUELOS-CONCRETO-ASFALTO Y MATERIALES	
ENSAYO DE DESGASTE POR ABRASIÓN ASTM C 131	
PROYECTO	: EFECTO DEL AFRECHO DE UVA EN LA ESTABILIDAD MARSHALL DE LA MEZCLA ASFÁLTICA, TRUJILLO - 2021
SOLICITANTE	: CHÁVEZ ANGULO, MARIO ABEL / LEÓN SALDAÑA, LUIS JAVIER
UBICACIÓN	: TRUJILLO - LA LIBERTAD
FECHA	: 24 DE JUNIO DE 2021

Material : Agregado grueso

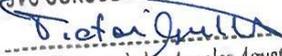
Procedencia : San Martín - Chicama

TAMIZ PASA - RETIENE	GRADACIÓN			
	"A"	"B"	"C"	"D"
1 1/2" - 1"	1250 ± 25	-	-	-
1" - 3/4"	1250 ± 25	-	-	-
3/4" - 1/2"	1250 ± 10	2500 ± 10	-	-
1/2" - 3/8"	1250 ± 10	2500 ± 10	-	-
3/8" - 1/4"	-	-	2500 ± 10	2,505.0
1/4" - Nº4	-	-	2500 ± 10	2,499.8
Nº4 - Nº8	-	-	-	5000 ± 10
ESFERAS	12	11	8	6
PESO DE LA MUESTRA			5,004.8	
Peso Retenido Tamiz Nº 12			3,928.4	
Peso Pasante Tamiz Nº 12			1,076.4	
% DESGASTE			21.51	
PROMEDIO			21.5%	

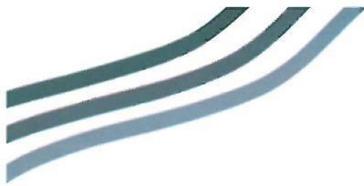
OBSERVACIONES:

* Muestras provistas e identificadas por el solicitante



JVC CONSULTORIA GEOTECNIA S.A.C.

Ing. Victoria de los Angeles Agustín Díaz
GERENTE GENERAL


Carlos Javier Ramirez Muñoz
Ingeniero Civil
CIP 140574



LABORATORIO DE MECÁNICA DE SUELOS-CONCRETO-ASFALTO Y MATERIALES	
EQUIVALENTE DE ARENA ASTM D 2419	
PROYECTO	: EFECTO DEL AFRECHO DE UVA EN LA ESTABILIDAD MARSHALL DE LA MEZCLA ASFÁLTICA, TRUJILLO - 2021
SOLICITANTE	: CHÁVEZ ANGULO, MARIO ABEL / LEÓN SALDAÑA, LUIS JAVIER
UBICACIÓN	: TRUJILLO - LA LIBERTAD
FECHA	: 24 DE JUNIO DE 2021

Material : Arena Gruesa (agregado fino) Procedencia : Cantera San Martín

ITEM	DESCRIPCIÓN	ENSAYOS		
1	Tamaño Maximo (mm)	4.76	4.76	4.76
2	Muestra N°	1	2	3
3	Hora de Entrada	10:25	10:33	10:42
4	Hora de Salida	10:35	10:43	10:52
5	Hora de Entrada	10:37	10:45	10:54
6	Hora de Salida	10:57	11:05	11:14
7	Altura Maxima de la Arena (Pulgadas)	4.19	4.27	4.19
8	Altura Maxima de Material Fino (Pulgadas)	8.91	9.11	8.92
9	Equivalente de Arena (%)	47.0	46.9	47.0
10	Equivalente de Arena Promedio (%)	47		

OBSERVACIONES:

* Muestras provistas e identificadas por el solicitante

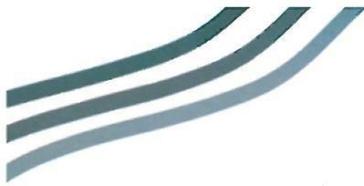


JVC CONSULTORIA GEOTECNIA S.A.C.


