



**UNIVERSIDAD CÉSAR VALLEJO**

**FACULTAD DE INGENIERÍA Y ARQUITECTURA**

**ESCUELA PROFESIONAL DE INGENIERÍA CIVIL**

Aplicación de aditivo Ricot Z 5000 en un diseño de mezcla asfáltica para  
el tránsito vehicular de la Av. Trapiche, Comas 2020

**TESIS PARA OBTENER EL TÍTULO PROFESIONAL DE:  
INGENIERO CIVIL**

**AUTOR:**

Camase Torres, Jesus Alberto (ORCID:0000-0002-2731-2763)

**ASESOR:**

Mg. Minaya Rosario Carlos Danilo (ORCID:0000-0002-0655-523X)

**LÍNEA DE INVESTIGACIÓN:**

Diseño de Infraestructura Vial

LIMA – PERÚ

2020

## **DEDICATORIA**

A mi madre Yaneth torres H. y a mi padre  
Alberto Camase T. Por su amor, dedicación  
Incondicional y perseverancia que ha sido mí  
Motor y motivo para ser mejor día a día.

## **AGRADECIMIENTO**

A dios por haber estado conmigo en todo este  
Proyecto académico por haber iluminado mi camino  
y enseñarme a creer que todo es posible, a mis maestros  
de la Universidad Cesar vallejo ya que con esfuerzo y  
Dedicación fortalecieron mis conocimientos

## ÍNDICE DE CONTENIDOS

DEDICATORIA.....	ii
AGRADECIMIENTO.....	iii
ÍNDICE DE CONTENIDOS.....	iv
ÍNDICE DE TABLAS.....	v
ÍNDICE DE GRÁFICOS Y FIGURAS.....	vi
RESUMEN .....	vii
ABSTRACT.....	viii
I. INTRODUCCIÓN .....	1
II. MARCO TEÓRICO .....	5
III. METODOLOGÍA .....	15
3.1. Tipo y diseño de Investigación .....	16
3.2. Variables y Operacionalización.....	17
3.3. Población, muestra y muestreo.....	18
3.4. Técnicas e instrumentos de recolección de datos, validez y confiabilidad .....	20
3.5. Procedimientos .....	20
3.6. Método de Análisis de datos .....	20
3.7. Aspectos Éticos .....	21
IV. RESULTADOS.....	22
V. DISCUSIÓN.....	52
VI. CONCLUSIONES.....	56
VII. RECOMENDACIONES .....	58
REFERENCIAS.....	60
ANEXOS	

## ÍNDICE DE TABLAS

Tabla 1: Muestra de la investigación .....	19
Tabla 2: Análisis Granulométrico del Agregado Grueso (ASTM C-136) .....	24
Tabla 3: Análisis Granulométrico del Agregado Grueso (ASTM C-136) .....	25
Tabla 4: Análisis Granulométrico del Agregado Fino (ASTM C-136).....	27
Tabla 5: Granulometría determinada.....	29
Tabla 6: Diseño Tentativo de Mezclas Asfálticas (ASTM D 6926).....	31
Tabla 7: Parámetros del diseño de la mezcla asfáltica convencional .....	34
<i>Tabla 8:</i> Diseño Tentativo de Mezclas Asfálticas (ASTM D 6926).....	35
Tabla 9: Parámetros del diseño de la mezcla asfáltica modificado.....	38
Tabla 11: Diseño Tentativo de Mezclas Asfálticas (ASTM D 6926).....	39
<i>Tabla 11:</i> Parámetros del diseño de la mezcla asfáltica modificado.....	44
Tabla 12: Parámetros de diseño de la mezcla asfáltica.....	44
Tabla 14: Parámetros de la mezcla asfáltica .....	48

## INDICE DE GRÁFICOS Y FIGURAS

<b>Figura 1:</b> Curva Granulométrica .....	30
<b>Figura 2:</b> Proporciones de Mezcla de Agregados .....	30
<b>Figura 3:</b> Porcentaje de contenido Asfáltico vs. Estabilidad .....	45
<b>Figura 4:</b> Porcentaje de contenido Asfáltico vs. Flujo .....	46
<b>Figura 5:</b> Porcentaje de contenido Asfáltico vs. Vacíos .....	46
<b>Figura 6:</b> Porcentaje de contenido Asfáltico vs. Estabilidad .....	47
<b>Figura 7:</b> Porcentaje de contenido Asfáltico vs. Flujo .....	47
<b>Figura 8:</b> Porcentaje de contenido Asfáltico vs. Vacíos .....	48
<b>Gráfico 1:</b> Comparación del Flujo .....	49
<b>Gráfico 2:</b> Comparación de la Estabilidad .....	49
<b>Gráfico 3:</b> Comparación de la Adherencia en relación con % vacíos... ..	50

## RESUMEN

En la presente investigación tuvo como objetivo principal dar a conocer la aplicación del aditivo Ricot Z 5000 para obtener una mejora en el diseño de la mezcla asfáltica de un pavimento flexible, sabiendo que hoy en día no es muy común ni tampoco aplicado por falta de estudios, por lo que dicho trabajo ayudaría a disminuir la contaminación hacia el medio ambiente.

Dicha investigación se desarrolló con la finalidad de que la mezcla asfáltica tenga un buen desempeño importante al añadirle el aditivo Ricot Z 5000 para mejorar el pavimento flexible de un flujo de tránsito de 400 a 2000 veh. /día (carretera segunda clase) y evaluar las condiciones que cumple utilizando de referencias a investigaciones anteriores.

Las investigaciones que se han basado se utilizaron una metodología experimental donde se realizaron ensayos Marshall: estabilidad, flujo y adherencia donde se añadió diferentes aditivos con diferentes dosificaciones, de esta manera se optó a usar de acuerdo a la ficha técnica las dosificaciones de 0.4% y 1%.

Finalmente, mediante los ensayos Marshall realizados se evaluó que es factible el adicionamiento a la mezcla asfáltica ya que brinda mejoras a comparación de una mezcla asfáltica convencional y se sugirió que se empleen más estudios para que este sea utilizado en las dosificaciones en la cual se requiera en los proyectos.

**Palabras claves:** Estabilidad, Flujo, Adherencia, Aditivo Ricot Z 5000.

## ABSTRACT

The main objective of this research was to present the application of the Ricot Z 5000 additive to obtain an improvement in the design of the asphalt mixture of a flexible pavement, knowing that nowadays it is not very common nor is it applied due to lack of studies, so this work would help reduce pollution to the environment.

This research was developed with the purpose that the asphalt mix has a good important performance when adding the Ricot Z 5000 additive to improve the flexible pavement of a traffic flow of 400 to 2000 vehicles. / day (second class road) and evaluate the conditions it meets using references to previous research.

The investigations that have been based were used an experimental methodology where Marshall tests were carried out: stability, flow and adherence where different additives were added with different dosages, in this way it was decided to use the dosages of 0.4% and 1%.

Finally, through the Marshall tests carried out, it was evaluated that the addition to the asphalt mix is feasible since it provides improvements compared to a conventional asphalt mix and it was suggested that more studies be used so that it is used in the dosages in which it is required in projects.

**Keywords:** Stability, Flow, Adhesion, Ricot Z 5000 Additive.

## **I. INTRODUCCIÓN**

A nivel mundial se están empleando aditivos, siendo estos una alternativa que permitirá mejorar la durabilidad en la carpeta asfáltica, lo que a su vez se considera como una propuesta sostenible.

En el país de Ecuador se han realizado estudios donde se utilizaron aceites lubricados rejuvenecedores para adicionarlo a la mezcla asfáltica, lo cual mediante los ensayos realizados han arrojado resultados favorables que cumplen con la normativa de dicho país. En el país de Colombia se han realizado estudios donde se adicionaron aditivos modificadores de viscosidad para mezcla asfáltica tibia, los resultados de los ensayos arrojados fueron favorables aumentando sus propiedades mecánicas. En el país de México los estudios realizados se utilizaron aditivos Surfactantes y Residet WMX – 8017 añadidos a la mezcla asfáltica densas  $\frac{3}{4}$ " donde se obtuvieron resultados favorables obteniendo el contenido óptimo a utilizar para puesto en obra.

En Perú se cuenta con altos porcentajes de carreteras con pavimento flexible. El asfalto por sus propiedades es adaptable a diferentes tipos de climas, al añadirle emulsiones obtenemos asfaltos suaves con el fin de desempeñarse en climas de baja temperatura o de mayor medida adaptables a una gran fluidez de vehículos en climas de altas temperaturas. En Puno se han realizado estudios adicionando aditivos mejoradores de adherencia a la mezcla asfáltica en caliente donde realizaron ensayos Marshall donde los resultados fueron de manera favorable. En Lima también se realizaron estudios a la mezcla asfáltica adicionado aditivo Warmix y betutec IC para incrementar su fluidez, estabilidad y densidad donde dieron como resultados favorables. En Trujillo se han realizado ensayos para la mezcla de asfalto caliente con cemento asfáltico PEN 60 / 70 adicionando aditivo SBS donde los resultados fueron de manera favorable.

A nivel local en la Avenida Trapiche la modificación con aditivo Ricot Z 5000 contribuyó a la disminución de la susceptibilidad a las variaciones de temperatura, es impermeable a la humedad, beneficia el aumento en el período de oxidación y también a las propiedades físicas. Lo más importante que se debe considerar es que estos aumentan la resistencia a deformaciones y redujeron la cantidad de agrietamiento de la carpeta asfáltica.

En efecto, la presente investigación evaluó los procesos constructivos adicionando un aditivo, para conocer la mejora en cuanto a su impermeabilización, viscosidad; dándole una mayor durabilidad a la carpeta asfáltica y donde se obtuvo óptimos resultados, lo cual se dará por recomendación y emplearlo a nivel nacional.

### **Problema General**

¿En cuánto influye la aplicación de aditivo Ricot z 5000 en un diseño de mezcla asfáltica para tránsito vehicular de la av. Trapiche, comas 2020?

### **Problemas Específicos**

¿En cuánto influye la aplicación de aditivo Ricot z 5000 en la estabilidad de un diseño de mezcla asfáltica para tránsito vehicular de la av. Trapiche comas 2020?

¿En cuánto influye la aplicación de aditivo Ricot z 5000 en la fluencia de un diseño de mezcla asfáltica para tránsito vehicular de la av. Trapiche comas 2020?

¿En cuánto influye la aplicación de aditivo Ricot z 5000 en la adherencia de un diseño de mezcla asfáltica para tránsito vehicular de la av. Trapiche comas 2020?

### **Justificación de estudio**

La presente investigación otorgó un proceso de soluciones donde permitió incrementar la vida útil del pavimento, lo cual se dio un beneficio en el aspecto social, económico y ambiental. En la investigación se adicionaron argumentos que proporcionó un mayor conocimiento sobre los beneficios que puede aportar el adicionamiento del aditivo. En la presente se aplicó un aditivo Ricot Z 5000 a la mezcla de asfalto, el procedimiento es muy parecido a la mezcla tradicional ya que se desarrollará los ensayos convencionales con la peculiaridad que se añadirá el aditivo al cemento asfáltico, se consideró diferentes dosificaciones de acuerdo a su ficha técnica del aditivo 0.4 y 1.0% para conocer su desempeño.

### **Hipótesis General**

La aplicación de aditivo Ricot z 5000 influye de manera positiva en un diseño de mezcla asfáltica para tránsito vehicular de la av. Trapiche comas 2020.

### **Hipótesis Específica**

La aplicación de aditivo Ricot z 5000 incrementará la estabilidad del diseño de mezcla asfáltica para tránsito vehicular de la av. Trapiche comas 2020.

La aplicación de aditivo Ricot z 5000 incrementará la fluencia del diseño de mezcla asfáltica para tránsito vehicular de la av. Trapiche comas 2020.

La aplicación de aditivo Ricot z 5000 incrementará la adherencia del diseño de mezcla asfáltica para tránsito vehicular de la av. Trapiche comas 2020.

### **Objetivo General**

Determinar de qué manera influye la aplicación de aditivo Ricot z 5000 en un diseño de mezcla asfáltica para tránsito vehicular de la av. Trapiche comas 2020.

### **Objetivo Específico**

Determinar de qué manera influye la aplicación de aditivo Ricot z 5000 para obtener una mejor estabilidad en un diseño de mezcla asfáltica para tránsito vehicular de la av. Trapiche comas 2020.

Determinar de qué manera influye la aplicación de aditivo Ricot z 5000 para obtener una mejor fluencia en un diseño de mezcla asfáltica para tránsito vehicular de la av. Trapiche comas 2020.

Determinar de qué manera influye la aplicación de aditivo Ricot z 5000 para obtener una mejor adherencia en un diseño de mezcla asfáltica de la av. Trapiche comas 2020.

## **II. MARCO TEÓRICO**

## Nacional

Tacca, C. (2018). En su tesis "*Influencia de los aditivos mejoradores de adherencia en el diseño Marshall de mezclas asfálticas en caliente compuestas por agregados de la cantera Taya Taya, San Román – Puno*", la cual se desarrolló en la Universidad Andina Néstor Cáceres Velásquez, plantea como objetivo principal establecer que tanto es la influencia de los aditivos de adherencia mejorada usando el método Marshall de mezclas asfálticas en una temperatura elevada. Su metodología usada en la investigación es experimental debido a que se diseña mezcla asfáltica caliente utilizando Marshall para controlar el estándar de calidad en los laboratorios, obteniendo patrones para adicionar aditivos mejoradores de adherencia al cemento asfáltico. Teniendo como población de estudio a los agregados triturados grava y arena de la cantera TayaTaya obtenidos del distrito de Cabanillas, como muestra de investigación utilizada tenemos la extracción de materiales en proporciones en base a ensayos en laboratorio; los instrumentos utilizados fueron observacionales, permitiéndonos recopilar información durante el diseño de las mezclas asfálticas, resultados de datos de laboratorio y fichas de análisis documental. Los resultados realizados para la investigación fueron de según lo que indican las consideraciones para la construcción EG 2013 donde podemos encontrar las especificaciones para realizar el control del diseño de mezclas asfálticas. Se ha llegado a la conclusión que los aditivos mejoradores de adherencia influyen de manera positiva incrementando ellos valores en la estabilidad, manteniendo su valor de 2 a 3.6 mm de acorde a la norma [1].

Limas, H.; Cahuana, P. (2018). En su investigación titulada "*Análisis comparativo del comportamiento mecánico de una mezcla asfáltica modificada con Betutec IC + Aditivo Warmix respecto a la mezcla asfáltica convencional*", la cual se desarrolló en la Universidad San Martín de Porres. Plantea como objetivo elaborar un análisis comparando el comportamiento mecánico con Betutec IC + Aditivo Warmix de una mezcla de asfalto modificada con relación a las mezclas asfálticas convencionales. La metodología usada en la investigación es experimental donde se utiliza ensayos para obtener datos comparativos del mejoramiento de la mezcla asfáltica. Para este estudio se tuvo como población mezclas de asfalto tradicionales y mejoradas con distintos porcentajes de incorporación de Betutec IC + Aditivo Warmix, la muestra usada para esta

investigación fueron 12 briquetas de mezcla de asfalto convencional y 12 de mejorado para poder obtener las propiedades mecánicas del asfalto que se ha modificado y su muestreo fue de no probabilístico y de tipo intencional porque el autor eligió a su conveniencia y criterio propio; como instrumentos utilizados se tuvieron formatos que permitieron la toma de información inicial corroborando lo que se establece en las normas tanto nacional como internacional. Los resultados de la investigación se realizaron ensayos a la mezcla asfáltica aplicándose mediante las Normas Técnicas con el fin de realizar la comparación del comportamiento donde cumplen con los parámetros y características. Mediante los resultados se ha llegado a una conclusión, donde se obtuvieron beneficios en un incremento de fluidez, estabilidad, densidad y la reducción de los espacios vacíos de la mezcla asfáltica, incrementando la vida útil del pavimento [2].

Flores, S.; Monzón R. (2020). En su tesis titulada *“Evaluación de estabilidad de la mezcla asfáltica en caliente utilizando aditivo SBS Trujillo – La libertad”*, Se desarrolló en la Universidad Cesar Vallejo. Su fin primordial fue evaluar la estabilidad de la mezcla de asfalto adicionado el aditivo S B S. Su metodología usada en la investigación es experimental porque se realizaron ensayos con briquetas convencionales y modificadas con aditivo SBS y también se obtuvo un dominio en las condiciones ambientales en el laboratorio. La población estuvo conformada por un diseño de mezcla de asfalto integrado con cemento asfáltico PEN 60 / 70, donde el asfalto fue adquirido en la empresa TDM y los agregados en la cantera San Martín, utilizando aditivo SBS. La muestra estuvo conformada por 30 briquetas cilíndricas de mezcla asfáltica, dividiéndolo en dos partes de 15 briquetas con mezcla asfáltica tradicional y 15 briquetas con aditivo, el muestreo de la investigación fue aleatorio simple porque fue diseñada de manera independiente cada briqueta, los instrumentos utilizados para cada ensayo y obtener un dato preciso fue las muestras Marshall y formatos Excel. Los resultados obtenidos en el diseño Marshall donde se realizaron ensayos a cada muestra establecidos en la Norma técnica, donde se añadió aditivo SBS a la mezcla en caliente. Se llegó a la conclusión que se obtuvieron resultados favorables incrementando la vida útil, a los cambios climáticos y a las cargas sometidas por el tránsito vehicular de la mezcla asfáltica [3].

## Internacional

Cervantes, H. (2019). En su tesis "*Diseño y Elaboración de Mezcla Asfáltica densa ¾ templada por surfactantes para su proceso de fabricación*", desarrollándose en la Universidad Autónoma de México, tiene como objetivo principal realizar mezclas asfálticas densas ¾" cumpliendo con los parámetros de calidad de los asfaltos lineados con la norma NIT - SCT y ASTM a diferentes proporciones hasta a encontrar el contenido óptimo de su comportamiento mecánico. La metodología es experimental porque se han realizado ensayos con muestras de asfalto AC-20 tradicional y con aditivo Surfactantes. La población de estudio fue constituida por mezcla asfáltica AC-20 convencional y modificada con aditivo surfactantes, su muestra fue 10 muestras con asfalto AC-20 añadiendo en distintas proporciones aditivo Residet WMX - 8017 y Surfathem, el muestreo de la investigación fue aleatorio simple porque fue diseñado por cada muestra de manera independiente, los instrumentos utilizados fueron las fichas técnicas recopiladas en los ensayos realizados. Los resultados evidencian que el punto de reblandecimiento del cemento de asfalto el promedio de temperatura sindicando el aditivo utilizado para cada prueba. Se concluyó que el Rediset añadido al asfalto AC-20 es del 0.8% respecto a la mezcla y el aditivo Surfathem es del 1.0%, lo cual el contenido óptimo a utilizar es del 0.8% [4].

Castro, J. (2017). En su investigación "*Evaluación de la capacidad estructural de una mezcla asfáltica tibia MDC-19 utilizando aditivos modificadores de viscosidad*" desarrollándose en la Universidad Católica de Colombia, tiene como objetivo principal analizar la capacidad estructural de una mezcla asfáltica tibia M D C 19 empleando aditivos de mejora de viscosidad. Su metodología es experimental elaborándose ensayos Marshall y de viscosidad con diferentes proporciones de adición de aditivo para mejorar la viscosidad de la mezcla de asfalto a comparación con una mezcla tradicional

convencional. Su población de estudio fue constituida por mezcla asfáltica tibia modificado el cemento asfáltico con aditivos mejoradores de viscosidad; la muestra que se utilizaran 2 dosificadores diferentes, 2% y 3% de adición de aditivo; el muestreo es de no probabilístico tipo intencional porque el autor escoge a su conveniencia y a criterio propio; los instrumentos utilizados fueron fichas obtenidas en laboratorio de los ensayos realizados. Los resultados de la investigación se han realizado diversos ensayos al cemento asfáltico adicionando el aditivo mejorador de viscosidad reglamentándose de acuerdo a las consideraciones de construcción del INV. De los resultados se concluye mediante los resultados de los ensayos el adición de aditivo ayuda en obtener para un buen diseño de mezcla asfáltica una mejora en la viscosidad [5].

