



UNIVERSIDAD CÉSAR VALLEJO

FACULTAD DE INGENIERÍA Y ARQUITECTURA

ESCUELA PROFESIONAL DE INGENIERÍA CIVIL

**Análisis de comportamiento de mezcla asfáltica en caliente con aditivo
quimibond advance para climas húmedos villa maría del triunfo**

TESIS PARA OBTENER EL TÍTULO PROFESIONAL DE:

Ingeniero Civil

AUTORES:

Condezo Castro, David Oscar (ORCID: 0000-0002-0349-3475)

Prado Meneses, Gino Denis (ORCID: 0000-0002-0156-2633)

ASESOR:

Ing. Contreras Velásquez, José Antonio (ORCID: 0000-0001-5630-1820)

LÍNEA DE INVESTIGACIÓN

Diseño de Infraestructura Vial

LIMA – PERÚ

2020

DEDICATORIA

Dedico este proyecto, en primer lugar, a Dios. Asimismo, a mi hermana Lida y a mi pequeña Katherine que es la inspiración y motor para continuar con esfuerzo, el gran reto de los años de estudio; a pesar de muchas dificultades, ambas siempre fueron de gran apoyo para mí.

Condezo Castro, David Oscar

DEDICATORIA

Dedico este proyecto a mis padres por darme el cariño, calor familiar, palabras motivadoras y creer en mí. Quiero darle el orgullo a mi madre de lograr esta meta, por ser una guerrera y un ejemplo a seguir; por enseñarme que la enfermedad no es obstáculo para continuar y es Dios quién nos pone a prueba.

De igual manera, dedico este esfuerzo a mi esposa, quien, privándose de reuniones familiares y compromisos, me dio la confianza, comprensión y paciencia necesarias.

Prado Meneses, Gino Denis

AGRADECIMIENTO

Damos gracias a Dios por proveernos de los conocimientos científicos para lograr nuestros objetivos cada día.

Agradecemos al Ing. Julio Ascue Guerrero por cooperar con sus conocimientos sobre el uso de aditivo para aplicarlo en el desarrollo de nuestro proyecto de investigación.

De manera especial, agradecemos a todos los docentes que compartieron su experiencia profesional y conocimientos durante nuestra formación académica.

Asimismo, a cada una de las personas que de alguna manera formaron parte de este trabajo de investigación y en especial a nuestro asesor Ing. Mg. José Contreras Velásquez.

ÍNDICE DE CONTENIDOS

I.	INTRODUCCIÓN	1
II.	MARCO TEÓRICO	3
III.	MÉTODO	11
3.1	Tipo y diseño de investigación	11
3.2	Variables y operacionalización	12
3.3	Población, muestra y muestreo	12
3.4	Método de análisis de datos	13
3.5	Procedimientos	13
3.6	Técnicas e instrumentos de recolección de datos:	14
3.7	Aspectos Éticos:	15
IV.	RESULTADOS	17
4.1.2	Agregados	17
V.	DISCUSIÓN	31
VI.	CONCLUSIONES	34
VII.	RECOMENDACIONES	35
	REFERENCIAS	36

Índice de tablas

Tabla N°1. Combinación física de los agregados

Tabla N°2 Selección del tipo de Cemento asfalto

Tabla N°3 Cemento Asfaltico en Peso de la mezcla

Tabla N°4 Porcentaje Optimo con relaciona al C/A

Tabla N°5 Optimo Contenido del CA

Tabla N°6 Resumen de resultados para la dosificacion del C.A

Tabla N°7: Dosificacion para el MAC-2 + Aditivo

Tabla N°8 Diseño de Composición de Mezcla Asfaltica

Tabla N°9 Método de ensayo estándar para la resistencia de mezclas asfálticas compactadas al daño inducido por humedad.

Tabla N°10 Método de ensayo estándar para la resistencia de mezclas asfálticas compactadas al daño inducido por humedad.

Tabla N°11 Comparación de resultados con la norma ASTM D-4867

Índice de figuras

Figura 1: Piedra chancada $\frac{3}{4}$

Figura 2: Arena triturada de $\frac{3}{8}$

Figura 3: relacion polvo/asfalto

Figura N°4 Gráfica de la combinación Física de los Agregados

Figura N°5 Grafica de tendencias de parámetros

Índice de anexos

Anexo 1: Declaratoria de autenticidad de los autores

Anexo 2: Declaratoria de autenticidad del asesor

Anexo 3: Matriz de operacionalización de variables

Anexo 4: Instrumento de recolección de datos

Anexo 5: Matriz de consistencia

Anexo 6: Validación por el Turnitin con los filtros correspondientes

Anexo 7 Matriz de evaluación del informe de investigación

Anexo 8: Autorización para la realización y difusión de resultados de la investigación.

Anexo 9: Acta de aprobación de tesis

ÍNDICE DE ABREVIATURAS

AASHTO	American Association of State Highway and Transportation Officials (Asociación Americana de Oficiales de Carreteras Estatales y Transportes)
ASTM	American Society For Testing and Materials o Sociedad Americana para Ensayos y Materiales
ACI	AMERICAN CONCRETE INSTITUTE O INSTITUTO AMERICANO DEL CONCRETO
NTP	Norma Técnica Peruana
MTC	Ministerio De Transportes y Comunicaciones
PEN	Grado de penetración
MAC	Mezcla asfáltica en caliente
SENAMHI.	Servicio Nacional de Meteorología e Hidrología del Perú
VMT	Villa María del Triunfo
TSR	Relación de resistencia a la tracción
MM	Milímetros
AC	Cemento asfáltico
VMA	Vacios en el agregado mineral

RESUMEN

El objetivo del trabajo de investigación es el análisis del comportamiento de una mezcla asfáltica en caliente que pueda soportar climas húmedos en el distrito de Villa María del Triunfo, ciudad de Lima, departamento de Lima.

Se elaboró el diseño de la mezcla asfáltica en caliente añadiendo el aditivo de adherencia Quimibond Advance. Con el procedimiento realizado se logró mejorar la adherencia entre el agregado y el asfalto evitando formaciones de bolsas de agua que impedirían la adhesión del cemento asfáltico al agregado. Además, esto permitió optimar el desempeño de su comportamiento.

La investigación es de diseño experimental, nivel descriptivo, correlacional y con enfoque cuantitativo. Por consiguiente, se midieron los ensayos por medio de pruebas realizadas en el laboratorio, los datos obtenidos fueron analizados y permitieron generar resultados numéricos confiables, del cual se necesitó pruebas de ensayos exigidas por el Ministerio de Transportes y Comunicaciones basadas en las normas AASHTO, ASTM. Así mismo los resultados obtenidos en el experimento de la mezcla asfáltica; utilizando un 5.8% de Cemento Asfáltico adicionado con el 0.18% de aditivo Quimibond Advance y el control de calidad granulométrico se obtiene una Estabilidad óptima de 2,670lb (11.88 KN), un flujo de 3.1mm un porcentaje de vacíos de 4.1%, un Peso unitario específico de 2.380 gr/cm³, un porcentaje de llenados con Cemento asfáltico de 76% y una relación de Estabilidad / Flujo 3915 kg/cm que en su proceso del diseño de mezcla asfáltica resiste y se adhiere para climas húmedos

Palabras clave: Mezcla asfáltica en caliente, Aditivos, Climas Húmedos.

ABSTRACT

The objective of the research work is to analyze the behavior of a hot asphalt mix that can withstand humid climates in the Villa María del Triunfo district, Lima city, Lima department.

The design of the hot asphalt mix was elaborated adding the Quimibond Advance adhesion additive. With the procedure carried out, it was possible to improve the adhesion between the aggregate and the asphalt, avoiding the formation of water pockets that would prevent the adhesion of asphalt cement to the aggregate. In addition, this allowed to optimize the performance of their behavior.

The research is of experimental design, descriptive, correlational level and with a quantitative approach. Consequently, the tests were measured by means of tests carried out in the laboratory, the data obtained were analyzed and allowed to generate reliable numerical results, which required test tests required by the Ministry of Transport and Communications based on the AASHTO, ASTM standards. Also the results obtained in the asphalt mix experiment; using 5.8% added with 0.18% Quimibond Advance additive and the granulometric quality control, an optimum Stability of 2,670lb (11.88 KN), a flow of 3.1mm, a percentage of voids of 4.1%, a specific unit weight of 2,380 gr / cm³, a percentage of fillings with asphalt cement of 76% and a Stability / Flow ratio of 3915 kg / cm that in its asphalt mix design process resists and adheres to humid climates

Keywords: Hot asphalt mix, additives, Humid Climates

I. INTRODUCCIÓN

La presente investigación ha relacionado la teoría y la práctica con la finalidad de analizar el comportamiento de una mezcla asfáltica en caliente con uso de aditivo promotor de adherencia que pueda soportar el clima húmedo del distrito de Villa María del Triunfo.

El Servicio Nacional de Meteorología e Hidrología del Perú - SENAMHI, ha monitoreado la temperatura con estación portátil del distrito de Villa María del Triunfo, registrando una temperatura de 12°C y un contenido de humedad relativamente al 98%. Por lo tanto, se trata de una zona que ha presentado el mayor porcentaje de humedad en el aire, llovizna, neblina y frío; motivo por el que también se le conoce como "Ticlio chico".

El objetivo de la investigación fue analizar y mejorar el daño provocado por la humedad que representa una de las principales causas que desestabilizan las mezclas asfálticas en caliente. Además, la degradación prematura de las mezclas, a causa de la humedad, ha constituido un problema complejo presentando consecuencias económicas importantes; por este motivo se consideró fundamental mejorar el diseño de las mezclas asfálticas con aditivos de adherencia para que los pavimentos asfálticos fueran más durables en la avenida María Parado de Bellido, una de las avenidas principales que conecta a asociaciones dentro del distrito de Villa María del Triunfo.

La pavimentación existente de la avenida María Parado de Bellido ha presentado desprendimiento, rajaduras y agrietamientos. Las observaciones realizadas permitieron analizar el comportamiento de la mezcla asfáltica en caliente con uso del aditivo que promueva la adherencia. Se ha elaborado el diseño de una mezcla de asfalto en caliente convencional modificado con el aditivo de adherencia Quimibond Advance para que se incrementen la adhesión y la cohesión permitiendo mejorar la adherencia entre el agregado - asfalto y a su vez extendiendo la durabilidad del pavimento ante climas húmedos.

Ante la **realidad problemática** explicada se planteó buscar solución para el siguiente problema general: ¿cómo analizar el comportamiento de una mezcla

asfáltica en caliente con el aditivo Quimibond advance para climas húmedos, en la Av. María Parado de Bellido, VMT?

Asimismo, se han desarrollado los respectivos problemas específicos: ¿De qué manera una mezcla asfáltica en caliente con aditivo Quimibond advance mejora su resistencia a la humedad en la Av. María Parado de Bellido, VMT? y ¿De qué manera la mezcla asfáltica en caliente mejora su adherencia con la aplicación del aditivo quimibond advance para clima húmedos en la Av. María Parado de Bellido, VMT?

La **justificación de la investigación** se basó en el análisis de una mezcla asfáltica en caliente, aplicando un aditivo que domine la adherencia y resista ante climas húmedos. Además, se ha observado la existencia de pavimentos dañados en la av. María Parado de Bellido causados por el fenómeno climático presente en el distrito de Villa María del Triunfo y que de alguna manera ha afectado a la población del sector.

El objetivo general fue Analizar el comportamiento de la mezcla asfáltica en caliente aplicando el aditivo quimibond advance para que resista en climas de humedad.

Los objetivos específicos fueron Analizar la mejora en la resistencia de una mezcla asfáltica en caliente aplicando el aditivo quimibond advance en condiciones de climas húmedos en la Av. María Parado de Bellido, VMT. y Analizar la mejora en la adherencia de una mezcla asfáltica en caliente y el aditivo quimibond advance en condiciones de climas húmedos en la Av. María Parado de Bellido, VMT.

Durante el desarrollo de la investigación se buscó corroborar la siguiente hipótesis general: La mezcla asfáltica en caliente aplicando el aditivo quimibond advance resiste en condiciones en climas húmedos en la av. María Parado de Bellido, VMT. Las hipótesis específicas fueron formuladas de la siguiente manera: La mezcla asfáltica en caliente aplicando el aditivo quimibond advance mejora la resistencia a la humedad en condiciones de climas húmedos en la av. María Parado de Bellido, VMT y La mezcla asfáltica en caliente aplicando el aditivo quimibond advance mejora la adherencia en condiciones de climas húmedos en la av. María Parado de Bellido, VMT

II. MARCO TEÓRICO

El presente informe de investigación contiene antecedentes basados en diferentes fuentes de información tanto a nivel nacional como internacional.

Antecedentes nacionales

Vilca y Grimanesa (2016), en su tesis sostienen que “para medir el grado de adherencia entre el agregado pétreo y cemento asfáltico, se efectúen ensayos de laboratorio, en caso la adherencia es deficiente, se debe utilizar un mejorador de adherencia, del cual obtiene excelentes características de adherencia ante diferentes dosis de empleo y se obtenga eficazmente conglomerar dichos materiales para la obtención de un solo producto” (p. 83).

“[...] Con el uso de aditivo de adherencia a la mezcla asfáltica convencional [sic], ejecutaron una simulación de ejecución de un tramo de 1km con un espesor a 3” y un ancho de calzada de 3.60 metros para ver el comparativo económico entre las mezclas asfálticas y poder analizar el costo / beneficio. En donde se manifestó que la mezcla asfáltica modificada pueda tener vida útil de nueve a diez años en óptimas condiciones y en mezclas asfáltica convencional de tres a cuatro años para posteriormente dar mantenimiento para que la capa de rodadura esté en buen estado e incrementar su vida útil” (Cahuana y Limas, 2018, p.79).

Por otro lado, Carhuaricra (2020), recomienda “realizar estudio de adherencia con especificaciones técnicas normadas para prevenir apariciones de deterioros a causa de erosión del clima, a su vez reaccionar para prevenir bajo un porcentaje recomendable” (p. 108).

La durabilidad de las mezclas asfálticas es una propiedad básica de los pavimentos, deben presentar resistencia al agotamiento y acción del agua. Por ello recomienda aditivos de adherencia de la cual menciona la posibilidad el Quimibond 3000 de una proporción de 0.4% - 0.5% en peso del cemento asfáltico (Pinco, 2015, p. 20).

Antecedentes internacionales

Rondón, Ruge y Moreno (2016), sostienen que “el aditivo de adherencia se usa a un criterio para disminuir el contenido asfáltico en la mezcla para aminorar al ahuellamiento, concluyendo que aumentando adherencia al agregado y asfalto mayor es la durabilidad y resistencia ante la humedad” (p. 559).

Orrego, Edward y Ruiz (2016), afirmaron que “emplearon el ensayo Riedel Webber para conseguir el valor de adherencia entre el agregado y ligante bituminoso, concluyendo que el cemento asfáltico 40-50 y 60-70 dan mejor opción para emplear la adhesividad presentándose buena resistencia a la tensión” (p. 68).

En la investigación realizada por Plaza y Rincón (2014), “su propósito estuvo en evaluar el efecto que causa al ligante asfáltico al daño por humedad, concluyendo que el análisis de adhesión que existe entre un ligante asfáltico y el agregado, se afecta por la presencia del agua, constituyéndose un resultado de la humedad atrapada en la mezcla durante su proceso o también la humedad que obtuvo que pudo penetrar desde superficie a partir de la estructura general del pavimento, disminuyendo la unión de agregados y ligante asfáltico” (p. 53).

Figuroa (2015), en su tesis “identificó que uno de los retos es establecer cuando el daño es causado por la humedad y cuando las prácticas constructivas son deficientes, los problemas asociados con la humedad se mantiene en el ahuellamiento, afloramiento de agua, fracturas por fatiga temprana, baches localizados y pérdidas de agregados, sin embargo también se genera por malos diseños de mezclas relacionado con: diseño de mezcla con defecto y/o exceso de cemento asfáltico, baja compactación que repercute en altos vacíos y mezcla con agregado pobre” (p. 49).

Por otro lado, Aranda (2017), en el capítulo tres de su tesis menciona:

[...] Los factores de influencia en el daño por humedad. La susceptibilidad a la humedad incrementa por cualquier factor que haga aumentar el contenido de humedad de la mezcla bituminosa, disminuyendo así la adhesión del ligante a la superficie. Por otro lado, en el análisis de daño se concluyeron que en condiciones húmedas se muestra

que las muestras sin aditivo llegan a estar dañadas en un 50 %. Esto refleja en grandes problemas de adherencia, mientras que las probetas con aditivos a pesar de que demostraron superar el valor límite de la norma, presentan cerca de 15 – 20% de daño... (2017, p. 28 - 46)

“El problema entre la adherencia del agregado y cemento asfáltico afectada negativamente por la humedad, también sigue siendo uno de los aspectos más estudiados y se entiende como punto de partida de muchas fallas en el pavimento” Tomado de la revista científica Investigación Andina, vol. 18, N°2 (2018, p.53).

Por otro lado, los autores Vargas y otros sostienen al respecto

[...] Este tipo de daño puede ocurrir debido a un desgaste de adherencia entre el ligante asfáltico y agregado, o a la difusión de la humedad, debilitando a la estructura de la mezcla y haciéndola más susceptibles a cargas dinámicas. Actualmente existen varios procedimientos que pueden ser utilizados para evaluar de manera cualitativa o cuantitativa la susceptibilidad al daño por humedad tanto en los materiales primarios (asfálticos y agregados) como en la mezcla asfáltica. En la metodología adoptó el método de ensayo AASHTO T283, más conocido como ensayo de Lottman modificado como requerimiento para la determinación a la susceptibilidad de daño por humedad, el cual a su vez corresponde al procedimiento de ensayo más utilizado para cuantificar este deterioro en mezclas asfálticas. (2017, p. 2).

Por su parte, Valdéz, Calabi, Sanchez, Miró y Reyes (2015), “los efectos del agua (daño por humedad) nos indica que la acción del agua, ya sea en forma líquida o vapor, puede producir el despegue justo en el interfaz entre el ligante y el agregado, es decir, un fallo adhesivo. Esto se produce porque el agua penetra, reemplazando al ligante como revestimiento del agregado” (p. 48).

Para Rondón, Hugo y Reyes, Fredy (2012), “el resultado por efecto de la humedad, se observó el desgaste por pérdida de adherencia generando una disminución a la medida y resistencia funcionamiento” (p. 68).

Rondón, Hugo, Ruge, Juan y Moreno, Luis (2016), concluyen que “el cemento asfáltico es impermeable y de baja resistencia química, durante su fabricación presenta un porcentaje en vacíos en aire, aumento en rigidez y viscosidad en presencia con el agua del cual permite una reducción de su contenido, no se descarta que sea una posibilidad en desprendimiento en su aplicación” (p. 566).

“La degradación temprana en la carpeta asfáltica es por desgaste a la adhesividad que son observadas en regiones del país. Por ende, se encomienda el uso de aditivos de adherencia para diseños de mezclas asfálticas en caliente”. (The Bitumen Industry, 2011, p. 13).

El daño provocado por humedad es reconocido por afectar la durabilidad en las mezclas asfálticas, afectando su vida de servicio. El daño inducido por humedad, puede darse por patrones de fallo en cohesivo y/o adhesivo o si son inducidos por la penetración del agua en estado líquido o vapor. (López y Montero, 2017, p.38).

Según Leiva, Aguilar y Camacho (2016), “Uno de los factores que no resisten ante la humedad es aplicar una capa de mezcla asfáltica muy delgada y sobre todo si tiene mal funcionamiento de drenajes” (p. 28).

Para Valdez et al. (2012), “la adherencia contrarresta a la humedad, aun así, colocado en la carpeta asfáltica podría presentar fallos por otros factores” (p. 30).

Para el Ministerio de Transporte y Comunicaciones “Dos son los factores [...] que influyen el diseño y comportamiento del pavimento: la temperatura y las precipitaciones de lluvia o sus similares...” Tomado del Manual carreteras: suelos, geología, geotecnia y pavimentos (2013, p.91).

Para Pugliesi y otros (2019), el “objetivo fue corroborar en laboratorio de ensayos asfaltos convencionales y modificados con aditivo de adherencia, concluyendo que da mayor resistencia con asfalto adicionando el aditivo de adherencia” (p. 3).

En relación a definiciones y teorías que contribuyen a las bases teóricas del presente trabajo de investigación se hace mención a la mezcla asfáltica en caliente, una de las primeras definiciones desarrolladas para la investigación se basa en lo

dicho por Aranda (2016), en su tesis donde define que la “mezcla asfáltica es un compuesto de agregado pétreo y ligante asfáltico para su elaboración deben de calentarse ambos compuestos a altas temperaturas” (p.13).

Por otro lado, sobre la mezcla asfáltica en caliente, Carhuaricra (2020), sostiene que “es una combinación proporcional entre agregado grueso al 90%, fino al 5%, y un ligante asfáltico en 5% y en ciertos casos aditivos” (p. 30).

Cabe mencionar que una propiedad de la mezcla asfáltica en caliente es la Estabilidad para lo cual Peña (2019) nos define “que es el porte hacia la resistir y desplazamiento, imperfecciones durante cargas de tránsito hasta lograr una mezcla adecuada [sic]. [...] Se convendrá mantener un equilibrio en los valores (porcentaje de cemento asfáltico), de ser muy altos podrían ser muy rígidos la mezcla de asfalto...” (p. 26).

Sobre el mejorador de adherencia para asfalto líquido para el Ministerio de Transportes y Comunicaciones

Son productos utilizados en las mezclas asfálticas que tienen por finalidad mejorar la calidad de adherencia entre el asfalto y agregado pétreos [...] La efectividad, compatibilidad y alto rendimiento del aditivo entre el par asfalto – agregado... En el caso de mejoradores de adherencia líquidos, deben ser homogéneos y no presentar separador de fases... Será evaluada según AASHTO T283. Tomado de Especificación técnicas generales para la construcción (2013, p.331). [Para la presente investigación se utilizó el aditivo Quimibond advance, un aditivo líquido que mejora la adherencia entre el agregado y asfalto, permitiendo así una excelente cohesión del pavimento durante largo tiempo]

Morante (2017), en su tesis describe “que la adherencia son fuerzas de fricción moleculares sometidos a acciones permanentes, su evaluación es intervenida con la asistencia del agua” (p. 3).

Para Movilla et al. (2014), concluyeron que “es importante aumentar y seleccionar el agregado fino en el proceso de mezcla con la adhesividad (aditivo).de las cuales podrán variar en su propiedad ante el efecto del agua” (p. 65).

Por otro lado, Mohammad et al. (2016), “resultaron que mientras la mezcla asfáltica contenga mayor porcentaje de vacío en aire ya es referirse que existe la probabilidad de contener humedad.” (p. 68).

Bolívar, Suescun y Silva (2013), “la humedad provoca la pérdida de adherencia en los componentes de la mezcla asfáltica, motivo por el cual los componentes no mantienen su unión con los agregados, por lo que se forman fisuras donde penetra la humedad, expandiéndose en profundidad y tamaño” (p.20-21).

Arzayus y Carrillo (2016), en su tesis sostuvieron que “es de mucha importancia la adhesividad del agregado con el ligante asfáltico, debido a que presentan fenómenos físicos y químico sobre la superficie que pretende separar el ligante del agregado. El defecto de la adhesión se debe a la rotura de las fuerzas entre la unión de los agregados y la cubierta de mezclas asfálticas que conduce a las separaciones físicas” (p. 12).

Para Barry, Charles y Richard (2006), “las condiciones del medio ambiente tienen efectos en el desempeño de pavimentos flexibles, especialmente la humedad que puede afectar la capa de pavimento significantes. (p. 2).

Por su parte Apeagvei, Alex (2006), sostuvieron que “la durabilidad de las mezclas asfálticas depende de la resistencia al daño inducido por la humedad [...] la prueba modificada de Lottman (AASHTO T283) es la más utilizada para evaluar la susceptibilidad a la humedad” (p. 5).

Según Gupta, Rodríguez y Castro (2019), “los aditivos mejoran las propiedades de adherencia con el agregado, de esta manera mejora la resistencia y durabilidad ante la susceptibilidad a la humedad” (p. 3).

Para Aldez, Pérez y Calabi (2012), “los impactos medioambientales tienen una gran influencia en el comportamiento mecánico del pavimento y son dos: la temperatura y la humedad. Estos son los efectos que afectan las características del pavimento” (p. 30).

Vargas (2013), “El mal estado de los pavimentos son la consecuencia de estructuras inadecuadas en el diseño o construcción; frecuentemente se asocian con la presencia de humedad, cuyo comportamiento es deficiente [...] en la actualidad se comienza a revelar la importancia del estudio de los efectos de la humedad” (p. 7).

Barbudo, Jiménez, Ledesma y Sierra (2015), consideran que “para realizar una buena elección del tipo de pavimento se tiene que considerar las características superficiales buscando un equilibrio entre seguridad (adherencia) y comodidad (regularidad superficial), así como los criterios económicos durante la ejecución, conservación y mantenimiento” (p. 6).

En su investigación, Villegas et al. (2014), concluyeron que “el mejor uso en los pavimentos flexibles, es ofreciendo las normativas que sirven para dar una mejora orientación, además informa que los ambientes climatológicos orientan al ámbito del material bituminoso” (p. 12).

“La adhesividad en el espacio de los agregados a los ligantes bituminosos es un fenómeno muy complejo donde intervienen muchos factores como la humedad. Una forma de evaluación de la adhesividad entre el agregado y ligante es mediante el ensayo de inmersión a la compresión” Tomado de la Revista Viabilidad y Transporte Latinoamericano (2015, p.19).

“La aplicación principal es mejorar la adherencia durante proceso constructivo del concreto asfáltico y agregados, es un promotor de adherencia en mezclas, Es recomendable su uso para ser aplicados en ambientes con alto contenido humedad. La dosificación varía entre 0.1% - 0.4% del peso del cemento asfáltico” (QSI Perú SA, 2016, p.1)

Según MTC los resultados deben ser en porcentaje de adherencia entre un ligante asfáltico y muestra del agregado a usarse en un pavimento asfáltico. Tomado de Manual de ensayo de materiales (2016, p. 658).

Para Merizalde (2017), define que “la adherencia son tracciones moleculares que existen entre el ligante asfáltico y agregado pétreo, una vez mezclado resultan contraer esfuerzos adhesivos” (p. 18).

Por su parte López y Montero (2017) sostienen que “[...] el daño por humedad dependerá de efectos combinados de las propiedades en materiales a usar, parámetros en diseño de mezcla, el nivel de tráfico y factor ambiental” (p. 38).

Para el MTC el ensayo Marshall es la preparación y compactación de muestra de un espesor aproximada a 64 mm y un diámetro de 102mm y calculan cuantificaciones tales como estabilidad, flujo, resistencia a tracción indirecta” Tomado del Manual de Ensayo de Materiales (2016, p. 583).

Reyes, Camacho, Fernando y Londoño, Angie (2013), sostienen que “para el óptimo contenido del asfalto se aplica un porcentaje con una energía de compactación de 75 golpes por lado obtienen entre 5.00% y 5.90% porcentaje óptimo de asfalto una vez elaboradas los sub ensayos tales como densidad, estabilidad, flujo y porcentaje de vacíos” (p. 222)

En relación al ensayo resistencia a la compresión el MTC evalúa la mezcla asfáltica compactada y es sumergida al agua a 25°C por 2 horas mínimas acelerando reposado en agua, predice las deficiencias en desprendimiento por un largo plazo con el uso de aditivos de adherencia y se usa la norma AASHTO 283 (Resistencia de las mezclas asfálticas compactadas al daño inducido por la humedad).” Tomado del Manual de Ensayo de Materiales (2016, p. 661).

Por su parte Peña (2019), “Un segundo grupo, primero llenaran las briquetas en un recipiente de agua para luego ser mantenidos en 18°C durante 16 horas, posteriormente en un baño de 60°C por 24 horas, por consiguiente, se colocan en un baño de 25°C para ser ensayadas alcanzando al 80% el requerimiento mínimo del TSR (“tensile strength ratio”)” (p.38)

III. MÉTODO

3.1 Tipo y diseño de investigación Aplicada

La presente investigación fue de tipo aplicada. Para Borja (2012, p.10), la investigación aplicada “nos da a conocer, para proceder, edificar y cambiar situaciones problemáticas, a su vez está más interesado en estudio contiguo de una dificultad antes que el progreso de un conocimiento de importe mundial”.

Diseño Experimental.

El diseño de la investigación realizada fue experimental. Según Borja (2012, p.14, 29), “se verifica la hipótesis mediante manipulaciones de variables por el investigador, a la vez establece la relación entre causa y efecto de un fenómeno social o físico [...] es experimental cuando las variables independientes son manipuladas mientras que la variable dependiente se mantiene como esta”.

Por otro lado, Bernal (2010, p. 145), “se requiere la manipulación intencional de una a más variables independientes para que así logre algún impacto en lo experimentado”. [Para la presente investigación se manipuló la variable independiente para que produzcan efectos por comportamiento de la variable dependiente].

Enfoque Cuantitativo

De acuerdo al enfoque la investigación desarrollada fue cuantitativa. Según Borja (2012, p.11), “para saber la realidad es mediante la recolección de información, el investigador puede contestar sus preguntas y probar las hipótesis a través de conteo numérico, estadísticas que dan conformidad a los patrones con exactitud de comportamiento de una población”.

Nivel Descriptivo, correlacional El nivel de la investigación fue descriptivo correlacional. Según Borja (2012, p. 13), “es saber caracterizar fundamentos de estudio y detallar dicho objeto además se investigan y determinan sus propiedades Para Borja (2012) es correlacional por “el indicio que hay entre la relación y sucesos proporcionados para predecir un resultado, [...] podrán predecir si existen relación entre variables.” (p. 13).

3.2 Variables y operacionalización

Según Bernal (2010), “son aquellas que trazan correlación de efectos y causas, se presentan y se explica en la hipótesis correlacional” (p. 139).

Por su parte, Borja (2012) sostiene que “el investigador debe definir sus variables estudiadas para poder pasar a su término operacional con datos concretos y que sea medible” (p. 24).

Las variables que se utilizaron para la investigación denominada: “Análisis de comportamiento de la mezcla asfáltica en caliente con aditivo Quimibond Advance para climas húmedos en av. María Parado de Bellido, del distrito Villa María del triunfo” fueron:

- **Variable Independiente:** Aditivo Quimibond Advance.
- **Variable dependiente:** Mejora la mezcla asfáltica en caliente para climas húmedos.

3.3 Población, muestra y muestreo

Población

Borja (2012),” se designa población o universo la vinculación de elementos que son datos de un subgrupo que representa a la población y que son sometidos al estudio [...] se utiliza estadísticas para seccionar una parte de la población que tenga validez” (p. 30). [En el proyecto de investigación la población fue la vía de 2 kilómetros de la av. María Parado de Bellido del distrito de Villa María del Triunfo]

Muestra

Según Hernández, Fernández y Baptista (2014, p. 175), mencionan que “la muestra es esencia, subgrupo de la población. Pocas veces es posible medir a toda la población, por tanto, se pretende que el subgrupo sea un reflejo fiel conjunto de la población”. La muestra para el proyecto de investigación fue la mezcla asfáltica en caliente adicionada con aditivo Quimibond advance y se utilizó como muestra 322.40 metros lineales según el cálculo del tamaño de muestra (Ver detalle en el Anexo 4.1) de la av. María Parado de Bellido del distrito Villa María del Triunfo.

Muestreo probabilístico

Borja (2012), “las muestras aleatorias se asemejan a la probabilidad del objeto del estudio en muestreo aleatorio simple” (p. 32). [El muestro fue de tipo probabilístico de muestreo de aleatorio simple, debido a que la muestra será elegida al azahar, debido a que la vía pavimentada tiene las mismas características en todo su tramo].

“La **unidad de análisis** nos indica que los elementos serán medidos; en recapitulación, los elementos a quienes se aplicará el instrumento de medición” (Borja, 2012, p.31). [Para el estudio, **la unidad de análisis** fue el MAC utilizada en la av. María Parado de Bellido, Villa María del triunfo, Lima].

3.4 Método de análisis de datos

De acuerdo a Hernández, Fernández y Baptista (2010), “una vez obtenida el diseño de investigación y estudio de muestra conveniente, se recolecta datos, variables de estudio de las cuales se elaborarán procedimiento minucioso para una intención específica” (p. 198). [Para la investigación se asistió a la zona de estudio con el objetivo de reconocer el estado en que se encontraba el pavimento asfáltico; asimismo, se elaboraron ensayos de laboratorio].

3.5 Procedimientos

Se realizaron la recopilación de datos de la siguiente manera:

- 1) Se reconoce en situ la problemática del cual se planteó la hipótesis.
- 2) Se evalúa el lavado asfáltico de la mezcla asfáltica existente en la Av. María Parado de Bellido para obtener el análisis granulométrico, porcentaje óptimo de cemento asfalto con la empresa VALMER para (ver en Anexo 4 a.)
- 3) La empresa Grupo M&V Ingenieros SAC, realizan los ensayos siguientes: Ensayo Marshall, Ensayo Lottman,
- 4) La investigación solo contemplara la Resistencia a la Tracción Indirecta (TSR) por unidad, por el Manual de ensayos de materiales. Lima, Perú, 2016. La norma MTC E – 504 (2016) Resistencia de mezclas bituminosas usando el aparato Marshall. Y ensayo Lottman AASHTO T 282 (Resistencia a la Tracción indirecta ó llamado también resistencia al daño por humedad). Así mismo las normas establece los procedimientos para preparar y probar especímenes de concreto asfáltico con el propósito de medir el efecto del

agua y donde se promedia seis especímenes para cada prueba, tres para ser probados en seco y tres para ser probados después de la saturación parcial y acondicionamiento en baño con agua.

- 5) Una vez obtenidos los resultados de ensayos en laboratorio, corresponderá a comparar nuestra hipótesis, elaborar las conclusiones por consecuente se elaborará las recomendaciones finales del informe de investigación

3.6 Técnicas e instrumentos de recolección de datos:

Técnica

Bernal (2010, p. 192), manifiesta que “hay variedades de técnicas y/o materiales para coleccionar datos en el área de investigación”.