Ing. Victoria de los Angeles Agustín Díaz
GERENTE GENERAL



Carlos Javier Ramirez Muñoz
Ingeniero Civil
CIP 140574



LABORATORIO DE MECÁNICA DE SUELOS-CONCRETO-ASFALTO Y MATERIALES	
CONTENIDO DE SALES SOLUBLES EN AGREGADOS REF. MTC 219 - 2000	
PROYECTO	: EFECTO DEL AFRECHO DE UVA EN LA ESTABILIDAD MARSHALL DE LA MEZCLA ASFÁLTICA, TRUJILLO - 2021
SOLICITANTE	: CHÁVEZ ANGULO, MARIO ABEL / LEÓN SALDAÑA, LUIS JAVIER
UBICACIÓN	: TRUJILLO - LA LIBERTAD
FECHA	: 24 DE JUNIO DE 2021

Material : Agregados Fino / Grueso Procedencia : Cantera San Martín

AGREGADO FINO					
ITEM	DESCRIPCIÓN	gr.	ENSAYOS		
			01	02	03
1	Recipiente	gr.	01	02	03
2	Masa (Biker 250 ml.)	gr.	104.26	103.54	103.59
3	Masa + Sal + Biker 250 ml.	gr.	104.30	103.59	103.64
4	Masa Sal	gr.	0.04	0.05	0.05
5	Masa de Agregado	gr.	100.0	100.0	100.0
6	Aforo de Agua Total	gr.	500.0	500.0	500.0
7	Volumen de Agua Utilizada	%	50.0	50.0	50.0
8	Sales Solubles	%	0.400	0.500	0.500
9	Promedio Sales Solubles	%	0.47		

AGREGADO GRUESO					
ITEM	DESCRIPCIÓN	gr.	ENSAYOS		
			01	02	03
1	Recipiente	gr.	01	02	03
2	Masa (Biker 250 ml.)	gr.	105.87	103.64	104.82
3	Masa + Sal + Biker 250 ml.	gr.	105.92	103.69	104.88
4	Masa Sal	gr.	0.05	0.05	0.06
5	Masa de Agregado	gr.	500.0	500.0	500.0
6	Aforo de Agua Total	gr.	500.0	500.0	500.0
7	Volumen de Agua Utilizada	%	50.0	50.0	50.0
8	Sales Solubles	%	0.100	0.100	0.120
9	Promedio Sales Solubles	%	0.11		

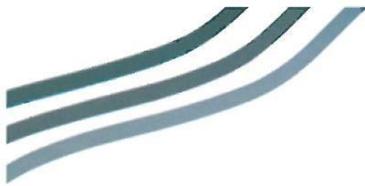
OBSERVACIONES:

* Muestras provistas e identificadas por el solicitante

JVC CONSULTORIA GEOTECNIA S.A.C.
Victoria de los Angeles Agustin Diaz
Ing. Victoria de los Angeles Agustin Diaz
GERENTE GENERAL

Carlos Javier Ramirez Muñoz
Carlos Javier Ramirez Muñoz
Ingeniero Civil
CIP 140574





LABORATORIO DE MECÁNICA DE SUELOS-CONCRETO-ASFALTO Y MATERIALES	
INALTERABILIDAD DE LOS AGREGADOS AL SULFATO DE SODIO O MAGNESIO ASTM C 88	
PROYECTO	: EFECTO DEL AFRECHO DE UVA EN LA ESTABILIDAD MARSHALL DE LA MEZCLA ASFÁLTICA, TRUJILLO - 2021
SOLICITANTE	: CHÁVEZ ANGULO, MARIO ABEL / LEÓN SALDAÑA, LUIS JAVIER
UBICACIÓN	: TRUJILLO - LA LIBERTAD
FECHA	: 24 DE JUNIO DE 2021

