



**UNIVERSIDAD CÉSAR VALLEJO**

## **FACULTAD DE INGENIERÍA**

ESCUELA ACADÉMICO PROFESIONAL DE INGENIERÍA CIVIL

**Comportamiento de la mezcla asfáltica agregando caucho reciclado  
en pavimentos flexibles, Ate, Lima-Perú, 2018**

TESIS PARA OBTENER EL TÍTULO PROFESIONAL DE:  
INGENIERO CIVIL

### **AUTOR:**

Agustín Nicolás ROBLES ROMERO

### **ASESOR:**

Dr. Franklin Macdonald ESCOBEDO APESTEGUI

### **LÍNEA DE INVESTIGACIÓN**

DISEÑO DE INFRAESTRUCTURA VIAL

**Lima – Perú**

**2018**



**UNIVERSIDAD CÉSAR VALLEJO**

**DICTAMEN DE SUSTENTACIÓN DE TESIS  
N° 082(D)- 2018-II-UCV Lima Ate /PFA/EP IC DPI**

El presidente y los miembros del Jurado Evaluador designado con RESOLUCIÓN DIRECTORAL N°104-2018-II-UCV Lima Ate/PFA/EP IC DPI de la Escuela Profesional de Ingeniería Civil acuerdan:

**PRIMERO.** -

- Aprobar pase a publicación ( )
- Aprobar por unanimidad ( )
- Aprobar por mayoría (X)
- Desaprobar ( )

El Proyecto de investigación presentada por el (la) estudiante ROBLES ROMERO, AGUSTIN NICOLAS, denominado:

**"COMPORTAMIENTO DE LA MEZCLA ASFÁLTICA AGREGANDO CAUCHO RECICLADO EN PAVIMENTOS FLEXIBLES, ATE, LIMA - PERÚ, 2018"**

**SEGUNDO.** - Al culminar la sustentación, el (la) estudiante ROBLES ROMERO, AGUSTIN NICOLAS, obtuvo el siguiente calificativo:

NUMERO	LETRAS	CONDICIÓN
12	DOCE	APROBADO POR MAYORIA

Presidente (a): MGTR. CHOQUE FLORES, LEOPOLDO

*[Firma manuscrita]*  
Firma

Secretario: MGTR. CONTRERAS VELASQUEZ, JOSE

*[Firma manuscrita]*  
Firma

Vocal: DR. ESCOBEDO APESTEGUI, FRANKLIN

*[Firma manuscrita]*  
Firma



*[Firma manuscrita]*  
MGTR. Heredia Benavides, Raul  
Coordinador de Escuela  
UCV - Lima Ate



C.c: Archivo  
Escuela Profesional, Interesados, Archivo

Somos la universidad de los  
que quieren salir adelante.



### **Dedicatoria**

A Dios, por permitirme recuperar la salud para tener la oportunidad de culminar mi carrera.

A mis padres, que me enseñaron a luchar ante cualquier adversidad son la fuente de mi inspiración, al igual que mis hermanos y hermanas que me apoyaron en los momentos más difíciles que he tenido que pasar.

### **Agradecimiento**

Al profesor del curso de proyecto de investigación por su experiencia temática y científica para la culminación del estudio además de sus valiosas críticas en la corrección de la matriz de consistencia, que hace posible la realización del presente trabajo, siendo un resultado de asesoramiento y conocimientos compartidos.

## **Declaratoria de Autenticidad**

Yo, Agustín Nicolás Robles Romero, con DNI N° 09844442, a efecto de cumplir con las disposiciones vigentes consideradas en el Reglamento de Grados y Títulos de la Universidad Cesar Vallejo, Facultad de Ingeniería, Escuela de Ingeniería Civil, declaro bajo juramento que toda la documentación que acompaño es veraz y autentica.

Así mismo, declaro también bajo juramento que todos los datos e información que se presenta en la presente tesis son auténticos y veraces.

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

Lima, 17 de octubre 2018



---

Agustín Nicolás Robles Romero

DNI N° 09844442

## **Presentación**

Señores miembros del jurado calificador: Cumpliendo con las disposiciones establecidas en el reglamento de grados y título de la Universidad Cesar Vallejo pongo de vuestra consideración la presente investigación titulada: **“comportamiento de la mezcla asfáltica agregando caucho reciclado en pavimentos flexibles, Ate, Lima-Perú, 2018”**, con la finalidad de optar el título de ingeniero civil

La investigación está dividida en siete capítulos:

- INTRODUCCION. Se considera la realidad problemática, trabajos previos, teorías relacionadas al tema, formulación del problema, Justificación de estudio hipótesis y objetivos de investigación.
- METODO. Se menciona el diseño de investigación: Variables, Operacionalización población y muestra: técnicas e instrumentos de recolección de datos, valides y confiabilidad.
- RESULTADOS. Es parte del proceso de información.
- DISCUSIÓN. Se presenta el análisis y discusión de los resultados obtenidos.
- CONCLUSIONES. Se considera los objetivos planteados.
- RECOMENDACIONES. Se precisa en base al estudio realizado.
- REFERENCIAS. Se menciona todos los autores de la investigación.

**El autor**

# ÍNDICE

Página del jurado .....	ii
Dedicatoria .....	iii
Agradecimiento .....	iv
Declaratoria de Autenticidad.....	v
Presentación.....	vi
Índice .....	vii
Índice de figuras.....	xi
Índice de tablas.....	xii
Índice de graficas .....	xiv
Resumen.....	xv
Abstract .....	xvi
Introducción .....	17
1.1 Realidad Problemática. ....	18
1.2 Trabajos Previos.....	18
1.2.1 Internacionales .....	18
1.2.2 Nacional.....	19
1.3 Teorías Relacionadas al Tema .....	20
1.3.1 Comportamiento del Cemento Asfáltico .....	20
1.3.2 Comportamiento del Agregado Mineral.....	20
1.3.3 Mezcla asfáltica.....	22
1.3.4 Diseño de Mezclas Asfálticas.....	29
1.4 Formulación del Problema .....	30
1.4.1 Problema General .....	30

1.4.2 Problema Específico .....	30
1.5 Justificación .....	31
1.6 Hipótesis .....	31
1.6.1 Hipótesis General .....	31
1.6.2 Hipótesis Específico.....	31
1.7 Objetivos .....	32
1.7.1 Objetivo General.....	32
1.7.2 Objetivos Específicos.....	32
II. Método.....	33
2.1 Diseño De Investigación .....	34
2.2 Diseño cuasi experimental .....	34
2.3 Tipo de investigación .....	34
2.3.1 Tipo Aplicada .....	34
2.3.2 Nivel explicativo.....	35
2.3.3 Enfoque Cuantitativo .....	35
2.4 Variables, Operacionalizacion .....	35
2.4.1 Variable independiente: Caucho reciclado. ....	35
2.4.2 Variable dependiente: Comportamiento de mezclas asfálticas. ....	35
2.4.3 Operacionalizacion.....	35
2.5 Población y Muestra .....	37
2.5.1 Población .....	37
2.5.2 Muestra .....	37
2.6 Técnicas e Instrumentos De Recolección De Datos, Validez Y Confiabilidad .....	38

2.6.1 Técnica: .....	38
2.6.2 Instrumento: .....	38
2.6.3 Validez: .....	38
2.6.4 Confiabilidad .....	39
2.7 Métodos De Análisis De Datos .....	39
2.7.1 Estadística descriptiva: .....	40
2.7.2 Estadística inferencial: .....	40
2.8 Aspectos Éticos .....	40
III. Resultado.....	41
3.1 Ubicación del área de estudio .....	42
3.1.1 Situación actual.....	42
3.1.2 Propuesta de mejora.....	43
3.1.3 Material .....	43
3.2 Ensayo realizado a los agregados .....	44
3.2.1 Granulometría del caucho.....	46
3.2.2 Diseño Marshall de la Mezcla Patrón .....	47
3.3 Análisis de las hipótesis.....	69
3.3.1 Análisis de la hipótesis específica 1 .....	70
3.3.2 Análisis de la hipótesis específica 2 .....	73
3.3.3 Análisis de la hipótesis específica 3 .....	76
Discusión .....	81
Conclusiones.....	83
Recomendaciones.....	85

Referencias.....	89
ANEXOS .....	91

## Índice de figuras

Figura 1	Comportamiento del flujo del cemento.	19
Figura 2	Comportamiento mecánico de la mezcla.	20
Figura 3	Comportamiento de la mezcla asfáltica.	21
Figura 4	Ilustración del VMA en una probeta de mezcla compactada	25
Figura 5	ASFALTOS PETROPERU	27
Figura 6	Reciclaje de llantas	28
Figura 7	Partes del neumático - Goodyear	29
Figura 8	Proceso de modificación del asfalto por vía húmeda.	30
Figura 9	Ubicación del laboratorio	40
Figura 10	Ubicación del distrito	41
Figura 11	Pistas parchadas	42
Figura 12	Desprendimiento del agregado	42

## Índice de tablas

Tabla 1	Según las EG 2013, requerimientos para Agregados gruesos.	24
Tabla 2	Según las EG 2013, los requerimientos para agregados finos.	24
Tabla 3	Gradación para Mezcla Asfáltica en Caliente.	26
Tabla 4	Requisitos para la Mezcla de Concreto Bituminoso.	26
Tabla 5	Selección del tipo de cemento asfáltico.	28
Tabla 6	Operacionalización de variables.	37
Tabla 7	Validación del instrumento de investigación.	40
Tabla 8	Tabla de fiabilidad.	40
Tabla 9	Coordenadas UTM	44
Tabla 10	Resultado de los ensayos del agregado grueso.	46
Tabla 11	Resultado de los ensayos del agregado fino.	46
Tabla 12	Agregado grueso.	47
Tabla 13	Agregado fino.	48
Tabla 14	Granulometría del caucho.	49
Tabla 15	Agregados para el MAC convencional.	50
Tabla 16	Cuadro Ensayo Marshall para 4.5% C.A sin PCR.	51
Tabla 17	Cuadro Ensayo Marshall para 5% C.A sin PCR.	52
Tabla 18	Cuadro Ensayo Marshall para 5.5% C.A sin PCR.	53
Tabla 19	Cuadro Ensayo Marshall para 6% C.A sin PCR.	54
Tabla 20	Cuadro Ensayo Marshall para 6.5% C.A sin PCR.	55
Tabla 21	Datos de la mezcla convencional.	56
Tabla 22	Cuadro Ensayo Marshall para 4.5% C.A con 0.5% de caucho.	59
Tabla 23	Cuadro Ensayo Marshall para 5% C.A con 1% PCR.	60
Tabla 24	Cuadro Ensayo Marshall para 5.5% C.A con 1.5% PCR.	61
Tabla 25	Cuadro Ensayo Marshall para 6% C.A con 2% PCR.	62
Tabla 26	Cuadro Ensayo Marshall para 6.5% C.A con 2.5% PCR.	63
Tabla 27	Resultados de la mezcla asfáltica incorporando caucho.	64
Tabla 28	Comparación de densidades.	67
Tabla 29	Comparación de vacíos.	67
Tabla 30	Variación de los VMA en la mezcla asfáltica.	68
Tabla 31	Variación de los VFA en la mezcla asfáltica.	69
Tabla 32	Variación de la estabilidad en la mezcla asfáltica.	69
Tabla 33	Variación del flujo en la mezcla asfáltica.	70
Tabla 34	Diferencia en volumen de las briquetas.	71
Tabla 35	Prueba de normalidad para el indicador Estabilidad.	72
Tabla 36	Estadísticas descriptivas para el indicador Estabilidad.	73
Tabla 37	Prueba de T de Student de muestras independientes para el indicador Estabilidad	73
Tabla 38	Prueba de normalidad para el indicador Flujo.	75
Tabla 39	Estadísticas descriptivas para el indicador Flujo.	75
Tabla 40	Prueba de T de Student de muestras independientes para el indicador Flujo.	76
Tabla 41	Prueba de normalidad para el indicador Densidad.	76
Tabla 42	Estadísticas descriptivas para el indicador Densidad.	77
Tabla 43	Prueba de T de Student de muestras independientes para el indicador Densidad.	78
Tabla 44	Prueba de normalidad para el indicador Volumen	78

Tabla 45	Estadísticas descriptivas para el indicador Volumen	79
Tabla 46	Prueba de T de Student de muestras independientes para el indicador Volumen.	79
Tabla 47	Prueba de normalidad para el indicador Vacíos.	80
Tabla 48	Estadísticas descriptivas para el indicador % Vacíos.	81
Tabla 49	Prueba de T de Student de muestras independientes para el indicador Vacíos.	81
Tabla 50	Prueba de normalidad para el indicador VMA.	81
Tabla 51	Estadísticas descriptivas para el indicador VMA.	82
Tabla 52	Prueba de T de Student de muestras independientes para el indicador VMA.	82
Tabla 53	Prueba de normalidad para el indicador VFA.	83
Tabla 54	Estadísticas descriptivas para el indicador VFA.	
Tabla 55	Prueba de T de Student de muestras independientes para el indicador VFA.	84

## Índice de graficas

Grafico 1	Curva del Agregado grueso.	47
Grafico 2	Granulometria	48
Grafico 3	Granulometria del caucho.	49
Grafico 4	Variación de la densidad con respecto al % CA.	56
Grafico 5	Variación del porcentaje de vacíos de aire en la mezcla con respecto al % CA.	56
Grafico 6	Variación del VMA con respecto al % CA.	57
Grafico 7	Variación de loa VFA con respecto al % CA.	57
Grafico 8	Variación del flujo con respecto al % CA.	58
Grafico 9	Variación de la estabilidad con respecto al % CA.	58
Grafico 10	Variación de la Densidad con respecto al % CA con caucho.	64
Grafico 11	Variación del porcentaje de Vacíos en la mezcla con respecto al % CA con caucho.	64
Grafico 12	Variación VMA con respecto al % CA con caucho.	65
Grafico 13	Variación de los VFA con respecto al % CA con caucho.	65
Grafico 14	Variación del flujo con respecto % CA con caucho.	66
Grafico 15	Variación de la estabilidad con respecto % CA con caucho.	66
Grafico 16	Variación de la densidad.	67
Grafico 17	Variación de los vacíos en la mezcla asfáltica.	68
Grafico 18	Variación de VMA.	68
Grafico 19	Variación de VFA.	69
Grafico 20	Variación de la estabilidad.	70
Grafico 21	Variación del Flujo.	70
Grafico 22	Variación de los volúmenes de las briquetas.	71

## Resumen

En la presente investigación se toma en cuenta las diferentes investigaciones a nivel internacional y nacional, donde nos da a conocer el uso de las partículas de caucho reciclado como agregados en mezclas asfálticas y tener una alternativa para solucionar problemas de tipo mecánico en los pavimentos.

Esta investigación se realizó con el objetivo principal de identificar las características que nos proporciona la incorporación de partículas de caucho reciclado en una mezcla asfáltica convencional por vía húmeda y disminuir la presencia de fisuras.

Se determinó si los agregados tanto fino como grueso cumplían con las normas del MTC, establecidas para la realización de un pavimento asfáltico, con estos antecedentes se procedió a realizar la granulometría correspondiente al tipo de agregado comprobando que se encuentren dentro de los límites establecido.

Luego se elaboró una serie de muestras conocidas como briquetas, preparadas en caliente a temperaturas entre los 140° y 170° C; luego de ser elaboradas se disponen a ensayar por medio de la máquina Marshall la cual arrojó datos de estabilidad y flujo. Las briquetas ensayadas mediante el procedimiento Marshall el cual permitió tabular los datos de forma correcta para su posterior representación mediante gráficas de cada una de sus propiedades, determinando así los porcentajes óptimos de cada uno de los pavimentos asfálticos.

**Palabras Claves:** asfalto, mezcla asfáltica convencional, partículas de caucho reciclado.

## **Abstract**

In the present investigation the different investigations are taken into account at international and national level, where we are informed about the use of recycled rubber particles as aggregates in asphalt mixtures and have an alternative to solve problems of mechanical type in pavements.

This research was carried out with the main objective of identifying the characteristics that the incorporation of recycled rubber particles in a conventional asphalt mixture by wet route provides us and reducing the presence of cracks.

It was determined whether the fine and coarse aggregates complied with the standards of the MTC, established for the realization of an asphalt pavement, with this background the granulometry corresponding to the type of aggregate was carried out checking that they are within the established limits.

Then a series of samples known as briquettes, prepared hot at temperatures between 140 ° and 170 ° C; after being prepared they are ready to test by means of the Marshall machine which yielded stability and flow data.

The briquettes tested by the Marshall procedure which allowed tabulating the data correctly for later representation by graphing each of its properties, thus determining the optimal percentages of each of the asphalt pavements.

**Keywords:** asphalt, conventional asphalt mix, recycled rubber particles

## **Introducción**

## **1.1 Realidad Problemática.**

Estamos en la época de las innovaciones tecnológicas, en las cuales se presenta una variedad de aditivos que permita una buena resistencia de la mezcla asfáltica. Por lo tanto deberá resistir los diferentes climas y el elevado tránsito al que estará sometido.

En los últimos gobiernos dieron prioridad al desarrollo de obras viales en todo el territorio peruano, ejecutando más de 15,000 kilómetros de carreteras asfaltadas, conectando e integrando a más pueblos para promover el desarrollo económico de la población.

Debido al gran aumento de vehículos motorizados en nuestra ciudad, las avenidas principales se han visto afectadas, motivo por el cual causan un enorme tráfico en horas punta y ocasiona un problema de incomodidad a los usuarios que se desplazan por ellas a sus centros de trabajo y hogares.

Tenemos la necesidad de realizar un buen diseño que nos brinde una mayor duración y resistencia mecánica al pavimento asfáltico en el Perú. Planteamos mediante el presente estudio de investigación, adicionar el caucho para mezclar con el agregado y poder obtener un buen diseño.

Es importante manejar una cultura en el reciclaje de los neumáticos, ya que este material se puede usar en la construcción de carreteras y poder cuidar nuestro medio ambiente.

¿Comportamiento de la Mezcla Asfáltica Agregando Partículas de Caucho Reciclado en Pavimentos Flexibles, Ate, Lima - Perú, 2018?

## **1.2 Trabajos Previos**

### **1.2.1 Internacionales**

Yung, (2013) en su estudio titulado la *Caracterización, diseño y verificación de una MAM con grano de llanta triturado y fibra kaltex*, con el propósito de obtener el título de ingeniero civil en la Universidad Nacional de Colombia Sede Medellín. Su fin es que el objetivo principal de estudio era llegar a mejorar las propiedades del asfalto convencional adicionándole granos de caucho reciclado y la fibra de kaltex, cuyo objetivo es alcanzar un buen ligante que ayude a mejorar la viscosidad a altas temperaturas consiguiendo el aumento de la rigidez y así poder contar con un ligante que posea buenas propiedades adhesivas.

Páez y Valarezo (2015) presentaron su estudio titulado *Diseño de mezclas asfálticas en caliente con adición de caucho pulverizado por vía húmeda*, con el propósito de obtener

el título de ingeniero civil en la Pontificia Universidad Católica del Ecuador. Cuyo objetivo es encontrar un diseño de mezcla el cual sea apropiado según el uso que se pueda dar, para lo cual el agregado pétreo debe de cumplir con los ensayos que exigen las normas y poder obtener buenos resultados de ellas y como la estabilidad se amenora al adicionar caucho pulverizado, llegando a la conclusión la pérdida de la fuerza a las deformaciones de la briqueta, haciendo que ésta se vuelva más flexible; sin embargo esta prueba cumple con los parámetros establecidos en el Método Marshall, que especifica que deben ser mayores a 2200 libras.

Díaz y Castro (2017) presentaron su tema de investigación titulada *Implementación del GCR proveniente de llantas usadas para mejorar las mezclas asfálticas y garantizar pavimentos sostenibles en Bogotá*, Cuyo objetivo de estudio fue el de incluir al grano de caucho reciclado como agregado pétreo y obtener una mezcla modificada, para mejorar su vida útil del pavimento y mejorar sus propiedades de ahuellamiento y reducir los contenidos de vacíos de aire en las mezclas asfálticas, considerando que el caucho mejora esta propiedad.

### **1.2.2 Nacional**

Carrizales (2015), presento la tesis titulada *Asfalto modificado con material reciclado de llantas para su aplicación en pavimentos flexibles*. Cuyo objetivo de estudio considera encontrar un diseño de mezcla adecuado para la zona del altiplano, agregando el caucho en una mezcla asfáltica y cumpliendo con lo propuesto por MTC y que La rigidez de la mezcla modificada con caucho reciclado de llanta es menor que al de la mezcla asfáltica convencional, donde el flujo es muy elevado lo cual amenora la estabilidad del pavimento y no es el adecuado para la zona porque presentaría aguellamientos en la carretera.

Pereda y Cubas (2015) presentaron la tesis titulada *Investigación de los AMCR de llantas y su comparación técnico-económico con los asfaltos convencionales*. Cuyo objetivo de estudio fue demostrar la importancia de los asfaltos modificados y comparar las diferentes propiedades de acuerdo a las pruebas que exigen las normas establecidas adicionando como parte del agregado el caucho reciclado en la preparación del asfalto, el cual mejora las propiedades mecánicas y la resistencia a la reformación plástica con el uso del asfalto liquido RC-70.

Cervera (2016) en su tesis *Influencia en las propiedades mecánicas de una MACR de neumáticos, Cajamarca, 2016*. Cuyo objetivo de estudio es saber cómo el caucho

reciclado combinado en proporciones adecuadas, se emplea para un diseño de una mezcla asfáltica lo cual mejora en forma positiva el aumento de su resistencia a la deformación y el flujo en un 2.6% y 2.3% para el tránsito pesado, según el diseño que se utilizó con 1% de PCR, obteniendo el mejor resultado según lo indica el Manual de Carreteras EG 20013.

### 1.3 Teorías Relacionadas al Tema

Considerando que el tema a desarrollar es de mucha importancia, elijo buscar información en los trabajos realizados por los diferentes investigadores y libros relacionados al tema, los cuales muestran resultados satisfactorios sobre el uso del caucho como parte del agregado.

#### 1.3.1 Comportamiento del Cemento Asfáltico

Según afirma Tafur (2014), considera que “Es un material adhesivo que se adhiere al agregado a una temperatura adecuada, como propiedad principal es su endurecimiento elástico y el envejecimiento” (p.14).

Según el Instituto Mexicano del Transporte (2005), afirma que “Se debe combinar en proporciones adecuadas los materiales, para obtener una buena mezcla asfáltica a una temperatura adecuada por un tiempo limitado según la región o lugar donde se use” (p.8).

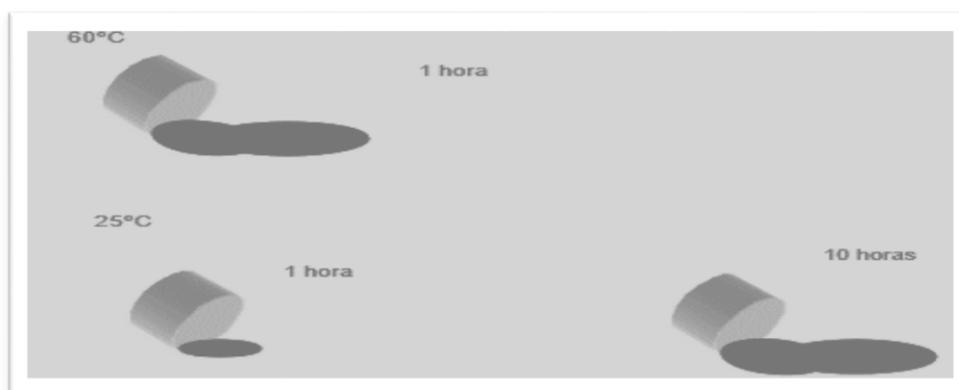


Figura 1. Comportamiento del flujo del cemento.

#### 1.3.2 Comportamiento del Agregado Mineral

##### Agregados pétreos.

Según Rodríguez (2005), considera que “El pavimento flexible debe de estar constituido por un agregado pétreo duro y en partículas uniformes, que se usan en la mezcla asfáltica y en la constitución de las bases del pavimento” (p.21).

Este agregado pétreo que se utiliza en la construcción de pavimentos, se encuentran en la canteras en las cuales se obtienen el tamaño deseado mediante un proceso mecánico.

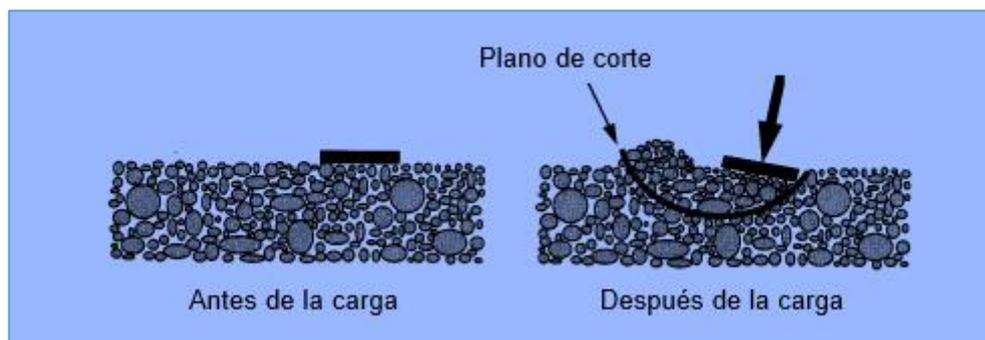


Figura 2: Comportamiento mecánico de la mezcla

### **Comportamiento de mezclas asfálticas**

Según el IMT (2005), considera “El comportamiento visco – elastoplastico se presenta debido a la composición del material que se utiliza para combinar la mezcla asfáltica” (p.8).

Según Ramírez (2015), considera que “Es de mucha importancia realizar las pruebas en el laboratorio para poder conseguir un buen diseño de pavimento” (p.33).

Es de mucha importancia utilizar buenos materiales en la combinación de la mezcla asfáltica, porque nos garantiza buenos resultados en los ensayos de laboratorio y poder obtener una buena estructura del pavimento.

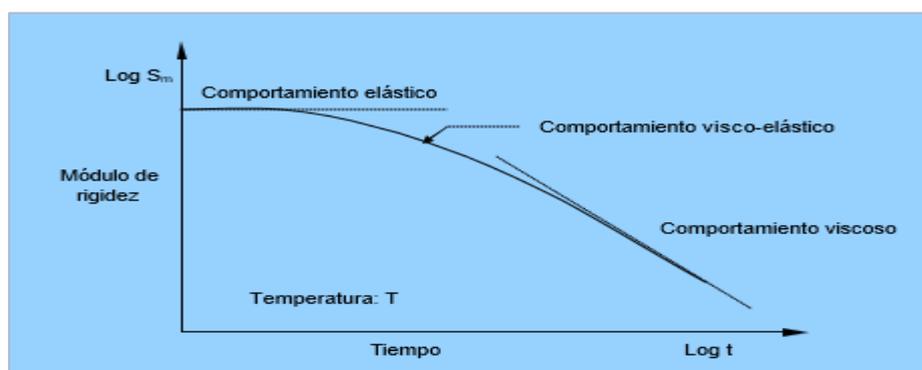


Figura 3. Comportamiento de la mezcla asfáltica.

### **Propiedades mecánicas.**

Según Paredes Matta (2009), confirma que “El Comportamiento mecánico se da por la calidad de material que deberá cumplir con las normas vigentes y se utilizara para realizar un diseño de mezcla asfáltica en caliente [...]; considerando al módulo dinámico como propiedad mecánica a unas mezclas de otras” (p.15).

- **Resistencia.-** “Esta propiedad está relacionada más al desgaste que pueda tener un agregado al momento de estar expuesto a la abrasión o a impactos, en el cual se puede medir con varios ensayos como lo es en el ensayo de los ángeles” (Terrerros y Carvajal, 2016, p. 27).
- **Tenacidad.-** Según Terreros y Carvajal (2016), confirma que “Debemos obtener un buen agregado pétreo, para que pueda tener una buena solidez a la falla por impacto” (p.27).
- **Adherencia.-** La adherencia de un agregado debe tener una textura rugosa y una forma irregular y angulosa procedente de una cantera, para utilizar en una mezcla asfáltica mezcla para concreto hidráulico se utilizan material de cantera. (Terrerros y Carvajal, 2016, p. 27).
- **Dureza.-** Según Terreros y Carvajal (2016), confirma que “La dureza del agregado depende de su estructura y del lugar de procedencia, esta propiedad se confirma por medio de un ensayo resistencia del agregado” (p.27).

### **Propiedades físicas**

- **Granulometría.-** Según Ballena (2013), confirma que “La granulometría es la clasificación a la medición que se lleva a cabo los materiales, haciendo pasar una muestra representativa por los tamices de mayor a menor abertura, según lo normado por el MTC” (p.37).
- **Textura.-** El agregado debe tener una textura lisa o rugosa donde se puede evaluar la trabajabilidad, la resistencia al deslizamiento y su adherencia con la mezcla asfáltica.
- **Forma de la partícula.-** Es importante que el agregado tenga esta propiedad, ya que mediante esta se puede evaluar la trabajabilidad, en el cual puede ser de forma redondeada, angulosa, irregular y entre otras. Cuando un agregado pétreo tiene forma irregular y angulosa esta posee buenas propiedades.

### **1.3.3 Mezcla asfáltica**

Según Carrizales (2015), confirma que “La cantidad adecuada de los materiales para obtener una mezcla asfáltica, nos permite realizar esta combinación en centrales fijas o móviles. Se emplea para la construcción de carreteras donde nos permita obtener una superficie de rodamiento cómoda y segura [,,] garantizando el desplazamiento de los vehículos y sean soportadas por ésta” (p.30).

**Propiedades de mezclas asfálticas.** Según Garnica, (2005) afirma que “La selección apropiada de los materiales determinara el comportamiento del pavimento y la carpeta asfáltica” (p.2).

- **Durabilidad.** Como afirma Tafur (2014), considera que “El asfalto debe resistir al alto transito al cual va estar sometido y a los cambios de temperatura, motivo por el cual puede ocasionar una disgregación de la mezclas asfáltica afectando separación de la película de asfalto” (p.17).
- **Estabilidad.** Según Tafur (2014), afirma que “La mezcla asfáltica debe tener una buena combinacion del agregado, para soportar una deformidad y evitar el desplazamiento” (p.16).
- **Flexibilidad.** Según Tafur (2014), afirma que “La combinación adecuada de la mezcla asfáltica tiene como cualidad de poder adaptarse a los movimientos, asentamientos de la base y subrasante” (p.17).
- **Trabajabilidad.** Según Tafur (2014), considera que “La facilidad de la mezcla asfáltica no se requiere de mucho esfuerzo, para ser colocada y compactada” (p.18).

#### **Característica de la Mezcla Asfáltica**

- **Agregado grueso y Agregado fino.-** Con el fin de realizar un diseño de mezcla, se deben utilizar los agregados pétreos y se deben realizar los ensayos que exige el MTC, donde se verificara si el material cumple con lo exigido para su uso según la Tabla 423-01.

Tabla 1. Según las EG 2013, requerimientos para Agregados gruesos.

Ensayo	Norma	Requerimiento	
		Altitud (msnm)	
		≤3.000	>3.000
Durabilidad (al Sulfato de Magnesio)	MTC E 209	18% máx.	15% máx.
Abrasión Los Ángeles	MTC E 207	40% máx.	35% máx.
Adherencia	MTC E 517	95	95
Índice de Durabilidad de Agregados	MTC E 214	35% mín.	35% mín.
Partículas chatas y alargadas	ASTM 4791	10% máx.	10% máx.
Absorción *	MTC E 206	1,0% máx.	1,0% máx.

Fuente: Manual de Carretera, (EG-2013)

Tabla 2. Según las EG 2013, requerimientos para agregados finos

Ensayo	Norma	Requerimiento	
		Altitud (msnm)	
		≤3.000	>3.000
Equivalente de Arena	MTC E 114	60	70
Índice de Plasticidad (malla N.º 40)	MTC E 111	NP	NP
Durabilidad (al Sulfato de Magnesio)	MTC E 209	-	18% máx.
Índice de Durabilidad	MTC E 214	35 mín.	35 mín.
Índice de Plasticidad (malla N.º 200)	MTC E 111	4 máx.	NP
Absorción**	MTC E 205	0,5% máx.	0,5% máx.

Fuente: Manual de Carretera, (EG-2013)

- **Densidad de la mezcla.-** Según Ramírez (2015), afirma que “Está relacionado con el peso unitario de la mezcla asfáltica y tener una alta densidad en el pavimento terminado” (p.34). **Vacíos de aire (Va).-** Según Ramírez (2015), confirma que “En una mezcla asfáltica compactada es de mucha importancia, la presencia de los pequeños espacios de aire ya que están relacionados a la granulometría de los agregados revestidos de cemento asfáltico” (p.34).
- **Vacíos en el agregado mineral.-** Según Ramírez (2015), confirma que “En la mezcla asfáltica compactada se encuentran los vacíos en el agregado mineral, de acuerdo a su patrón de mezcla y al porcentaje de asfalto” (p.35).
- **Contenido de asfalto.-** Según Ramírez (2015), afirma que “Esta en función al tamaño del agregado pétreo y la capacidad de absorción del asfalto” (p.36).