Icaza, K.; Mera, W. (2018). En su tesis "*Influencia de los asfaltos mejorados con rejuvenecedores en el comportamiento de las mezclas asfálticas*", que se desarrolló en la Universidad Católica de Santiago de Guayaquil. Como objetivo principal fue evaluar cómo se comporta las mezclas asfálticas ante el empleo de agentes rejuvenecedores para mantener sus características pétreas. La investigación es experimental porque se realizaron una serie de pruebas a diferentes mezclas con el mismo esqueleto pétreo variando la proporción de contenido de aceites rejuvenecedores. Su población de estudio fue constituida a la mezcla asfáltica mejorado con aceites lubricados rejuvenecedores aplicados a los dos asfaltos usuales producidos en la Refinería Esmeraldas, la muestra se utilizaran dos tipos de asfaltos PG 64-22 y PG 64-28 donde se realizaron ensayos de compresión cíclica y fatiga, Marshall añadiendo el aceite lubricado rejuvenecedor; el muestro es no probabilístico de tipo intencional porque el autor ha escogido los datos a su conveniencia y criterio propio; los instrumentos utilizados en la investigación fueron fichas obtenidas en laboratorio mediante lo ensayos realizados a la mezcla asfáltica. De acuerdo a estos resultados concluyó que las mezclas de asfalto modificadas con aceites rejuvenecedores Sylvaroad de Kraton y Danox de Quimikao dieron como resultado satisfactorio en el rango de límites en fatiga donde ofrece mejor desempeño de la mezcla asfáltica [6].

Qiang, L; Ke, L. y Guangxu S. (2019). En su tesis de investigación “*Fuel oil corrosion resistance of asphalt mixtures*”. Lo cual se desarrolló en la Universidad Forestal de Nanjing en China. Tiene como objetivo principal desarrollar una manera rentable para un buen desempeño del pavimento ante la resistencia a la corrosión del fueloil usando aditivo anticorrosión de aceite. La metodología es experimental porque se realizaron pruebas en laboratorio adicionando aditivo anticorrosión de aceite a la mezcla asfáltica. Su población de estudio fue constituida a la mezcla asfáltica añadido aceite anticorrosivo, la muestra de estudio fueron 3 muestras en laboratorio antes y después de la inmersión en aceite para observar la resistencia a la corrosión, el muestreo es de tipo intencional eligiendo el autor a conveniencia los tipos de muestras a utilizar, los instrumentos utilizados fueron fichas de laboratorio realizados a cada muestra. De los resultados se concluye que el óptimo contenido de aditivo adicionado a la mezcla asfáltica es de 0.4% para su mejora y costo del asfalto [7].

Minghui, G.; Jun Y.; Jiayun Z. (2016). En su investigación “*Physical – chemical properties of aged asphalt rejuvenated by bio-oil derived from biodiesel residue*”, la cual se desarrolló en la Universidad del Sureste China. Como principal objetivo para esta investigación es determinar el contenido óptimo de bioaceite e investigar las viscosidades, propiedades reológicas a elevadas temperaturas y la resistencia al agrietamiento. Su metodología fue experimental porque se realizaron ensayos a un asfalto PEN 50 y asfalto modificado con bioaceite. Su población de estudio fue constituida por mezcla asfáltica convencional y modificado, las muestras fueron asfalto virgen, envejecido y rejuvenecido con aceite biológico utilizando el viscosímetro rotacional, su muestreo fue no probabilístico de tipo intencional porque el autor eligió a su conveniencia y criterio propio; los instrumentos del estudio fueron fichas técnicas obtenidas en laboratorio. De los resultados se concluye que las pruebas muestran que el adicionamiento con bioaceite mejora la trabajabilidad y propiedades reológicas del asfalto envejecido [8].

Yang. Xu. (2013). En su investigación “*The laboratory evaluation of bio oil derived from waste Wood resources as extender for asphalt binder*”, se desarrolló en la Universidad

Bautista de California. Tiene como objetivo principal es analizar la viabilidad añadiendo bioaceite como ligante alternativo del pavimento asfáltico. Su metodología es experimental realizando ensayos que permiten determinar las propiedades reológicas y desempeño mecánico de mezclas modificadas por bioaceites. Su población de estudio fue constituida por mezcla asfáltica convencional y modificado con bioaceites, las muestras fueron 3 muestras asfalto virgen, envejecido y rejuvenecido con bioaceites, su muestreo de investigación fue aleatorio simple porque fue diseñado por cada muestra de manera independiente, los instrumentos utilizados fueron recopiladas mediante las fichas técnicas y formatos obtenidas en laboratorio. Se llegó a la conclusión que la adición de bioaceite reduce la viscosidad rotacional de virgen aglutinantes de asfalto, reduce temperaturas de mezcla, aumenta el módulo de corte dinámico y mejora el rendimiento a alta temperatura [9].

### **Artículos**

Leng, Z.; Sreeram, A.; Kumar, R. y Tan, Z. (2018). El artículo se titula “Value-added application of waste PET based additives in bituminous mixtures containing high percentage of reclaimed asphalt pavement (RAP)”. Plantea como objetivo principal en investigar la posibilidad del uso de aditivos derivados del PET para poder aumentar el rendimiento de la mezcla asfáltica que contienen (RAP). La investigación es experimental realizando ensayos de cizallamiento dinámico, susceptibilidad a la humedad, resistencia a la flexión. Con estos resultados se concluye que las muestras con un porcentaje de aditivos derivados de RAP y PET proporcionan un mejor rendimiento en la mezcla de asfalto, aumentando su resistencia frente el agrietamiento por fatiga en un 60% y al enrutamiento en 15% [10].

Elizondo, F.; Salazar J.; Villegas E. (2010). El artículo se titula “*Caracterización de asfaltos modificados con diferentes aditivos*”. El presente trabajo tiene como objetivo hacer una comparación en diferentes tipos de aditivos lo cual se utilizará el polímero, también dar herramientas para evaluar la efectividad del polímero que mejorarían las propiedades de la mezcla de asfalto. La metodología es experimental mediante el cual se

realizaron ensayos para evaluar qué tipo de aditivos mejora sus propiedades reológicas del asfalto. De los resultados se concluye que mediante los ensayos se determinó que las mezclas asfálticas mejoran sus propiedades reológicas, en su susceptibilidad por deformarse con el adicionamiento de polímeros [11].

Sanabria, L. (2016). El artículo se titula “*Uses of Palm oil and their Oleochemicals in Pavement industry*”. El presente artículo tiene como objetivo principal lograr una modificación en la tensión superficial del asfalto y lograr una interacción con los demás agregados evitando modificar sus propiedades reológicas y fisicoquímicas. La metodología es experimental mediante el cual se realizaron ensayos para evaluar como es el comportamiento ante el adicionamiento de aceites de palma a la mezcla asfáltica mejorando su tensión superficial. De los resultados se concluye que mediante los ensayos se determinó que al aditivar un ligante asfáltico de penetración 60/70 a concentraciones bajas resulta suficiente para producir cambios químicos, térmicos y estructurales al asfalto [12].

### **Mezcla Asfáltica**

Rondón y Reyes afirma que la mezcla convencional debido a factores como el tráfico, cambios climáticos a largo plazo presentan deformaciones y fisuras, para mejorarlo podríamos adicionar otros materiales (2015, p.178). [13].

Según Minaya y Ordoñez el granular es el material principal que contribuye resistencia a la mezcla bituminosa, podemos catalogar las mezclas de asfalto en caliente según su gradación ya sean abiertas, densas o incompletas (2006, p.163) [14].

### **Características Volumétricas de la Mezcla Asfáltica**

Según Morea afirma que el método Marshall especifica que para un buen diseño de mezcla de asfalto, se debe considerar un porcentaje óptimo de vacío que oscilen entre un 3% y 5%, si el porcentaje es menor a 3% esto afectaría a la mezcla asfáltica ya que le ocasionaría ahuellamiento o exudación en altas temperaturas sería mayor el riesgo, este proceso ocurre al producirse un contacto de las ruedas de los vehículos con la carpeta asfáltica, lo cual es trasladado los asfaltos finos del esquema de minerales hacia los llamados vacíos (2011, p.12) [15].

## **Cemento Asfáltico**

Según Montejo determina que la viscosidad del cemento de asfalto absoluto se realiza regularmente a 60 °C, se puede calcular el periodo útil para que un volumen firme de material fluya mediante condiciones rigurosamente controladas en segundos para controlar el tiempo, y para calibrar el viscosímetro capilar de vidrio al vacío (p. 49-50) [16].

## **Ensayo de Viscosidad**

Tiene como objetivo hallar que tan fluido se encuentra un asfalto a una temperatura usada durante su proceso de aplicación. La viscosidad se determina mediante la viscosidad cinemática o Saybolt furol, es medido gracias a los viscosímetros capilares de flujo a la viscosidad del cemento de asfalto a altas temperaturas como 135°C (García, 2016, p.22) [17].

## **Ensayo de Penetración**

Según Menéndez define que el ensayo de penetración determina la profundidad de penetración obtenida durante 5 segundos de sumergir una aguja, cuanto más engorroso resulte penetrar al asfalto obtendrá una menor penetración y si resulta ser más suave se obtendrá una penetración mayor (2012, p.98) [18].

## **Aditivo**

El aditivo Ricot Z 5000 es de tipo amina (compuesto químico orgánico de cadena lineal) que mejora la adhesividad e impermeabilidad del asfalto, dando una buena resistencia a los cambios climatológicos, a los sulfatos y los salitres; aumentando la adhesividad, manejabilidad, permeabilidad del asfalto teniendo una compactación pareja quedando mucho más liso disminuyendo los porcentajes de vacíos. Este aditivo cuenta con aminas al 95 % lo cual es muy especial en obras ubicadas a más de 2000 msnm, su aplicación consiste en agregar el producto a los depósitos de asfalto mediante una tubería con una bomba recircular para luego proceder a enviar al diseño de la carpeta asfáltica (Z aditivos, 2018, p.1) [19].

## **Diseño Marshall**

Rondón y Reyes sostiene que en el Perú el método más utilizado para los diseños de mezclas asfálticas es el de Marshall, lo cual nos permite calcular las proporciones de los materiales y evaluar las resistencias sometido a cargas que es relacionada con la estabilidad y el flujo. El diseño de Marshall tiene como finalidad hallar el contenido óptimo apropiado de cemento asfáltica para alcanzar un mayor desempeño en la mezcla asfáltica (2015, p.91) [20].

Méndez menciona que existen condiciones para elaborar las mezclas asfálticas las cuales se considera: las características de la mezcla la cual se fundamentan en su diseño y estas en sus proporciones volumétricas de los materiales; estos materiales se someten a ensayos que determinan la calidad y dan a conocer las mejoras que el material contribuirá a la mezcla en mención (2014, p.116) [21].

Jiménez menciona que el diseño Marshall viene a ser una herramienta creada para poder diseñar mezclas usando asfaltos duros y elementos granulares que no superen los 2.54 cm del tamaño máximo, cuya finalidad es alcanzar optimas cantidades de los que hacen parte de la mezcla de asfalto (2015, p. 2) [22].

### **III. METODOLOGÍA**

### **3.1. Tipo y diseño de Investigación**

#### **Tipo de investigación**

Es aplicada cuando se busca los recursos para el manejo del conocimiento obtenido mediante una investigación esencial sin buscar la verdad sino la utilidad (Alfaro, 2012, p.18) [23]

Una investigación aplicada se diferencia por contar con objetivos prácticos, esto quiere decir se explora para ejecutar, cambiar o producir alteraciones en un sector de la sociedad definido (Carrasco, 2002, p.42) [24].

En relación a lo citado anteriormente la presente investigación es de tipo aplicativo ya que nos permitirá aplicar los conocimientos ya existentes sobre el diseño de mezcla de asfalto incorporándole aditivo Ricot Z 5000, con la finalidad de poder tomar decisiones para una mejora de la mezcla en mención con varios porcentajes de aditivos basándose en los resultados que se obtuvieron por los ensayos Marshall en laboratorio.

#### **Diseño de Investigación**

Es una estrategia que pone a prueba la hipótesis o para verificarla obteniendo una información deseada, esta estrategia dependerá de los enfoques de la investigación, por lo que se recomienda realizar un diagrama de flujo de la secuencia para demostrar la hipótesis. (Borja, 2012, p.26) [25].

Es el plan o estrategia que permite obtener el conocimiento que se desea para contrastar el problema planteado (Hernández, y otros, 2014, p.128) [26].

The research design is intended to provide an adequate framework for a study, since it will be able to determine the obtaining of the relevant information for a study (Jilcha, 2019, p.2) [27].

La presente investigación es un diseño cuasi experimental porque a través de la investigación se manipularon intencionalmente las cantidades de aditivo Ricot Z 5000 (0,4 % y 1%) en la mezcla asfáltica, con la finalidad de analizar su influencia en su estabilidad, flujo y adherencia en la mezcla asfáltica, contando con 3 ensayos correspondientes a la muestra inicial y con aditivo en 0,4 % y 1% del volumen total de la muestra, lo cual las incorporaciones fueron seleccionadas en relación a diversos autores que realizaron investigaciones previas con aditivos en la mezcla asfáltica.

### **3.2. Variables y Operacionalización**

**Variable independiente: Aditivo Ricot Z 5000**

**Definición conceptual:**

El aditivo al ser adicionado en el cemento asfáltico de la mezcla obtendremos una mejora en las características de la adherencia entre el asfalto y el agregado para mayor durabilidad (Rojas, 2010, p.4) [28].

Los aditivos son productos químicos que mejoran las características de adherencia del asfalto con el agregado al ser añadidos, brindando una mayor durabilidad a la carpeta asfáltica (Bonifaz, 2018, p.4) [29].

**Definición Operacional:**

Las dosificaciones de 0,4% y 1% del aditivo Ricot z 5000 respecto a la mezcla asfáltica, se emplearon para los 3 diseños, con el objetivo de aumentar su estabilidad, flujo y adherencia, elaborando 13 briquetas de cada dosificación y 13 briquetas de mezcla convencional.

Variable independiente      V1: Aditivo Ricot Z 5000

## **Variable Dependiente: Mezcla Asfáltica**

### **Definición Conceptual:**

Padilla menciona que la mezcla asfáltica es usada en capas interiores o de rodadura asfáltica, ya que brinda una cómoda superficie de rodadura, haciéndola cómoda y segura para los consumidores, por lo que transmite las cargas a la capa superior (2004, p.40) [30].

Rondón menciona que "Asphalt is a viscoelastic material which is derived from crude petroleum or from natural deposits; its chemical composition is complex, consisting mainly of carbon (80-88%) and hydrogen atoms" (8-12%) (2013, p.1) [31].

### **Definición Operacional:**

En esta investigación se realizó el ensayo Marshall a la mezcla con diversos porcentajes de incorporación al cemento de asfalto ( 4.5%, 5.0%, 5.5%, 6.0% y 6.5% ) para los 4 diseños establecidos;llevándolo a un baño maría a temperatura de 60 °C y por cada diseño se realizaron 13 briquetas resultando un total de 39 briquetas, los ensayos de laboratorio se realizaron midiendo la calidad para fines del caso.

Variable Dependiente            V2 : Mezcla Asfáltica

## **3.3. Población, muestra y muestreo**

### **Población**

La población incluye a las unidades de análisis o entidades poblacionales lo cual deben cuantificarse para un definido estudio integrado, se le denominan población por componer la totalidad del fenómeno asignado a un estudio o investigación. (Tamayo, 2004, p.176) [32].

El estudio de dicha investigación se tomó en cuenta el tramo de la avenida trapiche que viene hacer 4.5 km, se obtuvo un amplio estudio mediante ensayos Marshall de laboratorios. Este estudio consistió en la comparación físicas y mecánicas de una mezcla asfáltica modificado con aditivo Ricot z 5000, por ello se tomó como población la avenida trapiche comas los 4.5 km.

## Muestra

Podemos decir sobre la muestra que es un sub conjunto de la población que está definido por ciertas características, por lo que se necesita adicionar una estrategia que permita un muestreo confiable (Hernández, y otros, 2014, p.175) [33].

Es importante mencionar que el tipo de carretera de dicha investigación es de 4.1 km, de segunda clase con un I M D A entre los 2000 – 401veh/día para una calzada de dos carriles establecido en el Manual de Carreteras.

Para la presente investigación nuestra muestra está conformada por un conjunto de briquetas (13 briquetas) de mezcla asfáltica compuesto por agregado fino, grueso y asfalto establecidos en la norma ASTM D-1559, donde se añadió aditivo Ricot Z 5000 con las dosificaciones 0.4% y 1%.

Tabla 1: **Muestra de la investigación**

DESCRIPCIÓN	BRIQUETAS
Espécimen mezcla asfáltica convencional	13
Espécimen mezcla asfáltica con adición Ricot Z 5000 (0.4%)	13
Espécimen mezcla asfáltica con adición Ricot Z 5000 (1.0%)	13
<b>TOTAL</b>	<b>39</b>

Fuente: *Elaboración Propia*

## Muestreo

Muestreo se le conoce al procedimiento de selección de la muestra de la población, esta permite determinar las propiedades de la totalidad de la población (Valderrama, 2013, p.188) [34].

Para dicha investigación se ha empleado un muestreo de tipo no probabilístico, lo cual a su vez es de tipo intencional ya que fue seleccionado los cada elemento a conveniencia y por criterio propio del autor (mi persona).

### **3.4. Técnicas e instrumentos de recolección de datos, validez y confiabilidad**

#### Prospectiva

Son aquellos que pretenden precisar las relaciones que existe entre cada variable sobre posibles hechos que ocurrirían a futuro. Estas no buscan implantar relaciones de causa, aunque si logra identificar las causas posibles de un hecho y observa el efecto a largo plazo (Ramírez, 2003, p. 45) [35].

La técnica usada para esta investigación es el método de recopilación de datos los cuales se obtendrán los ensayos en laboratorio (cuasi experimental = mezcla asfáltica), y en base a los instrumentos los datos serán recogidos mediante el ensayo Marshall según sus indicadores (N, 0.4%,1%), para esto se han usado laboratorios que cumplen con los criterios de calidad y normas necesarias para poder realizar cada ensayo.

### **3.5. Procedimientos**

La selección y cantidad de briquetas de mezclas asfálticas convencionales y modificados se realizó de acuerdo a la norma A S T M D - 1664 MANUAL DE ENSAYOS PARA PAVIMENTOS, los 3 tipos de diseños empleados a las cantidades de aditivo Ricot Z 5000 y a los tiempos que estos se ensayaron en el laboratorio, donde fueron sometidos al ensayo Diseño Marshall para poder analizar la incorporación optima según los resultados.

Se determinará en los ensayos el flujo, estabilidad y adherencia del asfalto de acuerdo al Manual de Ensayos de Materiales ( M T C E - 410 2016).

Adquisición de aditivo: Se pedirá el aditivo a la empresa Z aditivos adjuntos con su ficha técnica para tener conocimientos del adicionamiento del aditivo a la mezcla asfáltica.

### **3.6. Método de Análisis de datos**

Prospectivo: Para poder seleccionar los datos se utilizó la observación directa, lo cual permitió poder observar cada prueba realizada en el laboratorio y poder tomar apuntes que nos permitirán obtener resultados y poder así compararlos con nuestra hipótesis.

### **3.7. Aspectos Éticos**

En la presente investigación se realiza diferentes informaciones relacionadas a mis variables buscando beneficiar el distrito de comas de la Av. Trapiche.

El presente trabajo se ejecutó con apoyo de investigaciones previas respetando ante todo los pensamientos de los autores mencionados lo cual estos se visualizarán de acuerdo a la norma ISO 690 en las referencias bibliográficas.

## **IV. RESULTADOS**

## **Tema proyectado**

La presente investigación consiste en el diseño de mezcla asfáltica aplicando aditivo Ricot Z 5000 en la Avenida trapiche, distrito de Comas, provincia Lima, departamento Lima.

## **Trabajo de Obtención de datos.**

Durante el trayecto de la realización de la presente, se presente una pandemia mundial que represento una emergencia sanitaria general iniciando en febrero hasta diciembre del 2020, por CORONAVIRUS o también llamado COVID 19, una de las medidas tomadas para minimizar los contagios fue la inmovilización obligatoria, lo cual se impidió al transporte publico movilizarse a nivel nacional, las construcciones dejaron de ejecutar las obras asi mismo los laboratorios para realizar los ensayos estuvieron cerrados hasta el mes de julio; por lo que luego se volvieron a reactivar depoco en poco donde se han podido lograr realizar los ensayos respectivos a la investigación realizada.