Material : Agregados Fino / Grueso

Procedencia : Cantera San Martín

AGREGADO FINO							
TAMAÑO DE MALLA		ESCALON ORIGINAL %	PESO ANTES DEL ENSAYO Grs.	PESO DESPUES DEL ENSAYO Grs.	PERDIDA DE PESO DESPUES DEL ENSAYO Grs.	% DE PERDIDA DESPUES DEL ENSAYO %	% DE PERDIDA CORREGIDAS %
PASANTE	RETENIDO						
3/8"	N° 4	3.2				3.35	0.11
N° 4	N° 8	23.6	100.0	91.0	9.00	9.00	2.12
N° 8	N° 16	25.5	100.0	91.3	8.70	8.70	2.22
N° 16	N° 30	19.9	100.0	92.0	8.00	8.00	1.59
N° 30	N° 50	20.8	100.0	94.4	5.60	5.60	1.16
N° 50	N° 100	12.2	100.0	91.6	8.40	8.40	1.02
< N° 100		0.8					
TOTALES							8.23

AGREGADO GRUESO							
TAMAÑO DE MALLA		ESCALON ORIGINAL %	PESO ANTES DEL ENSAYO Grs.	PESO DESPUES DEL ENSAYO Grs.	PERDIDA DE PESO DESPUES DEL ENSAYO Grs.	% DE PERDIDA DESPUES DEL ENSAYO %	% DE PERDIDA CORREGIDAS %
PASANTE	RETENIDO						
2 1/2"	1 1/2"	5.6				5.20	0.29
1 1/2"	3/4"	26.3	1505.3	1345.6	159.70	10.61	2.79
3/4"	3/8"	45.8	1002.4	867.9	134.50	13.42	6.15
3/8"	N°4	24.5	299.8	258.6	41.20	13.74	3.37
< N° 4		1.3					
TOTALES							12.59

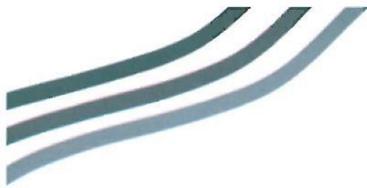
OBSERVACIONES:

- * Muestras provistas e identificadas por el solicitante
- * Solución utilizada : Sulfato de Magnesio

JVC CONSULTORIA GEOTECNIA S.A.C.
Victoria de los Angeles Agustin Diaz
Ing. Victoria de los Angeles Agustin Diaz
GERENTE GENERAL

Carlos Javier Ramirez Muñoz
Carlos Javier Ramirez Muñoz
Ingeniero Civil
CIP 140574





LABORATORIO DE MECÁNICA DE SUELOS-CONCRETO-ASFALTO Y MATERIALES	
MÉTODO DE ENSAYO PARA DETERMINACIÓN DE PARTÍCULAS CHATAS Y ALARGADAS EN AGREGADO GRUESO ASTM D 4791	
PROYECTO :	EFFECTO DEL AFRECHO DE UVA EN LA ESTABILIDAD MARSHALL DE LA MEZCLA ASFÁLTICA, TRUJILLO - 2021
SOLICITANTE :	CHÁVEZ ANGULO, MARIO ABEL / LEÓN SALDAÑA, LUIS JAVIER
UBICACIÓN :	TRUJILLO - LA LIBERTAD
FECHA :	24 DE JUNIO DE 2021

Material : Agregados Grueso

Procedencia : Cantera San Martín

TAMIZ (Pulg.)	ABERTURA (mm)	AGREGADO GRUESO		Masa de partículas Chatas	Masa de partículas Alargadas	Masa de partículas Chatas y Alargadas	CHATAS y ALARGADAS (5:1)		
		Masa Retenida Grad. Original	% Retenido				Σ	(%)	(%) CORREGIDO
2"	50.800		0.0				0.00	-	-
1 1/2"	38.100		0.0				0.00	-	-
1"	25.400		0.0				0.00	-	-
3/4"	19.000		0.0				0.00	-	-
1/2"	12.700		0.0				0.00	-	-
3/8"	9.500	917.86	39.8		8.60		8.60	0.9	0.4
N° 4	4.750	1390.46	60.2	6.80		12.50	19.30	1.4	0.8
MASA TOTAL DE LA MUESTRA:		2308.3							