La cantidad del asfalto que se usa en la combinación de una mezcla asfáltica es muy importante, porque dependerá de su diseño y deberá estar de acuerdo a las necesidades del proyecto a realizar.

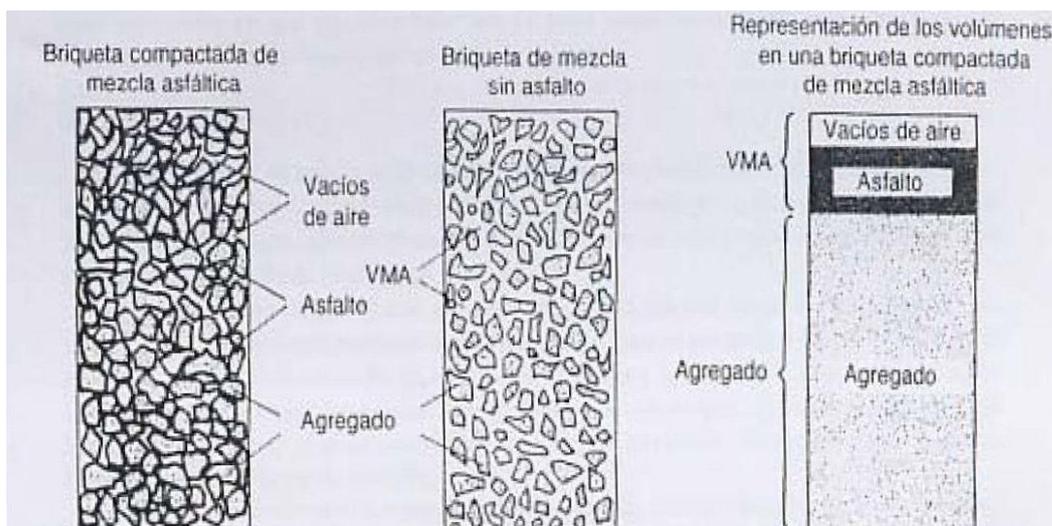


Figura 4: Ilustración del VMA en una probeta de mezcla compactada.

- **Gradación Para La Mezcla Asfáltica En Caliente (Mac):**

Es importante realizar el ensayo granulométrico, propuesto por las normas según la Tabla 423-03 del manual de carreteras. Según el Instituto del asfalto y la norma ASTM D 3515 donde presenta gradaciones específicas, para la cual se pueden utilizar en las diferentes combinaciones según el diseño que se utilice.

Tabla 3. Gradación para Mezcla Asfáltica en Caliente.

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

Fuente: Manual de carreteras EG 2013.

Es importante cumplir con los ensayos que se realiza a los materiales y así realizar un buen diseño que cumpla con las características que se requiere según el proyecto lo exija, basándonos en las normas del MTC.

Una mezcla asfáltica es la combinación del tamaño del árido y los finos lo cual nos brinda las propiedades físicas y se usan para firmes de carreteras, aeropuertos donde

puedan resistir el alto tránsito vehicular, lo cual se realiza según el MTC E 504 (ASTM D-1559) según lo exige el (MTC EG, 2013)

**Tabla 4.** Requisitos para la Mezcla de Concreto Bituminoso.

Parámetros del Diseño Marshall	Unidad	Clase de Mezcla Tipo B
Numero de Golpes	Nª	50
Estabilidad	Kg	5.44 KN
Flujo	Mm	8-16
Porcentaje de vacíos de aire	%	3 -5
Vacíos en el agregado mineral	%	Ver tabla
VMA que cumpla con la necesidad		
Índice de rigidez	Kg/cm	1700 - 4000

Fuente: Manual de carreteras EG 2013

### Asfaltos

Según Salvatierra (2014), considera que “El cemento asfáltico se extrae mediante la refinación del petróleo, es viscoso y su color es negro, utilizado como aglomerante en la combinación con el agregado pétreo” (p.13).

Para petroperu considera; que mediante la destilación del petróleo crudo se obtiene una buena composición química y presentan propiedades termoplásticas de solido a semisólido de considerando el factor climático. ASFALTOS PETROPERU

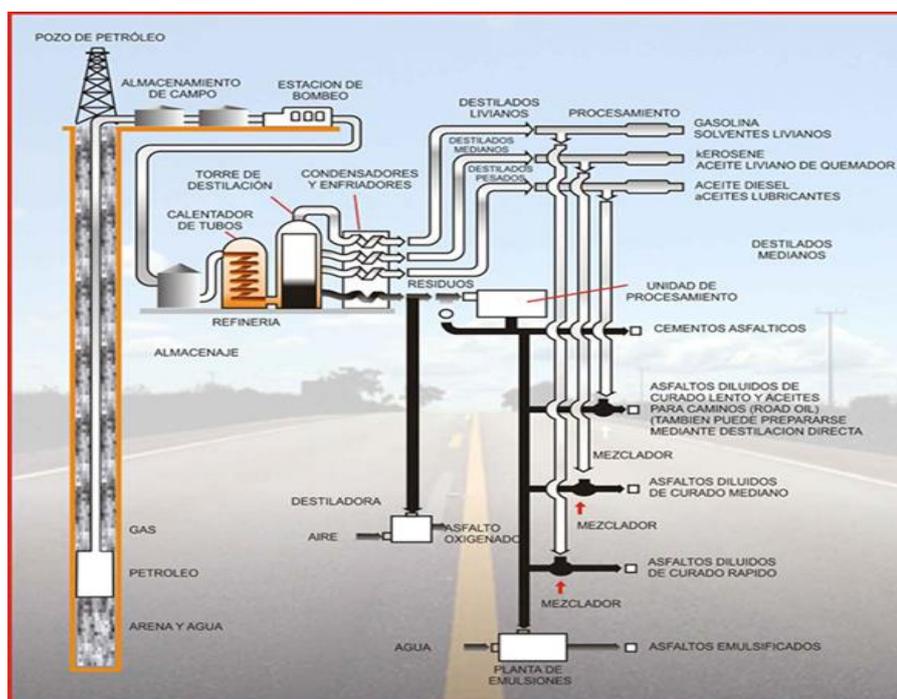


Figura 5: ASFALTOS PETROPERU.

## Cemento asfáltico

La utilización del cemento asfáltico en la construcción de carreteras será por su viscosidad absoluta y por penetración de acuerdo a la región o lugar de su empleo. Para el desarrollo de investigación, se utilizara el cemento asfáltico PEN 60/70.

Tabla 5. Selección del tipo de cemento asfáltico

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

Fuente: Manual de carreteras EG 2013

## Asfaltos Modificados

Son de mucha importancia porque mejoran sus propiedades y prolongan su vida útil: Según Ramírez (2006), afirma que “Realizar una buena combinación en proporciones adecuadas del agregado pétreo con el cemento asfáltico para mejorar las propiedades del asfalto modificado” (p.11).

Importancia del asfalto modificado:

- ✓ Es más resistente a altas temperaturas y crece la resistencia a la deformidad de la mezcla expuesta a bajas temperaturas.
- ✓ Mejorar la unión del agregado pétreo.
- ✓ Aumenta la adherencia, ofreciendo mejor contención de los áridos.
- ✓ Se alarga la duración útil de la mezcla asfáltica.

## El Caucho De Reciclaje

Es un material elástico y resistente que lo encontramos en los neumáticos y en las plantas de las botas militares, lo cual se puede utilizar en un diseño de mezcla asfáltica.

Según Cervera (2016), afirma que “El uso y el tratamiento del caucho es bueno en su reutilización en aquellos países que existen normas ambientales” (p.30).



Figura 6: Reciclaje de llantas

Fuente: propia

### El Neumático

Es importante en el uso de los vehículos y está hecho de caucho que ayuda a tener un buen contacto con el pavimento, permitiendo el arranque y frenado lo cual es usado en las unidades de transporte ligero y pesado a nivel mundial es de caucho.

Según Castro (2008), afirma que “El neumático principalmente está cubierta de caucho y contiene aire. Donde permite el desplazamiento del vehículo soportando su carga” (p.2).

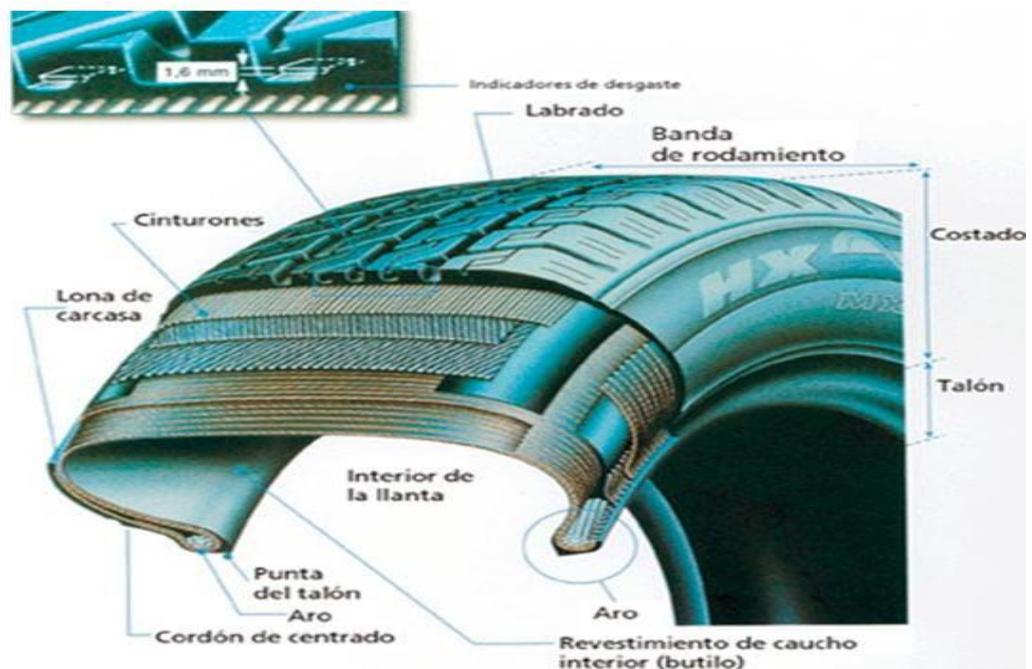


Figura 7: Partes del neumático - Goodyear

Fuente: Fajardo y Vergaray (2014, p. 51.)

## Proceso Vía Húmeda

Para este proceso de vía humedad en la preparación de la mezcla asfáltica:

Según Silvestre (2017) considera que “La combinación del caucho con el cemento asfáltico y el agregado pétreo, tendremos como resultado una mezcla modificada, donde intervienen como característica la temperatura, el tipo, el tamaño y el porcentaje en la combinación de la mezcla asfáltica” (p.34).

Según Ramírez (2006) considera que “Es de mucha importancia establecer una temperatura de 180 – 210 °C y el tiempo de 1 a 4 horas de reacción dentro del estanque para la adhesión del agregado pétreo, el cemento asfáltico y el caucho” (p.19).



Figura 8: Proceso de modificación del asfalto por vía húmeda.

### 1.3.4 Diseño de Mezclas Asfálticas

#### Método Marshall

Diseñado por el ingeniero Bruce Marshall del estado de Mississippi, es el método utilizado para la elaboración de diseños y determina las propiedades de estabilidad y fluencia.

Según Maila (2013), afirma que “Los agregados pétreos deben de tener como tamaño máximo 25mm y el cemento asfáltico debe de caracterizarse por la viscosidad y la penetración. En la construcción pavimentación en caliente” (p.18).

Según Orellana (2016), afirma que “Para este método Marshall considera importante las propiedades físico – mecánicas, basándose en la medida del agregado pétreo y la cantidad del cemento asfáltico” (p.48).

### **Densidad de la Mezcla.**

Según Ramírez (2006), afirma que “La densidad de la mezcla asfáltica, está definida como su peso unitario (el peso de un volumen específico de la mezcla). Es importante tener una alta densidad en el pavimento terminado, para tener un rendimiento duradero” (p.34).

### **Estabilidad Marshall**

Según Chamorro y Chancusi (2017), confirma que “La estabilidad Marshall se determina sometiendo la briqueta a compresión y poder establecer la resistencia de la briqueta a la deformación” (p.29).

### **Fluencia Marshall**

Según Chamorro y Chancusi (2017), confirma que “La fluencia Marshall, nos mide la deformidad de la briqueta” (p.29).

## **1.4 Formulación del Problema**

### **1.4.1 Problema General**

¿De qué manera la incorporación de partículas de caucho reciclado mejora el comportamiento de la mezcla asfáltica convencional en pavimentos flexibles en Ate - Lima, 2018?

### **1.4.2 Problema Específico**

a) ¿Cómo influye la incorporación de partículas de caucho reciclado en el resistencia de la mezcla asfáltica convencional en pavimentos flexibles en Ate - Lima, 2018?

b) ¿Cómo contribuye la incorporación de partículas de caucho reciclado en el ensayo de compresión de la mezcla asfáltica convencional en pavimentos flexibles en Ate - Lima, 2018?

c) ¿Cómo interviene la incorporación de partículas de caucho reciclado en los vacíos de la mezcla asfáltica convencional en pavimentos flexibles en Ate - Lima, 2018?

## **1.5 Justificación**

### **Justificación Tecnológica.**

El presente estudio que se realiza, se enfoca en utilizar el caucho reciclado en la combinación con el agregado pétreo con el cemento asfáltico para obtener una mezcla modificada en caliente y poder mejorar la resistencia al alto tránsito según el diseño que se realice.

### **Justificación Social.**

El resultado del estudio nos permitirá dar a conocer un diseño adecuado para evitar el deterioro del pavimento asfáltico y que puedan usarlo en la construcción de carreteras, para disminuir la alta congestión vehicular que se ocasiona en horas punta y poder contribuir con nuestra sociedad.

### **Justificación Ambiental.**

El estudio de investigación a desarrollar, se modificará la mezcla asfáltica agregando caucho, la cual mejorará sus propiedades y alargará el mantenimiento de las carreteras reduciendo la contaminación ambiental por la quema de llantas.

Viendo la problemática en el distrito de Ate Vitarte, realizo esta investigación para poder presentar ante la comunidad una fuente de información que pueda utilizarla en la construcción de carreteras y mejore su duración.

## **1.6 Hipótesis**

### **1.6.1 Hipótesis General**

La incorporación de partículas de caucho reciclado influye en el comportamiento de la mezcla asfáltica convencional en pavimentos flexibles en Ate - Lima, Perú, 2018.

### **1.6.2 Hipótesis Específico**

a) La incorporación de partículas de caucho reciclado influye en la resistencia de la mezcla asfáltica convencional en pavimentos flexibles en Ate - Lima, Perú, 2018.

b) La incorporación de partículas de caucho reciclado contribuye en el ensayo de compresión de la mezcla asfáltica convencional en pavimentos flexibles en Ate -Lima, Perú, 2018.

c) La incorporación de partículas de caucho reciclado interviene en los vacíos de la mezcla asfáltica convencional en pavimentos flexibles en Ate - Lima. Perú, 2018.

## **1.7 Objetivos**

### **1.7.1 Objetivo General**

Determinar en qué manera la incorporación de partículas de caucho reciclado mejora el comportamiento de la mezcla asfáltica convencional en pavimentos flexibles en Ate - Lima, Perú, 2018

### **1.7.2 Objetivos Específicos**

a) Analizar cómo influye la incorporación de partículas de caucho reciclado en la resistencia de la mezcla asfáltica convencional en pavimentos flexibles en Ate -Lima, Perú, 2018.

b) Evaluar como interviene la incorporación de partículas de caucho reciclado en el ensayo de compresión de la mezcla asfáltica convencional en pavimentos flexibles en Ate - Lima, Perú, 2018.

c) Demostrar como contribuye la incorporación de partículas de caucho reciclado en los vacíos de la mezcla asfáltica convencional en pavimentos flexibles en Ate -Lima, Perú, 2018.

## **II. Método**

## 2.1 Diseño De Investigación

Para desarrollar el tema a investigar, se acude a libros y tesis, donde encontraremos información idónea del tipo y diseño que se adecue a nuestro trabajo a desarrollar.

Según Hernández, Fernández y Baptista (2014), confirma que “Se considera un trabajo de investigación, al diseño que se utiliza como estrategia para poder conseguir la información que se solicita” (p. 128).

## 2.2 Diseño cuasi experimental

Según Hernández, Fernando y Baptista afirman que “Los diseños cuasi experimentales, está conformado por un grupo con control mínimo” (p. 37).

La investigación cuasi experimental es esencial para realizar los ensayos a compresión con las briquetas elaboradas, con el objetivo de comparar e identificar cuál es el porcentaje de caucho como agregado recomendable para conseguir mayor resistencia en relación al asfalto común. Contribuyendo a la mejora de las obras civiles y al mismo tiempo al cuidado medioambiental.

**Esquema:**

<b>G: O1- X - O2</b>
----------------------

Dónde: **X:** Variable independiente (Incorporación de partículas de caucho)

**O1:** Mezcla asfáltica convencional

**O2:** Mezcla asfáltica convencional (agregando % de caucho)

## 2.3 Tipo de investigación

### 2.3.1 Tipo Aplicada

De acuerdo al desarrollo del tema a estudiar, siendo de tipo aplicada nos confirma:

Gutiérrez (2010), afirma que “Consiste en obtener un concepto pragmático de la mano con la tecnología manteniendo un criterio para poder obtener un beneficio para la comunidad” (p. 25-26).

Basándose en la teoría, la cual nos permite desarrollar Se busca conocer la resistencia de las briquetas de mezcla asfáltica sin caucho y con caucho, y así para poder obtener el mejor resultado.

### **2.3.2 Nivel explicativo**

Según Valderrama (2007), afirma que “Dos o más variables se encuentran relacionadas entre sí en una investigación la cual la explicación va más allá de los conceptos” (p.33).

Considerando nuestra investigación de nivel explicativo, la cual responde a las expectativas de la investigación.

### **2.3.3 Enfoque Cuantitativo**

“Se inicia con una idea para establecer la finalidad y las interrogantes obteniendo una respuesta en la recolección de datos para poder analizar y obtener en forma estadística el resultado” (Hernández, Fernández y Baptista, 2014, p.17).

Considerando los ensayos realizados para esta investigación, obtenemos los resultados numéricos y susceptibles de medición e interpretación para determinar de qué manera influye en la combinación del agregado pétreo y el caucho en la mezcla modificada en caliente.

## **2.4 Variables, Operacionalización**

### **2.4.1 Variable independiente: Caucho reciclado.**

Según Cervera (2016), considera que “El aprovechamiento de neumáticos se realizan en los países que tienen compromisos de cuidar el medio ambiente, por lo tanto, su fabricación es de buena calidad” (p.30).

### **2.4.2 Variable dependiente: Comportamiento de mezclas asfálticas.**

Según el Instituto del Asfalto (1982), confirma que “La combinación adecuada de mezcla asfáltica en caliente realizada en el laboratorio, se estudia las propiedades de la estructura del pavimento y determinar su posible desempeño”. Según el Instituto del Asfalto (1982).

### **2.4.3 Operacionalización**

Considerando las evaluaciones de la Operacionalización en los indicadores que se realizan de acuerdo a la norma EM-2016, ver en las tablas 04 y 06. Se observa En la Operacionalización de las variables.

**Tabla 6.** Operacionalización de variables.

Variable	Definición conceptual	Definición operacional	Dimensión	Items	Indicador	Norma	Instrumento y escala
VI: Agregando Caucho reciclado	Según Cervera (2016), afirma que “El uso y el tratamiento del caucho es bueno en su reutilización en aquellos países que existen normas ambientales” (p.30).	Cervera (2016) afirma que “El uso y el tratamiento del caucho es bueno en su reutilización en aquellos países que existen normas ambientales” (p. 30).	Caucho	1	Tamaño	ASTM D 6114 PARA ASFALTO MODIFICADO CON CAUCHO Aparato Marshall	Cuestionario Observación Fotografías
				2	Cantidad		
V2: Comportamiento Mecánico de la mezcla asfáltica	Según Paredes Matta (2009), confirma que “El Comportamiento mecánico se da por la calidad de material que deberá cumplir con las normas vigentes y se utilizara para realizar un diseño de mezcla asfáltica en caliente [...]; considerando al módulo dinámico como propiedad mecánica a unas mezclas de otras” (p.15)	Según Ballena (2013), confirma que “La granulometría es la clasificación a la medición que se lleva a cabo los materiales, haciendo pasar una muestra representativa por los tamices de mayor a menor abertura, según lo normado por el MTC” (p.37).	Resistencia	3	Flujo	Manual de Carreteras EG 2013 – MTC NTP 400.012,  ASTM D-422 Y  AASHTO T-127.  (ASTM D 2041  ASTM 1559	Cuestionario Observación Fotografías
				4	Estabilidad		
			Ensayo compresión a	5	Volumen		
				6	Peso		
				7	Contenido de asfalto		
			Vacíos	8	% Vacíos de aire		
				9	Vacíos del agregado mineral		
10	Vacíos lleno de C.A						

## 2.5 Población y Muestra

### 2.5.1 Población

Según Fracica (1988), afirma que “Es un conjunto de personas o cosas de todas las cantidades de muestreo en una investigación” (p.36).

La realización del estudio de investigación se considera que la Población está determinada por las 33 briquetas de mezcla asfáltica, de las cuales se realizarán los diferentes ensayos a los agregados normado por el MTC.

$$30.41 = \frac{N}{1 + \frac{(0.05^2)(N - 1)}{(1.96^2) \times (0.5)(0.5)}} = 32.94$$

Población

N=32.94 Briquetas

### 2.5.2 Muestra

El estudio que se realizó son de las 32.94 briquetas de mezcla asfáltica en caliente, de las cuales 15 briquetas se le adicionara con contenidos de asfalto de 4.5%,5%,5.5%,6%,6.5%,7% y 15 briquetas de mezcla asfáltica con incrementos de 0.5%, 1%,1.5%.2%,2.5% y 3% de caucho de las cuales serán 03 briquetas por cada porcentaje de cemento asfaltico según la norma ASTM 1559.

$$n = \frac{32.94}{1 + \frac{(0.05^2)(32.94 - 1)}{(1.96^2) \times (0.5)(0.5)}} = 30.41$$

El caucho reciclado será adquirido por el estudiante, en la cual se realizará la granulometría del tamaño inferior al tamiz #4 al #200, adjuntando el polvo más fino proveniente del triturado de neumáticos. Las cuáles serán ensayados en la Prensa Marshall, según especificaciones.

- **Muestreo No probabilístico (A conveniencia)**

Considerando el muestreo No Probabilístico del proyecto de investigación a desarrollar, la población de estudio es controlable y la muestra posee la misma dimensión de cada una de las briquetas para su análisis.

## 2.6 Técnicas e Instrumentos De Recolección De Datos, Validez Y Confiabilidad

### 2.6.1 Técnica:

Según Bernal, C. (2010), afirma que “Para obtener de información hay una variedad de técnicas para desarrollar en el campo de acuerdo al tipo de investigación” (p. 192).

Teniendo en cuenta el tipo de investigación a desarrollar se empleará, la observación en los diversos ensayos de los agregados y las, en los ambientes de RCP LABORATORIO, basándonos en los Ensayos de Materiales-2016, ver la tabla 04 y 06.

### 2.6.2 Instrumento:

Según Hernández (2014), afirma que “Es un instrumento que el investigador utiliza para recolectar datos mediante los ensayos o pruebas basándose en las variables que utiliza el investigador” (p.199).

Para la recolección de datos obtenidos durante el proceso se consideró principalmente los formatos y registros que se utilizaron en los ensayos realizados en RCP LABORATORIO cuyos datos obtenidos se adjuntara en el anexo.

### 2.6.3 Validez:

Según Hernández (2014), afirma que “La confirmación de la información obtenida nos indica al grado de validez del contenido que se mide” (p.201).

La validación del instrumento en esta investigación, será revisada por tres ingenieros civiles, lo cual consta de un cuestionario relacionado a los indicadores del tema de investigación.

**Tabla 7:** Validación del instrumento de investigación.

Especialistas	%
Ing. Malasquez huaranga Luis	80%
Ing. Cotrina Leguía Arturo	78.5%
Ing. Kelle Chaluja Francko	78.5%
Promedio	79%

**Fuente:** Agustín robles, 2018.

## Validez de criterio.-

**Tabla 8:** Tabla de fiabilidad

Alfa de Cronbach	Nº De Elementos
0.801	10

**Fuente:** Agustín robles, 2018

El resultado que nos presenta el cuadro, indica que existe una confiabilidad en los instrumentos de recojo de datos, el cual tiene un valor de 0.801 que nos resulta confiable.

### 2.6.4 Confiabilidad

Según Hernández (2014), afirma que “Es el grado que se aplica para obtener un resultado coherente de una persona u objeto” (p.200).

Es de mucha importancia saber elegir un instrumento de medición, para poder obtener una buena información de una determinada población y poder obtener buenas conclusiones al estudio de investigación que uno realiza.

### 2.7 Métodos De Análisis De Datos

Mediante el estudio de investigación se evalúan los resultados obtenidos para que sean analizados estadísticamente mediante gráficos de barras y tablas. Para analizar las diferencias que existen las dos variables agregándole caucho a una de ellas, lo cual se desarrolla en los ambientes de RCP LABORATORIO.



*Figura 9:* Ubicación del laboratorio

Fuente: Google maps

En este estudio se utilizará el software SPSS versión 22, para la contrastación de las hipótesis y el procesamiento estadístico de los resultados obtenidos mediante las pruebas realizados en el laboratorio RCP.

### **2.7.1 Estadística descriptiva:**

Según Córdoba (2003), afirma que “Se denomina como métodos estadísticos al análisis de los resultados mediante cálculos y gráficos” (p.1).

Se estudiara las propiedades de la muestra de estudio, mediante un análisis estadístico haciendo uso de la media, mediana, varianza y desviación estándar, lo cual se considera las gráficas respectivas para su interpretación.

### **2.7.2 Estadística inferencial:**

Según Hernández, Fernández y Baptista (2014), afirma que “La manera adecuada para dar una conclusión, debe ser confiable mediante el proceso obtenido de los datos de una muestra” (p.299).

Siendo objetivo con los datos obtenidos, utilizaremos el software SPSS versión 22, lo cual nos ayudara a procesar la información y realizar el análisis estadístico y la contrastación de las hipótesis mediante las pruebas realizadas que busca deducir sus cualidades de una muestra aplicando fórmulas matemáticas.

## **2.8 Aspectos Éticos**

De acuerdo a la metodología de la UCV me comprometo en respetar los resultados obtenidos basándome en las normas técnicas que están establecidas y a la vez alcanzar un aporte de este estudio para que puedan ser utilizados. De esta manera se confirma realizar el citado de los autores del marco teórico y poder sustentar esta investigación.

### **III. Resultado**

### 3.1 Ubicación del área de estudio

El lugar de estudio que se realiza está ubicado en el departamento de Lima, distrito de Ate.

**Tabla 9:** Coordenadas UTM

COORDENADA UTM		
DISTRITO	SUR	OESTE
ATE	12°00'37"	76°52'12"

Fuente: Elaboración propia



*Figura 10:* Ubicación del distrito

Fuente: Google maps

#### 3.1.1 Situación actual

El problema en que se encuentra el distrito de Ate, son las vías que se encuentran en mal estado causando tráfico y daños a los vehículos motores que transitan por estas calles, se busca mejorar la mezcla asfáltica para que su periodo de trabajabilidad sea mucho más duradera y resistente.

Al referirme del deterioro de las vías y la carpeta asfáltica en el distrito de Ate, tengo que demostrar la importancia de las propiedades de la mezcla asfáltica, para que tenga una vida útil según lo exige el ministerio de transportes. Ya que las vías son construidas por el municipio y por los pobladores.

Por lo tanto presentamos algunas evidencias de las vías que se encuentran en mal estado.



Figura 11: Pistas parchadas

Fuente: Propia



Figura 12: Desprendimiento del agregado

Fuente: Propia

### **3.1.2 Propuesta de mejora**

Evaluación de los diferentes diseños de la mezcla asfáltica incorporando partículas de caucho

### **3.1.3 Material**

El material que se utilizara para realizar los diferentes diseños de mezcla asfáltica será proveniente de la cantera JMK, el cual tendrá que realizarse los diferentes ensayos y deberá cumplir con las normas según el MTC.

### 3.2 Ensayo realizado a los agregados

**Tabla 10:** Resultado de los ensayos del agregado grueso

Ensayos	Normas	Mtc	Resultados
Análisis Granulométrico por tamizado	MTC E 204 y ASTM D422		Cumple con las especificaciones
Peso Específico y Absorción del Agregado Grueso	N.T.P. 400.021 y ASTM C127	Absorción Max: 1%	0.78%
Abrasión de los Ángeles al Desgaste de los Agregados	MTC E 207-2000 y ASTM C131	Max : 40%	11%
Porcentaje de Caras Fracturadas	ASTM – D5821 / MTC E-210	85/50	95.9% / 89.8%
Porcentaje de Partículas Chatas y Alargadas	MTC E 223 y ASTM D4791	Max : 10%	3.90%
Durabilidad al sulfato de magnesio	MTC E 209	18% máx.	3.30%
Adherencia de los agregados	MTC E 206	95	95

**Fuente:** Elaboración propia

**Tabla 11:** Resultado de los ensayos del agregado fino.

Ensayos	Normas	MTC	Resultados
Equivalente de arena	MTC E 114	60	61%
Límites de consistencia (Malla N° 40)	MTC E 111	32NP	NP
Índice de plasticidad (Malla N° 200)	MTC E 111	4 max	1%
Durabilidad al sulfato de magnesio	MTC E 209		2.40%
Gravedad específica	MTC E 205		263.00%
Absorción	MTC E 205	0.5% max	1.33%
Adherencia de los agregados	MTC E 220	4 min	Cumple con las especificaciones

**Fuente:** Elaboración propia

Resultado del tamizado del agregado grueso con un peso total de 9,393 Kg

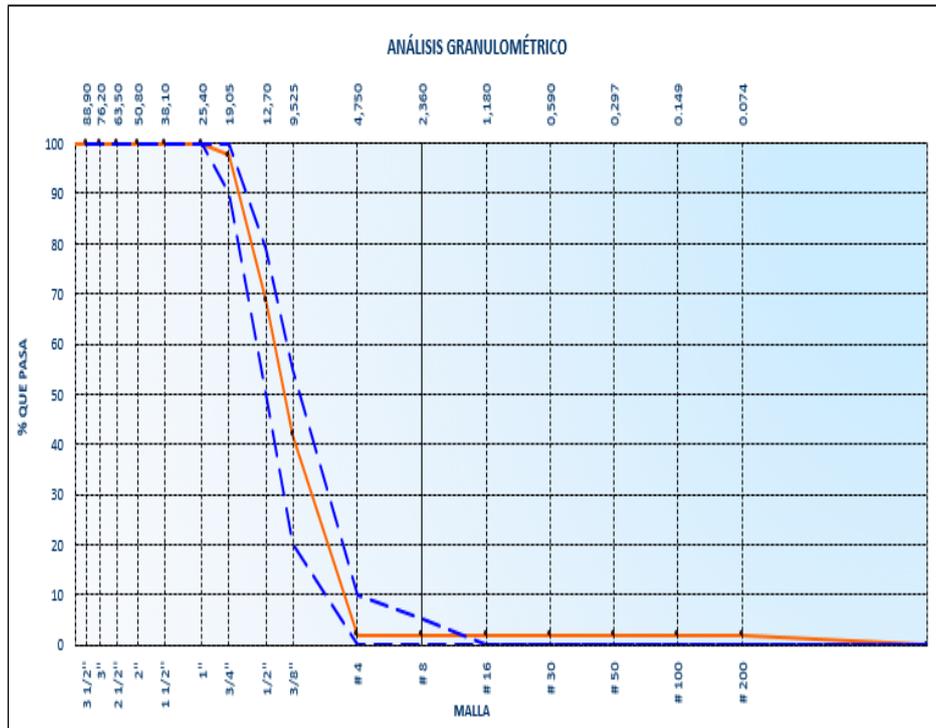
**Tabla 12:** Agregado grueso

AGREGADO GRUESO						
Malla		Peso Ret. (gr)	Peso Ret. (%)	Peso Ret. Acum. (%)		% Pasa Acum.
3/4"	19.05 mm	224.00	2.38	2.38		97.62
1/2"	12.70 mm	2714.00	28.89	31.28		68.72
3/8"	9.53 mm	2530.00	26.93	58.21		41.79
#4	4.75 mm	3738.00	39.80	98.01		99.54
#8	2.36 mm	0.00	0.00	98.01		86.83
#16	1.18 mm	0.00	0.00	98.01		66.82
#30	0.59 mm	0.00	0.00	98.01		48.33
#50	0.30 mm	0.00	0.00	98.01		33.76
#100	0.15 mm	0.00	0.00	98.01		21.17
#200	0.07 mm	0.00	0.00	98.01		13.26
Fondo		187.00	1.99	100.00		0.00
<b>PESO TOTAL</b>		<b>9393.00</b>				

**Fuente:** Elaboración propia

Basándose en la prueba de la granulometría realizada, confirma que el material pétreo obtenido de la cantera de JMK, es confiable y cumple a las normas que exige el ministerio de transportes, para realizar el diseño de la mezcla asfáltica.