## **Trabajo de Laboratorio**

De la mezcla asfáltica se realizaron 3 ensayos Marshall y se realizaron en laboratorio donde se realizó la granulometría de los agregados finos y gruesos, Diseño Marshall convencional y modificado con aditivo Ricot Z 5000.

## **ADITIVO RICOT Z 5000 (0.4% y 1%).**

### **Características de los materiales para la mezcla asfáltica**

Para la elaborar la mezcla asfáltica se consideró los siguientes materiales:

**Cemento Asfáltico:** Se utilizó de tipo PEN 60 / 70 de acorde a las condiciones del clima de la ciudad de Lima, ya que es considerada una ciudad cálida teniendo temperaturas de 19 °C y variando entre 12 °C y 28°C en invierno y verano según SENAMHI.

**Aditivo Ricot Z 5000:** Es un aditivo de compuesto químico orgánico de cadena lineal que mejora la adhesividad e impermeabilidad del asfalto; aumentando la adhesividad,

manejabilidad, permeabilidad del asfalto teniendo una compactación pareja quedando mucho más liso disminuyendo los porcentajes de vacíos.

**Agregados:** Se obtuvieron de la cantera Crushing, recalando que los agregados finos y gruesos se encuentran según los requerimientos de la norma E G - 2013.

### Ensayos

Para poder desarrollar dicha investigación se han realizado ensayos para los agregados gruesos y finos, por lo que los datos obtenidos se emplearon para el diseño de la mezcla en estudio a través del método Marshall basandose en la norma E G - 2013.

### Agregados Gruesos Granulometría

Piedra chancada de  $\frac{3}{4}$ "

Luego de realizar el tamizado de los agregados gruesos se clasifico el % retenido en cada malla para poder así identificar las proporciones de mezcla de agregados.

Tabla 2: “**Análisis Granulométrico del Agregado Grueso (ASTM C-136)**”

MALLAS					
“SERIE AMERICANA”	“ABERTUR A” (mm)	“PESO RET.” g.	“RET. PAR.” %	“RET. AC” %.	“PASA” %
2”	“50,800”				
1 ½”	“38,100”				
1”	“25,400”				
$\frac{3}{4}$ ”	“19,050”			“100.0”	
$\frac{1}{2}$ ”	“12,700”	“3743.8”	“83.3”	16.7	
$\frac{3}{8}$ ”	“9,525”	743.8	16.5	0.2	
$\frac{1}{4}$ ”	“6,350”	7.2	0.2	0	
#4	“4,760”				
#8	“2,380”				
#10	“2,000”				
#16	“1,190”				

#20	0,840				
#30	0,590				
#40	0,426				
#50	0,297				
#80	0,177				
#100	0,149				
#200	0,074				
< #200	(ASTM C-117)				

Fuente: *Elaboración Propia*

Se puede observar que el tamaño máximo nominal del agregado grueso es de 1/2" con 83.3% retenido.

Caracterización del Agregado

P.E Masa (ASTM C 127): 2,706 g/cm<sup>3</sup>

P.E SSS (ASTM C 127): 2,730 g/cm<sup>3</sup>

P.E Apar. (ASTM C 127): 2,773 g/cm<sup>3</sup>

Absorción (ASTM C 127): 0,90 %

Piedra Chancada 1/2"

Tabla 3: "**Análisis Granulométrico del Agregado Grueso (ASTM C-136)**"

MALLAS					
"SERIE AMERICANA"	"ABERTUR A" (mm)	"PESO RET." g.	"RET. PAR." %	"RET. AC" %.	"PAS A" %
2"	"50,800"				
1 1/2"	"38,100"				
1"	"25,400"				
3/4"	"19,050"				

1/2"	"12,700"				"100.0"
3/8"	"9,525"	"1434.1"	"42.3"	"42.3"	"57.7"
1/4"	"6,350"	"1543.6"	"45.5"	"87.8"	"12.2"
#4	"4,760"	"404.7"	"11.9"	"99.7"	"0.3"
#8	"2,380"	"9.5"	"0.3"	"100.0"	"0.0"
#10	"2,000"				
#16	"1,190"				
#20	"0,840"				
#30	"0,590"				
#40	"0,426"				
#50	"0,297"				
#80	"0,177"				
#100	"0,149"				
#200	"0,074"				
< #200	"(ASTM C-117)"				

*Fuente: Elaboración Propia*

Se puede observar que el tamaño máximo nominal del agregado grueso es de 3/8" con 42.3%retenido.

Caracterización del Agregado

P.E Masa (ASTM C 127): 2,690 g/cm<sup>3</sup>

P.E SSS (ASTM C 127): 2,720 g/cm<sup>3</sup>

P.E Apar. (ASTM C 127): 2,774 g/cm<sup>3</sup>

Absorción (ASTM C 127): 1,1 %

## Agregados Finos Granulometría.

Tabla 4: “Análisis Granulométrico del Agregado Fino (ASTM C-136)”

MALLAS					
“SERIE AMERICANA”	“ABERTUR A” (mm)	“PESO RET.” g.	“RET. PAR.” %	“RET. AC” %.	“PASA” %
2”	“50,800”				
1 ½”	“38,100”				
1”	“25,400”				
¾”	“19,050”				
½”	“12,700”				
3/8”	“9,525”				
¼”	“6,350”				
#4	“4,760”				“100.0”
#8	“2,380”	“151.2”	“17.0”	“17.0”	“83.0”
#10	“2,000”	“75.2”	“8.5”	“25.4”	“74.6”
#16	“1,190”	“187.6”	“21.1”	“46.5”	“53.5”
#20	“0,840”	“75.4”	“8.5”	“55.0”	“45.0”
#30	“0,590”	“107.2”	“12.0”	“67.1”	“33.0”
#40	“0,426”	“50.4”	“5.7”	“72.7”	“27.3”
#50	“0,297”	“40.7”	“4.6”	“77.3”	“22.7”
#80	“0,177”	“52.8”	“5.9”	“83.2”	“16.8”
#100	“0,149”	“16.9”	“1.9”	“85.1”	“14.9”
#200	“0,074”	“37.1”	“4.2”	“89.3”	“10.7”
< #200	“(ASTM C-117)”	“95.2”	“10.7”	“100.0”	“0.0”

Fuente: Elaboración Propia

Podemos observar que el tamaño máximo nominal del agregado grueso es de ½” con 17.0%retenido.

## Caracterización del Agregado

P.E Masa (ASTM C 127): 2,613 g/cm<sup>3</sup>

P.E SSS (ASTM C 127): 2,670 g/cm<sup>3</sup>

P.E Apar. (ASTM C 127): 2,769 g/cm<sup>3</sup>

Absorción (ASTM C 127): 2,1 %

## Método Marshall

Este ensayo se realizó teniendo en cuenta a la norma ASTM D6926 / ASTM D6927, con lo cual se espera establecer diversos parámetros para su flujo, adherencia y estabilidad para la mezcla asfáltica empleando Marshall.

### Determinación de la densidad real de la mezcla compactada.

Se determinó el peso en aire de la mezcla que fue compactado, el peso saturado con una superficie seca y sumergida en agua, con los pesos se hicieron cálculos mediante fórmulas para determinar el volumen de cada briqueta y así mismo la densidad de la mezcla la briqueta.

$$Vb = P_{Agua} - P_{SSS}$$

V b : Volumen de la briqueta

P agua : Pesos en agua de la briqueta (g)

P sss : Peso Saturado superficie seca de la briqueta (g)

$$\rho = \frac{P_{Aire}}{Vb}$$

$\rho$  = Densidad de la mezcla compactada de la briqueta o peso unitario

$P_{aire}$  = Peso en agua de la briqueta (g)

### Determinación de la estabilidad y flujo Marshall

Las briquetas fueron ensayadas en baño maría a 60°C para luego aplicar una carga constante de deformación hasta que se origina la falla.

### Mezcla de Agregados.

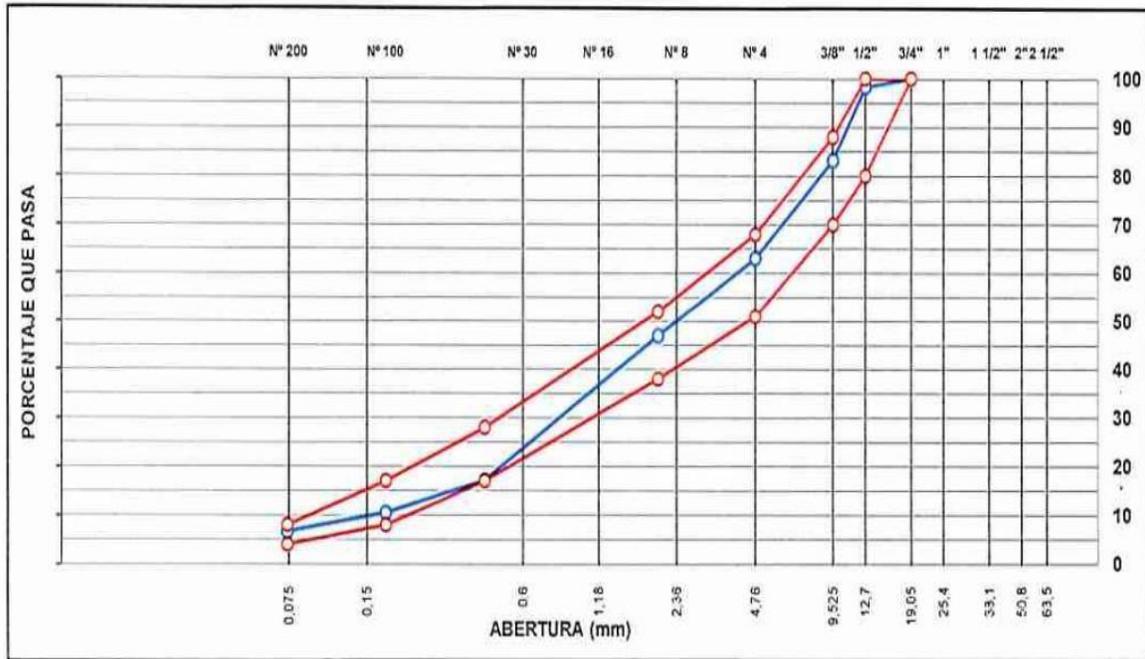
Por medio del ensayo granulométrico de nuestros agregados pudimos obtener los siguientes resultados.

Tabla 5: **Granulometría determinada**

MALLAS					
SERIE AMERICANA	ABERTURA (mm)	RET. PAR. %	RET. AC %	PASA %	GRADACION MAC II
1 ½"	38,100				
1"	25,400				
¾"	19,050			100.0	100 100
½"	12,700	1.7	1.7	98.3	80 100
3/8"	9,525	15.1	16.8	83.2	70 88
¼"	6,350	15.9	32.8	67.2	
#4	4,760	4.2	36.9	63.1	51 68
#8	2,380	10.8	47.7	52.3	
#10	2,000	5.3	53.1	46.9	38 52
#16	1,190	13.3	66.3	33.7	
#20	0,840	5.3	71.7	28.3	
#30	0,590	7.6	79.3	20.7	
#40	0,426	3.6	82.8	17.2	17 28
#50	0,297	2.9	85.7	14.3	
#80	0,177	3.7	89.5	10.5	8 17
#100	0,149	1.2	90.7	9.3	
#200	0,074	2.6	93.3	6.7	4 8

< #200	.....	6.7	100.0	0.0	
--------	-------	-----	-------	-----	--

Fuente: Laboratorio JCH



**Figura 1:** Curva Granulométrica  
 “Fuente: Laboratorio de Suelos JCH”

PROPORCIONES DE MEZCLA DE AGREGADOS	
PIEDRA CHANCADA 3/4"	02,0 %
PIEDRA CHANCADA 1/2"	35,0 %
ARENA CHANCADA	63,0 %

**Figura 2:** Proporciones de Mezcla de Agregados  
 “Fuente: Laboratorio de Suelos JCH”

## Diseño de la Mezcla Asfáltica Convencional

Se han realizado el diseño de mezcla asfáltica en caliente con diferentes contenidos de asfalto 4.5%, 5.0%, 5.5%, 6.0%, 6.5%, lográndose obtener resultados promedio en relación al flujo, estabilidad y adherencia.

**Tabla 6:** “Diseño Tentativo de Mezclas Asfálticas (ASTM D 6926)”

	Nº Briquetas	1	1-A	1-B	2	2-A	2-B	3	3-A	3-B	4	4-A	4-B	5	5-A	5-B
1	“% CA. En peso de la mezcla”	4.5	4.5	4.5	5.0	5.0	5.0	5.5	5.5	5.5	6.0	6.0	6.0	6.5	6.5	6.5
2	“% A. Grueso ¾” en peso de la mezcla”	1.91	1.91	1.91	1.90	1.90	1.90	1.89	1.89	1.89	1.88	1.88	1.88	1.87	1.87	1.87
3	“% A. Grueso ½” en peso de la mezcla”	33.43	33.43	33.43	33.25	33.25	33.25	33.08	33.08	33.08	32.90	32.90	32.90	32.73	32.73	32.73
4	“% A. Fino en peso de la mezcla”	60.17	60.17	60.17	59.85	59.85	59.85	59.54	59.54	59.54	59.22	59.22	59.22	58.91	58.91	58.91
5	“Peso EspecíficoBulk del Agregado Grueso ¾”	2.706	2.706	2.706	2.706	2.706	2.706	2.706	2.706	2.706	2.706	2.706	2.706	2.706	2.706	2.706

<b>6</b>	“Peso EspecíficoBulk del Agregado Grueso ½ “	2.690	2.690	2.690	2.690	2.690	2.690	2.690	2.690	2.690	2.690	2.690	2.690	2.690	2.690	2.690
		0	0	0	0	0	0	0	0	0	90	0	0	90	0	0
<b>7</b>	“Peso Especifico bulk del agregado fino”	2.613	2.613	2.613	2.613	2.613	2.613	2.613	2.613	2.613	2.613	2.613	2.613	2.613	2.613	2.613
		3	3	3	3	3	3	3	3	3	13	3	3	13	3	3
<b>8</b>	“Peso de la briqueta en el aire (g)”	1093.7	1093.8	1093.8	1091.8	1096.6	1100.2	1096.8	1094.6	1092.5	1099.9	1098.4	1094.8	1099.9	1092.2	1095.7
<b>9</b>	“Peso de la briqueta en el aire SS (g)”	1096.6	1097.2	1097.2	1094.1	1098.8	1102.6	1098.8	1096.6	1096.4	1099.7	1099.7	1096.2	1099.4	1094.7	1096.3
<b>10</b>	“Peso de la briqueta en el agua (g)”	629.2	630.2	630.1	631.0	633.1	635.2	635.7	634.1	635.7	636.8	638.5	636.5	637.1	637.5	637.1
<b>11</b>	“Volumen de la briqueta (cm3)”	467.4	467.4	467.1	463.1	465.7	467.4	463.1	462.5	460.7	460.2	461.2	459.7	457.3	457.2	459.2
<b>12</b>	“Peso especificobulk de la Briqueta”	2.340	2.340	2.342	2.358	2.355	2.354	2.368	2.367	2.371	2.381	2.382	2.382	2.390	2.389	2.386

<b>13</b>	“Peso unitario de la briqueta a 25°C (g/cm3)”	2.333	2.333	2.335	2.351	2.348	2.347	2.361	2.360	2.364	2.374	2.375	2.375	2.383	2.382	2.379
<b>14</b>	“Peso específico máximo-ASTM D 2041”	2.526	2.526	2.526	2.513	2.513	2.513	2.495	2.495	2.495	2.479	2.479	2.479	2.458	2.458	2.458
<b>15</b>	“% Vacíos – ASTM D 3203”	7.4	7.4	7.3	6.2	6.3	6.3	5.1	5.1	5.0	3.9	3.9	3.9	2.8	2.8	2.9
<b>16</b>	“Peso específico bulk del agregado total”	2.695	2.695	2.695	2.695	2.695	2.695	2.695	2.695	2.695	2.695	2.695	2.695	2.695	2.695	2.695
<b>17</b>	“V.M.A”	17.1	17.1	17.0	16.9	17.0	17.0	17.0	17.0	16.9	16.9	16.9	16.9	17.1	17.1	17.2
<b>18</b>	“% Vacíos llenados con CA.”	56.7	56.7	57.1	63.3	62.9	62.9	70.0	70.0	70.4	76.9	76.9	76.9	83.6	83.6	83.1
<b>19</b>	“Peso específico efectivo del agregado total”	2.716	2.716	2.716	2.724	2.724	2.724	2.725	2.725	2.725	2.730	2.730	2.730	2.727	2.727	2.727

<b>20</b>	“Asfalto absorbido por el agregado total”	0.3	0.3	0.3	0.4	0.4	0.4	0.4	0.4	0.4	0.5	0.5	0.5	0.4	0.4	0.4
<b>21</b>	“% Asfalto Efectivo”	4.21	4.21	4.21	4.61	4.61	4.61	5.10	5.10	5.10	5.55	5.55	5.55	6.09	6.09	6.09
<b>22</b>	“Flujo (0.01 pulgada)”	13.0	13.0	13.0	13.0	13.0	13.0	13.0	14.0	14.0	14.0	14.0	14.0	16.0	15.0	16.0
<b>23</b>	“Factor de Estabilidad”	1.19	1.19	1.19	1.19	1.19	1.19	1.19	1.19	1.19	1.19	1.19	1.19	1.19	1.19	1.19
<b>24</b>	“Estabilidad Corregida”	1222	1245	1235	1300	1310	1308	1321	1337	1330	1402	1399	1389	1185	1164	1178

Fuente: Laboratorio de suelos JCH

Teniendo en cuenta el procesamiento de estos datos, se puede observar un mejor comportamiento en la mezcla asfáltica se logró obtener como óptimo contenido de cemento asfáltico 5.8%

Tabla 7: “**Parámetros del diseño de la mezcla asfáltica convencional**”

“Nº Golpes”		“75”	
“Cemento Asfáltico (%en peso de la mezcla total)”	“5. 5”	“5.8”	“6.1”
“Densidad seca Bulk (g/cm3)”	“2.368”	“2.375”	“2.381”
“Vacíos (%)”	“5. 1”	“4.4”	“3.7”
“V.M.A (%)”	“16.9”	“16.9”	“17.0”
“R.B.V (%)”	“70.0”	“74.1”	“78.1”
“Flujo (0.25 mm)”	“13.4”	“13.9”	“14.5”
“Estabilidad (kg)”	“1362.4”	“1383.2”	“1350. 8”
“Relación Estabilidad / Flujo”	“3992”	“3920”	“3666”

“Relación Polvo / Asfalto”	1.32	1.25	1.19
----------------------------	------	------	------

Fuente: Laboratorio de Suelos JCH

### “Diseño de la Mezcla Asfáltica adicionando 0.4% aditivo Ricot Z 5000”

Para obtener nuestro diseño de mezcla asfáltica en caliente, se adicionó un 0.4% de aditivo Ricot Z 5000, teniendo en cuenta los contenidos de asfalto 4.5%, 5.0%, 5.5%, 6.0%, 6.5%, logrando obtener resultados promedio con relación al flujo, estabilidad y adherencia.