PARTICULAS CHATAS Y ALARGADAS EN MASA (%) 1.2

TAMIZ (Pulg.)	ABERTURA (mm)	AGREGADO GRUESO		N° de partículas Chatas	N° de partículas Alargadas	N° de partículas Chatas y Alargadas	CHATAS y ALARGADAS (5:1)		
		Cantidad de partículas G. Or	% Retenido				Σ	(%)	(%) CORREGIDO
2"	50.800		0.0				0	-	-
1 1/2"	38.100		0.0				0	-	-
1"	25.400		0.0				0	-	-
3/4"	19.000		0.0				0	-	-
1/2"	12.700		0.0				0	-	-
3/8"	9.500	768	33.3	11		15	26	3.4	1.1
N° 4	4.750	467	20.2		12		12	2.6	0.5
MASA TOTAL DE LA MUESTRA:		1235							

PARTICULAS CHATAS Y ALARGADAS POR CONTEO (%) 1.7

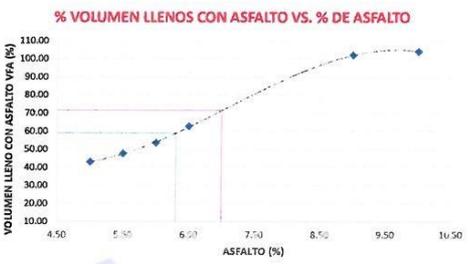
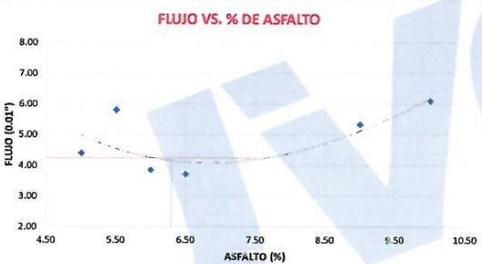
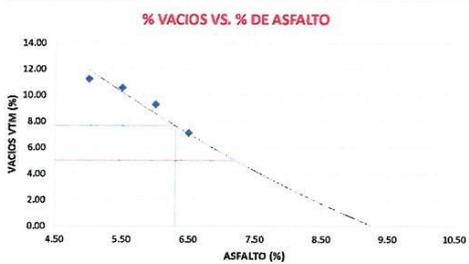
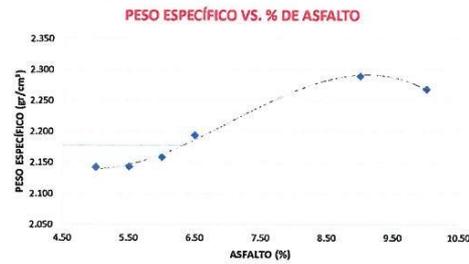
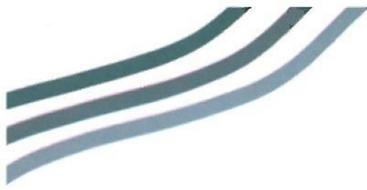
OBSERVACIONES:

* Muestras provistas e identificadas por el solicitante

JVC CONSULTORIA GEOTECNIA S.A.C.
Victoria de los Angeles Agustin Diaz
Ing. Victoria de los Angeles Agustin Diaz
GERENTE GENERAL

Carlos Javier Ramirez Muñoz
Carlos Javier Ramirez Muñoz
Ingeniero Civil
CIP 140574





RESULTADO NAPA						
% OPTIMO	DENSIDAD (gr/cm³)	ESTABILIDAD (Lb)	FLUJO (mm)	VACIOS (%)	VFA (%)	VMA (%)
6.05	2.17	1827.24	4.23	5.00	71.42	18.92

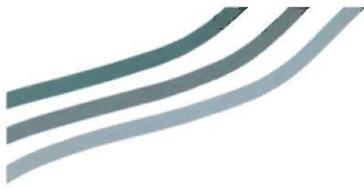
RESULTADO INSTITUTO DEL ASFALTO						
% OPTIMO	DENSIDAD (gr/cm³)	ESTABILIDAD (Lb)	FLUJO (mm)	VACIOS (%)	VFA (%)	VMA (%)
6.30	2.18	1995.81	4.14	7.67	58.89	19.21

JVC CONSULTORIA GEOTECNIA S.A.C.