**Grafico 1:** Curva del Agregado grueso.



**Fuente:** Elaboración propia

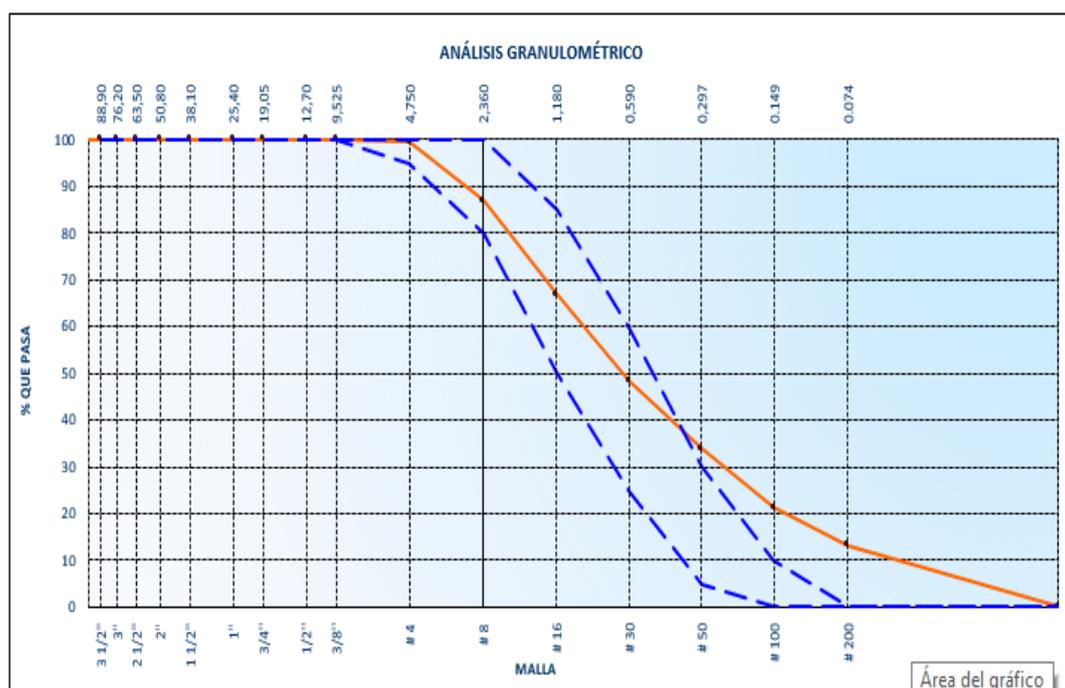
Continuando con el ensayo de granulometría, se obtiene el peso de muestra de 949.60 gr.

**Tabla 13:** Agregado fino

Agregado Fino					
Malla		Peso Ret. (gr)	Peso Ret. (%)	Peso Ret. Acum. (%)	% Pasa Acum.
#4	4.75 mm	4.40	0.46	0.46	99.54
#8	2.36 mm	120.70	12.71	13.17	86.83
#16	1.18 mm	190.00	20.01	33.18	66.82
#30	0.59 mm	175.60	18.49	51.67	48.33
#50	0.30 mm	138.20	14.56	66.24	33.76
#100	0.15 mm	119.60	12.59	78.83	21.17
#200	0.07 mm	75.10	7.91	86.74	13.26
Fondo		125.90	13.26	100.00	0.00
PESO TOTAL		949.60			

**Fuente:** Elaboración propia

**Grafico 2:** Granulometria



**Fuente:** Elaboración propia

### 3.2.1 Granulometría del caucho

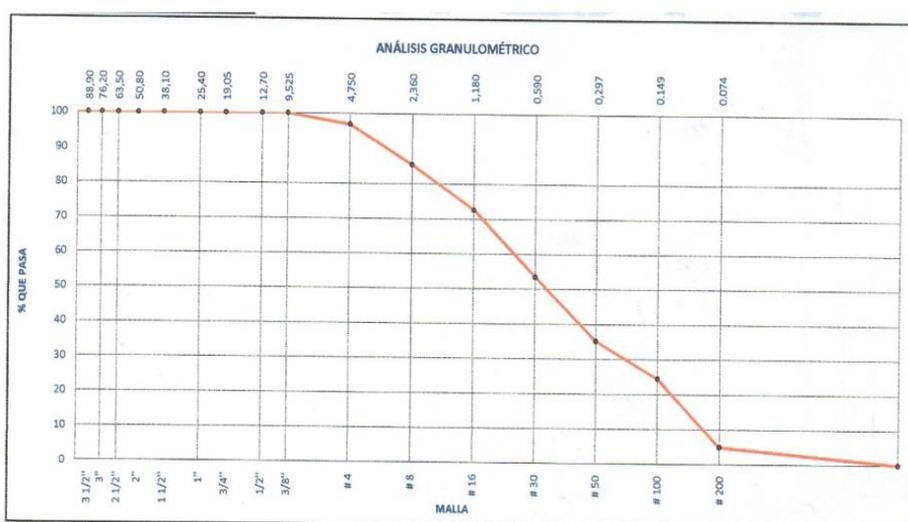
Se realizó la granulometría del caucho desde la malla N° 4 hasta la malla N°200 Con la finalidad de establecer sus características según la norma NTP 339.128 y ASTM D422 y con un peso de muestra 1051.70 kg.

**Tabla 14:** Granulometria del caucho.

<b>CAUCHO</b>					
<b>Malla</b>		<b>Peso Ret. (gr)</b>	<b>Peso Ret. (%)</b>	<b>Peso Ret. Acum. (%)</b>	<b>% Pasa Acum.</b>
<b>#4</b>	4.75 mm	<b>32.40</b>	3.08	3.08	86.92
<b>#8</b>	2.36 mm	<b>120.50</b>	11.46	14.54	85.46
<b>#16</b>	1.18 mm	<b>135.20</b>	12.66	27.39	72.61
<b>#30</b>	0.59 mm	<b>201.30</b>	19.14	46.53	53.47
<b>#50</b>	0.30 mm	<b>192.40</b>	18.29	64.83	35.17
<b>#100</b>	0.15 mm	<b>112.00</b>	10.65	75.48	24.52
<b>#200</b>	0.07 mm	<b>205.60</b>	19.55	95.03	4.97
<b>Fondo</b>		<b>53.20</b>	4.97	100.00	0.00
<b>PESO TOTAL</b>		<b>1051.70</b>			

Fuente: Elaboración propia

**Grafico 3:** Granulometria del caucho.



Fuente: Elaboración propia

Habiendo realizado el ensayo de granulometría al caucho, se obtiene el grafico que establece la medida máxima de 4.75mm. Hasta 0.07 mm. De PCR dando como resultado una granulometría continúa.

### 3.2.2 Diseño Marshall de la Mezcla Patrón

Continuando con el proceso para hallar el peso adecuado en la combinacion de los materiales y poder obtener una mezcla patrón, se realizan combinaciones en las siguientes proporciones: 4.50%, 5.0 %, 5.5 %, 6.0 % ,6.5 %.

**Tabla 15:** Agregados para el MAC convencional.

Porcentaje de asfalto	4.5%	5%	5.5%	6%	6.5%
Peso de asfalto	54	60	66	72	78
Peso de piedra	458.4	456	453.6	451.2	392.4
Peso de arena	687.6	684	680.4	676.8	729.6
Peso de filler					
Peso de briqueta	1200	1200	1200	1200	1200

Fuente: Elaboración propia, 2018.

Se realiza el peso de los agregados 1146 g, luego se colocan dentro del horno para ser secadas a temperaturas de 105°C - 110°C, se prepararon 3 briquetas de mezcla asfáltica basándose al incremento del cemento asfáltico en 4.5% hasta 6.5% para luego ser colocadas en los moldes y proceder a compactarlas en forma manual con 50 golpes por cada lado, se procede a desmoldar las briquetas para poder anotar los datos del peso específico y de absorción, luego se procede a realizar la rotura de las briquetas obteniendo el valor de la estabilidad, el flujo, los vacíos del agregado mineral y los vacíos llenos con cemento asfáltico. Este procedimiento se realiza dentro de los ambientes del laboratorio de suelos RCP.

En la siguiente tabla mostramos los resultados obtenidos mediante el ensayo Marshall, del diseño propuesto con porcentaje del cemento asfáltico PEN 60/70 adicionando desde 4.5%, donde se obtuvo la densidad, los vacíos, la estabilidad, flujo, Según el MAC B, para los 50 golpes por lado.

**Tabla 16:** Cuadro Ensayo Marshall para 4.5% C.A sin PCR.

ITEM	NUMERO DE PROBETAS	CA al 4.5 %			Prom.
		1	2	3	
1	% DE C.A. EN PESO DE LA MEZCLA TOTAL	4.5	4.5	4.5	4.5
2	% DE AGREGADO GRUESO (> N° 4) EN PESO DE LA MEZCLA	38.2	38.2	38.2	38.2
3	% DE AGREGADO FINO (< N° 4) EN PESO DE LA MEZCLA	57.3	57.3	57.3	57.3
4	PESO ESPECÍFICO DEL CEMENTO ASFÁLTICO - APARENTE	1.018	1.018	1.018	1.0
5	PESO ESPECÍFICO BULK SECO DEL AGREGADO GRUESO	2.73	2.734	2.734	2.7
6	PESO ESPECÍFICO BULK SECO DEL AGREGADO FINO	2.82	2.82	2.82	2.8
7	ALTURA DE LA BRIQUETA (cm)	6.16	6.15	6.19	6.2
8	ALTURA PROMEDIO		6.2		
9	PESO DE LA BRIQUETA AL AIRE (g)	1197.5	1195.2	1198.8	1197.2
10	PESO DE LA BRIQUETA SATURADA (g)	1206.8	1204.8	1205.5	1205.7
11	PESO DE LA BRIQUETA EN EL AGUA (g)	715	714	715	714.7
12	PESO DEL AGUA ABSORBIDA (g) 12-11	9.3	9.6	6.7	8.5
13	VOLUMEN DE BRIQUETA (cm³) 12-13	491.8	490.8	490.5	491.0
14	PESO ESPECIFICO DE LA BRIQUETA 11/15	2.435	2.435	2.444	2.438
15	<b>PESO ESPECÍFICO MÁXIMO (RICE) - ASTM D 2041</b>	<b>2.57</b>	<b>2.57</b>	<b>2.57</b>	<b>2.570</b>
16	% DE VACÍOS DE AIRE (%) ((17-16)/17)*100	5.256	5.245	4.901	5.134
17	PESO ESPECÍFICO BULK DEL AGREGADO TOTAL (g/cm³) (2+3+4)/(2/6+3/7)	2.787	2.787	2.787	2.787
18	% VMA 100-(16*95.5)/19	16.555	16.546	16.243	16.45
19	% DE VACÍOS LLENADOS CON C. A. ((21-18)/(21))*100	68.255	68.302	69.826	68.794
20	PESO ESPECÍFICO DEL AGREGADO TOTAL (2+3+4)/(1+2+3+4/17)-(1/5)	2.769	2.769	2.769	2.769
21	% ASFALTO ABSORVIDO POR EL AGREGADO TOTAL 100*((23-20)*(5))/(20*23)	-0.235	-0.235	-0.235	-0.235
22	% DE ASFALTO EFECTIVO (%) 1-(24*%agreg)/100	4.735	4.735	4.735	4.735
23	FLUJO (mm)	2.6	2.2	2.9	2.57
24	ESTABILIDAD SIN CORREGIR (kg)	1250	1226	1239	1238
25	FACTOR DE ESTABILIDAD	1	1.04	1	1.01
26	ESTABILIDAD CORREGIDA (kg)	1250	1275	1239	1255
27	INDICE DE RIGIDEZ	480.6	579.8	427.4	495.9

Fuente: Agustín Robles, 2018

A continuación presentamos los resultados obtenidos mediante el ensayo Marshall, el porcentaje del cemento asfáltico PEN 60/70 adicionado es de 5%, donde se obtuvo la densidad, los vacíos, la estabilidad, flujo. Según el MAC B, para los 50 golpes por lado.

**Tabla 17:** Cuadro Ensayo Marshall para 5% C.A sin PCR.

ITEM	NUMERO DE PROBETAS	CA al 5.0 %			Prom.
		4	5	6	
1	% DE C.A. EN PESO DE LA MEZCLA TOTAL	5.0	5.0	5.0	5.0
2	% DE AGREGADO GRUESO (> N° 4) EN PESO DE LA MEZCLA	38.9	38.9	38.9	38.9
3	% DE AGREGADO FINO (< N° 4) EN PESO DE LA MEZCLA	56.1	56.1	56.1	56.1
4	PESO ESPECÍFICO DEL CEMENTO ASFÁLTICO - APARENTE	1.018	1.018	1.018	1.0
5	PESO ESPECÍFICO BULK SECO DEL AGREGADO GRUESO	2.734	2.734	2.734	2.7
6	PESO ESPECÍFICO BULK SECO DEL AGREGADO FINO	2.82	2.82	2.82	2.8
7	ALTURA DE LA BRIQUETA (cm)	6.16	6.19	6.17	6.2
8	ALTURA PROMEDIO		6.2		
9	PESO DE LA BRIQUETA AL AIRE (g)	1197.6	1196.2	1198.3	1197.4
10	PESO DE LA BRIQUETA SATURADA (g)	1207.2	1208.5	1205.6	1207.1
11	PESO DE LA BRIQUETA EN EL AGUA (g)	712	723	716	717.0
12	PESO DEL AGUA ABSORBIDA (g) 12-11	9.6	12.3	7.3	9.7
13	VOLUMEN DE BRIQUETA (cm <sup>3</sup> ) 12-13	495.2	485.5	489.6	490.1
14	PESO ESPECIFICO DE LA BRIQUETA 11/15	2.418	2.464	2.448	2.443
15	<b>PESO ESPECÍFICO MÁXIMO (RICE) - ASTM D 2041</b>	<b>2.569</b>	<b>2.569</b>	<b>2.569</b>	<b>2.569</b>
16	% DE VACÍOS DE AIRE (%) ((17-16)/17)*100	5.862	4.093	4.729	4.895
17	PESO ESPECÍFICO BULK DEL AGREGADO TOTAL (g/cm <sup>3</sup> ) (2+3+4)/(2/6+3/7)	2.786	2.786	2.786	2.786
18	% VMA 100-(16*95.5)/19	17.530	15.981	16.538	16.683
19	% DE VACÍOS LLENADOS CON C. A. ((21-18)/(21))*100	66.563	74.388	71.405	70.785
20	PESO ESPECÍFICO DEL AGREGADO TOTAL (2+3+4)/(1+2+3+4/17)-(1/5)	2.793	2.793	2.793	2.793
21	% ASFALTO ABSORVIDO POR EL AGREGADO TOTAL 100*((23-20)*(5))/(20*23)	0.093	0.093	0.093	0.093
22	% DE ASFALTO EFECTIVO (%) 1-(24*%agreg)/100	4.907	4.907	4.907	4.907
23	FLUJO (mm)	3.2	3.6	3.4	3.40
24	ESTABILIDAD SIN CORREGIR (kg)	1273	1356	1347	1325
25	FACTOR DE ESTABILIDAD	1.04	1.04	1.04	1.04
26	ESTABILIDAD CORREGIDA (kg)	1324	1410	1401	1378
27	INDICE DE RIGIDEZ	413.6	391.6	412.1	405.8

Fuente: Agustín Robles, 2018.

A continuación presentamos los resultados obtenidos mediante el ensayo Marshall, el porcentaje del cemento asfáltico PEN 60/70 adicionado es de 5.5%, donde se obtuvo la densidad, los vacíos, la estabilidad, flujo. Según el MAC B, para los 50 golpes por lado.

**Tabla 18:** Cuadro Ensayo Marshall para 5.5% C.A sin PCR.

ITEM	NUMERO DE PROBETAS	CA al 5.5 %			Prom.	
		7	8	9		
1	% DE C.A. EN PESO DE LA MEZCLA TOTAL	5.5	5.5	5.5	5.5	
2	% DE AGREGADO GRUESO (> N° 4) EN PESO DE LA MEZCLA	37.8	37.8	37.8	37.8	
3	% DE AGREGADO FINO (< N° 4) EN PESO DE LA MEZCLA	56.7	56.7	56.7	56.7	
4	PESO ESPECÍFICO DEL CEMENTO ASFÁLTICO - APARENTE	1.018	1.018	1.018	1.0	
5	PESO ESPECÍFICO BULK SECO DEL AGREGADO GRUESO	2.734	2.734	2.734	2.7	
6	PESO ESPECÍFICO BULK SECO DEL AGREGADO FINO	2.82	2.82	2.82	2.8	
7	ALTURA DE LA BRIQUETA (cm)	6.18	6.13	6.17	6.2	
8	ALTURA PROMEDIO		6.2			
9	PESO DE LA BRIQUETA AL AIRE (g)	1197.7	1196.6	1195.5	1196.6	
10	PESO DE LA BRIQUETA SATURADA (g)	1203.2	1204.6	1205.7	1204.5	
11	PESO DE LA BRIQUETA EN EL AGUA (g)	717	715	717	716.3	
12	PESO DEL AGUA ABSORBIDA (g)	12-11	5.5	8.0	10.2	7.9
13	VOLUMEN DE BRIQUETA (cm <sup>3</sup> )	12-13	486.2	489.6	488.7	488.2
14	PESO ESPECÍFICO DE LA BRIQUETA	11/15	2.463	2.444	2.446	2.451
15	<b>PESO ESPECÍFICO MÁXIMO (RICE) - ASTM D 2041</b>		<b>2.552</b>	<b>2.552</b>	<b>2.552</b>	<b>2.552</b>
16	% DE VACÍOS DE AIRE (%) ((17-16)/17)*100)		<b>3.472</b>	<b>4.231</b>	<b>4.142</b>	<b>3.948</b>
17	PESO ESPECÍFICO BULK DEL AGREGADO TOTAL (g/cm <sup>3</sup> ) (2+3+4)/(2/6+3/7)		<b>2.787</b>	<b>2.787</b>	<b>2.787</b>	<b>2.787</b>
18	% VMA 100-(16*95.5)/19		<b>16.464</b>	<b>17.121</b>	<b>17.044</b>	<b>16.876</b>
19	% DE VACÍOS LLENADOS CON C. A. ((21-18)/(21))*100		<b>78.911</b>	<b>75.289</b>	<b>75.696</b>	<b>76.632</b>
20	PESO ESPECÍFICO DEL AGREGADO TOTAL (2+3+4)/(1+2+3+4/17)-(1/5)		<b>2.797</b>	<b>2.797</b>	<b>2.797</b>	<b>2.797</b>
21	% ASFALTO ABSORVIDO POR EL AGREGADO TOTAL 100*((23-20)*(5))/(20*23)		0.139	0.139	0.139	0.139
22	% DE ASFALTO EFECTIVO (%) 1-(24*%agreg)/100		5.361	5.361	5.361	5.361
23	FLUJO (mm)		<b>4.20</b>	<b>3.80</b>	<b>4.10</b>	<b>4.03</b>
24	ESTABILIDAD SIN CORREGIR (kg)		<b>1365</b>	<b>1366</b>	<b>1355</b>	<b>1362</b>
25	FACTOR DE ESTABILIDAD		1.04	1.04	1.04	1.04
26	ESTABILIDAD CORREGIDA (kg)		<b>1419</b>	<b>1420</b>	<b>1409</b>	<b>1416.3</b>
27	INDICE DE RIGIDEZ		338.0	373.8	343.7	351.8

Fuente: Agustín Robles, 2018.

A continuación, presentamos los resultados obtenidos mediante el ensayo Marshall, el porcentaje del cemento asfáltico PEN 60/70 adicionado es de 6%, donde se obtuvo la densidad, los vacíos, la estabilidad, flujo. Según el MAC B, para los 50 golpes por lado.

**Tabla 19:** Cuadro Ensayo Marshall para 6% C.A sin PCR.

ITEM	NUMERO DE PROBETAS	CA al 6.0 %			
		10	11	12	Prom.
1	% DE C.A. EN PESO DE LA MEZCLA TOTAL	6	6	6	6
2	% DE AGREGADO GRUESO (> N° 4) EN PESO DE LA MEZCLA	32.9	32.9	32.9	34.5
3	% DE AGREGADO FINO (< N° 4) EN PESO DE LA MEZCLA	61.1	61.1	61.1	59.5
4	PESO ESPECÍFICO DEL CEMENTO ASFÁLTICO - APARENTE	1.018	1.018	1.018	1
5	PESO ESPECÍFICO BULK SECO DEL AGREGADO GRUESO	2.734	2.734	2.734	2.7
6	PESO ESPECÍFICO BULK SECO DEL AGREGADO FINO	2.82	2.82	2.82	2.8
7	ALTURA DE LA BRIQUETA (cm)	6.16	6.19	6.19	6.2
8	ALTURA PROMEDIO		6.2		
9	PESO DE LA BRIQUETA AL AIRE (g)	1194.6	1196.2	1197.7	1196.2
10	PESO DE LA BRIQUETA SATURADA (g)	1205.4	1205.2	1204.2	1204.9
11	PESO DE LA BRIQUETA EN EL AGUA (g)	719	717	721	719.0
12	PESO DEL AGUA ABSORBIDA (g) 12-11	10.8	9.0	6.5	8.8
13	VOLUMEN DE BRIQUETA (cm <sup>3</sup> ) 12-13	486.4	488.2	483.2	485.9
14	PESO ESPECIFICO DE LA BRIQUETA 11/15	2.456	2.450	2.479	2.462
15	<b>PESO ESPECÍFICO MÁXIMO (RICE) - ASTM D 2041</b>	<b>2.535</b>	<b>2.535</b>	<b>2.535</b>	<b>2.535</b>
16	% DE VACÍOS DE AIRE (%) ((17-16)/17)*100	3.116	3.344	2.222	2.894
17	PESO ESPECÍFICO BULK DEL AGREGADO TOTAL (g/cm <sup>3</sup> ) (2+3+4)/(2/6+3/7)	2.789	2.789	2.789	2.789
18	% VMA 100-(16*95.5)/19	17.232	17.427	16.468	17.042
19	% DE VACÍOS LLENADOS CON C. A. ((21-18)/(21))*100	81.916	80.810	86.510	83.078
20	PESO ESPECÍFICO DEL AGREGADO TOTAL (2+3+4)/(1+2+3+4/17)-(1/5)	2.801	2.801	2.801	2.801
21	% ASFALTO ABSORVIDO POR EL AGREGADO TOTAL 100*((23-20)*(5))/(20*23)	0.159	0.159	0.159	0.159
22	% DE ASFALTO EFECTIVO (%) 1-(24*%agreg)/100	5.841	5.841	5.841	5.841
23	FLUJO (mm)	4.8	5.2	4.5	4.83
24	ESTABILIDAD SIN CORREGIR (kg)	1191	1179	1482	1284
25	FACTOR DE ESTABILIDAD	1.04	1.04	1.04	1.04
26	ESTABILIDAD CORREGIDA (kg)	1239	1227	1553	1339.7
27	INDICE DE RIGIDEZ	317.7	278.8	345	313.8

Fuente: Agustín Robles, 2018.

A continuación presentamos los resultados obtenidos mediante el ensayo Marshall, el porcentaje del cemento asfáltico PEN 60/70 adicionado es de 6.5%, donde se obtuvo la densidad, los vacíos, la estabilidad, flujo. Según el MAC B, para los 50 golpes por lado.

**Tabla 20:** Cuadro Ensayo Marshall para 6.5% C.A sin PCR.

ITEM	NUMERO DE PROBETAS	CA al 6.5 %			Prom.
		13	14	15	
1	% DE C.A. EN PESO DE LA MEZCLA TOTAL	6.5	6.5	6.5	6.5
2	% DE AGREGADO GRUESO (> N° 4) EN PESO DE LA MEZCLA	32.7	32.7	32.7	32.7
3	% DE AGREGADO FINO (< N° 4) EN PESO DE LA MEZCLA	60.8	60.8	60.8	60.8
4	PESO ESPECÍFICO DEL CEMENTO ASFÁLTICO - APARENTE	1.018	1.018	1.018	1.0
5	PESO ESPECÍFICO BULK SECO DEL AGREGADO GRUESO	2.734	2.734	2.734	2.7
6	PESO ESPECÍFICO BULK SECO DEL AGREGADO FINO	2.82	2.82	2.82	2.8
7	ALTURA DE LA BRIQUETA (cm)	6.19	6.17	6.15	6.2
8	ALTURA PROMEDIO		6.2		
9	PESO DE LA BRIQUETA AL AIRE (g)	1197.7	1195.9	1196.3	1196.6
10	PESO DE LA BRIQUETA SATURADA (g)	1205.4	1203.8	1204.3	1204.5
11	PESO DE LA BRIQUETA EN EL AGUA (g)	721	719	723	721.0
12	PESO DEL AGUA ABSORBIDA (g) 12-11	7.7	7.9	8.0	7.9
13	VOLUMEN DE BRIQUETA (cm <sup>3</sup> ) 12-13	484.4	484.8	481.3	483.5
14	PESO ESPECIFICO DE LA BRIQUETA 11/15	2.473	2.467	2.486	2.475
15	<b>PESO ESPECÍFICO MÁXIMO (RICE) - ASTM D 2041</b>	<b>2.513</b>	<b>2.513</b>	<b>2.513</b>	<b>2.513</b>
16	% DE VACÍOS DE AIRE (%) ((17-16)/17)*100	1.610	1.839	1.092	1.514
17	PESO ESPECÍFICO BULK DEL AGREGADO TOTAL (g/cm <sup>3</sup> ) (2+3+4)/(2/6+3/7)	2.791	2.791	2.791	2.791
18	% VMA 100-(16*95.5)/19	17.175	17.368	16.739	17.094
19	% DE VACÍOS LLENADOS CON C. A. ((21-18)/(21))*100	90.627	89.412	93.477	91.172
20	PESO ESPECÍFICO DEL AGREGADO TOTAL (2+3+4)/(1+2+3+4/17)-(1/5)	2.799	2.799	2.799	2.799
21	% ASFALTO ABSORVIDO POR EL AGREGADO TOTAL 100*((23-20)*(5))/(20*23)	0.098	0.098	0.098	0.098
22	% DE ASFALTO EFECTIVO (%) 1-(24*%agreg)/100	6.402	6.402	6.402	6.402
23	FLUJO (mm)	4.7	4.2	4.6	4.50
24	ESTABILIDAD SIN CORREGIR (kg)	1100	1254	1289	1214
25	FACTOR DE ESTABILIDAD	1.04	1.04	1.04	1.0
26	ESTABILIDAD CORREGIDA (kg)	1057	1304	1341	1233.9
27	INDICE DE RIGIDEZ	224.9	310.5	291.4	275.6

Fuente: Agustín robles, 2018.

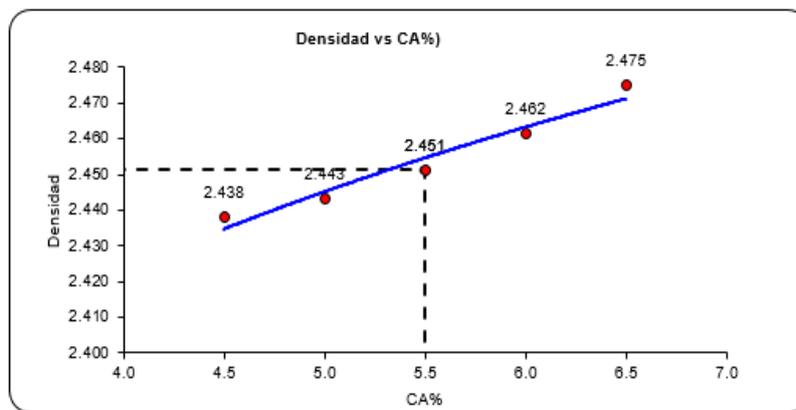
Mediante el procedimiento realizado se obtienen los datos en que se concluyen demostrando mediante gráficos según la cantidad de asfalto que se utiliza.

**Tabla 21:** Datos de la mezcla convencional.

Asfalto 60/70	Densidad	% Vacíos	VMA	VFA	Estabilidad	Flujo
%	gr/cc	%	%	%	Kg	mm
4.5	2.438	5.134	16.45	68.79	1255	2.57
5	2.443	4.895	16.68	70.78	1378	3.40
5.5	2.451	3.948	16.87	76.63	1416	4.03
6	2.462	2.894	17.04	83.07	1339.7	4.83
6.5	2.475	1.514	17.09	91.17	1233.9	4.50

Fuente: Elaboración propia

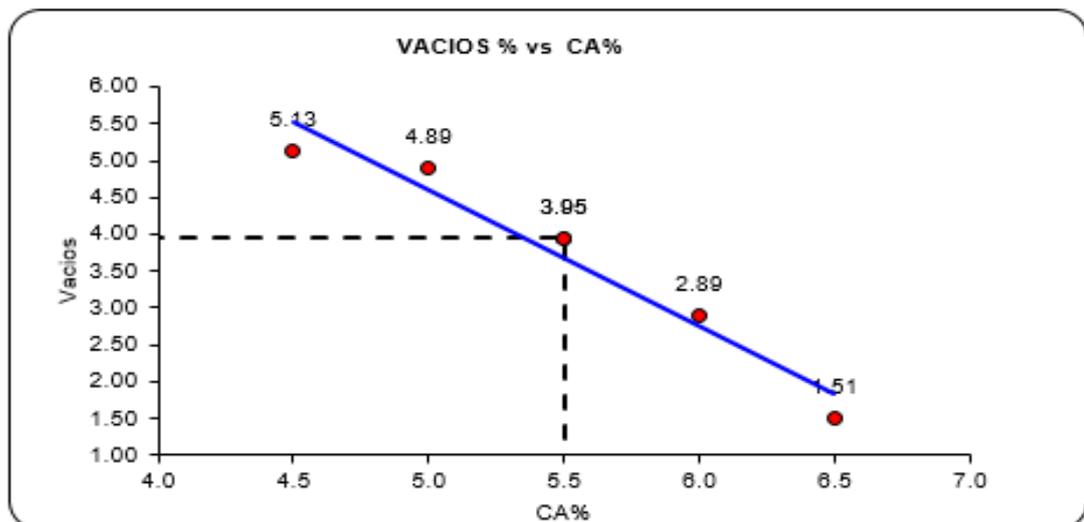
**Grafico 4:** Variación de la densidad con respecto al % CA.



Fuente: Elaboración propia, 2018

Conforme al grafico se observa el resultado de la densidad con 2.451 g/cm<sup>2</sup> a un porcentaje óptimo de 5.5% de asfalto según el diseño realizado.

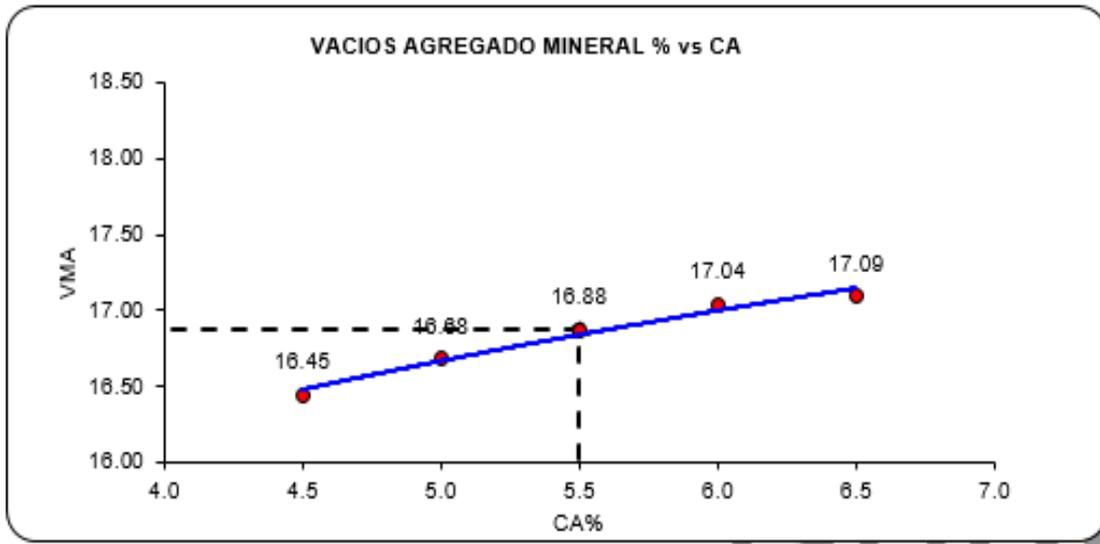
**Grafico 5:** Variación del porcentaje de vacíos de aire en la mezcla con respecto al % CA



Fuente: Elaboración propia, 2018.