Para lograr el objetivo de la investigación se utilizaron las siguientes técnicas.

- ✓ Muestras de Campo.
- ✓ Ensayos de laboratorio.
- ✓ Análisis de contenido.
- ✓ Pruebas de rendimiento.
- ✓ Pruebas de estadísticas.

Instrumentos de recolección de datos

Hernández, Fernández y Baptista (2014), “para alcanzar a la realidad se usa criterios del investigador, no hay probabilidad de instrumentos autosuficientes por lo que opta la necesidad adicional de métodos y técnicas para el desempeño del estudio” (p.199).

Para seleccionar la distancia a estudiar, se utilizó la fórmula de muestra finita:

En el proyecto de investigación se utilizaron los siguientes instrumentos

- ✓ Extracción de testigos (Briquetas)
- ✓ Ensayos de Marshall en laboratorio
- ✓ Ensayo de inmersión y comprensión en laboratorio

Validez

Para Palella Stracuzzi y otros (2012, p.160) “se puede definir como ausencia de orientación, se estudia lo que realmente pretende medir”. [La investigación ha sido sometida por evaluación de ingenieros y técnicos especialistas en conocimiento del estudio, cuya determinación de evaluación se presenta en el siguiente cuadro (Ver detalle en el anexo 4.2)].

Confiabilidad

Para Palella y otros (2012, p .164), “es confiable cuando es estudiado la causa por diferentes instrumentos, de las cuales los resultados son semejantes”. [En este sentido para la confiabilidad de los instrumentos se sustentó con las certificaciones de los ingenieros y técnicos especialistas involucrados en la elaboración de ensayos y la ficha de recolección de datos].

3.7 Aspectos Éticos:

El desarrollo del proyecto de investigación se realizó sobre la base de los valores éticos de los investigadores. Asimismo, para garantizar la objetividad de los trabajos realizados en la avenida María Parado de Bellido se veló por el cumplimiento de parámetros establecidos para extraer las muestras y posteriormente sean llevados al laboratorio.

Los principios de nuestra investigación estuvieron relacionados con el respeto, la honestidad y transparencia en relación al contenido presentado y a los autores citados valorando los derechos de autor. Por lo expuesto, se priorizó el cumplimiento de las normativas y protocolos solicitados por la Universidad, tales como:

- Resolución del vicerrectorado de investigación W 008-2017- VI/UCV.
- Referencias estilo ISO 690 y 690-2
- Transparencia durante el proceso de investigación ¿cómo? llevando el trabajo de investigación sin alteraciones, sin manipulaciones
- No plagiar tesis de otros autores usando el turnitin para validar la autenticidad de datos

- Respetar los parámetros establecidos por la SUNEDU y la universidad
- Comunicar las consecuencias de investigación obtenidos con veracidad.
- Las respuestas deben ser abiertos a la revisión y al análisis
- No manipular los datos
- Debe existir coherencia entre marco metodológico y de la investigación científica aplicada.



IV. RESULTADOS

4.1 Recopilación de información:

4.1.1 Planteamiento experimental

En este estudio se planteó experimentar aplicando un aditivo de adherencia hacia la mezcla asfáltica en caliente convencional en la Av. María Parado de Bellido, del Distrito de Villa María del Triunfo, para ello se tuvo que realizar briquetas con diamantina para estudiar el contenido de dosificación y comprobar la inexistencia de aditivo de adherencia.

Para ello se realizó los ensayos mediante documentos técnicos: manual de carreteras – Especificaciones Técnicas Generales para Construcción EG-2013 (Ministerio de Transportes y Comunicaciones, 2013), Manual de ensayo de Materiales (Ministerio de Transportes y Comunicaciones, 2016), norma ASTM, AASHTO.

Los materiales utilizados para la mezcla asfáltica son:

- Agregados gruesos cantera Cajamarquilla, obtenido en la planta de chancado (45%).
- Agregado fino: cantera Cajamarquilla, obtenido en la planta de chancado (55%)
- Tipo de asfalto: PEN 60/70 Refinería Repsol.
- Aditivo mejorador de adherencia: Quimibond Advance (0.35% en peso del cemento asfáltico).

4.1.2 Agregados

En cuanto al análisis granulométrico se consideró el Manual de Carreteras Especificaciones Técnicas Generales para la Construcción EG-2013 TOMO I sección 423, en donde establecen parámetros de calidad de las cuales beneficiara el comportamiento mecánico de los agregados para la elaboración del MAC-2 Se obtuvieron de la cantera de agregados Cajamarquilla y son los siguientes: Grava triturada < 1/2 (Ver figura 1)

- Arena triturada $< 3/8$ (ver figura 2)
- Relación polvo – asfalto (ver figura 3)

Figura 1: Piedra chancada 1/2



Fuente: *elaboracion propia 2020*

Figura 2: Arena triturada de 3/8



Fuente: *elaboracion propia 2020*

Figura 3: relacion polvo/asfalto



Fuente: *elaboracion propia 2020*

4.1.3 . Análisis granulométrico

Según la Dirección General de Caminos y Ferrocarriles. Ministerio de Transportes y Comunicaciones. Manual de ensayos de materiales. Lima, Perú, 2016. La norma MTC E – 107 (Análisis Granulométrico de suelos por Tamizados.) En la tabla 1 siguiente indicamos los parámetros del agregado grueso y finos en la tabla Especificaciones margen derecha color Azul describe los parámetros normativos. Así mismo se puede apreciar tipos de MAC en ver (Anexo 4.18).

Requerimiento para los agregados gruesos (norma MTC E-107)

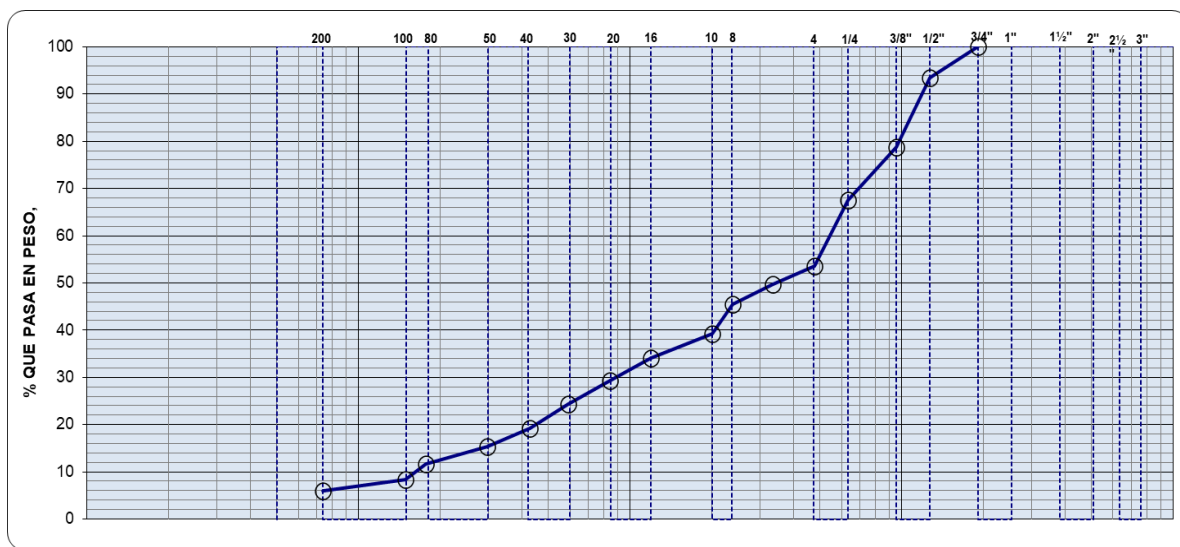
TABLA 1. Combinación física de los agregados

Tamiz		Material retenido				Especificaciones		Descripción
Ø		Peso	Retenido	Acumulado	Pasante	min.	max.	
Pulgada	mm	(g)	(%)	(%)	(%)	(%)	(%)	
						MAC 2		
					100.0			Grava (%) 46.4
1/2"	12.70		6.6	6.6	93.4	80	100	Arena (%) 47.6
3/8"	9.53		14.6	21.2	78.8	70	88	
¼"	6.35		11.2	32.4	67.6			Pasante N° 200 (%) 6.0
N° 4	4.76		14.0	46.4	53.6	51	68	Peso Inicial (gr)
N° 6	3.36		3.8	50.2	49.8			Peso lavado (gr)
N° 8	2.38		4.3	54.5	45.5			
N° 10	2.00		6.2	60.7	39.3	38	52	L. L (%)
N° 16	1.19		5.3	66.0	34.0			L.P (%)
N° 20	0.84		4.7	70.7	29.3			I.P (%)
N° 30	0.59		5.0	75.6	24.4			
N° 40	0.43		5.1	80.8	19.2	17	28	CLASIFIC. SUCS :
N° 50	0.30		3.8	84.6	15.4			CLASIFIC. AASHTO :
N° 80	0.18		3.7	88.3	11.7	8	17	
N° 100	0.15		3.4	91.7	8.3			
N° 200	0.074		2.3	94.0	6.0	4	8	
Bandeja			6.0	100.0	0.0			

Fuente: Elaboración propia

Así mismo en la Tabla 1 se detalla que los agregados gruesos se dan desde los tamices de 3" – hasta la malla N°4. Para el agregado Arena se detallan desde la malla N°4 hasta la malla N°100 y para finos pasan por el porcentaje de la malla N°200.

Figura N°4 Gráfica de la combinación Física de los Agregados



Fuente: Elaboración propia

4.1.4 ligante bituminoso

Según El manual de carreteras - Especificaciones Técnicas Generales Para la Construcción EG—2013 (Ministerio de Transportes y Comunicación, 2013 – TOMO I) Clasifica a los cementos asfálticos según el grado de viscosidad absoluta media a 60°C además influye el grado de penetración en base a la durabilidad por medida en ensayo a la penetración. La aplicación será en características climatológicas de la región, de tal manera nuestra investigación se realizó en la ciudad de Villa María del Triunfo, Lima. Por ende, la sección va de acuerdo a la tabla 415-01. En la Tabla N° 06. Se especifica la selección del tipo del cemento asfáltico según las condiciones climatológicas de la ciudad de Lima.

Tabla N°2 Selección del tipo de Cemento asfalto

Selección del tipo de cemento asfáltico resultado del ensayo de caracterización realizada al Cemento Asfáltico PEN 60/70			
Temperatura Media Anual			
24°C o más	24°C -15°C	15°C - 5°C	Menos de 5°C
45 - 50 ó 60-70 modificado	60-70	85 - 100 120 - 150	asfalto modificado

Fuente: *Ministerio de Transportes y Comunicaciones*

4.2 Ensayo de Marshall para el diseño de Mezcla Asfáltica en Caliente tipo MAC – 2

Una vez obtenido nuestros porcentajes obtenido por el ensayo granulométrico y el PEN 60/70 a utilizar para nuestra elaboración de briquetas las cuales se emplearan diversos ensayos importantes para lograr el Porcentaje del Contenido Optimo del Cemento Asfalto, los ensayos mas resaltantes son:

- Peso Unitario
- Vacíos llenos de aire
- Vacíos en el agregado mineral
- Flujo
- Estabilidad

Para a elaboración del Ensayo Marshall se recurrió al Manual de ensayos de materiales. Lima, Perú, 2016. La norma MTC E – 504 (2016) Resistencia de mezclas bituminosas usando el aparato Marshall.

Así mismo en procedimiento a la norma ASTM D-6927 se procedió a realizar cinco (05) briquetas empleadas en las siguientes proporciones al porcentaje Cemento Asfalto 4.5%, 5.0%, 5.5%, 6.0% y 6.5% de las cuales se observan en la Tabla N°3

Tabla N°3 Cemento Asfáltico en Peso de la mezcla

Características de la Mezcla:	C.A. EN EL PESO DE LA MEZCLA				
	4.5	5.0	5.5	6.0	6.5
% de ASFALTO					
- N.º de golpes por cara	75	75	75	75	75
- Peso Específico bulk, g/cm ³	2.298	2.327	2.355	2.387	2.384
- Vacíos, %	9.0	7.1	5.2	3.2	2.6
- Vacíos llenos con Cemento Asfáltico, %	53.4	61.7	71.4	81.8	85.8
flujo 0.25mm	9.0	10.3	11.3	12.7	13.7
ESTABILIDAD (kg)	943.0	1040.0	1163.0	1234.3	1123.3
- V.M.A., %	19.2	18.6	18.1	17.4	18.0

Elaboración propia.

Así mismo se procedió con el Manual de ensayos de materiales. Lima, Perú, 2016. La norma MTC E – 504 (2016) Resistencia de mezclas bituminosas usando el

aparato Marshall. con la referencia normativa que dispone norma internacional ASTM-D6926 (Práctica estándar para la preparación de muestras bituminosas con Marshall) para la determinación de estabilidad y flujo Marshall se puede replicar una regla de precisión para promedio que a la vez tenga un peso específico dentro de ± 0.02

Los niveles aproximados fueron tres (03) briquetas empleadas en las siguientes proporciones al porcentaje Cemento Asfalto 5.6%, 5.8%, 6.0% de las cuales se observan en la Tabla N°4.

Tabla N°4 Porcentaje Optimo con relaciona al C/A

Características de la Mezcla:	Cemento Asfalto En el Peso de la Mezcla					
- N.º de golpes por cara	75					
- Contenido Óptimo de Cemento Asfáltico, % *	5.6		5.8		6.0	
- Peso Específico bulk, g/cm ³	2.365		2.380		2.385	
- Vacíos, %	5.0		4.1		3.8	
- Vacíos llenos con Cemento Asfáltico, %	72.0		76.0		80.0	
- V.M.A., %	18.0		17.9		17.8	
- Estabilidad, lb (kN)	2620.0	(11.65)	2670.0	(11.88)	2700.0	(12.01)
- Flujo, 0.01" (0.25 mm)	11.2	(2.8)	12.5	(3.1)	12.8	(3.2)

Fuente: Propia

Según la Norma Internacional ASTM D-1559, el contenido del Cemento Asfalto (C/A). se obtiene a través de 3 características principales de la mezcla, de las cuales se detallan en la tabla N°5

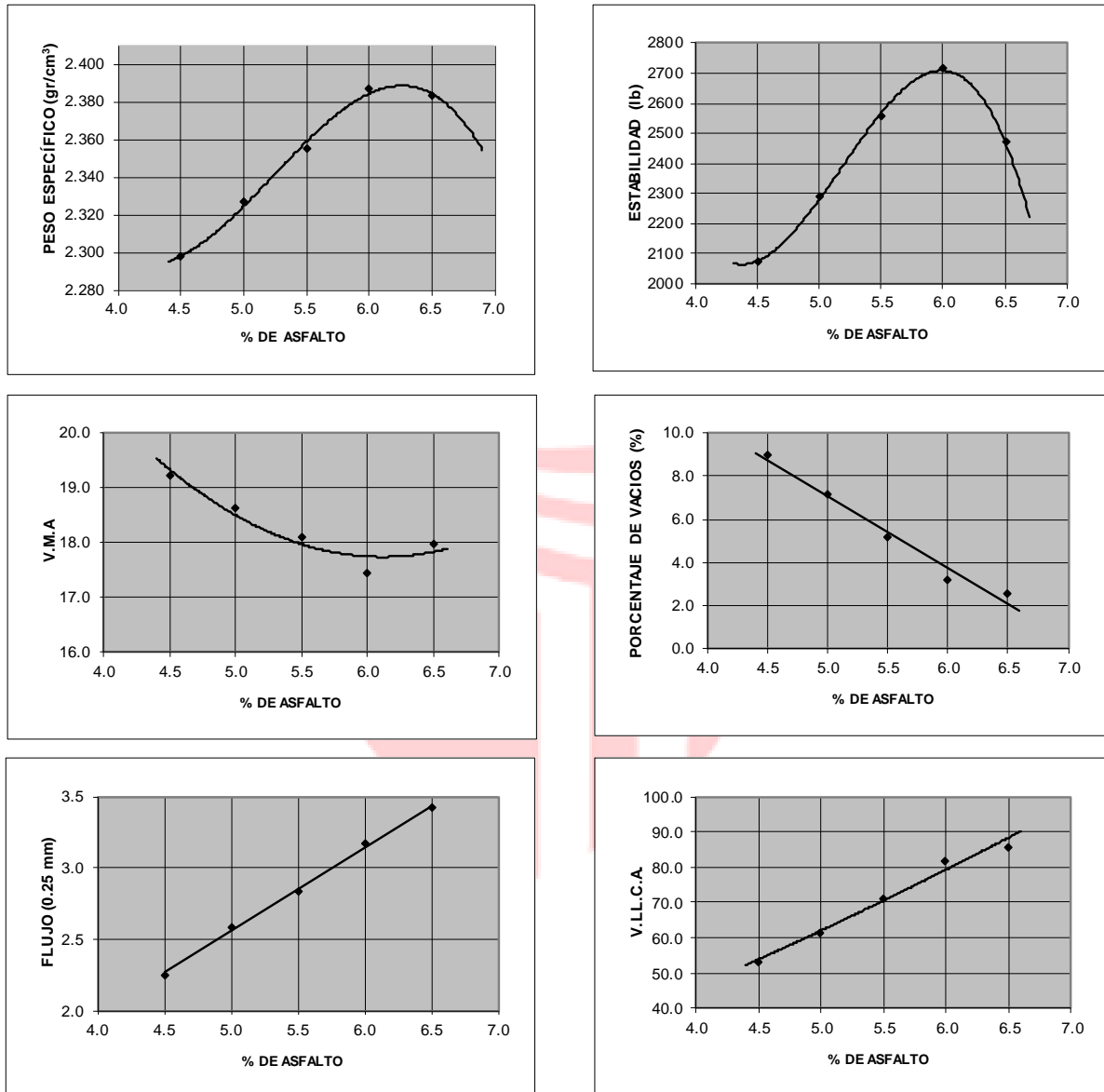
Tabla N°5 Optimo Contenido del CA

PORCENTAJE OPTIMO CONTENIDO DE CEMENTO ASFALTO	
PESO UNITARIO	6.00
VACIOS	5.7
ESTABILIDAD	5.83
PROMEDIO	5.80

Elaboració propia

Despues de haber obtenido el porcentaje (%) Óptimo del cemento asfaltico se interpolan los graficos en método del Ensayo Marshal

Figura N°5 Grafica de tendencias de parámetros



Elaboracion propia

En la figura N°5 se presentó el cumplimiento en los parametros tales Peso Especifico, Estabilidad, Vacíos mineral aire, porcentaje de vacios, Flujo, Vacios lleno en cemento asfaltico, relacionado al 5.80 de C.A.

En la tabla N°6 es el resultado de los parametros establecido en por Marshall en MTC E504 del Manual de Ensayos de Materiales, Especificaciones Técnicas Generales para Construcción (EG-2013).

Tabla N°6 Resumen de resultados para la dosificación del C.A

	UNIDAD	-0.2%	OPTIMO % C.A.	-0.2%	ESPECIFICACIÓN NORMA ASTM D- 1559
Nº DE GOLPES POR CARA		75	75	75	75
		5.6	5.8	6	(+0.2%)
PESO UNITARIO	g/cm ³	2.365	2.38	2.385	
VACÍOS	%	5	4.1	3.8	(3 - 5)
VACÍOS LLENOS CON C.A.	%	72	76	80	
V.M.A.	%	18	17.9	17.8	Mín. 14
ESTABILIDAD	lb (kN)	2620 (11.65)	2670 (11.88)	2700 (12.01)	Mín. 815
FLUJO	0.01" (0.25 mm)	11.2 (2.8)	12.5 (3.1)	12.8 (3.2)	(2 - 4)
ESTABILIDAD / FLUJO	kg/cm		3915		1700 - 4000
TEMPERATURA DE LA MEZCLA	°c		145		

Fuente propia

Así mismo en la tabla N°7 se determinaron dentro del contraste de los parametros establecidos en la Norma Internacional ASTM D-1559, obteniéndose MAC en siguiente demostración:

Tabla N°7: Dosificación para el MAC-2 + Aditivo

Proporciones de mezcla :	
(1) Agregado grueso, % *	45.00
(2) Agregado fino, % *	55.00
Materiales:	
- Tipo de Asfalto	PEN 60-70 (proporcionado por el solicitante).
- Aditivo mejorador de Adherencia	QUIMIBOND ADVANCE (0.35% en peso del Cemento Asfáltico)
- Agregado grueso	Cantera Cajamarquilla, obtenido en la Planta de Chancado (45%)
- Agregado fino	Cantera Cajamarquilla, obtenido en la Planta de Chancado (55%)

Fuente propia

4.3 Ensayo Lottman modificado (Efecto de humedad sobre mezclas asfálticas) Normas ASTM D-4867 AASHTO T-283

Para la elaboración del ensayo Lottman (Resistencia a la Tracción indirecta ó llamado también resistencia al daño por humedad) se distribuyeron grupos de briquetas en mezcla asfáltica en caliente proporcionando Aditivo Quimibond Advance con dosificaciones diferentes 0.15% y 0.35%. De tal manera que se subdividieron en 2 grupos de las cuales fueron grupo en Seco y grupo en vía de humedad determinando la relación de resistencia a la tracción indirecta (TSR), poniéndose a prueba según las especificaciones técnicas de la norma AASHTO T-283.

4.3.1 Diseño de Mezcla Asfáltica modificado

Para la elaboración de la mezcla modificada con aditivo, se utilizó los parámetros previstas al ensayo Marshall (Ver Tabla N°7),

Tabla N°8 Diseño de Composición de Mezcla Asfáltica

AASHTO T-283 (2003)*	METODO DE ENSAYO ESTÁNDAR PARA LA RESISTENCIA DE MEZCLAS ASFÁLTICAS COMPACTADAS AL DAÑO INDUCIDO POR HUMEDAD.		
MEZCLA ASFÁLTICA:	Grava Chancada de ½"	45.0%	(Cantera Cajamarquilla)
	Arena Chancada	55.0%	(Cantera Cajamarquilla)
	Aditivo mejorador de adherencia	0.15%	(en peso de Asfalto)
	Aditivo mejorador de adherencia	0.18%	(en peso de asfalto)
	Aditivo mejorador de adherencia	0.20%	(en peso de asfalto)
	Aditivo mejorador de adherencia	0.25%	(en peso de asfalto)
	Aditivo mejorador de adherencia	0.35 %.	(en peso de Asfalto)
	Porcentaje de Asfalto	5.8 %.	PEN 60-70
TIPO DE ASFALTO :	Cemento asfáltico Pen 60-70		
TIPO DE ADITIVO :	Mejorador de adherencia QUIMIBOND ADVANCE		
TIPO DE ADITIVO :	Mejorador de adherencia QUIMIBOND ADVANCE		

Elaboración propia

4.3.2 Compactación variable

Según Manual de Carreteras, Especificaciones Técnicas Generales para la Construcción (EG- 2013) en subsección 423.05 (f) la Norma ASTM D-4123-82, (valor del Módulo resiliente) se presentó a 75 golpes por cara de la probeta que muestre en los ensayos En la siguiente tabla N°9 se elaboraron 6 briquetas con 0.15% de aditivo Qumibond Advance. con relación 5.8% al Cemento Asfalto.

Tabla N°9 Método de ensayo estándar para la resistencia de mezclas asfálticas compactadas al daño inducido por humedad.

Acondicionamiento de Muestra	En Seco ^(d)			En Húmedo ⁽¹⁾		
	1	2	3	4	5	6
Nº Espécimen						
Promedio de Vacíos de Aire (%)	7.1			7.0		
Resistencia a la Tensión en cada espécimen - psi	31.29	31.86	32.33	25.06	26.04	24.80
Promedio de Resistencia a la Tensión en cada condición - psi (St _d , St ₁)	31.83			25.30		
Daño por humedad (visual) ⁽²⁾	0			0		
Agregados fracturados (visual)	No presenta			No presenta		
Razón del esfuerzo a la tensión - TSR (promedio St₁/St_d) = 79.5%						

Elaboración propia.

En la Tabla N°9 se realizó tres (03) especímenes en estado en seco y (03) en estado Húmedo. De las cuales el promedio de vacíos de aire (%) en Seco es de 7.1%, mientras que en Húmedo es de 7.00%. Para el promedio de resistencia a la tensión en cada espécimen fueron en briketa en Seco 31.83 psi, mientras que en Húmedo fue 25.30 psi. Resultando el promedio a razón del esfuerzo a la tensión un promedio de 79.5% del cual no cumple con los requisitos de la norma AASHTO T-283.

Por otro lado en la tabla N°10 se realizó 6 briquetas con la adición de 0.35% de aditivo Quimibond Advance con relación 5.8% al Cemento Asfalto

Tabla N°10 Método de ensayo estándar para la resistencia de mezclas asfálticas compactadas al daño inducido por humedad.

Acondicionamiento de Muestra	En Seco ^(d)			En Húmedo ⁽¹⁾		
	1	2	3	4	5	6
Nº Espécimen						
Promedio de Vacíos de Aire (%)	7.1			7.0		
Resistencia a la Tensión en cada espécimen - psi	32.51	31.33	30.30	29.44	27.32	27.42
Promedio de Resistencia a la Tensión en cada condición - psi (Std, St ₁)	31.38			28.06		
Daño por humedad (visual) ⁽²⁾	0			0		
Agregados fracturados (visual)	No presenta			No presenta		
Razón del esfuerzo a la tensión - TSR (promedio St₁/Std) = 89.4%						

Elaboración propia

En la Tabla N°10 se realizó tres (03) especímenes en estado en seco y (03) en estado Húmedo. De las cuales el promedio de vacíos de aire (%) en Seco es de 7.1%, mientras que en Húmedo es de 7.00%. Para el promedio de resistencia a la tensión en cada espécimen fueron en briqueta en Seco 31.38 psi, mientras que en Húmedo fue 28.06 psi. Resultando el promedio a razón del esfuerzo a la tensión un promedio de 89.4% del cual si cumple con los requisitos de la norma AASHTO T-283.

Con los Valores podriamos realizar un tanteo matemático aplicando la formula de interpolación lineal de las cuales denominamos con "X" ; 0.18, 0.20 y 0.25% de aditivo quimibond advance con relación al Cemento asfalto.

Formula de Interpolación Lineal:

$$Y = Y_0 + \left(\frac{X - X_0}{X_1 - X_0} \right) x (Y_1 - Y_0)$$

- Para valores al 0.18%

Se considera: X₀: 0.15% de Aditivo ; X₁: 0.35% de Aditivo ; Y₀: 79.5% TSR

; Y1 89.4% TSR X: Relativo al 0.18% ; Y=?

Reemplazando obtenemos valores Y

$$Y = 79.5 + \left(\frac{0.18 - 0.15}{0.35 - 15} \right) x (89.4 - 79.5) = 80.98 \text{ Redondeo } 81\% \text{ de TSR}$$

- Para valores al 0.20%

Se considera: Xo: 0.15%de Aditivo ; X1: 0.35% de Aditivo ; Yo: 79.5% TSR

; Y1 89.4% TSR

X: Relativo al 0.20% ; Y=?

Reemplazando los valores Y

$$Y = 79.5 + \left(\frac{0.20 - 0.15}{0.35 - 15} \right) x (89.4 - 79.5) = 81.97 \text{ Redondeo } 82\% \text{ de TSR}$$

- Para valores al 0.25%

Se considera: Xo: 0.15%de Aditivo ; X1: 0.35% de Aditivo ; Yo: 79.5% TSR

; Y1 89.4% TSR

X: Relativo al 0.25% ; Y=?

Reemplazando los valores Y

$$Y = 79.5 + \left(\frac{0.25 - 0.15}{0.35 - 15} \right) x (89.4 - 79.5) = 84.45 \text{ Redondeo } 84\% \text{ de TSR}$$

En la Tabla N°11 se realiza el comparativo con las diferentes cantidades de aditivo Quimibond Advance

Tabla N°11 Recubrimiento en mezclas agregadas

Mezcla Asfáltica en Caliente	Cantidad de aditivo al 0.15%	Cantidad de aditivo al 0.18%	Cantidad de aditivo al 0.20%	Cantidad de aditivo al 0.25%	Cantidad de aditivo al 0.35%
Resistencia a tracción indirecta (TSR)	NO CUMPLE ASTM D-4867 79.5% ≥ 80.0%	SI CUMPLE ASTM D-4867 80.98% ≥ 80.0%	SI CUMPLE ASTM D-4867 81.97% ≥ 80.0%	SI CUMPLE ASTM D-4867 84.45% ≥ 80.0%	SI CUMPLE ASTM D-4867 89.4% ≥ 80.0%

Elaboración propia

4.3.3 Cubrimiento de los agregados con materiales asfálticos en presencia de agua mezclas abiertas

Según manual de ensayos de materiales MTC E – 517 (Ministerio de Transportes y Comunicaciones, 2016. Así mismo con referencia a la norma AASHTO T- 182 (Recubrimiento y pelado del betún en mezclas agregadas) nos menciona para llegar a un revestimiento viable como mínimo debe ser 95%, de los cuales nuestro resultado con el aditivo quimibond advance adicionando el 0.35% alcanzo al 100% de revestimiento.

se muestra a continuación en la tabla N°12 el revestimiento alcanzado con la adición de 0.35% de aditivo de adherencia Quimibond Avance así mismo ver en Anexo 4..

Tabla N°12 Recubrimiento en mezclas agregadas

IDENTIFICACION DE LA MUESTRA		REVISTIMIENTO (%)	CUBRIMIENTO (%)
CANTERA "Cajamarquilla"	ADITIVO QUIMIBOND ADVANCE	100	+95

Elaboración propia

V. DISCUSIÓN

En la presente tesis se llevó a cabo el análisis del comportamiento de la mezcla asfáltica en caliente mejorado con un promotor de adherencia y su efecto en climas húmedos, caso av. María Parado de Bellido, Villa María del Triunfo- Lima. Durante el proceso de elaboración de la mezcla asfáltica, se evaluaron las muestras extraídas para posteriormente ser analizadas y estudiadas sus propiedades físicas y mecánicas que es el comportamiento que se genera al ser sometido a climas húmedos, con la única finalidad de obtener un producto con propiedades mecánicas que resista y se adhiera ante la humedad.

Para nuestro desarrollo de proyecto de investigación, se discutió mediante nuestros antecedentes más resaltante y semejante a nuestras investigaciones en tanto a los resultados obtenidos pasamos a detallar lo siguiente:

Según Vilca y Grimanesa (2016) podemos decir que en su ensayo de estudio de adherencia su requerimiento mínimo en su uso de aditivo quimibond 3000 usando el 0.85% cumplieron el 95% de recubrimiento estimado mínimo según la norma ASTM D3625 (adherencia en mezclas asfálticas), mientras que con nuestro resultado se con el 0.35% de aditivo resulto un revestimiento de 100%, en cuanto Pinco (2015) usó un promedio de 6.3% de cemento asfáltico, un comportamiento homogéneo en la mezcla de 37.01% de grava, grava triturada 54% y 7% filler de cemento, mientras en nuestro ensayo logramos la dosificación de análisis granulométrico dentro de los parámetros normadas, de la mismo modo se usó el aditivo Quimibond Advance, utilizando el 0.35% de aditivo de adherencia logramos el 97% de recubrimiento estimado mínimo según la norma MTC E-517-2016. (Revestimiento y desprendimiento de mezclas agregados – bitumen.) Para Carhuaricra (2020) En su recolección de datos obtuvieron agregados de tres canteras distintas para optimizar su adherencia de los agregados así mismo alcanzo un porcentaje de 45% adherencia de las cuales recomienda que se continúe con las investigaciones específicas normativas para determinar un mejor de control de adherencia para controlar apariciones de fallas tempranas en la superficie de la rodadura productos al clima, así mismo recomienda la necesidad de seguir con las investigaciones. Podemos mencionar que si tal vez hubiese

utilizado el aditivo quimibond advance hubiese obtenido un mejor control de adherencia favoreciendo ante impactos climáticos

Por su parte Cahuana y Limas (2018) En su diseño comparativo de una mezcla asfáltica en caliente convencional versus mezcla asfáltica con polímeros más aditivo de adherencia, de las cuales resultan dentro de los parámetros de la norma, así mismo su resistencia conservada en la prueba de tracción indirecta AASHTO T-283 obtuvo el 84.9% mientras que en nuestros resultados obtenemos con solo usar el PEN 60/70 adicionando el 0.35% de aditivo quimibond advance, cumpliendo las normas requeridas por las especificaciones técnicas de la construcción MTC (Ministerio de Transportes y Comunicación) EG-2013 tomo 1. Podemos decir que en costo y beneficio es rentable a diferencia que el experimento de Cahuana y Limas.

Por su parte Aranda (2017) nos menciona: según la norma ASTM que presento mayor sensibilidad con altos índices de susceptibilidad al daño por humedad en la mezcla convencional, en donde el porcentaje estimado llegaba al 50% de daño, además la gran cantidad de desprendimiento que presentaba, se comprobó que el uso de modificadores mediante aditivos mejoradores aumenta la estabilidad de las mezclas, entregando resultados favorables, disminuyendo la sensibilidad de las probetas a la humedad y junto a ello aumenta la confiabilidad de

la vida del pavimento. Se observó los resultados con los aditivos un mejoramiento respecto a las probetas sin aditivo, presentaban índices de susceptibilidad al daño de humedad en principio del 40% y logro alcanzar hasta un 84% aproximadamente por medio del aditivo. Según la norma el mínimo de resistencia retenida es de 80%, mientras tanto en nuestro proyecto de investigación con el uso del aditivo quimibond advance se logró alcanzar TSR en un 89.4%. del cual supera eficazmente la resistencia al daño por humedad.