 Ing. Victoria de los Angeles Agustín Díaz
 GERENTE GENERAL

Carlos Javier Ramírez Muñoz
 Ingeniero Civil
 CIP 140574





LABORATORIO DE MECÁNICA DE SUELOS-CONCRETO-ASFALTO Y MATERIALES

DISEÑO DE MEZCLA ASFÁLTICA MARSHALL

PROYECTO : EFECTO DEL AFRECHO DE UVA EN LA ESTABILIDAD MARSHALL DE LA MEZCLA ASFÁLTICA, TRUJILLO - 2021
 SOLICITANTE : CHÁVEZ ANGULO, MARIO ABEL / LEÓN SALDAÑA, LUIS JAVIER
 UBICACIÓN : TRUJILLO - LA LIBERTAD
 FECHA : 24 DE JUNIO DE 2021

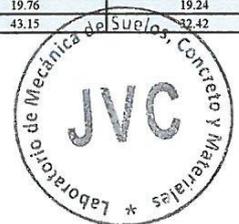
DISEÑO DE MEZCLA MODIFICADA CON AFRECHO DE UVA

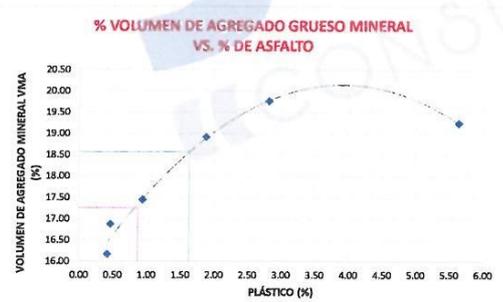
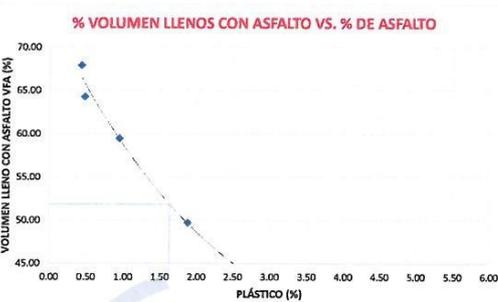
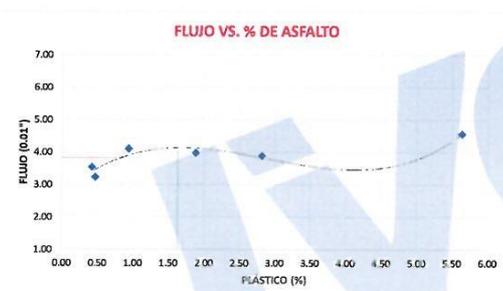
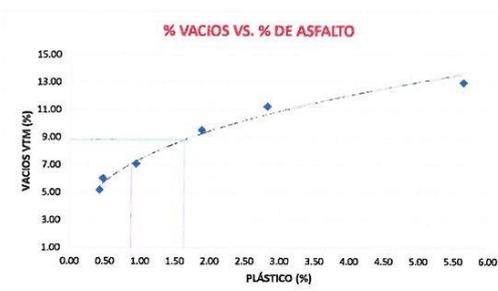
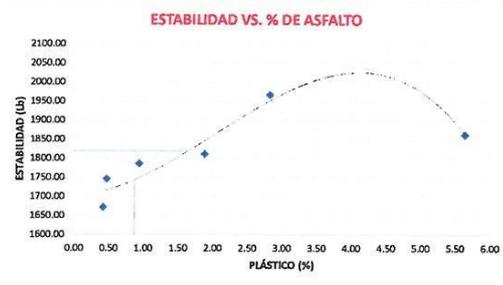
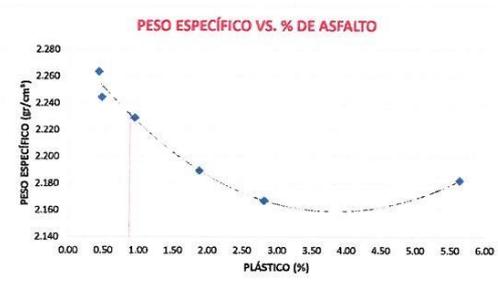
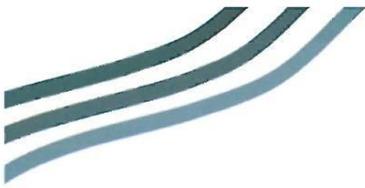
Asfalto: PEN 60/70 Tº Mezcla: 146 °C Tº Compactación: 138 °C Gravedad específica: 1.0136 Nº Golpes: 75