De acuerdo a los diseños de las briquetas se obtiene el porcentaje de vacíos de aire en la mezcla asfáltica con 3.9% con una cantidad de 5.5% de asfalto según los datos obtenidos nos da el grafico va en forma descendente.

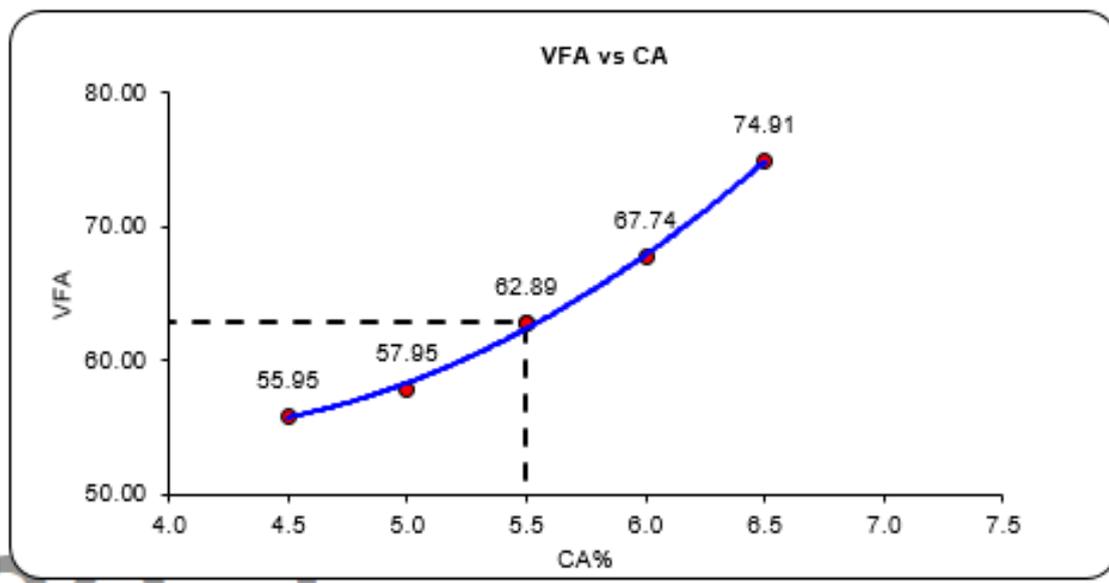
**Grafico 6:** Variación del VMA con respecto al % CA.



Fuente: Elaboración propia, 2018

Según el contenido de asfalto en cada diseño los vacíos del agregado mineral va en aumento de acuerdo con el grafico obtenido.

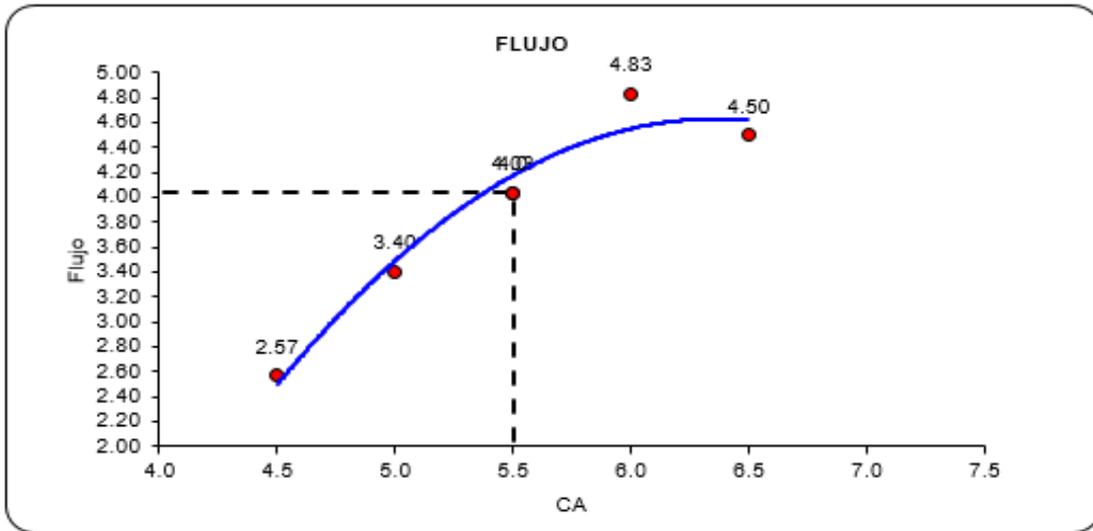
**Grafico 7:** Variación de loa VFA con respecto al % CA.



Fuente: Elaboración propia, 2018

De acuerdo con los datos obtenidos se observa que los vacíos llenos de cemento asfáltico es de 62.89% con un óptimo me 5.5% de asfalto y va en forma ascendente según el grafico.

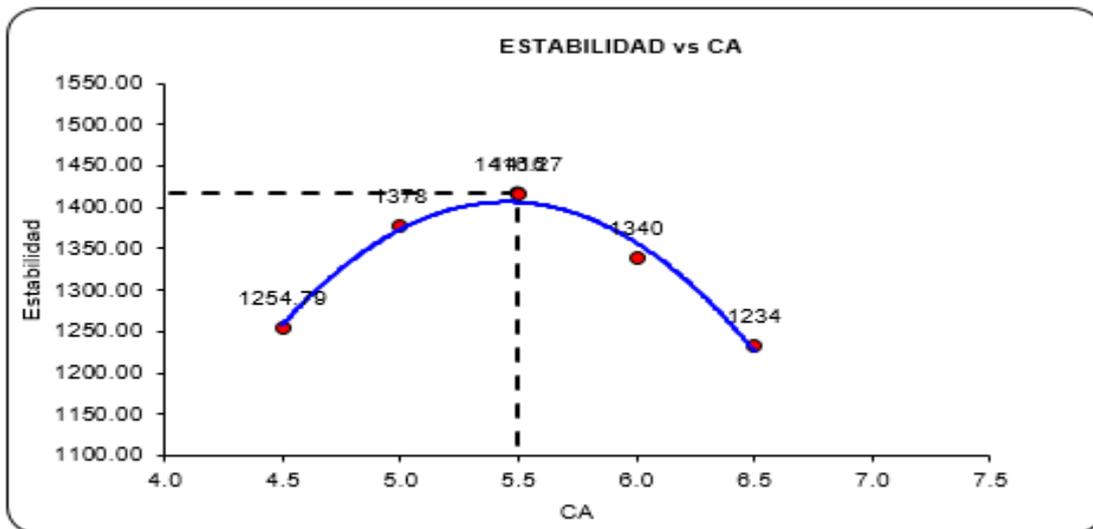
**Grafico 8:** Variación del flujo con respecto al % CA.



Fuente: Elaboración propia, 2018

De acuerdo con En el flujo de la mezcla convencional se obtuvo 4.03mm con un óptimo de 5.5% de asfalto

**Grafico 9:** Variación de la estabilidad con respecto al % CA.



Fuente: Elaboración propia, 2018

Considerando el resultado de la estabilidad obtenida de la mezcla convencional con nos da el siguiente gráfico con los siguientes valores de 1416 kg con un óptimo de 5.5% de asfalto.

A continuación presentamos los resultados obtenidos mediante el ensayo Marshall, el porcentaje del cemento asfáltico PEN 60/70 adicionado es de 4.5%, con una incorporación de caucho de 0.5% donde se obtuvo la densidad, los vacíos, la estabilidad, flujo. Según el MAC B, para los 50 golpes por lado.

**Tabla 22:** Cuadro Ensayo Marshall para 4.5% C.A con 0.5% de caucho.

ITEM	NUMERO DE PROBETAS	PC al 0.5 %			Prom.
		1	2	3	
1	% DE C.A. EN PESO DE LA MEZCLA TOTAL	4.5	4.5	4.5	4.5
2	% DE AGREGADO GRUESO (> N° 4) EN PESO DE LA MEZCLA	38.2	38.2	38.2	38.2
3	% DE AGREGADO FINO (< N° 4) EN PESO DE LA MEZCLA	57.3	57.3	57.3	57.3
4	PESO ESPECÍFICO DEL CEMENTO ASFÁLTICO – APARENTE	1.018	1.018	1.018	1.0
5	PESO ESPECÍFICO BULK SECO DEL AGREGADO GRUESO	2.76	2.76	2.76	2.8
6	PESO ESPECÍFICO BULK SECO DEL AGREGADO FINO	2.72	2.72	2.72	2.7
7	PESO ESPECÍFICO APARENTE DEL FILLER	2.838	2.838	2.838	2.8
8	ALTURA DE LA BRIQUETA (cm)	6.14	6.19	6.16	6.16
9	ALTURA PROMEDIO		6.16		
10	PESO DE LA BRIQUETA AL AIRE (g)	1194.5	1196.8	1197.5	1196.3
11	PESO DE LA BRIQUETA SATURADA (g)	1208.1	1206.2	1205.4	1206.6
12	PESO DE LA BRIQUETA EN EL AGUA (g)	715	710	712	712.3
13	PESO DEL AGUA ABSORBIDA (g) 12-11	13.6	9.4	7.9	10.3
14	VOLUMEN DE BRIQUETA (cm <sup>3</sup> ) 12-13	493.1	496.2	493.4	494.2
15	PESO ESPECÍFICO DE LA BRIQUETA 11/15	2.422	2.412	2.427	2.420
16	<b>PESO ESPECÍFICO MÁXIMO (RICE) - ASTM D 2041</b>	<b>2.638</b>	<b>2.638</b>	<b>2.638</b>	<b>2.638</b>
17	% DE VACÍOS DE AIRE (%) ((17-16)/17)*100	8.172	8.570	7.997	8.246
18	PESO ESPECÍFICO BULK DEL AGREGADO TOTAL (g/cm <sup>3</sup> ) (2+3+4)/(2/6+3/7)	<b>2.736</b>	<b>2.736</b>	<b>2.736</b>	<b>2.736</b>
19	% VMA 100-(16*95.5)/19	15.441	15.807	15.280	15.509
20	% DE VACÍOS LLENADOS CON C. A. ((21-18)/(21))*100	47.077	45.786	47.663	46.842
21	PESO ESPECÍFICO DEL AGREGADO TOTAL (2+3+4)/((1+2+3+4/17)-(1/5))	2.852	2.852	2.852	2.852
22	% ASFALTO ABSORVIDO POR EL AGREGADO TOTAL 100*((23-20)*(5))/(20*23)	1.513	1.513	1.513	1.513
23	% DE ASFALTO EFECTIVO (%) 1-(24*%agreg)/100	2.987	2.987	2.987	2.987
24	FLUJO (mm)	3.1	3.1	2.9	3.033
25	ESTABILIDAD SIN CORREGIR (kg)	1856	1928	2020	1934.6
26	FACTOR DE ESTABILIDAD	1.09	1.04	1.09	1.07
27	ESTABILIDAD CORREGIDA (kg)	2023	2005	2201	2076
28	FACTOR DE RIGIDEZ	623	647	724	664.60

Fuente: Agustín Robles, 2018.

A continuación presentamos los resultados obtenidos mediante el ensayo Marshall, el porcentaje del cemento asfáltico PEN 60/70 adicionado es de 5%, con una incorporación de caucho de 1%, donde se obtuvo la densidad, los vacíos, la estabilidad, flujo. Según el MAC B, para los 50 golpes por lado.

**Tabla 23:** Cuadro Ensayo Marshall para 5% C.A con 1% PCR.

ITEM	NUMERO DE PROBETAS	PC al 1.0 %			Prom.
		4	5	6	
1	% DE C.A. EN PESO DE LA MEZCLA TOTAL	5.0	5.0	5.0	5.0
2	% DE AGREGADO GRUESO (> N° 4) EN PESO DE LA MEZCLA	38.9	38.9	38.9	38.9
3	% DE AGREGADO FINO (< N° 4) EN PESO DE LA MEZCLA	53.3	53.3	53.3	53.3
4	PESO ESPECÍFICO DEL CEMENTO ASFÁLTICO – APARENTE	1.018	1.018	1.018	1.0
5	PESO ESPECÍFICO BULK SECO DEL AGREGADO GRUESO	2.76	2.76	2.76	2.8
6	PESO ESPECÍFICO BULK SECO DEL AGREGADO FINO	2.72	2.72	2.72	2.7
7	PESO ESPECÍFICO APARENTE DEL FILLER	2.838	2.838	2.838	2.8
8	ALTURA DE LA BRIQUETA (cm)	6.19	6.12	6.18	6.16
9	ALTURA PROMEDIO		6.16		
10	PESO DE LA BRIQUETA AL AIRE (g)	1195.1	1196.8	1197.6	1196.5
11	PESO DE LA BRIQUETA SATURADA (g)	1203.8	1204.6	1202.3	1203.6
12	PESO DE LA BRIQUETA EN EL AGUA (g)	717	713	712	714.0
13	PESO DEL AGUA ABSORBIDA (g) 12-11	8.7	7.8	4.7	7.1
14	VOLUMEN DE BRIQUETA (cm <sup>3</sup> ) 12-13	486.8	491.6	490.3	489.6
15	PESO ESPECIFICO DE LA BRIQUETA 11/15	2.455	2.434	2.443	2.444
16	<b>PESO ESPECÍFICO MÁXIMO (RICE) - ASTM D 2041</b>	<b>2.629</b>	<b>2.629</b>	<b>2.629</b>	<b>2.629</b>
17	% DE VACÍOS DE AIRE (%) ((17-16)/17)*100	6.618	7.398	7.091	7.036
18	PESO ESPECÍFICO BULK DEL AGREGADO TOTAL (g/cm <sup>3</sup> ) (2+3+4)/(2/6+3/7)	2.737	2.737	2.737	2.737
19	% VMA 100-(16*95.5)/19	14.779	15.491	15.211	15.161
20	% DE VACÍOS LLENADOS CON C. A. ((21-18)/(21))*100	55.221	52.243	53.384	53.616
21	PESO ESPECÍFICO DEL AGREGADO TOTAL (2+3+4)/(1+2+3+4/17)-(1/5)	2.876	2.876	2.876	2.876
22	% ASFALTO ABSORVIDO POR EL AGREGADO TOTAL 100*((23-20)*(5))/(20*23)	1.799	1.799	1.799	1.799
23	% DE ASFALTO EFECTIVO (%) 1-(24*%agreg)/100	3.201	3.201	3.201	3.201
24	FLUJO (mm)	3.9	3.8	4.1	3.93
25	ESTABILIDAD SIN CORREGIR (kg)	1683	1897	1898	1826
26	FACTOR DE ESTABILIDAD	1.09	1.09	1.09	1.01
27	ESTABILIDAD CORREGIDA (kg)	1834	2068	2068	1990.3
28	FACTOR DE RIGIDEZ	432	499	463	465

Fuente: Agustín Robles, 2018.

A continuación presentamos los resultados obtenidos mediante el ensayo Marshall, el porcentaje del cemento asfáltico PEN 60/70 adicionado es de 5.5%, con una incorporación de caucho de 1.5%, donde se obtuvo la densidad, los vacíos, la estabilidad, flujo. Según el MAC B, para los 50 golpes por lado.

**Tabla 24:** Cuadro Ensayo Marshall para 5.5% C.A con 1.5% PCR.

ITEM	NUMERO DE PROBETAS	PC al 1.5 %			
		7	8	9	Prom.
1	% DE C.A. EN PESO DE LA MEZCLA TOTAL	5.5	5.5	5.5	5.5
2	% DE AGREGADO GRUESO (> N° 4) EN PESO DE LA MEZCLA	37.6	37.6	37.6	37.6
3	% DE AGREGADO FINO (< N° 4) EN PESO DE LA MEZCLA	53.1	54.1	54.1	53.8
4	PESO ESPECÍFICO DEL CEMENTO ASFÁLTICO – APARENTE	1.018	1.018	1.018	1.0
5	PESO ESPECÍFICO BULK SECO DEL AGREGADO GRUESO	2.76	2.76	2.76	2.8
6	PESO ESPECÍFICO BULK SECO DEL AGREGADO FINO	2.72	2.72	2.72	2.7
7	PESO ESPECÍFICO APARENTE DEL FILLER	2.838	2.838	2.838	2.8
8	ALTURA DE LA BRIQUETA (cm)	6.16	6.13	6.19	6.16
9	ALTURA PROMEDIO		6.16		
10	PESO DE LA BRIQUETA AL AIRE (g)	1197.4	1197.7	1196.8	1197.3
11	PESO DE LA BRIQUETA SATURADA (g)	1205.6	1206.3	1208.5	1206.8
12	PESO DE LA BRIQUETA EN EL AGUA (g)	720	721	724	721.7
13	PESO DEL AGUA ABSORBIDA (g) 12-11	8.2	8.6	11.7	9.5
14	VOLUMEN DE BRIQUETA (cm <sup>3</sup> ) 12-13	485.6	485.3	484.5	485.1
15	PESO ESPECIFICO DE LA BRIQUETA 11/15	2.466	2.468	2.470	2.468
16	<b>PESO ESPECÍFICO MÁXIMO (RICE) - ASTM D 2041</b>	<b>2.604</b>	<b>2.604</b>	<b>2.604</b>	<b>2.604</b>
17	% DE VACÍOS DE AIRE (%) ((17-16)/17)*100	5.307	5.224	5.139	5.223
18	PESO ESPECÍFICO BULK DEL AGREGADO TOTAL (g/cm <sup>3</sup> ) (2+3+4)/(2/6+3/7)	2.736	2.736	2.736	2.736
19	% VMA 100-(16*95.5)/19	14.846	14.77	14.690	14.767
20	% DE VACÍOS LLENADOS CON C. A. ((21-18)/(21))*100	64.255	64.619	65.015	64.630
21	PESO ESPECÍFICO DEL AGREGADO TOTAL (2+3+4)/(1+2+3+4/17)-(1/5)	2.876	2.872	2.872	2.873
22	% ASFALTO ABSORVIDO POR EL AGREGADO TOTAL 100*((23-20)*(5))/(20*23)	1.801	1.763	1.763	1.776
23	% DE ASFALTO EFECTIVO (%) 1-(24*%agreg)/100	3.699	3.737	3.737	3.724
24	FLUJO (mm)	4.8	5.2	5.2	5.07
25	ESTABILIDAD SIN CORREGIR (kg)	1777	1770	1778	1775
26	FACTOR DE ESTABILIDAD	1.09	1.09	1.09	1.01
27	ESTABILIDAD CORREGIDA (kg)	1937	1937	1938	1934.8
28	FACTOR DE RIGIDEZ	370	340	342	351

Fuente: Agustín Robles, 2018.

A continuación presentamos los resultados obtenidos mediante el ensayo Marshall, el porcentaje del cemento asfáltico PEN 60/70 adicionado es de 6%, con una incorporación de caucho de 2%, donde se obtuvo la densidad, los vacíos, la estabilidad, flujo. Según el MAC B, para los 50 golpes por lado.

**Tabla 25:** Cuadro Ensayo Marshall para 6% C.A con 2% PCR.

ITEM	NUMERO DE PROBETAS	PC al 2.0 %			
		10	11	12	Prom.
1	% DE C.A. EN PESO DE LA MEZCLA TOTAL	6	6	6	6.0
2	% DE AGREGADO GRUESO (> N° 4) EN PESO DE LA MEZCLA	38.3	38.3	38.3	38.3
3	% DE AGREGADO FINO (< N° 4) EN PESO DE LA MEZCLA	52.9	52.9	52.9	52.9
4	PESO ESPECÍFICO DEL CEMENTO ASFÁLTICO – APARENTE	1.018	1.018	1.018	1.0
5	PESO ESPECÍFICO BULK SECO DEL AGREGADO GRUESO	2.76	2.76	2.76	2.8
6	PESO ESPECÍFICO BULK SECO DEL AGREGADO FINO	2.72	2.72	2.72	2.7
7	PESO ESPECÍFICO APARENTE DEL FILLER	2.838	2.838	2.838	2.8
8	ALTURA DE LA BRIQUETA (cm)	6.18	6.15	6.19	6.17
9	ALTURA PROMEDIO		6.17		
10	PESO DE LA BRIQUETA AL AIRE (g)	1197.7	1197.4	1195.6	1196.9
11	PESO DE LA BRIQUETA SATURADA (g)	1206.8	1203.7	1206.2	1205.6
12	PESO DE LA BRIQUETA EN EL AGUA (g)	723	719	726	722.7
13	PESO DEL AGUA ABSORBIDA (g) 12-11	9.1	6.3	10.6	8.7
14	VOLUMEN DE BRIQUETA (cm <sup>3</sup> ) 12-13	483.8	484.7	480.2	482.9
15	PESO ESPECIFICO DE LA BRIQUETA 11/15	2.476	2.470	2.490	2.479
16	<b>PESO ESPECÍFICO MÁXIMO (RICE) - ASTM D 2041</b>	<b>2.580</b>	<b>2.580</b>	<b>2.580</b>	<b>2.580</b>
17	% DE VACÍOS DE AIRE (%) ((17-16)/17)*100	4.046	4.248	3.496	3.930
18	PESO ESPECÍFICO BULK DEL AGREGADO TOTAL (g/cm <sup>3</sup> ) (2+3+4)/(2/6+3/7)	2.737	2.737	2.737	2.737
19	% VMA 100-(16*95.5)/19	14.967	15.146	14.479	14.864
20	% DE VACÍOS LLENADOS CON C. A. ((21-18)/(21))*100	72.965	71.951	75.853	73.590
21	PESO ESPECÍFICO DEL AGREGADO TOTAL (2+3+4)/(1+2+3+4/17)-(1/5)	2.870	2.870	2.870	2.870
22	% ASFALTO ABSORVIDO POR EL AGREGADO TOTAL 100*((23-20)*(5))/(20*23)	1.724	1.724	1.724	1.724
23	% DE ASFALTO EFECTIVO (%) 1-(24*%agreg)/100	4.276	4.276	4.276	4.276
24	FLUJO (mm)	5.4	5.9	5.8	5.70
25	ESTABILIDAD SIN CORREGIR (kg)	1720	1749	1725	1731
26	FACTOR DE ESTABILIDAD	1.09	1.09	1.14	1.10
27	ESTABILIDAD CORREGIDA (kg)	1875	1906	1967	1915.9
28	FACTOR DE RIGIDEZ	319	296	297	304

Fuente: Agustín Robles, 2018.

A continuación presentamos los resultados obtenidos mediante el ensayo Marshall, el porcentaje del cemento asfáltico PEN 60/70 adicionado es de 6.5%, con una incorporación de caucho de 2.5%, donde se obtuvo la densidad, los vacíos, la estabilidad, flujo. Según el MAC B, para los 50 golpes por lado.

**Tabla 26:** Cuadro Ensayo Marshall para 6.5% C.A con 2.5% PCR.

ITEM	NUMERO DE PROBETAS	PC al 2.5 %			Prom.
		13	14	15	
1	% DE C.A. EN PESO DE LA MEZCLA TOTAL	6.5	6.5	6.5	6.5
2	% DE AGREGADO GRUESO (> N° 4) EN PESO DE LA MEZCLA	38.0	38.0	38.0	38.0
3	% DE AGREGADO FINO (< N° 4) EN PESO DE LA MEZCLA	52.7	52.7	52.7	52.7
4	PESO ESPECÍFICO DEL CEMENTO ASFÁLTICO – APARENTE	1.018	1.018	1.018	1.0
5	PESO ESPECÍFICO BULK SECO DEL AGREGADO GRUESO	2.76	2.76	2.76	2.8
6	PESO ESPECÍFICO BULK SECO DEL AGREGADO FINO	2.72	2.72	2.72	2.7
7	PESO ESPECÍFICO APARENTE DEL FILLER	2.838	2.838	2.838	2.8
8	ALTURA DE LA BRIQUETA (cm)	6.14	6.21	6.16	6.17
9	ALTURA PROMEDIO		6.17		
10	PESO DE LA BRIQUETA AL AIRE (g)	1196.4	1198.8	1197.8	1197.7
11	PESO DE LA BRIQUETA SATURADA (g)	1202.7	1204.1	1205.4	1204.1
12	PESO DE LA BRIQUETA EN EL AGUA (g)	728	719	722	723.0
13	PESO DEL AGUA ABSORBIDA (g) 12-11	6.3	5.3	7.6	6.4
14	VOLUMEN DE BRIQUETA (cm) 12 - 13	474.7	485.1	483.4	481.1
15	PESO ESPECIFICO DE LA BRIQUETA 11/15	2.520	2.471	2.478	2.490
16	<b>PESO ESPECÍFICO MÁXIMO (RICE) - ASTM D 2041</b>	<b>2.554</b>	<b>2.554</b>	<b>2.554</b>	<b>2.554</b>
17	% DE VACÍOS DE AIRE (%) ((17-16)/17)*100	1.318	3.240	2.981	2.513
18	PESO ESPECÍFICO BULK DEL AGREGADO TOTAL (g/cm³) (2+3+4)/(2/6+3/7)	2.737	2.737	2.737	2.737
19	% VMA 100-(16*95.5)/19	13.890	15.567	15.341	14.932
20	% VFA ((21-18)/(21))*100	90.508	79.185	80.568	83.420
21	PESO ESPECÍFICO DEL AGREGADO TOTAL (2+3+4)/(1+2+3+4/17)-(1/5)	2.864	2.864	2.864	2.864
22	% ASFALTO ABSORVIDO POR EL AGREGADO TOTAL 100*((23-20)*(5))/(20*23)	1.650	1.650	1.650	1.650
23	% DE ASFALTO EFECTIVO (%) 1-(24*%agreg)/100	4.850	4.850	4.850	4.850
24	FLUJO (mm)	5.8	6.5	6.2	6.17
25	ESTABILIDAD SIN CORREGIR (kg)	1969	1805	1940	1905
26	FACTOR DE ESTABILIDAD	1.14	1.09	1.09	1.10
27	ESTABILIDAD CORREGIDA (kg)	2244	1968	2115	2108.9
28	FACTOR DE RIGIDEZ	339	278	313	310

Fuente: Agustín Robles, 2018.

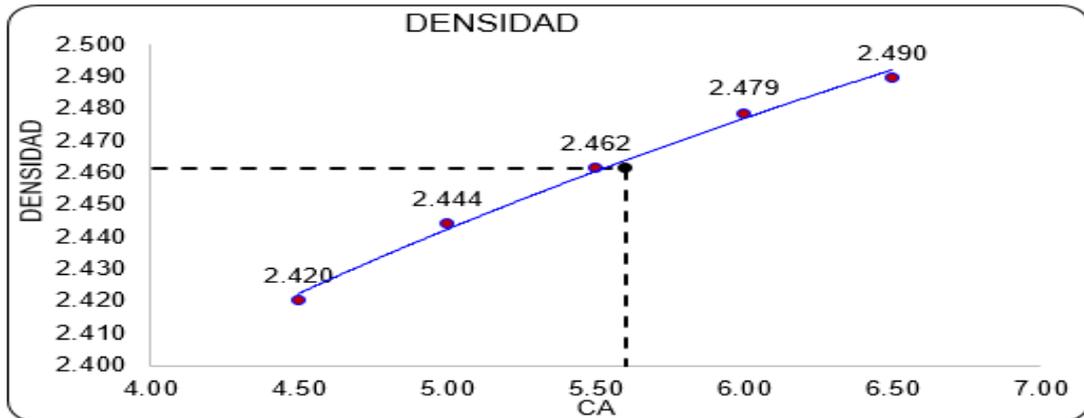
Considerando los diferentes diseños de mezcla asfáltica que se realizaron se obtuvieron los siguientes resultados:

**Tabla 27:** Resultados de la mezcla asfáltica incorporando caucho.

Asfalto 60/70	Caucho	Densidad	% Vacíos	VMA	VFA	Estabilidad	Flujo
%	%	gr/cc	%	%	%	Kg	mm
4.5	0.5	2.42	8.24	15.5	46.84	2012	3.03
5	1	2.457	7.03	15.16	53.61	1826	3.43
5.5	1.5	2.462	5.22	14.76	64.63	1775	5.07
6	2	2.479	3.93	14.86	73.59	1731	5.7
6.5	2.5	2.477	2.51	14.93	83.42	1902	6.17

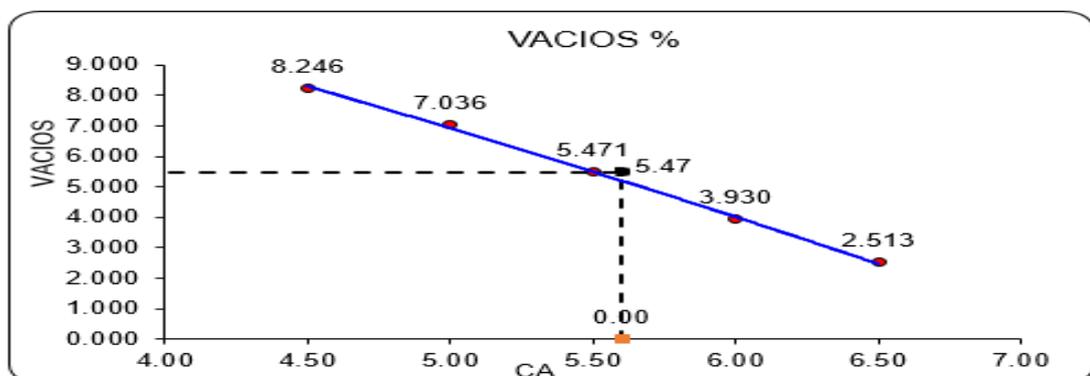
Fuente: Elaboración propia, 2018

**Grafico 10:** Variación de la Densidad con respecto al % CA con caucho.



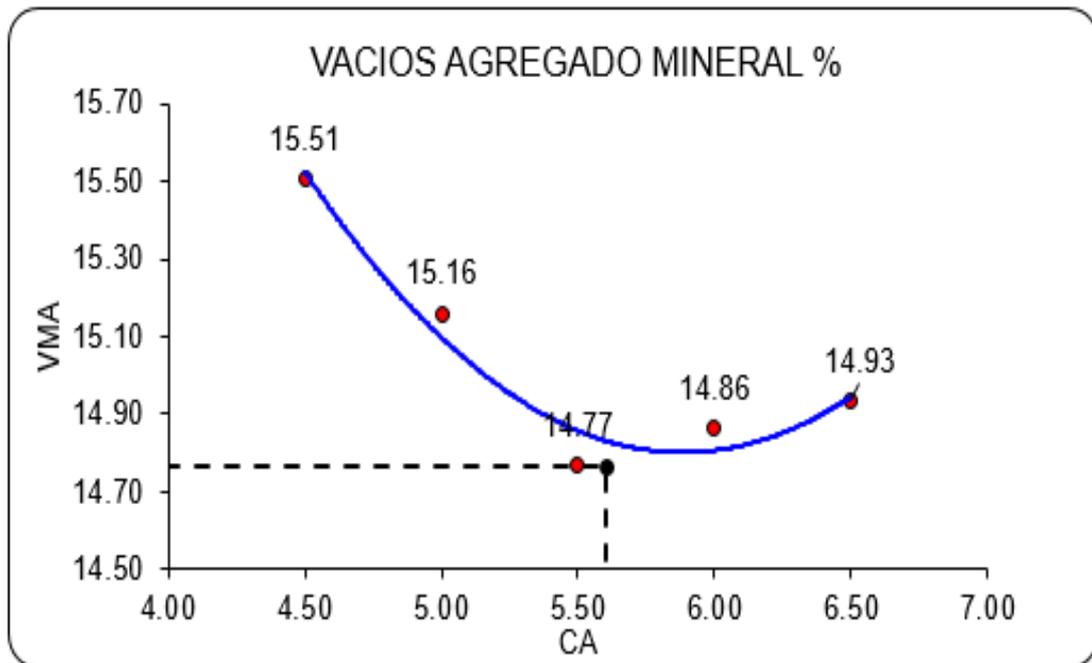
Fuente: Agustín Robles, 2018

**Grafico 11:** Variación del porcentaje de Vacíos en la mezcla con respecto al % CA con caucho.



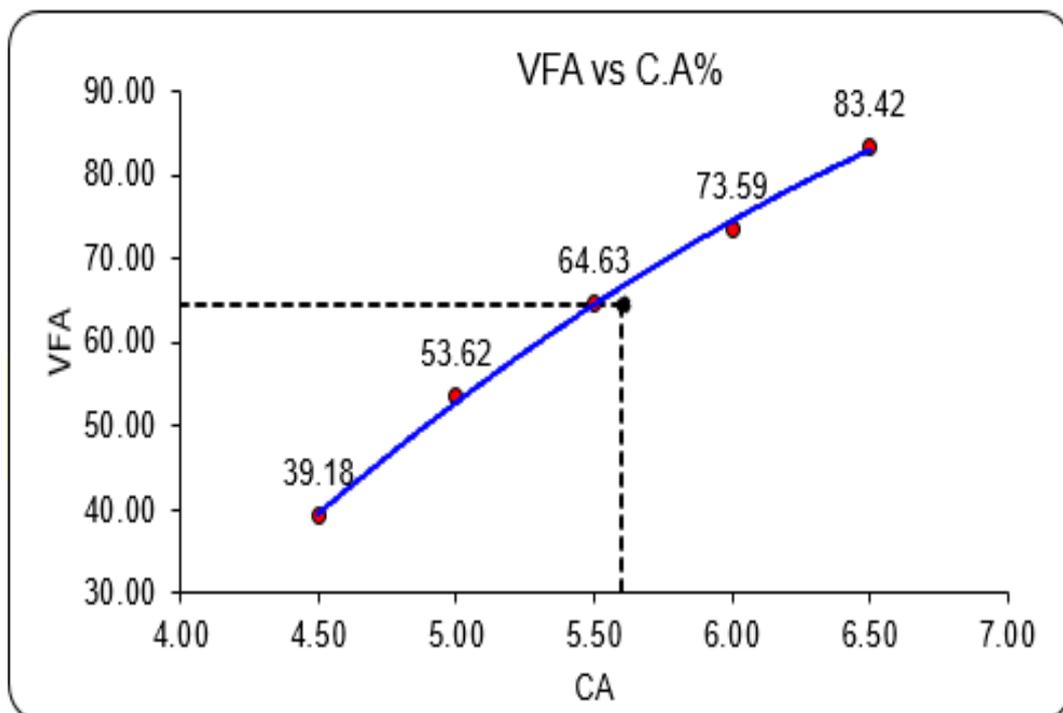
Fuente: Agustín Robles, 2018.