Ruiz y Orrego (2016) concluye el daño por humedad en una mezcla asfáltica produce el desprendimiento de agregados, constituyendo en el resultado de la humedad atrapada, debilitando la unión de los agregados- ligante asfáltico, de tal manera desplazando el ligante de los agregados. Para todos los cementos asfálticos y los diferentes agregados analizados en su investigación se obtuvieron resultados superiores al 80% en cuanto a la adherencia lo cual es muy bueno, el

resultado se obtuvo con las gravas en el agregado de peña que presentan mejor comportamiento en cuanto a la adherencia, se refiere a su geometría, ratifica que el porcentaje de caras fracturadas es bueno, esto genera que se adhiera fácilmente con el asfalto.

Plaza y rincón (2014) en su investigación de una mezcla asfáltica convencional analizaron las muestras en un periodo de tiempo llegando a la conclusión que la vida a la fatiga de la mezcla asfáltica analizada en el tiempo disminuyó en un 37% en los dos primeros años de su colocación, las condiciones climatológicas a que fue expuesta y las cargas de tráfico generaron esta pérdida en la mezcla, y dentro de sus antecedentes las pérdidas fueron de 55 a 64 % en 29 meses, eso demuestra que en condiciones de humedad la vida útil de los pavimentos asfálticos convencionales se acortan considerablemente. En cuanto a nuestra investigación las muestras analizadas en el laboratorio con una mezcla convencional arrojan resultados favorables, sin embargo, sometiendo a condiciones de humedad los resultados obtenidos pierden su valor original originando fallas prematuras. La importancia de un buen diseño adicionando el aditivo mejora las condiciones del pavimento, de tal manera su prolongación de vida útil.

Tacca y Supo en su investigación realizaron una selección de tres aditivos promotores de adherencia agregado-cemento asfáltico (adhesol 3000, quimibond 3000 y radicote) para someterlos a pruebas de estabilidad Marshall utilizando los agregados de la región puno. Se evaluó el efecto de los aditivos sobre la estabilidad y flujo Marshall de una mezcla asfáltica en caliente, las proporciones fueron 0.3, 0.5, 0.7 y 1.0% y se incorpora a la mezcla en caliente a 130- 140°C, estos ensayos se ajustan a la norma ASTM D- 6927, y un contenido óptimo de cemento de 6.4%.

Considerando los requisitos para mezclas de concreto asfáltico para zonas de clima frío, el aditivo mejorador de adherencia quimibond 3000 es el que mejor resultado ofrece con dosis de 0.3% reduciendo la relación estabilidad/flujo por debajo de los valores de mezcla sin aditivo. En nuestro trabajo de investigación con contenido de cemento asfáltico al 5.8% y aditivo quimibond advance al 0.35% dan un resultado óptimo en resistencia al daño por humedad.

VI. CONCLUSIONES

En el trayecto de estudio del desarrollo de proyecto de investigación llegamos a las siguientes conclusiones

Con el aditivo promotor de adherencia quimibond advance en cuanto a la adherencia se logró un cubrimiento mayor a 95% lo cual la norma establece un rango mínimo de 95%.

En cuanto al TSR podemos concluir, usando el 0.18% de Aditivo Quimibond Advance estamos cumpliendo el TSR, 80% min exigida por la Norma AASHTO T-283. En relación de costo y beneficio es rentable.

Con 0.35%, tenemos un mayor grado de confianza, y es el resultado que estamos proponiendo en el presente tema de investigación, como una recomendación general, sugerimos que para cada caso en particular, se evalúen todas las consideraciones particulares, considerando su empleo, desde el 0.18% lo cual cumple con las especificaciones técnicas y mejora la resistencia, hasta el empleo del 0.35%, tomado como referencia el empleo de valores intermedios, a los valores mínimos y máximos del fabricante, que en nuestro caso son desde el 0.1% al 0.4 %, con la finalidad de evitar fallas prematuras por defecto o por exceso, lo cual es preferible evitar.

Una consideración que no deja de ser importante, es el análisis efectuado en el presente trabajo de investigación, y con los valores intermedios que superan la especificación técnica, es posible optimizar económicamente el empleo del aditivo, obteniendo el beneficio costo que se pueda requerir.

VII. RECOMENDACIONES

Luego de haber analizado el comportamiento de la mezcla asfáltica adicionando aditivo de adherencia Quimibond Advance podemos dar las siguientes recomendaciones:

- ❖ Para climas húmedas relativamente al 98% de humedad es deseable usar el 0.18% de aditivo de adherencia a la proporción relacionado al peso del Cemento asfalto 5.8% para lograr la resistencia al daño por humedad.
- ❖ Al realizar la dosificación del aditivo no debemos de exceder la proporción del aditivo Quimibond Advance, ya que la norma ASTM D-6927 (Revestimiento Agredado grueso con asfalto) su requerimiento mínimo es de 95% y AASHTO T-283 requiere como mínimo del 80% del TSR, pero no indica un máximo y se podrían generar problemas de exudación (deterioro en la superficie de una mezcla asfáltica), además, podría generar mayores costos por excedencia de aditivo.
- ❖ Según SENAMHI, verificó la condición climática relativo al 98% a la Humedad ambiental en del Distrito de Villa María del Triunfo por tal motivo es recomendable el uso de 0.18% de adherencia.

REFERENCIAS

TESIS

GRIMANESA, Alexandra y VILCA, Macedo. Evaluación entre el cemento asfáltico (grado de penetración) mejorado con un promotor de adherencia y el agregado piedra tipo granito (c. Leopoldo) y su efecto en la calidad y resistencia de la mezcla asfáltica en caliente, caso tramo Bambamarca- Hualgayoc de la carretera chongoyape – Cochamarca – Cajamarca. Tesis (Maestría en Transportes y Conservación vial), Trujillo: Universidad Privada Antenor Orrego, 2016. 107pp.
Disponible en <http://repositorio.upao.edu.pe/handle/upaorep/2545>

CAHUANA, Patricia y LIMAS, Herless. Análisis del comportamiento mecánico de una mezcla asfáltica modificada con Betutec ic + Aditivo warmix respecto a la mezcla asfáltica convencional. Tesis (Título de Ingeniero Civil), Lima: Universidad San Martín de Porres, 2018. 154 pp.
Disponible en <http://repositorio.usmp.edu.pe/handle/usmp/4016>

PINCO, José. Control de calidad en la formulación de asfalto en caliente para el primer tramo Quinua – Challhuamayo del distrito de Tambo, provincia La Mar, departamento de Ayacucho. Tesis (Título de Ingeniero Químico), Ayacucho: Universidad Nacional de San Cristóbal de Huamanga, 2015. 236 pp.
Disponible en <http://repositorio.unsch.edu.pe/handle/UNSCH/1038>

CARHUARICRA, Jaquelin. Caracterización de agregados aluviales y evaluación de adherencia en distintas fuentes de producción para mezcla asfáltica en caliente, Huancayo 2019. Tesis (Título de Ingeniero Civil), Huancayo: Universidad Continental, 2020. 166pp.
Disponible en <https://hdl.handle.net/20.500.12394/7478>

FIGUEROA, Ana. Investigación sobre el efecto del agua en el asfalto y su impacto en la mezcla asfáltica. Tesis (Doctorado en Ingeniería), Bogotá: Pontificia Universidad Javeriana, 2015, 276pp.

Disponible en <https://repository.javeriana.edu.co/handle/10554/33624>

MORANTE, Rafael. Evaluación de la adherencia entre la concha de abanico y el ligante asfáltica. Tesis (Título de Ingeniero Civil), Piura: Universidad de Piura. 2017. 69pp.

Disponible en

https://pirhua.udep.edu.pe/bitstream/handle/11042/3450/ICI_251.pdf

PEÑA, Juan. Desempeño mecánico de la mezcla asfáltica en caliente incorporado cenizas volantes provenientes de la termoelectricidad de Ilo. Tesis (Título Maestría en Ingeniería Vial), Lima: Universidad Ricardo Palma, 2019. 122pp.

Disponible en <http://repositorio.urp.edu.pe/bitstream/handle/URP/2490>

REVISTA Científica Investigación Andina [en línea]. Juliaca : UNIVERSIDAD ANDINA NESTOR CÁCERES VELÁSQUEZ , 2018 [fecha de consulta: de de 2020]

Disponible en <https://revistas.uancv.edu.pe/index.php/RCIA/article/view/614>

ISSN: 1994-8077

Vialidad y Transporte Latinoamericano. Diciembre 2015 La problemática de la seguridad vial". Edición internacional, N° 04. Lima. 89pp.

<http://vialidadytransporte.com/revista/REVISTA%20VIALIDAD%20Y%20TRANSPORTE%20EDICI%C3%93N%20N%C2%B04.pdf>

RONDÓN, Alexander, RUGE, Juan, MORENO, Luis. 19 de enero del 2016, Revista Chilena de Ingeniería [en línea]. Vol. 24, N° 4. Efecto del agua sobre el asfalto y su posible influencia en el daño por humedad en la mezcla asfáltica porosa. 558-569 pp.

Disponible en https://scielo.conicyt.cl/scielo.php?script=sci_arttext&pid=S0718-3305201600040000

MORANTE, Rafael. de la adherencia entre la concha de abanico y el ligante asfáltica. Evaluación Tesis (título profesional de ingeniero civil) Piura: Universidad de Piura. 2017. 69pp.

Disponible en https://pirhua.udep.edu.pe/bitstream/handle/11042/3450/ICI_251.pdf

PEÑA, Juan. Desempeño mecánico de la mezcla asfáltica en caliente incorporado cenizas volantes provenientes de la termoelectricidad de Ilo. Tesis (Título Maestría ingeniería vial). Lima: Universidad Ricardo Palma, 2019. 122pp.

Disponible en <http://repositorio.urp.edu.pe/bitstream/handle/URP/2490>

OTROS

REVISTA Científica Investigación Andina [en línea]. Juliaca: UNIVERSIDAD ANDINA NESTOR CÁCERES VELÁSQUEZ, 2018 [fecha de consulta 13 de julio de 2020]

Disponible en <https://revistas.uancv.edu.pe/index.php/RCIA/article/view/614>

ISSN: 1994-8077 2018

REVISTA Vialidad y Transporte Latinoamericano [en línea]. Edición internacional, N° 04. Lima: JORLACO EDICIONES S.A.C, octubre - diciembre 2015 [fecha de consulta de 13 de julio de 2020]

Disponible en <http://vialidadytransporte.com/revista/REVISTA%20VIALIDAD%20Y%20TRANSPORTE%20EDICION%20N%20N%20C2%B04.pdf>

ISSN: 2015-02266

RONDÓN, Alexander, RUGE, Juan, MORENO, Luis. 19 de enero del 2016, Revista Chilena de Ingeniería [en línea]. Vol. 24, N° 4. Efecto del agua sobre el asfalto y su posible influencia en el daño por humedad en la mezcla asfáltica porosa. 558-569 pp.

Disponible en https://scielo.conicyt.cl/scielo.php?script=sci_arttext&pid=S0718-3305201600040000

PLAZA, Sara y RINCÓN, Ginna. Estudio de la susceptibilidad al daño por humedad de una mezcla asfáltica para rodadura utilizando asfalto 80/100 y su relación con el desempeño de campo. Tesis (Magister en Ingeniería Civil), Bogotá: Pontificia Universidad Javeriana, 2014. 65 pp.

Disponible en <https://repository.javeriana.edu.co/handle/10554/12696>

VARGAS, [et al] “evaluación de daño por humedad en mezclas asfálticas mediante análisis de componentes”. Congreso Ibero-latinoamericano del Asfalto. Medellín, 2017, 12pp.

Disponible <https://www.lanamme.ucr.ac.cr/repositorio/handle/50625112500/1020>

ORREGO, Edward y RUIZ, Cristian. Determinación de la adherencia en mezclas asfálticas elaboradas con asfaltos convencionales y materiales de peña y río. Tesis (Título de Ingeniería Civil), Bogotá: Universidad Católica de Colombia, 2016, 88pp. Disponible en <https://repository.ucatolica.edu.co/handle/10983/15108>

ARANDA y JAVIERA. Evaluación de la susceptibilidad al daño por humedad de mezclas asfálticas en caliente utilizando ensayo de tracción indirecta. Tesis (Título de Ingeniero Civil), Valparaíso: Universidad Técnica Federico Santa María, 2017. 99 pp.

Disponible <https://repositorio.usm.cl/bitstream/handle/11673/13928/3560900231399UTFSM.pdf?sequence=1&isAllowed=y>

REVISTA de Ingeniería de Obras Civiles [en línea]. Vol. 5. Temuco, Chile: UNIVERSIDAD DE LA FRONTERA, 2015 [fecha de consulta 13 de julio de 2020] Disponible en <http://revistas.ufro.cl/ojs/index.php/rioc/article/view/1991>

ISSN: 0719-0514

REVISTA Ingeniería de Construcción [en línea]. Vol.27. Santiago de Chile: SCIENTIFIC ELECTRONIC LIBRARY ONLINE, 2012 [fecha de consulta 13 de julio de 2020] Disponible en <http://dx.doi.org/10.4067/S0718-50732012000100004>

ISSN 0718-5073

REVISTA Científica General José María Córdova [en línea]. Vol. 11, N°12. Bogotá: ESCUELA MILITAR DE CADETES GENERAL JOSÉ MARÍA CÓRDOVA, diciembre, 2013 [fecha de consulta 13 de julio de 2020]

Disponible en <https://www.redalyc.org/pdf/4762/476248925011.pdf>

ISSN: 1900-6586

MERIZALDE, Christopher. Evaluación del daño por humedad en mezclas asfálticas finas mediante pruebas triaxiales y de corte directo. Tesis (Título Ingeniero Civil), Guayaquil: Universidad Católica de Santiago de Guayaquil, 2017. 84 pp. Disponible en <http://repositorio.ucsg.edu.ec/handle/3317/9154>

ARZAYUS Y CARRILLO. Evaluación de la resistencia bajo carga monotónica de una mezcla asfáltica tibia modificada con husil y un desecho de polietileno de baja densidad (PEBD). Tesis (Título de Ingeniero Topográfico), Bogotá: Universidad Distrital Francisco José de Caldas, 2016. 62 pp.

<http://repository.udistrital.edu.co/bitstream/11349/4181/1/1%20de%20noviembreTESIS-MDC%2025.pdf>

BOLÍVAR, SUESCON y SILVA. Estado del arte sobre el desarrollo de los aditivos que devuelvan al asfalto envejecido su estructura física – químico para reestablecer su durabilidad. Tesis (Título de Ingeniero Civil), [Bogotá]: Universidad Cooperativa de Colombia, 2013. 224 pp. Disponible en https://repository.ucc.edu.co/bitstream/20.500.12494/13118/1/2013_estado_arte_sobre_.pdf

LOPEZ, Teresa y MONTERO, Rodrigo. El daño por humedad en las mezclas asfálticas [en línea]. 2017, Madrid, cuaderno tecnológico de la PTC, n.º5. 20176. Factores que influyen en el daño por humedad.

Disponible

https://www.ptcarretera.es/wpcontent/uploads/2018/07/05_2017_upc_def.pdf

ISSN 978-84-09-01564-1.

CUADERNO TECNOLÓGICO de la PTC [en línea], Madrid: PLATAFORMA TECNOLÓGICA ESPAÑOLA DE LA CARRETERA (PTC). fecha de consulta 13 de julio de 2020]

Disponible en https://www.ptcarretera.es/wp-content/uploads/2015/09/Cuaderno-Tecnol%C3%B3gico-2014_GITECO_ISBN.pdf

ISBN: 978-84-697-2151-3

MOHAMMAD, Louay et al. Comparing the volumetric and mechanical properties of laboratory and field specimens of asphalt concrete [en línea] 2016, Washington, National academies of sciences, engineering, and medicine 2016.

Disponible en <https://doi.org/10.17226/23475>.

ISBN 978-0-309-37508-5

REVISTA Infraestructura Vial [en línea] Vol. 18, N°32, San Pedro de Montes de Oca: SCIENTIFIC ELECTRONIC LIBRARY ONLINE, 2016 [fecha de consulta: 13 de julio de 2020]

Disponible en http://www.scielo.sa.cr/scielo.php?script=sci_arttext&pid=S2215-37052016000200020&lng=en&nrm=iso

ISSN 2215-3705.

RESOLUCIÓN DIRECTORAL N° 18 – 2016 – MTC /14 [en línea], Lima: MANUAL DE ENSAYO DE MATERIALES DEL MINISTERIO DE TRANSPORTES Y COMUNICACIONES., 03 de junio de 2016 [fecha de consulta: 13 de julio de 2020]

Disponible en

http://transparencia.mtc.gob.pe/idm_docs/normas_legales/1_0_3729.pdf

RESOLUCIÓN DIRECTORAL N° 22 – 2013 – MTC /14 [en línea], Lima: MANUAL DE CARRETERAS: ESPECIFICACIÓN TÉCNICAS GENERALES PARA LA CONSTRUCCIÓN DEL MINISTERIO DE TRANSPORTES Y COMUNICACIONES, 17 de julio de 2013 [fecha de consulta: 13 de julio de 2020] Disponible en

https://portal.mtc.gob.pe/transportes/caminos/normas_carreteras/MTC%20NORMAS/ARCH_PDF/MAN_10%20EG%202013.pdf

ASTM D6927-04, STANDARD TEST METHOD FOR MARSHALL STABILITY AND FLOW OF BITUMINOUS MIXTURES, ASTM INTERNATIONAL, WEST CONSHOHOCKEN, PA, 2004

ASTM INTERNATIONAL. STANDARD TEST METHOD FOR EFFECT OF MOISTURE ON ASPHALT CONCRETE PAVING MIXTURES ASTM D4867 / D4867M. West Conshohocken, USA, 2004.

AASHTO® RESISTANCE OF COMPACTED ASPHALT MIXTURES TO MOISTURE-INDUCED DAMAGE AASHTO T-283. Washington, D.C., USA.

AASHTO® STANDARD SPECIFICATION FOR TRANSPORTATION MATERIALS AND METHODS OF SAMPLING AND TESTING. WASHINGTON, D.C., USA, 2014

AASHTO® GUIDE FOR DESIGN OF PAVEMENT STRUCTURES. WASHINGTON, D.C., USA, 1993.

ASTM INTERNATIONAL. RESISTANCE TO PLASTIC FLOW OF BITUMINOUS MIXTURES USING MARSHALL APPARATUS ASTM D1559. West Conshohocken, USA, 1998.

ASTM INTERNATIONAL. STANDARD TEST FOR EFFECT OF MOISTURE ON ASPHALT CONCRETE PAVING MIXTURES (Lottman test) ASTM D4867 (MN/DOT Modified). West Conshohocken, USA, 2010.

PUGLIESSI, Andrés [et al]. Aditivos modificadores de mezclas asfálticas: primeras experiencias en Argentina, 2019. [fecha de consulta: 13 de julio de 2020]

Disponible en <http://revistavial.com/aditivos-modificadores-de-mezclas-asfalticas-primeras-experiencias-en-argentina/>

VALDEZ, PÉREZ Y CALABI. La figuración en pavimentos asfálticos y sus mecanismos de deterioro. Revista Científico Tecnológico – Departamento Ingeniería de Obras Civiles [en línea]. 2012, [fecha de consulta: 13 de julio de 2020]

Disponible en <http://revistas.ufro.cl/ojs/index.php/rioc/article/view/1964/1754>

ISSN 0719-0514

GUPTA, RODRÍGUEZ, Y CASTRO. Incorporación de aditivos y fibras en mezclas de asfalto poroso: una revisión. *Materiales* [en línea]. 27 de septiembre del 2019, [fecha de consulta: 13 de julio de 2020]

Disponible en <https://www.ncbi.nlm.nih.gov/pmc/articles/PMC6804047/>
PMC 6804047

BARBUDO [et al.] Regularidad superficial y adherencia en vías ciclistas – Recomendaciones de diseño disponibles. *Informes de la Construcción* [en línea]. octubre-diciembre 2015, [fecha de consulta: 13 de julio de 2020]. Disponible en <http://informesdelaconstruccion.revistas.csic.es/index.php/informesdelaconstruccion/article/view/4582/5319>

ISSN-L: 0020-0883

BOLETÍN TÉCNICO La mecánica de suelos en la ingeniería de pavimentos. Boletín técnico - programa de infraestructura del transporte- PITRA [en línea]. Vol. 4, No. 49. Costa Rica: PROGRAMA DE INFRAESTRUCTURA DE TRANSPORTE, septiembre 2013 [fecha de consulta: 13 de julio de 2020] Disponible en <https://www.lanamme.ucr.ac.cr/xmlui/bitstream/handle/50625112500/322/49.pdf?sequence=1>

VILLEGAS [et al.] Comparativa patológica de pavimentos flexibles en climas extremos y la toma de decisiones asociadas. 43ª Reunión Anual de Pavimentación – Reunión Nacional de Conservación de Carreteras.

APEAGVEI, BUTTLAR Y DEMPSEY (2006). Moisture damage evaluation of asphalt mixtures using AASHTO T283 and DC(T) Fracture Test. Tenth International Conference on Asphalt Pavements, in Quebec, 13pp.

https://www.researchgate.net/publication/259800896_Moisture_damage_evaluation_of_asphalt_mixtures_using_AASHTO_T283_and_DCT_Fracture_Tes

BARRY R, Charles Schwartz y Richard Boudreau (2006). Design details and construction conditions requiring special design attention – Geotechnical Aspects of

Pavements. Department of Transportation Federal Highway Administration. NHI-05-037. Cap 3. Disponible en

<https://www.fhwa.dot.gov/engineering/geotech/pubs/05037/07a.cfm> BORJAS, Manuel. Metodología de la Investigación Científica, Para ingenieros. Chiclayo 2012, 38pp

Disponible en <https://unprg.academia.edu/ManuelBorjaSu%C3%A1rez>

HERNANDEZ, Roberto, FERNANDEZ, Carlos y BAPTISTA, María. Metodología de la Investigación Científica. 6ta ed. México: Interamericana Editores, S.A. de C.V., 2014. [fecha de consulta: 13 de julio de 2020]

Disponible

<http://observatorio.epacartagena.gov.co/wpcontent/uploads/2017/08/metodologia-de-la-investigacion-sexta-edicion.compressed.pdf>

ISBN: 978-1-4562-2396-0

BERNAL, Cesar. Metodología de la Investigación Científica. 3ra ed. Colombia: Pearson Educación, 2010. [fecha de consulta: 13 de julio de 2020]

Disponible en <http://abacoenred.com/wp-content/uploads/2019/02/El-proyecto-de-investigaci%C3%B3n-F.G.-Arias-2012-pdf.pdf>

ISBN: 978-958-699-128-

Anexo 3 Operacionalización de variables

VARIABLES	DEFINICIÓN CONCEPTUAL	DEFINICIÓN OPERACIONAL	DIMENSIONES	INDICADORES	ESCALA DE MEDICIÓN
<p>V. Independiente</p> <p>Aditivo Quimibond Avance</p>	<p>la aplicación principal es mejorar la adherencia durante proceso constructivo del concreto asfáltico y agregados, es un promotor de adherencia en mezclas, Es recomendable su uso para ser aplicados en ambientes con alto contenido humedad. (QSI PERU SA 2016. p 1)</p>	<p>La mezcla asfáltica en caliente es la preparación de agregados grueso, finos y cemento asfáltico y controla la resistencia, adherencia para ser aplicados en la capa de rodaduras. Fuente: Prado G. y Condezo D. 2019</p>	<p>Aditivo de adherencia Quimibond Advance</p>	<p>Peso del Cemento asfáltico en relación al aditivo</p>	<p>%</p>
<p>V. dependiente</p> <p>Mejora la resistencia y adherencia para climas húmedos</p>	<p>para medir el grado de adherencia entre el agregado pétreo y cemento asfáltico, se efectúan ensayos de laboratorio, se debe utilizar un mejorador de adherencia, con excelentes dosificaciones para un mejor comportamiento entre dichos materiales para la obtención de un solo producto. (Vilca y Grimanesa (2016 p. 83).</p>	<p>La aplicación del aditivo quimibond advance, mejora ante el impacto a climas húmedos. Dando resultados óptimos en adherencia y resistencia. Fuente: Prado G. y Condezo D. 2019</p>	<p>Combinación de Agregados</p>	<p>Porcentaje de agregado para diseño de mezcla asfáltica (Ensayo Marshall)</p>	<p>%</p>
			<p>Contenido Optimo del asfalto</p>	<p>Porcentaje en relación Cemento Asfáltico al Diseño MAC-2(Ensayo Marshall)</p>	<p>%</p>
			<p>TSR</p>	<p>Resistencia a la tracción indirecta por humedad (Ensayo Lottman)</p>	<p>%</p>

ANEXO 4. Instrumento de recolección de datos.

4.1 cálculo del tamaño de muestra finita

CALCULO DEL TAMAÑO DE MUESTRA FINITA

PROYECTO	Análisis de comportamiento de mezcla asfáltica en caliente con aditivo quimibond advance para climas húmedos villa maría del triunfo
POBLACION	2 KM (2,000 Metros) en Pavimento flexible

$$n = \frac{N * Z_{\alpha}^2 * p * q}{e^2 * (N - 1) + Z_{\alpha}^2 * p * q}$$

Donde:

n = Tamaño de muestra buscado

N = Tamaño de la población o universo

Z = Parámetro estadístico que depende el Nivel de Confianza (NC)

e = Erro de estimación máximo aceptado

p = Probabilidad de que ocurra el evento estudiado (éxito)

q = (1 - p) = Probabilidad de que no ocurra el evento estudiado

Nivel de confianza	Z alfa
99.70%	3
99%	2.58
98	2.33
96	2.05
95	1.96
90	1.645
80	1.28
50	0.674

Parametro	Insertar Valor
N	2,000.00
Z	1.96
p	50.00%
q	50.00%
e	5.00%

$$n = \frac{2000 * (2.33)_{\alpha}^2 * 0.50 * 0.50}{(0,05)^2 * (2000 - 1) + (2.33)_{\alpha}^2 * 0.50 * 0.50}$$

$$n = \frac{1,920.80}{5.96}$$

$$n = 322.40ml$$

4.2 Validez de Instrumentos

4.2.1.1 Análisis Granulométrico por Tamizado

CERTIFICADO DE VALIDEZ DE CONTENIDO

I. DATOS GENERALES:

1.1. Apellidos y nombres del validador: Ing.

1.2. Especialidad del validador:

1.3. Nombre del instrumento motivo de evaluación: Análisis Granulométrico por Tamizado

II. ASPECTOS DE VALIDACIÓN:

CRITERIOS	INDICADORES	INACEPTABLE			MÍNIMAMENTE ACEPTABLE			ACEPTABLE				
		40%	50%	60%	70%	75%	80%	85%	90%	95%	100%	
1. Claridad	Está formulado con lenguaje.										x	
2. Objetividad	Está adecuado a las leyes y principios científicos.										x	
3. Actualidad	Está adecuado a los objetivos y las necesidades reales de la investigación.										x	
4. Organización	Existe una organización lógica.										x	
5. Eficiencia	Toma en cuenta los aspectos metodológicos esenciales.										x	
6. Intencionalidad	Está adecuado para valorar las variables de las hipótesis.										x	
7. Consistencia	Se respalda en fundamentos teóricos y/o científicos										x	
8. Coherencia	Existe coherencia entre los problemas, objetivos, hipótesis, variables e indicadores.										x	
9. Metodología	La estrategia responde una metodología y diseño aplicados para lograr probar las hipótesis.										x	
10. Pertinencia	El instrumento muestra la relación entre los componentes de la investigación y su adecuación al Método Científico.										x	

Observaciones: _____

Opinión de aplicabilidad:

Aplicable [X] Aplicable después de corregir [] No aplicable []

III. OPINIÓN DE APLICABILIDAD:

3.1. El instrumento cumple los requisitos para su aplicación:

3.2. El instrumento no cumple con los requisitos para su aplicación:

IV. PROMEDIO DE VALORACIÓN:

4.1. Se obtuvo el siguiente promedio:

95%

Lima, 15 de julio del 2020.




FIRMA DEL ESPECIALISTA

DNI: 0775653

4.2.1.2 Diseño de Mezcla Asfáltica MAC-2

CERTIFICADO DE VALIDEZ DE CONTENIDO

I. DATOS GENERALES:

1.1. Apellidos y nombres del validador: Ing.

1.2. Especialidad del validador:

1.3. Nombre del instrumento motivo de evaluación: Diseño de Mezcla Asfáltica MAC-2

II. ASPECTOS DE VALIDACIÓN:

CRITERIOS	INDICADORES	INACEPTABLE			MÍNIMAMENTE ACEPTABLE			ACEPTABLE			
		40%	50%	60%	70%	75%	80%	85%	90%	95%	100%
11. Claridad	Está formulado con lenguaje.										x
12. Objetividad	Está adecuado a las leyes y principios científicos.										x
13. Actualidad	Está adecuado a los objetivos y las necesidades reales de la investigación.										x
14. Organización	Existe una organización lógica.										x
15. Eficiencia	Toma en cuenta los aspectos metodológicos esenciales.										x
16. Intencionalidad	Está adecuado para valorar las variables de las hipótesis.										x
17. Consistencia	Se respalda en fundamentos teóricos y/o científicos										x
18. Coherencia	Existe coherencia entre los problemas, objetivos, hipótesis, variables e indicadores.										x
19. Metodología	La estrategia responde una metodología y diseño aplicados para lograr probar las hipótesis.										x
20. Pertinencia	El instrumento muestra la relación entre los componentes de la investigación y su adecuación al Método Científico.										x

Observaciones: _____

Opinión de aplicabilidad:

Aplicable [X] Aplicable después de corregir [] No aplicable []

III. OPINIÓN DE APLICABILIDAD:

3.1. El instrumento cumple los requisitos para su aplicación:

3.2. El instrumento no cumple con los requisitos para su aplicación:

IV. PROMEDIO DE VALORACIÓN:

4.1. Se obtuvo el siguiente promedio:

Lima, 15 de julio del 2020.



Julio Wilfredo Asole Cuerrero
JULIO WILFREDO ASOLE CUERRERO
 INGENIERO CIVIL
 Reg. del Colegio de Ingenieros del Perú N° 35247

FIRMA DEL ESPECIALISTA

DNI: 07775653

4.2.1.3 Ensayo Lottman modificado.

CERTIFICADO DE VALIDEZ DE CONTENIDO

I. DATOS GENERALES:

1.1. Apellidos y nombres del validador: Ing.

1.2. Especialidad del validador:

1.3. Nombre del instrumento motivo de evaluación: Ensayo Lottman Modificado

II. ASPECTOS DE VALIDACIÓN:

CRITERIOS	INDICADORES	INACEPTABLE			MÍNIMAMENTE ACEPTABLE			ACEPTABLE			
		40%	50%	60%	70%	75%	80%	85%	90%	95%	100%
21. Claridad	Está formulado con lenguaje.									x	
22. Objetividad	Está adecuado a las leyes y principios científicos.									x	
23. Actualidad	Está adecuado a los objetivos y las necesidades reales de la investigación.									x	
24. Organización	Existe una organización lógica.									x	
25. Eficiencia	Toma en cuenta los aspectos metodológicos esenciales.									x	
26. Intencionalidad	Está adecuado para valorar las variables de las hipótesis.									x	
27. Consistencia	Se respalda en fundamentos teóricos y/o científicos									x	
28. Coherencia	Existe coherencia entre los problemas, objetivos, hipótesis, variables e indicadores.									x	
29. Metodología	La estrategia responde una metodología y diseño aplicados para lograr probar las hipótesis.									x	
30. Pertinencia	El instrumento muestra la relación entre los componentes de la investigación y su adecuación al Método Científico.									x	

Observaciones: _____

Opinión de aplicabilidad:

Aplicable [X] Aplicable después de corregir [] No aplicable []

III. OPINIÓN DE APLICABILIDAD:

3.1. El instrumento cumple los requisitos para su aplicación:

3.2. El instrumento no cumple con los requisitos para su aplicación:

IV. PROMEDIO DE VALORACIÓN:

4.1. Se obtuvo el siguiente promedio:

Lima, 15 de julio del 2020.



Julio Wilfredo Ascue Guerrero
JULIO WILFREDO ASCUE GUERRERO
 INGENIERO CIVIL
 Reg. del Colegio de Ingenieros del Perú N° 35247

FIRMA DEL ESPECIALISTA

DNI: 07775653

4.2.2.1 Analisis granulométrico por Tamizado

CERTIFICADO DE VALIDEZ DE CONTENIDO

I. DATOS GENERALES:

1.1. Apellidos y nombres del validador:

Ing. Héctor Guillermo Depaz Dextre – CIP 88011

Ing. Jorge Isaac Castañeda Centurión – CIP 83285

Ing. Rogil Wilper Faya Fernández – CIP 23418

1.2. Especialidad del validador: Supervisión de Obras Civiles y Mineras, Gestión Pública.

1.3. Nombre del instrumento motivo de evaluación: Análisis Granulométrico por Tamizado

II. ASPECTOS DE VALIDACIÓN:

CRITERIOS	INDICADORES	INACEPTABLE			MÍNIMAMENTE ACEPTABLE			ACEPTABLE				
		40%	50%	60%	70%	75%	80%	85%	90%	95%	100%	
1. Claridad	Está formulado con lenguaje.										x	
2. Objetividad	Está adecuado a las leyes y principios científicos.										x	
3. Actualidad	Está adecuado a los objetivos y las necesidades reales de la investigación.										x	
4. Organización	Existe una organización lógica.										x	
5. Eficiencia	Toma en cuenta los aspectos metodológicos esenciales.										x	
6. Intencionalidad	Está adecuado para valorar las variables de las hipótesis.										x	
7. Consistencia	Se respalda en fundamentos teóricos y/o científicos										x	
8. Coherencia	Existe coherencia entre los problemas, objetivos, hipótesis, variables e indicadores.										x	
9. Metodología	La estrategia responde una metodología y diseño aplicados para lograr probar las hipótesis.										x	
10. Pertinencia	El instrumento muestra la relación entre los componentes de la investigación y su adecuación al Método Científico.										x	

Observaciones: _____

Opinión de aplicabilidad:

Aplicable [X] Aplicable después de corregir [] No aplicable []

III. OPINIÓN DE APLICABILIDAD:

3.1. El instrumento cumple los requisitos para su aplicación:

3.2. El instrumento no cumple con los requisitos para su aplicación:

IV. PROMEDIO DE VALORACIÓN:

4.1. Se obtuvo el siguiente promedio:

Lima, 15 de julio del 2020.