Tabla 8: “Diseño Tentativo de Mezclas Asfálticas (ASTM D 6926)”

	“Nº Briquetas”	“1”	“1-A”	“1-B”	“2”	“2-A”	“2-B”	“3”	“3-A”	“3-B”	“4”	“4-A”	“4-B”	“5”	“5-A”	“5-B”
1	“% CA. En peso de la mezcla”	“4.5”	“4.5”	“4.5”	“5.0”	5.0”	“5.0”	“5.5”	“5.5”	“5.5”	“6.0”	“6.0”	“6.0”	“6.5”	“6.5”	“6.5”
2	“% A. Grueso ¾” en peso de la Mezcla”	“1.91”	“1.91”	“1.91”	“1.90”	“1.90”	“1.90”	“1.89”	“1.89”	“1.89”	“1.88”	“1.88”	“1.88”	“1.87”	“1.87”	“1.87”
3	“% A. Grueso ½” en peso de la Mezcla”	33.43	33.43	33.43	33.25	33.25	33.25	33.08	33.08	33.08	32.90	32.90	32.90	32.73	32.73	32.73
4	“% A. Fino en peso de la Mezcla”	60.17	60.17	60.17	59.85	59.85	59.85	59.54	59.54	59.54	59.22	59.22	59.22	58.91	58.91	58.91
5	“Peso específico del CA aparente”	1.016	1.016	1.016	1.016	1.016	1.016	1.016	1.016	1.016	1.016	1.016	1.016	1.016	1.016	1.016

<b>6</b>	“Peso Específico Bulk del Agregado Grueso ¾”	2.70 6	2.7 06	2.70 6	2.70 6	2.70 6	2.70 6	2.70 6								
<b>7</b>	“Peso Específico Bulk del Agregado Grueso ½ ”	2.69 0	2.6 90	2.69 0	2.69 0	2.69 0	2.69 0	2.69 0								
<b>8</b>	“Peso Específico bulk del agregado Fino”	2.61 3	2.6 13	2.61 3	2.61 3	2.61 3	2.61 3	2.61 3								
<b>9</b>	“Peso de la briqueta en el aire (g)”	108 7.8	109 3.4	109 4.5	109 3.5	109 1.4	109 8.8	109 5.6	109 5.2	108 4.9	10 92. 3	108 9.3	109 1.1	109 7.1	109 4.6	109 7.1
<b>10</b>	“Peso de la briqueta en el aire SS (g)”	108 8.5	109 8.4	109 8.1	109 7.1	109 4.8	109 9.1	109 8.3	109 6.4	108 6.3	10 93. 3	109 0.8	109 2.7	109 8.8	109 5.4	109 8.3
<b>11</b>	“Peso de la briqueta en el agua (g)”	“629. 2”	“630. 2”	“630. 1”	“631. 0”	“633. 1”	“635. 2”	“635. 7”	“634. 1”	“635. 7”	“63 6.8”	638. 5	636. 5	637. 1	637. 5	637. 1
<b>12</b>	“Volumen de la briqueta (cm3)”	464. 9	466. 9	467. 6	466. 3	465. 3	467. 9	463. 4	463. 7	458. 5	45 8.2	457. 2	458. 2	458. 1	457. 2	457. 9

<b>13</b>	“Peso específico bulk de la Briqueta”	2.340	2.342	2.341	2.345	2.346	2.348	2.364	2.362	2.366	2.384	2.383	2.381	2.395	2.394	2.396
<b>14</b>	“Peso unitario de la briqueta a 25°C (g/cm3)”	2.333	2.335	2.334	2.338	2.339	2.341	2.357	2.355	2.359	2.377	2.376	2.374	2.388	2.387	2.389
<b>15</b>	Peso específico máximo-ASTM D 2041	2.510	2.510	2.510	2.498	2.498	2.498	2.485	2.485	2.485	2.473	2.473	2.473	2.465	2.465	2.465
<b>16</b>	% Vacíos – ASTM D 3203	6.8	6.7	6.7	6.1	6.1	6.0	4.9	4.9	4.8	3.6	3.6	3.7	2.8	2.9	2.8
<b>17</b>	Peso específico bulk del agregado total	2.641	2.641	2.641	2.641	2.641	2.641	2.641	2.641	2.641	2.641	2.641	2.641	2.641	2.641	2.641
<b>18</b>	V.M.A	15.4	15.3	15.4	15.7	15.6	15.5	15.4	15.5	15.3	15.2	15.2	15.3	15.2	15.3	15.2
<b>19</b>	% Vacíos llenados con CA.	55.8	56.2	56.5	61.1	60.9	61.3	68.2	68.4	68.6	76.3	76.3	75.8	81.6	81.0	81.6
<b>20</b>	Peso específico efectivo del agregado total	2.697	2.697	2.697	2.706	2.706	2.706	2.713	2.713	2.713	2.722	2.722	2.722	2.736	2.736	2.736

2 1	“Asfalto absorbido por el agregado Total”	“0.8”	“0.8”	“0.8”	“0.9”	“0.9”	“0.9”	“1.0”	1.0	1.0	1.1	1.1	1.1	1.3	1.3	1.3
2 2	% Asfalto efectivo	3.75	3.75	3.75	4.13	4.13	4.13	4.54	4.54	4.54	4.9 3	4.93	4.93	5.25	5.25	5.25
2 3	Flujo (0.01 pulgada)	11.0	11.0	11.0	12.0	12.0	12.0	13.0	13.0	13.0	13. 0	14.0	13.0	14.0	14.0	14.0
2 4	Factor de Estabilidad	1.19	1.19	1.19	1.19	1.19	1.19	1.19	1.19	1.19	1.1 9	1.19	1.19	1.19	1.19	1.19
2 5	Estabilidad Corregida	124 0	123 8	123 5	130 1	130 0	129 5	132 5	132 2	131 9	13 90	139 4	138 9	121 5	122 0	121 3

Fuente: Laboratorio de Suelos JCH

Teniendo en cuenta el procesamiento de datos, se presentó un mejor comportamiento en la mezcla asfáltica se logró obtener como optimo contenido de cemento asfáltico 6.2%

Tabla 9: “**Parámetros del diseño de la mezcla asfáltica modificado**”

“Nº Golpes”		“75”	
“Cemento Asfáltico (%en peso de la mezcla total)”	“5.6”	“5.9”	“6.2”
“Densidad seca Bulk (g/cm3)”	“2.367”	“2.376”	“2.386”
“Vacíos (%)”	“4.7”	“4.0”	“3.4”
“V.M.A (%)”	“15.4”	“15.4”	“15.3”
“R.B.V (%)”	“69.9”	“73.8”	77.8

“Flujo (0.25 mm)”	“13.0”	“13.4”	“13.7”
“Estabilidad (kg)”	1186.7	1167.9	1094.5
“Relación Estabilidad / Flujo”	3594	3436	3147
“Relación Polvo / Asfalto”	“1.47”	“1.40”	“1.33”

Fuente: “Laboratorio de Suelos JCH”

Teniendo en cuenta la clara disminución de estabilidad y flujo de la mezcla asfáltica con 0.4% de aditivo en comparación con la mezcla asfáltica convencional en caliente, se realizó otro diseño de mezcla asfáltica adicionando 1% de aditivo (dosificación en base a su ficha técnica).

#### “Diseño de mezcla asfáltica adicionando 1% aditivo Ricot Z 5000”

Se elaboró este diseño de mezcla asfáltica adicionando 1% de aditivo Ricot Z 5000, considerando los contenidos de asfalto 4.5%, 5.0%, 5.5%, 6.0%, 6.5%, donde se obtuvieron resultados promedio con relación al flujo, estabilidad y adherencia.

Tabla 10: *Diseño Tentativo de Mezclas Asfálticas (ASTM D 6926)*

	“Nº Briqueetas”	“1”	“1-A”	“1-B”	“2”	“2-A”	“2-B”	“3”	“3-A”	“3-B”	“4”	“4-A”	“4-B”	“5”	“5-A”	“5-B”
1	“% CA. En peso de la mezcla”	“4.5”	“4.5”	“4.5”	“5.0”	“5.0”	“5.0”	“5.5”	“5.5”	“5.5”	“6.0”	“6.0”	“6.0”	“6.5”	“6.5”	“6.5”
2	“% A. Grueso ¾” en peso de la mezcla”	“1.91”	“1.91”	“1.91”	“1.90”	“1.90”	“1.90”	“1.89”	“1.89”	“1.89”	“1.88”	“1.88”	“1.88”	“1.87”	“1.87”	“1.87”

3	“% A. Grueso ½” en peso de la mezcla”	33.4 3	33.4 3	33.43	33.2 5	33.25	33.2 5	33.0 8	33.0 8	33.0 8	32.9 0	32.9 0	32.90	32.7 3	32.7 3	32.73
4	“% A. Fino en peso de la Mezcla”	60.1 7	60.1 7	60.17	59.8 5	59.85	59.8 5	59.5 4	59.5 4	59.5 4	59.2 2	59.2 2	59.22	58.9 1	58.9 1	58.91
5	Peso específico del CA aparente	1.01 6	1.01 6	1.016	1.01 6	1.016	1.01 6	1.01 6	1.01 6	1.01 6	1.01 6	1.01 6	1.016	1.01 6	1.01 6	1.016
6	Peso Específico Bulk del Agregado Grueso ¾”	2.70 6	2.70 6	2.706	2.70 6	2.706	2.70 6	2.70 6	2.70 6	2.70 6	2.70 6	2.70 6	2.706	2.70 6	2.70 6	2.706
7	Peso Específico Bulk del Agregado Grueso ½”	2.69 0	2.69 0	2.690	2.69 0	2.690	2.69 0	2.69 0	2.69 0	2.69 0	2.69 0	2.69 0	2.690	2.69 0	2.69 0	2.690
8	“Peso Específico	2.61 3	2.61 3	2.613	2.61 3	2.613	2.61 3	2.61 3	2.61 3	2.61 3	2.61 3	2.61 3	2.613	2.61 3	2.61 3	2.613

	bulk del agregado fino”															
9	“Peso de la briqueta en el aire (g)”	109 1.3	109 3.7	1094. 5	109 3.1	1091. 6	109 8.8	108 8.6	109 7.0	109 5.3	109 6.1	109 5.0	1096. 2	109 3.0	109 2.7	1097. 1
10	“Peso de la briqueta en el aire SS (g)”	109 2.6	109 5.0	1098. 1	109 5.6	1093. 9	109 9.1	109 0.3	109 9.3	109 6.2	109 7.1	109 6.4	1097. 8	109 3.8	109 3.6	1098. 3
11	“Peso de la briqueta en el agua (g)”	627. 7	629. 5	631.5	630. 8	630.0	632. 8	631. 0	635. 3	633. 7	636. 7	637. 1	637.1	635. 6	635. 5	638.4
12	Volumen de la briqueta (cm3)	464. 9	465. 5	466.6	464. 8	463.9	466. 3	459. 3	464. 0	462. 5	460. 4	459. 3	460.7	458. 2	458. 1	459.9
13	Peso específico bulk de la Briqueta	2.34 7	2.35 0	2.346	2.35 2	2.353	2.35 6	2.37 0	2.36 4	2.36 8	2.38 1	2.38 4	2.379	2.38 5	2.38 5	2.386
14	“Peso unitario de la briqueta a 25°C (g/cm3)”	2.34 0	2.34 3	2.339	2.34 5	2.346	2.34 9	2.36 3	2.35 7	2.36 1	2.37 4	2.37 7	2.372	2.37 8	2.37 8	2.379

<b>15</b>	Peso específico máximo-ASTM D 2041	2.515	2.515	2.515	2.503	2.503	2.50	2.48	2.48	2.48	2.46	2.46	2.469	2.44	2.44	2.448
<b>16</b>	% Vacíos – ASTM D 3203	6.7	6.6	6.7	6.0	6.0	5.9	4.6	4.8	4.6	3.5	3.4	3.6	2.6	2.6	2.5
<b>17</b>	Peso específico bulk del agregado Total	2.695	2.695	2.695	2.695	2.695	2.69	2.69	2.69	2.69	2.69	2.69	2.695	2.69	2.69	2.695
<b>18</b>	V.M.A	16.8	16.7	16.9	17.1	17.1	16.9	16.9	17.1	17.0	16.9	16.8	17.0	17.3	17.3	17.2
<b>19</b>	% Vacíos llenados con CA.	60.1	60.5	60.4	64.9	64.9	65.1	72.8	71.9	72.9	79.3	79.8	78.8	85.0	85.0	85.5
<b>20</b>	Peso específico efectivo del	2.703	2.703	2.703	2.711	2.711	2.71	2.71	2.71	2.71	2.71	2.71	2.717	2.71	2.71	2.714

	agregado total															
2	“Asfalto absorbido por el agregado Total”	“0.1”	“0.1”	“0.1”	“0.2”	“0.2”	“0.2”	“0.2”	“0.2”	“0.2”	“0.2”	“0.3”	“0.3”	“0.3”	“0.3”	“0.3”
2	“% Asfalto Efectivo”	“4.39”	“4.39”	“4.39”	“4.78”	“4.78”	“4.78”	“5.28”	“5.28”	“5.28”	“5.72”	“5.72”	“5.72”	“6.26”	“6.26”	“6.26”
2	“Flujo (0.01 pulgada)”	“12.0”	“12.0”	“12.0”	“13.0”	“13.0”	“13.0”	“13.0”	“14.0”	“14.0”	“15.0”	“14.0”	“14.0”	“15.0”	“15.0”	“15.0”
2	“Factor de Estabilidad”	“1.19”	“1.19”	“1.19”	“1.19”	“1.19”	“1.19”	“1.19”	“1.19”	“1.19”	“1.19”	“1.19”	“1.19”	“1.19”	“1.19”	“1.19”
2	“Estabilidad Corregida”	124	124	1241	129	1300	129	131	132	132	138	139	1398	120	118	1187
5		3	0		5		8	9	5	3	8	2		0	5	

Fuente: Laboratorio de Suelos JCH

De acuerdo al procesamiento de datos, se puede observar un mejor comportamiento en la mezcla asfáltica se logró obtener como optimo contenido de cemento asfáltico 5.8%.

**Tabla 11: “Parámetros del diseño de la mezcla asfáltica modificado”**

“Nº Golpes”		“75”	
“Cemento Asfáltico (%en peso de la mezcla total)”	“5.5”	“5.8”	6.1”
“Densidad seca Bulk (g/cm3)”	“2.369”	“2.375”	“2.381”
“Vacíos (%)”	4.7	“4.1”	“3.4”
“V.M.A (%)”	17.0	17.0	17.1
“R.B.V (%)”	72.5	76.3	80.1
“Flujo (0.25 mm)”	“13.7”	14.1	“14.5”
“Estabilidad (kg)”	“1354.4”	1378.4	1353.2
“Relación Estabilidad / Flujo”	3894	3844	3673
“Relación Polvo / Asfalto”	1.28	1.21	1.16

*Fuente: Laboratorio de Suelos JCH*

### **“Evaluación del aditivo Ricot Z 5000 y su intervención en el diseño de la mezcla asfáltica”**

Para evaluar el aditivo Ricot Z 5000 y su función en la mezcla asfáltica en caliente (flujo, estabilidad, adherencia) se ha empleado múltiples dosificaciones de aditivo, los cuales se evidencian en los resultados de los ensayos hechos para conocer el comportamiento de la mezcla asfáltica.

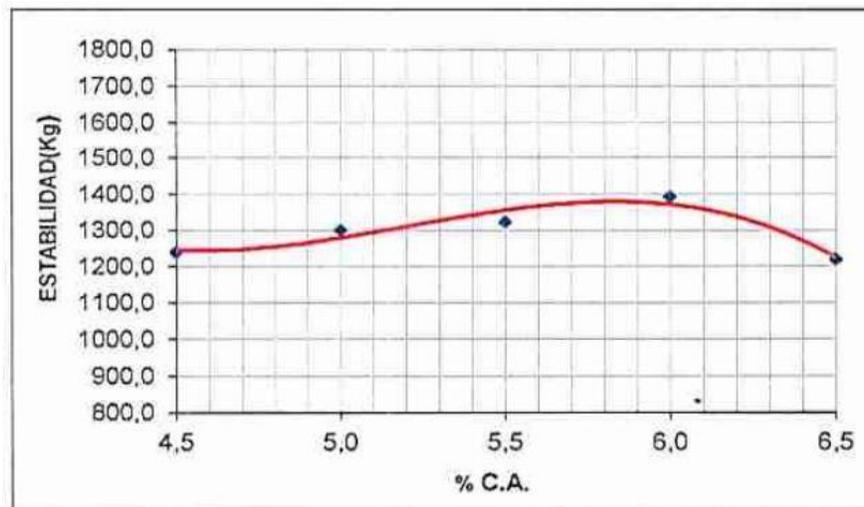
**Tabla 12: “Parámetros de diseño de la mezcla asfáltica”**

“Parámetros”	“Mezcla asfáltica Convencional”	“Mezcla Asfáltica con 0.4% Aditivo”	“Mezcla Asfáltica con 1% Aditivo”
--------------	---------------------------------	-------------------------------------	-----------------------------------

“Cemento Asfáltico (%en peso de la mezcla total)”	“5.8”	“6.2”	“5.8”
“Densidad seca Bulk (g/cm3)”	“2.375”	“2.386”	“2.375”
“Vacíos (%)”	“4.4”	“3.4”	“4.1”
“V.M.A (%)”	“16.9”	“15.3”	“17.0”
“R.B.V (%)”	74.1	77.8	76.3
“Flujo (0.25 mm)”	“13.9”	“13.7”	“14.1”
“Estabilidad (kg)”	1383.2	1094.5	1378.4
“Relación Estabilidad / Flujo”	3920	3147	3844
“Relación Polvo / Asfalto”	“1.25”	“1.33”	“1.21”

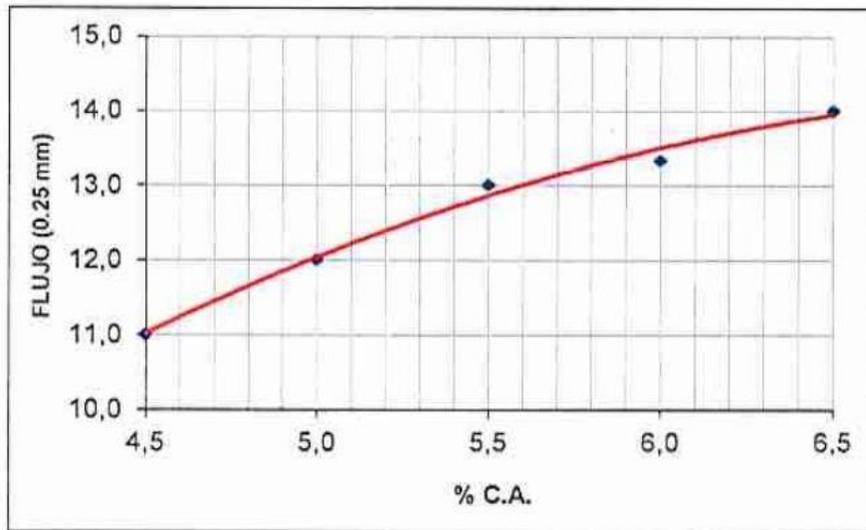
“Fuente: Elaboración Propia”

En la tabla anterior podemos observar el resumen de los resultados que se obtuvieron del ensayo para medir la resistencia de mezclas bituminosas usando el método Marshall.