Nº	Nº de Especimen	A			B			C			D			E			F		
		1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12	13	14	15	16	17	18
	% asfalto en la mezcla	6.05			6.05			6.05			6.05			6.05			6.05		
	% agregado grueso	41.9			41.8			41.3			40.4			39.5			36.6		
	% agregado fino	51.7			51.7			51.7			51.7			51.7			51.7		
	% filler	0.00			0.00			0.00			0.00			0.00			0.00		
1	% del Afrecho de Uva reemplazante del agregado grueso	0.45%			0.50%			1%			2%			3%			6%		
2	% de Afrecho de Uva en la mezcla	0.42			0.47			0.94			1.88			2.82			5.64		
3	% Cemento Asfáltico en peso de la mezcla (P _c)	6.05	6.05	6.05	6.05	6.05	6.05	6.05	6.05	6.05	6.05	6.05	6.05	6.05	6.05	6.05	6.05	6.05	
4	% Agregado grueso en peso de la mezcla (P _g)	41.9	41.9	41.9	41.8	41.8	41.8	41.3	41.3	41.3	40.4	40.4	40.4	39.5	39.5	39.5	36.6	36.6	36.6
5	% Agregado fino en peso de la mezcla (P _f)	51.7	51.7	51.7	51.7	51.7	51.7	51.7	51.7	51.7	51.7	51.7	51.7	51.7	51.7	51.7	51.7	51.7	51.7
6	% Filler en peso de la mezcla (P _i)	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0
7	Gravedad Especifica Aparente (G _a) Cemento Asfáltico	1.014	1.014	1.014	1.014	1.014	1.014	1.014	1.014	1.014	1.014	1.014	1.014	1.014	1.014	1.014	1.014	1.014	1.014
8	Gravedad Especifica Seca Bulk (G _{sb}) Agregado Grueso	2.501	2.501	2.501	2.501	2.501	2.501	2.501	2.501	2.501	2.501	2.501	2.501	2.501	2.501	2.501	2.501	2.501	2.501
9	Gravedad Especifica Seca Bulk (G _{sb}) Agregado Fino	2.566	2.566	2.566	2.566	2.566	2.566	2.566	2.566	2.566	2.566	2.566	2.566	2.566	2.566	2.566	2.566	2.566	2.566
10	Gravedad Especifica Seca Bulk (G _{sb}) Filler	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000
11	Gravedad Especifica Seca Aparente (G _{sa}) Agregado Grueso	2.656	2.656	2.656	2.656	2.656	2.656	2.656	2.656	2.656	2.656	2.656	2.656	2.656	2.656	2.656	2.656	2.656	2.656
12	Gravedad Especifica Seca Aparente (G _{sa}) Agregado Fino	2.683	2.683	2.683	2.683	2.683	2.683	2.683	2.683	2.683	2.683	2.683	2.683	2.683	2.683	2.683	2.683	2.683	2.683
13	Gravedad Especifica Seca Aparente (G _{sa}) Filler	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000
14	Promedio A = (G _{sa} +G _{sb})/2 del agregado grueso	2.579	2.579	2.579	2.579	2.579	2.579	2.579	2.579	2.579	2.579	2.579	2.579	2.579	2.579	2.579	2.579	2.579	2.579
15	Promedio B = (G _{sa} +G _{sb})/2 del agregado fino	2.625	2.625	2.625	2.625	2.625	2.625	2.625	2.625	2.625	2.625	2.625	2.625	2.625	2.625	2.625	2.625	2.625	2.625
16	Promedio C = (G _{sa} +G _{sb})/2 del filler	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000