Ing. Héctor Guillermo Depaz Dextre
DNI: 40469616

Ing. Jorge Isaac Castañeda Centurión
DNI: 32942891

Ing. Rogil Wilper Faya Fernández
DNI: 27676535

4.2.2.2 Diseño de Mezcla Asfáltica MAC-2

CERTIFICADO DE VALIDEZ DE CONTENIDO

I. DATOS GENERALES:

1.1. Apellidos y nombres del validador:

Ing. Héctor Guillermo Depaz Dextre – CIP 88011

Ing. Jorge Isaac Castañeda Centurión – CIP 83285

Ing. Rogil Wilper Faya Fernández – CIP 23418

1.2. Especialidad del validador: Supervisión de Obras Civiles y Mineras, Gestión Pública.

1.3. Nombre del instrumento motivo de evaluación: Diseño de Mezcla Asfáltica MAC-2

II. ASPECTOS DE VALIDACIÓN:

CRITERIOS	INDICADORES	INACEPTABLE			MÍNIMAMENTE ACEPTABLE			ACEPTABLE			
		40%	50%	60%	70%	75%	80%	85%	90%	95%	100%
11. Claridad	Está formulado con lenguaje.										x
12. Objetividad	Está adecuado a las leyes y principios científicos.										x
13. Actualidad	Está adecuado a los objetivos y las necesidades reales de la investigación.										x
14. Organización	Existe una organización lógica.										x
15. Eficiencia	Toma en cuenta los aspectos metodológicos esenciales.										x
16. Intencionalidad	Está adecuado para valorar las variables de las hipótesis.										x
17. Consistencia	Se respalda en fundamentos teóricos y/o científicos										x
18. Coherencia	Existe coherencia entre los problemas, objetivos, hipótesis, variables e indicadores.										x
19. Metodología	La estrategia responde una metodología y diseño aplicados para lograr probar las hipótesis.										x
20. Pertinencia	El instrumento muestra la relación entre los componentes de la investigación y su adecuación al Método Científico.										x

Observaciones: _____

Opinión de aplicabilidad:

Aplicable [X] Aplicable después de corregir [] No aplicable []

III. OPINIÓN DE APLICABILIDAD:

3.1. El instrumento cumple los requisitos para su aplicación:

3.2. El instrumento no cumple con los requisitos para su aplicación:

IV. PROMEDIO DE VALORACIÓN:

4.1. Se obtuvo el siguiente promedio:



Lima, 15 de julio del 2020.

Ing. Héctor Guillermo Depaz Dextre
DNI: 40469616

Ing. Jorge Isaac Castañeda Centurión
DNI: 32942891

Ing. Rogil Wilper Faya Fernández
DNI: 27676535

4.2.2.3 Ensayo Lottman Modificado

CERTIFICADO DE VALIDEZ DE CONTENIDO

I. DATOS GENERALES:

1.1. Apellidos y nombres del validador:

Ing. Héctor Guillermo Depaz Dextre – CIP 88011
 Ing. Jorge Isaac Castañeda Centurión – CIP 83285
 Ing. Rogil Wilper Faya Fernández – CIP 23418

1.2. Especialidad del validador: Supervisión de Obras Civiles y Mineras, Gestión Pública.

1.3. Nombre del instrumento motivo de evaluación: Ensayo Lottman Modificado

II. ASPECTOS DE VALIDACIÓN:

CRITERIOS	INDICADORES	INACEPTABLE			MÍNIMAMENTE ACEPTABLE			ACEPTABLE			
		40%	50%	60%	70%	75%	80%	85%	90%	95%	100%
21. Claridad	Está formulado con lenguaje.									x	
22. Objetividad	Está adecuado a las leyes y principios científicos.									x	
23. Actualidad	Está adecuado a los objetivos y las necesidades reales de la investigación.									x	
24. Organización	Existe una organización lógica.									x	
25. Eficiencia	Toma en cuenta los aspectos metodológicos esenciales.									x	
26. Intencionalidad	Está adecuado para valorar las variables de las hipótesis.									x	
27. Consistencia	Se respalda en fundamentos teóricos y/o científicos									x	
28. Coherencia	Existe coherencia entre los problemas, objetivos, hipótesis, variables e indicadores.									x	
29. Metodología	La estrategia responde una metodología y diseño aplicados para lograr probar las hipótesis.									x	
30. Pertinencia	El instrumento muestra la relación entre los componentes de la investigación y su adecuación al Método Científico.									x	

Observaciones: _____

Opinión de aplicabilidad:

Aplicable [X] Aplicable después de corregir [] No aplicable []

III. OPINIÓN DE APLICABILIDAD:

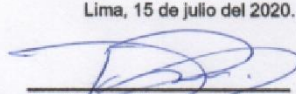
3.1. El instrumento cumple los requisitos para su aplicación:

3.2. El instrumento no cumple con los requisitos para su aplicación:

IV. PROMEDIO DE VALORACIÓN:

4.1. Se obtuvo el siguiente promedio:

Lima, 15 de julio del 2020.


 Ing. Héctor Guillermo Depaz Dextre
 DNI: 40469616


 Ing. Jorge Isaac Castañeda Centurión
 DNI: 32942891


 Ing. Rogil Wilper Faya Fernández
 DNI: 27676535

4.2.4.1 VALIDEZ CON V DE AIKEN

TÍTULO: **Análisis de comportamiento de mezcla asfáltica en caliente con aditivo quimibond advance para climas húmedos villa maría del triunfo**

ALUMNOS: Prado Meneses Gino Denis
Condezo Castro David
Oscar

EXPERTOS: ING : JULIO WILFREDO ASCUE GUERRERO
ING : ROGIL WILPER FAYA HERNANDEZ
ING : HECTOR GUILLERMO DEPAZ DEXTRE

INDICADORES	1	2	3	DE ACUERDO	EN DESACUERDO	V DE AIKEN
Formula indicador 1	A	A	A	3	0	1.00
Formula indicador 1	A	A	A	3	0	1.00
Formula indicador 1	A	A	A	3	0	1.00
Formula indicador 1	A	A	A	3	0	1.00

Coefficiente de Validez de AIKEN

Coefficiente de Validez de AIKEN

$$V = \frac{S}{n(c - 1)}$$

Siendo:

S = la sumatoria de si = 3

si = Valor asignado por el juez i,

n = Número de jueces = 3

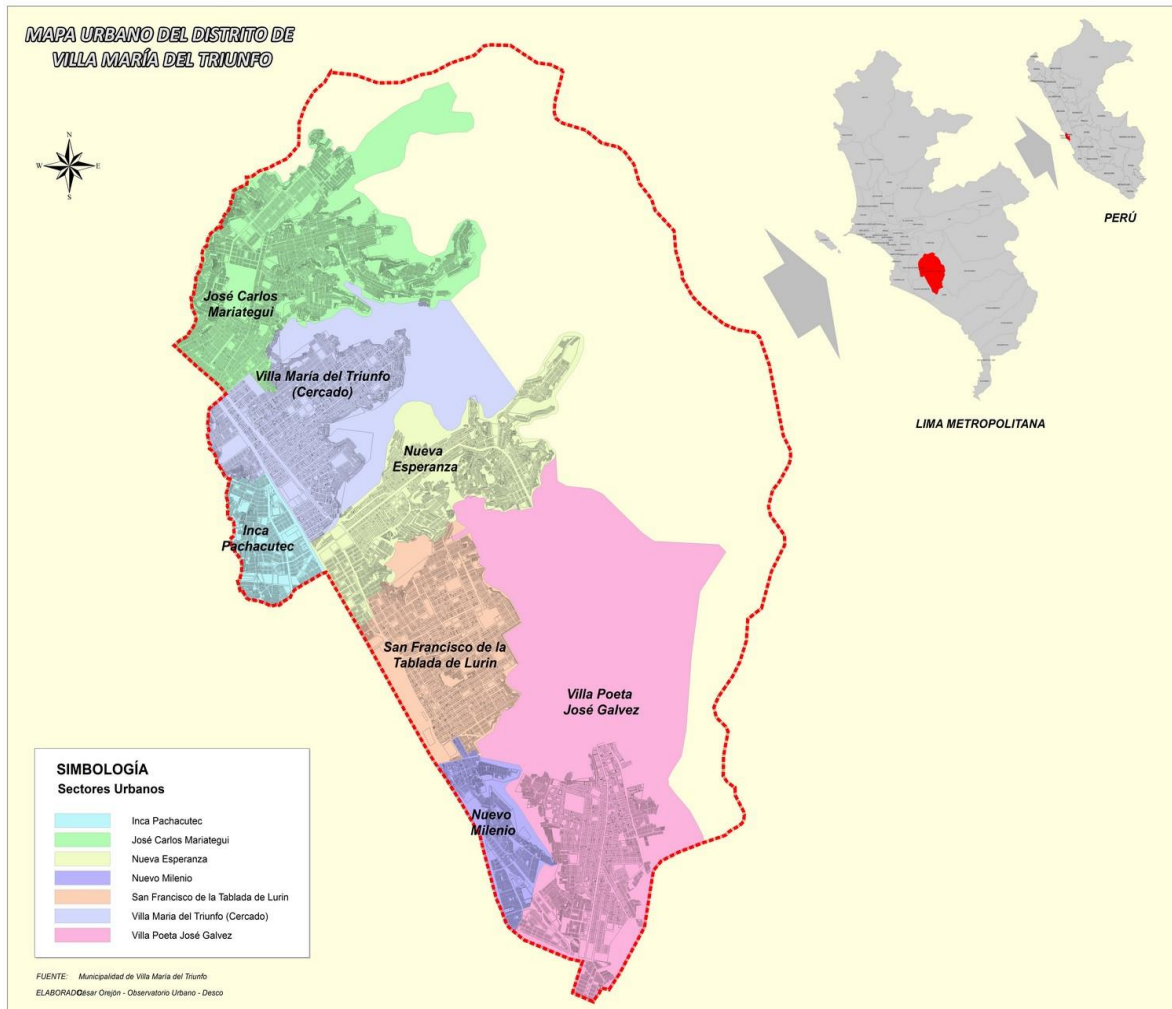
c = Número de valores de la escala de valoración (2. en este caso)

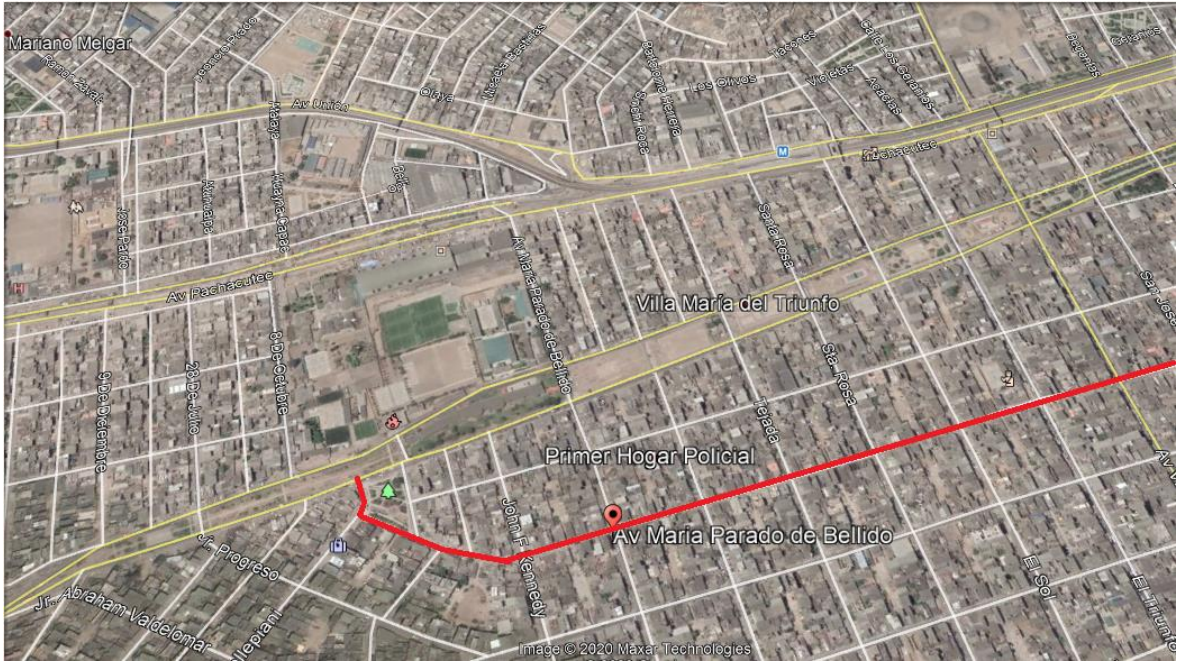
$$V = \frac{3}{3(2 - 1)} = 1$$

Los tres expertos están de acuerdo: 1.00

Como quiera que, para los indicadores sean válidos se necesita un completo acuerdo entre los expertos (Escrura, L.M., 1991), concluimos que los indicadores son válidos.

4.3 Ubicación Geográfica





Av. María Parado de Bellido



4.4 PANEL FOTOGRAFICO



Fotografía 1. Selección de los agregados a utilizar en el diseño de la mezcla asfáltica en caliente

Piedra

Arena

Que no superen a la malla

Fotografía 2. Selección de los agregados a utilizar en el diseño de la mezcla asfáltica en caliente

Piedra

De la malla N°04 hasta malla N°100

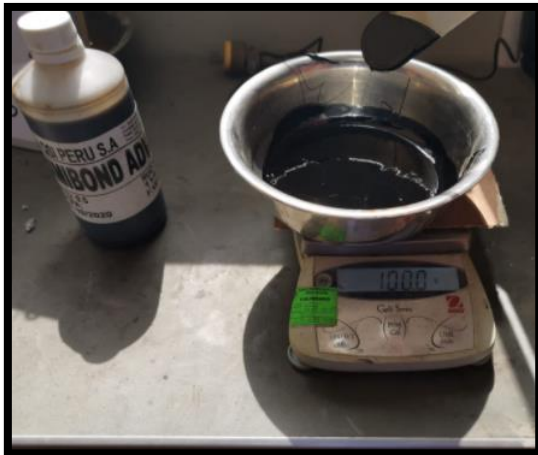


Fotografía 3. Selección de los agregados a utilizar en el diseño de la mezcla asfáltica en caliente

Arena

Que pasen la malla N°200

Fotografía 4. Selección de aditivo Quimibond Advance al 0.35%



Fotografía 5. Combinación de aditivo Quimibond Advance mezclando con cemento asfáltico.

Fotografía 6. Combinación de Cemento asfáltico adicionando el 0.35% de aditivo Quimibond Advance con agregado grueso



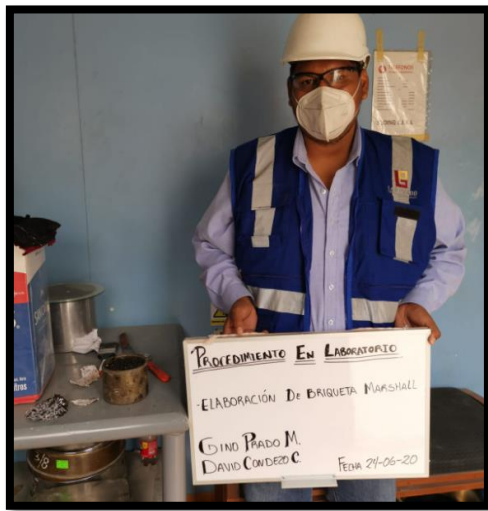


Fotografía 7. Diseño de mezcla asfáltica con Aditivo 0.35% a 150°C de temperatura

Fotografía 8. Preparación de briqueta Marshall a 75 golpes .



Fotografía 9. Elaboracion de Briqueta Marshall



Fotografía 10. Prensa Marshall utilizando la mordaza Lottman para obtener la resistencia a la tracción indirecta



Fotografía 11. Extracción de briquetas con Diamantina para su respectivo lavado

Anexo 4.5 Ficha Técnica Quimibond Advance



QUIMIBOND ADVANCE®

ADITIVO MEJORADOR DE ADHERENCIA PARA ASFALTO

DESCRIPCIÓN

QUIMIBOND ADVANCE es un aditivo líquido, base amina que mejora la adherencia entre el agregado-asfalto incrementando la adhesión y cohesión. Los ingredientes del **QUIMIBOND ADVANCE** permiten una excelente cohesión del pavimento durante largo tiempo incrementando la durabilidad del pavimento.

APLICACIONES

- En asfalto en caliente para mejorar la adherencia entre el concreto asfáltico y los agregados.
- Como promotor de adherencia en mezclas frías.
- En riegos de impregnación, para mejorar la penetración del impregnaste a la base.
- En riegos de liga para una buena unión base-carpeta.
- Se recomienda su uso bajo las siguientes situaciones críticas:
 - Cuando se utilizan agregados difíciles.
 - En ambientes con alta humedad ambiental.
 - Cuando se empleen agregados con alto contenido de sílice.

BENEFICIOS

- Dosis bajas.
- Alto rendimiento.
- Baja viscosidad a bajas temperaturas.
- Fácil de dosificar al ser un aditivo líquido.
- Sin olor corrosivo que pueden afectar a los operarios.
- Larga duración del asfalto.

PROPIEDADES FÍSICAS

Color	:	Marrón ámbar
Apariencia	:	Líquida-viscosa
Densidad	:	0.915 g/cc aprox.
Dosificación	:	0.1% - 0.4% del peso del cemento asfáltico.

NORMAS / ESPECIFICACIONES

Para determinar la dosis óptima y efectividad de **QUIMIBOND ADVANCE** se recomienda realizar pruebas de laboratorio con su diseño de mezcla mediante las siguientes normas:

ASTM D 4867 Standard Test Method for Effect of Moisture on Asphalt Concrete Paving Mixture.

ASTM D 3625 Standard Practice for Effect of Water on Bituminous-Coated Aggregate Using Boiling Water.

QUIMIBOND ADVANCE®

ADITIVO MEJORADOR DE ADHERENCIA PARA ASFALTO

La dosificación dependerá del tipo de asfalto, composición mineralógica, forma textura, porosidad de los agregados pétreos, tipo de finos, humedad, etc.

Por lo general, determine la dosificación de **QUIMIBOND ADVANCE** para obtener un recubrimiento mayor o igual 95% en la mezcla asfáltica utilizando el método de ensayo ASTM D 3625 y un TSR igual o mayor a 85% utilizando el método de ensayo ASTM D 4867.

INFORMACIÓN TÉCNICA

Determinación	Contenido
Color	Marrón ámbar
Propiedades físicas a 25 °C	Líquida-viscosa
pH	>9.0
Punto congelamiento	< -5°C
Punto inflamación	> 190°C
Total de número de Aminas	>340 mg KOH/g
Gravedad Específica	0.915 Aprox
Gasolina	Soluble
Agua	Insoluble

NORMAS RECOMENDADAS

Para determinar la dosis óptima y efectividad de **QUIMIBOND ADVANCE** se recomienda realizar pruebas de laboratorio con su diseño de mezcla mediante las siguientes normativas:

ASTM D 4867 Standard Test Method for Effect of Moisture on Asphalt Concrete Paving Mixture.

ASTM D 3625 Standard Practice for Effect of Water on Bituminous-Coated Aggregate Using Boiling Water.

La dosificación dependerá del tipo de asfalto, composición mineralógica, forma textura, porosidad de los agregados pétreos, tipo de finos, humedad, etc.

Por lo general, determine la dosificación de **QUIMIBOND ADVANCE** para obtener un recubrimiento mayor o igual 95% en la mezcla asfáltica utilizando el método de ensayo ASTM D 3625 y un TSR igual o mayor a 85% utilizando el método de ensayo ASTM D 4867.

INSTRUCCIONES DE USO

La dosificación del **QUIMIBOND ADVANCE** es fácil al no necesitarse calentarse o agitarse. Una vez determinada la dosificación que varía de acuerdo a los agregados entre el 0.1 al 0.4% del peso del cemento asfáltico. La dosificación se aplica por medios neumáticos al tanque de almacenaje o por inyección a la carga del asfalto.



una empresa @ QUICORP

QUIMIBOND ADVANCE ®

ADITIVO MEJORADOR DE ADHERENCIA PARA ASFALTO

DOSIFICACIÓN

0.1 al 0.4 % del peso del cemento asfáltico.

Se recomienda la dosificación del 0.3% cuando los agregados poseen excesiva carga de silicios, piedra caliza o humedad.

CALCULO DE LA ADICIÓN DEL ADITIVO

Composición de la MEZCLA ASFALTICA típica:

Agregado 94%

Cemento Asfáltico 6%

Cálculos para 1 metro cúbico de mezcla asfáltica

Agregado = $0.94 \times 2400 = 2256$ kg.

Cemento Asfáltico = $0.06 \times 2400 = 144$ kg

Dosificación: 0.3%

QUIMIBOND ADVANCE = $0.003 \times 144 = 0.432$ Kg

PRESENTACIÓN

QUIMIBOND ADVANCE se ofrece en cilindros de 180 kg

PRECAUCIONES / RESTRICCIONES

Evitar el contacto con la piel, ojos y vías respiratorias. En caso de contacto con la piel, lavar con abundante agua, para mayor información consultar la hoja de seguridad del producto o con el **Área de Ingeniería de QUIMICA SUIZA INDUSTRIAL S.A.**

MANEJO Y ALMACENAMIENTO

QUIMIBOND ADVANCE debe almacenarse en su envase original herméticamente cerrado en un lugar fresco, seco y bajo techo.

Vida útil de almacenamiento: 12 meses.

Anexo 4.6 Procedimiento de Ensayo Lottman

- Se obtuvo mediante a 26 golpes alcanzando el patrón 7% de las cuales están dentro de la proporción 6 % 8%
- Luego para desmoldar y enfriar pasan a la saturación en agua a 20 pulgadas en mercurio por 10 minutos y volvemos a pesar a la saturación al volumen aire obteniendo.
- Luego se realiza a la condición 24 horas a 60°C en agua. Para proceder nuevamente con la mordaza Lottman. Y pasar como mínimo a la Tracción indirecta para determinar el porcentaje de daño.

Finalmente se obtiene los cálculos mediante la rotura mediante la prensa de Marshall así mismo utilizando la mordaza Lottman **Anexo 4.7** Resultados del lavado Asfáltico



4.7.1 Analisis Granulometrico grava por tamizado



INFORME DE ENSAYO N° 022 - 2020 - M&V/JMI

PROYECTO : "ANALISIS DE COMPORTAMIENTO DE MEZCLA ASFALTICA EN CALIENTE CON ADITIVO QUIMBOND ADVANCE PARA CLIMAS HÚMEDOS - AV. MARIA PARADO DE BELLIDO - VILLA MARIA DEL TRIUNFO 2019"

SOLICITANTE : GINO PRADO MENESES - DAVID CONDEZO CASTRO

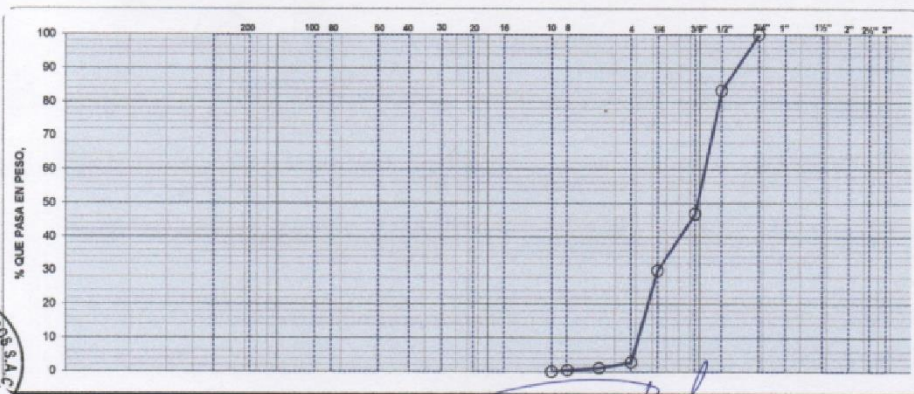
UBICACIÓN : AV. MARIA PARADO DE BELLIDO - VILLA MARIA DEL TRIUNFO 2020

PROCEDENCIA : PLANTA DE ASFALTO CAJAMARQUILLA **FECHA :** 25.06.2020

ANALISIS GRANULOMETRICO POR TAMIZADO
(NORMA MTC E - 107)

MATERIAL : GRAVA 1/2" - MEZCLA ASFALTICA EN CALIENTE TIPO MAC 2 **PROF.**

Tamiz	Material retenido					Especificaciones		Descripción
	Ø	Peso (g)	Retenido (%)	Acumulado (%)	Pasante (%)	min. (%)	max. (%)	
3"	76.20							
2 1/2"	63.50							Grava (%) 97.2
2"	50.80							Arena (%) 2.8
1 1/2"	38.10							
1"	25.40							Pasante N° 200 (%)
3/4"	19.05				100.0			Peso inicial (gr) 7,540.0
1/2"	12.70	1245.5	16.5	16.5	83.5			Peso lavado (gr) 1,000.0
3/8"	9.53	2758.6	36.6	53.1	46.9			
1/4"	6.35	1265.4	16.8	69.9	30.1			L L (%)
N° 4	4.76	2058.3	27.3	97.2	2.8			L P (%)
N° 6	3.36	125.0	1.7	98.8	1.2			I P (%)
N° 8	2.38	55.0	0.7	99.6	0.4			
N° 10	2.00	32.2	0.4	100.0	0.0			CLASIFIC. SUCS :
N° 16	1.19							CLASIFIC. AASHTO :
N° 20	0.84							
N° 30	0.59							
N° 40	0.43							
N° 50	0.30							
N° 80	0.18							
N° 100	0.15							
N° 200	0.074							
Bandeja								



M&V (1/13)
mvp/m/ra
O.S. N° 022

Mateo Pacheco
ING. MATEO PACHECO PUGLIO
CIP N° 25379
Lima, 25 de Junio del 2020

Coop. San Miguel Mz D.LI. 8/ Int 1 - Urb. Campoy - S.J.L. / Mz. A.LI. 6 Urb. Los Graseles 1° Etapa - Callao
Teléfax : (511) 601-9143 Celular RPC (511) 94778-9986 (WhatsApp) / ENTEL 93073-5810 (WhatsApp)
LIMA - PERU

m.v. inqsac@hotmail.com
cotizaciones@mvingenieros.com
www.mvingenieros.com

Anexo 4.7.2 Analisis Granulometrico arena por tamizado



INFORME DE ENSAYO N° 022 - 2020 - M&V/JMI

PROYECTO : "ANALISIS DE COMPORTAMIENTO DE MEZCLA ASFÁLTICA EN CALIENTE CON ADITIVO QUIMBOND ADVANCE PARA CLIMAS HÚMEDOS - AV. MARIA PARADO DE BELLIDO - VILLA MARIA DEL TRIUNFO 2019"

SOLICITANTE : GINO PRADO MENESES - DAVID CONDEZO CASTRO

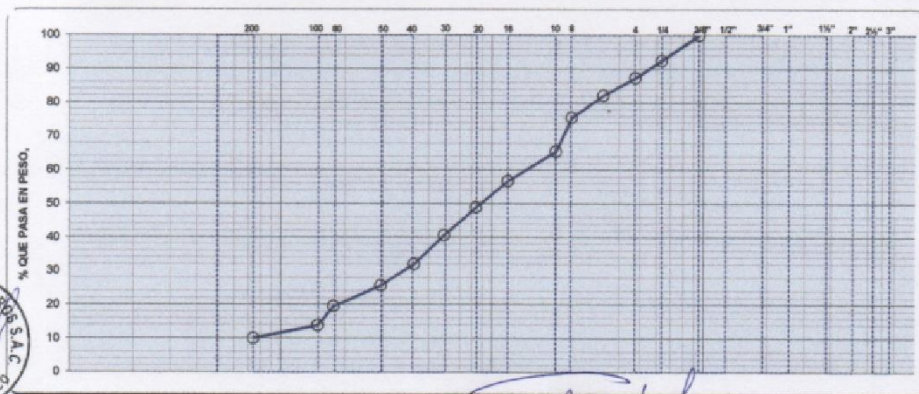
UBICACIÓN : AV. MARIA PARADO DE BELLIDO - VILLA MARIA DEL TRIUNFO 2020

PROCEDENCIA : PLANTA DE ASFALTO CAJAMARQUILLA **FECHA :** 26.06.2020

ANALISIS GRANULOMETRICO POR TAMIZADO
(NORMA MTC E - 107)

MATERIAL : ARENA - MEZCLA ASFÁLTICA EN CALIENTE TIPO MAC 2 **PROF.**

Tamiz	Material retenido				Especificaciones		Descripción
	Ø	Peso (g)	Retenido (%)	Acumulado (%)	Pasante (%)	min. (%)	
3"	76.20						
2 1/2"	63.50						Grava (%) 12.6
2"	50.80						Arena (%) 77.3
1 1/2"	38.10						
1"	25.40						Pasante N° 200 (%) 10.0
3/4"	19.05						Peso Inicial (gr) 3,250.0
1/2"	12.70						Peso lavado (gr) 1,000.0
3/8"	9.53				100.0		
1/4"	6.35	245.0	7.5	7.5	92.5		L L (%)
N° 4	4.76	165.8	5.1	12.6	87.4		L P (%)
N° 6	3.36	169.8	5.2	17.9	82.1		L P (%)
N° 8	2.38	214.0	6.6	24.4	75.6		
N° 10	2.00	325.6	10.0	34.5	65.5		CLASIFIC. SUCS :
N° 16	1.19	283.6	8.8	43.3	56.7		CLASIFIC. AASHTO :
N° 20	0.84	254.3	7.8	51.1	48.9		
N° 30	0.59	269.8	8.3	59.4	40.6		
N° 40	0.43	278.6	8.6	68.0	32.0		
N° 50	0.30	205.7	6.3	74.3	25.7		
N° 80	0.18	198.6	6.1	80.4	19.6		
N° 100	0.15	183.6	5.7	86.1	13.9		
N° 200	0.074	125.8	3.9	90.0	10.0		
Bandeja		325.8	10.0	100.0	0.0		



[Signature]
ING. MATEO PACHECO PUGLIO
CIP N° 25379
Lima, 26 de Junio del 2020

M&V (2/13)
msp/mo/era
O.S. N° 022

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

m.v.insasac@hotmail.com
cotizaciones@myingenieros.com
www.myingenieros.com

Anexo 4.7.3 Analisis Granulometrico grava y arena por tamizado



INFORME DE ENSAYO N° 022 - 2020 - M&V/JMI

PROYECTO : "ANALISIS DE COMPORTAMIENTO DE MEZCLA ASFÁLTICA EN CALIENTE CON ADITIVO QUIMBOND ADVANCE PARA CLIMAS HÚMEDOS - AV. MARIA PARADO DE BELLIDO - VILLA MARIA DEL TRIUNFO 2019"

SOLICITANTE : GINO PRADO MENESES - DAVID CONDEZO CASTRO

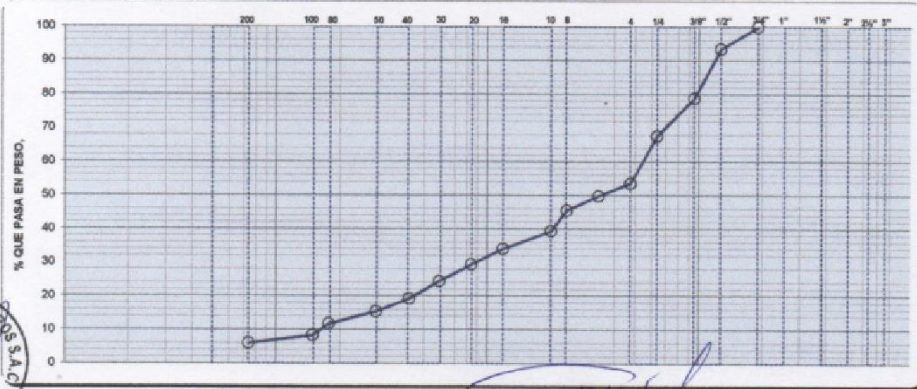
UBICACIÓN : AV. MARIA PARADO DE BELLIDO - VILLA MARIA DEL TRIUNFO 2020

PROCEDENCIA : PLANTA DE ASFALTO CAJAMARQUILLA **FECHA :** 25.06.2020

**ANALISIS GRANULOMETRICO POR TAMIZADO
(NORMA MTC E - 107)**

MATERIAL : MEZCLA ASFÁLTICA TEÓRICA EN CALIENTE TIPO MAC 2 **PROF.**

Tamiz Ø	Material retenido				Especificaciones		Descripción	
	Pulgada	mm	Peso (g)	Retenido (%)	Acumulado (%)	Pasante (%)		min. (%)
3"	76.20						MAC 2	
2 1/2"	63.50							Grava (%) 45.4
2"	50.80							Arena (%) 47.6
1 1/2"	38.10							
1"	25.40							Pasante N° 200 (%) 6.0
3/4"	19.05				100.0			Peso Inicial (gr)
1/2"	12.70		6.6	6.6	93.4	80	100	Peso lavado (gr)
3/8"	9.53		14.6	21.2	78.8	70	88	
1/4"	6.35		11.2	32.4	67.6			L.L (%)
N° 4	4.75		14.0	46.4	53.6	51	68	L.P (%)
N° 6	3.36		3.8	50.2	49.8			I.P (%)
N° 8	2.38		4.3	54.5	45.5			
N° 10	2.00		6.2	60.7	39.3	38	62	CLASIFIC. SUCS :
N° 16	1.19		5.3	66.0	34.0			CLASIFIC. AASHTO :
N° 20	0.84		4.7	70.7	29.3			
N° 30	0.59		3.0	75.6	24.4			
N° 40	0.43		5.1	80.8	19.2	17	28	
N° 50	0.30		3.8	84.6	15.4			
N° 80	0.18		3.7	88.3	11.7	8	17	
N° 100	0.15		3.4	91.7	8.3			
N° 200	0.074		2.3	94.0	6.0	4	8	
Bandeja			6.0	100.0	0.0			



M&V (3/13)
mvp/mvskra
O.S. N° 022

[Signature]
ING. MATEO PACHECO BUQUIO
CIP N° 25379
Lima, 25 de Junio del 2020

Corp. San Miguel Mz D.L.I. 8° Et. 1 - Urb. Campoy - S.J.L. / Mz. A.L.I. 6 Urb. Los Grassoles 1° Etapa - Callao my_ingsec@hotmail.com
 Telfax: (511) 661-9143 Celular R/P: (511) 94778-9986 (WhatsApp) / ENTEL 93073-5810 (WhatsApp) cotizaciones@myingenieros.com
 LIMA - PERU www.myingenieros.com

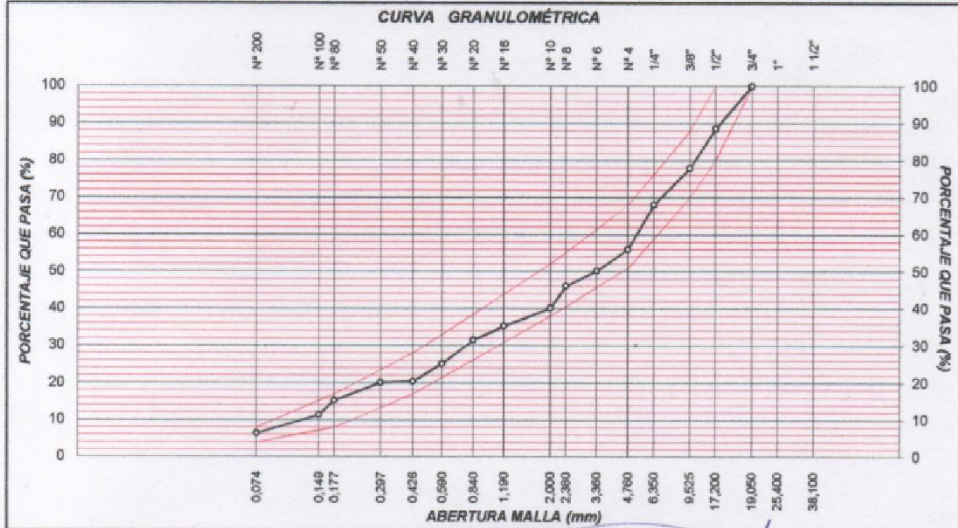
Anexo 4.7.4 Prueba de extracción centrífuga.



