



**FACULTAD DE INGENIERÍA, ARQUITECTURA Y  
URBANISMO**

**ESCUELA PROFESIONAL DE INGENIERÍA CIVIL**

**TESIS**

**“Análisis Comparativo del Diseño de Mezcla Asfáltica en  
Caliente para Pavimento Flexible Urbano empleando  
Aditivos Adherentes Adhesol3000, Bitucoteplus y  
Quimibond3000”**

**PARA OPTAR EL TÍTULO PROFESIONAL DE INGENIERO  
CIVIL**

**Autor:**

**Bach. Vasquez Llamo Reinerio Elden**  
ORCID 0000-0002-7247-4286

**Asesor (a):**

**MG. ING. Rojas Herrera Mahli Helem**  
ORCID 0000-0002-9521-4495

**Línea de Investigación:**

**Infraestructura, Tecnología y Medio Ambiente**

**Pimentel – Perú**  
**2023**

**ANÁLISIS COMPARATIVO DEL DISEÑO DE MEZCLA ASFÁLTICA EN  
CALIENTE PARA PAVIMENTO FLEXIBLE URBANO EMPLEANDO  
ADITIVOS ADHERENTES ADHESOL3000, BITUCOTEPLUS Y  
QUIMIBOND3000**

**Aprobación Del Jurado**

---

MG. ING. VILLEGAS GRANADOS LUIS MARIANO  
**Presidente de Jurado de Tesis**

---

MG. ING. ORDINOLA LUNA EFRAIN  
**Secretario de Jurado de Tesis**

---

MG. ING. ROJAS HERRERA MAHLI HELEM  
**Vocal de Jurado de Tesis**


**DECLARACIÓN JURADA DE ORIGINALIDAD**

Quien suscribe la **DECLARACIÓN JURADA**, soy egresado del Programa de Estudios de la Escuela Profesional de **INGENIERÍA CIVIL** de la Universidad Señor de Sipán S.A.C, declaro bajo juramento que soy autor del trabajo titulado:

**ANÁLISIS COMPARATIVO DEL DISEÑO DE MEZCLA ASFÁLTICA EN CALIENTE PARA PAVIMENTO FLEXIBLE URBANO EMPLEANDO ADITIVOS ADHERENTES ADHESOL3000, BITUCOTEPLUS Y QUIMIBOND3000**

El texto de mi trabajo de investigación responde y respeta lo indicado en el Código de Ética del Comité Institucional de Ética en Investigación de la Universidad Señor de Sipán (CIEI USS) conforme a los principios y lineamientos detallados en dicho documento, en relación a las citas y referencias bibliográficas, respetando al derecho de propiedad intelectual, por lo cual informo que la investigación cumple con ser inédito, original y auténtico.

En virtud de lo antes mencionado, firma:

Vasquez Llamo Reinerio Elden	48206361	
------------------------------	----------	---

Pimentel, 04 de abril de 2023

**Dedicatoria**

La presente Tesis dedicada Dios, ya que gracias a él he logrado concluir mi carrera, a mis padres, por ellos siempre estuvieron a mi lado brindándome su apoyo y sus consejos para hacer de mí una mejor persona, a mi abuela, aunque ella ya no este pues siempre me brindaba un aliento para seguir estudiando y culminar mi carrera, a mi hijo hoy en día es el mayor motivo que tengo para seguir triunfando, y todas aquellas personas que de una u otra manera ha contribuido para el logro de mis objetivos.

VASQUEZ LLAMO, Reinerio Elden

## **Agradecimiento**

Agradezco primero a Dios por guiarme hacia el buen camino y no desistir en el proceso. Además, agradezco a mi familia que son las personas más importantes en mi vida, porque siempre me brindaron ánimos y sobre todo su apoyo incondicional.