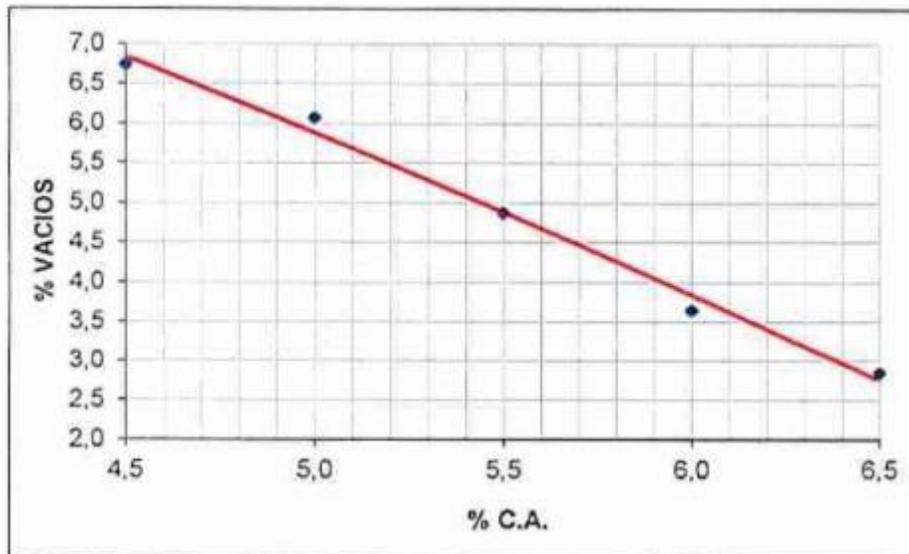


**Figura 3:** “Porcentaje de contenido Asfáltico vs. Estabilidad”

Fuente: Laboratorio de Suelos JCH

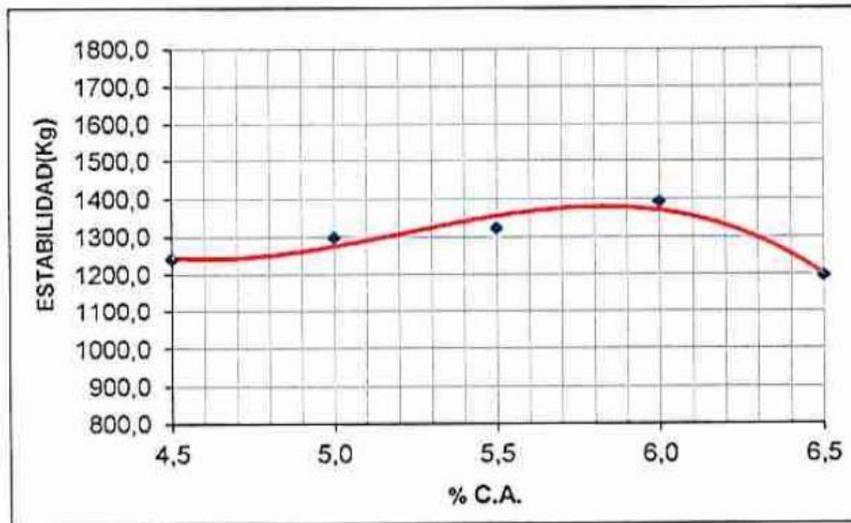


**Figura 4:** “Porcentaje de contenido Asfáltico vs. Flujo”  
*“Fuente: Laboratorio de Suelos JCH”*



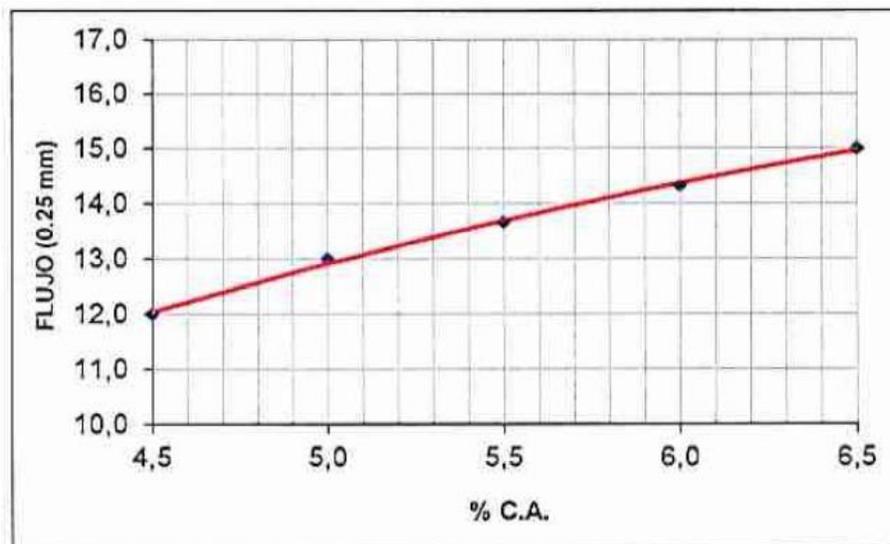
**Figura 5:** “Porcentaje de contenido Asfáltico vs. Vacíos”  
*“Fuente: Laboratorio de Suelos JCH”*

Para la mezcla asfáltica en caliente aplicando aditivo Ricot Z 5000 en la dosificación de 0.4%, se determinó un contenido óptimo de asfalto de 6.2%.



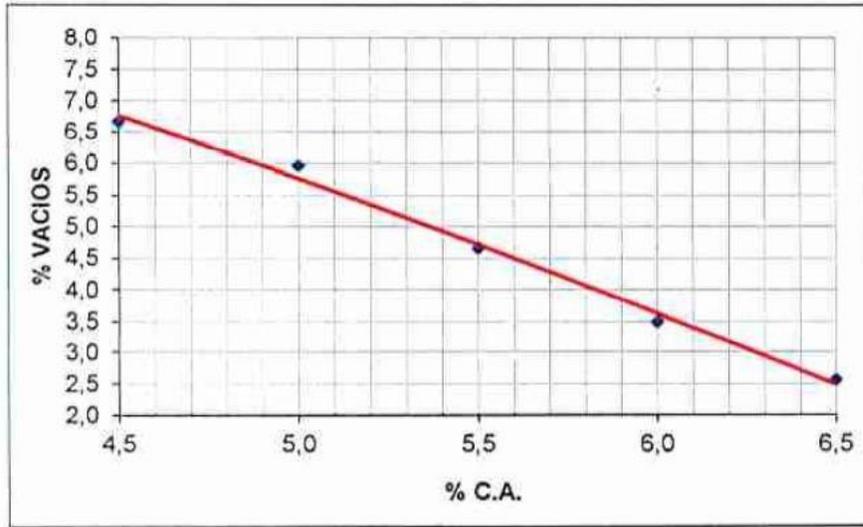
**Figura 6:** “Porcentaje de contenido Asfáltico vs. Estabilidad”

*Fuente: Laboratorio de Suelos JCH*



**Figura 7:** “Porcentaje de contenido Asfáltico vs. Flujo”

*Fuente: Laboratorio de Suelos JCH*



**Figura 8:** “Porcentaje de contenido Asfáltico vs. Vacíos”  
*“Fuente: Laboratorio de Suelos JCH”*

Para la mezcla asfáltica en caliente aplicando aditivo Ricot Z 5000 en la dosificación de 1.0%, se estableció un óptimo contenido de asfalto de 5.8%.

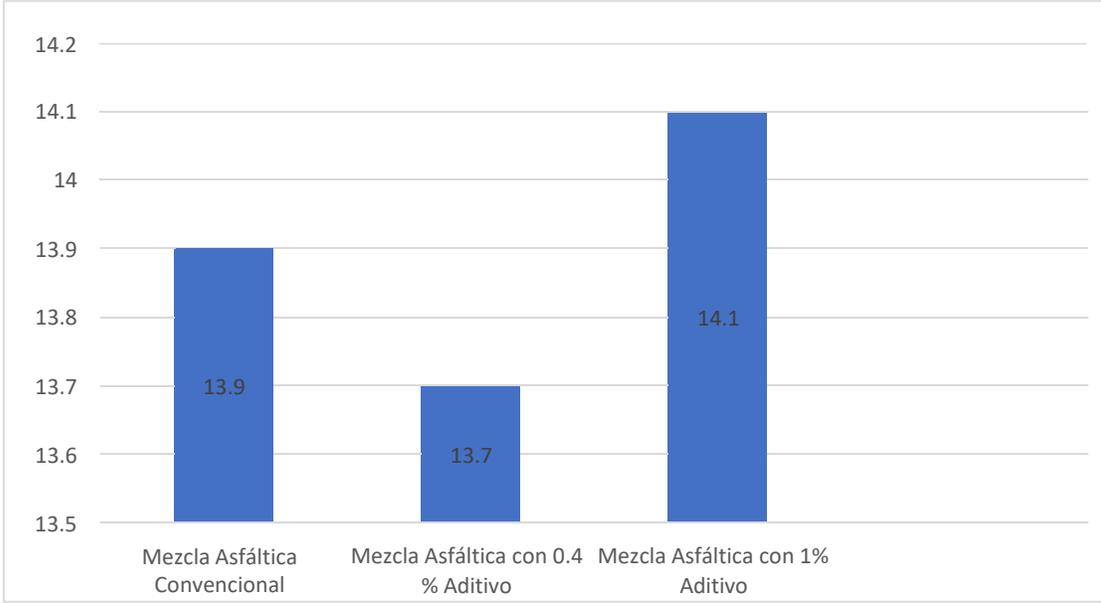
Se muestra los siguientes parámetros de diseño de la mezcla asfáltica convencional y la mezcla asfáltica en caliente aplicando aditivo Ricot Z 5000.

Tabla 13: “**Parámetros de la mezcla asfáltica**”

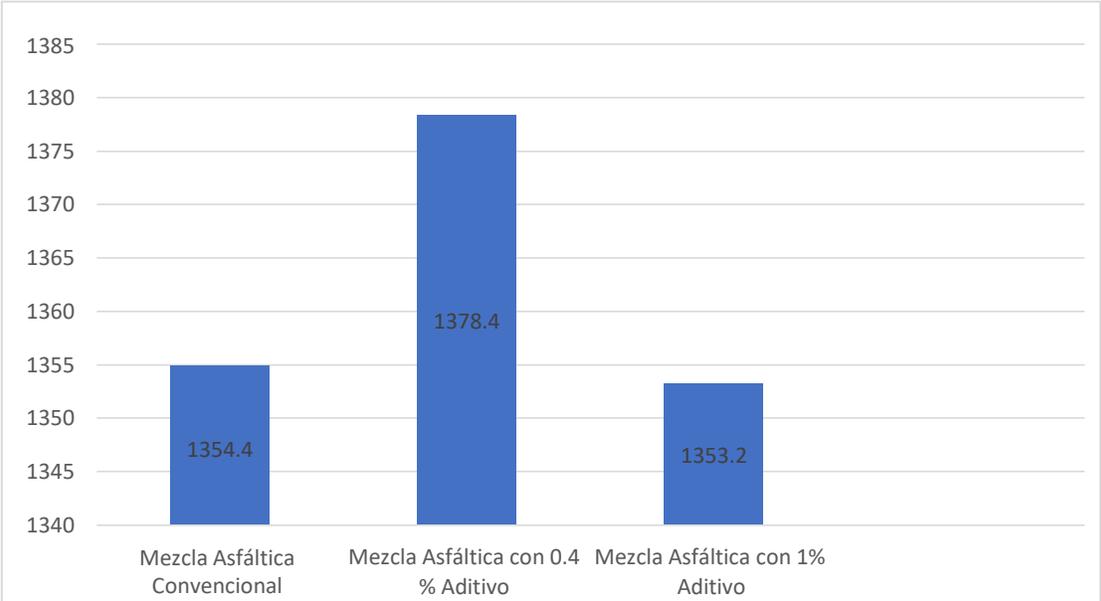
“Parámetros”	“Mezcla Asfáltica Convencional”	“Mezcla Asfáltica con 0.4% Aditivo”	“Mezcla Asfáltica con 1% Aditivo”
“Contenido óptimo de cemento Asfáltico %”	“5.8”	“6.2”	“5.8”
“Flujo (mm)”	13.9	13.7	14.1
“Estabilidad (Kg)”	1354.4	1378.4	1353.2
“%Vacíos (Adherencia)”	4.4	3.4	4.1

*“Fuente: Elaboración Propia”*

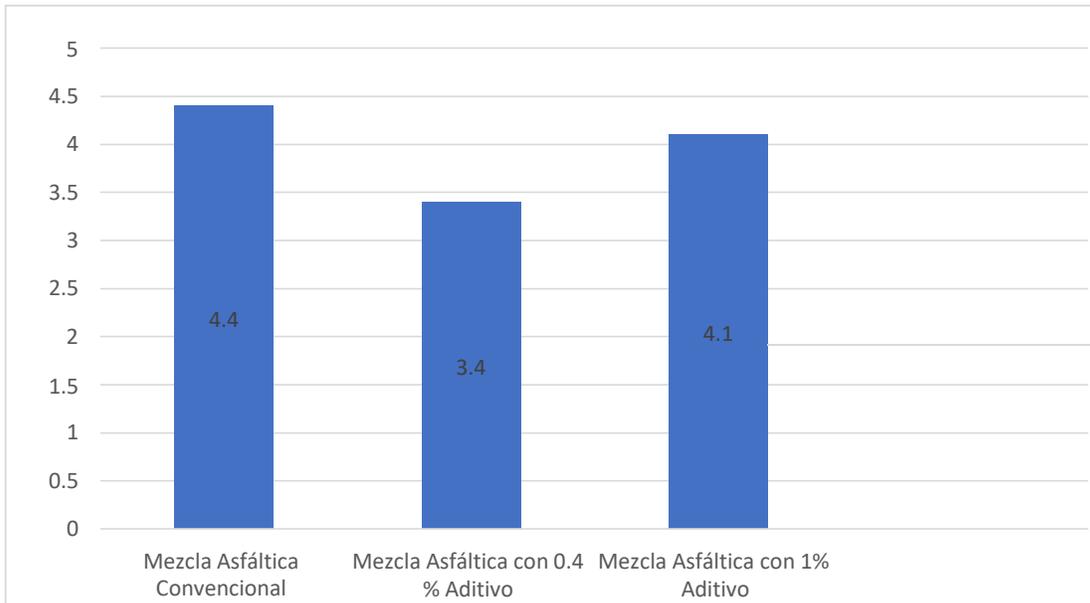
En el siguiente grafico se presentan los resultados obtenidos por los parámetros de diseño en lo que corresponde al flujo, estabilidad, adherencia con relación a los porcentajes de vacíos dela mezcla asfáltica convencional y con la incorporación del aditivo.



**Gráfico 1:** Comparación del flujo (mm)



**Gráfico 2:** Comparación de la estabilidad (kg)



**Gráfico 3:** Comparación de la adherencia en relación con % vacíos

El contenido de vacío de nuestras mezclas asfálticas está dentro del rango permitido entre 3 – 5%, “para los vacíos mínimos del agregado mineral se considera el tamaño máximo nominal de la mezcla  $\frac{1}{2}$ ” por lo que es 15%”, mencionado en el manual del MTCEG-2013 [36]. Se aprecia en la figura 9 la comparación de estabilidad en la mezcla asfáltica convencional con un valor 1354.4 kg y la mezcla asfáltica adicionado 0.4% y 1% de aditivo obteniendo los valores 1378.4kg y 1353.2kg; así mismo la comparación del flujo en la mezcla asfáltica convencional con un valor de 13.9mm y la mezcla asfálticaadicionado 0.4% y 1% de aditivo obteniendo un valor de 13.7mm y 14.1mm. Teniendo como resultado que estos valores se encuentran dentro de lo establecido según el manual MTC E 504 que menciona “La estabilidad debe ser mayor a 831,07 kg/cm y el flujo entre 8 – 14mm” [37]; indicando un claro mejoramiento en desempeño de la mezcla asfáltica.

Según los ensayos realizados representa que el adicionamiento de aditivo con un porcentaje de 1% presenta disminuciones en la estabilidad y porcentaje de vacíos, donde se optó por un adicionamiento del 0.4% de aditivo donde se obtuvo resultados favorables, por lo que de la mezcla asfáltica puesta en servicio podemos afirmar que la aplicación del aditivo Ricot z 5000 aporta una estabilidad mayor, disminución de

porcentaje de vacíos y una buena fluencia.

### **Contrastación de Hipótesis**

*La aplicación de aditivo Ricot z 5000 incrementará la estabilidad del diseño de mezcla asfáltica para tránsito vehicular de la Av. Trapiche Comas, 2020.*

Mediante los ensayos llevados a cabo en la presente tesis, podemos afirmar sobre la influencia de las dosificaciones de aditivo Ricot Z 5000 en el diseño de la mezcla asfáltica, es por ello que a una proporción mayor de aditivo disminuye la estabilidad como se ve en la figura 9, siendo su dosificación óptima de aditivo 0.4%.

*La aplicación de aditivo Ricot z 5000 incrementará la fluencia del diseño de mezcla asfáltica para tránsito vehicular de la Av. Trapiche Comas, 2020.*

Mediante los ensayos llevados a cabo en la presente tesis, podemos afirmar sobre la influencia de las dosificaciones de aditivo Ricot Z 5000 en el diseño de la mezcla asfáltica, por lo mismo que a menor proporción de aditivo disminuye el flujo como se ve en la figura 8, siendo su proporción óptima de aditivo 1%.

*La aplicación de aditivo Ricot z 5000 incrementará la adherencia del diseño de mezcla asfáltica para tránsito vehicular de la av. Trapiche Comas, 2020.*

Mediante los ensayos llevados a cabo en la presente tesis, podemos afirmar sobre como influye las dosificaciones de aditivo Ricot Z 5000 en el diseño de la mezcla asfáltica, por lo mismo que a menor proporción de aditivo disminuye los porcentajes de vacíos dándole una mejor adherencia como se ve en la figura 10, siendo su proporción óptima de aditivo 0.4%.

## V. DISCUSIÓN

### **5.1. Influencia del aditivo Ricot Z 5000 en la estabilidad para un diseño de mezcla asfáltica.**

**RESULTADO:** Al adicionar aditivo Ricot Z 5000 la estabilidad en el ensayo Marshall de una mezcla asfáltica convencional 1354.4 kg con un contenido óptimo de asfalto de 5.8%, lo cual aumentó al adicionar con un óptimo contenido de 0.4% de aditivo a 1378.4kg.

**ANTECEDENTE:** Sosa (2018) en su investigación “agregó aditivo orgánico donde logro obtener una variación en relación a su mezcla asfáltica convencional donde se agregó el aditivo con una dosificación de 3% se observó una variación de 93.60 kg en la estabilidad de la mezcla asfáltica” [38]. Dando mejoras significativas en la estabilidad, por medio de los ensayos Marshall realizados en laboratorio, pudiéndose afirmar como influyen a la dosificación de los aditivos orgánicos en la mezcla patrón, ya que aumentó la estabilidad al añadirse distintos porcentajes de aditivo Ricot Z 5000 en relación a la mezcla asfáltica convencional. Los resultados fueron parecidos en la tesis que se estudia al aumentar la estabilidad de 1354.4kg a 1378.4kg.

**HIPÓTESIS:** La dosificación del aditivo Ricot Z 5000 incrementará la estabilidad en el diseño de la mezcla asfáltica. Por medio del ensayo Marshall realizado en laboratorio se afirma que la influencia del adicionamiento del aditivo en la mezcla asfáltica incremento su estabilidad a 1378.4kg.

**PREGUNTA:** ¿En cuánto influye la aplicación de aditivo Ricot z 5000 en la estabilidad de un diseño de mezcla asfáltica? En la estabilidad mediante el ensayo Marshall se obtuvo que las dosificaciones de aditivo (0.4%, 1%) brindaron un aumento en la estabilidad, donde el más favorable fue con un adicionamiento de 0.4% de aditivo teniendo un margen de aumento a la mezcla asfáltica convencional de 1354.4kg a 1378.4kg.

## **5.2. Influencia del aditivo Ricot Z 5000 en la fluencia para un diseño de mezcla asfáltica.**

**RESULTADO:** Al adicionar aditivo Ricot Z 5000 la fluencia en el ensayo Marshall de una mezcla asfáltica convencional es 13.9mm con un contenido óptimo de asfalto de 5.8%, lo cual disminuyó al adicionar con un óptimo contenido de 0.4% de aditivo a 13.7mm.

**ANTECEDENTE:** René (2018) en su investigación “añadió aditivos mejoradores de adherencia donde obtuvo una variación con relación a la mezcla asfáltica convencional donde se le agregó tres tipos de aditivos con dosificaciones de 0.35% y 0.6% donde se realizaron ensayos Marshall y se optó a usar el aditivo Quimibond 3000, el espécimen de mezcla convencional presenta un valor de 2.92mm y el espécimen de mezcla asfáltica añadido el aditivo con dosis de 0.3% donde obtuvo su pico más alto deflujo de 3.1mm dando mejoras significativas” [39]. Los resultados fueron similares ya que se obtuvo mejoras en el flujo.

**HIPOTESIS:** La aplicación del aditivo Ricot Z 5000 incrementará la fluencia en el diseño de la mezcla asfáltica. Mediante un ensayo Marshall elaborado en laboratorio se afirma que la influencia del adicionamiento del aditivo en la mezcla asfáltica disminuye la fluencia a 13.7mm.

**PREGUNTA:** ¿En cuánto influye la aplicación de aditivo Ricot z 5000 en la fluencia de un diseño de mezcla asfáltica? Mediante el ensayo Marshall en su fluencia se obtuvo que las dosificaciones de aditivo (0.4% y 1%) disminuyeron la fluencia en la dosificación de 0.4% de aditivo teniendo como valor de 13.7mm en comparación con la mezcla asfáltica convencional con valor de 13.9mm.

**CONSIDERACIONES:** En el ensayo Marshall se tuvo una reducción de flujo de 13.7mm con dosificación de aditivo de 0.4% en comparándolo con la mezcla asfáltica añadido con 1% de aditivo con valor de 14.1mm, donde no se logró a ser mejor.