PRUEBA DE EXTRACCIÓN CENTRÍFUGA

PROYECTO	: "ANÁLISIS DE COMPORTAMIENTO DE MEZCLA ASFÁLTICA EN CALIENTE CON ADITIVO QUIMIBOND ADVANCE PARA CLIMAS HÚMEDOS - AV. MARIA PARADO DE BELLIDO - VILLA MARIA DEL TRIUNFO 2019"		
REFERENCIA	: Requerimiento 01.06.2020	INFORME N°	: 022 - 2020
SOLICITADO	: GINO PRADO MENESES - DAVID CONDEZO CASTRO	TÉCNICO	: K. RICRA
PROCEDENCIA	: PLANTA DE ASFÁLTO CAJAMARQUILLA	FECHA	: 25/06/2020

MALLAS SERIE AMERICANA	GRANULOMETRÍA					GRADACIÓN MAC-2	RESUMEN DE ENSAYO	
	ABERT. (mm)	PESO RETENIDO (%)	RET. PARCIAL (%)	RET. ACUM. (%)	PASA ACUM. (%)		M-2	
1 1/2"	38.100						- PESO DE LA MUESTRA TOTAL (g)	1185.0
1"	25.400						- PESO DE LA MUESTRA LAVADA (g)	1116.0
3/4"	19.050				100.0	100	- PESO DEL ASFALTO EXTRAÍDO (g)	69.0
1/2"	12.700	126.8	11.4	11.4	88.6	80	- CONTENIDO DE BITUMEN (%)	5.8
3/8"	9.525	119.0	10.7	22.1	77.9	70	- PESO TOTAL DEL MATERIAL TAMIZADO (g)	1116.0
1/4"	6.350	110.0	9.9	32.0	68.0		- PESO DEL MAT. TAMIZADO LAVADO (g)	1045.1
N° 4	4.750	134.0	12.0	44.0	56.0	51	- AGREGADO GRUESO (%)	44.0
N° 6	3.350	65.0	5.8	49.8	50.2		- AGREGADO FINO (%)	56.0
N° 8	2.360	46.0	4.1	53.9	46.1		OBSERVACIONES:	
N° 10	2.000	57.0	6.0	59.9	40.1	38	- Especificaciones del MTC EG-2013	
N° 15	1.190	54.0	4.8	64.7	35.3			
N° 20	0.840	42.3	3.8	68.5	31.5			
N° 30	0.590	70.8	6.3	74.8	25.2			
N° 40	0.425	53.8	4.8	79.6	20.4	17		
N° 50	0.297	3.6	0.3	79.9	20.1			
N° 60	0.250	53.6	4.8	84.7	15.3	6		
N° 75	0.149	44.9	4.0	88.7	11.3			
N° 100	0.074	54.6	4.9	93.6	6.4	4		
- N° 200		70.9	6.4	100.0	0.0			



M&V (13/13)
mhr/jms.
O.S. N° 022

ING. MATEO E. PACHECO PUQUIO
CIP N° 25379
Lima, 25 de Junio del 2020.

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

mwingsac@hotmail.com
cotizaciones@mwingenieros.com
www.mwingenieros.com

Anexo 4.8 Ensayo de Marshall adicionando Con Aditivo Quimibond Advance



LABORATORIO DE CONTROL DE CALIDAD

INFORME DE ENSAYO N° 022 - 2020 - M&V - 07.04

SOLICITANTE : GINO PRADO MENESES - DAVID CONDEZO CASTRO **MUESTRA** : Agregados, Pen 60-70.
PROYECTO : "ANÁLISIS DE COMPORTAMIENTO DE MEZCLA ASFÁLTICA EN CALIENTE CON ADITIVO QUIMIBOND ADVANCE PARA CLIMAS HÚMEDOS - AV. MARIA PARADO DE BELLIDO - VILLA MARIA DEL TRIUNFO 2019"
IDENTIFICACIÓN : La que se indica.
CANTIDAD : 100 kg, 01 gl y 01lt.
PRESENTACIÓN : Sacos y envase metálico.
PROCEDENCIA : PLANTA DE ASFÁLTO CAJAMARQUILLA **FECHA DE ENSAYO** : 2020/06/03 al 2020/06/25.

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

N° DE BRIQUETAS	1A	1B	1C	2A	2B	2C
1 % DE C.A. EN PESO DE LA MEZCLA TOTAL	4.5			5.0		
2 % DE AGREGADO GRUESO (> N° 4) EN PESO DE LA MEZCLA	42.98			42.75		
3 % DE AGREGADO FINO (< N° 4) EN PESO DE LA MEZCLA	52.52			52.25		
4 % DE FILLER (MÍNIMO 65% PASA N° 200) EN PESO DE LA MEZCLA	--			--		
5 PESO ESPECÍFICO DEL CEMENTO ASFÁLTICO - APARENTE	1.010			1.010		
6 PESO ESPECÍFICO DEL AGREGADO GRUESO-BULK (MENOR 1")	2.701			2.701		
7 PESO ESPECÍFICO DEL AGREGADO FINO - BULK	2.731			2.731		
8 PESO ESPECÍFICO DEL FILLER - APARENTE	--			--		
9 ALTURA PROMEDIO DE LA BRIQUETA (cm)	65.5	61.3	63.4	66.4	64.3	64.7
10 PESO DE LA BRIQUETA AL AIRE (gr.) (A)	1,213.9	1,213.5	1,213.1	1,221.3	1,219.6	1,220.8
11 PESO DE LA BRIQUETA SAT. SUP. SECO EN EL AIRE (gr.) (B)	1,217.2	1,216.1	1,216.5	1,222.5	1,222.4	1,223.3
12 PESO DE LA BRIQUETA EN EL AGUA (gr.) (C)	691.0	687.3	687.0	698.3	697.9	698.5
13 PESO VOL. AGUA / VOL. BRIQUETA E (gr.) (B-C)	526.2	528.8	529.5	524.2	524.5	524.8
14 PESO DE AGUA ABSORVIDA (gr.) (B-A)	3.3	2.6	3.4	1.2	2.8	2.5
15 PORCENTAJE DE ABSORCIÓN (%) ((B-A)/(B-C))*100	0.63	0.49	0.64	0.23	0.53	0.48
16 DENSIDAD DE LA BRIQUETA A 25° C (kg/m³)	2300	2288	2284	2323	2318	2319
17 PESO ESPECÍFICO BULK DE LA BRIQUETA (gr./cm³) (A)/(B-C)	2.307	2.295	2.291	2.330	2.325	2.326
18 PESO ESPECÍFICO MÁXIMO - ASTM D 2041	2.524			2.506		
19 PORCENTAJE DE VACÍOS (%)	8.6	9.1	9.2	7.0	7.2	7.2
20 PESO ESPECÍFICO BULK DEL AGREGADO TOTAL (gr./cm³)	2.717			2.717		
21 V.M.A. (%)	18.9	19.3	19.5	18.5	18.7	18.7
22 PORCENTAJE DE VACÍOS LLENADOS CON C.A. (%)	54.5	53.0	52.7	62.0	61.4	61.7
23 PESO ESPECÍFICO EFECTIVO DEL AGREGADO TOTAL	2.716			2.718		
24 ASFALTO ABSORVIDO POR EL AGREGADO TOTAL (%)	-0.0			0.0		
25 PORCENTAJE DE ASFALTO EFECTIVO (%)	4.5			5.0		
26 FLUJO (0.01 Pulgada)	9.0	9.0	9.0	10.0	10.0	11.0
27 ESTABILIDAD SIN CORREGIR (kg)	850.0	930.0	940.0	1,050.0	1,000.0	950.0
28 FACTOR DE ESTABILIDAD	1.04	1.04	1.04	1.04	1.04	1.04
29 ESTABILIDAD CORREGIDA (kg)	884.0	967.0	978.0	1,092.0	1,040.0	988.0



DMA (5/13)
 mepp/jems/jch
 O.S. N°022

2.525
 2.549
 2.505628
 2.529186

ING. MATEO E. PACHECO PUQUIO
 CIP N° 26379
 Lima, 25 de Junio del 2020.

2.716673

Coor. San Miguel Mz. D.L. 6/ Hl. 1 - Urb. Campoy - S.J.L. / Mz. A.L. 6 Urb. Los Gracielos 1° Etapa - Callao.
 Telfax: (511) 601-9143 Celular RPP (511) 94776-9986 (WhatsApp) / ENTEL 93073-5810 (WhatsApp)
 LMA-FERU

mw_ingasac@hotmail.com
cotizaciones@mywin Ingenieros.com
www.mywin Ingenieros.com

LABORATORIO DE CONTROL DE CALIDAD

INFORME DE ENSAYO N° 022 - 2020 - M&V - 07.04

SOLICITANTE : GINO PRADO MENESES - DAVID CONDEZO CASTRO **MUESTRA** : Agregados, Pen 60-70.
PROYECTO : "ANÁLISIS DE COMPORTAMIENTO DE MEZCLA ASFÁLTICA EN CALIENTE CON ADITIVO QUMBOND ADVANCE PARA CLIMAS HÚMEDOS - AV. MARIA PARADO DE BELLIDO - VILLA MARIA DEL TRIUNFO 2019"
PROCEDENCIA : PLANTA DE ASFÁLTO CAJAMARQUILLA

IDENTIFICACIÓN : La que se indica.
CANTIDAD : 100 kg, 01 gl y 01lt.
PRESENTACIÓN : Sacos y envase metálico.
FECHA DE ENSAYO : 2020/06/03 al 2020/06/25.

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

N° DE BRIQUETAS	3A	3B	3C	4A	4B	4C
1 % DE C.A. EN PESO DE LA MEZCLA TOTAL	5.50		6.00			
2 % DE AGREGADO GRUESO (> N° 4) EN PESO DE LA MEZCLA	42.53		42.30			
3 % DE AGREGADO FINO (< N° 4) EN PESO DE LA MEZCLA	51.97		51.70			
4 % DE FILLER (MÍNIMO 65% PASA N° 200) EN PESO DE LA MEZCLA	--		--			
5 PESO ESPECÍFICO DEL CEMENTO ASFÁLTICO - APARENTE	1.010		1.010			
6 PESO ESPECÍFICO DEL AGREGADO GRUESO-BULK (MENOR 1")	2.701		2.701			
7 PESO ESPECÍFICO DEL AGREGADO FINO - BULK	2.731		2.731			
8 PESO ESPECÍFICO DEL FILLER - APARENTE	--		--			
9 ALTURA PROMEDIO DE LA BRIQUETA (cm)	64.4	64.1	65.4	64.9	65.6	64.7
10 PESO DE LA BRIQUETA AL AIRE (gr.) (A)	1,230.0	1,231.2	1,231.5	1,235.2	1,235.2	1,236.2
11 PESO DE LA BRIQUETA SAT. SUP. SECO EN EL AIRE (gr.) (B)	1,232.4	1,233.2	1,233.2	1,236.2	1,237.2	1,238.1
12 PESO DE LA BRIQUETA EN EL AGUA (gr.) (C)	710.2	709.9	711.0	719.5	719.8	719.3
13 PESO VOL. AGUA / VOL. BRIQUETA (gr.) (B-C)	522.2	523.3	522.2	516.7	517.4	518.8
14 PESO DE AGUA ABSORVIDA (gr.) (B-A)	2.4	2.0	1.7	1.0	2.0	1.9
15 PORCENTAJE DE ABSORCIÓN (%) ((B-A)/(B-C))*100	0.46	0.38	0.33	0.19	0.39	0.37
16 DENSIDAD DE LA BRIQUETA A 25° C (kg/m³)	2348	2346	2351	2383	2380	2376
17 PESO ESPECÍFICO BULK DE LA BRIQUETA (gr./cm³) (A/(B-C))	2.355	2.353	2.358	2.391	2.387	2.383
18 PESO ESPECÍFICO MÁXIMO - ASTM D 2041	2.484		2.465			
19 PORCENTAJE DE VACÍOS	5.2	5.3	5.1	3.0	3.2	3.3
20 PESO ESPECÍFICO BULK DEL AGREGADO TOTAL (gr./cm³)	2.717		2.717			
21 V.M.A.	18.1	18.2	18.0	17.3	17.4	17.6
22 PORCENTAJE DE VACÍOS LLENADOS CON C.A.	71.4	71.0	71.9	82.5	81.9	81.1
23 PESO ESPECÍFICO EFECTIVO DEL AGREGADO TOTAL	2.715		2.715			
24 ASFALTO ABSORBIDO POR EL AGREGADO TOTAL (%)	- 0.0		- 0.0			
25 PORCENTAJE DE ASFALTO EFECTIVO	5.5		6.0			
26 FLUJO (0.01 Pulgada)	11.0	11.0	12.0	12.0	13.0	13.0
27 ESTABILIDAD SIN CORREGIR (kg)	1,145.0	1,100.0	1,110.0	1,220.0	1,140.0	1,200.0
28 FACTOR DE ESTABILIDAD	1.04	1.04	1.04	1.04	1.04	1.04
ESTABILIDAD CORREGIDA (kg)	1,191.0	1,144.0	1,154.0	1,269.0	1,186.0	1,248.0



ING. MATEO E. PACHECO PUQUIO
CIP N° 26379
Lima, 25 de Junio del 2020.

LABORATORIO DE CONTROL DE CALIDAD

INFORME DE ENSAYO N° 022 - 2020 - M&V - 07.04

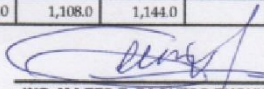
SOLICITANTE	: GINO PRADO MENESES - DAVID CONDEZO CASTRO	MUESTRA	: Agregados, Pen 60-70.
PROYECTO	: "ANÁLISIS DE COMPORTAMIENTO DE MEZCLA ASFÁLTICA EN CALIENTE CON ADITIVO QUMBOND ADVANCE PARA CLIMAS HÚMEDOS - AV. MARIA PARADO DE BELLIDO - VILLA MARIA DEL TRIUNFO 2019"	IDENTIFICACIÓN	: La que se indica.
PROCEDENCIA	: PLANTA DE ASFÁLTO CAJAMARQUILLA	CANTIDAD	: 100 kg, 01 gl y 01lt.
		PRESENTACIÓN	: Sacos y envase metálico.
		FECHA DE ENSAYO	: 2020/06/03 al 2020/06/25.

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

N° DE BRIQUETAS	3A	3B	3C	4A	4B	4C
1	% DE C.A. EN PESO DE LA MEZCLA TOTAL					
2	% DE AGREGADO GRUESO (> N° 4) EN PESO DE LA MEZCLA					
3	% DE AGREGADO FINO (< N° 4) EN PESO DE LA MEZCLA					
4	% DE FILLER (MÍNIMO 65% PASA N° 200) EN PESO DE LA MEZCLA					
5	PESO ESPECÍFICO DEL CEMENTO ASFÁLTICO - APARENTE					
6	PESO ESPECÍFICO DEL AGREGADO GRUESO-BULK (MENOR 1")					
7	PESO ESPECÍFICO DEL AGREGADO FINO - BULK					
8	PESO ESPECÍFICO DEL FILLER - APARENTE					
9	ALTURA PROMEDIO DE LA BRIQUETA (cm)					
10	PESO DE LA BRIQUETA AL AIRE (gr.) (A)					
11	PESO DE LA BRIQUETA SAT. SUP. SECO EN EL AIRE (gr.) (B)					
12	PESO DE LA BRIQUETA EN EL AGUA (gr.) (C)					
13	PESO VOL. AGUA / VOL. BRIQUETAS (gr.) (B-C)					
14	PESO DE AGUA ABSORVIDA (gr.) (B-A)					
15	PORCENTAJE DE ABSORCIÓN (%) ((B-A)/(B-C))*100					
16	DENSIDAD DE LA BRIQUETA A 25° C (kg/m³)					
17	PESO ESPECÍFICO BULK DE LA BRIQUETA (gr./cm³) (A/(B-C))					
18	PESO ESPECÍFICO MÁXIMO - ASTM D 2041					
19	PORCENTAJE DE VACÍOS					
20	PESO ESPECÍFICO BULK DEL AGREGADO TOTAL (gr./cm³)					
21	V.M.A.					
22	PORCENTAJE DE VACÍOS LLENADOS CON C. A.					
23	PESO ESPECÍFICO EFECTIVO DEL AGREGADO TOTAL					
24	ASFALTO ABSORBIDO POR EL AGREGADO TOTAL (%)					
25	PORCENTAJE DE ASFALTO EFECTIVO					
26	FLUJO (0.01 Pulgada)					
27	ESTABILIDAD SIN CORREGIR (kg)					
28	FACTOR DE ESTABILIDAD					
29	ESTABILIDAD CORREGIDA (kg)					



DMA (7/3)
mepp/jems/jch
O.S. N°022


ING. MATEO E. PACHECO FURIU
CIP N° 25379
Lima, 25 de Junio del 2020.

Anexo 4.9 Resumen de especímenes en Ensayo Marshall



LABORATORIO DE CONTROL DE CALIDAD

INFORME DE ENSAYO N° 022 - 2020 - M&V - 07.04

SOLICITANTE	: GINO PRADO MENESES - DAVID CONDEZO CASTRO	MUESTRA	: Agregados, Pen 60-70.
PROYECTO	: "ANÁLISIS DE COMPORTAMIENTO DE MEZCLA ASFÁLTICA EN CALIENTE CON ADITIVO QUIMIBOND ADVANCE PARA CLIMAS HÚMEDOS - AV. MARIA PARADO DE BELLIDO - VILLA MARIA DEL TRIUNFO 2019"	IDENTIFICACIÓN	: La que se indica.
		CANTIDAD	: 100 kg, 01 gl y 01lt.
PROCEDENCIA	: PLANTA DE ASFÁLTO CAJAMARQUILLA	PRESENTACIÓN	: Sacos y envase metálico.
		FECHA DE ENSAYO	: 2020/06/03 al 2020/06/25.

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

Características de la Mezcla :

- Nº de golpes por cara	:	75		
- Contenido Óptimo de Cemento Asfáltico, % *	:	5.6	5.8	6.0
- Peso Específico bulk, g/cm ³	:	2.365	2.380	2.385
- Vacíos, %	:	5.0	4.1	3.8
- Vacíos llenos con Cemento Asfáltico, %	:	72.0	76.0	80.0
- V.M.A., %	:	18.0	17.9	17.8
- Estabilidad, lb (kN)	:	2620.0 (11.65)	2670.0 (11.88)	2700.0 (12.01)
- Flujo, 0.01" (0.25 mm)	:	11.2 (2.8)	12.5 (3.1)	12.8 (3.2)
- Relación Estabilidad/Flujo, kg/cm	:		3915.0	
- Absorción de Asfalto, %	:		0.0	
- Temperatura de la Mezcla, °C	:		145.0	

Proporciones de mezcla :

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

Materiales :

- Tipo de Asfalto	:	PEN 60-70 (proporcionado por el solicitante).
- Aditivo mejorador de Adherencia	:	QUIMIBOND ADVANCE (0.35% en peso del Cemento Asfáltico)
- Agregado grueso	:	Cantera Cajamarquilla, obtenido en la Planta de Chancado (45%)
- Agregado fino	:	Cantera Cajamarquilla, obtenido en la Planta de Chancado (55%)

Nota :

(*) Porcentaje en peso de la mezcla total.

Observaciones :

- Manual de Ensayo de Materiales para Carreteras (EM-2013), aprobado con R.D. N° 03-2013-MTC/14 de 06/2013.
- Agregados, PEN 60-70 y Mejorador de Adherencia, proporcionados e identificados por el solicitante.
- Fecha de orden de ensayo: 2020/06/01.

Este documento no autoriza el empleo de los materiales analizados, siendo la interpretación del mismo de exclusiva responsabilidad del usuario.




ING. MATEO E. PACHECO PUQUIO
 CIP N° 26379
 Lima, 25 de Junio del 2020.

DMA (8/8)
 mepp/jems/jch
 O.S. N° 022

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

m.v.ing@sac@hotmail.com
calificaciones@mvingenieros.com
www.mvingenieros.com

Anexo 4.10 Grafica de subensayos a % del C.A

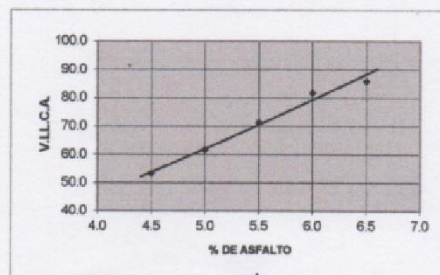
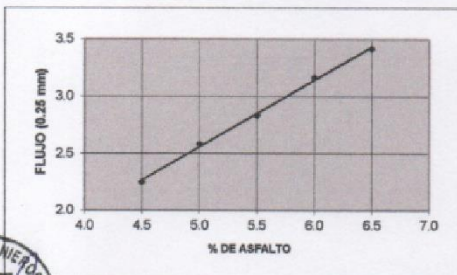
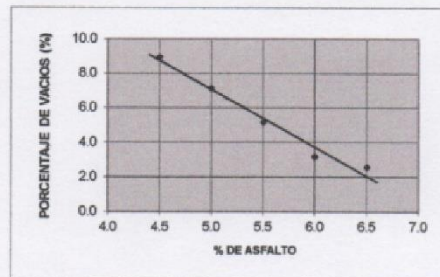
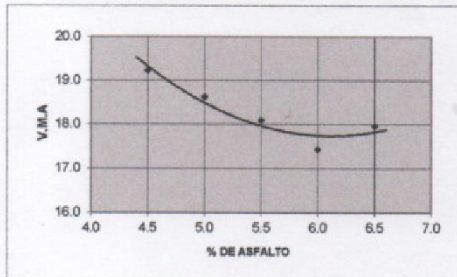
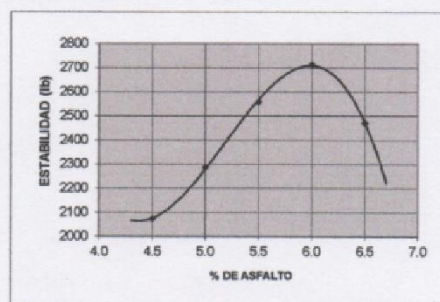
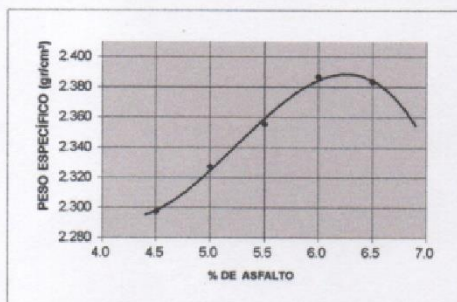


LABORATORIO DE CONTROL DE CALIDAD

INFORME DE ENSAYO N° 022 - 2020 - M&V - 07.04

SOLICITANTE	: GINO PRADO MENESES - DAVID CONDEZO CASTRO	MUESTRA	: Agregados, Pen 60-70.
PROYECTO	: "ANALISIS DE COMPORTAMIENTO DE MEZCLA ASFÁLTICA EN CALIENTE CON ADITIVO QUMBOND ADVANCE PARA CLIMAS HÚMEDOS - AV. MARIA PARADO DE BELLIDO - VILLA MARIA DEL TRIUNFO 2019"	IDENTIFICACIÓN	: La que se indica.
		CANTIDAD	: 100 kg, 01 gl y 01lt.
PROCEDENCIA	: PLANTA DE ASFALTO CAJAMARQUILLA	PRESENTACIÓN	: Sacos y envase metálico.
		FECHA DE ENSAYO	: 2020/06/03 al 2020/06/25.

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



DMA (G/B)
mepp/jems/jch
O.S. N°022

[Signature]
ING. MATEO E. PACHECO PUGUIO
CIP N° 26379
Lima, 25 de Junio del 2020.

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

mw.ingasac@hotmail.com
cotizaciones@myingenieros.com
www.myingenieros.com

Anexo 4.11 Ensayo de Lottman Con adición del 0.15%



INFORME DE ENSAYO N° 022 - 2020 - M&V - 07.04

SOLICITANTE : GINO PRADO MENESES - DAVID CONDEZO CASTRO **MUESTRA** : Agregados, Pen 60-70.
PROYECTO : "ANÁLISIS DE COMPORTAMIENTO DE MEZCLA ASFÁLTICA EN CALIENTE CON ADITIVO QUMBOND ADVANCE PARA CLIMAS HÚMEDOS - AV. MARIA PARADO DE BELLO - VILLA MARIA DEL TRUNFO 2019" **IDENTIFICACIÓN** : La que se indica.
PROCEDENCIA : Planta de asfalto Cajamarquilla **CANTIDAD** : 100 kg, 01 gl y 01il.
PRESENTACIÓN : Sacos y envase metálico
FECHA DE RECEPCIÓN : 2020/06/06. **FECHA DE ENSAYO** : 2020/06/06 al 2020/06/25

AASHTO T-283 (2003)* METODO DE ENSAYO ESTÁNDAR PARA LA RESISTENCIA DE MEZCLAS ASFÁLTICAS COMPACTADAS AL DAÑO INDUCIDO POR HUMEDAD.

Muestra	Ensayo	1	2	3	4	5	6
Diámetro, m m	D	101.8	101.6	101.7	101.8	101.6	101.8
Espesor (altura), m m	t	66.7	66.8	66.9	66.8	66.6	66.8
Masa Seca en Aire, g	A	1231.0	1233.0	1234.0	1231.5	1234.6	1231.6
Masa muestra sat. Sup. Seca, g	B	1241.3	1243.5	1242.6	1241.3	1242.9	1240.8
Masa en Agua, g	C	697.6	698.3	697.3	697.2	697.3	696.8
Volumen, cc, (B-C)	E	543.7	545.2	545.3	544.1	545.6	544.0
Bulk Gr. Especific (A/E)	F	2.264	2.262	2.263	2.263	2.263	2.264
Máx. Sp. Gr. Rpecific.	G	2.435	2.435	2.435	2.435	2.435	2.435
% Vacío (100(G-F)/G)	H	7.0	7.1	7.1	7.0	7.1	7.0
Volumen del Vacío de Aire (HE/100)	I	38.2	38.8	38.5	38.4	38.6	38.2
Lectura del dial de carga	p	110.0	112.0	114.0			
Carga (lbf)	P	517.4	526.5	535.6			

Saturado mín. @ kPa ó mm Hg (pulg. Hg) a 20pulg. Hg.

Masa muestra sat. Sup. Seca, g	B'				1259.3	1261.3	1259.2
Masa en Agua, g	C'				713.6	714.2	712.9
Volumen (B'-C')	E'				545.7	547.1	546.3
Vol. Abs. Water (B'-A)	J'				27.8	26.7	27.6
% Saturación (100J'/I)					72.5	69.2	72.2
Hinchamiento (100(E'-E)/E)					0.29	0.27	0.42
Condicionado 24 h a 60°C agua							
Espesor m m (pulg)	T''				67.2	67.6	67.9
Masa muestra sat. Sup. Seca, g	B''				1262.3	1263.1	1263.1
Masa en Agua	C''				714.3	716.1	715.2
Volumen (B''-C''), cc	E''				548.0	547.0	547.9
Vol. de Agua Abs. (B''-A), cc	J''				30.8	28.5	31.5
% Saturación (100J''/I)					80.3	73.9	82.4
Hinchamiento (100(E''-E)/E)					0.72	0.26	0.72
Lectura del dial de carga	Carga				88.0	92.0	88.0
Carga (lbf)	P''				417.4	435.5	417.4
Fuerza Seca, 2P/pi*TD (psi)	Std	31.3	31.9	32.3			
Fuerza húmeda, 2P''/pi*TD (psi)	Stm				25.1	26.0	24.8
TSR, Stm /Std*100 (%)							
Baño de Humedad Visual							
Agregado Agrietado y roto							
Hinchamiento							

Peso en condiciones saturadas superficialmente del espécimen, saturado parcialmente, g

Promedio (Std) 31.8
Promedio (Stm) 25.3

79.5



DMA (12/13)
 meppjems/jch
 O.S. N°022

Coop. San Miguel Mz. D Lt. B/ Int 1 - Urb. Campoy - S.J.L. / Mz. A Lt. 6 Urb. Los Girasoles 1° Etapa - Callao
 Telfax: (511) 661-9143 Celular RPC (511) 94776-9966 (WhatsApp) / ENTEL 93973-5810 (WhatsApp)
 LIMA - PERU

m.v.ingasac@hotmail.com
cotizaciones@myingenieros.com
www.myingenieros.com

Anexo 4.12 Resumen de Ensayo Lottman (0.15%)



INFORME DE ENSAYO N° 022 - 2020 - M&V - 07.04

SOLICITANTE	: GINO PRADO MENESES - DAVID CONDEZO CASTRO	MUESTRA	: Agregados, Pen 60-70.
PROYECTO	: "ANÁLISIS DE COMPORTAMIENTO DE MEZCLA ASFÁLTICA EN CALIENTE CON ADITIVO QUIMIBOND ADVANCE PARA CLIMAS HÚMEDOS - AV. MARIA PARADO DE BELLIDO - VILLA MARIA DEL TRIUNFO 2019"	IDENTIFICACIÓN	: La que se indica.
PROCEDENCIA	: Planta de asfalto Cajamarquilla	CANTIDAD	: 100 kg, 01 gl y 01lt.
FECHA DE RECEPCIÓN	: 2020/06/06.	PRESENTACIÓN	: Sacos y envase metálico.
		FECHA DE ENSAYO	: 2020/06/06 al 2020/06/25.

AASHTO T-283 (2003)* METODO DE ENSAYO ESTÁNDAR PARA LA RESISTENCIA DE MEZCLAS ASFÁLTICAS COMPACTADAS AL DAÑO INDUCIDO POR HUMEDAD.

MEZCLA ASFÁLTICA :

Grava Chancada de 1/2"	: 45.0%	(Cantera Cajamarquilla)
Arena Chancada	: 55.0%	(Cantera Cajamarquilla)

Aditivo mejorador de adherencia	: 0.15%	(en peso de Asfalto)
Porcentaje de Asfalto	: 5.8 %	PEN 60-70

TIPO DE ASFALTO : Cemento asfáltico Pen 60-70
TIPO DE ADITIVO : Mejorador de adherencia QUIMIBOND ADVANCE

Acondicionamiento de Muestra	En Seco ^(d)			En Húmedo ^(t)		
	1	2	3	4	5	6
N° Especimen						
Promedio de Vacíos de Aire (%)	7.1			7.0		
Resistencia a la Tensión en cada especimen - psi	31.29	31.86	32.33	25.06	26.04	24.80
Promedio de Resistencia a la Tensión en cada condición - psi (St _d)	31.83			25.30		
Daño por humedad (visual) ⁽²⁾	0			0		
Agregados fracturados (visual)	No presenta			No presenta		

Razón del esfuerzo a la tensión - TSR (promedio St_t/St_d) = 79.5%

Nota:

- (1) Acondicionamiento húmedo: 60°C +/- 1°C por 24 horas.
- (2) Daño por humedad (visual) - escala de 0 - 5 (con 5 como el de mayor desprendimiento), según método de ensayo.

Observaciones:

- (*) Publicado en "Standard Specifications for transportation materials and methods of sampling and testing 2005 - Part 2A Tests.
- El ensayo fue efectuado (a petición del cliente) con la formulación del Diseño Marshall proporcionado por el cliente.
- Fecha de orden de ensayo: 07/06/2020.
- La interpretación ajena de los resultados de ensayos, es de exclusiva responsabilidad del usuario.