VASQUEZ LLAMO, Reinerio Elden

## ÍNDICE DE CONTENIDO

Dedicatoria.....	iii
Agradecimiento.....	v
Resumen .....	xi
Abstract.....	xii
<b>I. INTRODUCCIÓN.....</b>	<b>15</b>
<b>1.1 Realidad Problemática.....</b>	<b>15</b>
<b>Estudios previos .....</b>	<b>17</b>
<b>Justificación e importancia del estudio.....</b>	<b>19</b>
<b>1.2 Formulación del problema .....</b>	<b>19</b>
<b>1.3 Hipótesis .....</b>	<b>20</b>
<b>1.4 Objetivos .....</b>	<b>20</b>
<b>2 MATERIALES Y MÉTODO.....</b>	<b>30</b>
<b>2.1 Tipo y diseño de investigación .....</b>	<b>30</b>
<b>2.2 Variables y operacionalización .....</b>	<b>31</b>
<b>2.3 Población y muestra.....</b>	<b>33</b>
<b>2.4 .Técnicas e instrumentos de recolección de datos, validez y confiabilidad.....</b>	<b>34</b>
<b>2.5 . Procedimiento de análisis de datos .....</b>	<b>34</b>
<b>2.6 Criterios Éticos .....</b>	<b>47</b>
<b>Criterios de rigor científico.....</b>	<b>47</b>
<b>III. RESULTADOS Y DISCUSIÓN .....</b>	<b>48</b>
<b>3.1. Resultados en tablas y figuras .....</b>	<b>48</b>
<b>3.2. Discusión de resultados.....</b>	<b>77</b>
<b>IV.CONCLUSIONES Y RECOMENDACIONES.....</b>	<b>82</b>
<b>4.1 Conclusiones .....</b>	<b>82</b>
<b>4.2. Recomendaciones .....</b>	<b>83</b>
REFERENCIAS .....	84
ANEXOS.....	91

## Índice de Tablas

Tabla 1. Propiedades físico – Químicas del Adhesol 3000.....	22
Tabla 2. Propiedades físico – Químicas del Bitucote Plus.....	24
Tabla 3. Propiedades físico – Químicas del Quimibond 3000 .....	25
Tabla 4. Operacionalización de las variables .....	32
Tabla 5. Requerimientos para los agregados gruesos de mezclas asfálticas en caliente	35
Tabla 6. Requerimientos para los agregados finos de mezclas asfálticas en caliente ....	36
Tabla 7. Requerimientos para las mezclas asfálticas en caliente.....	37
Tabla 8. Propiedades físico-químicas comparativas de los aditivos. ....	48
Tabla 9. Granulometría de agregado grueso para ensayo de abrasión.....	53
Tabla 10. Resultados obtenidos de ensayo de durabilidad.....	54
Tabla 11. Resultados obtenidos de ensayo de angularidad. ....	56
Tabla 12. Resultados de gravedad específica para mezcla asfáltica + Adhesol3000. ....	57
Tabla 13. Resumen de resultados obtenidos mediante ensayo Marshall para mezcla asfáltica + Adhesol 3000. ....	61
Tabla 14. Análisis granulométrico del agregado para mezcla asfáltica + Adhesol 3000. ....	62
Tabla 15. Resultados de gravedad específica para mezcla asfáltica + Adhesol3000. ....	63
Tabla 16. Resumen de resultados obtenidos mediante ensayo Marshall para mezcla asfáltica + Adhesol 3000. ....	66
Tabla 17. Análisis granulométrico del agregado para mezcla asfáltica + Bitucote Plus. ....	67
Tabla 18. Resultados de gravedad específica para mezcla asfáltica + Bitucote Plus. ....	68
Tabla 19. Resumen de resultados obtenidos mediante ensayo Marshall para mezcla asfáltica + Bitucote Plus. ....	71
Tabla 20. Análisis granulométrico del agregado para mezcla asfáltica + Quimibomb 3000.	72
Tabla 21. Resultados de gravedad específica para mezcla asfáltica + Quimibomb 3000.	73
Tabla 22. Resumen de resultados obtenidos mediante ensayo Marshall para mezcla asfáltica + Quimibomb 3000.....	76
Tabla 23. Comparación de propiedades mecánicas de mezclas asfálticas con adición de aditivos.....	79