**Grafico 12:** Variación VMA con respecto al % CA con caucho.



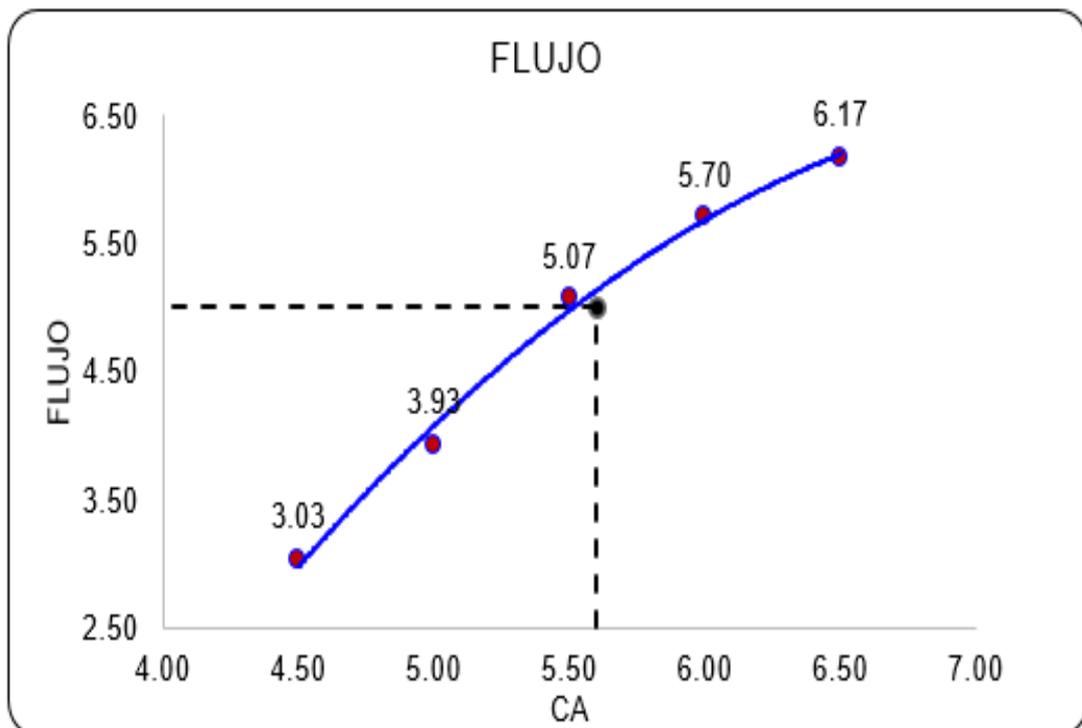
Fuente: Agustín Robles, 2018

**Grafico 13:** Variación de los VFA con respecto al % CA con caucho.



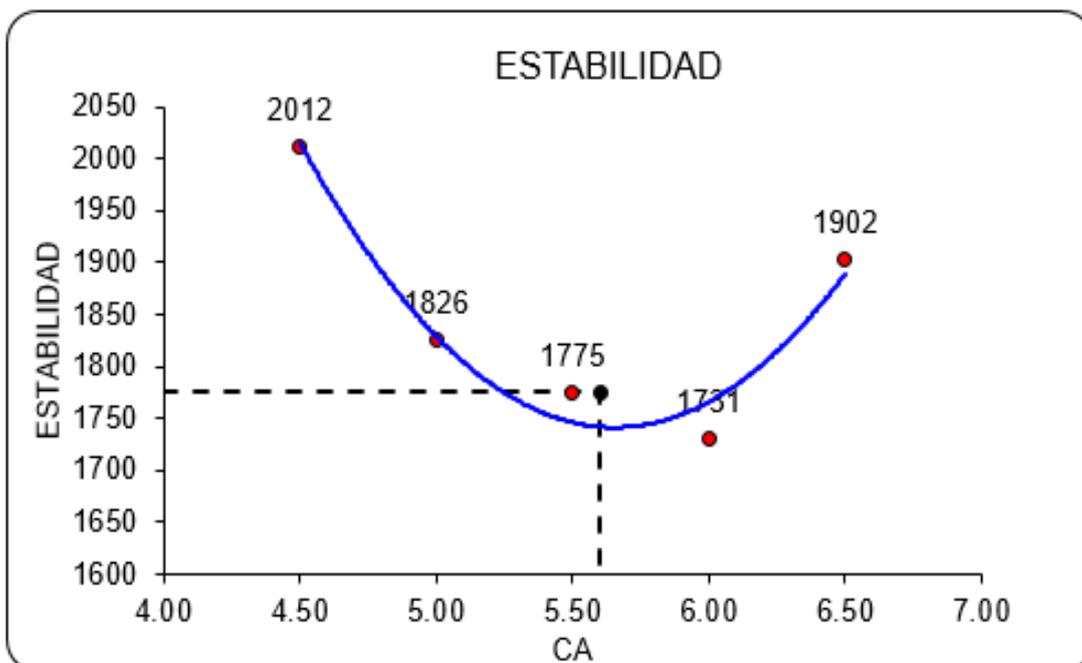
Fuente: Agustín Robles, 2018.

**Grafico 14:** Variación del flujo con respecto % CA con caucho.



Fuente: Agustín Robles, 2018

**Grafico 15:** Variación de la estabilidad con respecto % CA con caucho.



Fuente: Agustín Robles, 2018.

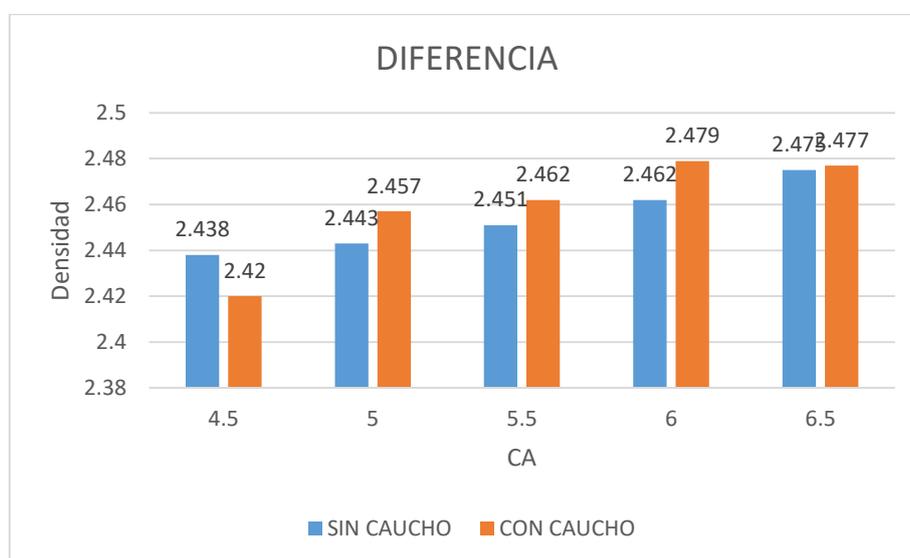
A continuación, se muestra los resultados de las densidades

**Tabla 28:** Comparación de densidades.

Porcentajes		Densidad sin caucho	Densidad con caucho
% CA	% caucho	gr/cc	gr/cc
4.5	0.5	2.438	2.42
5	1	2.443	2.457
5.5	1.5	2.451	2.462
6	2	2.462	2.479
6.5	0.5	2.475	2.477

Fuente: Elaboración propia

**Grafico 16:** Variación de la densidad.



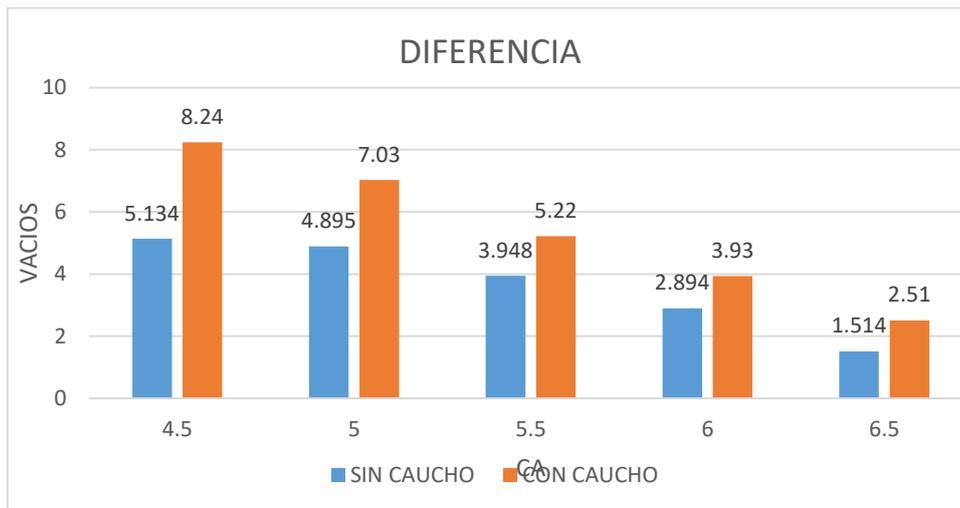
Fuente: Elaboración propia

**Tabla 29:** Comparación de vacíos.

Porcentajes		Vacíos sin caucho	Vacíos con caucho
% CA	% caucho	%	%
4.5	0.5	5.134	8.24
5	1	4.895	7.03
5.5	1.5	3.948	5.22
6	2	2.894	3.93
6.5	0.5	1.514	2.51

Fuente: Elaboración propia

**Grafico 17:** Variación de los vacíos en la mezcla asfáltica.



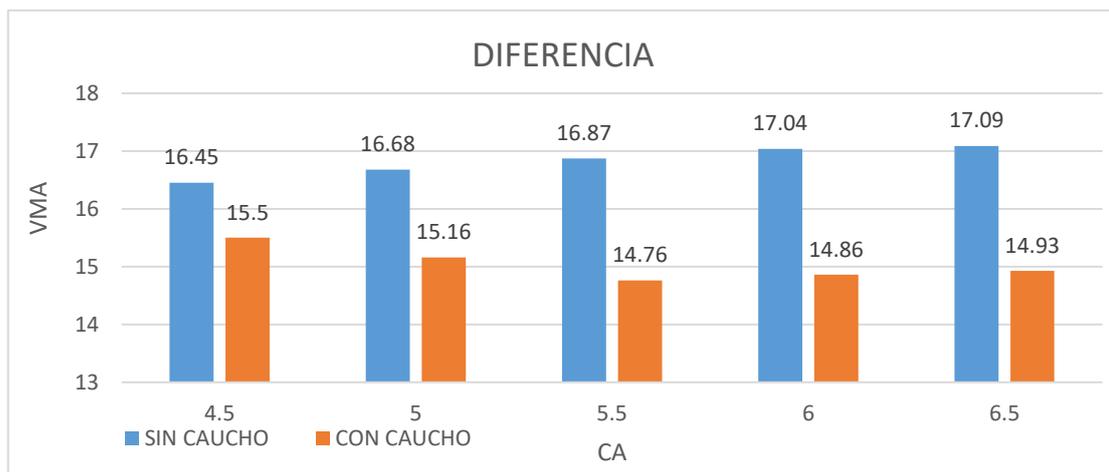
Fuente: Elaboración propia

**Tabla 30:** Variación de los VMA en la mezcla asfáltica.

Porcentajes		VMA sin caucho	VMA con caucho
% CA	% caucho	%	%
4.5	0.5	16.45	15.5
5	1	16.68	15.16
5.5	1.5	16.87	14.76
6	2	17.04	14.86
6.5	0.5	17.09	14.93

Fuente: Elaboración propia

**Grafico 18:** Variación de VMA.



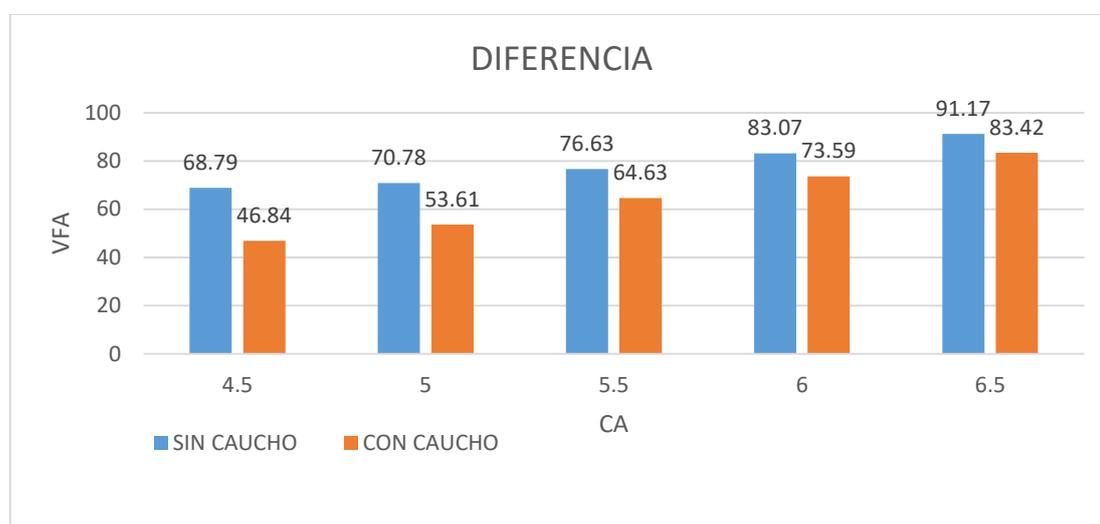
Fuente: Elaboración propia

**Tabla 31:** Variación de los VFA en la mezcla asfáltica.

Porcentajes		VFA sin caucho	VFA con caucho
% CA	% caucho	%	%
4.5	0.5	68.79	46.84
5	1	70.78	53.61
5.5	1.5	76.63	64.63
6	2	83.07	73.59
6.5	0.5	91.17	83.42

Fuente: Elaboración propia

**Grafico 19:** Variación de VFA.



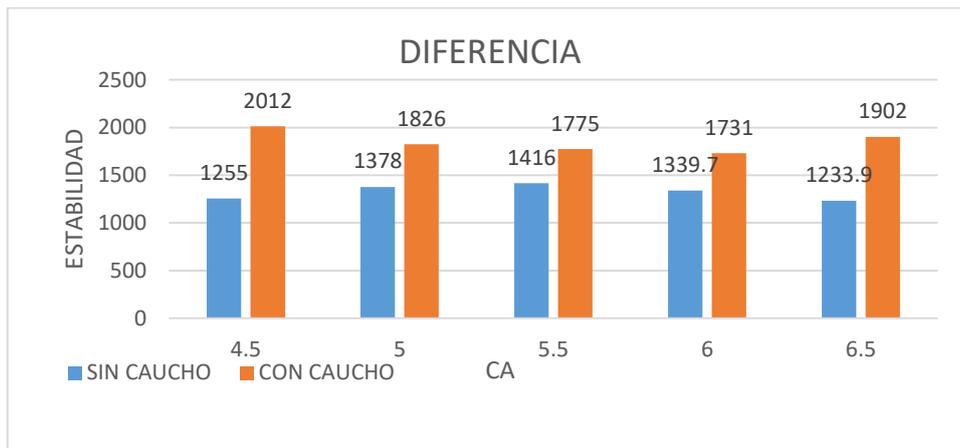
Fuente: Elaboración propia

**Tabla 32:** Variación de la estabilidad en la mezcla asfáltica.

Porcentajes		Estabilidad sin caucho	Estabilidad con caucho
% CA	% caucho	Kg	Kg
4.5	0.5	1255	2012
5	1	1378	1826
5.5	1.5	1416	1775
6	2	1339.7	1731
6.5	0.5	1233.9	1902

Fuente: Elaboración propia

**Grafico 20:** Variación de la estabilidad.



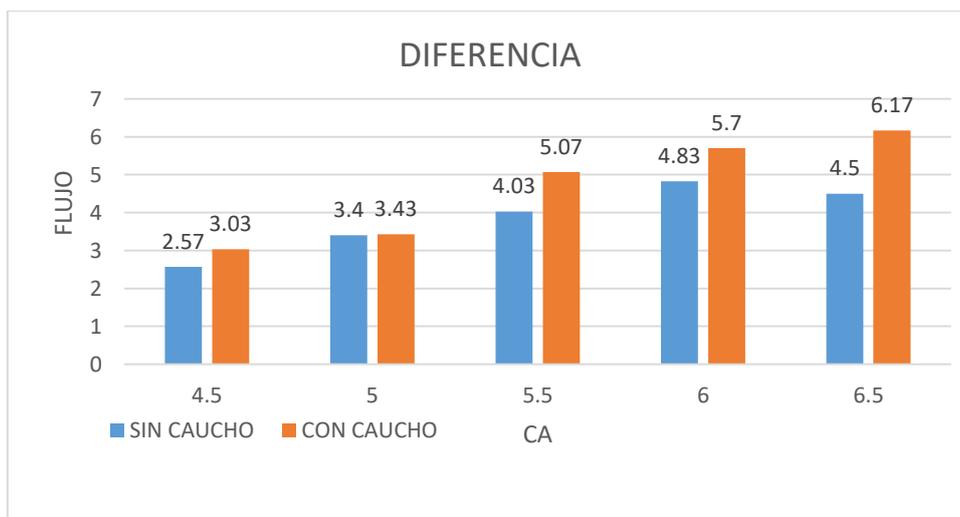
Fuente: Elaboración propia

**Tabla 33:** Variación del flujo en la mezcla asfáltica.

Porcentajes		Flujo sin caucho	Flujo con caucho
% CA	% caucho	mm	mm
4.5	0.5	2.57	3.03
5	1	3.4	3.43
5.5	1.5	4.03	5.07
6	2	4.83	5.7
6.5	0.5	4.5	6.17

Fuente: Elaboración propia

**Grafico 21:** Variación del Flujo.



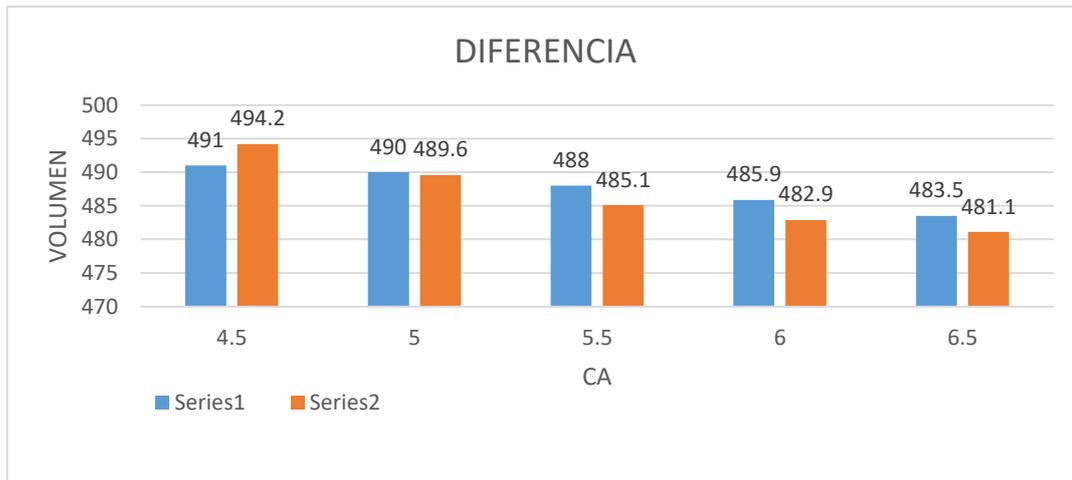
Fuente: Elaboración propia

**Tabla 34:** Diferencia en volumen de las briquetas.

Porcentajes		Volumen sin caucho	Volumen con caucho
% CA	% caucho	cm <sup>3</sup>	cm <sup>3</sup>
4.5	0.5	491	494.2
5	1	490	489.6
5.5	1.5	488	485.1
6	2	485.9	482.9
6.5	0.5	483.5	481.1

Fuente: Elaboración propia

**Grafico 22:** Variación de los volúmenes de las briquetas.



Fuente: Elaboración propia

### 3.3 Análisis de las hipótesis

Con el propósito de conocer si la incorporación de partículas de caucho reciclado influye en el comportamiento de la mezcla asfáltica convencional en pavimentos flexibles en Ate - Lima, Perú, 2018. Se analizó cada una de las hipótesis concernientes a cada indicador utilizado. A partir de ello se utilizó en primer lugar la prueba de normalidad de Shapiro Wilk (ya que se trabaja con menos de 50 datos por distribución). Esto con el propósito de analizar si existe normalidad en las distribuciones analizadas. Si existe normalidad se utiliza la prueba de T de Student de muestras independientes y si no existe normalidad en al menos una de las distribuciones analizadas se utiliza la prueba U de Mann-Whitney.

### 3.3.1 Análisis de la hipótesis específica 1

- **Indicador Estabilidad**

#### a) Prueba de Normalidad

**Tabla 35:** Prueba de normalidad para el indicador Estabilidad.

<b>Pruebas de normalidad</b>				
	Formas de administración de la mezcla asfáltica	Estadístico	Shapiro-Wilk	
			gl	Sig.
Estabilidad	Sin caucho reciclado	0,927	5	0,576
	Con caucho reciclado	0,959	5	0,799

Fuente: Spss versión 22

La significancia fue 0,576 en sin caucho reciclado, y 0,799 en con caucho reciclado; es decir, dos resultados mayores al nivel de significancia de 0,05. De manera que se interpreta que existe normalidad en ambas distribuciones analizadas. Por lo cual se debe utilizar la prueba de T de Student de muestras independientes.

#### b) Prueba de T de Student de muestras independientes

- **Hipótesis**

Ho: La incorporación de partículas de caucho reciclado no influye en la estabilidad de la mezcla asfáltica convencional en pavimentos flexibles en Ate - Lima, Perú, 2018.

H1: La incorporación de partículas de caucho reciclado influye en la estabilidad de la mezcla asfáltica convencional en pavimentos flexibles en Ate - Lima, Perú, 2018.

- **Nivel de significancia**

$\alpha$ : 0,05

- **Regla de rechazo**

Si la significancia (Sig.)  $< \alpha$ : se rechaza la H0

Si la significancia (Sig.)  $> \alpha$ : no se rechaza la H0

- **Resultados**

**Tabla 36:** Estadísticas descriptivas para el indicador Estabilidad.

<b>Estadísticas de grupo</b>					
	Formas de administración de la mezcla asfáltica	N	Media	Desv. Error	
				Desv. Desviación	promedio
Estabilidad	Sin caucho reciclado	5	1324,5200	78,26900	35,00296
	Con caucho reciclado	5	1849,2000	111,02567	49,65219

Fuente: Spss versión 22

En la tabla se puede observar, a nivel descriptivo, que el promedio para el indicador Estabilidad con caucho es superior al promedio del indicador Estabilidad sin caucho: 1324,52 Kg. < 1849,200 Kg.

**Tabla 37:** Prueba de T de Student de muestras independientes para el indicador Estabilidad

Prueba de muestras independientes										
	Prueba de Levene de igualdad de varianzas	Prueba t para la igualdad de medias								
		F	Sig.	t	gl	Sig. (bilateral)	Diferencia de medias	Diferencia de error estándar	95% de intervalo de confianza de la diferencia	
									Inferior	Superior
Estabilidad	Se asumen varianzas iguales	0,61	0,46	-8,637	8	0,00	-52,468,000	6,074,988	-66,476,946	-38,459,054

Fuente: Spss versión 22

- **Decisión**

La significancia dio como resultado 0,000, de manera que a un nivel de significancia de 0,05 (margen de error del 5%) se rechaza la hipótesis nula y por ende se puede decir que la incorporación de partículas de caucho reciclado influye en la estabilidad de la mezcla asfáltica convencional en pavimentos flexibles en Ate - Lima, Perú, 2018.

**Indicador Flujo**

**a) Prueba de Normalidad**

**Tabla 38:** Prueba de normalidad para el indicador Flujo.

Pruebas de normalidad				
Formas de administración de la mezcla asfáltica	Estadístico	Shapiro-Wilk		
		gl	Sig.	
Flujo	Sin caucho reciclado	0,960	5	0,807
	Con caucho reciclado	0,902	5	0,420

Fuente: Spss versión 22

La significancia fue 0,807 en sin caucho reciclado, y 0,420 en con caucho reciclado; es decir, dos resultados mayores al nivel de significancia de 0,05. De manera que se interpreta que existe normalidad en ambas distribuciones analizadas. Por lo cual se debe utilizar la prueba de T de Student de muestras independientes.

**b) Prueba de T de Student de muestras independientes**

- **Hipótesis**

Ho: La incorporación de partículas de caucho reciclado no influye en el flujo de la mezcla asfáltica convencional en pavimentos flexibles en Ate - Lima, Perú, 2018.

H1: La incorporación de partículas de caucho reciclado influye en el flujo de la mezcla asfáltica convencional en pavimentos flexibles en Ate - Lima, Perú, 2018.

- **Nivel de significancia**

$\alpha$ : 0,05

- **Regla de rechazo**

Si la significancia (Sig.) <  $\alpha$ : se rechaza la H0

Si la significancia (Sig.) >  $\alpha$ : no se rechaza la H0

- **Resultados**

**Tabla 39:** Estadísticas descriptivas para el indicador Flujo.

Estadísticas de grupo					
	Formas de administración de la mezcla asfáltica	N	Media	Desv. Desviación	Desv. Error promedio
Flujo	Sin caucho reciclado	5	3,8660	0,90207	0,40342
	Con caucho reciclado	5	4,6800	1,38723	0,62039

Fuente: Spss versión 2

En la tabla se puede observar, a nivel descriptivo, que el promedio para el indicador Flujo con caucho es superior al promedio del indicador Flujo sin caucho: 3,8660 mm < 4,6800 mm.

**Tabla 40:** Prueba de T de Student de muestras independientes para el indicador Flujo.

Prueba de muestras independientes										
		Prueba de Levene de igualdad de varianzas		Prueba t para la igualdad de medias						
		F	Sig.	t	gl	Sig. (bilateral)	Diferencia de medias	Diferencia de error estándar	95% de intervalo de confianza de la diferencia	
								Inferior		Superior
Flujo	Se asumen varianzas iguales	2,381	0,16	-1,100	8	0,303	-0,814	0,74002	-252,048	0,89248

Fuente: Spss versión 22

- **Decisión**

La significancia dio como resultado 0,303, de manera que a un nivel de significancia de 0,05 (margen de error del 5%) no se rechaza la hipótesis nula y por ende se puede decir que la incorporación de partículas de caucho reciclado no influye en el flujo de la mezcla asfáltica convencional en pavimentos flexibles en Ate - Lima, Perú, 2018.

### 3.3.2 Análisis de la hipótesis específica 2

Indicador Densidad

#### a) Prueba de Normalidad

**Tabla 41:** Prueba de normalidad para el indicador Densidad.

Pruebas de normalidad				
	Formas de administración de la mezcla asfáltica	Estadístico	Shapiro-Wilk	
			gl	Sig.
Densidad	Sin caucho reciclado	0,956	5	0,778
	Con caucho reciclado	0,859	5	0,225

Fuente: Spss versión 22

La significancia fue 0,778 en sin caucho reciclado, y 0,225 en con caucho reciclado; es decir, dos resultados mayores al nivel de significancia de 0,05. De manera que se interpreta que existe normalidad en ambas distribuciones analizadas. Por lo cual se debe utilizar la prueba de T de Student de muestras independientes.

#### b) Prueba de T de Student de muestras independientes

##### Hipótesis

Ho: La incorporación de partículas de caucho reciclado no influye en la densidad de la mezcla asfáltica convencional en pavimentos flexibles en Ate - Lima, Perú, 2018.

H1: La incorporación de partículas de caucho reciclado influye en la densidad de la mezcla asfáltica convencional en pavimentos flexibles en Ate - Lima, Perú, 2018.

- **Nivel de significancia**

$\alpha$ : 0,05

- **Regla de rechazo**

Si la significancia (Sig.) <  $\alpha$ : se rechaza la H0

Si la significancia (Sig.) >  $\alpha$ : no se rechaza la H0

- **Resultados**

**Tabla 42:** Estadísticas descriptivas para el indicador Densidad.

Estadísticas de grupo					
	Formas de administración de la mezcla asfáltica	N	Media	Desv. Error	
				Desviación	promedio
Densidad	Sin caucho reciclado	5	2,4538	0,01492	0,00667
	Con caucho reciclado	5	2,4590	0,02376	0,01063

Fuente: Spss versión 22

En la tabla se puede observar, a nivel descriptivo, que el promedio para la densidad con caucho es mayor al promedio de la densidad sin caucho  $2,4538 \text{ gr/cc} < 2,4590 \text{ gr/cc}$ .

**Tabla 43:** Prueba de T de Student de muestras independientes para el indicador Densidad.

<b>Prueba de muestras independientes</b>										
	Prueba de Levene de igualdad de varianzas	Prueba t para la igualdad de medias								
		F	Sig.	t	gl	Sig. (bilateral)	Diferencia de medias	Diferencia de error estándar	95% de intervalo de confianza de la diferencia	
									Inferior	Superior
Densidad	Se asumen varianzas iguales	0,39	0,55	-0,41	8	0,689	-0,0052	0,01255	-0,0341	0,02373

Fuente: Spss versión 22

- **Decisión**

La significancia dio como resultado 0,689, de manera que a un nivel de significancia de 0,05 (margen de error del 5%) no se rechaza la hipótesis nula y por ende se puede decir que la incorporación de partículas de caucho reciclado no influye en la densidad de la mezcla asfáltica convencional en pavimentos flexibles en Ate - Lima, Perú, 2018.

**Indicador Volumen**

**a) Prueba de Normalidad**

**b) Decisión**

La significancia dio como resultado 0,689, de manera que a un nivel de significancia de 0,05 (margen de error del 5%) no se rechaza la hipótesis nula y por ende se puede decir que la incorporación de partículas de caucho reciclado no influye en la densidad de la mezcla asfáltica convencional en pavimentos flexibles en Ate - Lima, Perú, 2018.

**Indicador Volumen**

**c) Prueba de Normalidad**

**Tabla 44:** Prueba de normalidad para el indicador Volumen.

<b>Pruebas de normalidad</b>				
	Formas de administración de la mezcla asfáltica	Shapiro-Wilk		
		Estadístico	gl	Sig.
Volumen	Sin caucho reciclado	0,961	5	0,814
	Con caucho reciclado	0,944	5	0,692

Fuente: Spss versión 22

La significancia fue 0,814 en sin caucho reciclado, y 0,692 en con caucho reciclado; es decir, dos resultados mayores al nivel de significancia de 0,05. De manera que se interpreta que existe normalidad en ambas distribuciones analizadas. Por lo cual se debe utilizar la prueba de T de Student de muestras independientes.