(Firma manuscrita)
ING. MATEO E. PACHECO PUGLIO
 CIP N° 25379
 Lima, 25 de Junio del 2020

DMA (13/13)
 mapp/jams/jch
 O.S. N°022

Coop. San Miguel Mz DLE B/ Int. 1 - Urb. Campoy - S.J.L. / Mz. A Lt. 6 Urb. Los Graseles 1ª Etapa - Callao
 Telfax: (511) 001-9143 Celular RFC (511) 94778-9986 (WhatsApp) / ENTEL 93073-5810 (WhatsApp)
 LIMA - PERU

m.v.ingacs@hotmail.com
cotizaciones@myingenieros.com
www.mvingenieros.com

Anexo 4.13 Ensayo Lottman Con adición del 0.35%



INFORME DE ENSAYO N° 022 - 2020 - M&V - 07.04

SOLICITANTE : GINO PRADO MENESES - DAVID CONDEZO CASTRO
PROYECTO : *ANÁLISIS DE COMPORTAMIENTO DE MEZCLA ASFÁLTICA EN CALIENTE CON ADITIVO QUMBOND ADVANCE PARA CLIMAS HÚMEDOS - AV. MARIA PARADO DE BELLEDO - VILLA MARIA DEL TRUNFO 2019*
PROCEDENCIA : Planta de asfalto Cajamarquilla
FECHA DE RECEPCIÓN : 2020/06/06.

MUESTRA : Agregados, Pan 60-70. y Aditivo mejorador.
IDENTIFICACIÓN : La que se indica.
CANTIDAD : 100 kg, 01 gl y 01lt.
PRESENTACIÓN : Sacos y envase metálico
FECHA DE ENSAYO : 2020/06/06 al 2020/06/25

AASHTO T-283 (2003)* METODO DE ENSAYO ESTÁNDAR PARA LA RESISTENCIA DE MEZCLAS ASFÁLTICAS COMPACTADAS AL DAÑO INDUCIDO POR HUMEDAD.

Muestra	Ensayo	1	2	3	4	5	6
Diámetro, m m	D	102.0	101.7	101.9	101.9	101.8	102.0
Espesor (altura), m m	I	66.9	66.7	67.0	66.9	66.7	67.0
Masa Seca en Aire, g	A	1234.3	1234.2	1233.0	1232.9	1233.3	1228.5
Masa muestra sat. Sup. Seca, g	B	1245.3	1245.0	1243.9	1242.9	1244.1	1238.3
Masa en Agua, g	C	699.8	698.9	698.4	698.7	699.2	695.4
Volumen, cc, (B-C)	E	545.5	546.1	545.5	544.2	544.9	542.9
Bulk Gr. Especifico (A/E)	F	2.263	2.260	2.260	2.266	2.263	2.263
Máx. Sp. Gr. Rpecific.	G	2.435	2.435	2.435	2.435	2.435	2.435
% Vacío (100(G-F)/G)	H	7.1	7.2	7.2	7.0	7.0	7.1
Volumen del Vacío de Aire (HE/100)	I	38.6	39.2	39.1	37.9	38.4	38.4
Lectura del dial de carga	p	115.0	110.0	107.0			
Carga (lbf)	P	540.1	517.4	503.7			

Saturado mín. @ kPa ó mm Hg (pulg. Hg) a 20 pulg. Hg.

Masa muestra sat. Sup. Seca, g	B'				1260.7	1261.2	1257
Masa en Agua, g	C'				714.6	711	713.5
Volumen (B'-C')	E'				545.9	550.2	543.5
Vol. Abs. Water (B'-A)	J'				27.8	27.9	28.5
% Saturación (100J'/I)					73.4	72.6	74.3
Hinchamiento (100(E'-E)/E)					0.31	0.97	0.11

Condicionado 24 h a 60°C agua

Espesor m m (pulg)	T"				67.1	67.2	67.5
Masa muestra sat. Sup. Seca, g	B"				1261.2	1263.8	1262.4
Masa en Agua	C"				715.0	715.4	714.9
Volumen (B"-C"), cc	E"				546.2	548.4	547.5
Vol. de Agua Abs. (B"-A), cc	J"				28.3	30.5	33.9
% Saturación (100J"/I)					74.7	79.4	88.3
Hinchamiento (100(E"-E)/E)					0.37	0.64	0.85
Lectura del dial de carga	Carga				104.0	96.3	97.3
Carga (lbf)	P"				490.1	455.1	459.6
Fuerza Seca, 2P/pi*TD (psi)	Std	32.6	31.3	30.3			
Fuerza húmeda, 2P'/pi*T'D (psi)	Stm				29.4	27.3	27.4
TSR, Stm /Std*100 (%)							
Baño de Humedad Visual							
Agregado Agrietado y roto							
Hinchamiento							

Peso en condiciones saturadas superficialmente del espécimen, saturado parcialmente, g

Promedio (Std) 31.4
Promedio (Stm) 28.1

89.4



DMA (10/13)
mep/jems/jch

O.S. N°022

Coop. San Miguel Mz. D.L. 6/ Int. 1 - Urb. Campoy - S.J.L. / Mz. A Lt. 6 Urb. Los Graseles 1ª. Etapa - Callao
 Telfax : (511) 601-9143 Celular RPC (511) 94778-9986 (WhatsApp) / ENTEL 93073-5810 (WhatsApp)

mw.ingsac@hotmail.com
cotizaciones@myingenieros.com
www.myingenieros.com

LIMA - PERU

Anexo 4.14 Resumen Ensayo Lottman Con adición del 0.35%



INFORME DE ENSAYO N° 022 - 2020 - M&V - 07.04

SOLICITANTE : GINO PRADO MENESES - DAVID CONDEZO CASTRO **MUESTRA** : Agregados, Pen 60-70.
PROYECTO : "ANÁLISIS DE COMPORTAMIENTO DE MEZCLA ASFÁLTICA EN CALIENTE CON ADITIVO QUIMIBOND ADVANCE PARA CLIMAS HÚMEDOS - AV. MARIA PARADO DE BELLIDO - VILLA MARIA DEL TRIUNFO 2019" **IDENTIFICACIÓN** : La que se indica.
PROCEDENCIA : Planta de asfalto Cajamarquilla **CANTIDAD** : 100 kg, 01 gl y 01l.
FECHA DE RECEPCIÓN : 2020/06/06. **PRESENTACIÓN** : Sacos y envase metálico.
FECHA DE ENSAYO : 2020/06/06 al 2020/06/25

AASHTO T-283 (2003)* **METODO DE ENSAYO ESTÁNDAR PARA LA RESISTENCIA DE MEZCLAS ASFÁLTICAS COMPACTADAS AL DAÑO INDUCIDO POR HUMEDAD.**

MEZCLA ASFÁLTICA : Grava Chancada de 1/2" : 45.0% (Cantera Cajamarquilla)
 Arena Chancada : 55.0% (Cantera Cajamarquilla)

Aditivo mejorador de adherencia : 0.35% (en peso de Asfalto)
 Porcentaje de Asfalto : 5.8% PEN 60-70

TIPO DE ASFALTO : Cemento asfáltico Pen 60-70
TIPO DE ADITIVO : Mejorador de adherencia QUIMIBOND ADVANCE

Acondicionamiento de Muestra	En Seco ^(d)			En Húmedo ^(t)		
	1	2	3	4	5	6
N° Especimen						
Promedio de Vacíos de Aire (%)	7.1			7.0		
Resistencia a la Tensión en cada especimen - psi	32.51	31.33	30.30	29.44	27.32	27.42
Promedio de Resistencia a la Tensión en cada condición - psi (St _d)	31.38			28.06		
Daño por humedad (visual) ^(z)	0			0		
Agregados fracturados (visual)	No presenta			No presenta		

Razón del esfuerzo a la tensión - TSR (promedio St_t/St_d) = 89.4%

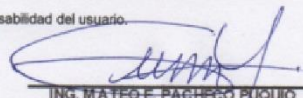
Nota:

- (1) Acondicionamiento húmedo: 60°C +/- 1°C por 24 horas.
- (2) Daño por humedad (visual) - escala de 0 - 5 (con 5 como el de mayor desprendimiento), según método de ensayo.

Observaciones:

- (*) Publicado en "Standard Specifications for transportation materials and methods of sampling and testing 2005 - Part 2A Tests.
- El ensayo fue efectuado (a petición del cliente) con la formulación del Diseño Marshall proporcionado por el cliente.
- Fecha de orden de ensayo: 07/08/2020.
- La interpretación ajena de los resultados de ensayos, es de exclusiva responsabilidad del usuario.




ING. MATEO E. PACHECO PUCURO
 C.P. N° 25379
 Lima, 25 de Junio del 2020

DMA (19'B)
 mpp/jems/jch
 O.S. N°022

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

m.v.ingasac@hotmail.com
cotizaciones@mvingenieros.com
www.mvingenieros.com

Anexo 4.15 Cuadro de Revestimiento al 0.35% de Aditivo de Adherencia



LABORATORIO DE CONTROL DE CALIDAD INFORME DE ENSAYO N° 022 - 2020 - M&V - 07.04

SOLICITANTE : GINO PRADO MENESES - DAVID CONDEZO CASTRO **MUESTRA** : Agregados
PROYECTO : "ANÁLISIS DE COMPORTAMIENTO DE MEZCLA ASFÁLTICA EN CALIENTE CON ADITIVO QUIMIBOND ADVANCE PARA CLIMAS HÚMEDOS - AV. MARIA PARADO DE BELLIDO - VILLA MARIA DEL TRIUNFO 2019" **IDENTIFICACIÓN** : La que se indica.
UBICACIÓN : PLANTA DE ASFALTO CAJAMARQUILLA **CANTIDAD** : 05 kg aprox.
FECHA DE RECEPCIÓN : 2020/06/01. **PRESENTACIÓN** : Bolsas plásticas.
FECHA DE ENSAYO : 2020/06/01 al 2020/06/06

MTC E - 517 (2000)* CUBRIMIENTO DE LOS AGREGADOS CON MATERIALES ASFÁLTICOS (INCLUYE EMULSIONES) EN PRESENCIA DEL AGUA (STRIPPING) MEZCLAS ABIERTAS Y/O T.S.

IDENTIFICACIÓN DE LA MUESTRA		REVESTIMIENTO (%)	CUBRIMIENTO (%)
Cantera "Cajamarquilla"	QUIMIBOND ADVANCE 0.35%	100	+ 95

Tipo de asfalto: Cemento asfáltico PEN 60/70, proporcionado por el Cliente

Aditivo Mejorador de Adherencia: QUIMIBOND ADVANCE 0.35% en peso del Cemento Asfáltico

Observaciones:

- Agregados, asfalto y aditivo, proporcionados e identificados por el solicitante.
- Fecha de orden de ensayo: 2019/06/03
- Este documento no autoriza el empleo de los materiales analizados; siendo la interpretación del mismo de exclusiva responsabilidad del usuario.



ING. MATEO PACHECO PIQUIO
CIP N° 25379

Lima, 25 de Junio del 2020

DMA (4/13)
mepp/jema/fch
O.S. N°022

Coop. San Miguel Mz. D.U. 8/ Int. 1 - Urb. Campoy - S.J.L. / Mz. A Lt. 6 Urb. Los Graseles 1° Etapa - Callao.
Teléfono: (511) 661-9143 Celular RFC (511) 94776-9986 (WhatsApp) / ENTTEL 93073-5810 (WhatsApp)
LMA-FERU

mw_ingaac@hotmail.com
cotizaciones@mwingenieros.com
www.mwingenieros.com

Anexo 4.16 NORMATIVAS UTILIZADO EN LA INVESTIGACION

NORMAS	CARACTERISTICAS	REFER. NORMATIVA
ASTM D-4867, AASHTO T-283	METODO ESTANDAR DE PRUEBA PARA LA RESISTENCIA DE LAS MEZCLAS DE ASFALTO COMPACTADAS A DAÑOS INDUCIDOS POR HUMEDAD	
MTC E 502	ANALISIS MECANICO DE LOS AGREGADOS EXTRAIDOS DE MEZCLAS ASFALTICAS	AASHTO T 30
MTC E 503	ANALISIS MECANICO DE LOS AGREGADOS EXTRAIDOS DE MEZCLAS ASFALTICAS	AASHTO T 30
MTC E 504	RESISTENCIAS DE MEZCLAS BITUMINOSAS EMPLEANDO EL APARATO MARSHALL	AASHTO T - 245, ASTM D -1559
MTC E 505	PORCENTAJE DE VACIOS DE AIRE EN MEZCLAS ASFALTICAS COMPACTADAS DENSAS Y ABIERTAS	ASTM3203
MTC E 506	GRAVEDAD ESPECIFICA APARENTE Y PESO UNITARIO DE M.A. COMPACTADAS EMPLEANDO ESPECIMENES PARAFINADOS	ASTM D 1188
MTC E 507	ESPESOR DE ESPECIMENES COMPACTADOS DE PAVIMENTO ASFALTICO	ASTM D 3549
MTC E 508	DEYTERMINACION DEL GRADO DE COMPACTACION DE UNA MEZCLA BITUMINOSA	ASTM D2041 Y AASHTO T 209
MTC E 509	DEYTERMINACION DEL GRADO DE COMPACTACION DE UNA MEZCLA BITUMINOSA	AASHTO T230

MTC E 510	DENSIDAD DEL HORMIGON BITUMINOSO INSITU POR METODOS NUCLEARES	ASTM D 2950
MTC E 511	CALCULO DE % DE ASFALTO QUE ABSORBE EL AGREGADO EN UNA MEZCLA DE PAVIMENTOS ASFALTICOS	ASTM D 4469
MTC E 512	HUMEDAD O DESTILADOS VOLATILES EN MEZCLAS ASFALTICAS PARA PAVIMENTOS	ASTM D 244 Y D 979
MTC E 513	RESISTENCIA A LA COMPRESION SIMPLE DE MESCLAS ASFALTICAS	ASTM D 1074
MTC E 514	PESO ESPECIFICO APARENTE Y PESO UNITARIO DE MEZCLAS ASFALTICAS COMPACTADAS EMPLEANDO ESPECIMENES SATURADPS CON SUPERFICIE SECA	ASTM D 2726
MTC E 515	CARACTERISTICAS DE LA MEZCLAS BITUMINOSAS ABIERTAS POR MEDIO DEL ENSAYO CANTABRO DE PERDIDA DE DESGASTE	NLT 352
MTC E 516	PERMEABILIDAD INSITU DE PAVIMENTOS DRENANTES CON EL PERMEATROMETRO LCS	NLT/00
MTC E 517	REVESTIMIENTO Y DESPRENDIMIENTO DE MEZCLAS AGREGADO – BITUMEN	AASHTO T 182
MTC E 518	EFECTO DEL AGUA EN LA RESISTENCIA A LA COMPRESION DE MEZCLAS BITUMINOSOS COMPACTADAS	ASTM D 1075
MTC E 519	GRADO ESTIMADO DE CUBRIMIENTO DE PARTICULAS EN MEZCLAS AGREGADO – BITUMEN	ASTM D 2489
MTC E 520	ADHERENCIA EN BANDEJA	INVE- 740-07

MTC E 521	EFFECTO DEL AGUA SOBRE AGREGADOS CON RECUBRIMIENTO BITUMINOSOS USANDO AGUA HERVIDA	ASTM D 1075
MTC E 522	RESISTENCIA DE MEZCLAS ASFALTICAS COMPACTADAS AL DAÑO INDUCIDO POR HUMEDAD	AASHTO T 283



Anexo 4.17 Monitoreo de factor climático relativa al 98% de humedad ambiental



Noticias

SENAMHI monitorea la temperatura con estación portátil en "Ticlio Chico"

Martes , 03 de Julio 2018 | 15:00



- **En zona alta de Villa María del Triunfo continuarán lloviznas en los próximos días.**

El Servicio Nacional de Meteorología e Hidrología del Perú, SENAMHI supervisó las condiciones atmosféricas en "Ticlio Chico", Villa María del Triunfo, mediante la instalación de una estación meteorológica portátil, que registró una temperatura de 12°C y una humedad relativa de 98%.

El Sub Director de Predicción Meteorológica-SPM, Nelson Quispe Gutiérrez, advirtió que en los próximos días las lloviznas y neblinas en esa zona continuarán, sobre todo en horas de la mañana, especialmente en los distritos cercanos al litoral.

El SENAMHI, representado por un grupo de meteorólogos participó de una jornada de acción cívica en la zona de Ticlio Chico organizada por el Ministerio de Defensa donde se hizo entrega de ayuda humanitaria a las familias afectadas por las bajas temperaturas.

El SENAMHI con el objetivo de brindar información oportuna y confiable, recomienda a la población y autoridades mantenerse permanentemente informados de sus avisos hidrometeorológicos y comunicados, que se difunden a través de la web: www.senamhi.gob.pe y redes sociales: Facebook y Twitter.

Anexo 4.18 Gradación para la mezcla asfáltica en caliente (MAC)

Según el Manual de Carreteras, Especificaciones Técnicas Generales para la Construcción (EG-2013) Tomo I Sección 423 (c). nos indica que para la Gradación para mezcla asfáltica en caliente (MAC) La gradación de la mezcla asfáltica en caliente (MAC) deberá responder a algunos de los usos granulométricos, especificados en la imagen de la Tabla 423-03. Alternativamente pueden emplearse las gradaciones siguientes:

Tabla 423-03

Tamiz	Porcentaje que pasa		
	MAC -1	MAC-2	MAC-3
25,0 mm (1")	100		
19,0 mm (3/4")	80-100	100	
12,5 mm (1/2")	67-85	80-100	
9,5 mm (3/8")	60-77	70-88	100
4,75 mm (N.º 4)	43-54	51-68	65-87
2,00 mm (N.º 10)	29-45	38-52	43-61
425 µm (N.º 40)	14-25	17-28	16-29
180 µm (N.º 80)	8-17	8-17	9-19
75 µm (N.º 200)	4-8	4-8	5-10

Fuente: Manual de Carreteras, Especificaciones Técnicas Generales para la Construcción Tomo 1 (EG-2013)

Anexo 4.19 Requerimientos para mezcla de concreto bituminoso

Según el Manual de Carreteras, Especificaciones Técnicas Generales para la Construcción (EG-2013) Tomo I Sección 423.04. nos indica La exigencia para diseño de mezcla asfáltica en caliente (MAC) deberá estar dentro de los parámetros establecidos, dentro de la especificación demostrada en la imagen de la Tabla 423-06.

Tabla 423-06

Parámetro de Diseño	Clase de Mezcla		
	A	B	C
Marshall MTC E 504			
1. Compactación, número de golpes por lado	75	50	35
2. Estabilidad (mínimo)	8,15 kN	5,44 kN	4,53 kN
3. Flujo 0,01" (0,25 mm)	8-14	8-16	8-20
4. Porcentaje de vacíos con aire (1) (MTC E 505)	3-5	3-5	3-5
5. Vacíos en el agregado mineral	<u>Ver Tabla 423-10</u>		
Inmersión – Compresión (MTC E 518)			
1. Resistencia a la compresión Mpa mín.	2,1	2,1	1,4
2. Resistencia retenida % (mín.)	75	75	75
Relación Polvo – Asfalto (2)	0,6-1,3	0,6-1,3	0,6-1,3
Relación Estabilidad/flujo (kg/cm) (3)	1.700-4.000		
Resistencia conservada en la prueba de tracción indirecta AASHTO T 283	80 Mín.		

Fuente: Manual de Carreteras, Especificaciones Técnicas Generales para la Construcción Tomo 1 (EG-2013)**Anexo 4.20 Requisitos de adherencia**

Según el Manual de Carreteras, Especificaciones Técnicas Generales para la Construcción (EG-2013) Tomo I Sección 423.04. nos indica La exigencia para la adherencia deberá estar dentro de los parámetros establecidos, dentro de la especificación demostrada en la imagen Tabla 423-08.

Tabla 423-08

Ensayos	Norma	Requerimiento	
		< 3.000	> 3.000*
Adherencia (Agregado grueso)	MTC E 517	+95	-
Adherencia (Agregado fino)	MTC E 220	4 mín.**	-
Adherencia (mezcla)	MTC E 521	-	+95
Resistencia conservada en la prueba de tracción indirecta	AASHTO T 283	-	80 Mín.

Fuente: Manual de Carreteras, Especificaciones Técnicas Generales para la Construcción Tomo 1 (EG-2013)
Anexo 4.21 Solicitud de requerimiento de Aditivo Quimibond Advance

← → ↻ mail.google.com/mail/u/0/#inbox/FMfcgwxHNWHJgwbRBShrpSWMZqtCWDGX

Para un acceso rápido, coloque sus marcadores aquí, en la barra de marcadores. [Importe los marcadores ahora...](#)

Gmail

Redactar

Recibidos 9.324

- ★ Destacados
- 🕒 Pospuestos
- 📌 Importantes
- ➔ Enviados
- 🗑️ Borradores 17
- 📁 Categorías
- 📁 analisis de costos
- 📁 Archivo
- 📁 ASFALTADO 2010
 - 📁 archivos prado 2
 - 📁 ASFALTADO 2011 2

Meet **Nuevo**

- 🗣️ Iniciar una reunión
- 👤 Unirse a una reunión

Chat

gino +

2 invitaciones
alejo civa y Luis Prado

p

----- Forwarded message -----
De: ruben alexander vega sanchez <vega_sanchez_r@hotmail.com>
Date: mié., 27 de may. de 2020 a la(s) 10:49
Subject: Aditivo mejorador de adherencia para asfalto // Qsi Perú
To: Dcondezocastro@gmail.com <Dcondezocastro@gmail.com>

Estimado David
Buenos días

De acuerdo a lo tratado por teléfono adjunto Ficha Técnica de loa aditivos mejoradores de adherencia para asfalto.
De la misma manera nuestro apoyo técnico en ingeniería en su laboratorio o en obra en Lima o en provincia.

En Breve le enviaré los precios unitarios

Saludos cordiales

Visítanos en:
<https://www.qsi.pe/linea/aditivos-concreto-pavimento/?sector=construccion>

Ruben Vega.
Construcción - Aditivos - Pavimentos
ruben.vega@qsiindustrial.biz // www.qsiindustrial.biz
Cel. 993044909
Av. República de Panamá 2577, Lima

2 archivos adjuntos

HT Quimibond 300...

HT Quimibond Adv...

ANEXO 5. Matriz de consistencia

ANALISIS DEL COMPORTAMIENTO DE MEZCLA ASFALTICA EN CALIENTE CON ADITIVO QUIMIBOND ADVANCE PARA CLIMAS HUMEDOS VILLA MARIA DEL TRIUNFO			
PROBLEMA	OBJETIVO	HIPOTESIS	VARIABLES
PROBLEMA GENERAL	OBJETIVO GENERAL	HIPOTESIS GENERAL	V. INDEPENDIENTE
¿cómo analizar el comportamiento de una mezcla asfáltica en caliente con el aditivo Quimibond advance para climas húmedos, en la Av. María Parado de Bellido, VMT?	Analizar el comportamiento de la mezcla asfáltica en caliente aplicando el aditivo quimibond advance para que resista en climas de humedad	La mezcla asfáltica en caliente aplicando el aditivo quimibond advance resiste en condiciones en climas húmedos en la av. María Parado de Bellido, VMT	Aditivo Quimibond advance
PROBLEMAS ESPECIFICOS	OBJETIVOS ESPECIFICOS	HIPOTESIS ESPECIFICOS	V. DEPENDIENTE
1) ¿De qué manera una mezcla asfáltica en caliente con aditivo Quimibond advance mejora su resistencia a la humedad en la Av. María Parado de Bellido, VMT?	1) Analizar la mejora en la resistencia de una mezcla asfáltica en caliente aplicando el aditivo quimibond advance en condiciones de climas húmedos en la Av. María Parado de Bellido, VMT.	1) La mezcla asfáltica en caliente aplicando el aditivo quimibond advance mejora la resistencia en condiciones de climas húmedos en la av. María Parado de Bellido, VMT	Mejora la mezcla asfáltica en caliente para climas húmedos
2) ¿De qué manera la mezcla asfáltica en caliente mejora su adherencia con la aplicación del aditivo quimibond advance para clima húmedos en la Av. María Parado de Bellido, VMT?	1) Analizar la mejora en la adherencia de una mezcla asfáltica en caliente y el aditivo quimibond advance en condiciones de climas húmedos en la Av. María Parado de Bellido, VMT.	2) La mezcla asfáltica en caliente aplicando el aditivo quimibond advance mejora la adherencia en condiciones de climas húmedos en la av. María Parado de Bellido, VMT	

ANEXO 7 MATRIZ DE EVALUACIÓN DEL INFORME DE INVESTIGACIÓN

**ESCUELA
PROFESIONAL**

: **INGENIERIA CIVIL**

CICLO: X

DOCENTE:

**JOSE ANTONIO CONTRERAS
VELASQUEZ**

TÍTULO:

“Análisis de comportamiento de mezcla asfáltica en caliente con aditivo quimibond advance para climas húmedos villa maría del triunfo”

ESTUDIANTE(S):

- GINO DENIS PRADO MENSES
- DAVID OSCAR CONDEZO CASTRO

**LÍNEA DE
INVESTIGACIÓN**

: **DISEÑO DE INFRAESTRUCTURA VI**

INDICADORES	PUNTAJE MÁXIMO	J1	J2
TÍTULO			
El tema de investigación es innovador.	3		
El título se refiere al objetivo de la investigación, contiene la(s) variable(s) y los límites espaciales y temporales cuando corresponda.	1		
La redacción del título no excede las 20 palabras.			
RESUMEN			
Contiene los elementos necesarios mínimos.	2		
No excede las 200 palabras.			
Contiene el abstract.	2		
Presenta las palabras claves y keywords.	1		
INTRODUCCIÓN			
Está redactada en prosa y sin subtítulos.			
Describe la realidad problemática de manera precisa y concisa.	3		
Justifica porqué y para qué realiza la investigación apoyándose en referencias actualizadas.	2		
Los objetivos y las hipótesis se relacionan directamente con la formulación del problema/preguntas de investigación.	2		

Tiene de 2 a 3 páginas.			
MARCO TEÓRICO			
Se redacta en prosa y sin subtítulos.			
Presenta una síntesis de los antecedentes investigados a nivel nacional e internacional.	4		
Incluye las teorías y enfoques conceptuales donde se enmarca la investigación.	4		
Tiene entre 5 a 7 páginas (pregrado) / 7 a 10 páginas (maestría)/ 10 a 15 páginas (doctorado).			
METODOLOGÍA			
Está redactada en tiempo pasado.			
Determina adecuadamente el tipo de investigación.	2		
Selecciona adecuadamente el diseño de investigación.	2		
Identifica y operacionaliza/categoriza adecuadamente las variables/categorías de estudio, según corresponda.	3		
Establece la población y justifica la determinación de la muestra/escenarios y participantes, según corresponda.	3		
Propone la(s) técnica(s) e instrumento(s) de recolección de datos, de ser necesario presenta evidencia de la validez y confiabilidad.	3		
Describe detalladamente los procedimientos de obtención de los datos/información.	3		
Describe el método de análisis de datos/información.	3		
Describe los aspectos éticos aplicados en su investigación.	3		
Tiene mínimo 4 páginas.			
RESULTADOS			
Redacta en tiempo pasado.			
Presenta los resultados en función a los objetivos, aplicando los métodos de análisis pertinentes.	7		
Tiene mínimo 3 páginas (pregrado), 5 páginas (maestría) y 7 páginas (doctorado).			
DISCUSIÓN			
Sintetiza los principales hallazgos.	6		
Apoya y compara los resultados encontrados con las teorías y literatura científica actual.	6		
Describe las fortalezas y debilidades la metodología utilizada.	6		
Describe la relevancia de la investigación en relación con el contexto científico social en el que se desarrolla.	7		
Tiene mínimo 4 páginas (pregrado), 6 páginas (maestría) y 8 páginas (doctorado).			
CONCLUSIONES			

Presenta los principales hallazgos como síntesis de la investigación respondiendo los objetivos de la investigación.	5		
Tiene mínimo 1 página.			
RECOMENDACIONES			
Las recomendaciones son pertinentes relacionándose con los hallazgos de la investigación y con el planteamiento de futuras investigaciones.	3		
Tiene mínimo 1 página.			
REFERENCIAS			
Utiliza citas en el interior del documento de acuerdo a Normas Internacionales (ISO 690, APA y VANCOUVER).	5		
Incluye como mínimo 30 referencias (pregrado), 40 referencias (maestría) y 50 referencias (doctorado) de los últimos 5 años, en coherencia con las citas utilizadas en el documento.	5		
Tiene mínimo 4 páginas (pregrado), 5 páginas (maestría) y 6 páginas (doctorado).			
FORMATO			
Emplea el tipo y tamaño de fuente adecuado.			
Numera las páginas adecuadamente.			
El documento respeta las normas de redacción y ortografía.	4		
Los márgenes están configurados de acuerdo a la guía de investigación de fin de programa.			
TOTAL	100		
SUSTENTACIÓN DEL INFORME DE INVESTIGACIÓN			
Sobre la investigación			
Demuestra que el tema es innovador y aporta nuevos enfoques a la ciencia.	10		
Explica la relevancia de la investigación.	8		
Demuestra dominio temático.	8		
Demuestra conocimiento en la aplicación del método científico.	8		
Interpreta claramente sus resultados.	8		
Justifica y analiza los hallazgos.	10		
Sintetiza las ideas principales en sus conclusiones.	8		
Organización de la exposición			
Explica en forma clara y coherente.	8		
Utiliza adecuadamente el material de apoyo audiovisual.	8		
Realiza la presentación dentro del tiempo estipulado.	8		
Responde adecuadamente las preguntas formuladas.	8		

Presentación personal y modales adecuados	8		
TOTAL	100		

		OBSERVACIONES PROYECTO DE INVESTIGACIÓN			
		JORNADA DE INVESTIGACIÓN 1 (J1) Fecha:	FIRMAS	JORNADA DE INVESTIGACIÓN 2 (J2) Fecha:	FIRMAS
I N F O R M E	<u>Jurado</u> <u>1</u>				
	<u>Jurado</u> <u>2</u>				
	<u>Jurado</u> <u>3</u>				
S U S T E N T A C I Ó N	<u>Jurado</u> <u>1</u>				
	<u>Jurado</u> <u>2</u>				
	<u>Jurado</u> <u>3</u>				

IMPORTANTE- REQUISITOS DE APROBACIÓN:

- **Jornada 1:** Si el proyecto de investigación obtiene menos de 40 puntos en la semana previa a la jornada, el estudiante no pasará a sustentación y será inhabilitado. Igualmente, si el estudiante al sustentar obtiene menos de 80 puntos debe ser inhabilitado.

- **Jornada 2:** Si el proyecto de investigación obtiene menos de 80 puntos en la semana previa a la jornada, el estudiante no pasará a sustentación y será inhabilitado. Debiendo convertir el puntaje obtenido por el estudiante a una escala vigesimal solo en esta jornada.

.ANEXO 8 Autorización para la realización y difusión de resultados de la investigación

	AUTORIZACIÓN PARA LA REALIZACIÓN Y DIFUSIÓN DE RESULTADOS DE LA INVESTIGACIÓN	Código : F07-PP-PR-02.02 Versión : 10 Fecha : 10-06-2019 Página : 6 de 104
--	--	---

Yo Gino Denis Prado Meneses identificado con DNI N° 43301810 y David Oscar Condezo Castro identificado con DNI N° 46216505, egresados de la Escuela Profesional de Ingeniería Civil de la Universidad César Vallejo, autorizo (X) , No autorizo () la divulgación y comunicación pública de mi trabajo de investigación titulado “Análisis de comportamiento de mezcla asfáltica en caliente con aditivo quimibond advance para climas húmedos villa maría del triunfo”; en el Repositorio Institucional de la UCV (<http://repositorio.ucv.edu.pe/>), según lo estipulado en el Decreto Legislativo 822, Ley sobre Derecho de Autor, Art. 23 y Art. 33


Fundamentación en caso de no autorización:

.....



 FIRMA

DNI: 43301810



 FIRMA

DNI: 46216505

Ate 01 de agosto del 2020

Revisó	Vicerrectorado de Investigación/ DEVAC / Responsable del SGC	Aprobó	Rectorado
--------	---	--------	------------------

NOTA: Cualquier documento impreso diferente del original, y cualquier archivo electrónico que se encuentren fuera del Campus Virtual Trilce serán considerados como COPIA NO CONTROLADA



UNIVERSIDAD CÉSAR VALLEJO

**FACULTAD DE INGENIERÍA ESCUELA PROFESIONAL DE
INGENIERÍA CIVIL**

INFORME DE INVESTIGACIÓN

Análisis de comportamiento de mezcla asfáltica en caliente con aditivo
quimibond advance para climas húmedos villa maría del triunfo

AUTORES:

CONDEZO CASTRO, DAVID OSCAR (0000-0002-0349-3475)

PRADO MENESES, GINO DENIS (0000-0002-0156-2633)

ASESOR:

ING.MBA CONTRERAS VELÁSQUEZ, JOSÉ ANTONIO (0000-0001-5630-1820)

LINEA DE INVESTIGACIÓN

DISEÑO DE INFRAESTRUCTURA VIAL

LIMA – PERÚ

2020

RESUMEN

El objetivo del trabajo de investigación es el análisis del comportamiento de una mezcla asfáltica en caliente que pueda soportar climas húmedos en el distrito de Villa María del Triunfo, ciudad de Lima, departamento de Lima.

Se elaboró el diseño de la mezcla asfáltica en caliente añadiendo el aditivo de adherencia Quimibond Advance. Con el procedimiento realizado se logró mejorar la adherencia entre el agregado y el asfalto evitando formaciones de bolsas de agua que impedirían la adhesión del cemento asfáltico al agregado. Además, esto permitió optimar el desempeño de su comportamiento.