## Índice de figuras

<b>Figura 1.</b> Producto Adhesol comercializado por TDM Asfaltos Perú.....	22
<b>Figura 2.</b> Producto Bitucote Plus comercializado por Bituper S.A.C Perú.....	23
<b>Figura 3.</b> Producto Quimibond comercialización por QSI Perú.....	25
<b>Figura 4.</b> Las fases de masa- volumen en una mezcla bituminosa.....	27
<b>Figura 5.</b> La vista microscópica de la mezcla asfáltica. ....	27
<b>Figura 6.</b> Vacíos de la mezcla compactada HMA. ....	28
<b>Figura 7.</b> Equipo Marshall disponible de la Universidad Señor de Sipán. ....	29
<b>Figura 8.</b> Equipo Marshall (Máquina de carga a comprensión).....	29
<b>Figura 9.</b> Planta de Asfalto. ....	38
<b>Figura 10.</b> Cemento portland.....	39
<b>Figura 11.</b> Tamices - Granulometría.....	39
<b>Figura 12.</b> Ensayo de paseo específico y absorción.....	40
<b>Figura 13.</b> Ensayo de peso específico y absorción.....	41
<b>Figura 14.</b> Límites de Atterberg.....	42
<b>Figura 15.</b> Límites de Atterberg.....	42
<b>Figura 16.</b> Ensayo de sales solubles.....	43
<b>Figura 17.</b> Ensayo equivalente de arena. ....	44
<b>Figura 18.</b> Ensayo chatas y alargadas. ....	44
<b>Figura 19.</b> Ensayo de Caras fracturadas. ....	45
<b>Figura 20.</b> Ensayo de angularidad.....	46
<b>Figura 21.</b> Ensayo de Marshall.....	47
<b>Figura 22.</b> Curva granulométrica del agregado fino.....	49
<b>Figura 23.</b> Curva granulométrica del agregado grueso.....	50
<b>Figura 24.</b> curva granulométrica del agregado combinado. ....	51
<b>Figura 25.</b> Relación peso unitario vs % C.A para mezcla asfáltica convencional.....	58
<b>Figura 26.</b> Relación & de vacíos con aire % C.A para mezcla asfáltica convencional.....	59
<b>Figura 27.</b> Relación % de vacíos de agregado mineral vs % C.A. para mezcla asfáltica convencional.....	59
<b>Figura 28.</b> Relación % de vacíos llenados de C.A. vs % C.A. para mezcla asfáltica asiática convencional.....	60
<b>Figura 29.</b> Relación flujo vs % C.A. para mezcla asfáltica convencional.....	60
<b>Figura 30.</b> Relación estabilidad vs % C.A. para mezcla asfáltica convencional. ....	60
<b>Figura 31.</b> Relación estabilidad vs % C.A. para mezcla asfáltica convencional. ....	61
<b>Figura 32.</b> Relación peso unitario vs % C.A. para mezcla asfáltica + Adhesol3000.....	63
<b>Figura 33.</b> Relación % de vacíos con aire vs % C.A. para mezcla asfáltica + Adhesol3000. ....	64
<b>Figura 34.</b> Relación % de vacíos de agregado mineral vs % C.A. para mezcla asfáltica + Adhesol 3000.....	64
<b>Figura 35.</b> Relación % de vacíos llenados de C.A. para mezcla asfáltica + Adhesol 3000.....	65
<b>Figura 36.</b> Relación flujo vs % C.A. para mezcla asfáltica + Adhesol 3000.....	65
<b>Figura 37.</b> Relación estabilidad vs % C.A. para mezcla asfáltica + Adhesol 3000.....	65
<b>Figura 38.</b> Relación estabilidad de flujo vs % C.A. para mezcla asfáltica + Adhesol 3000.....	66
<b>Figura 39.</b> Relación peso unitario vs % C.A. para mezcla asfáltica + Bitucote Plus.....	68
<b>Figura 40.</b> Relación % de vacíos con aire vs %C.A. para mezcla asfáltica + Bitucota Plus.....	69
<b>Figura 41.</b> Relación % de vacíos de agregado mineral vs % C.A. para mezcla asfáltica + Bitucote Plus.....	69
<b>Figura 42.</b> Relación % de vacíos llenados de C.A. vs % C.A. para mezcla asfáltica + Bitucote Plus.....	70
<b>Figura 43.</b> Relación flujo vs % C.A. para mezcla asfáltica + Bitucote Plus. ....	70