### **5.3. Influencia del aditivo Ricot Z 5000 en la adherencia para un diseño de mezcla asfáltica.**

**RESULTADO:** Al realizar el ensayo Marshall adicionando aditivo Ricot Z 5000 su adherencia en la mezcla asfáltica convencional su porcentaje de vacíos es de 4.4% con un óptimo contenido de asfalto 5.8%, lo cual al adicionarle aditivo Ricot Z 5000 con un porcentaje óptimo de 0.4% disminuyó su porcentaje de vacíos 3.4% brindando una mejor adherencia entre los agregados de la mezcla asfáltica.

**ANTECEDENTE:** Calderón, M.; Moriano, M.; Santos, E. (2018) en su investigación “se agregó aceite usado de motor a la mezcla asfáltica donde se obtuvieron variaciones en cuanto a los porcentajes de vacíos dándole una disminución en la adherencia en la mezcla asfáltica, en lo convencional fue de 4.05% y al adicionar aceite aumentó a 5.04%” [40] . Los resultados fueron casi parecidos en la tesis por lo que se estudia la adherencia para un aumento donde fue de 4.4% a 3.4%.

**PREGUNTA:** ¿En cuánto influye la aplicación de aditivo Ricot z 5000 en la adherencia de un diseño de mezcla asfáltica? Mediante el ensayo Marshall en su adherencia se obtuvo que las dosificaciones de aditivo (0.4% y 1%) disminuyendo los porcentajes de vacíos dándole un aumento en la adherencia de los agregados donde el porcentaje óptimo de contenido aditivo fue de 0.4% disminuyéndolo a un 3.4% en comparación con la mezcla asfáltica convencional de 4.4%.

## **VI. CONCLUSIONES**

**Objetivo General:** Se determinó que al incorporar a nuestra mezcla asfáltica el aditivo Ricot Z 5000 brindó una mejora en sus propiedades de la mezcla para el tránsito vehicular de la Av. Trapiche en el distrito de Comas provincia Lima. Observando su comportamiento de acuerdo al ensayo Marshall: al aumentar la estabilidad, disminuir la fluencia y aumentar la adherencia con respecto a la disminución del porcentaje de vacíos de aire.

**Objetivo Específico 1:** Se estableció el diseño de mezcla asfáltica añadiendo aditivo Ricot Z 5000 mediante los ensayos Marshall de acuerdo a la norma ASTM D 6926, ya que influye en el aumento de la estabilidad con un contenido óptimo de adición de aditivo de 0.4% donde se obtiene 1378.4kg a comparación de la mezcla asfáltica convencional de 1354.4kg. Por lo que el mejoramiento de la mezcla asfáltica queda demostrada.

**Objetivo Específico 2:** Se determinó que al realizar nuestro diseño para la mezcla asfáltica añadiendo aditivo Ricot Z 5000 mediante los ensayos Marshall de acuerdo a la norma ASTM D 6926, ya que se obtuvo una disminución en su fluencia con un contenido óptimo de adición de aditivo de 0.4% donde se obtiene 13.7mm a comparación de la mezcla asfáltica convencional de 13.9mm. Es por eso que de acuerdo a los ensayos Marshall se determinó que al añadir el aditivo se obtuvo una disminución mínima en la fluencia de la mezcla asfáltica.

**Objetivo Específico 3:** Se determinó el diseño de mezcla asfáltica añadiendo aditivo Ricot Z 5000 mediante los ensayos Marshall de acuerdo a la norma ASTM D 6926, ya que se obtuvo un aumento en la adherencia de los agregados ya que al añadir aditivo se disminuyó el porcentaje de vacíos, donde se obtiene un 3.4% en la mezcla asfáltica modificada con un porcentaje óptimo añadido de 0.4% en comparación con la mezcla asfáltica con dato de 4.4%. Por lo que de acuerdo a los ensayos realizados se obtuvo una mejora en la adherencia de la mezcla asfáltica.

## **VII. RECOMENDACIONES**

**Objetivo Específico 1:** Para la presente investigación se han elegido porcentajes de aditivo Ricot Z 5000 con una dosificación de 0.4% y 1%, donde se logró un aumento de la estabilidad en la mezcla asfáltica; es por esto que se recomienda disminuir las cantidades de proporciones (%) del aditivo para obtener un mayor incremento en la estabilidad en la mezcla asfáltica.

**Objetivo Específico 2:** Para la presente investigación se han elegido porcentajes de aditivo Ricot Z 5000 con una dosificación de 0.4% se logró una disminución de la fluencia en la mezcla asfáltica de 13.7mm, pero al incrementar hasta un 1% la fluencia aumentó a 14.1mm; por lo que se recomienda emplear el aditivo Ricot Z 5000 aumentándolo hasta un 1% por si se desea incrementar la fluencia de la mezcla asfáltica.

**Objetivo Específico 3:** Para la presente investigación se han elegido porcentajes de aditivo Ricot Z 5000 con una dosificación de 0.4% y 1%, donde se logró incrementar la adherencia de los agregados en la mezcla asfáltica, luego de estos resultados en la investigación se hace la recomendación de disminuir las cantidades de proporciones (%) del aditivo para obtener un mayor incremento en la adherencia con relación a la disminución del porcentaje de vacíos de aire en la mezcla asfáltica.

## REFERENCIAS

1. TACCA, Cristóbal. Influencia de los aditivos mejoradores de adherencia en el diseño Marshall de mezclas asfálticas en caliente compuestas por agregados de la cantera Taya Taya. Tesis (Título de Ingeniero Civil). Juliaca: Universidad Andina Néstor Cáceres Velásquez, 2018.

Disponible

en:

<http://repositorio.uancv.edu.pe/handle/UANCV/1690>

2. LIMAS, H.; CAHUANA, P. Análisis comparativo 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 de San Martín de Porres, 2018.

Disponible en:

[http://www.repositorioacademico.usmp.edu.pe/bitstream/handle/usmp/4016/cahuana\\_limas.pdf?sequence=1&isAllowed=y](http://www.repositorioacademico.usmp.edu.pe/bitstream/handle/usmp/4016/cahuana_limas.pdf?sequence=1&isAllowed=y)

3. FLORES, Sandra; MONZON, Yefersong. Evaluación de estabilidad de la mezcla asfáltica en caliente utilizando aditivo SBS. Tesis (Título de Ingeniero Civil). Trujillo: Universidad Cesar Vallejo, 2020.

Disponible en:

[http://repositorio.ucv.edu.pe/bitstream/handle/20.500.12692/46893/Flores\\_ASJ-Monz%C3%B3n\\_RYA-SD.pdf?sequence=1&isAllowed=y](http://repositorio.ucv.edu.pe/bitstream/handle/20.500.12692/46893/Flores_ASJ-Monz%C3%B3n_RYA-SD.pdf?sequence=1&isAllowed=y)

4. CERVANTES, H. Diseño y Elaboración de Mezcla Asfáltica densa  $\frac{3}{4}$ " templada por surfactantes para su proceso de fabricación. México: Universidad Autónoma del Estado de México, 2019, 96pp.
5. CASTRO, Mariño. Evaluación de la capacidad estructural de una mezcla asfáltica tibia MDC-19 utilizando aditivos modificadores de viscosidad. Tesis (Título de ingeniero Civil). Colombia: Universidad Católica de Colombia, 2018.

Disponible

en:

<http://hdl.handle.net/10983/16057>

6. ICAZA, Kevin.; MERA, Walter. Influencia de los asfaltos mejorados con rejuvenecedores en el comportamiento de las mezclas asfálticas. Tesis (Título profesional de Ingeniería civil). Ecuador: Universidad Católica de Santiago de Guayaquil, 2018.  
Disponible en:  
<http://repositorio.ucsg.edu.ec/bitstream/3317/11229/1/T-UCSG-PRE-ING-IC-269.pdf>
7. QUIANG, Li; KE, Li y GUANGXU, Sun. Fuel oil corrosión resistance of asphalt mixtures. Thesis (Professional title of Civil Engineering). China: Nanjing Forest University, 2019.  
Available in:  
<https://doi.org/10.1016/j.conbuildmat.2019.05.186>
8. MINGHUI, Gong; JUN, Yang; JIAYUN Zhang. Physical – chemical properties of aged asphalt rejuvenated by bio-oil derived from biodiesel residue. Thesis (Civil engineering professional title). China: University of the Southeast, 2016.  
Available in:  
<https://doi.org/10.1016/j.conbuildmat.2015.12.025>
9. Yang, Xu. The laboratory evaluation of bio oil derived from waste Wood resources as extender for asphalt binder. Thesis (Civil engineering professional title). California: Michigan Technological University, 2013.  
Available in:  
<https://digitalcommons.mtu.edu/cgi/viewcontent.cgi?article=1658&context=etds>
10. LENG, Zhen.; SREERAM, Anand.; KUMAR, Rabindra. y TAN, Zhifei. Value-added application of waste PET based additives in bituminous mixtures containing high percentage of reclaimed asphalt pavement (RAP). ScienceDirect [en línea]. Vol. 196. Setiembre 2018. [Fecha de consulta: 17 de mayo del 2020].  
Available in: <https://www.sciencedirect.com/science/article/pii/S0959652618317694>  
ISSN: 0959-6526

11. ELIZONDO, Fabián; SALAZAR, Jorge; VILLEGAS, Ernesto. Caracterización de asfaltos modificados con diferentes aditivos. Vol. 20. Noviembre 2009. [Fecha de consulta: 12 de abril del 2010].  
Disponible en:  
[file:///C:/Users/USUARIO/Downloads/7267-Texto%20del%20art%C3%ADculo-9941-1-10-20130204%20\(2\).pdf](file:///C:/Users/USUARIO/Downloads/7267-Texto%20del%20art%C3%ADculo-9941-1-10-20130204%20(2).pdf)  
ISSN: 1409-2441
12. SANABRIA, Luis. Uses of Palm oil and their Oleochemicals in Pavement industry. Vol. 37. November 2016. [Consultation date: January 1, 2017].  
Available in:  
<https://publicaciones.fedepalma.org/index.php/palmas/article/view/11932/11925>.
13. RONDÓN, Hugo y REYES, Fredy. PAVIMENTOS: Materiales, construcción y diseño. Lima: Macro EIRL, 2015. 605 pp. ISBN: 9786123042639.
14. MINAYA, Silene y ORDOÑEZ, Abel. Diseño moderno de pavimentos asfálticos. 2 a. ed. Lima: Instituto de Construcción y Gerencia. 2006. 455 pp.
15. MOREA, Francisco. Efecto de la reología de los asfaltos, la temperatura y las condiciones de carga. Buenos aires: Universidad nacional de la Plata, 2011, 271pp.
16. MONTEJO, Alfonso. Ingeniería de pavimentos: Fundamentos, estudios básicos y diseño. 3. a ed. Bogotá: Universidad Católica de Colombia, 2006. 612 pp. ISBN: 958-97647-9-8.
17. GARCIA, Daniela. Calibración campo-laboratorio del proceso de daño por humedad en mezcla asfáltica en caliente en Costa Rica. Tesis (Título profesional de ingeniería civil). Costa Rica: Universidad de Costa Rica, 2016.  
Disponible en:  
<http://repositorio.sibdi.ucr.ac.cr:8080/jspui/bitstream/123456789/8817/1/39968.pdf>
18. MENÉNDEZ, José. Ingeniería de Pavimentos: Materiales, diseño y construcción. 3. a ed. Lima: Instituto de Construcción y Gerencia, 2012. 344 pp.
19. Z aditivos. Descripción técnica de aditivo Ricot Z 5000. 67 a.ed. 2 pp. 2018.  
Disponible en:  
<https://peruconstruye.net/2018/11/16/z-aditivos-mejoradores-de-asfalto/>

20. RONDÓN, Hugo y REYES, Fredy. PAVIMENTOS: Materiales, construcción y diseño. Lima: Macro EIRL, 2015. 605 pp. ISBN: 9786123042639.
21. MÉNDEZ, Gabriela, MORÁN, Jonathan PINEDA, Lidia. Diseño de mezcla asfáltica tibia, mediante la metodología Marshall, utilizando asfalto espumado. Tesis (Título de Ingeniero Civil). San Salvador: Universidad de El Salvador, 2014.  
 Disponible en:  
<http://ri.ues.edu.sv/id/eprint/6286/1/Dise%C3%B1o%20de%20mezcla%20asf%C3%A1ltica%20tibia,%20mediante%20la%20metodolog%C3%ADa%20Marshall,%20utilizando%20asfalto%20espumado.pdf>.
22. JIMENEZ, César. Método Marshall para diseño de mezclas asfálticas. (1 a. edición), Perú, 2015, 36pp.
23. Alfaro, Carlos. Metodología de investigación científica aplicado a ingeniería. Callao-Lima: Universidad Nacional del Callao. 2012.
24. CARRASCO, Sergio. Metodología de la investigación científica. (1.a edición). Perú. ISBN: 9972342425.
25. BORJA, Manuel. Metodología de la investigación científica para ingenieros. [en línea]. Chiclayo-Perú, 2012. 8 p. [fecha de consulta: 15 de abril de 2018]  
 Disponible en:  
<https://es.slideshare.net/manborja/metodologia-de-inv-cientifica-paraing-civil>.
26. HERNÁNDEZ, R., FERNÁNDEZ, R. y BAPTISTA, P. Investigation methodology [en línea]. 4. a ed. México: Mc Grawhillinter american Editores, SA de C.V, 2006 [Consultation date: November 15, 2017].  
 Available in:  
[https://investigar1.files.wordpress.com/2010/05/1033525612-mtis\\_sampieri\\_unidad\\_1-1.pdf](https://investigar1.files.wordpress.com/2010/05/1033525612-mtis_sampieri_unidad_1-1.pdf).
27. JILCHA, Kassu. Research Design and Methodology. United Kingdom: Cyberspace, Evon Abu-Taieh [published: August 7th 2019]. ISSN: 85731  
 Available in:  
<https://www.intechopen.com/books/cyberspace/research-design-and-methodology>.

28. ROJAS, Fernando. Physicochemical properties of treated clinoptilolite with fertilizers to use as additive to the cultivation of *Pleurotus ostreatus*. Vol 28, N°3. México, 2010. ISSN 0187-5779.
29. BONIFAZ, Hugo. Influencia de aditivos mejoradores de adherencia en la resistencia de hormigones asfálticos diseñados con agregados provenientes de las canteras de pintag y guayllabamba. Quito, 2018, 15 pp.  
Disponible en:  
<https://repositorio.espe.edu.ec/bitstream/21000/7607/1/AC-C-ESPE-047618.pdf>
30. PADILLA, Alejandro. Propiedades físicas de la mezcla asfáltica. Lima. Universidad Peruana de Ciencias Aplicadas, 2004. 145pp.  
Disponible en:  
<https://upcommons.upc.edu/bitstream/handle/2099.1/3334/34065-14.pdf?sequence=14&isAllowed=y>.
31. Rondón, H. A review of asphalt and asphalt mixture aging. Vol. 33 N° 1. Bogotá, 2013. ISSN 0120-5609.  
Available in:  
[http://www.scielo.org.co/scielo.php?script=sci\\_arttext&pid=S0120-56092013000100002](http://www.scielo.org.co/scielo.php?script=sci_arttext&pid=S0120-56092013000100002)
32. TAMAYO, Mario. El proceso de investigación científica. México: Limusa, 2004.176 pp.
33. HERNÁNDEZ, Roberto, FERNÁNDEZ, Roberto y BAPTISTA, Pilar. Metodología de la investigación. México D.F: McGraw-Hill, 2014. 600 pp.
34. VALDERRAMA, Santiago. Pasos para elaborar proyectos de investigación científica cuantitativa, cualitativa y mixta. 2. a ed. Lima: Editorial San Marcos, 2013. 405 pp. ISBN: 978-612-302-878-7.
35. RAMIREZ, Alberto. Metodología de la investigación. 1 a ed. Bogotá: Revista Pontificia universidad Javeriana, 2003. 350 pp.
36. MANUAL del Ministerio de Transporte y Comunicaciones, Especificaciones Técnicas Generales para construcción (EG-2013)

Disponible en:

[http://portal.mtc.gob.pe/transportes/caminos/normas\\_carreteras/MTC%20NORMAS/ARCH\\_PDF/MAN\\_10%20EG%202013.pdf](http://portal.mtc.gob.pe/transportes/caminos/normas_carreteras/MTC%20NORMAS/ARCH_PDF/MAN_10%20EG%202013.pdf)

37. MANUAL del Ministerio de Transporte y Comunicaciones, Manual de Ensayos para materiales (E - 504)

Disponible en:

<https://www.coursehero.com/file/34857157/MTC-504-RESISTENCIA-DE-MEZCLAS-BITUMINOSAS-EMPLEANDO-EL-APARATO-MARSHALLPDF/>

38. SOSA, Ruth. Propiedades mecánicas de la mezcla asfáltica tibia aplicando aditivo orgánico. Tesis (Título de Ingeniero Civil). Perú.: Universidad Cesar Vallejo.

Disponible en:

<http://repositorio.ucv.edu.pe/handle/20.500.12692/27309>

39. RENE, Cristóbal. Efecto de mejoradores de adherencia en la estabilidad y flujo Marshall de mezclas asfálticas. Vol 18, N°2. Julio 2018.

Disponible en:

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

40. CALDERON, Michel; MORIANO, Milton; SANTOS, Edward. Análisis del efecto de distintos porcentajes de aceite usado de motor, en una mezcla asfáltica densa en caliente con material recuperado asfáltico. Tesis (título de ingeniero civil) Ibagué: Universidad Cooperativa de Colombia, 2018.