**d) Prueba de T de Student de muestras independientes**

Ho: La incorporación de partículas de caucho reciclado no influye en el volumen de la mezcla asfáltica convencional en pavimentos flexibles en Ate - Lima, Perú, 2018.

H1: La incorporación de partículas de caucho reciclado influye en el volumen de la mezcla asfáltica convencional en pavimentos flexibles en Ate - Lima, Perú, 2018.

- **Nivel de significancia**

$\alpha$ : 0,05

- **Regla de rechazo**

Si la significancia (Sig.) <  $\alpha$ : se rechaza la H0

Si la significancia (Sig.) >  $\alpha$ : no se rechaza la H0

- **Resultados**

**Tabla 45:** Estadísticas descriptivas para el indicador Volumen.

<b>Estadísticas de grupo</b>					
	Formas de administración de la mezcla asfáltica	N	Media	Desv. Desviación	Desv. Error promedio
Volumen	Sin caucho reciclado	5	487,6800	3,04746	1,36286
	Con caucho reciclado	5	486,5800	5,31385	2,37643

Fuente: Spss versión 22

En la tabla se puede observar, a nivel descriptivo, que el promedio para el indicador Volumen con caucho es inferior al promedio del indicador Volumen sin caucho: 487,6800 cm<sup>3</sup> > 486,5800 cm<sup>3</sup>.

**Tabla 46:** Prueba de T de Student de muestras independientes para el indicador Volumen.

Prueba de muestras independientes										
	Prueba de Levene de igualdad de varianzas	Prueba t para la igualdad de medias								
		F	Sig.	t	gl	Sig. (bilateral)	Diferencia de medias	Diferencia de error estándar	95% de intervalo de confianza de la diferencia	
									Inferior	Superior
Volumen	Se asumen varianzas iguales	2,253	0,17	0,402	8	0,699	110,000	273,949	-521,727	741,727

Fuente: Spss versión 22

- **Decisión**

La significancia dio como resultado 0,699, de manera que a un nivel de significancia de 0,05 (margen de error del 5%) no se rechaza la hipótesis nula y por ende se puede decir que la incorporación de partículas de caucho reciclado no influye en el volumen de la mezcla asfáltica convencional en pavimentos flexibles en Ate - Lima, Perú, 2018.

### 3.3.3 Análisis de la hipótesis específica 3

#### Indicadores Vacíos

##### a) Prueba de Normalidad

**Tabla 47:** Prueba de normalidad para el indicador Vacíos.

Pruebas de normalidad				
	Formas de administración de la mezcla asfáltica	Estadístico	Shapiro-Wilk	
			gl	Sig.
Vacíos	Sin caucho reciclado	0,930	5	0,598
	Con caucho reciclado	0,976	5	0,914

Fuente: Spss versión 22

La significancia fue 0,598 en sin caucho reciclado, y 0,914 en con caucho reciclado; es decir, dos resultados mayores al nivel de significancia de 0,05. De manera que se interpreta que existe normalidad en ambas distribuciones analizadas. Por lo cual se debe utilizar la prueba de T de Student de muestras independientes.

##### a) Prueba de T de Student de muestras independientes

- **Hipótesis**

Ho: La incorporación de partículas de caucho reciclado no influye en los vacíos de la mezcla asfáltica convencional en pavimentos flexibles en Ate - Lima, Perú, 2018.

H1: La incorporación de partículas de caucho reciclado influye en los vacíos de la mezcla asfáltica convencional en pavimentos flexibles en Ate - Lima, Perú, 2018.

- **Nivel de significancia**

$\alpha$ : 0,05

- **Regla de rechazo**

Si la significancia (Sig.) <  $\alpha$ : se rechaza la H0

Si la significancia (Sig.) >  $\alpha$ : no se rechaza la H0

- **Resultados**

**Tabla 48:** Estadísticas descriptivas para el indicador % Vacíos.

Estadísticas de grupo					
	Formas de administración de la mezcla asfáltica	N	Media	Desv. Desviación	Desv. Error promedio
% Vacíos	Sin caucho reciclado	5	3,6770	1,49762	0,66976
	Con caucho reciclado	5	5,3860	2,30580	1,03119

Fuente: Spss versión 22

En la tabla se puede observar, a nivel descriptivo, que el promedio para el indicador % Vacíos con caucho es mayor al promedio del indicador % Vacíos sin caucho 3,6770% < 5,3860%.

**Tabla 49:** Prueba de T de Student de muestras independientes para el indicador Vacíos.

Prueba de muestras independientes										
	Prueba de Levene de igualdad de varianzas	Prueba t para la igualdad de medias								
		F	Sig.	t	gl	Sig. (bilateral)	Diferencia de medias	Diferencia de error estándar	95% de intervalo de confianza de la diferencia	
									Inferior	Superior
% Vacíos	Se asumen varianzas iguales	1,084	0,33	-1,390	8	0,202	-170,900	122,960	-454,447	112,647

Fuente: Spss versión 22

- **Decisión**

La significancia dio como resultado 0,202, de manera que a un nivel de significancia de 0,05 (margen de error del 5%) no se rechaza la hipótesis nula y por ende se puede decir que la incorporación de partículas de caucho reciclado influye en los vacíos de la mezcla asfáltica convencional en pavimentos flexibles en Ate - Lima, Perú, 2018.

## Indicador de VMA

### a) Prueba de Normalidad

**Tabla 50:** Prueba de normalidad para el indicador VMA.

Pruebas de normalidad				
	Formas de administración de la mezcla asfáltica	Estadístico	Shapiro-Wilk gl	Sig.
VMA	Sin caucho reciclado	0,937	5	0,643
	Con caucho reciclado	0,913	5	0,483

Fuente: Spss versión 22

### b) Prueba T de Student de muestras independientes

- **Hipótesis**

Ho: La incorporación de partículas de caucho reciclado no influye en el VMA de la mezcla asfáltica convencional en pavimentos flexibles en Ate - Lima, Perú, 2018.

H1: La incorporación de partículas de caucho reciclado influye en el VMA de la mezcla asfáltica convencional en pavimentos flexibles en Ate - Lima, Perú, 2018.

- **Nivel de significancia**

$\alpha$ : 0,05

- **Regla de rechazo**

Si la significancia (Sig.) <  $\alpha$ : se rechaza la H0

Si la significancia (Sig.) >  $\alpha$ : no se rechaza la H0

- **Resultados**

**Tabla 51:** Estadísticas descriptivas para el indicador VMA.

Estadísticas de grupo					
	Formas de administración de la mezcla asfáltica	N	Media	Desv. Desviación	Desv. Error promedio
VMA	Sin caucho reciclado	5	16,8260	0,26463	0,11835
	Con caucho reciclado	5	15,0420	0,29533	0,13208

Fuente: Spss versión 22

En la tabla se puede observar, a nivel descriptivo, que el promedio para el indicador VMA con caucho es inferior al promedio del indicador VMA sin caucho 16,8260% > 15,0420%.

**Tabla 52:** Prueba de T de Student de muestras independientes para el indicador VMA.

Prueba de muestras independientes										
	Prueba de Levene de igualdad de varianzas	Prueba t para la igualdad de medias								
		F	Sig.	t	gl	Sig. (bilateral)	Diferencia de medias	Diferencia de error estándar	95% de intervalo de confianza de la diferencia	
									Inferior	Superior
VMA	Se asumen varianzas iguales	0,06	0,81	10,060	8	0,00	178,400	0,17734	137,505	219,295

Fuente: Spss versión 22

- **Decisión**

La significancia dio como resultado 0,00, de manera que a un nivel de significancia de 0,05 (margen de error del 5%) se rechaza la hipótesis nula y por ende se puede decir que la incorporación de partículas de caucho reciclado influye en el VMA de la mezcla asfáltica convencional en pavimentos flexibles en Ate - Lima, Perú, 2018.

**Indicador VFA**

**a) Prueba de Normalidad**

**Tabla 53:** Prueba de normalidad para el indicador VFA.

Pruebas de normalidad				
	Formas de administración de la mezcla asfáltica	Shapiro-Wilk		
		Estadístico	gl	Sig.
VFA	Sin caucho reciclado	0,942	5	0,679
	Con caucho reciclado	0,975	5	0,903

Fuente: Spss versión 22

La significancia fue 0,679 en sin caucho reciclado, y 0,903 en con caucho reciclado; es decir, dos resultados mayores al nivel de significancia de 0,05. De manera que se interpreta que existe normalidad en ambas distribuciones analizadas. Por lo cual se debe utilizar la prueba de T de Student de muestras independientes.

**b) Prueba T de Student de muestras independientes**

- **Hipótesis**

Ho: La incorporación de partículas de caucho reciclado no influye en el VFA de la mezcla asfáltica convencional en pavimentos flexibles en Ate - Lima, Perú, 2018.

H1: La incorporación de partículas de caucho reciclado influye en el VFA de la mezcla asfáltica convencional en pavimentos flexibles en Ate - Lima, Perú, 2018.

- **Nivel de significancia**

$\alpha$ : 0,05

- **Regla de rechazo**

Si la significancia (Sig.)  $< \alpha$ : se rechaza la H0

Si la significancia (Sig.)  $> \alpha$ : no se rechaza la H0

- **Resultados**

**Tabla 54:** Estadísticas descriptivas para el indicador VFA.

<b>Estadísticas de grupo</b>					
Formas de administración de la mezcla asfáltica		N	Media	Desv. Desviación	Desv. Error promedio
VFA	Sin caucho reciclado	5	78,0880	9,19163	4,11062
	Con caucho reciclado	5	64,4180	14,75674	6,59941

Fuente: Spss versión 22

En la tabla se puede observar, a nivel descriptivo, que el promedio para el indicador VFA con caucho es inferior al promedio del indicador VFA sin caucho: 64,4180%  $<$  78,0880%.

**Tabla 55:** Prueba de T de Student de muestras independientes para el indicador VFA.

<b>Prueba de muestras independientes</b>										
		Prueba de Levene de igualdad de varianzas		Prueba t para la igualdad de medias						
		F	Sig.	t	gl	Sig. (bilateral)	Diferencia de medias	Diferencia de error estándar	95% de intervalo de confianza de la diferencia	
								Inferior	Superior	
VFA	Se asumen varianzas iguales	1,124	0,32	1,758	8	0,117	1,367,000	777,493	425,902	3159902

Fuente: Spss versión 22

- **Decisión**

La significancia dio como resultado 0,117, de manera que a un nivel de significancia de 0,05 (margen de error del 5%) se rechaza la hipótesis nula y por ende se puede decir que la incorporación de partículas de caucho reciclado no influye en el VFA de la mezcla asfáltica convencional en pavimentos flexibles en Ate - Lima, Perú, 2018.

## **Discusión**

La significancia dio como resultado 0,000, de manera que a un nivel de significancia de 0,05 (margen de error del 5%) se rechaza la hipótesis nula y por ende se puede decir que la incorporación de partículas de caucho reciclado influye en la estabilidad de la mezcla asfáltica convencional en pavimentos flexibles en Ate - Lima, Perú, 2018.

La significancia dio como resultado 0,303, de manera que a un nivel de significancia de 0,05 (margen de error del 5%) no se rechaza la hipótesis nula y por ende se puede decir que la incorporación de partículas de caucho reciclado no influye en el flujo de la mezcla asfáltica convencional en pavimentos flexibles en Ate - Lima, Perú, 2018.

La significancia dio como resultado 0,689, de manera que a un nivel de significancia de 0,05 (margen de error del 5%) no se rechaza la hipótesis nula y por ende se puede decir que la incorporación de partículas de caucho reciclado no influye en la densidad de la mezcla asfáltica convencional en pavimentos flexibles en Ate - Lima, Perú, 2018.

La significancia dio como resultado 0,699, de manera que a un nivel de significancia de 0,05 (margen de error del 5%) no se rechaza la hipótesis nula y por ende se puede decir que la incorporación de partículas de caucho reciclado no influye en el volumen de la mezcla asfáltica convencional en pavimentos flexibles en Ate - Lima, Perú, 2018.

La significancia dio como resultado 0,202, de manera que a un nivel de significancia de 0,05 (margen de error del 5%) no se rechaza la hipótesis nula y por ende se puede decir que la incorporación de partículas de caucho reciclado influye en los vacíos de la mezcla asfáltica convencional en pavimentos flexibles en Ate - Lima, Perú, 2018.

La significancia dio como resultado 0,00, de manera que a un nivel de significancia de 0,05 (margen de error del 5%) se rechaza la hipótesis nula y por ende se puede decir que la incorporación de partículas de caucho reciclado influye en el VMA de la mezcla asfáltica convencional en pavimentos flexibles en Ate - Lima, Perú, 2018.

La significancia dio como resultado 0,117, de manera que a un nivel de significancia de 0,05 (margen de error del 5%) se rechaza la hipótesis nula y por ende se puede decir que la incorporación de partículas de caucho reciclado no influye en el VFA de la mezcla asfáltica convencional en pavimentos flexibles en Ate - Lima, Perú, 2018.

## **Conclusiones**

1. De acuerdo al estudio del objetivo general realizado, La incorporación de partículas de caucho reciclado influye en el comportamiento de la mezcla asfáltica convencional en pavimentos flexibles en Ate - Lima, Perú, 2018. Mejora el comportamiento de la mezcla asfáltica en caliente.
2. La incorporación de partículas de caucho reciclado influye de forma significativa en la resistencia de la mezcla asfáltica convencional solo en el indicador Estabilidad en pavimentos flexibles en Ate - Lima, Perú, 2018.
3. La significancia dio como resultado 0,000, de manera que a un nivel de significancia de 0,05 (margen de error del 5%) se rechaza la hipótesis nula y por ende se puede decir que la incorporación de partículas de caucho reciclado influye en la estabilidad de la mezcla asfáltica convencional en pavimentos flexibles en Ate - Lima, Perú, 2018.
4. La incorporación de partículas de caucho reciclado interviene de forma significativa en los vacíos de la mezcla asfáltica convencional solo en el indicador VMA en pavimentos flexibles en Ate - Lima. Perú, 2018.
5. Para este trabajo de investigación se utilizó las partículas de caucho que varia el tamaño desde 0.07mm a 4.75mm según el ensayo granulométrico realizado, y tenemos como antecedentes en otras investigaciones anteriores.

## **Recomendaciones**

1. Se debería de crear un centro de investigación que se dedique al estudio de la mezcla asfáltica para los diversos climas que tenemos en nuestro Perú.
2. Realizar más investigaciones disminuyendo el porcentaje de asfalto de la MAC con PCR hasta llegar a valores menos conservadores y poder utilizar aditivos para poder obtener una mejor resistencia.
3. Se alienta a futuras investigaciones, la búsqueda de mejoras en los procesos de granulación de los neumáticos en desuso, consiguiendo equipamiento y logística adecuada para tal fin.
4. El estado debería apoyar en la investigación para encontrar una mezcla asfáltica con residuos, que sea durable y económica.

## Referencias

- GARNICA, Caracterización geomecánica de mezclas asfálticas. División de Laboratorios de Infraestructura. Instituto mexicano del transporte Publicación Técnica No 267
- GUAMANQUISPE, Fernanda. Análisis de las propiedades mecánicas de mezclas asfálticas con adición de caucho de llanta reciclado. Universidad Técnica de Ambato, Ecuador, 2017.
- CHAMORRO Y CHANCUSI, Estudio de las propiedades mecánicas del asfalto modificado con polvo de caucho reciclado incorporado por vía húmeda y por vía seca frente al asfalto flexible sin modificación, Universidad Central del Ecuador, 2017.
- CAHUANA Y LIMAS. Análisis comparativo del comportamiento mecánico de una mezcla asfáltica modificada con betutec ic + aditivo warmix respecto a la mezcla asfáltica convencional. 2018.
- CARRIZALES, José. Asfalto modificado con material reciclado de llantas para su aplicación en pavimentos, Universidad Nacional del Altiplano, Perú, 2015.
- CERVERA, Augusto. influencia en las propiedades mecánicas de una mezcla asfáltica incorporando caucho reciclado de neumáticos, cajamarca, Universidad Privada del Norte, Perú, 2016.

DÁVALOS, Ivette Obtención de mezclas asfálticas mediante la adición de material reciclado: poliestireno expandido Universidad Nacional de San Agustín, Arequipa, Peru, 2015.

FAJARDO Y VERGARAY. Efecto de la incorporación por vía seca, del polvo de neumático reciclado, como agregado fino en mezclas asfálticas, Universidad San Martín de Porras, Perú, 2014.

[http://catarina.udlap.mx/u\\_dl\\_a/tales/documentos/lii/granados\\_m\\_d/capitulo6.pdf](http://catarina.udlap.mx/u_dl_a/tales/documentos/lii/granados_m_d/capitulo6.pdf)

<http://www.e-asfalto.com/pavimentos/pavimentos.htm>

<http://www.e-asfalto.com/pavimentos/pavimentos.htm>

MAILA, Manuel. Comportamiento de una mezcla asfáltica modificada con polímero etileno vinil acetato (eva), Universidad Central del Ecuador, 2013.

MTC. (2013). *Especificaciones Técnicas Generales para Construcción de Carreteras*.  
Lima: Dirección General de Caminos y Ferrocarriles.

MTC. (2016). *Manual de Ensayo de Materiales*. Lima: Dirección General de Caminos y  
Ferrocarriles.

ORELLANA, Susana. Análisis del comportamiento y beneficios de las mezclas asfálticas  
tibias Universidad Nacional de Ingeniería, Peru, 2016.

RAMÍREZ, Náyade. Estudio de la utilización de caucho de neumáticos en mezclas  
asfálticas en caliente mediante proceso seco, Universidad de Chile, 2006.

RAMÍREZ, Marco. Evaluación de compatibilidad de mezclas asfálticas, utilizando  
agregados de la cantera san martin con cemento asfaltico pen60/70 y emulsión  
asfáltica css-1hp, Universidad Privada Antenor Orrego Trujillo – Perú, 2015.

RODRIGUEZ, Karina. Mejora de una mezcla asfáltica drenante con adición de caucho e icopor, Pontificia Universidad Javierana Bogotá, Colombia, 2005.

TERREROS Y CARVAJAL. Análisis de las propiedades mecánicas de un concreto convencional adicionando fibra de cáñamo, Universidad Católica de Colombia, 2016.

VALDERRAMA, Santiago. Pasos para elaborar proyectos de investigación científica. Lima: Editorial San Marcos, 2014, 495 p. ISBN: 9786123028787

HERNADEZ, Roberto, FERNADEZ, Roberto y BAPTISTA, Pilar. Metodología de la Investigación. 6.<sup>a</sup> ed. México: Edamsa Impresiones, 2014. 634 pp. ISBN 9701057538.

## **ANEXOS**

Matriz de Consistencia

COMPORTAMIENTO MECANICO DE LA MEZCLA ASFALTICA AGREGANDO PARTICULAS DE CAUCHO RECICLADO EN PAVIMENTOS FLEXIBLES EN ATE - LIMA, 2018

Problema				
¿De qué manera la incorporación de partículas de caucho reciclado mejora el comportamiento de la mezcla asfáltica convencional en pavimentos flexibles en Ate - Lima, 2018?	Determinar en qué manera la incorporación de partículas de caucho reciclado mejora el comportamiento de la mezcla asfáltica convencional en pavimentos flexibles en Ate - Lima, Perú, 2018	La incorporación de partículas de caucho reciclado influye en el comportamiento de la mezcla asfáltica convencional en pavimentos flexibles en Ate - Lima, Perú, 2018.	Diseño Cuasi Experimental	<p><b>POBLACION</b> La Población de estudio para el presente proyecto de investigación está determinada por las 33 briquetas de mezcla asfáltica, de las cuales se realizaron los diferentes ensayos a los agregados normado por el MTC.</p> <p><b>MUESTRA</b> El estudio que se realizó son de las 30 briquetas de mezcla asfáltica en caliente, de las cuales 15 briquetas se le adicionara con contenidos de asfalto de 4.5%,5%,5.5%,6%,6.5%,7% y 15 briquetas de mezcla asfáltica con incrementos de 0.5%, 1%,1.5%.2%,2.5% y 3% de caucho de las cuales serán 03 briquetas por cada contenido de Asfalto de acuerdo a la norma ASTM 1559.</p>
a) ¿Cómo influye la incorporación de partículas de caucho reciclado en el resistencia de la mezcla asfáltica convencional en pavimentos flexibles en Ate - Lima, 2018?	a) Analizar cómo influye la incorporación de partículas de caucho reciclado en la resistencia de la mezcla asfáltica convencional en pavimentos flexibles en Ate -Lima, Perú, 2018.	a) La incorporación de partículas de caucho reciclado influye en el resistencia de la mezcla asfáltica convencional en pavimentos flexibles en Ate - Lima, Perú, 2018.	Tipo Aplicada	
b) ¿Cómo contribuye la incorporación de partículas de caucho reciclado en el ensayo de compresión de la mezcla asfáltica convencional en pavimentos flexibles en Ate - Lima, 2018?	b) Evaluar como interviene la incorporación de partículas de caucho reciclado en el ensayo de compresión de la mezcla asfáltica convencional en pavimentos flexibles en Ate - Lima, Perú, 2018.	b) La incorporación de partículas de caucho reciclado contribuye en el ensayo de compresión la trabajabilidad de la mezcla asfáltica convencional en pavimentos flexibles en Ate -Lima, Perú, 2018.	Nivel Explicativo	
c) ¿Cómo interviene la incorporación de partículas de caucho reciclado en los vacíos de la mezcla asfáltica convencional en pavimentos flexibles en Ate - Lima, 2018?	c) Demostrar como contribuye la incorporación de partículas de caucho reciclado en los vacíos de la mezcla asfáltica convencional en pavimentos flexibles en Ate -Lima, Perú, 2018.	c) La incorporación de partículas de caucho reciclado interviene en los vacíos de la mezcla asfáltica convencional en pavimentos flexibles en Ate - Lima. Perú, 2018.	Enfoque Cuantitativo	

Tabla: operacionalizacion de variables

Variable	Definición	Definición operacional					escala
VARIABLE INDEPENDIENTE : Caucho reciclado	El caucho es una sustancia natural o sintética que se caracteriza por su elasticidad, repelencia al agua y resistencia eléctrica.	Cervera (2016) considera que “la reutilización de neumáticos es de amplio uso en aquellos países que poseen normativas ambientales claras y eficientes, su vida útil depende de la calidad del neumático en general, el tipo de caucho, el uso y tratamiento que el mismo reciba en su fabricación”. (p. 30).	Caucho	1	Tamaño	MANUAL DE CARRETERAS EG - 2013	CUESTIONARI O OBSERVACIO N FOTOGRAFIAS
				2	Cantidad		
VARIABLE DEPENDIENTE Comportamiento de la mezcla asfáltica	Comportamiento de las mezclas asfálticas], se da gracias a la conjunción de todos los materiales y propiedades que cada tipo de mezcla contiene durante el diseño y en el funcionamiento bajo situaciones extremas [...]; dando lugar al módulo dinámico que caracteriza de forma mecánica a unas mezclas de otras. (Paredes Matta,2009,p.15)	Agregados Son materiales granulares sólidos inertes que se emplean en los firmes de las carreteras con o sin adición de elementos activos y con granulometrías adecuadas; se utilizan para la fabricación de productos artificiales resistentes, mediante su mezcla con materiales aglomerantes de activación hidráulica o con ligantes asfálticos. (Smith M. R. and L. Collins, 1994).	Resistencia	3	Flujo	ASTM D 6114 para asfalto modificado con caucho MC EG 2013 – MTC NTP 400.012, ASTM D-422 Y AASHTO T-127. (ASTM D 2041 Método Marshall ASTM 1559	CUESTIONARI O OBSERVACIO N FOTOGRAFIAS

Tabla : Factor de corrección para la estabilidad

ESPESOR (mm.)	FACTOR	ESPESOR (mm.)	FACTOR	ESPESOR (mm.)	FACTOR
46.5	1.758	51.5	1.435	56.5	1.358
46.6	1.758	51.6	1.435	56.6	1.358
46.7	1.742	51.7	1.429	56.7	1.359
46.8	1.734	51.8	1.423	56.8	1.360
46.9	1.726	51.9	1.417	56.9	1.361
47.0	1.718	52.0	1.411	57.0	1.362
47.1	1.710	52.1	1.405	57.1	1.364
47.2	1.702	52.2	1.400	57.2	1.365
47.3	1.694	52.3	1.395	57.3	1.367
47.4	1.686	52.4	1.390	57.4	1.368
47.5	1.678	52.5	1.385	57.5	1.369
47.6	1.670	52.6	1.380	57.6	1.370
47.7	1.662	52.7	1.375	57.7	1.371
47.8	1.654	52.8	1.370	57.8	1.371
47.9	1.646	52.9	1.365	57.9	1.372
48.0	1.640	53.0	1.360	58.0	1.373
48.1	1.634	53.1	1.355	58.1	1.373
48.2	1.628	53.2	1.350	58.2	1.374
48.3	1.622	53.3	1.345	58.3	1.374
48.4	1.615	53.4	1.340	58.4	1.375
48.5	1.608	53.5	1.335	58.5	1.375
48.6	1.601	53.6	1.330	58.6	1.375
48.7	1.594	53.7	1.325	58.7	1.375
48.8	1.588	53.8	1.320	58.8	1.375
48.9	1.581	53.9	1.315	58.9	1.375
49.0	1.574	54.0	1.310	59.0	1.375
49.1	1.567	54.1	1.305	59.1	1.375
49.2	1.560	54.2	1.300	59.2	1.375
49.3	1.554	54.3	1.295	59.3	1.375
49.4	1.548	54.4	1.290	59.4	1.375
49.5	1.543	54.5	1.285	59.5	1.375
49.6	1.538	54.6	1.280	59.6	1.375
49.7	1.532	54.7	1.275	59.7	1.375
49.8	1.526	54.8	1.270	59.8	1.375
49.9	1.521	54.9	1.265	59.9	1.375
50.0	1.515	55.0	1.260	60.0	1.375
50.1	1.509	55.1	1.255	60.1	1.375
50.2	1.504	55.2	1.250	60.2	1.375
50.3	1.498	55.3	1.245	60.3	1.375
50.4	1.493	55.4	1.240	60.4	1.375
50.5	1.487	55.5	1.235	60.5	1.375
50.6	1.481	55.6	1.230	60.6	1.375
50.7	1.475	55.7	1.225	60.7	1.375
50.8	1.470	55.8	1.220	60.8	1.375
50.9	1.465	55.9	1.215	60.9	1.375
51.0	1.460	56.0	1.210	61.0	1.375
51.1	1.455	56.1	1.205	61.1	1.375
51.2	1.450	56.2	1.200	61.2	1.375
51.3	1.445	56.3	1.195	61.3	1.375
51.4	1.440	56.4	1.190	61.4	1.375

FOTOS



Figura 1: Cuarteo del agregado



Figura 2: Tamizado de agregados



Figura 3: Cuarteo del caucho



Figura 4: Tamizado del caucho



Figura 5: Ensayo de durabilidad



Figura 6: Secado en el horno



Figura 7: Ensayo los ángeles



Figura 8: Ingresando materiales



Figura 9: Equivalente de arena arena



Figura 10: Asentamiento de la arena



Figura 11: Absorción de humedad



Figura12: Peso del agregado



Figura 13: Gravedad específica



Figura 14: Asentado de los finos



Figura 15: Determinando límite líquido



Figura 16: (Copa Casagrande)





# ORION LABORATORIOS E.I.R.L.

Calibración, Ensayos de Laboratorio Suelos, Concreto y Asfalto

LABORATORIO DE SUELOS, CONCRETO, AGREGADOS Y ASFALTO	FORMATO DE ENSAYO F-EMAF-011
<b>PESO ESPECIFICO TEÓRICO MÁXIMO DE MEZCLAS ASFÁLTICAS PARA PAVIMENTOS</b> ASTM D1559 / AASHTO T245	REVISION : 1.0 MATERIAL : MEZCLAS ASFÁLTICAS

N° de Cert. **EMAF-PETMA -18311005**

## DATOS DEL CLIENTE Y MUESTRA

SOLICITANTE : AGUSTIN NICOLAS ROBLES ROMERO  
 ATENCION : AGUSTIN NICOLAS ROBLES ROMERO  
 PROYECTO : TESIS  
 UBICACIÓN : ORION LABORATORIOS E.I.R.L.  
 TECNICO : J. GUERRERO  
 F. EMISION jueves, 15 de Noviembre de 2018

## COMPONENTES DE LA MUESTRA

**BITUMEN** : Contenido Óptimo Cemento Asfáltico PEN 60/70 (en peso de la mezcla asfáltica total)

Rice = **5.0%** (en peso del Contenido Optimo de Cemento Asfáltico)

Identificación de Muestra		Und	01
1.-	Peso del material	gr.	1730.0
2.-	Peso agua + frasco	gr.	11349.0
3.-	Peso agua + frasco + material	gr.	13079.0
4.-	Peso agua + frasco + material (ensayo)	gr.	12405.5
5.-	Volumen	gr.	673.5
<b>Peso Especifico Maximo MAC, g/cm³</b>		gr./cm3	<b>2.569</b>

ORION LABORATORIOS E.I.R.L.

*Ag. Luis Taboada Palacios*  
**Ag. Luis Taboada Palacios**  
 JEFE DE LABORATORIO  
 CIP. 56551

Los Huertos de Huachipa Mz. E Lt. 15 - Lurigancho | Telf. 371 0531 - 371 0475 | Entel: 971 707 204 - 936 601 894 - 945 101 989  
 laboratorio@orionrcp.com | areatecnica@orionrcp.com | ventas@orionrcp.com | www.orionrcp.com

LABORATORIO DE SUELOS, CONCRETO, AGREGADOS Y ASFALTO	FORMATO DE ENSAYO F-EMAF-011
<b>PESO ESPECIFICO TEÓRICO MÁXIMO DE MEZCLAS ASFÁLTICAS PARA PAVIMENTOS</b> ASTM D1559 / AASHTO T245	REVISION : 1.0 MATERIAL : MEZCLAS ASFÁLTICAS

N° de Cert. **EMAF-PETMA -18311006**

#### DATOS DEL CLIENTE Y MUESTRA

SOLICITANTE : AGUSTIN NICOLAS ROBLES ROMERO  
 ATENCION : AGUSTIN NICOLAS ROBLES ROMERO  
 PROYECTO : TESIS  
 UBICACIÓN : ORION LABORATORIOS E.I.R.L.  
 TECNICO : J. GUERRERO  
 F. EMISION jueves, 15 de Noviembre de 2018

#### COMPONENTES DE LA MUESTRA

**BITUMEN** : Contenido Óptimo Cemento Asfáltico PEN 60/70 (en peso de la mezcla asfáltica total)

Rice = **5.5%** (en peso del Contenido Optimo de Cemento Asfáltico)

Identificación de Muestra		Und	01
1.-	Peso del material	gr.	1733.0
2.-	Peso agua + frasco	gr.	11352.0
3.-	Peso agua + frasco + material	gr.	13085.0
4.-	Peso agua + frasco + material (ensayo)	gr.	12406.0
5.-	Volumen	gr.	679.0
<b>Peso Especifico Maximo MAC, g/cm³</b>		gr./cm3	<b>2.552</b>

ORION LABORATORIOS E.I.R.L.

*[Firma]*  
 Ing. Luis Taboada Pajacios  
 JEFE DE LABORATORIO  
 CIP. 56551



# ORION LABORATORIOS E.I.R.L.

Calibración, Ensayos de Laboratorio Suelos, Concreto y Asfalto

LABORATORIO DE SUELOS, CONCRETO, AGREGADOS Y ASFALTO	FORMATO DE ENSAYO F-EMAF-011
<b>PESO ESPECIFICO TEÓRICO MÁXIMO DE MEZCLAS ASFÁLTICAS PARA PAVIMENTOS</b> ASTM D1559 / AASHTO T245	REVISION : 1.0 MATERIAL : MEZCLAS ASFÁLTICAS

N° de Cert. **EMAF-PETMA -18311007**

## DATOS DEL CLIENTE Y MUESTRA

SOLICITANTE : AGUSTIN NICOLAS ROBLES ROMERO  
ATENCION : AGUSTIN NICOLAS ROBLES ROMERO  
PROYECTO : TESIS  
UBICACIÓN : ORION LABORATORIOS E.I.R.L.  
TECNICO : J. GUERRERO  
F. EMISION jueves, 15 de Noviembre de 2018

## COMPONENTES DE LA MUESTRA

**BITUMEN** : Contenido Óptimo Cemento Asfáltico PEN 60/70 (en peso de la mezcla asfáltica total)

Rice = **6.0%** (en peso del Contenido Optimo de Cemento Asfáltico)

Identificación de Muestra		Und	01
1.-	Peso del material	gr.	1736.4
2.-	Peso agua + frasco	gr.	11354.0
3.-	Peso agua + frasco + material	gr.	13090.4
4.-	Peso agua + frasco + material (ensayo)	gr.	12405.5
5.-	Volumen	gr.	684.9
Peso Especifico Maximo MAC, g/cm <sup>3</sup>		gr./cm <sup>3</sup>	2.535

ORION LABORATORIOS E.I.R.L.