<b>Figura 44.</b> Relación estabilidad vs % C.A. para mezcla asfáltica + Bitucote Plus. ....	71
<b>Figura 45.</b> Relación estabilidad de flujo vs % C.A. para mezcla asfáltica + Bitucote Plus.	71
<b>Figura 46.</b> Relación peso unitario vs % C.A. para mezcla asfáltica + Quimbomb 3000..	73
<b>Figura 47.</b> Relación % de vacíos con aire vs % C.A. para mezcla asfáltica + Quimbomb 3000.....	74
<b>Figura 48.</b> Relación % de vacíos de agregado mineral vss % C.A. para mezcla asfáltica + Quimbomb 3000. ....	74
<b>Figura 49.</b> Relación % de vacíos llenados de C.A. vs % C.A. para mezcla asfáltica + Quimbomb 3000. ....	75
<b>Figura 50.</b> Relación flujo vs % C.A. para mezcla asfáltica + Quimbomb 3000. ....	75
<b>Figura 51.</b> Relación estabilidad vs % C.A. para mezcla asfáltica + Quimbomb 3000.....	75
<b>Figura 52.</b> Relación estabilidad de flujo vs % C.A. para mezcla asfáltica + Quimbomb 3000. ....	76
<b>Figura 53.</b> Ficha Técnica de aditivo Adhesol3000. ....	93
<b>Figura 54.</b> Ficha técnica 1 de aditivo Bitucote Plus. ....	94
<b>Figura 55.</b> Ficha técnica 2 de aditivo Bitucote Plus. ....	95
<b>Figura 56.</b> Ficha técnica 1 de aditivo Quimbond3000.....	96
<b>Figura 57.</b> Ficha técnica 2 de aditivo Quimbond3000.....	97
<b>Figura 58.</b> Análisis granulométrico de agregado grueso.....	98
<b>Figura 59.</b> Análisis granulométrico de agregado fino. ....	99
<b>Figura 60.</b> Análisis granulométrico de agregado combinado. ....	100
<b>Figura 61.</b> Peso unitario y contenido de humedad de agregado fino. ....	101
<b>Figura 62.</b> Peso unitario y contenido de humedad de agregado grueso. ....	102
<b>Figura 63.</b> Límite líquido, plástico e índice de plasticidad de agregado fino.....	103
<b>Figura 64.</b> Límite líquido, plástico e índice de plasticidad de agregado grueso.....	104
<b>Figura 65.</b> Peso específico y porcentaje de absorción de agregado fino. ....	105
<b>Figura 66.</b> Peso unitario y contenido de agregado grueso.....	106
<b>Figura 67.</b> Porcentaje de desgaste por abrasión de agregado grueso.....	107
<b>Figura 68.</b> Ensayo de durabilidad de agregado grueso. ....	108
<b>Figura 69.</b> Partículas chatas o alargado en el agregado grueso.....	109
<b>Figura 70.</b> Angularidad del agregado fino.....	110
<b>Figura 71.</b> Durabilidad del agregado fino.....	111
<b>Figura 72.</b> Equivalente de arena de agregado fino. ....	112
<b>Figura 73.</b> Sales solubles en el agregado fino.....	113
<b>Figura 74.</b> Diseño de mezcla asfáltica convencional. ....	114
<b>Figura 75.</b> Ensayo de gravedad específica para diseño de mezcla asfáltica convencional. ....	115
<b>Figura 76.</b> Resultados de ensayo Marshall para diseño de mezcla asfáltica convencional. ....	116
<b>Figura 77.</b> Diseño de mezcla asfáltica convencional + 0.5% de Adhesol 3000.....	117
<b>Figura 78.</b> Ensayo de gravedad específica para diseño de mezcla asfáltica convencional + 0.5% de Adhesol 3000.....	118
<b>Figura 79.</b> Resultados de ensayo Marshall para diseño de mezcla asfáltica convencional + 0.5% de Adhesol 3000.....	119
<b>Figura 80.</b> Diseño de mezcla asfáltica convencional + 0.5% de Bitucote Plus.....	120
<b>Figura 81.</b> Ensayo de gravedad específica para diseño de mezcla asfáltica convencional + 0.5% de Bitucote Plus.....	121
<b>Figura 82.</b> Resultados de ensayo Marshall para diseño de mezcla asfáltica convencional + 0.5% de Bitucote Plus.....	122
<b>Figura 83.</b> Diseño de mezcla asfáltica convencional + 0.5% de Quimbond 3000. ....	123