17	Altura promedio del espécimen (cm)	6.29	6.31	6.30	6.26	6.26	6.26	6.27	6.26	6.27	6.36	6.37	6.41	6.46	6.45	6.51	6.41	6.41	6.41
18	Gravedad Especifica Seca Bulk de la combinación de agregados	2.536	2.536	2.536	2.537	2.537	2.537	2.537	2.537	2.537	2.537	2.537	2.537	2.537	2.537	2.537	2.539	2.539	2.539
19	Gravedad Especifica Seca Aparente de la combinación de agregados	2.671	2.671	2.671	2.671	2.671	2.671	2.671	2.671	2.671	2.671	2.671	2.671	2.671	2.671	2.671	2.672	2.672	2.672
20	Peso del espécimen en aire, gr. W _p	1132.5	1135.6	1134.1	1130.6	1129.8	1138.0	1127.2	1129.3	1132.2	1134.5	1133.5	1134.4	1135.1	1133.1	1136.5	1131.0	1131.0	1131.0
21	Peso del espécimen en su condición SSD en el aire, gr. W _{SSD}	1133.0	1136.3	1134.7	1131.4	1130.3	1138.5	1127.9	1129.8	1133.1	1135.2	1134.1	1135.3	1135.7	1134.7	1137.4	1131.1	1131.1	1131.1
22	Peso del espécimen sumergido, gr. W _{sub}	633.0	634.2	633.6	626.6	627.9	631.5	621.3	625.1	624.1	617.7	617.2	615.8	612.9	611.8	612.0	612.8	612.8	612.8
23	Volumen del espécimen	500.00	502.10	501.05	504.80	507.00	506.60	504.70	509.00	517.50	516.90	519.50	522.80	522.90	525.40	518.30	518.30	518.30	518.30
24	Gravedad específica seca bulk del espécimen, G _{sb}	2.265	2.262	2.263	2.240	2.249	2.245	2.225	2.238	2.224	2.192	2.193	2.184	2.171	2.167	2.163	2.182	2.182	2.182
25	Gravedad específica teórica máxima, Rice, G _{sm}	2.387	2.387	2.387	2.388	2.388	2.388	2.399	2.399	2.399	2.420	2.420	2.420	2.441	2.441	2.441	2.508	2.508	2.508
26	Porcentaje de vacíos del total de la mezcla, VTM	5.12	5.26	5.19	6.22	5.84	6.02	7.24	6.72	7.27	9.40	9.38	9.76	11.07	11.2407	11.40	13.00	13.00	13.00
27	Densidad de cada espécimen Marshall, γ = G _{mb} x δ _m	2.265	2.262	2.263	2.240	2.249	2.245	2.225	2.238	2.224	2.192	2.193	2.184	2.171	2.167	2.163	2.182	2.182	2.182
28	% de vacíos del agregado mineral, VMA	16.1	16.2	16.2	17.0	16.7	16.9	17.6	17.1	17.6	18.8	18.8	19.1	19.6	19.8	19.9	19.2	19.2	19.2
29	% de vacíos llenos con asfalto, VFA	68.2	67.6	67.9	63.5	65.0	64.3	58.8	58.7	50.0	50.1	49.0	43.6	43.1	42.8	32.4	32.4	32.4	32.4
30	Gravedad específica efectiva, G _{se}	2.615	2.615	2.615	2.617	2.617	2.617	2.630	2.630	2.630	2.657	2.657	2.657	2.685	2.685	2.685	2.772	2.772	2.772
31	Gravedad específica aparente de la combinación de agregados, G _{sa}	2.671	2.671	2.671	2.671	2.671	2.671	2.671	2.671	2.671	2.671	2.671	2.671	2.671	2.671	2.671	2.672	2.672	2.672
32	Gravedad específica bulk de la combinación de agregados, G _{sb}	2.536	2.536	2.536	2.537	2.537	2.537	2.537	2.537	2.537	2.537	2.537	2.537	2.537	2.537	2.537	2.539	2.539	2.539