Ing. Luis Tapada Palacios  
JEFE DE LABORATORIO  
CIP. 56551



# ORION LABORATORIOS E.I.R.L.

Calibración, Ensayos de Laboratorio Suelos, Concreto y Asfalto

LABORATORIO DE SUELOS, CONCRETO, AGREGADOS Y ASFALTO	FORMATO DE ENSAYO F-EMAF-011
<b>PESO ESPECIFICO TEÓRICO MÁXIMO DE MEZCLAS ASFÁLTICAS PARA PAVIMENTOS</b> ASTM D1559 / AASHTO T245	REVISION : 1.0 MATERIAL : MEZCLAS ASFÁLTICAS

N° de Cert. **EMAF-PETMA -18311008**

## DATOS DEL CLIENTE Y MUESTRA

SOLICITANTE : AGUSTIN NICOLAS ROBLES ROMERO  
ATENCION : AGUSTIN NICOLAS ROBLES ROMERO  
PROYECTO : TESIS  
UBICACIÓN : ORION LABORATORIOS E.I.R.L.  
TECNICO : J. GUERRERO  
F. EMISION : jueves, 15 de Noviembre de 2018

## COMPONENTES DE LA MUESTRA

**BITUMEN** : Contenido Óptimo Cemento Asfáltico PEN 60/70 (en peso de la mezcla asfáltica total)

**Rice = 6.5%** (en peso del Contenido Optimo de Cemento Asfáltico)

Identificación de Muestra		Und	01
1.-	Peso del material	gr.	1737.4
2.-	Peso agua + frasco	gr.	11355.9
3.-	Peso agua + frasco + material	gr.	13093.3
4.-	Peso agua + frasco + material (ensayo)	gr.	12402.0
5.-	Volumen	gr.	691.3
<b>Peso Especifico Maximo MAC, g/cm<sup>3</sup></b>		gr./cm <sup>3</sup>	<b>2.513</b>

ORION LABORATORIOS E.I.R.L.

**Mr. Luis Laboada Polacios**  
JEFE DE LABORATORIO  
CIP. 56551

<b>ORION LABORATORIOS E.I.R.L.</b> LABORATORIO DE SUELOS, CONCRETO Y ASFALTO	<b>FORMATO DE ENSAYO</b> F-EAG-006
<b>Inalterabilidad de los Agregados por medio del Sulfato de Magnesio</b> <b>(Durabilidad - Agregado Grueso)</b>	REVISION : 2.0 MATERIAL : AGREGADO

			
ASTM C 88	MTC E-209	AASHTO T-104	NTP 400.016

N° CERTIFICADO **EAG-DAG-1845014**

DATOS DEL CLIENTE Y MUESTRA	
SOLICITANTE	AGUSTIN NICOLAS ROBLES ROMERO
ATENCION	AGUSTIN NICOLAS ROBLES ROMERO
PROYECTO	: TESIS
UBICACIÓN	: ORION LABORATORIOS E.I.R.L.
TECNICO	: J. GUERRERO
F. EMISION	sábado, 10 de noviembre de 2018
CANTERA	: JICAMARCA
MUESTRA	: AGREGADO DE TM 3/4"
MATERIAL	: AGREGADO GRUESO
N° DE CICLOS	: 5 CICLOS

TAMAÑO TAMICES (pulg.)	PESO REQUERIDO (g)	N° RECIPIENTE	PESO INICIAL (g)	PESO FINAL (g)	PERDIDA		ESCALONADO ORIGINAL	PERDIDA CORREGIDA (%)	
					PESO	%			
2"	1 1/2"								
1 1/2"	3/4"	513.0	D20	353.0	350.0	3.0	0.85	2.38	0.02
3/4"	1/2"	680.0	B5	675.1	665.0	10.1	1.50	28.89	0.43
1/2"	3/8"	350.0	18	333.2	330.0	3.2	0.96	26.93	0.26
3/8"	N° 4	300.0	B7	288.6	270.0	18.6	6.44	39.80	2.56
<b>TOTALES</b>				<b>1649.9</b>	<b>1615.0</b>	<b>34.9</b>			

**RESULTADO FINAL - PERDIDA CORREGIDA 3.3%**

ORION LABORATORIOS E.I.R.L.

*Luis Taboada Pajacios*  
**Ing. Luis Taboada Pajacios**  
 JEFE DE LABORATORIO  
 CIP. 56551

**Observaciones**

*Material proporcionado por el cliente para su proceso en el laboratorio.*

<b>ORION LABORATORIOS E.I.R.L.</b> LABORATORIO DE SUELOS, CONCRETO Y ASFALTO	<b>INFORME DE ENSAYO</b> F-EAG-005
<b>Inalterabilidad de los Agregados por Medio del Sulfato de Magnesio</b> <b>(Durabilidad - Agregado Fino)</b>	REVISION : 2.0 MATERIAL : AGREGADO

			
ASTM C 88	MTC E-209	AASHTO T-104	NTP 400.016

**N° CERTIFICADO EAG-DAF-1845017**

DATOS DEL CLIENTE Y OBRA	
<b>SOLICITANTE</b>	: AGUSTIN NICOLAS ROBLES ROMERO
<b>ATENCION</b>	: AGUSTIN NICOLAS ROBLES ROMERO
<b>PROYECTO</b>	: TESIS
<b>UBICACIÓN</b>	: ORION LABORATORIOS E.I.R.L
<b>TECNICO</b>	: J. GUERRERO
<b>F. EMISION</b>	: sábado, 10 de noviembre de 2018
<b>CANTERA</b>	: JICAMARCA
<b>MATERIAL</b>	: AGREGADO FINO
<b>MUESTRA</b>	: ARENA GRUESA
<b>N° CICLOS</b>	: 5 CICLOS

Durabilidad - Agregado Fino									
TAMAÑO		PESO REQUERIDO (g)	RECIENTE N°	PESO INICIAL (g)	PESO FINAL (g)	PERDIDA		ESCALONADO ORIGINAL	PERDIDA CORREGIDA
						PESO	%		
3/8"	N° 04	100	VI	100.0	97.0	3.0	3.00	0.46	0.01
N° 4	N° 8	100	15	100.0	98.0	2.0	2.00	12.71	0.25
N° 8	N° 16	100	K22	100.0	95.0	5.0	5.00	20.01	1.00
N° 16	N° 30	100	M5	100.0	98.0	2.0	2.00	18.49	0.37
N° 30	N° 50	100	XII	100.0	95.0	5.0	5.00	14.56	0.73
<b>TOTALES</b>				<b>500.0</b>	<b>483.0</b>	<b>17.0</b>			

**RESULTADO FINAL - PERDIDA CORREGIDA 2.4%**

**ORION LABORATORIOS E.I.R.L.**  
  
**Ing. Luis Taboada Pajacios**  
 JEFE DE LABORATORIO  
 CIP. 56551

OBSERVACIONES  
 Material proporcionado por el cliente para su proceso en el laboratorio.

LABORATORIO DE SUELOS, CONCRETO, AGREGADOS Y ASFALTO	FORMATO DE ENSAYO F-EAG-004
ENSAYO DE ABRASION - MAQUINA DE LOS ANGELES	REVISION : 2.0 MATERIAL : AGREGADO

 ASTM C 535	 MTC E-207	 AASHTO T-96	 NTP 400.019
--	---	---	---

N° DE CERTIFICADO **EAG-AB-1844030**

DATOS DEL CLIENTE Y MUESTRA	
CLIENTE	: AGUSTIN ROBLES ROMERO
SOLICITANTE	: AGUSTIN ROBLES ROMERO
PROYECTO	: TESIS
UBICACIÓN	: ORION LABORATORIOS E.I.R.L
TECNICO	: JH. ÑACCHA
F. DE ENSAYO	: miércoles, 07 de noviembre de 2018
F. DE EMISION	: sábado, 10 de noviembre de 2018
CANTERA	: JICAMARCA
MATERIAL	: AGREGADO GRUESO - TM /4"
UBICACIÓN	: CAJAMARQUILLA

TAMIZ QUE PASA		TAMIZ RETENIDO		GRADUACIONES			
(mm)	(plg.)	(mm)	(plg.)	Graduación A	Graduación B	Graduación C	Graduación D
75 mm	3"	63 mm	2 1/2"				
63 mm	2 1/2"	50 mm	2"				
50 mm	2"	37.5 mm	1 1/2"				
37.5 mm	1 1/2"	25.0 mm	1"				
25.0 mm	1"	19.0 mm	3/4"				
19.0 mm	3/4"	12.5 mm	1/2"		2501.0		
12.5 mm	1/2"	9.50 mm	3/8"		2500.0		
9.50 mm	3/8"	6.30 mm	1/4"				
6.30 mm	1/4"	4.75 mm	N° 4				
4.75 mm	N° 4	4.75 mm	N° 8				

PESO TOTAL	5001.0
PESO DESPUES DEL ENSAYO	4447.0
PERDIDA OBTENIDA	554.0
N° DE ESFERAS	11
N° DE REVOLUCIONES	500
PESO DE LAS ESFERAS	4577.0
PORCENTAJE OBTENIDO	11%

OBSERVACIONES :  
LA MUESTRA FUE PROPORCIONADA POR EL CLIENTE.

ORION LABORATORIOS E.I.R.L.

  
Ing. Luis Taboada Polanco  
JEFE DE LABORATORIO  
CIP. 56551

<b>ORION LABORATORIOS E.I.R.L.</b> LABORATORIO DE SUELOS, CONCRETO Y ASFALTO	<b>FORMATO DE ENSAYO</b> <b>F-EAG-001AG</b>
<b>PESO ESPECIFICO Y ABSORCION DEL AGREGADO GRUESO</b>  (NTP 400.022 / MTC 205)	PAGINA : 1 DE 1 REVISION : 2.0 MATERIAL : AGREGADO

 ASTM C1287	 MTC E-206
---	--

N° CERTIFICADO EAG-PEAG-1841B038

### DATOS DEL CLIENTE Y MUESTRA

<b>SOLICITANTE</b>	: AGUSTIN ROBLES ROMERO
<b>CLIENTE</b>	: AGUSTIN ROBLES ROMERO
<b>PROYECTO</b>	: TESIS
<b>UBICACIÓN</b>	: ORION LABORATORIOS E.I.R.L.
<b>TECNICO</b>	: J. ÑACCHA
<b>F. ENSAYO</b>	: lunes, 12 de noviembre de 2018
<b>F. EMISION</b>	: viernes, 16 de noviembre de 2018
<b>CANTERA</b>	: JICAMARCA
<b>MUESTRA</b>	: AGREGADO GRUESO
<b>MATERIAL</b>	: MATERIAL DE TM 3/4"

### DESARROLLO DE ENSAYO

1	Peso del recipiente (gr.)	488.0	1076.0
2	Peso del recipiente + Peso de la grava sat. sup. seca (gr.)	3420.0	3729.0
3	Peso de la grava sat. sup. seca (gr.)	2932.0	2653.0
4	Peso de la canastilla en el agua (gr.)	1233.0	1236.0
5	Peso de la grava sat. sup. seca + Peso canastilla dentro del agua (gr.)	3111.0	2936.0
6	Peso de la grava sat. sup. seca dentro del agua (gr.)	1878.0	1700.0
7	Peso del recipiente + Peso de la grava seca (g)	3398.0	3708.0
8	Peso de la grava seca (gr.)	2910.0	2632.0
9	Peso específico de masa	2.76	2.76
10	Peso específico de masa saturado superficialmente seco	2.78	2.78
11	Peso específico aparente	2.82	2.82
12	Porcentaje de Absorción	0.76%	0.80%

### RESUMEN DE RESULTADOS - PROMEDIO

Peso específico de masa	2.76	g/cm3
Peso específico de masa saturado superficialmente seco	2.78	g/cm3
Peso específico aparente	2.82	g/cm3
Porcentaje de Absorción	0.78%	%

**OBSERVACIONES**

\*La Muestra fue facilitada por el cliente.

ORION LABORATORIOS E.I.R.L.

*Ing. Luis Taboada Pajacicos*  
 JEFE DE LABORATORIO  
 CIP. 56551

LABORATORIO DE SUELOS, CONCRETO, AGREGADOS Y ASFALTO	FORMATO DE ENSAYO F-EAG-001AF
<b>MÉTODO DE ENSAYO NORMALIZADO PARA PESO ESPECÍFICO Y ABSORCIÓN DEL AGREGADO FINO</b>	REVISION : 2.0 MATERIAL : AGREGADO

			
ASTM C128	MTC E-205	AASHTO T-84	NTP 400.022

N° CERTIFICADO **EAG-PEAF-1841A025**

DATOS DEL CLIENTE Y MUESTRA	
SOLICITANTE	: AGUSTIN ROBLES ROMERO
PROYECTO	: TESIS
CLIENTE	: AGUSTIN ROBLES ROMERO
TECNICO	: J. ÑACCHA
F. ENSAYO	#####
F. EMISION	viernes, 16 de noviembre de 2018
CANTERA	: LURIN
MUESTRA	: AGREGADO FINO
MATERIAL	: ARENA GRUESA

DESARROLLO DE ENSAYO - METODO DE LA FIOLA			
1	Número de Fiola	Nº 1	Nº 2
2	Peso de la Fiola (gr.)	137.7	171.1
3	Volumen de la fiola (cm <sup>3</sup> )	500.0	500.0
4	Peso de la arena sat. sup. seca + Peso de la Fiola (gr.)	637.7	671.1
5	Peso de la arena sat. sup. seca (gr.)	500.0	500.0
6	Peso de la arena sat. sup. seca + Peso de la Fiola + Peso de agua (gr.)	950.3	983.7
7	Peso del agua (gr.)	312.6	312.6
8	Peso del Recipiente (gr.)	268.0	260.2
9	Peso del Recipiente + Peso de la arena seca (gr.)	762.2	752.9
10	Peso de la arena seca (gr.)	494.2	492.7
11	Peso específico de masa	2.64	2.63
12	Peso específico de masa saturado superficialmente seco	2.67	2.67
13	Peso específico aparente	2.72	2.74
14	Porcentaje de Absorción	1.17	1.48

RESUMEN DE RESULTADOS - PROMEDIO		
Peso específico de masa	2.63	g/cm <sup>3</sup>
Peso específico de masa S.S.S	2.67	g/cm <sup>3</sup>
Peso específico aparente	2.73	g/cm <sup>3</sup>
Porcentaje de Absorción	1.33	%

**OBSERVACIONES**

\*La Muestra fue facilitada por el cliente.

**ORION LABORATORIOS E.I.R.L.**  
  
**Ing. Luis Taboada Pajacios**  
 JEFE DE LABORATORIO  
 CIP. 56551

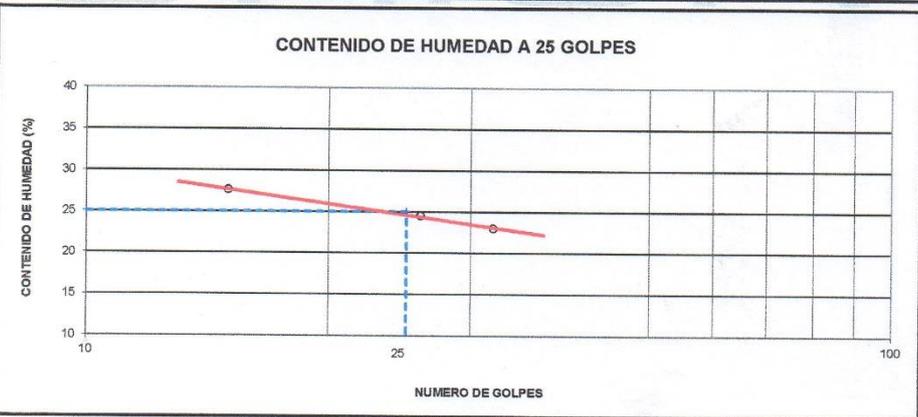
<b>ORION LABORATORIOS E.I.R.L.</b> LABORATORIO DE SUELOS, CONCRETO Y ASFALTO	<b>FORMATO DE ENSAYO</b> <b>F-ESL-019</b>
<b>LIMITES DE CONSISTENCIA</b> (NORMA AASHTO T-89, T-90, ASTM D 4318)	REVISION : 0.0 FECHA DE CREA. : 11/04/2017 MATERIAL : SUELOS

N° CERTIFICADO **ESL-LCM200-1718010**

DATOS DEL CLIENTE Y MUESTRA	
<b>SOLICITANTE</b>	: AGUSTIN NICOLAS ROBLES ROMERO
<b>ATENCION</b>	: AGUSTIN NICOLAS ROBLES ROMERO
<b>PROYECTO</b>	: TESIS
<b>UBICACIÓN</b>	: ORION LABORATORIOS E.I.R.L.
<b>TECNICO</b>	: J. ÑACCCHA
<b>F. ENSAYO</b>	viernes, 09 de noviembre de 2018
<b>F. EMISION</b>	miércoles, 10 de octubre de 2018
<b>CANTERA</b>	: LURIN
<b>MATERIAL</b>	: ARENA GRUESA PARA ASFALTO
<b>T. MAXIMO</b>	: N° 200
	<b>PROGRESIVA (Km) :</b>

LIMITE LIQUIDO				
Nº TARRO		R12	G21	K10
PESO TARRO + SUELO HUMEDO	(g)	57.15	69.32	60.17
PESO TARRO + SUELO SECO	(g)	50.81	63.62	54.28
PESO DE AGUA	(g)	6.34	5.70	5.89
PESO DEL TARRO	(g)	27.85	40.34	28.65
PESO DEL SUELO SECO	(g)	23.0	23.3	25.6
CONTENIDO DE HUMEDAD	(%)	27.61	24.48	22.99
NUMERO DE GOLPES		15	26	32

LIMITE PLASTICO				
Nº TARRO		HT12	HT11	
PESO TARRO + SUELO HUMEDO	(g)	66.38	40.75	
PESO TARRO + SUELO SECO	(g)	66.15	40.51	
PESO DE AGUA	(g)	0.2	0.2	
PESO DEL TARRO	(g)	65.17	39.54	
PESO DEL SUELO SECO	(g)	1.0	1.0	
CONTENIDO DE DE HUMEDAD	(%)	23.17	24.74	



CONSTANTES FISICAS DE LA MUESTRA	
LIMITE LIQUIDO	25
LIMITE PLASTICO	24
INDICE DE PLASTICIDAD	1

ORION LABORATORIOS E.I.R.L.

*Luis Taboada Palacios*  
 JEFE DE LABORATORIO  
 CIP. 58551

LABORATORIO DE SUELOS, CONCRETO, AGREGADO Y ASFALTO	FORMATO DE ENSAYO F-ESL-011
<b>EQUIVALENTE DE ARENA</b>  (ASTM D-2419 / AASHTO T-176 / MTC E114-2016)	REVISION : 0.0 MATERIAL : SUELOS

N° DE CERTIFICADO

ESL-EQAS-18111043

DATOS DEL CLIENTE	
CLIENTE	: AGUSTIN ROBLES ROMERO
SOLICITANTE	: AGUSTIN ROBLES ROMERO
ATENCION	: AGUSTIN ROBLES ROMERO
PROYECTO	: TESIS
UBICACIÓN	: ORION LABORATORIOS E.I.R.L.
TECNICO	: JH. GUERRERO
F. EMISION	sábado, 10 de noviembre de 2018
CANTERA	: LURIN
MATERIAL	: AGREGADO FINO
UBICACIÓN	: ARENA GRUESA
T. MAXIMO	: MALLA N° 4

CALCULO E INFORME DE ENSAYO					
CONTROL DE TIEMPOS DE ENSAYO	IDENTIFICACIÓN				PROMEDIO
	1	2	3	4	
Hora de entrada a saturación	09:44	09:46	09:48	09:50	
Tiempo de saturación (10 min.)	00:10	00:10	00:10	00:10	
Hora de salida de saturación	09:54	09:56	09:58	10:00	
Hora de entrada a decantación	09:56	09:58	10:00	10:02	
Tiempo de decantación (20 min.)	00:20	00:20	00:20	00:20	
Hora de salida de decantación	10:16	10:18	10:20	10:22	
Altura máxima de material fino	7.1	7.1	7.2	7.1	
Altura máxima de la arena	4.20	4.40	4.30	4.40	
Equivalente de Arena	59.2%	62.0%	59.7%	62.0%	61%

ORION LABORATORIOS E.I.R.L.

*Luis Taboada Palacios*  
Ing. Luis Taboada Palacios  
JEFE DE LABORATORIO  
CIP. 56551

Observaciones: Muestra e Información proporcionada por el solicitante.
---



# ORION LABORATORIOS E.I.R.L.

Calibración, Ensayos de Laboratorio Suelos, Concreto y Asfalto

<b>ORION LABORATORIOS E.I.R.L.</b> LABORATORIO DE SUELOS, CONCRETO Y ASFALTO <b>PARTICULAS CHATAS O ALARGADAS EN EL AGREGADO GRUESO</b> (RELACION 1 EN 3) ASTM D 4791	<b>FORMATO DE ENSAYO</b> F-EAG-009  REVISION : 0.0 MATERIAL : AGREGADO
---	--

N° CERTIFICADO

EAG-PCHA-1849006

DATOS DEL CLIENTE Y MUESTRA	
SOLICITANTE	: AGUSTIN NICOLAS ROBLES ROMERO
ATENCION	: AGUSTIN NICOLAS ROBLES ROMERO
PROYECTO	: TESIS
UBICACIÓN	: ORION LABORATORIOS E.I.R.L.
F. EMISION	: 07/11/2018
TECNICO	: MAAM
CANTERA	: JICAMARCA
MUESTRA :	: AGREGADO GRUESO TM 3/4"
CANT. MUESTRA	: 50.0 KG.

PARTICULAS CHATAS						
ABERTURA MALLA		PESO DE LA FRACCION DE ENSAYO (g)	PARTICULAS CHATAS (g)	PARTICULAS CHATAS (%)	GRADACION ORIGINAL (%)	PROMEDIO DE PARTICULAS CHATAS
PASA	RET.					
1 1/2"	1"	2037.3	0.0	0.0%	0.0	0.0
1"	3/4"	1530.5	0.0	0.0%	16.20	0.0
3/4"	1/2"	1253.3	36.5	2.9%	62.00	1.8
1/2"	3/8"	316.9	4.7	1.5%	21.80	2.1
TOTAL				4.4%	100.0	3.9

PARTICULAS CHATAS (%)	3.9
-----------------------	-----

PARTICULAS ALARGADAS						
ABERTURA MALLA		PESO DE LA FRACCION DE ENSAYO (g)	PARTICULAS ALARGADAS (g)	PARTICULAS ALARGADAS (%)	GRADACION ORIGINAL (%)	PROMEDIO DE PARTICULAS ALARGADAS
PASA	RET.					
1 1/2"	1"	2037.3	0.0	0.0%	0.00	0.0
1"	3/4"	1530.5	0.0	0.0%	16.20	0.0
3/4"	1/2"	1253.3	2.2	0.2%	62.00	0.1
1/2"	3/8"	316.9	0.0	0.0%	21.80	0.0
TOTAL				0.2%	100.0	0.1

PARTICULAS ALARGADAS (%)	0.1
--------------------------	-----

PARTICULAS CHATAS Y ALARGADAS						
ABERTURA MALLA		PESO DE LA FRACCION DE ENSAYO (g)	PARTICULAS CHATAS Y ALARGADAS (g)	PARTICULAS CHATAS Y ALARGADAS (%)	GRADACION ORIGINAL (%)	PROMEDIO DE PARTICULAS CHATAS Y ALARGADAS
PASA	RET.					
1 1/2"	1"	2037.3	0.0	0.0%	0.00	0.0
1"	3/4"	1530.5	0.0	0.0%	16.20	0.0
3/4"	1/2"	1253.3	0.0	0.0%	62.00	0.0
1/2"	3/8"	316.9	0.0	0.0%	21.80	0.0
TOTAL				0.0%	100.0	0.0

PARTICULAS ALARGADAS Y ALARGADAS (%)	0.0
--------------------------------------	-----

**OBSERVACIONES**

Ensayos de Chatas y Largas efectuado en relacion 1:3.  
 Muestra tomada e identificada por personal de laboratorio.  
 Ensayo efectuado al agregado grueso - Balastro.

ORION LABORATORIOS E.I.R.L.

*Ingeniero Luis Taboada Palacios*  
 JEFE DE LABORATORIO  
 CIP. 56551

Los Huertos de Huachipa Mz. E Lt. 15 - Luriganchu | Telf. 371 0531 - 371 0475 | Entel: 971 707 204 - 936 601 894 - 945 101 989  
 laboratorio@orionrcp.com | areatecnica@orionrcp.com | ventas@orionrcp.com | www.orionrcp.com



# ORION LABORATORIOS E.I.R.L.

Calibración, Ensayos de Laboratorio Suelos, Concreto y Asfalto

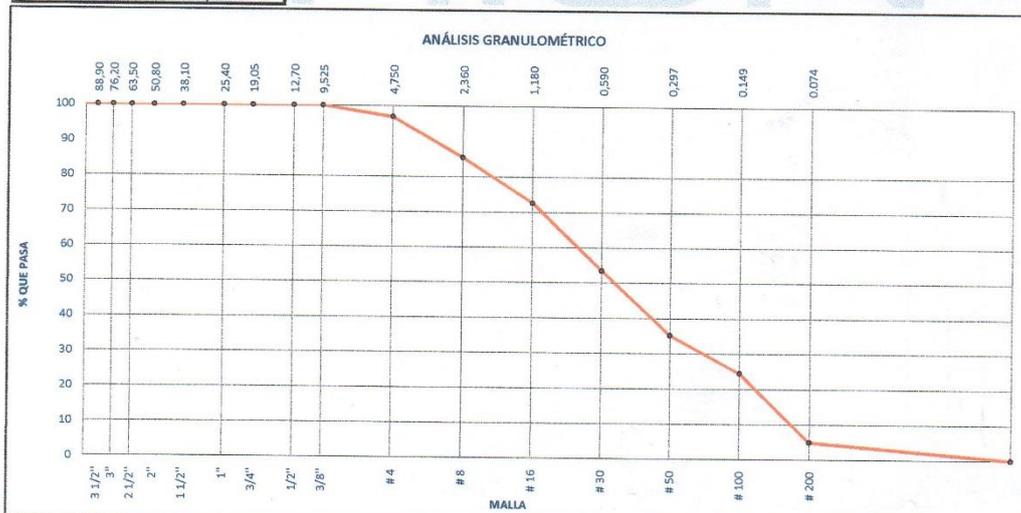
LABORATORIO DE SUELOS, CONCRETO, AGREGADOS Y ASFALTO	INFORME DE ENSAYO F-EAG-014
<b>ANÁLISIS GRANULOMÉTRICO DEL AGREGADO FINO, GRUESO Y GLOBAL</b>	REVISIÓN : 2.0 MATERIAL : AGREGADO

N° DE CERTIFICADO **EAG-GRF-18414061**

DATOS DE LA MUESTRA Y CLIENTE	
SOLICITANTE : AGUSTIN NICOLAS ROBLES ROMERO	
PROYECTO : TESIS	
ATENCION : AUGUSTIN ROBLES ROMERO	
CANTERA :	
MATERIAL : CAUCHO	
TECNICO : J. ÑACCHAS	
FECHA EMISION : 08/11/2018	

AGREGADO FINO - ARENA GRUESA					
Malla		Peso Ret. (gr)	Peso Ret. (%)	Peso Ret. Acum. (%)	% Pasa Acum.
4"	101.60 mm	0.00	0.00	0.00	100.00
3 1/2"	88.90 mm	0.00	0.00	0.00	100.00
3"	76.20 mm	0.00	0.00	0.00	100.00
2 1/2"	63.50 mm	0.00	0.00	0.00	100.00
2"	50.80 mm	0.00	0.00	0.00	100.00
1 1/2"	38.10 mm	0.00	0.00	0.00	100.00
1"	25.40 mm	0.00	0.00	0.00	100.00
3/4"	19.05 mm	0.00	0.00	0.00	100.00
1/2"	12.70 mm	0.00	0.00	0.00	100.00
3/8"	9.53 mm	0.00	0.00	0.00	100.00
# 4	4.75 mm	32.40	3.08	3.08	96.92
# 8	2.36 mm	120.50	11.46	14.54	85.46
# 16	1.18 mm	135.20	12.86	27.39	72.61
# 30	0.59 mm	201.30	19.14	46.53	53.47
# 50	0.30 mm	192.40	18.29	64.83	35.17
# 100	0.15 mm	112.00	10.85	75.68	24.52
# 200	0.07 mm	205.60	19.55	95.03	4.97
Fondo		52.30	4.97	100.00	0.00
PESO TOTAL		1051.70			

CARACTERISTICAS FISICAS	
Modulo de Fineza	2.32
Tamaño Maximo	3/8"
CONTENIDO DE HUMEDAD	
Peso de tara (g)	
Peso de muestra húmeda (g)	
Peso de muestra seca (g)	
% Humedad	
MATERIAL PASANTE LA MALLA N° 200	
Peso de tara (g)	
Peso de muestra seca (g)	
Peso de muestra seca lavada (g)	
% Material pasante la Malla N° 200	
OBSERVACIONES	



ORION LABORATORIOS E.I.R.L.  
*J. Ñacchas*  
**Jefe de Laboratorio**  
 CIP 56551

Los Huertos de Huachipa Mz. E Lt. 15 - Lurigancho | Telf. 371 0531 - 371 0475 | Entel: 971 707 204 - 936 601 894 - 545 101 989  
 laboratorio@orionrcp.com | areatecnica@orionrcp.com | ventas@orionrcp.com | www.orionrcp.com



# ORION LABORATORIOS E.I.R.L.

Calibración, Ensayos de Laboratorio Suelos, Concreto y Asfalto

LABORATORIO DE SUELOS, CONCRETO, AGREGADOS Y ASFALTO	INFORME DE ENSAYO F-EAG-014
<b>ANÁLISIS GRANULOMÉTRICO DEL AGREGADO FINO, GRUESO Y GLOBAL</b>	REVISION : 2.0 MATERIAL : AGREGADO

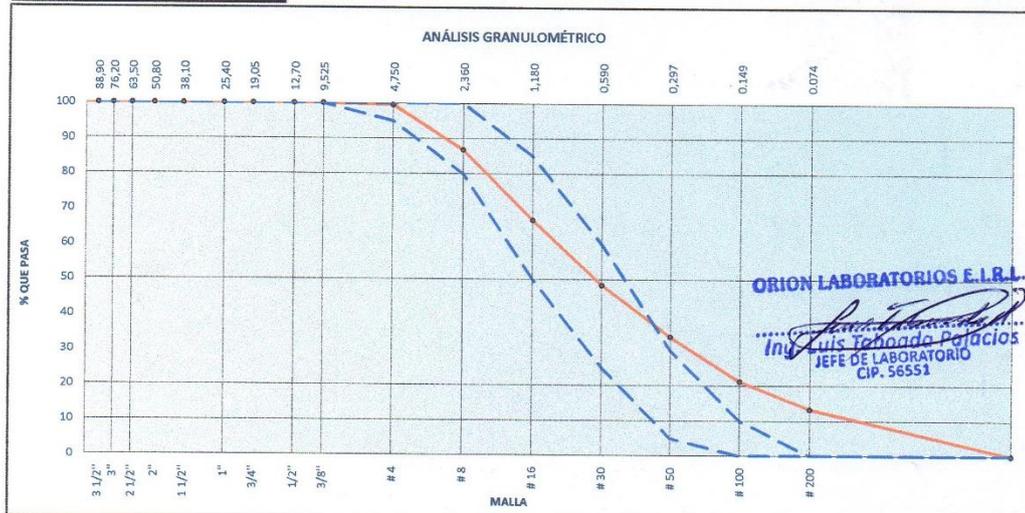
ASTM C 136	MTC E-204	NTP 400.012

N° DE CERTIFICADO **EAG-GRF-18414050**

DATOS DE LA MUESTRA Y CLIENTE	
SOLICITANTE : AGUSTIN NICOLAS ROBLES ROMERO	TECNICO : J. ÑACCHAS
PROYECTO : TESIS	FECHA EMISION : 07/11/2018
ATENCIÓN : AUGUSTIN ROBLES ROMERO	
UBICACIÓN	
MATERIAL : AGREGADO FINO - ARENA GRUESA	
CANTERA : LURIN	