<b>Figura 84.</b> Ensayo de gravedad específica para diseño de mezcla asfáltica convencional + 0.5% de Quimibond 3000.....	124
<b>Figura 85.</b> Resultados de ensayo Marshall para diseño de mezcla asfáltica convencional + 0.5% de Quimibond 3000.....	125
<b>Figura 86.</b> Carta de Autorización para la recolección de Información.....	126
<b>Figura 87.</b> Agregado Fino y Grueso.....	127
<b>Figura 88.</b> Peso del agregado grueso.....	127
<b>Figura 89.</b> Contenido de sales.....	128
<b>Figura 90.</b> Granulometría.....	128
<b>Figura 91.</b> Ensayo de límites de Atterberg.....	129
<b>Figura 92.</b> Peso específico del agregado grueso.....	129
<b>Figura 93.</b> Preparación de las briquetas.....	130
<b>Figura 94.</b> Elaboración de las briquetas.....	130
<b>Figura 95.</b> Muestra Patrón.....	131
<b>Figura 96.</b> Ensayo de Marshall.....	131
<b>Figura 97.</b> Ensayo Rice.....	132
<b>Figura 98.</b> Los aditivos.....	132
<b>Figura 99.</b> Muestra modificada.....	133
<b>Figura 100.</b> Muestra modificada en el aparato Marshall.....	133

## Resumen

La presente investigación se basó en el análisis comparativo del diseño de mezcla asfáltica en caliente para pavimento flexible urbano empleando aditivos adherentes Adhesol3000, Bitucoteplus y Quimibond3000. Por medio de la adición del 0.50% en peso del ligante asfáltico de cada aditivo en estudio, se determinará el aditivo óptimo que mejore el comportamiento físico y mecánico de la mezcla asfáltica en caliente para su uso en pavimentos urbanos.

Los resultados obtenidos en esta investigación indican un incremento del comportamiento mecánico con la adición del Quimibond3000 y Bitucote Plus, con valores de estabilidad de 11.9 kN para un flujo de 8.10 mm, el aditivo Adhesol3000 alcanzó valores de estabilidad de 11.6 Kn para un flujo de 8.10 mm. Asimismo, el índice de rigidez de la mezcla al adicionar el aditivo Adhesol3000 fue de 3718.1 kg/cm, mientras que las mezclas con aditivo Quimibond3000 y Bitucote Plus presentaron una rigidez de 3812.1 kg/cm. Cabe añadir que las características propias de cada uno de los aditivos hacen que el aditivo Bitucote Plus, sea el que presente mejor comportamiento en mezclas asfálticas influyendo positivamente para su uso en pavimentos flexibles urbanos.

**Palabras clave:** aditivos, mezcla asfáltica, asfalto, rigidez, estabilidad.

## **Abstract**

This research was based on the comparative analysis of hot mix asphalt design for urban flexible pavement using Adhesol3000, Bitucoteplus and Quimibond3000 adherent additives. Through the addition of 0.50% by weight of the asphalt binder of each additive under study, the optimal additive that improves the physical and mechanical behavior of the hot mix asphalt for use in urban pavements will be determined.

The results obtained in this investigation indicate an increase in mechanical behavior with the addition of Quimibond3000 and Bitucote Plus, with stability values of 11.9 kN for a flow of 8.10 mm, the Adhesol3000 additive reached stability values of 11.6 Kn for a flow of 8.10 mm. Likewise, the stiffness index of the mix when adding the Adhesol3000 additive was 3718.1 kg/cm, while the mixes with the Quimibond3000 and Bitucote Plus additive had a stiffness of 3812.1 kg/cm. It should be added that the characteristics of each of the additives make the Bitucote Plus additive the one with the best performance in asphalt mixtures, positively influencing its use in flexible urban pavements.