La investigación es de diseño experimental, nivel descriptivo, correlacional y con enfoque cuantitativo. Por consiguiente, se midieron los ensayos por medio de pruebas realizadas en el laboratorio, los datos obtenidos fueron analizados y permitieron generar resultados numéricos confiables, del cual se necesitó pruebas de ensayos exigidas por el Ministerio de Transportes y Comunicaciones basadas en las normas AASHTO, ASTM. Así mismo los resultados obtenidos en el experimento de la mezcla asfáltica; utilizando un 5.8% de Cemento Asfáltico adicionado con el 0.18% de aditivo Quimibond Advance y el control de calidad granulométrico se obtiene una Estabilidad óptima de 2,670lb (11.88 KN), un flujo de 3.1mm un porcentaje de vacíos de 4.1%, un Peso unitario específico de 2.380 gr/cm³, un porcentaje de llenados con Cemento asfáltico de 76% y una relación de Estabilidad / Flujo 3915 kg/cm que en su proceso del diseño de mezcla asfáltica resiste y se adhiere para climas húmedos

Palabras claves: Mezcla asfáltica en caliente, Aditivos, Climas Húmedos.

ABSTRACT

The objective of the research work is to analyze the behavior of a hot asphalt mix that can withstand humid climates in the Villa María del Triunfo district, Lima city, Lima department.

The design of the hot asphalt mix was elaborated adding the Quimibond Advance adhesion additive. With the procedure carried out, it was possible to improve the adhesion between the aggregate and the asphalt, avoiding the formation of water pockets that would prevent the adhesion of asphalt cement to the aggregate. In addition, this allowed to optimize the performance of their behavior.

The research is of experimental design, descriptive, correlational level and with a quantitative approach. Consequently, the tests were measured by means of tests carried out in the laboratory, the data obtained were analyzed and allowed to generate reliable numerical results, which required test tests required by the Ministry of Transport and Communications based on the AASHTO, ASTM standards. Also the results obtained in the asphalt mix experiment; using 5.8% added with 0.18% Quimibond Advance additive and the granulometric quality control, an optimum Stability of 2,670lb (11.88 KN), a flow of 3.1mm, a percentage of voids of 4.1%, a specific unit weight of 2,380 gr / cm³, a percentage of fillings with asphalt cement of 76% and a Stability / Flow ratio of 3915 kg / cm that in its asphalt mix design process resists and adheres to humid climates

Keywords: Hot asphalt mix, additives, Humid Climates

I. INTRODUCCION

La presente investigación ha relacionado la teoría y la práctica con la finalidad de analizar el comportamiento de una mezcla asfáltica en caliente con uso de aditivo promotor de adherencia que pueda soportar el clima húmedo del distrito de Villa María del Triunfo.

El Servicio Nacional de Meteorología e Hidrología del Perú - SENAMHI, ha monitoreado la temperatura con estación portátil del distrito de Villa María del Triunfo, registrando una temperatura de 12°C y un contenido de humedad relativamente al 98%. Por lo tanto, se trata de una zona que ha presentado el mayor porcentaje de humedad en el aire, llovizna, neblina y frío; motivo por el que también se le conoce como "Ticlio chico".

El objetivo de la investigación fue analizar y mejorar el daño provocado por la humedad que representa una de las principales causas que desestabilizan las mezclas asfálticas en caliente. Además, la degradación prematura de las mezclas, a causa de la humedad, ha constituido un problema complejo presentando consecuencias económicas importantes; por este motivo se consideró fundamental mejorar el diseño de las mezclas asfálticas con aditivos de adherencia para que los pavimentos asfálticos fueran más durables en la avenida María Parado de Bellido, una de las avenidas principales que conecta a asociaciones dentro del distrito de Villa María del Triunfo.

La pavimentación existente de la avenida María Parado de Bellido ha presentado desprendimiento, rajaduras y agrietamientos. Las observaciones realizadas permitieron analizar el comportamiento de la mezcla asfáltica en caliente con uso del aditivo que promueva la adherencia. Se ha elaborado el diseño de una mezcla de asfalto en caliente convencional modificado con el aditivo de adherencia Quimibond Advance para que se incrementen la adhesión y la cohesión permitiendo mejorar la adherencia entre el agregado - asfalto y a su vez extendiendo la durabilidad del pavimento ante climas húmedos.

Ante la **realidad problemática** explicada se planteó buscar solución para el siguiente problema general: ¿cómo analizar el comportamiento de una mezcla

asfáltica en caliente con el aditivo Quimibond advance para climas húmedos, en la Av. María Parado de Bellido, VMT?

Asimismo, se han desarrollado los respectivos problemas específicos: ¿De qué manera una mezcla asfáltica en caliente con aditivo Quimibond advance mejora su resistencia a la humedad en la Av. María Parado de Bellido, VMT? y ¿De qué manera la mezcla asfáltica en caliente mejora su adherencia con la aplicación del aditivo quimibond advance para clima húmedos en la Av. María Parado de Bellido, VMT?

La **justificación de la investigación** se basó en el análisis de una mezcla asfáltica en caliente, aplicando un aditivo que domine la adherencia y resista ante climas húmedos. Además, se ha observado la existencia de pavimentos dañados en la av. María Parado de Bellido causados por el fenómeno climático presente en el distrito de Villa María del Triunfo y que de alguna manera ha afectado a la población del sector.

El objetivo general fue Analizar el comportamiento de la mezcla asfáltica en caliente aplicando el aditivo quimibond advance para que resista en climas de humedad.

Los objetivos específicos fueron Analizar la mejora en la resistencia de una mezcla asfáltica en caliente aplicando el aditivo quimibond advance en condiciones de climas húmedos en la Av. María Parado de Bellido, VMT. y Analizar la mejora en la adherencia de una mezcla asfáltica en caliente y el aditivo quimibond advance en condiciones de climas húmedos en la Av. María Parado de Bellido, VMT.

Durante el desarrollo de la investigación se buscó corroborar la siguiente hipótesis general: La mezcla asfáltica en caliente aplicando el aditivo quimibond advance resiste en condiciones en climas húmedos en la av. María Parado de Bellido, VMT. Las hipótesis específicas fueron formuladas de la siguiente manera: La mezcla asfáltica en caliente aplicando el aditivo quimibond advance mejora la resistencia a la humedad en condiciones de climas húmedos en la av. María Parado de Bellido, VMT y La mezcla asfáltica en caliente aplicando el aditivo quimibond advance mejora la adherencia en condiciones de climas húmedos en la av. María Parado de Bellido, VMT

II. MARCO TEORICO

El presente informe de investigación contiene antecedentes basados en diferentes fuentes de información tanto a nivel nacional como internacional.

Antecedentes nacionales

Vilca y Grimanesa (2016), en su tesis sostienen que “para medir el grado de adherencia entre el agregado pétreo y cemento asfáltico, se efectúen ensayos de laboratorio, en caso la adherencia es deficiente, se debe utilizar un mejorador de adherencia, del cual obtiene excelentes características de adherencia ante diferentes dosis de empleo y se obtenga eficazmente conglomerar dichos materiales para la obtención de un solo producto” (p. 83).

“[...] Con el uso de aditivo de adherencia a la mezcla asfáltica convencional [sic], ejecutaron una simulación de ejecución de un tramo de 1km con un espesor a 3” y un ancho de calzada de 3.60 metros para ver el comparativo económico entre las mezclas asfálticas y poder analizar el costo / beneficio. En donde se manifestó que la mezcla asfáltica modificada pueda tener vida útil de nueve a diez años en óptimas condiciones y en mezclas asfáltica convencional de tres a cuatro años para posteriormente dar mantenimiento para que la capa de rodadura esté en buen estado e incrementar su vida útil” (Cahuana y Limas, 2018, p.79).

Por otro lado, Carhuaricra (2020), recomienda “realizar estudio de adherencia con especificaciones técnicas normadas para prevenir apariciones de deterioros a causa de erosión del clima, a su vez reaccionar para prevenir bajo un porcentaje recomendable” (p. 108).

La durabilidad de las mezclas asfálticas es una propiedad básica de los pavimentos, deben presentar resistencia al agotamiento y acción del agua. Por ello recomienda aditivos de adherencia de la cual menciona la posibilidad el Quimibond 3000 de una proporción de 0.4% - 0.5% en peso del cemento asfáltico (Pinco, 2015, p. 20).

Antecedentes internacionales

Rondón, Ruge y Moreno (2016), sostienen que “el aditivo de adherencia se usa a un criterio para disminuir el contenido asfáltico en la mezcla para aminorar al ahuellamiento, concluyendo que aumentando adherencia al agregado y asfalto mayor es la durabilidad y resistencia ante la humedad” (p. 559).

Orrego, Edward y Ruiz (2016), afirmaron que “emplearon el ensayo Riedel Webber para conseguir el valor de adherencia entre el agregado y ligante bituminoso, concluyendo que el cemento asfáltico 40-50 y 60-70 dan mejor opción para emplear la adhesividad presentándose buena resistencia a la tensión” (p. 68).

En la investigación realizada por Plaza y Rincón (2014), “su propósito estuvo en evaluar el efecto que causa al ligante asfáltico al daño por humedad, concluyendo que el análisis de adhesión que existe entre un ligante asfáltico y el agregado, se afecta por la presencia del agua, constituyéndose un resultado de la humedad atrapada en la mezcla durante su proceso o también la humedad que obtuvo que pudo penetrar desde superficie a partir de la estructura general del pavimento, disminuyendo la unión de agregados y ligante asfáltico” (p. 53).

Figuroa (2015), en su tesis “identificó que uno de los retos es establecer cuando el daño es causado por la humedad y cuando las prácticas constructivas son deficientes, los problemas asociados con la humedad se mantiene en el ahuellamiento, afloramiento de agua, fracturas por fatiga temprana, baches localizados y pérdidas de agregados, sin embargo también se genera por malos diseños de mezclas relacionado con: diseño de mezcla con defecto y/o exceso de cemento asfáltico, baja compactación que repercute en altos vacíos y mezcla con agregado pobre” (p. 49).

Por otro lado, Aranda (2017), en el capítulo tres de su tesis menciona:

[...] Los factores de influencia en el daño por humedad. La susceptibilidad a la humedad incrementa por cualquier factor que haga aumentar el contenido de humedad de la mezcla bituminosa, disminuyendo así la adhesión del ligante a la superficie. Por otro lado, en el análisis de daño se concluyeron que en condiciones húmedas se muestra

que las muestras sin aditivo llegan a estar dañadas en un 50 %. Esto refleja en grandes problemas de adherencia, mientras que las probetas con aditivos a pesar de que demostraron superar el valor límite de la norma, presentan cerca de 15 – 20% de daño... (2017, p. 28 - 46)

“El problema entre la adherencia del agregado y cemento asfáltico afectada negativamente por la humedad, también sigue siendo uno de los aspectos más estudiados y se entiende como punto de partida de muchas fallas en el pavimento” Tomado de la revista científica Investigación Andina, vol. 18, N°2 (2018, p.53).

Por otro lado, los autores Vargas y otros sostienen al respecto

[...] Este tipo de daño puede ocurrir debido a un desgaste de adherencia entre el ligante asfáltico y agregado, o a la difusión de la humedad, debilitando a la estructura de la mezcla y haciéndola más susceptibles a cargas dinámicas. Actualmente existen varios procedimientos que pueden ser utilizados para evaluar de manera cualitativa o cuantitativa la susceptibilidad al daño por humedad tanto en los materiales primarios (asfálticos y agregados) como en la mezcla asfáltica. En la metodología adoptó el método de ensayo AASHTO T283, más conocido como ensayo de Lottman modificado como requerimiento para la determinación a la susceptibilidad de daño por humedad, el cual a su vez corresponde al procedimiento de ensayo más utilizado para cuantificar este deterioro en mezclas asfálticas. (2017, p. 2).

Por su parte, Valdéz, Calabi, Sanchez, Miró y Reyes (2015), “los efectos del agua (daño por humedad) nos indica que la acción del agua, ya sea en forma líquida o vapor, puede producir el despegue justo en el interfaz entre el ligante y el agregado, es decir, un fallo adhesivo. Esto se produce porque el agua penetra, reemplazando al ligante como revestimiento del agregado” (p. 48).

Para Rondón, Hugo y Reyes, Fredy (2012), “el resultado por efecto de la humedad, se observó el desgaste por pérdida de adherencia generando una disminución a la medida y resistencia funcionamiento” (p. 68).

Rondón, Hugo, Ruge, Juan y Moreno, Luis (2016), concluyen que “el cemento asfáltico es impermeable y de baja resistencia química, durante su fabricación presenta un porcentaje en vacíos en aire, aumento en rigidez y viscosidad en presencia con el agua del cual permite una reducción de su contenido, no se descarta que sea una posibilidad en desprendimiento en su aplicación” (p. 566).

“La degradación temprana en la carpeta asfáltica es por desgaste a la adhesividad que son observadas en regiones del país. Por ende, se encomienda el uso de aditivos de adherencia para diseños de mezclas asfálticas en caliente”. (The Bitumen Industry, 2011, p. 13).

El daño provocado por humedad es reconocido por afectar la durabilidad en las mezclas asfálticas, afectando su vida de servicio. El daño inducido por humedad, puede darse por patrones de fallo en cohesivo y/o adhesivo o si son inducidos por la penetración del agua en estado líquido o vapor. (López y Montero, 2017, p.38).

Según Leiva, Aguilar y Camacho (2016), “Uno de los factores que no resisten ante la humedad es aplicar una capa de mezcla asfáltica muy delgada y sobre todo si tiene mal funcionamiento de drenajes” (p. 28).

Para Valdez et al. (2012), “la adherencia contrarresta a la humedad, aun así, colocado en la carpeta asfáltica podría presentar fallos por otros factores” (p. 30).

Para el Ministerio de Transporte y Comunicaciones “Dos son los factores [...] que influyen el diseño y comportamiento del pavimento: la temperatura y las precipitaciones de lluvia o sus similares...” Tomado del Manual carreteras: suelos, geología, geotecnia y pavimentos (2013, p.91).

Para Pugliesi y otros (2019), el “objetivo fue corroborar en laboratorio de ensayos asfaltos convencionales y modificados con aditivo de adherencia, concluyendo que da mayor resistencia con asfalto adicionando el aditivo de adherencia” (p. 3).

En relación a definiciones y teorías que contribuyen a las bases teóricas del presente trabajo de investigación se hace mención a la mezcla asfáltica en caliente, una de las primeras definiciones desarrolladas para la investigación se basa en lo

dicho por Aranda (2016), en su tesis donde define que la “mezcla asfáltica es un compuesto de agregado pétreo y ligante asfáltico para su elaboración deben de calentarse ambos compuestos a altas temperaturas” (p.13).

Por otro lado, sobre la mezcla asfáltica en caliente, Carhuaricra (2020), sostiene que “es una combinación proporcional entre agregado grueso al 90%, fino al 5%, y un ligante asfáltico en 5% y en ciertos casos aditivos” (p. 30).

Cabe mencionar que una propiedad de la mezcla asfáltica en caliente es la Estabilidad para lo cual Peña (2019) nos define “que es el porte hacia la resistir y desplazamiento, imperfecciones durante cargas de tránsito hasta lograr una mezcla adecuada [sic]. [...] Se convendrá mantener un equilibrio en los valores (porcentaje de cemento asfáltico), de ser muy altos podrían ser muy rígidos la mezcla de asfalto...” (p. 26).

Sobre el mejorador de adherencia para asfalto líquido para el Ministerio de Transportes y Comunicaciones

Son productos utilizados en las mezclas asfálticas que tienen por finalidad mejorar la calidad de adherencia entre el asfalto y agregado pétreos [...] La efectividad, compatibilidad y alto rendimiento del aditivo entre el par asfalto – agregado... En el caso de mejoradores de adherencia líquidos, deben ser homogéneos y no presentar separador de fases... Será evaluada según AASHTO T283. Tomado de Especificación técnicas generales para la construcción (2013, p.331). [Para la presente investigación se utilizó el aditivo Quimibond advance, un aditivo líquido que mejora la adherencia entre el agregado y asfalto, permitiendo así una excelente cohesión del pavimento durante largo tiempo]

Morante (2017), en su tesis describe “que la adherencia son fuerzas de fricción moleculares sometidos a acciones permanentes, su evaluación es intervenida con la asistencia del agua” (p. 3).

Para Movilla et al. (2014), concluyeron que “es importante aumentar y seleccionar el agregado fino en el proceso de mezcla con la adhesividad (aditivo).de las cuales podrán variar en su propiedad ante el efecto del agua” (p. 65).

Por otro lado, Mohammad et al. (2016), “resultaron que mientras la mezcla asfáltica contenga mayor porcentaje de vacío en aire ya es referirse que existe la probabilidad de contener humedad.” (p. 68).

Bolívar, Suescun y Silva (2013), “la humedad provoca la pérdida de adherencia en los componentes de la mezcla asfáltica, motivo por el cual los componentes no mantienen su unión con los agregados, por lo que se forman fisuras donde penetra la humedad, expandiéndose en profundidad y tamaño” (p.20-21).

Arzayus y Carrillo (2016), en su tesis sostuvieron que “es de mucha importancia la adhesividad del agregado con el ligante asfáltico, debido a que presentan fenómenos físicos y químico sobre la superficie que pretende separar el ligante del agregado. El defecto de la adhesión se debe a la rotura de las fuerzas entre la unión de los agregados y la cubierta de mezclas asfálticas que conduce a las separaciones físicas” (p. 12).

Para Barry, Charles y Richard (2006), “las condiciones del medio ambiente tienen efectos en el desempeño de pavimentos flexibles, especialmente la humedad que puede afectar la capa de pavimento significantes. (p. 2).

Por su parte Apeagvei, Alex (2006), sostuvieron que “la durabilidad de las mezclas asfálticas depende de la resistencia al daño inducido por la humedad [...] la prueba modificada de Lottman (AASHTO T283) es la más utilizada para evaluar la susceptibilidad a la humedad” (p. 5).

Según Gupta, Rodríguez y Castro (2019), “los aditivos mejoran las propiedades de adherencia con el agregado, de esta manera mejora la resistencia y durabilidad ante la susceptibilidad a la humedad” (p. 3).

Para Aldez, Pérez y Calabi (2012), “los impactos medioambientales tienen una gran influencia en el comportamiento mecánico del pavimento y son dos: la temperatura y la humedad. Estos son los efectos que afectan las características del pavimento” (p. 30).

Vargas (2013), “El mal estado de los pavimentos son la consecuencia de estructuras inadecuadas en el diseño o construcción; frecuentemente se asocian con la presencia de humedad, cuyo comportamiento es deficiente [...] en la actualidad se comienza a revelar la importancia del estudio de los efectos de la humedad” (p. 7).

Barbudo, Jiménez, Ledesma y Sierra (2015), consideran que “para realizar una buena elección del tipo de pavimento se tiene que considerar las características superficiales buscando un equilibrio entre seguridad (adherencia) y comodidad (regularidad superficial), así como los criterios económicos durante la ejecución, conservación y mantenimiento” (p. 6).

En su investigación, Villegas et al. (2014), concluyeron que “el mejor uso en los pavimentos flexibles, es ofreciendo las normativas que sirven para dar una mejora orientación, además informa que los ambientes climatológicos orientan al ámbito del material bituminoso” (p. 12).

“La adhesividad en el espacio de los agregados a los ligantes bituminosos es un fenómeno muy complejo donde intervienen muchos factores como la humedad. Una forma de evaluación de la adhesividad entre el agregado y ligante es mediante el ensayo de inmersión a la compresión” Tomado de la Revista Viabilidad y Transporte Latinoamericano (2015, p.19).

“La aplicación principal es mejorar la adherencia durante proceso constructivo del concreto asfáltico y agregados, es un promotor de adherencia en mezclas, Es recomendable su uso para ser aplicados en ambientes con alto contenido humedad. La dosificación varía entre 0.1% - 0.4% del peso del cemento asfáltico” (QSI Perú SA, 2016, p.1)

Según MTC los resultados deben ser en porcentaje de adherencia entre un ligante asfáltico y muestra del agregado a usarse en un pavimento asfáltico. Tomado de Manual de ensayo de materiales (2016, p. 658).

Para Merizalde (2017), define que “la adherencia son tracciones moleculares que existen entre el ligante asfáltico y agregado pétreo, una vez mezclado resultan contraer esfuerzos adhesivos” (p. 18).

Por su parte López y Montero (2017) sostienen que “[...] el daño por humedad dependerá de efectos combinados de las propiedades en materiales a usar, parámetros en diseño de mezcla, el nivel de tráfico y factor ambiental” (p. 38).

Para el MTC el ensayo Marshall es la preparación y compactación de muestra de un espesor aproximada a 64 mm y un diámetro de 102mm y calculan cuantificaciones tales como estabilidad, flujo, resistencia a tracción indirecta” Tomado del Manual de Ensayo de Materiales (2016, p. 583).

Reyes, Camacho, Fernando y Londoño, Angie (2013), sostienen que “para el óptimo contenido del asfalto se aplica un porcentaje con una energía de compactación de 75 golpes por lado obtienen entre 5.00% y 5.90% porcentaje óptimo de asfalto una vez elaboradas los sub ensayos tales como densidad, estabilidad, flujo y porcentaje de vacíos” (p. 222)

En relación al ensayo resistencia a la compresión el MTC evalúa la mezcla asfáltica compactada y es sumergida al agua a 25°C por 2 horas mínimas acelerando reposado en agua, predice las deficiencias en desprendimiento por un largo plazo con el uso de aditivos de adherencia y se usa la norma AASHTO 283 (Resistencia de las mezclas asfálticas compactadas al daño inducido por la humedad).” Tomado del Manual de Ensayo de Materiales (2016, p. 661).

Por su parte Peña (2019), “Un segundo grupo, primero llenaran las briquetas en un recipiente de agua para luego ser mantenidos en 18°C durante 16 horas, posteriormente en un baño de 60°C por 24 horas, por consiguiente, se colocan en un baño de 25°C para ser ensayadas alcanzando al 80% el requerimiento mínimo del TSR (“tensile strength ratio”)” (p.38)

III. MÉTODO

3.1 Tipo y diseño de investigación Aplicada

La presente investigación fue de tipo aplicada. Para Borja (2012, p.10), la investigación aplicada “nos da a conocer, para proceder, edificar y cambiar situaciones problemáticas, a su vez está más interesado en estudio contiguo de una dificultad antes que el progreso de un conocimiento de importe mundial”.

Diseño Experimental.

El diseño de la investigación realizada fue experimental. Según Borja (2012, p.14, 29), “se verifica la hipótesis mediante manipulaciones de variables por el investigador, a la vez establece la relación entre causa y efecto de un fenómeno social o físico [...] es experimental cuando las variables independientes son manipuladas mientras que la variable dependiente se mantiene como esta”.

Por otro lado, Bernal (2010, p. 145), “se requiere la manipulación intencional de una a más variables independientes para que así logre algún impacto en lo experimentado”. [Para la presente investigación se manipuló la variable independiente para que produzcan efectos por comportamiento de la variable dependiente].

Enfoque Cuantitativo

De acuerdo al enfoque la investigación desarrollada fue cuantitativa. Según Borja (2012, p.11), “para saber la realidad es mediante la recolección de información, el investigador puede contestar sus preguntas y probar las hipótesis a través de conteo numérico, estadísticas que dan conformidad a los patrones con exactitud de comportamiento de una población”.

Nivel Descriptivo, correlacional El nivel de la investigación fue descriptivo correlacional. Según Borja (2012, p. 13), “es saber caracterizar fundamentos de estudio y detallar dicho objeto además se investigan y determinan sus propiedades Para Borja (2012) es correlacional por “el indicio que hay entre la relación y sucesos proporcionados para predecir un resultado, [...] podrán predecir si existen relación entre variables.” (p. 13).

3.2 Variables y operacionalización

Según Bernal (2010), “son aquellas que trazan correlación de efectos y causas, se presentan y se explica en la hipótesis correlacional” (p. 139).

Por su parte, Borja (2012) sostiene que “el investigador debe definir sus variables estudiadas para poder pasar a su término operacional con datos concretos y que sea medible” (p. 24).

Las variables que se utilizaron para la investigación denominada: “Análisis de comportamiento de la mezcla asfáltica en caliente con aditivo Quimibond Advance para climas húmedos en av. María Parado de Bellido, del distrito Villa María del triunfo” fueron:

- **Variable Independiente:** Aditivo Quimibond Advance.
- **Variable dependiente:** Mejora la mezcla asfáltica en caliente para climas húmedos.

3.3 Población, muestra y muestreo

Población

Borja (2012),” se designa población o universo la vinculación de elementos que son datos de un subgrupo que representa a la población y que son sometidos al estudio [...] se utiliza estadísticas para seccionar una parte de la población que tenga validez” (p. 30). [En el proyecto de investigación la población fue la vía de 2 kilómetros de la av. María Parado de Bellido del distrito de Villa María del Triunfo]

Muestra

Según Hernández, Fernández y Baptista (2014, p. 175), mencionan que “la muestra es esencia, subgrupo de la población. Pocas veces es posible medir a toda la población, por tanto, se pretende que el subgrupo sea un reflejo fiel conjunto de la población”. La muestra para el proyecto de investigación fue la mezcla asfáltica en caliente adicionada con aditivo Quimibond advance y se utilizó como muestra 322.40 metros lineales según el cálculo del tamaño de muestra (Ver detalle en el Anexo 4.1) de la av. María Parado de Bellido del distrito Villa María del Triunfo.

Muestreo probabilístico

Borja (2012), “las muestras aleatorias se asemejan a la probabilidad del objeto del estudio en muestreo aleatorio simple” (p. 32). [El muestro fue de tipo probabilístico de muestreo de aleatorio simple, debido a que la muestra será elegida al azahar, debido a que la vía pavimentada tiene las mismas características en todo su tramo].

“La **unidad de análisis** nos indica que los elementos serán medidos; en recapitulación, los elementos a quienes se aplicará el instrumento de medición” (Borja, 2012, p.31). [Para el estudio, **la unidad de análisis** fue el MAC utilizada en la av. María Parado de Bellido, Villa María del triunfo, Lima].

3.4 Método de análisis de datos

De acuerdo a Hernández, Fernández y Baptista (2010), “una vez obtenida el diseño de investigación y estudio de muestra conveniente, se recolecta datos, variables de estudio de las cuales se elaborarán procedimiento minucioso para una intención específica” (p. 198). [Para la investigación se asistió a la zona de estudio con el objetivo de reconocer el estado en que se encontraba el pavimento asfáltico; asimismo, se elaboraron ensayos de laboratorio].

3.5 Procedimientos

Se realizaron la recopilación de datos de la siguiente manera:

- 1) Se reconoce en situ la problemática del cual se planteó la hipótesis.
- 2) Se evalúa el lavado asfáltico de la mezcla asfáltica existente en la Av. María Parado de Bellido para obtener el análisis granulométrico, porcentaje óptimo de cemento asfalto con la empresa VALMER para (ver en Anexo 4 a.)
- 3) La empresa Grupo M&V Ingenieros SAC, realizan los ensayos siguientes: Ensayo Marshall, Ensayo Lottman,
- 4) La investigación solo contemplara la Resistencia a la Tracción Indirecta (TSR) por unidad, por el Manual de ensayos de materiales. Lima, Perú, 2016. La norma MTC E – 504 (2016) Resistencia de mezclas bituminosas usando el aparato Marshall. Y ensayo Lottman AASHTO T 282 (Resistencia a la Tracción indirecta ó llamado también resistencia al daño por humedad). Así mismo las normas establece los procedimientos para preparar y probar especímenes de concreto asfáltico con el propósito de medir el efecto del

agua y donde se promedia seis especímenes para cada prueba, tres para ser probados en seco y tres para ser probados después de la saturación parcial y acondicionamiento en baño con agua.

- 5) Una vez obtenidos los resultados de ensayos en laboratorio, corresponderá a comparar nuestra hipótesis, elaborar las conclusiones por consecuente se elaborará las recomendaciones finales del informe de investigación

3.6 Técnicas e instrumentos de recolección de datos:

Técnica

Bernal (2010, p. 192), manifiesta que “hay variedades de técnicas y/o materiales para coleccionar datos en el área de investigación”.

Para lograr el objetivo de la investigación se utilizaron las siguientes técnicas.

- ✓ Muestras de Campo.
- ✓ Ensayos de laboratorio.
- ✓ Análisis de contenido.
- ✓ Pruebas de rendimiento.
- ✓ Pruebas de estadísticas.

Instrumentos de recolección de datos

Hernández, Fernández y Baptista (2014), “para alcanzar a la realidad se usa criterios del investigador, no hay probabilidad de instrumentos autosuficientes por lo que opta la necesidad adicional de métodos y técnicas para el desempeño del estudio” (p.199).

Para seleccionar la distancia a estudiar, se utilizó la fórmula de muestra finita:

En el proyecto de investigación se utilizaron los siguientes instrumentos

- ✓ Extracción de testigos (Briquetas)
- ✓ Ensayos de Marshall en laboratorio
- ✓ Ensayo de inmersión y comprensión en laboratorio

Validez

Para Palella Stracuzzi y otros (2012, p.160) “se puede definir como ausencia de orientación, se estudia lo que realmente pretende medir”. [La investigación ha sido sometida por evaluación de ingenieros y técnicos especialistas en conocimiento del estudio, cuya determinación de evaluación se presenta en el siguiente cuadro (Ver detalle en el anexo 4.2)].

Confiabilidad

Para Palella y otros (2012, p .164), “es confiable cuando es estudiado la causa por diferentes instrumentos, de las cuales los resultados son semejantes”. [En este sentido para la confiabilidad de los instrumentos se sustentó con las certificaciones de los ingenieros y técnicos especialistas involucrados en la elaboración de ensayos y la ficha de recolección de datos].

3.7 Aspectos Éticos:

El desarrollo del proyecto de investigación se realizó sobre la base de los valores éticos de los investigadores. Asimismo, para garantizar la objetividad de los trabajos realizados en la avenida María Parado de Bellido se veló por el cumplimiento de parámetros establecidos para extraer las muestras y posteriormente sean llevados al laboratorio.

Los principios de nuestra investigación estuvieron relacionados con el respeto, la honestidad y transparencia en relación al contenido presentado y a los autores citados valorando los derechos de autor. Por lo expuesto, se priorizó el cumplimiento de las normativas y protocolos solicitados por la Universidad, tales como:

- Resolución del vicerrectorado de investigación W 008-2017- VI/UCV.
- Referencias estilo ISO 690 y 690-2
- Transparencia durante el proceso de investigación ¿cómo? llevando el trabajo de investigación sin alteraciones, sin manipulaciones
- No plagiar tesis de otros autores usando el turnitin para validar la autenticidad de datos

- Respetar los parámetros establecidos por la SUNEDU y la universidad
- Comunicar las consecuencias de investigación obtenidos con veracidad.
- Las respuestas deben ser abiertos a la revisión y al análisis
- No manipular los datos
- Debe existir coherencia entre marco metodológico y de la investigación científica aplicada.



IV. RESULTADOS

4.1 Recopilación de información:

4.1.1 Planteamiento experimental

En este estudio se planteó experimentar aplicando un aditivo de adherencia hacia la mezcla asfáltica en caliente convencional en la Av. María Parado de Bellido, del Distrito de Villa María del Triunfo, para ello se tuvo que realizar briquetas con diamantina para estudiar el contenido de dosificación y comprobar la inexistencia de aditivo de adherencia.

Para ello se realizó los ensayos mediante documentos técnicos: manual de carreteras – Especificaciones Técnicas Generales para Construcción EG-2013 (Ministerio de Transportes y Comunicaciones, 2013), Manual de ensayo de Materiales (Ministerio de Transportes y Comunicaciones, 2016), norma ASTM, AASHTO.

Los materiales utilizados para la mezcla asfáltica son:

- Agregados gruesos cantera Cajamarquilla, obtenido en la planta de chancado (45%).
- Agregado fino: cantera Cajamarquilla, obtenido en la planta de chancado (55%)
- Tipo de asfalto: PEN 60/70 Refinería Repsol.
- Aditivo mejorador de adherencia: Quimibond Advance (0.35% en peso del cemento asfáltico).

4.1.2 Agregados

En cuanto al análisis granulométrico se consideró el Manual de Carreteras Especificaciones Técnicas Generales para la Construcción EG-2013 TOMO I sección 423, en donde establecen parámetros de calidad de las cuales beneficiara el comportamiento mecánico de los agregados para la elaboración del MAC-2 Se obtuvieron de la cantera de agregados Cajamarquilla y son los siguientes: Grava triturada < 1/2 (Ver figura 1)

- Arena triturada $< 3/8$ (ver figura 2)
- Relación polvo – asfalto (ver figura 3)

Figura 1: Piedra chancada 1/2



Fuente: *elaboracion propia 2020*

Figura 2: Arena triturada de 3/8



Fuente: *elaboracion propia 2020*

Figura 3: relacion polvo/asfalto



Fuente: *elaboracion propia 2020*

4.1.3 . Análisis granulométrico

Según la Dirección General de Caminos y Ferrocarriles. Ministerio de Transportes y Comunicaciones. Manual de ensayos de materiales. Lima, Perú, 2016. La norma MTC E – 107 (Análisis Granulométrico de suelos por Tamizados.) En la tabla 1 siguiente indicamos los parámetros del agregado grueso y finos en la tabla Especificaciones margen derecha color Azul describe los parámetros normativos. Así mismo se puede apreciar tipos de MAC en ver (Anexo 4.18).