AGREGADO FINO - ARENA GRUESA						
Malla	Peso Ret. (gr)	Peso Ret. (%)	Peso Ret. Acum. (%)	% Pasa Acum.	ASTM "LIM SUP"	ASTM "LIM INF"
4"	101.60 mm	0.00	0.00	0.00	100.00	100.00
3 1/2"	88.90 mm	0.00	0.00	0.00	100.00	100.00
3"	76.20 mm	0.00	0.00	0.00	100.00	100.00
2 1/2"	63.50 mm	0.00	0.00	0.00	100.00	100.00
2"	50.80 mm	0.00	0.00	0.00	100.00	100.00
1 1/2"	38.10 mm	0.00	0.00	0.00	100.00	100.00
1"	25.40 mm	0.00	0.00	0.00	100.00	100.00
3/4"	19.05 mm	0.00	0.00	0.00	100.00	100.00
1/2"	12.70 mm	0.00	0.00	0.00	100.00	100.00
3/8"	9.53 mm	0.00	0.00	0.00	100.00	100.00
# 4	4.75 mm	4.40	0.46	99.54	95.00	100.00
# 8	2.36 mm	120.70	12.71	13.17	86.83	80.00
# 16	1.18 mm	190.00	20.01	33.18	66.82	50.00
# 30	0.59 mm	175.60	18.49	51.67	48.33	25.00
# 50	0.30 mm	138.30	14.56	66.24	33.76	5.00
# 100	0.15 mm	119.60	12.59	78.83	21.17	0.00
# 200	0.07 mm	75.10	7.91	86.74	13.26	0.00
Fondo		125.90	13.26	100.00	0.00	0.00
PESO TOTAL		949.60				

CARACTERISTICAS FISICAS	
Modulo de Fineza	2.44
Tamaño Maximo	3/8"
CONTENIDO DE HUMEDAD	
Peso de tara (g)	269.4
Peso de muestra húmeda (g)	1227.0
Peso de muestra seca (g)	1219.0
% Humedad	0.84%
MATERIAL PASANTE LA MALLA N° 200	
Peso de tara (g)	269.4
Peso de muestra seca (g)	1219.0
Peso de muestra seca lavada (g)	1102.0
% Material pasante la Malla N° 200	12.32%
OBSERVACIONES	



Los Huertos de Huachipa Mz. E Lt. 15 - Lurigancho | Telf. 371 0531 - 371 0475 | Entel: 971 707 204 - 936 601 894 - 945 101 989  
laboratorio@orionrcp.com | areatecnica@orionrcp.com | ventas@orionrcp.com | www.orionrcp.com

LABORATORIO DE SUELOS, CONCRETO, AGREGADOS Y ASFALTO	INFORME DE ENSAYO F-EAG-014
<b>ANÁLISIS GRANULOMÉTRICO DEL AGREGADO FINO, GRUESO Y GLOBAL</b>	REVISIÓN : 2.0 MATERIAL : AGREGADO

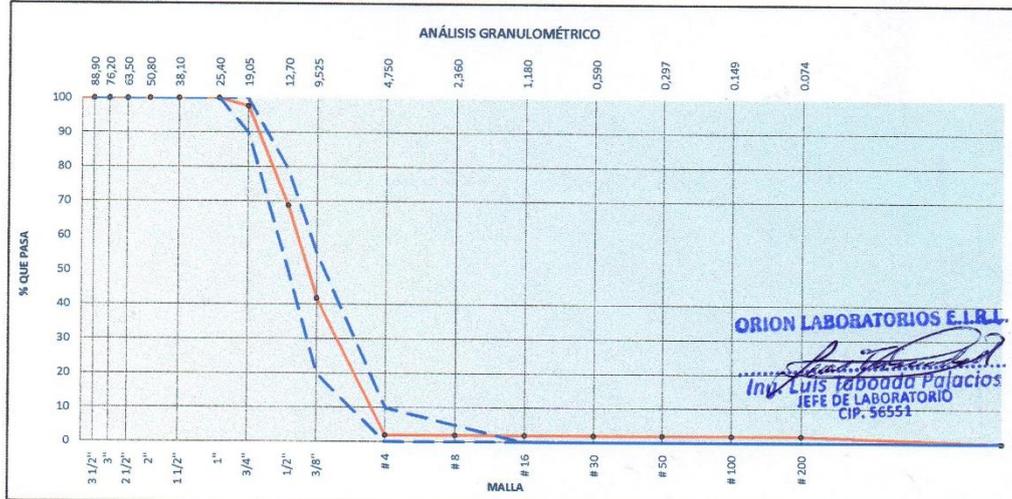
		
ASTM C 136	MTC E-204	NTP 400.012

N° DE CERTIFICADO **EAG-GRF-18414058**

DATOS DE LA MUESTRA Y CLIENTE			
CLIENTE	AGUSTIN NICOLAS ROBLES ROMERO	TECNICO	: J. RACCHA
SOLICITANTE	AGUSTIN NICOLAS ROBLES ROMERO	FECHA EMISION	: 09/11/2018
PROYECTO	: TESIS		
UBICACIÓN	: ORION LABORATORIOS E.I.R.L		
MATERIAL	: AGREGADO GRUESO - TM 3/4"		
CANTERA	: JICAMARCA		

AGREGADO GRUESO HUSO # 67						
Malla	Peso Ret. (gr)	Peso Ret. (%)	Peso Ret. Acum. (%)	% Pasa Acum.	ASTM "LIM SUP"	ASTM "LIM INF"
4"	101.60 mm	0.00	0.00	100.00	100.00	100.00
3 1/2"	88.90 mm	0.00	0.00	100.00	100.00	100.00
3"	76.20 mm	0.00	0.00	100.00	100.00	100.00
2 1/2"	63.50 mm	0.00	0.00	100.00	100.00	100.00
2"	50.80 mm	0.00	0.00	100.00	100.00	100.00
1 1/2"	38.10 mm	0.00	0.00	100.00	100.00	100.00
1"	25.40 mm	0.00	0.00	100.00	100.00	100.00
3/4"	19.05 mm	224.00	2.38	2.38	97.62	100.00
1/2"	12.70 mm	2714.00	28.89	31.28	68.72	79.00
3/8"	9.53 mm	2530.00	26.93	58.21	41.79	20.00
#4	4.75 mm	3738.00	39.80	98.01	1.99	0.00
#8	2.36 mm	0.00	0.00	98.01	1.99	0.00
#16	1.18 mm	0.00	0.00	98.01	1.99	0.00
#30	0.59 mm	0.00	0.00	98.01	1.99	0.00
#50	0.30 mm	0.00	0.00	98.01	1.99	0.00
#100	0.15 mm	0.00	0.00	98.01	1.99	0.00
#200	0.07 mm	0.00	0.00	98.01	1.99	0.00
Fondo		187.00	1.99	100.00	0.00	0.00
PESO TOTAL		9393.00				

CARACTERISTICAS FISICAS	
Modulo de Fineza	6.49
Tamaño Máximo	1 "
CONTENIDO DE HUMEDAD	
Peso de tara (g)	1069.0
Peso de muestra húmeda (g)	8203.0
Peso de muestra seca (g)	8145.0
% Humedad	0.82%
MATERIAL PASANTE LA MALLA N° 200 - ASTM C 117	
Peso de tara (g)	1069.0
Peso de muestra seca (g)	8145.0
Peso de muestra seca lavada (g)	8005.0
% Material pasante la Malla N° 200	1.98%
OBSERVACIONES	



LABORATORIO DE SUELOS, CONCRETO, AGREGADOS Y ASFALTO	INFORME DE ENSAYO F-EAG-0019
<b>PORCENTAJE DE PARTICULAS FRACTURADAS EN LOS AGREGADOS GRUESOS</b> ASTM D 5128 / MTC E 210	REVISION : 0.0 MATERIAL : AGREGADO

N° INFORME **EAG-PFAG-17419018**

DATOS DEL CLIENTE Y MUESTRA	
CLIENTE	: AGUSTIN NICOLAS ROBLES ROMERO
SOLICITANTE	: AGUSTIN NICOLAS ROBLES ROMERO
PROYECTO	: TESIS
UBICACIÓN	: ORION LABORATORIOS E.I.R.L
F. DE EMISION	miércoles, 07 de noviembre de 2018
CANtera	: JICAMARCA
MATERIAL	: AGREGADO GRUESO TM 3/4"
UBICACIÓN	: CAJAMARQUILLA
CANT.MUESTRA	: 50.0 kg.

PARTICULAS CON UNA O MAS CARAS DE FRACTURA (%)						
ABERTURA MALLA		PESO DE LA FRACCION DE ENSAYO (g)	PARTICULAS FRACTURADAS (g)	PARTICULAS FRACTURADAS (%)	GRADACION ORIGINAL (%)	PROMEDIO DE PARTICULAS FRACTURADAS
PASA	RET.					
1 1/2"	1"					
1"	3/4"	1566.4	1566.4	100.0%	31.5	31.5%
3/4"	1/2"	1219.1	1137.1	93.3%	56.4	52.6%
1/2"	3/8"	289.9	282.1	97.3%	12.1	11.8%
<b>PARTICULAS CON UNA O MAS CARAS DE FRACTURA (%)</b>						<b>95.9%</b>

PARTICULAS CON DOS O MAS CARAS DE FRACTURA (%)						
ABERTURA MALLA		PESO DE LA FRACCION DE ENSAYO (g)	PARTICULAS FRACTURADAS (g)	PARTICULAS FRACTURADAS (%)	GRADACION ORIGINAL (%)	PROMEDIO DE PARTICULAS FRACTURADAS
PASA	RET.					
1 1/2"	1"					
1"	3/4"	1566.4	1429.4	91.3%	31.5	28.7%
3/4"	1/2"	1219.1	1069.9	87.8%	56.4	49.5%
1/2"	3/8"	289.9	278.1	95.9%	12.1	11.6%
<b>PARTICULAS CON DOS O MAS CARAS DE FRACTURA (%)</b>						<b>89.8%</b>

#### OBSERVACIONES

Muestra tomada e identificada por personal de laboratorio.  
Ensayo efectuado al agregado grueso natural.

ORION LABORATORIOS E.I.R.L.

*Iny. Luis Taboada Palacios*  
JEFE DE LABORATORIO  
CIP. 56551

ORION LABORATORIOS E.I.R.L. LABORATORIO DE SUELOS, CONCRETO Y ASFALTO	FORMATO DE ENSAYO F-EAG-021
<b>ANGULARIDAD DEL AGREGADO FINO</b>  (MTC E 222)	REVISION : 0.0 MATERIAL : AGREGADO

N° DE CERTIFICADO **EAG-AAF-18421010**

DATOS DEL CLIENTE Y MUESTRA	
SOLICITANTE	: AGUSTIN NICOLAS ROBLES ROMERO
PROYECTO	: TESIS
ATENCIÓN	: AGUSTIN NICOLAS ROBLES ROMERO
TECNICO	: MAAM
F. DE EMISION	jueves, 04 de enero de 2018
CANTERA	: JICAMARCA
MUESTRA	: AGREGADO FINO
MATERIAL	: ARENA MEZCLADA

MÉTODO DE ENSAYO	"A"
PESO ESPECÍFICO BULK APARENTE (g/cm <sup>3</sup> )	2.668
VACÍOS SIN COMPACTAR (%)	44.0

ANGULARIDAD DEL AGREGADO FINO					
DESCRIPCION	UND	ENSAYO 1	ENSAYO 2	PROMEDIO	
Peso Mat. Sat. Sup. Seco ( en Aire )	...(A) (g)	300.2	300.3		
Peso Frasco + Agua	...(B) (g)	651.7	662.6		
Peso Frasco + Agua + A	...(C) (g)	951.9	962.9		
Peso del Mat. + Agua + Peso Frasco	...(D) (g)	840.6	851.0		
Vol de masa + Vol de vacio = C-D	...(E) (cm <sup>3</sup> )	111.3	111.9		
Peso de Mat. Seco en Estufa (105°C)	...(F) (g)	297.9	297.6		
Vol de Masa = E - ( A - F )	...(G) (cm <sup>3</sup> )	109.0	109.2		
PE Bulk Aparente = F/E	(T/m <sup>3</sup> )	2.677	2.660	2.668	
PE Bulk Aparente (S.S.S.) = A/E	(T/m <sup>3</sup> )	2.697	2.684	2.690	
PE Nominal = F/G	(T/m <sup>3</sup> )	2.733	2.725	2.729	
Absorción = ((A - F)/F)*100	%	0.77%	0.91%	0.84%	

**DONDE:**

- Mat. Sat. Sup. = Material Superficialmente Seco
- Pe. = Peso Especifico
- Mat. = Material
- Vol. = Volumen
- S.S.S. = Saturado con Superficie Seca

**COMENTARIOS :**

- Segun la sección 423 de las "Especificaciones Generales del Ministerio de Transportes y Comunicaciones" (EG-2013), la angularidad del Agregado Fino debera realizarse según la norma MTC E 222.

- (\*) Adecuado de Norma Internacional National Aggregates Association.

- Ensayo de "Contenido de Vacios" realizado al material pasante la malla N°8 y retenido en la malla N°200.

- Ensayo de "Peso Especifico" realizado al material pasante la malla N°8 y retenido en la malla N°200, Según Norma ASTM C 128.

**OBSERVACIONES :**

- Muestra tomada e identificada por el solicitante.
- Ensayo efectuado al agregado fino natural.

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

ORION LABORATORIOS E.I.R.L.

*Luis Taboada Palacios*  
Ing. Luis Taboada Palacios  
JEFE DE LABORATORIO  
CIP. 56551



# ORION LABORATORIOS E.I.R.L.

Calibración, Ensayos de Laboratorio Suelos, Concreto y Asfalto

<b>ORION LABORATORIOS E.I.R.L.</b> LABORATORIO DE SUELOS, CONCRETO Y ASFALTO	<b>INFORME DE ENSAYO</b> <b>F-EMAF-009</b>
<b>ADHERENCIA EN AGREGADO FINO (Riedel Weber)</b> MTC E - 220 / NLV 10 - 86 / NLT - 335 / D.E.E. MA8 - 1988	REVISION : 1.0 MATERIAL : MEZCLAS ASFALTICAS

N° DE CERTIFICADO

EMAF-RW-1839012

DATOS DEL CLIENTE Y MUESTRA	
SOLICITANTE	: AGUSTIN NICOLAS ROBLES ROMERO
ATENCION	: AGUSTIN NICOLAS ROBLES ROMERO
PROYECTO	: TESIS
TECNICO	: J. ÑACCHA
F. EMISION	sábado, 10 de noviembre de 2018
CANTERA	: LURIN
MATERIAL	: AGREGADO FINO
MUESTRA	: ARENA GRUESA

NORMAS EJECUTABLES					
D.E.E. MA8 - 1989		NLT - 335		MTC E - 220	X
				NLV 10 - 86	

ADHERENCIA EN AGREGADO FINO (Riedel Weber)			
CANTERA	LURIN	ADITIVO	
MUESTRA	Arena Gruesa	ASFALTO - PEN	60/70

0	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10
					X					X

DESPRENDIMIENTO PARCIAL		DESPRENDIMIENTO TOTAL	
NÚMERO : 5	LETRA : M/16	NÚMERO : 10	LETRA : M/1

OBSERVACIÓN  
Material facilitado por el Cliente.

ORION LABORATORIOS E.I.R.L.  
  
 Ing. Luis Taboada Palacios  
 JEFE DE LABORATORIO  
 CIP. 56551

ORION LABORATORIOS E.I.R.L. LABORATORIO DE SUELOS, CONCRETO Y ASFALTO	INFORME DE ENSAYO F-EMAF-010
Método de Prueba para Revestimiento y de Desprendimiento de Cemento Asfáltico-Agregado  ASTM D1665	REVISION : 1.0 MATERIAL : MEZCLAS ASFALTICAS

N° DE CERTIFICADO **EMAF-ADAG-18310014**

DATOS DEL CLIENTE Y MUESTRA	
SOLICITANTE	: AGUSTIN NICOLAS ROBLES ROMERO
ATENCION	: AGUSTIN NICOLAS ROBLES ROMERO
PROYECTO	: TESIS
UBICACIÓN	: ORION LABORATORIOS E.I.R.L.
TECNICO	: J. GUERRERO
F. EMISION	: jueves, 15 de noviembre de 2018
CANTERA	: JICAMARCA
MATERIAL	: AGREGADO GRUESO
PRODUCTO	: CEMENTO ASFÁLTICO 60/70
MUESTRA	: PIEDRA CHANCADA TMN 3/4"

### MUESTRA N° 01

MUESTRA	: A. GRUESO	PROGRESIVA	:	ADITIVO
CANTERA	: AGREGADO GRUESO			CEMENTO ASFÁLTICO 60/70
PROF. (m)	:			
AGREGADO GRUESO				% DE REVESTIMIENTO
<b>PIEDRA CHANCADA TMN 3/4"</b>				<b>+95</b>

### MUESTRA N° 02

MUESTRA	: A. GRUESO	PROGRESIVA	:	ADITIVO
CANTERA	: AGREGADO GRUESO			CEMENTO ASFÁLTICO 60/70
PROF. (m)	:			
AGREGADO GRUESO				% DE REVESTIMIENTO
<b>PIEDRA CHANCADA TMN 3/4"</b>				<b>+95</b>

### MUESTRA N° 03

MUESTRA	: A. GRUESO	PROGRESIVA	:	ADITIVO
CANTERA	: AGREGADO GRUESO			CEMENTO ASFÁLTICO 60/70
PROF. (m)	:			
AGREGADO GRUESO				% DE REVESTIMIENTO
<b>PIEDRA CHANCADA TMN 3/4"</b>				<b>+95</b>

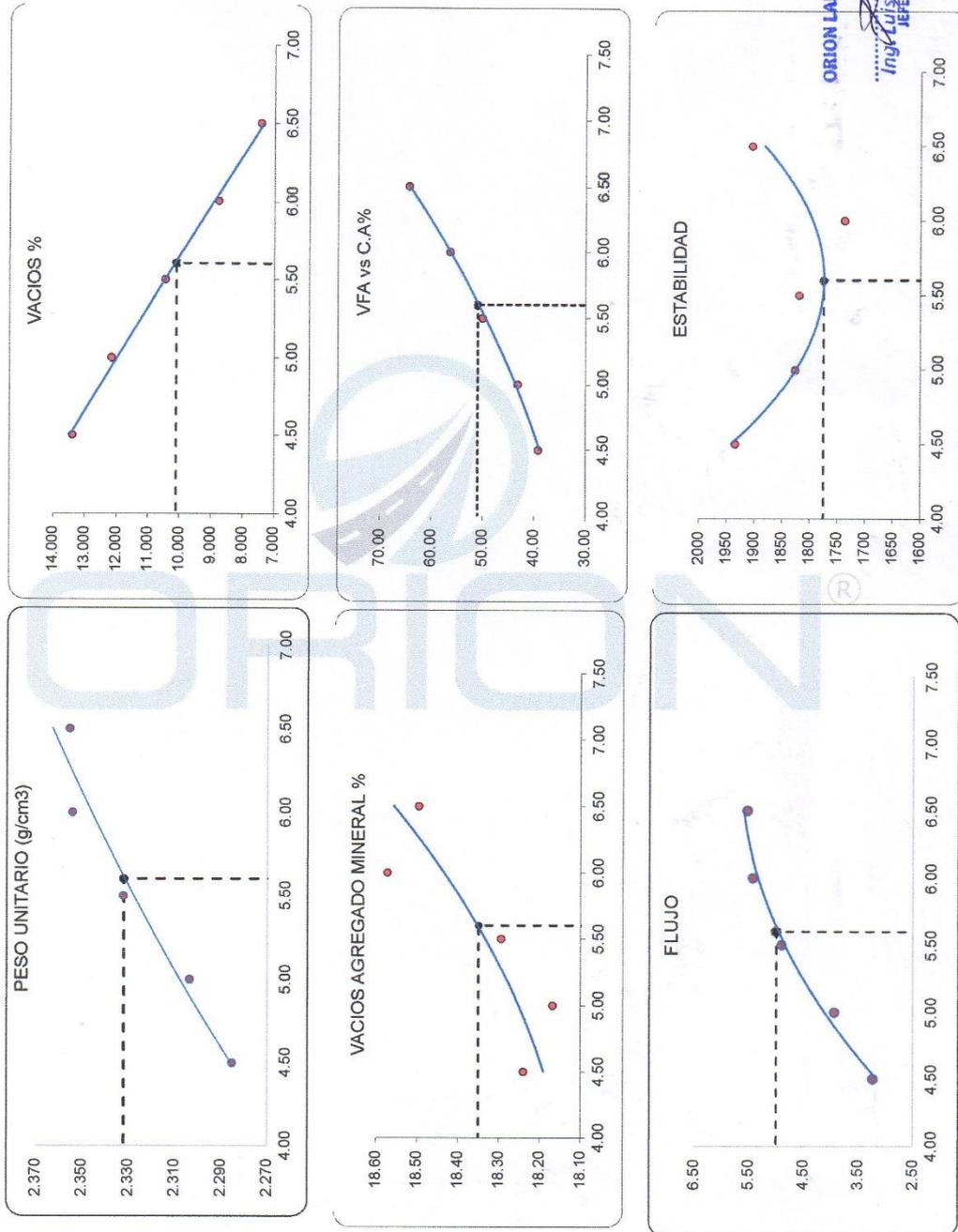
ORION LABORATORIOS E.I.R.L.

*Luis Adonata Palacios*  
Ing. Luis Adonata Palacios  
JEFE DE LABORATORIO  
CIP. 56551

**OBSERVACIONES:**

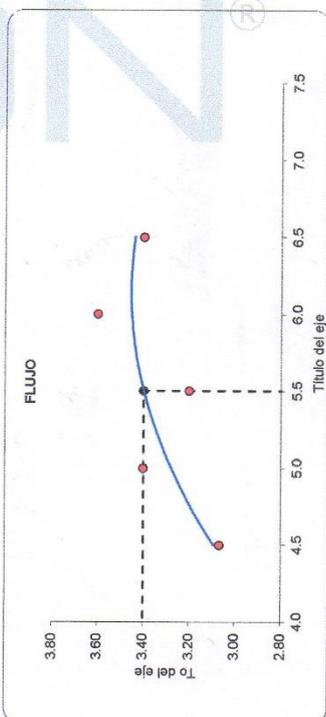
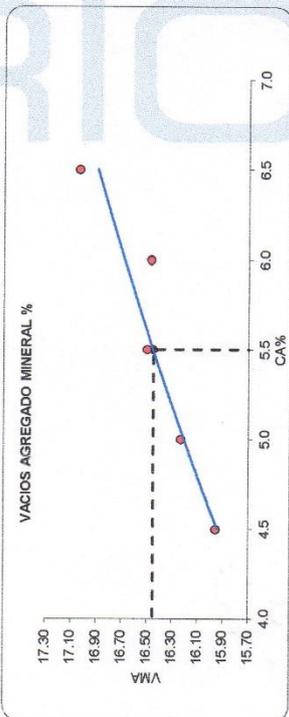
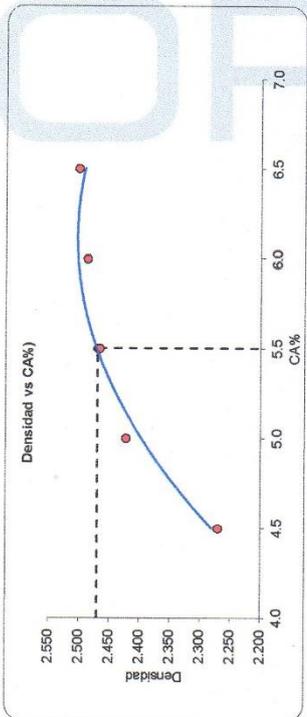
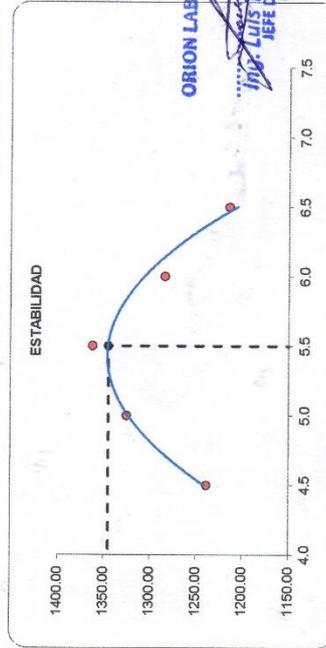
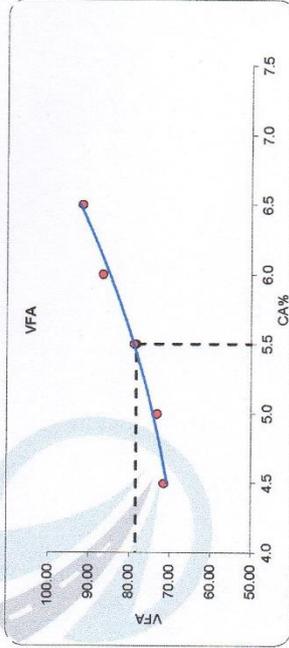
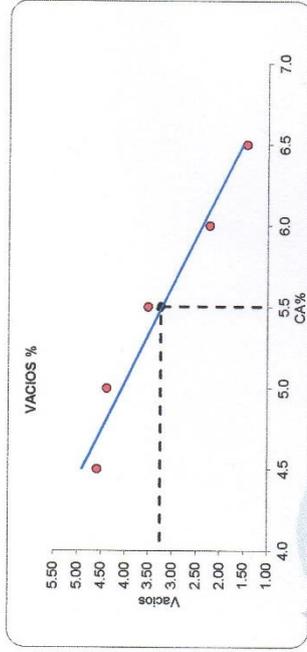
El Cliente Facilito las Muestras de Agregado.

DETERMINACIÓN DEL PORCENTAJE ÓPTIMO DE CEMENTO ASFÁLTICO  
ASTM D1559 / AASHTO T245



ORION LABORATORIOS E.I.R.L.  
Ing. Luis Gboarda Palacios  
JEFE DE LABORATORIO  
CIP. 56551

DETERMINACIÓN DEL PORCENTAJE ÓPTIMO DE CEMENTO ASFÁLTICO  
ASTM D1659 / AASHTO T245



ORION LABORATORIOS E.I.R.L.  
ING. Luis Eduardo Palacios  
JEFE DE LABORATORIO  
CIP: 36551

Huachipa 10 de Diciembre de 2018

**CONSTANCIA DE VALIDEZ Y CONFIABILIDAD  
EN EL REPORTE DE ENSAYOS DE LABORATORIO**

Debido al desarrollo de estudio de la presente tesis el Sr. **Agustín Nicolás Robles Romero** con DNI N° 09844442, se encuentra realizando los ensayos correspondientes en las instalaciones de ORION LABORATORIOS E.I.R.L, por medio de la presente dejo constancia que:

- a) Los equipos de laboratorio se encuentran correctamente calibrados, certificando la confiabilidad de los resultados adquiridos.
- b) Los ensayos se realizan de acuerdo al manual de ensayos de Materiales del Ministerio de Transportes y Comunicaciones, demostrando la validez y confiabilidad.
- c) Los ensayos han sido realizados por técnicos acreditados en cada área, al mismo tiempo indicar la intervención del tesista en los ensayos, demostrando que tiene capacidad para participar en el desarrollo de los ensayos.

Atentamente.

ORION LABORATORIOS E.I.R.L.

  
Iny. **Luis Taboada Pajacios**  
JEFE DE LABORATORIO  
CIP. 56551

# Acta de Aprobación de Originalidad de Tesis

 <b>UCV</b> UNIVERSIDAD CÉSAR VALLEJO	<b>ACTA DE APROBACIÓN DE ORIGINALIDAD DE TESIS</b>	Código : F06-PP-PR-02.02 Versión : 09 Fecha : 23-03-2018 Página : 1 de 1
--	--	---

Yo, **ESCOBEDO APESTEGUI, FRANKLIN**, docente de la Facultad de Ingeniería y Escuela Profesional de **ING. CIVIL** de la Universidad César Vallejo sede Ate, revisor de la tesis titulada

**COMPORTAMIENTO DE LA MEZCLA ASFÁLTICA AGREGANDO CAUCHO RECICLADO EN PAVIMENTOS FLEXIBLES, ATE, LIMA-PERÚ, 2018.**

de la estudiante **ROBLES ROMERO, AGUSTIN NICOLAS**, constato que la investigación tiene un índice de similitud de **(26%)** verificable en el reporte de originalidad del programa Turnitin.

La suscrita analizó dicho reporte y concluyó que cada una de las coincidencias detectadas no constituyen plagio. A mi leal saber y entender la tesis cumple con todas las normas para el uso de citas y referencias establecidas por la Universidad César Vallejo.

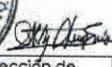
Ate, 06 de diciembre del 2018



Firma

**DR. ESCOBEDO APESTEGUI, FRANKLIN**

DNI: 08257238

				
Elaboró	Dirección de Investigación	Revisó	Responsable del SGC	Aprobó / Vicerrectorado de Investigación



## Acta de Aprobación de la Tesis

 <b>UCV</b> UNIVERSIDAD CÉSAR VALLEJO	<b>ACTA DE APROBACIÓN DE LA TESIS</b>	Código : F06-PP-PR-02.02 Versión : 09 Fecha : 23-03-2018 Página : 1 de 1
--	---------------------------------------	---

El Jurado encargado de evaluar la tesis presentada por don (a) **ROBLES ROMERO, AGUSTIN NICOLAS** cuyo título es: **COMPORTAMIENTO DE LA MEZCLA ASFÁLTICA AGREGANDO CAUCHO RECICLADO EN PAVIMENTOS FLEXIBLES, ATE, LIMA-PERÚ,2018**

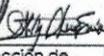
Reunido en la fecha, escuchó la sustentación y la resolución de preguntas por el estudiante, otorgándole el calificativo de: **12** (número) **DOCE** (letras).

Lima, Ate, 16 de diciembre del 2018.

  
 .....  
**Mgr. Choque Flores, Leopoldo**  
**PRESIDENTE**

  
 .....  
**Mgr. Contreras Velasquez, Jose**  
**SECRETARIO**

  
 .....  
**Dr. Escobedo Apestegui, Franklin**  
**VOCAL**

				
Elaboró	Dirección de Investigación	Revisó	Responsable del SGC	Vicerrectorado de Investigación

## Autorización de Publicación de Tesis

 <b>UCV</b> <small>UNIVERSIDAD CÉSAR VALLEJO</small>	<b>AUTORIZACIÓN DE PUBLICACIÓN DE TESIS EN REPOSITORIO INSTITUCIONAL</b> <b>UCV</b>	Código : F08-PP-PR-02.02 Versión : 09 Fecha : 23-03-2018 Página : 1 de 1
--	--	---

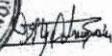
Yo **ROBLES ROMERO, AGUSTIN NICOLAS** identificado con DNI N° **09844442**, egresado(a) de la Carrera Profesional de **INGENIERÍA CIVIL** de la Universidad César Vallejo, Autorizo **(X)**, No autorizo **( )** la divulgación y comunicación pública de mi trabajo de investigación titulado: **COMPORTAMIENTO DE LA MEZCLA ASFÁLTICA AGREGANDO CAUCHO RECICLADO EN PAVIMENTOS FLEXIBLES, ATE, LIMA - PERÚ, 2018.**

En el Repositorio Institucional de la UCV (<http://repositorio.ucv.edu.pe/>), según lo estipulado en el Decreto Legislativo 822, Ley sobre Derecho de Autor, Art. 23 y Art. 33

Fundamentación en caso de no autorización:



.....  
**ROBLES ROMERO, AGUSTIN NICOLAS**  
 DNI : **09844442**  
 Fecha : 10 de diciembre del 2019

 Elaboró	 Dirección de Investigación	Revisó	 Responsable del SGC	 Vicerectorado de Investigación
--	---	--------	--	---

## Autorización de la Versión Final del Trabajo de Investigación



# UNIVERSIDAD CÉSAR VALLEJO

## AUTORIZACIÓN DE LA VERSIÓN FINAL DEL TRABAJO DE INVESTIGACIÓN

CONSTE POR EL PRESENTE EL VISTO BUENO QUE OTORGA EL ENCARGADO DE INVESTIGACIÓN DE:

PROGRAMA DE ESTUDIOS DE INGENIERÍA CIVIL

---

A LA VERSIÓN FINAL DEL TRABAJO DE INVESTIGACIÓN QUE PRESENTA:

ROBLES ROMERO, AGUSTIN NICOLAS

---

TÍTULO DE LA INVESTIGACIÓN:

COMPORTAMIENTO DE LA MEZCLA ASFÁLTICA AGREGANDO CAUCHO RECICLADO EN PAVIMENTOS FLEXIBLES, ATE, LIMA-PERÚ, 2018.

---

PARA OBTENER EL TÍTULO O GRADO DE:

INGENIERO CIVIL

---

SUSTENTADO EN FECHA: 16 DE DICIEMBRE DEL 2018

NOTA O MENCIÓN: 12



*[Handwritten signature]*  
DR. ESCOBEDO APESTEGUI, FRANKLIN