Disponible

en:

<https://repository.ucc.edu.co/handle/20.500.12494/6377>

## **ANEXOS**

**Anexo 2.** Matriz de Operacionalización de Variables.

<b>Título:</b> Aplicación de aditivo Ricot z5000 en un diseño de mezcla asfáltica para tránsito vehicular de la av. trapiche, comas 2020					
<b>Variables</b>	<b>Definición Conceptual</b>	<b>Definición Operacional</b>	<b>Dimensiones</b>	<b>Indicadores</b>	<b>Instrumento</b>
<b>V.Independiente</b> Aplicación de aditivo	El aditivo al ser adicionado en el cemento asfáltico de la mezcla obtendremos una mejora en las características de la adherencia entre el asfalto y el agregado para mayor durabilidad (Rojas, 2010, p.4).	Las dosificaciones de 0,4% y 1% del aditivo Ricot z 5000 respecto a la mezcla asfáltica, se emplearon para los 3 diseños, con el objetivo de aumentar su estabilidad, flujo y adherencia, elaborando 13 briguetas de cada dosificación y 13 briguetas de mezcla convencional.	Cantidad de aditivo por tipo de diseño	* Tipo I (0,4 %)	Ficha de pruebas en laboratorio
				* Tipo II (1.0%)	
			Viscosidad	Viscosidad Absoluta	
				Temperatura	
	% Contenido de Aditivo				
<b>V.Dependiente</b> Mezcla Asfáltica	Padilla menciona que la mezcla asfáltica es usada en capas de rodadura o en capas interiores, brinda una cómoda superficie de rodamiento segura y cómoda a los consumidores, por lo que transmite las cargas del tráfico a la explanada (2004, p.40).	En esta investigación se realizó el ensayo Marshall a la mezcla asfáltica con porcentajes de cemento asfáltico (4.5%, 5.0%, 5.5%, 6.0% y 6.5%) para los 4 diseños establecidos; llevándolo a un baño maría a temperatura de 60 °C y por cada diseño se realizaron 13 briguetas resultando un total de 52 briguetas, para todos estos casos se han medido su calidad mediante los ensayos de laboratorio.	Características	Densidad	
				Vacios	
				Vacios en el agregado	
				Contenido aditivo	
				Área	
				(%) contenido de asfalto	
			Propiedades	Estabilidad	
				Fluencia	
	Adherencia				

### Anexo 3. Matriz de Consistencia

Matriz de consistencia							
Título: Aplicación de aditivo Ricot z5000 en un diseño de mezcla asfáltica para tránsito vehicular de la av. trapiche, comas 2020							
Problema	Objetivos	Hipótesis	Variables	Dimensiones	Indicadores	Tipo y Diseño de Investigación	
Problema General	Objetivo General	Hipótesis General	Independiente			Método :	
¿En cuánto influye la aplicación de aditivo Ricot z 5000 en un diseño de mezcla asfáltica para tránsito vehicular de la av. Trapiche, comas 2020?	Determinar de qué manera influye la aplicación de aditivo Ricot z 5000 en un diseño de mezcla asfáltica para tránsito vehicular de la av. Trapiche comas 2020.	La aplicación de aditivo Ricot z 5000 influye de manera positiva en un diseño de mezcla asfáltica para tránsito vehicular de la av. Trapiche comas 2020.	Aplicación de aditivo	Cantidad de aditivo por tipo de diseño	* Tipo I (0,4 %)	Científico	
					*Tipo II (1.0%)		
				Viscosidad	Viscosidad Absoluta		Aplicada
					Temperatura	Enfoque:	
					% Dosificación de aditivo	Cuantitativa	
Problema Especifico	Objetivo Especifico	Hipótesis Especifica	Dependiente			Nivel:	
¿En cuánto influye la aplicación de aditivo Ricot z 5000 en la estabilidad de un diseño de mezcla asfáltica para tránsito vehicular de la av. Trapiche comas 2020?	Determinar de qué manera influye la aplicación de aditivo Ricot z 5000 para obtener una mejor estabilidad en un diseño de mezcla asfáltica para tránsito vehicular de la av. Trapiche comas 2020.	La aplicación de aditivo Ricot z 5000 incrementará la estabilidad del diseño de mezcla asfáltica para tránsito vehicular de la av. Trapiche comas 2020.	Mezcla asfáltica	Características	Densidad	Descriptivo	
					Vacios		Diseño:
					Vacios en el agregado		Cuasi experimental
					Contenido aditivo	Población:	
					Área	Se da referencia a los 4.5 km de la av trapiche	
					(%) contenido de asfalto	Muestra:	
						3 especímenes	
						Muestreo:	
						Muestro no probabilístico - Intencional	
						Técnica:	
						prospectiva	
						Instrumento de Investigación:	
						Ficha de Pruebas en Laboratorio	
¿En cuánto influye la aplicación de aditivo Ricot z 5000 en la adherencia de un diseño de mezcla asfáltica para tránsito vehicular de la av. Trapiche comas 2020?	Determinar de qué manera influye la aplicación de aditivo Ricot z 5000 para obtener una mejor adherencia en un diseño de mezcla asfáltica de la av. Trapiche comas 2020.	La aplicación de aditivo Ricot z 5000 incrementará la adherencia del diseño de mezcla asfáltica para tránsito vehicular de la av. Trapiche comas 2020.	Mezcla asfáltica	Propiedades	Estabilidad		
					Fluencia		
					Adherencia		
					Estabilidad		
					Fluencia		
					Adherencia		

## Anexo 4. Certificado de Ensayo Marshall

**Razón Social:** Laboratorio de Suelos JCH S.A.C.  
**RUC:** 20602256872



### INFORME DE DISEÑO

#### ANÁLISIS GRANULOMÉTRICO PARA MEZCLA ASFÁLTICA EN CALIENTE

PROYECTO : APLICACIÓN DE ADITIVO RICOT Z 5000 EN UN DISEÑO DE MEZCLA ASFÁLTICA PARA EL TRANSITO VEHICULAR DE LA AV. TRAPICHE, COMAS 2020

UBICACIÓN : LIMA - COMAS  
 SOLICITANTE : CAMASE TORRES JESÚS ALBERTO  
 REFERENCIA : MEZCLA ASFÁLTICA EN CALIENTE  
 FECHA : 30/09/2020

#### DETALLE DE LA MUESTRA

IDENTIFICACIÓN : CANF, CRUSHING  
 DESCRIPCIÓN : PIEDRA CHANCADA 1/2"

PRESENTACIÓN : saco de polipropileno  
 CANTIDAD : 40 kg aprox.

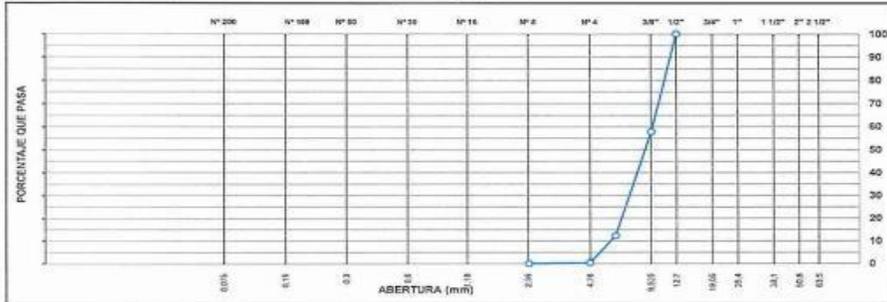
#### ANÁLISIS GRANULOMÉTRICO DE AGREGADOS POR TAMIZADO (ASTM C-136)

MALLAS					
SERIE	ABERTURA (mm)	PESO RET. g	RET. PAR. %	RET. AC. %	PASA %
AMERICANA					
2"	50,800				
1 1/2"	38,100				
1"	25,400				
3/4"	19,050				
1/2"	12,700				100,0
3/8"	9,525	3434,3	42,3	42,3	57,7
1/4"	6,350	3543,6	45,5	87,8	32,2
# 4	4,750	404,7	11,9	99,7	0,3
# 8	2,380	9,5	0,3	100,0	0,0
# 10	2,000				
# 16	1,190				
# 20	0,840				
# 30	0,590				
# 40	0,425				
# 50	0,297				
# 60	0,247				
# 100	0,149				
# 200	0,074				
< # 200	(ASTM C-413)				

#### CARACTERIZACIÓN DEL AGREGADO

P.E. MASA (ASTM C127) : 2,690 g/cm<sup>3</sup>  
 P.E. SSS (ASTM C27) : 2,720 g/cm<sup>3</sup>  
 P.E. APAR. (ASTM C127) : 2,774 g/cm<sup>3</sup>  
 ABSORCIÓN (ASTM C127) : 1,1 %

#### CURVA GRANULOMÉTRICA



Fecha de reporte : Lima, 06 de octubre del 2020



*Javier Francisco Ulloa Clavijo*  
 JAVIER FRANCISCO  
 ULLOA CLAVIJO  
 Ingeniero Civil  
 CIP N° 193867

LABORATORIO DE SUELO JCH S.A.C. Av. Proceres de la Independencia 2236 - S.J.L. - Lima - Perú

E-mail: lab.suelosjch@gmail.com Telf: 076221840 P.B.C. 01-602-5014

**INFORME DE DISEÑO**

**ANÁLISIS GRANULOMÉTRICO PARA MEZCLA ASFÁLTICA EN CALIENTE**

PROYECTO : APLICACIÓN DE ADITIVO RICOT Z 5000 EN UN DISEÑO DE MEZCLA ASFÁLTICA PARA EL TRANSITO VEHICULAR DE LA AV. TRAPICHE, COMAS 2020

UBICACIÓN : LIMA - COMAS  
 SOLICITANTE : CAMASE TORRES JESÚS ALBERTO  
 REFERENCIA : MEZCLA ASFÁLTICA EN CALIENTE  
 FECHA : 30/09/2020

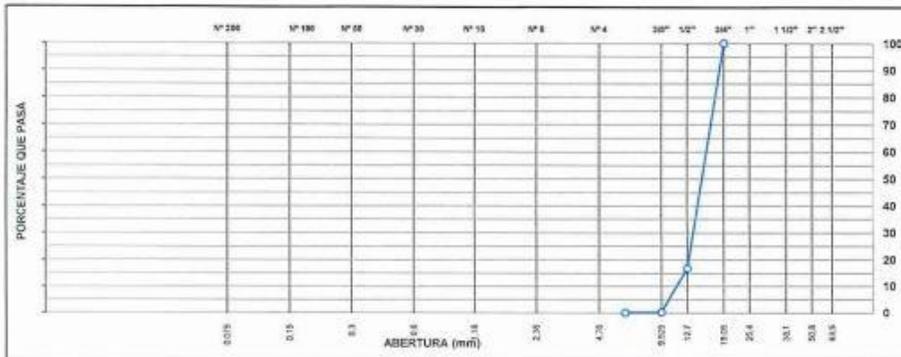
**DETALLE DE LA MUESTRA**

IDENTIFICACIÓN : CANT. CRUSHING PRESENTACIÓN : saco de polipropileno  
 DESCRIPCIÓN : PIEDRA CHANCADA 3/4", CANTIDAD : 40 kg aprox.

ANÁLISIS GRANULOMÉTRICO DE AGREGADOS POR TAMIZADO (ASTM C-136)						
MALLAS						
SERIE	ABERTURA	PESO RET.	RET. PAR.	RET. AC.	PASA	ESPECIFICACIÓN
AMERICANA	(mm)	g	%	%	%	
2"	50,800					
1 1/2"	38,100					
1"	25,400					
3/4"	19,050				100,0	
1/2"	12,700	1743,8	85,3	85,3	14,7	
3/8"	9,525	743,8	36,5	89,8	0,2	
1/4"	6,350	7,2	0,2	100,0	0,0	
# 4	4,750					
# 8	2,380					
# 10	2,000					
# 16	1,190					
# 20	0,840					
# 30	0,590					
# 40	0,425					
# 50	0,297					
# 60	0,250					
# 75	0,200					
# 100	0,149					
# 150	0,106					
# 200	0,075					
<# 200	(ASTM C-117)					

CARACTERIZACIÓN DEL AGREGADO	
P.E. MASA (ASTM C127)	: 2,706 g/cm <sup>3</sup>
P.E. SCS (ASTM C127)	: 2,730 g/cm <sup>3</sup>
P.E. APAR. (ASTM C127)	: 2,773 g/cm <sup>3</sup>
ABSORCIÓN (ASTM C127)	: 0,90 %

CURVA GRANULOMÉTRICA



Fecha de reporte : Lima, 06 de octubre del 2020



*Javier Francisco Ulloa Clavijo*  
 JAVIER FRANCISCO ULLOA CLAVIJO  
 Ingeniero Civil  
 CIP. N° 193857

**Razón Social:** Laboratorio de Suelos JCH S.A.C.  
**RUC:** 20602256872



**INFORME DE DISEÑO**

**ANÁLISIS GRANULOMÉTRICO PARA MEZCLA ASFÁLTICA EN CALIENTE**

**PROYECTO :** APLICACIÓN DE ADITIVO RICOT 2 5000 EN UN DISEÑO DE MEZCLA ASFÁLTICA PARA EL TRANSITO VEHICULAR DE LA AV. TRAPICHE, COMAS 2020

**UBICACIÓN :** LIMA - COMAS  
**SOLIDITANTE :** CAMASE TORRES JESÚS ALBERTO  
**REFERENCIA :** MEZCLA ASFÁLTICA EN CALIENTE  
**FECHA :** 30/09/2020

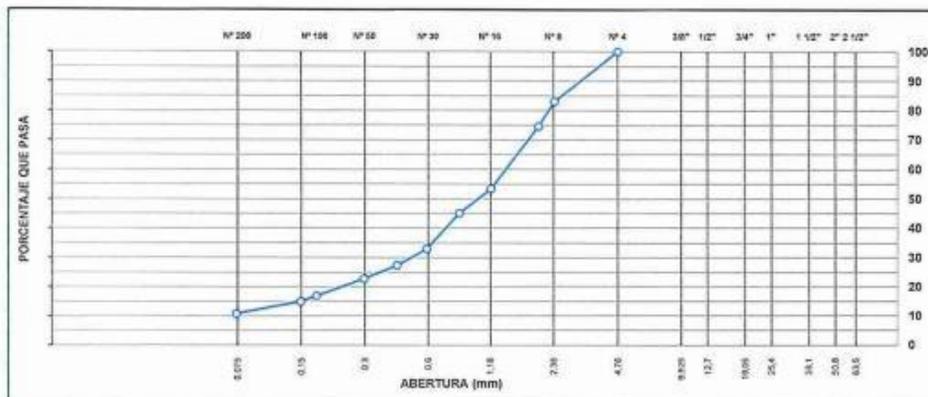
**DETALLE DE LA MUESTRA**

**IDENTIFICACIÓN :** CANT. CRUSHING  
**PRESENTACIÓN :** saco de polipropileno  
**DESCRIPCIÓN :** ARENA CHANCADA  
**CANTIDAD :** 40 kg aprox.

ANÁLISIS GRANULOMÉTRICO DE AGREGADOS POR TAMIZADO (ASTM C-136)						
SERIE AMERICANA	ABERTURA (mm)	PESO RET. g	RET. PAR. %	RET. AC. %	PASA %	ESPECIFICACIÓN
2"	50,800					
1 1/2"	38,100					
1"	25,400					
3/4"	19,050					
1/2"	12,700					
3/8"	9,525					
1/4"	6,350					
# 4	4,750				100,0	
# 8	2,380	151,2	17,0	17,0	83,0	
# 10	2,000	75,2	8,5	25,6	74,6	
# 16	1,190	187,6	21,1	46,5	53,5	
# 20	0,840	75,4	8,5	55,0	45,0	
# 30	0,590	107,2	12,0	67,1	33,0	
# 40	0,426	50,4	5,7	72,7	27,3	
# 50	0,297	40,7	4,6	77,3	22,7	
# 80	0,177	52,8	5,9	83,2	16,8	
# 100	0,149	16,9	1,9	85,1	14,9	
# 200	0,074	37,1	4,2	89,3	10,7	
< # 200	(ASTM C-137)	95,2	10,7	100,0	0,0	

CARACTERIZACIÓN DEL AGREGADO	
P.E. MASA (ASTM C127)	: 2,613 g/cm <sup>3</sup>
P.E. SSS (ASTM C127)	: 2,670 g/cm <sup>3</sup>
P.E. APAR (ASTM C127)	: 2,769 g/cm <sup>3</sup>
ABSORCIÓN (ASTM C127)	: 2,1 %

**CURVA GRANULOMÉTRICA**



Fecha de reporte Lima, 05 de octubre del 2020.



*Javier Francisco Ulloa Clavijo*  
**JAVIER FRANCISCO ULLOA CLAVIJO**  
 Ingeniero Civil  
 CIP N° 193867

Razón Social: Laboratorio de Suelos JCH S.A.C.

RUC: 20602256872



### INFORME DE ENSAYO

#### REPORTE DE CARACTERIZACION DE AGREGADO PARA MEZCLA ASFÁLTICA EN CALIENTE

PROYECTO : APLICACIÓN DE ADITIVO RICOT Z 5000 EN UN DISEÑO DE MEZCLA ASFALTICA PARA EL TRANSITO VEHICULAR DE LA AV. TRAPICHE, COMAS 2020  
 UBICACIÓN : LIMA - COMAS  
 SOLICITANTE : CAMASE TORRES JESÚS ALBERTO  
 REFERENCIA : DISEÑO DE MEZCLA EN CALIENTE  
 FECHA : 30/09/2020

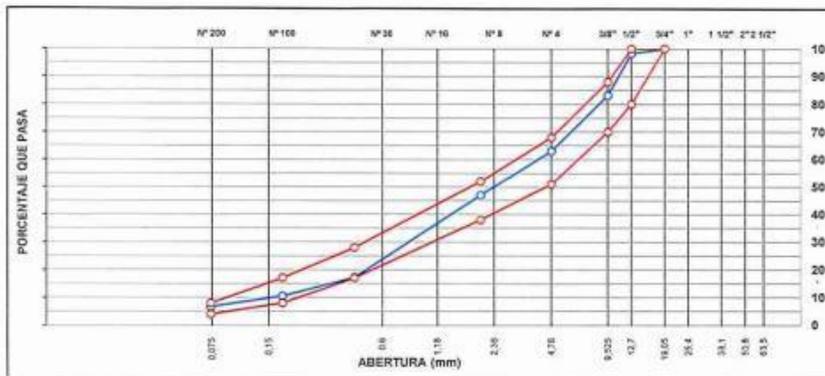
IDENTIFICACIÓN : MEZCLA DE AGREGADOS PRESENTACIÓN :  
 DESCRIPCIÓN : MEZCLA DE AGREGADOS CANTIDAD :

COMBINACIÓN TEORICA DE AGREGADO GRUESO Y FINO					
MALLAS					
SERIE AMERICANA	ABERTURA (mm)	RET. PAR. %	RET. AC. %	PASA %	GRADACIÓN MAC II
1 1/2"	38,100				
1"	25,400				
3/4"	19,050			100,0	100 100
1/2"	12,700	1,7	1,7	98,3	80 100
3/8"	9,525	15,1	16,8	83,2	70 88
1/4"	6,350	15,9	32,8	67,2	
# 4	4,750	4,2	36,9	63,1	51 68
# 8	2,380	10,8	47,7	52,3	
# 10	2,000	5,3	53,1	46,9	38 52
# 16	1,190	13,3	66,3	33,7	
# 20	0,840	5,3	71,7	28,3	
# 30	0,590	7,6	79,3	20,7	
# 40	0,426	3,0	82,8	17,2	17 28
# 50	0,297	2,9	85,7	14,3	
# 60	0,177	3,7	89,5	10,5	8 17
# 100	0,149	1,2	90,7	9,3	
# 200	0,074	2,6	93,3	6,7	4 8
<# 200	—	6,7	100,0	0,0	

PROPORCIONES DE MEZCLA DE AGREGADOS	
PEDRA CHANCADA 3/8"	02,0 %
PEDRA CHANCADA 1/2"	35,0 %
ARENA CHANCADA	63,0 %

ESPECIFICACIONES  
 ESPECIFICACIONES TÉCNICAS EG-2015 DEL MTC. CAPÍTULO 4 PAVIMENTOS - PAVIMENTOS FLEXIBLES (SECCIÓN 423 PAVIMENTO DE CONCRETO ASFALTICO EN CALIENTE) TABLA 423-03 GRADACION PARA MEZCLA ASFALTICA EN CALIENTE

CURVA GRANULOMÉTRICA



Fecha de reporte Lima, 06 de octubre del 2020



*Javier Francisco Ulloa Clavijo*  
 JAVIER FRANCISCO  
 ULLOA CLAVIJO  
 Ingeniero Civil  
 CIP N° 193867

**Razón Social:** Laboratorio de Suelos JCH S.A.C.

**RUC:** 20602256872



**INFORME DE DISEÑO**  
**DISEÑO TENTATIVO DE MEZCLAS ASFÁLTICAS**  
**MÉTODO MARSHALL (ASTM D 6926 / ASTM D6927)**

SOLICITANTE : CAMASE TORRES, JESUS ALBERTO  
 UBICACIÓN : LIMA  
 PROYECTO : "APLICACIÓN DE ADITIVO RICOT Z 500 EN UN DISEÑO DE MEZCLA ASFÁLTICA PARA EL TRANSITO VEHICULAR DE LA AV. TRAPICHE, COMAS 2020"  
 REFERENCIA : MEZCLA ASFÁLTICA EN CALIENTE  
 FECHA DE RECEPCIÓN : 21/10/2020