Requerimiento para los agregados gruesos (norma MTC E-107)

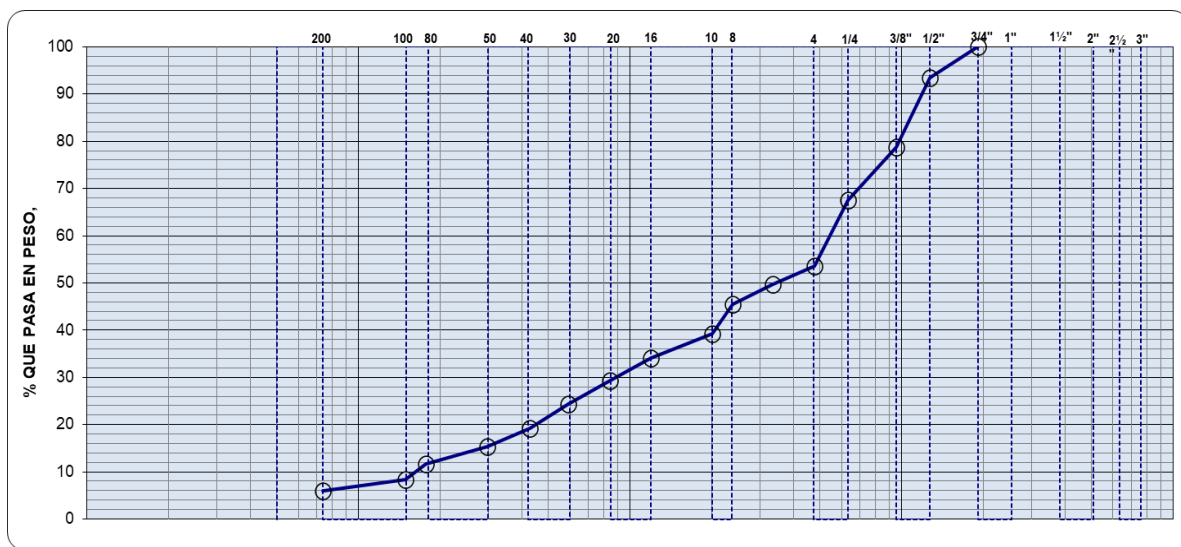
TABLA 1. Combinación física de los agregados

Tamiz		Material retenido				Especificaciones		Descripción
Ø		Peso	Retenido	Acumulado	Pasante	min.	max.	
Pulgada	mm	(g)	(%)	(%)	(%)	(%)	(%)	
						MAC 2		
					100.0			Grava (%) 46.4
1/2"	12.70		6.6	6.6	93.4	80	100	Arena (%) 47.6
3/8"	9.53		14.6	21.2	78.8	70	88	
¼"	6.35		11.2	32.4	67.6			Pasante N° 200 (%) 6.0
N° 4	4.76		14.0	46.4	53.6	51	68	Peso Inicial (gr)
N° 6	3.36		3.8	50.2	49.8			Peso lavado (gr)
N° 8	2.38		4.3	54.5	45.5			
N° 10	2.00		6.2	60.7	39.3	38	52	L. L (%)
N° 16	1.19		5.3	66.0	34.0			L.P (%)
N° 20	0.84		4.7	70.7	29.3			I.P (%)
N° 30	0.59		5.0	75.6	24.4			
N° 40	0.43		5.1	80.8	19.2	17	28	CLASIFIC. SUCS :
N° 50	0.30		3.8	84.6	15.4			CLASIFIC. AASHTO :
N° 80	0.18		3.7	88.3	11.7	8	17	
N° 100	0.15		3.4	91.7	8.3			
N° 200	0.074		2.3	94.0	6.0	4	8	
Bandeja			6.0	100.0	0.0			

Fuente: Elaboración propia

Así mismo en la Tabla 1 se detalla que los agregados gruesos se dan desde los tamices de 3" – hasta la malla N°4. Para el agregado Arena se detallan desde la malla N°4 hasta la malla N°100 y para finos pasan por el porcentaje de la malla N°200.

Figura N°4 Gráfica de la combinación Física de los Agregados



Fuente: Elaboración propia

4.1.4 ligante bituminoso

Según El manual de carreteras - Especificaciones Técnicas Generales Para la Construcción EG—2013 (Ministerio de Transportes y Comunicación, 2013 – TOMO I) Clasifica a los cementos asfálticos según el grado de viscosidad absoluta media a 60°C además influye el grado de penetración en base a la durabilidad por medida en ensayo a la penetración. La aplicación será en características climatológicas de la región, de tal manera nuestra investigación se realizó en la ciudad de Villa María del Triunfo, Lima. Por ende, la sección va de acuerdo a la tabla 415-01. En la Tabla N° 06. Se especifica la selección del tipo del cemento asfáltico según las condiciones climatológicas de la ciudad de Lima.

Tabla N°2 Selección del tipo de Cemento asfalto

Selección del tipo de cemento asfáltico resultado del ensayo de caracterización realizada al Cemento Asfáltico PEN 60/70			
Temperatura Media Anual			
24°C o más	24°C -15°C	15°C - 5°C	Menos de 5°C
45 - 50 ó 60-70 modificado	60-70	85 - 100 120 - 150	asfalto modificado

Fuente: *Ministerio de Transportes y Comunicaciones*

4.2 Ensayo de Marshall para el diseño de Mezcla Asfáltica en Caliente tipo MAC – 2

Una vez obtenido nuestros porcentajes obtenido por el ensayo granulométrico y el PEN 60/70 a utilizar para nuestra elaboración de briquetas las cuales se emplearan diversos ensayos importantes para lograr el Porcentaje del Contenido Optimo del Cemento Asfalto, los ensayos mas resaltantes son:

- Peso Unitario
- Vacíos llenos de aire
- Vacíos en el agregado mineral
- Flujo
- Estabilidad

Para a elaboración del Ensayo Marshall se recurrió al Manual de ensayos de materiales. Lima, Perú, 2016. La norma MTC E – 504 (2016) Resistencia de mezclas bituminosas usando el aparato Marshall.

Así mismo en procedimiento a la norma ASTM D-6927 se procedió a realizar cinco (05) briquetas empleadas en las siguientes proporciones al porcentaje Cemento Asfalto 4.5%, 5.0%, 5.5%, 6.0% y 6.5% de las cuales se observan en la Tabla N°3

Tabla N°3 Cemento Asfáltico en Peso de la mezcla

Características de la Mezcla:	C.A. EN EL PESO DE LA MEZCLA				
	4.5	5.0	5.5	6.0	6.5
% de ASFALTO					
- N.º de golpes por cara	75	75	75	75	75
- Peso Específico bulk, g/cm ³	2.298	2.327	2.355	2.387	2.384
- Vacíos, %	9.0	7.1	5.2	3.2	2.6
- Vacíos llenos con Cemento Asfáltico, %	53.4	61.7	71.4	81.8	85.8
flujo 0.25mm	9.0	10.3	11.3	12.7	13.7
ESTABILIDAD (kg)	943.0	1040.0	1163.0	1234.3	1123.3
- V.M.A., %	19.2	18.6	18.1	17.4	18.0

Elaboración propia.

Así mismo se procedió con el Manual de ensayos de materiales. Lima, Perú, 2016. La norma MTC E – 504 (2016) Resistencia de mezclas bituminosas usando el

aparato Marshall. con la referencia normativa que dispone norma internacional ASTM-D6926 (Práctica estándar para la preparación de muestras bituminosas con Marshall) para la determinación de estabilidad y flujo Marshall se puede replicar una regla de precisión para promedio que a la vez tenga un peso específico dentro de ± 0.02

Los niveles aproximados fueron tres (03) briquetas empleadas en las siguientes proporciones al porcentaje Cemento Asfalto 5.6%, 5.8%, 6.0% de las cuales se observan en la Tabla N°4.

Tabla N°4 Porcentaje Optimo con relaciona al C/A

Características de la Mezcla:	Cemento Asfalto En el Peso de la Mezcla					
- N.º de golpes por cara	75					
- Contenido Óptimo de Cemento Asfáltico, % *	5.6		5.8		6.0	
- Peso Específico bulk, g/cm ³	2.365		2.380		2.385	
- Vacíos, %	5.0		4.1		3.8	
- Vacíos llenos con Cemento Asfáltico, %	72.0		76.0		80.0	
- V.M.A., %	18.0		17.9		17.8	
- Estabilidad, lb (kN)	2620.0	(11.65)	2670.0	(11.88)	2700.0	(12.01)
- Flujo, 0.01" (0.25 mm)	11.2	(2.8)	12.5	(3.1)	12.8	(3.2)

Fuente: Propia

Según la Norma Internacional ASTM D-1559, el contenido del Cemento Asfalto (C/A). se obtiene a través de 3 características principales de la mezcla, de las cuales se detallan en la tabla N°5

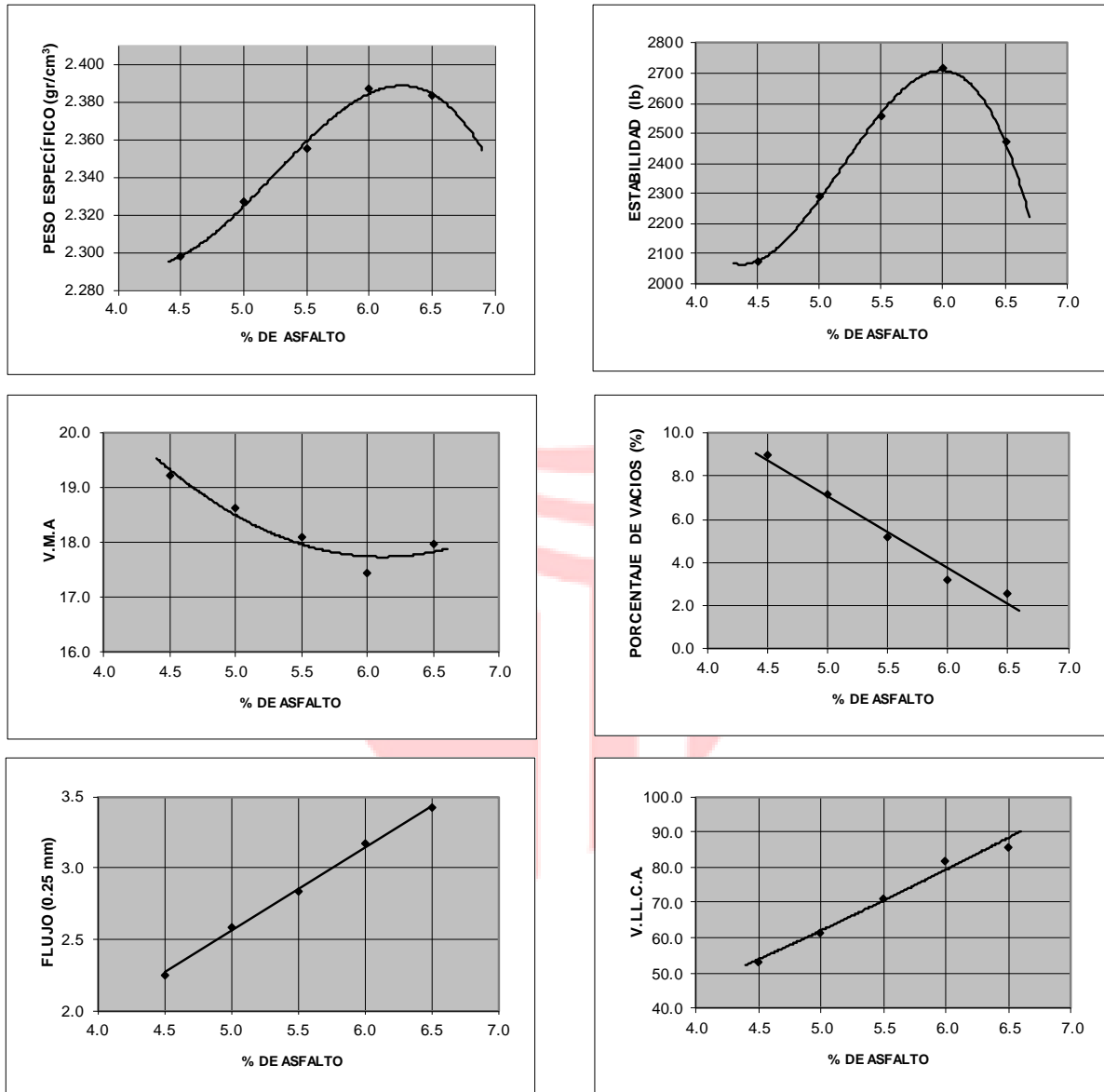
Tabla N°5 Optimo Contenido del CA

PORCENTAJE OPTIMO CONTENIDO DE CEMENTO ASFALTO	
PESO UNITARIO	6.00
VACIOS	5.7
ESTABILIDAD	5.83
PROMEDIO	5.80

Elaboración propia

Despues de haber obtenido el porcentaje (%) Óptimo del cemento asfaltico se interpolan los graficos en método del Ensayo Marshal

Figura N°5 Grafica de tendencias de parámetros



Elaboracion propia

En la figura N°5 se presentó el cumplimiento en los parametros tales Peso Especifico, Estabilidad, Vacíos mineral aire, porcentaje de vacios, Flujo, Vacios lleno en cemento asfaltico, relacionado al 5.80 de C.A.

En la tabla N°6 es el resultado de los parametros establecido en por Marshall en MTC E504 del Manual de Ensayos de Materiales, Especificaciones Técnicas Generales para Construcción (EG-2013).

Tabla N°6 Resumen de resultados para la dosificación del C.A

	UNIDAD	-0.2%	OPTIMO % C.A.	-0.2%	ESPECIFICACIÓN NORMA ASTM D- 1559
Nº DE GOLPES POR CARA		75	75	75	75
		5.6	5.8	6	(+0.2%)
PESO UNITARIO	g/cm ³	2.365	2.38	2.385	
VACÍOS	%	5	4.1	3.8	(3 - 5)
VACÍOS LLENOS CON C.A.	%	72	76	80	
V.M.A.	%	18	17.9	17.8	Mín. 14
ESTABILIDAD	lb (kN)	2620 (11.65)	2670 (11.88)	2700 (12.01)	Mín. 815
FLUJO	0.01" (0.25 mm)	11.2 (2.8)	12.5 (3.1)	12.8 (3.2)	(2 - 4)
ESTABILIDAD / FLUJO	kg/cm		3915		1700 - 4000
TEMPERATURA DE LA MEZCLA	°c		145		

Fuente propia

Así mismo en la tabla N°7 se determinaron dentro del contraste de los parametros establecidos en la Norma Internacional ASTM D-1559, obteniéndose MAC en siguiente demostración:

Tabla N°7: Dosificación para el MAC-2 + Aditivo

Proporciones de mezcla :	
(1) Agregado grueso, % *	45.00
(2) Agregado fino, % *	55.00
Materiales:	
- Tipo de Asfalto	PEN 60-70 (proporcionado por el solicitante).
- Aditivo mejorador de Adherencia	QUIMIBOND ADVANCE (0.35% en peso del Cemento Asfáltico)
- Agregado grueso	Cantera Cajamarquilla, obtenido en la Planta de Chancado (45%)
- Agregado fino	Cantera Cajamarquilla, obtenido en la Planta de Chancado (55%)

Fuente propia

4.3 Ensayo Lottman modificado (Efecto de humedad sobre mezclas asfálticas) Normas ASTM D-4867 AASHTO T-283

Para la elaboración del ensayo Lottman (Resistencia a la Tracción indirecta ó llamado también resistencia al daño por humedad) se distribuyeron grupos de briquetas en mezcla asfáltica en caliente proporcionando Aditivo Quimibond Advance con dosificaciones diferentes 0.15% y 0.35%. De tal manera que se subdividieron en 2 grupos de las cuales fueron grupo en Seco y grupo en vía de humedad determinando la relación de resistencia a la tracción indirecta (TSR), poniéndose a prueba según las especificaciones técnicas de la norma AASHTO T-283.

4.3.1 Diseño de Mezcla Asfáltica modificado

Para la elaboración de la mezcla modificada con aditivo, se utilizó los parámetros previstas al ensayo Marshall (Ver Tabla N°7),

Tabla N°8 Diseño de Composición de Mezcla Asfáltica

AASHTO T-283 (2003)*	METODO DE ENSAYO ESTÁNDAR PARA LA RESISTENCIA DE MEZCLAS ASFÁLTICAS COMPACTADAS AL DAÑO INDUCIDO POR HUMEDAD.		
MEZCLA ASFÁLTICA:	Grava Chancada de ½"	45.0%	(Cantera Cajamarquilla)
	Arena Chancada	55.0%	(Cantera Cajamarquilla)
	Aditivo mejorador de adherencia	0.15%	(en peso de Asfalto)
	Aditivo mejorador de adherencia	0.18%	(en peso de asfalto)
	Aditivo mejorador de adherencia	0.20%	(en peso de asfalto)
	Aditivo mejorador de adherencia	0.25%	(en peso de asfalto)
	Aditivo mejorador de adherencia	0.35 %.	(en peso de Asfalto)
	Porcentaje de Asfalto	5.8 %.	PEN 60-70
TIPO DE ASFALTO :	Cemento asfáltico Pen 60-70		
TIPO DE ADITIVO :	Mejorador de adherencia QUIMIBOND ADVANCE		
TIPO DE ADITIVO :	Mejorador de adherencia QUIMIBOND ADVANCE		

Elaboración propia

4.3.2 Compactación variable

Según Manual de Carreteras, Especificaciones Técnicas Generales para la Construcción (EG- 2013) en subsección 423.05 (f) la Norma ASTM D-4123-82, (valor del Módulo resiliente) se presentó a 75 golpes por cara de la probeta que muestre en los ensayos En la siguiente tabla N°9 se elaboraron 6 briquetas con 0.15% de aditivo Qumibond Advance. con relación 5.8% al Cemento Asfalto.

Tabla N°9 Método de ensayo estándar para la resistencia de mezclas asfálticas compactadas al daño inducido por humedad.

Acondicionamiento de Muestra	En Seco ^(d)			En Húmedo ⁽¹⁾		
	1	2	3	4	5	6
Nº Espécimen						
Promedio de Vacíos de Aire (%)	7.1			7.0		
Resistencia a la Tensión en cada espécimen - psi	31.29	31.86	32.33	25.06	26.04	24.80
Promedio de Resistencia a la Tensión en cada condición - psi (St _d , St ₁)	31.83			25.30		
Daño por humedad (visual) ⁽²⁾	0			0		
Agregados fracturados (visual)	No presenta			No presenta		
Razón del esfuerzo a la tensión - TSR (promedio St₁/St_d) = 79.5%						

Elaboración propia.

En la Tabla N°9 se realizó tres (03) especímenes en estado en seco y (03) en estado Húmedo. De las cuales el promedio de vacíos de aire (%) en Seco es de 7.1%, mientras que en Húmedo es de 7.00%. Para el promedio de resistencia a la tensión en cada espécimen fueron en briqueta en Seco 31.83 psi, mientras que en Húmedo fue 25.30 psi. Resultando el promedio a razón del esfuerzo a la tensión un promedio de 79.5% del cual no cumple con los requisitos de la norma AASHTO T-283.

Por otro lado en la tabla N°10 se realizó 6 briquetas con la adición de 0.35% de aditivo Quimibond Advance con relación 5.8% al Cemento Asfalto

Tabla N°10 Método de ensayo estándar para la resistencia de mezclas asfálticas compactadas al daño inducido por humedad.

Acondicionamiento de Muestra	En Seco ^(d)			En Húmedo ⁽¹⁾		
	1	2	3	4	5	6
Nº Espécimen						
Promedio de Vacíos de Aire (%)	7.1			7.0		
Resistencia a la Tensión en cada espécimen - psi	32.51	31.33	30.30	29.44	27.32	27.42
Promedio de Resistencia a la Tensión en cada condición - psi (Std, St ₁)	31.38			28.06		
Daño por humedad (visual) ⁽²⁾	0			0		
Agregados fracturados (visual)	No presenta			No presenta		
Razón del esfuerzo a la tensión - TSR (promedio St₁/Std) = 89.4%						

Elaboración propia

En la Tabla N°10 se realizó tres (03) especímenes en estado en seco y (03) en estado Húmedo. De las cuales el promedio de vacíos de aire (%) en Seco es de 7.1%, mientras que en Húmedo es de 7.00%. Para el promedio de resistencia a la tensión en cada espécimen fueron en briqueta en Seco 31.38 psi, mientras que en Húmedo fue 28.06 psi. Resultando el promedio a razón del esfuerzo a la tensión un promedio de 89.4% del cual si cumple con los requisitos de la norma AASHTO T-283.

Con los Valores podriamos realizar un tanteo matemático aplicando la formula de interpolación lineal de las cuales denominamos con "X" ; 0.18, 0.20 y 0.25% de aditivo quimibond advance con relación al Cemento asfalto.

Formula de Interpolación Lineal:

$$Y = Y_0 + \left(\frac{X - X_0}{X_1 - X_0} \right) x (Y_1 - Y_0)$$

- Para valores al 0.18%

Se considera: X₀: 0.15% de Aditivo ; X₁: 0.35% de Aditivo ; Y₀: 79.5% TSR

; Y1 89.4% TSR X: Relativo al 0.18% ; Y=?

Reemplazando obtenemos valores Y

$$Y = 79.5 + \left(\frac{0.18 - 0.15}{0.35 - 15} \right) x (89.4 - 79.5) = 80.98 \text{ Redondeo } 81\% \text{ de TSR}$$

- Para valores al 0.20%

Se considera: Xo: 0.15%de Aditivo ; X1: 0.35% de Aditivo ; Yo: 79.5% TSR

; Y1 89.4% TSR

X: Relativo al 0.20% ; Y=?

Reemplazando los valores Y

$$Y = 79.5 + \left(\frac{0.20 - 0.15}{0.35 - 15} \right) x (89.4 - 79.5) = 81.97 \text{ Redondeo } 82\% \text{ de TSR}$$

- Para valores al 0.25%

Se considera: Xo: 0.15%de Aditivo ; X1: 0.35% de Aditivo ; Yo: 79.5% TSR

; Y1 89.4% TSR

X: Relativo al 0.25% ; Y=?

Reemplazando los valores Y

$$Y = 79.5 + \left(\frac{0.25 - 0.15}{0.35 - 15} \right) x (89.4 - 79.5) = 84.45 \text{ Redondeo } 84\% \text{ de TSR}$$

En la Tabla N°11 se realiza el comparativo con las diferentes cantidades de aditivo Quimibond Advance

Tabla N°11 Recubrimiento en mezclas agregadas

Mezcla Asfáltica en Caliente	Cantidad de aditivo al 0.15%	Cantidad de aditivo al 0.18%	Cantidad de aditivo al 0.20%	Cantidad de aditivo al 0.25%	Cantidad de aditivo al 0.35%
Resistencia a tracción indirecta (TSR)	NO CUMPLE ASTM D-4867 79.5% ≥ 80.0%	SI CUMPLE ASTM D-4867 80.98% ≥ 80.0%	SI CUMPLE ASTM D-4867 81.97% ≥ 80.0%	SI CUMPLE ASTM D-4867 84.45% ≥ 80.0%	SI CUMPLE ASTM D-4867 89.4% ≥ 80.0%

Elaboración propia

4.3.3 Cubrimiento de los agregados con materiales asfálticos en presencia de agua mezclas abiertas

Según manual de ensayos de materiales MTC E – 517 (Ministerio de Transportes y Comunicaciones, 2016. Así mismo con referencia a la norma AASHTO T- 182 (Recubrimiento y pelado del betún en mezclas agregadas) nos menciona para llegar a un revestimiento viable como mínimo debe ser 95%, de los cuales nuestro resultado con el aditivo quimibond advance adicionando el 0.35% alcanzo al 100% de revestimiento.

se muestra a continuación en la tabla N°12 el revestimiento alcanzado con la adición de 0.35% de aditivo de adherencia Quimibond Avance así mismo ver en Anexo 4..

Tabla N°12 Recubrimiento en mezclas agregadas

IDENTIFICACION DE LA MUESTRA		REVISTIMIENTO (%)	CUBRIMIENTO (%)
CANTERA "Cajamarquilla"	ADITIVO QUIMIBOND ADVANCE	100	+95

Elaboración propia

V. DISCUSIÓN

En la presente tesis se llevó a cabo el análisis del comportamiento de la mezcla asfáltica en caliente mejorado con un promotor de adherencia y su efecto en climas húmedos, caso av. María Parado de Bellido, Villa María del Triunfo- Lima. Durante el proceso de elaboración de la mezcla asfáltica, se evaluaron las muestras extraídas para posteriormente ser analizadas y estudiadas sus propiedades físicas y mecánicas que es el comportamiento que se genera al ser sometido a climas húmedos, con la única finalidad de obtener un producto con propiedades mecánicas que resista y se adhiera ante la humedad.

Para nuestro desarrollo de proyecto de investigación, se discutió mediante nuestros antecedentes más resaltante y semejante a nuestras investigaciones en tanto a los resultados obtenidos pasamos a detallar lo siguiente:

Según Vilca y Grimanesa (2016) podemos decir que en su ensayo de estudio de adherencia su requerimiento mínimo en su uso de aditivo quimibond 3000 usando el 0.85% cumplieron el 95% de recubrimiento estimado mínimo según la norma ASTM D3625 (adherencia en mezclas asfálticas), mientras que con nuestro resultado se con el 0.35% de aditivo resulto un revestimiento de 100%, en cuanto Pinco (2015) usó un promedio de 6.3% de cemento asfáltico, un comportamiento homogéneo en la mezcla de 37.01% de grava, grava triturada 54% y 7% filler de cemento, mientras en nuestro ensayo logramos la dosificación de análisis granulométrico dentro de los parámetros normadas, de la mismo modo se usó el aditivo Quimibond Advance, utilizando el 0.35% de aditivo de adherencia logramos el 97% de recubrimiento estimado mínimo según la norma MTC E-517-2016. (Revestimiento y desprendimiento de mezclas agregados – bitumen.) Para Carhuaricra (2020) En su recolección de datos obtuvieron agregados de tres canteras distintas para optimizar su adherencia de los agregados así mismo alcanzo un porcentaje de 45% adherencia de las cuales recomienda que se continúe con las investigaciones específicas normativas para determinar un mejor de control de adherencia para controlar apariciones de fallas tempranas en la superficie de la rodadura productos al clima, así mismo recomienda la necesidad de seguir con las investigaciones. Podemos mencionar que si tal vez hubiese

utilizado el aditivo quimibond advance hubiese obtenido un mejor control de adherencia favoreciendo ante impactos climáticos

Por su parte Cahuana y Limas (2018) En su diseño comparativo de una mezcla asfáltica en caliente convencional versus mezcla asfáltica con polímeros más aditivo de adherencia, de las cuales resultan dentro de los parámetros de la norma, así mismo su resistencia conservada en la prueba de tracción indirecta AASHTO T-283 obtuvo el 84.9% mientras que en nuestros resultados obtenemos con solo usar el PEN 60/70 adicionando el 0.35% de aditivo quimibond advance, cumpliendo las normas requeridas por las especificaciones técnicas de la construcción MTC (Ministerio de Transportes y Comunicación) EG-2013 tomo 1. Podemos decir que en costo y beneficio es rentable a diferencia que el experimento de Cahuana y Limas.

Por su parte Aranda (2017) nos menciona: según la norma ASTM que presento mayor sensibilidad con altos índices de susceptibilidad al daño por humedad en la mezcla convencional, en donde el porcentaje estimado llegaba al 50% de daño, además la gran cantidad de desprendimiento que presentaba, se comprobó que el uso de modificadores mediante aditivos mejoradores aumenta la estabilidad de las mezclas, entregando resultados favorables, disminuyendo la sensibilidad de las probetas a la humedad y junto a ello aumenta la confiabilidad de

la vida del pavimento. Se observó los resultados con los aditivos un mejoramiento respecto a las probetas sin aditivo, presentaban índices de susceptibilidad al daño de humedad en principio del 40% y logro alcanzar hasta un 84% aproximadamente por medio del aditivo. Según la norma el mínimo de resistencia retenida es de 80%, mientras tanto en nuestro proyecto de investigación con el uso del aditivo quimibond advance se logró alcanzar TSR en un 89.4%. del cual supera eficazmente la resistencia al daño por humedad.

Ruiz y Orrego (2016) concluye el daño por humedad en una mezcla asfáltica produce el desprendimiento de agregados, constituyendo en el resultado de la humedad atrapada, debilitando la unión de los agregados- ligante asfáltico, de tal manera desplazando el ligante de los agregados. Para todos los cementos asfálticos y los diferentes agregados analizados en su investigación se obtuvieron resultados superiores al 80% en cuanto a la adherencia lo cual es muy bueno, el

resultado se obtuvo con las gravas en el agregado de peña que presentan mejor comportamiento en cuanto a la adherencia, se refiere a su geometría, ratifica que el porcentaje de caras fracturadas es bueno, esto genera que se adhiera fácilmente con el asfalto.

Plaza y rincón (2014) en su investigación de una mezcla asfáltica convencional analizaron las muestras en un periodo de tiempo llegando a la conclusión que la vida a la fatiga de la mezcla asfáltica analizada en el tiempo disminuyó en un 37% en los dos primeros años de su colocación, las condiciones climatológicas a que fue expuesta y las cargas de tráfico generaron esta pérdida en la mezcla, y dentro de sus antecedentes las pérdidas fueron de 55 a 64 % en 29 meses, eso demuestra que en condiciones de humedad la vida útil de los pavimentos asfálticos convencionales se acortan considerablemente. En cuanto a nuestra investigación las muestras analizadas en el laboratorio con una mezcla convencional arrojan resultados favorables, sin embargo, sometiendo a condiciones de humedad los resultados obtenidos pierden su valor original originando fallas prematuras. La importancia de un buen diseño adicionando el aditivo mejora las condiciones del pavimento, de tal manera su prolongación de vida útil.

Tacca y Supo en su investigación realizaron una selección de tres aditivos promotores de adherencia agregado-cemento asfáltico (adhesol 3000, quimibond 3000 y radicote) para someterlos a pruebas de estabilidad Marshall utilizando los agregados de la región puno. Se evaluó el efecto de los aditivos sobre la estabilidad y flujo Marshall de una mezcla asfáltica en caliente, las proporciones fueron 0.3, 0.5, 0.7 y 1.0% y se incorpora a la mezcla en caliente a 130- 140°C, estos ensayos se ajustan a la norma ASTM D- 6927, y un contenido óptimo de cemento de 6.4%.

Considerando los requisitos para mezclas de concreto asfáltico para zonas de clima frío, el aditivo mejorador de adherencia quimibond 3000 es el que mejor resultado ofrece con dosis de 0.3% reduciendo la relación estabilidad/flujo por debajo de los valores de mezcla sin aditivo. En nuestro trabajo de investigación con contenido de cemento asfáltico al 5.8% y aditivo quimibond advance al 0.35% dan un resultado óptimo en resistencia al daño por humedad.

VI. CONCLUSIONES

En el trayecto de estudio del desarrollo de proyecto de investigación llegamos a las siguientes conclusiones

Con el aditivo promotor de adherencia quimibond advance en cuanto a la adherencia se logró un cubrimiento mayor a 95% lo cual la norma establece un rango mínimo de 95%.

En cuanto al TSR podemos concluir, usando el 0.18% de Aditivo Quimibond Advance estamos cumpliendo el TSR, 80% min exigida por la Norma AASHTO T-283. En relación de costo y beneficio es rentable.

Con 0.35%, tenemos un mayor grado de confianza, y es el resultado que estamos proponiendo en el presente tema de investigación, como una recomendación general, sugerimos que para cada caso en particular, se evalúen todas las consideraciones particulares, considerando su empleo, desde el 0.18% lo cual cumple con las especificaciones técnicas y mejora la resistencia, hasta el empleo del 0.35%, tomado como referencia el empleo de valores intermedios, a los valores mínimos y máximos del fabricante, que en nuestro caso son desde el 0.1% al 0.4 %, con la finalidad de evitar fallas prematuras por defecto o por exceso, lo cual es preferible evitar.

Una consideración que no deja de ser importante, es el análisis efectuado en el presente trabajo de investigación, y con los valores intermedios que superan la especificación técnica, es posible optimizar económicamente el empleo del aditivo, obteniendo el beneficio costo que se pueda requerir.

VII. RECOMENDACIONES

Luego de haber analizado el comportamiento de la mezcla asfáltica adicionando aditivo de adherencia Quimibond Advance podemos dar las siguientes recomendaciones:

- ❖ Para climas húmedas relativamente al 98% de humedad es deseable usar el 0.18% de aditivo de adherencia a la proporción relacionado al peso del Cemento asfalto 5.8% para lograr la resistencia al daño por humedad.
- ❖ Al realizar la dosificación del aditivo no debemos de exceder la proporción del aditivo Quimibond Advance, ya que la norma ASTM D-6927 (Revestimiento Agredado grueso con asfalto) su requerimiento mínimo es de 95% y AASHTO T-283 requiere como mínimo del 80% del TSR, pero no indica un máximo y se podrían generar problemas de exudación (deterioro en la superficie de una mezcla asfáltica), además, podría generar mayores costos por excedencia de aditivo.
- ❖ Según SENAMHI, verificó la condición climática relativo al 98% a la Humedad ambiental en del Distrito de Villa María del Triunfo por tal motivo es recomendable el uso de 0.18% de adherencia.



UNIVERSIDAD CÉSAR VALLEJO

**FACULTAD DE INGENIERÍA Y ARQUITECTURA
ESCUELA PROFESIONAL DE INGENIERÍA CIVIL**

Declaratoria de Originalidad de los Autores

Nosotros, CONDEZO CASTRO DAVID OSCAR, PRADO MENESES GINO DENIS estudiantes de la FACULTAD DE INGENIERÍA Y ARQUITECTURA de la escuela profesional de INGENIERÍA CIVIL de la UNIVERSIDAD CÉSAR VALLEJO SAC - LIMA ATE, declaramos bajo juramento que todos los datos e información que acompañan la Tesis titulada: "ANÁLISIS DE COMPORTAMIENTO DE MEZCLA ASFÁLTICA EN CALIENTE CON ADITIVO QUIMIBOND ADVANCE PARA CLIMAS HÚMEDOS VILLA MARÍA DEL TRIUNFO", es de nuestra autoría, por lo tanto, declaramos que la Tesis:

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

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

Nombres y Apellidos	Firma
PRADO MENESES GINO DENIS DNI: 43301810 ORCID 0000-0002-0156-2633	Firmado digitalmente por: GPRADOM el 06-03-2021 21:59:08
CONDEZO CASTRO DAVID OSCAR DNI: 46216505 ORCID 0000-0002-0349-3475	Firmado digitalmente por: DCONDEZOC el 06-03- 2021 21:57:15

Código documento Trilce: INV - 0106449