33	Si G _{se} > G _{sb} > G _{sm} , continuar con la verificación	OK																	
34	Gravedad específica teórica máxima, Rice	2.387	2.387	2.387	2.388	2.388	2.388	2.399	2.399	2.399	2.420	2.420	2.420	2.441	2.441	2.441	2.508	2.508	2.508
35	Gravedad específica teórica máxima, Rice, G _{sm}	2.387	2.387	2.387	2.388	2.388	2.388	2.399	2.399	2.399	2.420	2.420	2.420	2.441	2.441	2.441	2.508	2.508	2.508
36	Si 35=36, continuar con la verificación	OK																	
37	% de vacíos del agregado mineral, VMA	16.1	16.2	16.2	17.0	16.7	16.9	17.6	17.1	17.6	18.8	18.8	19.1	19.6	19.8	19.9	19.2	19.2	19.2
38	% de vacíos del agregado mineral, VMA	16.5	16.6	16.5	17.5	17.1	17.3	18.4	18.0	18.4	20.4	20.4	20.8	22.0	22.2	22.3	24.1	24.1	24.1
39	Si 38=39, concluye la verificación	OK																	
40	Estabilidad sin corrección (lb)	1611.80	1601.80	1606.8	1561.80	1811.80	1661.80	1856.80	1851.80	1441.80	1791.80	1769.80	1871.80	2061.80	1856.80	2061.80	1861.80	1861.80	1861.80
41	Factor de Estabilidad	1.04	1.04	1.04	1.04	1.04	1.04	1.04	1.04	1.04	1.00	1.00	1.00	1.00	1.00	0.96	1.00	1.00	1.00
42	Estabilidad corregida	1676.27	1665.87	1671.07	1624.27	1884.27	1728.27	1931.07	1925.87	1499.47	1791.80	1769.80	1871.80	2061.80	1856.80	1979.33	1861.80	1861.80	1861.80
43	Estabilidad corregida promedio	1671.07			1745.61			1785.47			1811.13			1965.98			1861.80		
44	Flujo (0.01")	3.56	3.53	3.54	2.79	2.84	4.06	2.92	5.33	4.06	4.32	4.06	3.56	4.06	4.06	3.56	4.57	4.57	4.57
45	Flujo promedio (mm)	3.54			3.23			4.11			3.98			3.89			4.57		
46	Densidad de cada espécimen Marshall (gr/cm³), promedio	2.263			2.244			2.229			2.190			2.167			2.182		
47	Porcentaje de vacíos del total de la mezcla, VTM	5.19			6.03			7.08			9.52			11.24			13.00		
48	Porcentaje de vacíos del agregado mineral, VMA	16.17			16.87			17.45			18.92			19.76			19.24		
49	Porcentaje de vacíos llenos con asfalto, VFA	67.90			64.29			59.46			49.70			43.15			32.42		

JVC CONSULTORIA GEOTECNIA S.A.C.
 Ing. Victoria de los Angeles Agustin Diaz
 GERENTE GENERAL

Carlos Javier Ramirez Muñoz
 Ingeniero Civil
 CIP 140574





RESULTADO NAPA						
% OPTIMO PLASTICO	DENSIDAD (gr/cm³)	ESTABILIDAD (Lb)	FLUJO (mm)	VACIOS (%)	VFA (%)	VMA (%)
0.872	2.23	1739.38	3.82	4.00	60.90	17.25

RESULTADO INSTITUTO DEL ASFALTO						
% OPTIMO PLASTICO	DENSIDAD (gr/cm³)	ESTABILIDAD (Lb)	FLUJO (mm)	VACIOS (%)	VFA (%)	VMA (%)
1.630	2.20	1818.23	4.14	8.82	51.84	18.57



JVC CONSULTORIA GEOTECNIA S.A.C.
Victoria Agustín Díaz
 Ing. Victoria de los Angeles Agustín Díaz
 GERENTE GENERAL

Carlos Javier Ramírez Muñoz
 Carlos Javier Ramírez Muñoz
 Ingeniero Civil
 CIP 140574