**Keywords:** additives, asphalt mix, asphalt, stiffness, stability.

## I. INTRODUCCIÓN

### 1.1 Realidad Problemática

A nivel mundial la construcción de las vías terrestres está considerada como una actividad en la que se utiliza mayor cantidad de recursos naturales en Ingeniería Civil; siendo la fabricación de mezclas asfálticas, una sub actividad de la Ingeniería Vial, que consume mayor cantidad de agregados naturales. Por lo tanto; la extracción de los recursos naturales a grandes escalas, está originando graves efectos negativos ambientales y económicos a la población (Álvarez y otros, 2020).

Por lo tanto; al presentarse una inadecuada Infraestructura Vial, tanto en su planificación, gestión, ejecución, operación y mantenimiento; ya sea vías urbanas o rurales, afectará negativamente toda actividad fundamental del desarrollo humano y su armonía con el medio que lo rodea. Por lo que; es necesario su intervención bajo los lineamientos de Control de Calidad y seguridad en sus diferentes procedimientos tanto a nivel de diseño y construcción, la cuales permitirán reducir gastos de operación y mantenimiento (Oliveira, 2020).

En Colombia; el aumento de su parque automotor, y por ende congestión vehicular, ha generado la reducción de la velocidad vehicular. Por lo que, ante el aumento de cargas repetitivas y su impacto paulatino sobre la estructura de pavimento; generará cambios drásticos en las propiedades mecánicas de las diferentes capas que la componen; siendo en el caso de la carpeta de rodadura; su impacto negativo en el diseño de mezclas ya sea de asfalto o de concreto que la componen (Quintana y otros, 2013).

En México; las condicionales de economía en la elaboración de pavimentos rígidos son mayores a pavimentos flexibles; ya que su ventaja va sustentada en la condicional seguridad. Sin embargo, más del noventa por ciento de los pavimentos construidos en el mundo son de categoría pavimentos

flexibles; por lo que su aplicación deberá estar condicionado al factor economía en equilibrio al factor seguridad bajo un control de calidad óptimo en su diseño, ejecución y mantenimiento (Jaime, 2008).

Ante lo descrito los aditivos; están siendo empleados para la mejora de la calidad del diseño de mezclas de las propiedades del pavimento. Por lo que su necesidad de uso; en los últimos años ha tomado gran relevancia de empleo en el sector construcción debido a que favorece económicamente la viabilidad de los proyectos, así como se seguridad, funcionamiento y menor actividad de mantenimiento de las mismas (Castañeda y otros, 2018).

En Perú la Contraloría General de la República durante los últimos años, detectó técnicamente que los informes de calidad del diseño de pavimentos presentan graves deficiencias que afectan sus componentes funcionales y estructurales, su deficiencia de diseño va acompañada de la reducida capacidad de cumplimiento de las normativas técnicas nacionales tanto el diseño como el proceso constructivo (MTC, 2019).

Uno de los principales causantes del problema vida útil de diseño de pavimento flexible; es el inadecuado diseño de mezcla asfáltica, siendo en mayor porcentaje su empleabilidad de condición mezcla asfáltica producida en caliente (MAC); la cual se ha evidenciado baja capacidad de resistencia a cargas generales de tránsito y climatológicos, repercutiendo en su estabilidad de sus componentes (Romero, 2019).

Existe una gran variedad de aditivos adherentes; sin embargo, a la hora de seleccionar el producto adecuado, se desconoce sus características de mejor desempeño y mejor aplicabilidad en criterio de económica en el diseño de pavimentos. Por tal criterio, es de suma importancia implementar técnicas innovadoras de procesos que permitan aclarar la interrogante de seleccionar el adecuado aditivo a emplear en la mejora de las propiedades del diseño de una mezcla (Tacca, 2018).

Por lo tanto, para el diseño de mezclas asfálticas con aditivos adherentes; es necesario conocer la problemática que se presenta entre el ligante adhesivo en su interface agregado – asfalto; ya que se ha evidenciado a través de la ejecución de diversos proyectos ingenieriles de pavimentación en el país; que la degradación prematura de la carpeta de rodadura está asociada a la deficiente capacidad de propiedades químicas y mecánicas de liga o adherencia entre los materiales pétreos y el asfalto (Macedo, 2016).