N° BBIQUETAS	1	1-A	1-B*	2	2-A	2-B*	3	3-A	3-B*	4	4-A	4-B*	5	5-A	5-B*
1 % C.A. EN PESO DE LA MEZCLA	4,5	4,5	4,5	5,0	5,0	5,0	5,5	5,5	5,5	6,0	6,0	6,0	6,5	6,5	6,5
2 % A. GRUESO (TMM 3/4) EN PESO DE LA MEZCLA	1,91	1,91	1,91	1,90	1,90	1,90	1,89	1,89	1,89	1,88	1,88	1,88	1,87	1,87	1,87
3 % A. GRUESO (TMM 1/2") EN PESO DE LA MEZCLA	33,43	33,43	33,43	33,25	33,25	33,25	33,08	33,08	33,08	32,90	32,90	32,90	32,73	32,73	32,73
4 % A. FINO CHANICADO EN PESO DE LA MEZCLA	60,17	60,17	60,17	59,85	59,85	59,85	59,54	59,54	59,54	59,22	59,22	59,22	58,91	58,91	58,91
5 PESO ESPECIFICO DEL C.A. APARENTE	1,016	1,016	1,016	1,016	1,016	1,016	1,016	1,016	1,016	1,016	1,016	1,016	1,016	1,016	1,016
6 PESO ESPECIFICO BULK DEL AGREGADO GRUESO (TMM 3/4")	2,706	2,706	2,706	2,706	2,706	2,706	2,706	2,706	2,706	2,706	2,706	2,706	2,706	2,706	2,706
7 PESO ESPECIFICO BULK DEL AGREGADO GRUESO (TMM 1/2")	2,690	2,690	2,690	2,690	2,690	2,690	2,690	2,690	2,690	2,690	2,690	2,690	2,690	2,690	2,690
8 PESO ESPECIFICO BULK DEL AGREGADO FINO	2,613	2,613	2,613	2,613	2,613	2,613	2,613	2,613	2,613	2,613	2,613	2,613	2,613	2,613	2,613
9 PESO DE LA BRIQUETA EN EL AIRE (g)	1087,8	1093,4	1094,5	1093,5	1091,4	1098,8	1095,6	1095,2	1084,9	1092,3	1089,3	1091,1	1097,1	1094,6	1097,1
10 PESO DE LA BRIQUETA EN EL AIRE 55 (g)	1088,5	1098,4	1098,1	1097,1	1094,8	1099,1	1098,3	1096,4	1086,3	1093,3	1090,8	1092,7	1098,8	1095,4	1098,3
11 PESO DE LA BRIQUETA EN EL AGUA (g)	623,6	631,5	630,5	630,8	629,5	631,2	634,9	632,7	627,8	635,1	633,6	634,5	640,7	638,2	640,4
12 VOLUMEN DE LA BRIQUETA (cm <sup>3</sup> )	464,9	466,9	467,6	466,3	465,3	467,9	463,4	463,7	458,5	458,2	457,2	458,2	458,1	457,2	457,9
13 PESO ESPECIFICO BULK DE LA BRIQUETA	2,340	2,342	2,341	2,345	2,346	2,348	2,364	2,362	2,366	2,384	2,383	2,381	2,395	2,394	2,396
14 PESO UNITARIO DE LA BRIQUETA A 25°C (g/cm <sup>3</sup> ) - ASTM D 2726	2,333	2,335	2,334	2,338	2,339	2,341	2,357	2,355	2,359	2,377	2,376	2,374	2,388	2,387	2,389
15 PESO ESPECIFICO MÁXIMO - ASTM D 2041	2,510	2,510	2,510	2,498	2,498	2,498	2,485	2,485	2,485	2,473	2,473	2,473	2,465	2,465	2,465
16 % VACIOS - ASTM D 3203	6,8	6,7	6,7	6,1	6,1	6,0	4,9	4,9	4,8	3,6	3,6	3,7	2,8	2,9	2,8
17 PESO ESPECIFICO BULK DEL AGREGADO TOTAL	2,641	2,641	2,641	2,641	2,641	2,641	2,641	2,641	2,641	2,641	2,641	2,641	2,641	2,641	2,641
18 V.M.A. (%)	15,4	15,3	15,4	15,7	15,6	15,5	15,4	15,5	15,3	15,2	15,2	15,3	15,2	15,3	15,2
19 % VACIOS LLENADOS CON C.A.	55,8	56,2	56,5	61,1	60,9	61,3	68,2	68,4	68,6	76,3	76,3	75,8	81,6	81,0	81,6
20 PESO ESPECIFICO EFECTIVO DEL AGREGADO TOTAL	2,697	2,697	2,697	2,706	2,706	2,706	2,713	2,713	2,713	2,722	2,722	2,722	2,736	2,736	2,736
21 ASFALTO ABSORBIDO POR EL AGREGADO TOTAL	0,8	0,8	0,8	0,9	0,9	0,9	1,0	1,0	1,0	1,1	1,1	1,1	1,3	1,3	1,3
22 % ASFALTO EFECTIVO	3,75	3,75	3,75	4,13	4,13	4,13	4,54	4,54	4,54	4,93	4,93	4,93	5,25	5,25	5,25
23 FLUJO [(0,01pu/g)da]	11,0	11,0	11,0	12,0	12,0	12,0	13,0	13,0	13,0	13,0	14,0	13,0	14,0	14,0	14,0
24 FACTOR DE ESTABILIDAD (TABLA)	1,19	1,19	1,19	1,19	1,19	1,19	1,19	1,19	1,19	1,19	1,19	1,19	1,19	1,19	1,19
25 ESTABILIDAD CORREGIDA (kg)	1240	1238	1235	1301	1300	1295	1325	1322	1319	1390	1394	1389	1215	1220	1213

OBSERVACIONES :

ASFALTO 60/70 PETROPERO

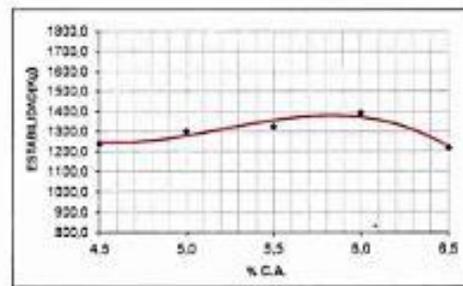
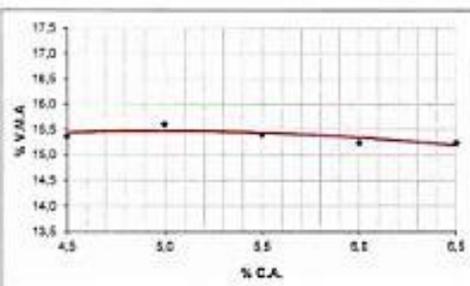
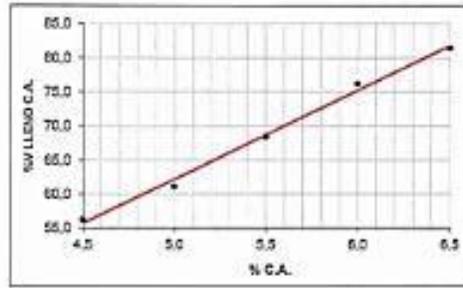
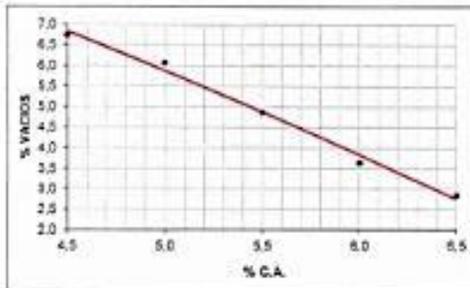
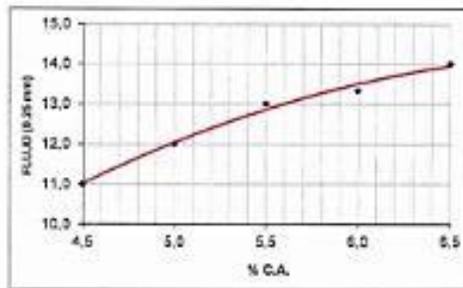
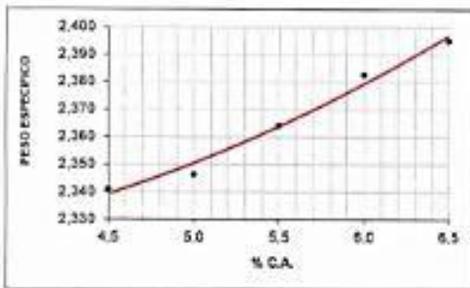
Fecha de Emisión : Lima, 09 de noviembre del 2020



*Javier Francisco Ulloa Clavijo*  
**JAVIER FRANCISCO**  
**ULLOA CLAVIJO**  
 INGENIERO CIVIL  
 Reg. CIP N° 103067

INFORME DE DISEÑO  
 DISEÑO TENTATIVO DE MEZCLAS ASFÁLTICAS  
 MÉTODO MARSHALL (ASTM D 6926 / ASTM D6927)

SOLICITANTE : CAMASE TORRES, JESUS ALBERTO  
 UBICACION : LIMA  
 PROYECTO : "APLICACIÓN DE ADITIVO RICOT Z 500 EN UN DISEÑO DE MEZCLA ASFÁLTICA PARA EL TRANSITO VEHICULAR DE LA AV. TRAPICHE, COMAS 2020"  
 REFERENCIA : MEZCLA ASFÁLTICA EN CALIENTE  
 FECHA DE RECEPCIÓN : 21/10/2020



OBSERVACIONES: ASFALTO 60/70 PETROPERÚ

Fecha de Emisión: Lima, 09 de noviembre del 2020



*Javier Francisco Ulloa Clavijo*  
 JAVIER FRANCISCO  
 ULLOA CLAVIJO  
 INGENIERO CIVIL  
 R.C. CIP Nº 153667

Razón Social: Laboratorio de Suelos JCH S.A.C.  
 RUC: 20602256872



INFORME DE DISEÑO  
 DISEÑO TENTATIVO DE MEZCLAS ASFÁLTICAS  
 MÉTODO MARSHALL (ASTM D 6926 / ASTM D6927)  
 (RESUMEN)

SOLICITANTE : CAMASE TORRES, JESUS ALBERTO  
 UBICACIÓN : LIMA  
 PROYECTO : APLICACIÓN DE ADITIVO RICOT 2 500 EN UN DISEÑO DE MEZCLA ASFÁLTICA PARA EL TRÁNSITO VEHICULAR DE LA AV. TRAFIC, COMAS 2020  
 REFERENCIA : MEZCLA ASFÁLTICA EN CALIENTE  
 FECHA DE RECEPCIÓN : 21/05/2020

1.- MEZCLA DE AGREGADOS (PORCENTAJES EN PESO)

CANT. CRUSHING  
 PIEDRA DANCADA 3/8" : 25%  
 PIEDRA DANCADA 1/2" : 35%  
 ARENA DANCADA : 60%  
 : MAC-3  
 : ESPECIFICACIÓN TÉCNICA E0-2013.

2.- LIGANTE BITUMINOSO

Tipo de asfalto : ASFALTO 60/70 PETROPERÚ  
 % de aceite de C.A. : 6.2

3.- ADITIVO

Tipo de aditivo : RICOT 2 5000  
 % de aditivo en peso del C.A. : 0.4 %

3.- CARACTERÍSTICAS MARSHALL MODIFICADO

MP DE CORPES	75	75	75
CEMENTO ASFÁLTICO (% EN PESO DE LA MEZCLA TOTAL)	5.0	5.9	6.2
DENSIDAD SECA BULK (g/cm <sup>3</sup> )	2.367	2.376	2.386
VACÍOS (%)	4.7	4.0	3.4
V.M.A. (%)	15.4	15.4	15.4
V.B.V. (%)	05.9	75.8	77.8
FLUJO (0.25 mm)	13.0	13.4	13.7
ESTABILIDAD (kg)	1186.7	1167.0	1094.5
RELACIÓN ESTABILIDAD/FLUJO	93.94	84.36	79.47
RELACIÓN POLVO/ASFALTO	1.47	1.40	1.48

4.- TEMPERATURA DE APLICACIÓN (°C)

Según carta de viscosidad  
 Temperatura Mezcla: 132.0 °C - 143.0 °C  
 Temperatura de Compactación: 125.0 °C - 132.0 °C

5.- OBSERVACIONES

- 1.- Se utilizó asfalto 60/70 de la Refinería petroperú.
- 2.- Se ajustó la gradación en la mezcla de agregados en la especificación E0-2013 MAC-3.

Fecha de Emisión: Lima, 08 de noviembre del 2020



*Javier Francisco Ulloa Clavijo*  
 JAVIER FRANCISCO  
 ULLOA CLAVIJO  
 INGENIERO CIVIL  
 RUC. CIP N° 193657

## Anexo 5. Ficha técnica de Aditivo



El mejor amigo del concreto

Av. Los Faisanes N° 675. Urb. La Campiña, Chorrillos Lima - Perú.  
☎ (01) 2523058 ☎ 950 093 271 / 994 268 534 / 998 128 514 / 996 330 130

Ficha técnica - Edición 19 - Versión 07.18

Productos para carreteras

### Ricot Z 5000

**Descripción:** Aditivo para mejorar el asfalto tanto en su adhesividad como impermeabilidad. Es de color gardnes tipo amina de cadena lineal.

#### PROCEDIMIENTO

Características físicas:

- Aspecto: LÍQUIDO VISCOSO (Según requerimiento del cliente).
- Color Gardnes: 13 – 15.
- Peso Combinado Molecular: 362.
- Punto de Fusión °C: 46 – 70 a mayores 30°C Líquido Viscoso.
- Punto de Inflamación °C: 200°C INASSA ASTM D 92.
- Gravedad Específica: 0.9960.
- Referencia Acuosa a 25°C: 0.82 – 0.85.
- Resistencia a los Rayos U. V.
- Total Aminas: 596.13, ASTM 2073.
- Adherencia Agregado Petro.
- ASTM D 3625: + 95.
- Viscosidad a 25°C: 5,000 – 8,000 CPS.

#### Ventajas

- Resistente a las variaciones climatológicas.
- Resistente a los sulfatos y los salitres.
- Aumenta la adhesividad y permeabilidad del asfalto.
- Aumenta la manejabilidad del asfalto, lo hace más plástico.
- Tiene una compactación más pareja.
- Arquitectónicamente queda mucho más liso debido a que disminuye el porcentaje de vacíos.

#### Aplicación

En cuanto a la aplicación de RICOT Z 5000 recomendamos que se agregue directamente en los tanques de asfalto y a través de una tubería en forma de vaso comunicante, con una bomba recircular, para después ser enviado para el diseño de la carpeta asfáltica.

#### Precauciones

- Tener cuidado con la arena por el porcentaje de salinidad.
- Revisar con un microscopio si la piedra de la arena es cóncava o redonda.
- De preferencia deberá ser cóncava debido a que armará como un rompecabezas, por poner un ejemplo se obtendrá una mejor cohesión del material.
- Al vaciar el RICOT Z 5000 deben tener cuidado y evitar que pueda salpicar el asfalto caliente.

E-mail: [ventas@aditivos.com.pe](mailto:ventas@aditivos.com.pe) | [cotizacion@aditivos.com.pe](mailto:cotizacion@aditivos.com.pe) | web site: [www.aditivos.com.pe](http://www.aditivos.com.pe)

San Barja: Av. San Luis 3051. Telf: (01) 715 5744 / 981 388 454 | Callao: Av. Elmer Faucett 1631. Telf: (01) 715-5770 / 998 128 493

Chiclayo: Calle Los Tumbos 505. Urb. San Eduardo. Telf: (074) 223 718 / 994 278 778 | Pucallpa: Jr. Coronel Portillo 744. Telf: (061) 573 591 / 998 128 495

Piura: Av. Bolognesi 311. Int. 3. Telf: (073) 321 480 / 972 001 351 | Sullana: Av. José de Lama 344. Telf: (073) 509 408 / 923 055 398

Cuzco: Av. Tomasa Tito Condemayta 1032 - Wanchaq. Telf: (084) 257 111 / 994 268 292

Arequipa: Calle Paucarpata 323A - Cercado. Telf: (054) 203 388 / 994 044 894 | Trujillo: Av. América Sur 818. Urb. Palermo. Telf: (044) 425 548 - 998 127 657



## Z ADITIVOS S.A.

Fabricantes de aditivos para concreto, suelo y asfalto.

El mejor amigo del concreto

R.U.C. 20101020739

### COTIZACION

Nº

200002245

#### CLIENTE

Razón Social: TORRES HUAMAN YANEHT  
RUC: 10276962456  
Dirección:  
Teléfono:  
Contacto: YANETH  
Obra:  
Nro. Oportunidad: 200002245

DESCRIPCIÓN	UNIDAD	CANTIDAD	PRECIO DE LISTA	PRECIO DE OFERTA	TOTAL
INCOT 2 5000 X 55 GAL (181.4 KG)	DL	1.00	3,572.06	3,384.88	3,385.00
				SUB TOTAL S/	3,385.00
				IGV S/	609.30
				TOTAL S/	3,994.30

#### CONDICIÓN DE PAGO

Contado

#### LUGAR DE ENTREGA

Proyecto:  
Dirección:

#### OBSERVACIONES

#### DATOS ADICIONALES

Solicitante: Carmen Lolo  
Usuario: LOLOY CORDOVA, CARMEN DEL ROSARIO  
Fecha Cotización: 07/07/2020  
Fecha Vencimiento: 07/08/2020

#### APROBACION

Aprobador:

#### CONDICIONES COMERCIALES

- 1.- La Calidad de nuestros productos está garantizada por nuestra experiencia de más de 30 años en el mercado nacional.
- 2.- El lugar de entrega será en la puerta de OBRA y según indicación del CLIENTE, dentro de Lima Metropolitana.
- 3.- El HORARIO DE ATENCION es de Lunes a Viernes de 8:00 a 18:00 y Sábados de 8:00 a 12:15 horas.
- 4.- Damos asistencia técnica antes, durante y capacitación a los operarios para aplicación de producto durante la ejecución de la Obra .
- 5.- Entregamos CERTIFICADOS DE CALIDAD, HOJAS DE SEGURIDAD (MSDS), ESPECIFICACIONES TÉCNICAS y CERTIFICADOS ENSAYO de todos nuestros productos a solicitud del CLIENTE.
- 6.- Facilitamos SOPORTE TÉCNICO antes, durante y después de la aplicación de producto, según acuerdos con el CLIENTE.

DE

Depósito a Cuenta corriente a nombre de Z ADITIVOS S.A.

CTA. CTE. Banco Continental (Soles): 0011-0384-0100007109-50

CTA. CTE. Banco de Crédito (Soles): 191-0620087004

CTA. CTE. Scotiabank (Soles): 000-3249204



El mejor amigo del concreto

Av. Los Faisanes N° 678, Urb. La Campaña, Chomillos Lima - Perú.  
☎ (01) 2523058 ☎ 990 093 271 / 994 268 534 / 998 128 544 / 996 330 130

Ficha técnica - Edición 19 - Versión 07.18

#### Dosificación

- 0.3% al 1% del peso del asfalto para carpeta asfáltica.
- Bicapa 2% del peso del asfalto (pen).
- Mayor tráfico usar ESTABILIZADOR Z CON POLÍMEROS (1% peso del cemento asfáltico).
- Especial para alturas superiores a 2,000msnm.

#### Solubilidad

- Agua a 25°C: Insoluble.
- Gasolina 25°: Parcialmente Soluble.
- Alcohol isopropileno a 25°: Soluble.

#### Ensayos

- Para comportamiento de los agregados y asfalto se recomienda realizar prueba Lottman ASTM D 4867.
- Se deberá realizar pruebas aumentando los porcentajes de RICOT Z 5000 en 0.25, 0.50, 0.75, 1%, hasta obtener una tabla que contenga los valores necesarios, para que se aprecie un buen recubrimiento de adherencia entre arena y asfalto según ensayo ASTM D 3625 y resistencia a la temperatura ASTM D 92.
- Usar el 2% para tratamiento de bicapas con aminas. Para mayor tráfico en la carretera utilizar resina ESTABILIZADOR Z CON POLÍMEROS al 1% del peso del asfalto.
- Utilizar el 0.5 % de aditivo RICOT Z 5000 x cilindro de RC 250 para imprimación.

#### Almacenaje

La vida útil de RICOT Z cuando está bien sellado y almacenado es de 1 año.

#### Cuidados

Se recomienda el uso de guantes, lentes y mascarilla. Para mayor información remitase a la hoja de seguridad del producto.

#### Envases

- Cilindros de 188Kg.
- Pesos específicos.

E-mail: [ventas@aditivos.com.pe](mailto:ventas@aditivos.com.pe) | [cotizacion@aditivos.com.pe](mailto:cotizacion@aditivos.com.pe) | web site: [www.aditivos.com.pe](http://www.aditivos.com.pe)

San Borja: Av. San Luis 3051. Telf: (01) 715 5744 / 981 288 456 | Callao: Av. Elmer Faucett 1631. Telf: (01) 715 - 5770 / 998 128 493

Chiclayo: Calle Los Yumbos 505. Urb. San Eduardo. Telf: (074) 223 718 / 994 278 778 | Pucallpa: Jr. Coronel Portillo 744. Telf: (061) 573 591 / 998 128 495

Piura: Av. Bolognesi 311. Int. 3. Telf: (073) 321 480 / 972 001 351 | Sullana: Av. José de Lama 344. Telf: (073) 509 408 / 923 055 398

Cuzco: Av. Tomasa Tito Condemagta 1032 - Wanchaq. Telf: (084) 257 111 / 994 268 292

Arequipa: Calle Paucarpata 323A - Cercado. Telf: (054) 203 388 / 994 044 894 | Trujillo: Av. América Sur 818. Urb. Palermo Telf: (044) 425 548 - 998 127 657

Anexo 6. Panel Fotográfico