El departamento de Lambayeque no es indiferente con esta problemática, pues su deficiente nivel de funcionalidad y seguridad de infraestructura vial urbana; se evidencia en gran totalidad el colapso de sus vías; las cuales están acompañadas a acontecimientos técnicos de deficiente diseño de pavimento; acompañado por el deficiente sistema de saneamiento básico urbano y aumento de carga vehicular pesado (Fernández, 2019).

### **Estudios previos**

En Colombia; se estudió cual es el comportamiento de los agregados pétreos obtenidos de río, así como de peña; en la fabricación de la mezcla asfáltica mediante su interacción de los ensayos de tracción indirectas Invias y Riedel Weber. Se concluyó entre los agregados pétreos estudiados, es adecuado emplear el material de peña en comparación del río, ya que presenta mejores resultados de adherencia al cemento asfáltico (Urrego & Ruiz, 2016).

En Ecuador; se estudió las técnicas, procedimientos y utilización de aditivos en la mejora del diseño de mezcla asfáltica que establezca diferenciación mediante la innovación, respeto de las normativas de diseño y reducción de costo de inversión. Se Concluyó que el empleo de los aditivos estudiados mejora de manera considerable los resultados obtenidos de los ensayos de punto de inflamación, reblandecimiento, penetración, estabilidad, flujo, y peladura del diseño de mezcla asfáltica seleccionado (Rojas y otros, 2013).

En México; se estudió el comportamiento de degradación prematura de pavimento flexible a través de su interacción de intensidad y volumen de carga de tránsito, determinando dosificaciones adecuadas de aditivos promotores de mejora de adherencia en el desempeño de la mezcla asfáltica de diseño. Se concluyó que los aditivos estudiados generan una mejora de las características mecánicas para las mezclas asfálticas de diseño, a pesar de la variación de cambio de temperaturas y frecuencia de uso (Salazar y otros, 2013).

En Puno; se estudió los resultados de estabilidad de las mezclas asfálticas de diseño, al incorporarle la dosificación de los aditivos promotores de adherencia clasificadas por sus propiedades de producto. Se concluyó que su aplicación de dosis de aditivo en 0.30% y 0.90% de su peso de diseño de mezcla varió su estabilidad – flujo Marshall del 5.7% al 11.5% su rigidez en comparación a su diseño convencional sin aditivo, siendo su dosis óptima de adherencia el 0.40% (Tacca, 2018).

En Lima se estudió los límites de falla, fatiga y deformación plástica en los parámetros de diseño de una mezcla de asfalto en caliente. Se concluyó que los aditivos empleados mejoran las propiedades de adherencia del concreto asfáltico seleccionado ya que brinda una óptima solución de reducción de fallas prematuras y por ende su viabilidad de carácter económico (Ojeda, 2015).

En Lima se estudió el empleo de los aditivos adherentes para el diseño de Slurry Seal. Se concluyó que a dosificaciones de emulsión asfáltica de 14%, 15% y 16%; contenido de filler de 0.5%, 1.0%, y 1.5%; se obtuvo como resultados consistencias de cohesión de 200min, 150min y 120 min respectivamente; generando resultados favorables en los indicadores tiempo de mezcla, humedad y desempeño de diseño (Huanca & Scipión, 2013).

En Chiclayo; se estudió los requerimientos óptimos para elaborar una mezcla asfáltica aprovechando la adición de Partículas de Plásticos Reciclable



(PET). Se concluyó que para el caso flujos vehiculares livianos la aplicación de PET como aditivo adherente ya que reduce el calor, así como incrementa su nivel de estabilidad y de flujo, en cumplimiento con los valores mínimos permitidos en las normativas nacionales (Navarro, 2017).

### **Justificación e importancia del estudio**

Esta investigación se desarrolla debido al deficiente nivel de funcionalidad y seguridad de infraestructura vial urbana donde se evidencia en gran totalidad el colapso de sus vías; las cuales están acompañadas a acontecimientos técnicos

de un diminuto diseño de pavimento; por la falta de un óptimo sistema de saneamiento básico urbano y por el aumento de carga vehicular pesado.

Por ello es que en este estudio se pretende mejorar los resultados al realizar el análisis comparativo de un diseño de mezcla de concreto asfáltico en caliente para pavimento flexible urbano. Al mismo tiempo esta investigación ayudará a dar cumplimiento con los estándares de calidad para la fabricación y publicación del diseño óptimo de la mezcla asfáltica en caliente empleando los aditivos adherentes Adhesol 3000, Bitucote Plus y Quimibond 3000.

#### **1.2 Formulación del problema**

¿Cuáles serán los resultados a obtener en un diseño de mezcla asfáltica en caliente para pavimento flexible urbano, empleando los aditivos adherentes Adhesol 3000, Bitucote Plus y Quimibond 3000?

### **1.3 Hipótesis**

Obtener resultados óptimos en el diseño de mezcla de asfalto en caliente para pavimento flexible urbano; empleando los aditivos adherentes Adhesol 3000, Bitucote Plus y Quimibond 3000.

### **1.4 Objetivos**

#### **Objetivo General**

Realizar el análisis comparativo de los resultados obtenidos de un diseño de mezcla asfáltica en caliente para pavimento flexible urbano; empleando los aditivos adherentes Adhesol 3000, Bitucote Plus y Quimibond 3000.

#### **Objetivo Específicos**

- Identificar las características técnicas de los productos Adhesol 3000, Bitucote Plus y Quimibond 3000 como aditivos manufacturados adherentes en mezclas asfálticas.
- Analizar las propiedades físicas de los agregados para elaborar el diseño de mezcla asfáltica modificada con aditivo acorde a sus especificaciones técnicas de cada producto.
- Elaborar un diseño de mezclas asfálticas modificado con aditivo en caliente de tipo convencional con los agregados pétreos mayor empleado en la localidad.

### **1.5 Teorías relacionadas al tema**

#### **Aditivos adherentes**

Los aditivos adherentes son productos surfactante o tenso activos por su acción de reducir la tensión superficial en su intervención como emulsificante; es decir, su constitución química promueve la adherencia entre la masa del cemento

asfáltico y lo agregados a constituir en la elaboración de una mezcla flexible. Su estructura comprende moléculas hidrofílicas de baja polaridad; la cual influye en la mejora de las propiedades de adherencia entre los agregados y el asfalto (Comisión Permanente del Asfalto, 2020).

Los grupos surfactantes de mayor eficacia se caracterizan por obtener un adecuado resultado de compatibilidad de adherencia con el cemento asfáltico empleado; sobresaliendo entre ellos, los aditivos amínicos, las cuales al estar constituidos por compuestos orgánicos nitrogenados derivados del amoníaco e hidrógeno; producen una cadena de enlace hidrocarbonatada de naturaleza hidrofóbica que permite la adherencia del asfalto (Tacca, 2018).

A la fecha, se presenta una gran variedad de alternativas de aplicación de aditivos adherentes (naturales o manufacturados) tanto en el mercado internacional como nacional; ya que su aplicación permite mejorar las propiedades de adherencia de sus diferentes componentes de la mezcla de asfalto constituido; por la cual se presenta los siguientes aditivos manufacturados de materia de investigación:

### **Adhesol 3000**

Es un aditivo líquido del grupo amínico, de consistencia térmica estable, la cual actúa como elemento adherente en la interface asfalto – agregado; permitiendo el aumento de la cohesión en la mezcla de asfalto logrando una mayor durabilidad de la estructura pavimentada.

Su ventaja de uso, radica en la mejora de adherencia tanto en ligantes asfálticos en caliente como en asfaltos diluidos (Cutbacks) ya que por su consistencia líquida presenta óptimas cualidades “Anti-striping” en el producto final. Su dosificación varía de 0.25% a 1.00% en relación al peso de sus agregados; recomendándose un 0.50% de aplicabilidad en relación al peso de su ligante asfáltico. Su presentación está suministrada en cuantías de 200.00kg. de peso líquido.

Su importancia radica en el cumplimiento de los estándares de control de calidad para las mezclas asfálticas establecidos por el “Manual de ensayo de Materiales MTC” normas E-220: adhesividad, E-517: Revestimiento, y E-521: efecto del agua; estipuladas al estudio de los agregados y cemento asfáltico, en relación al porcentaje de aditivo a emplear (TDM asfaltos, 2012).

**Figura 1.** Producto Adhesol comercializado por TDM Asfaltos Perú.



Nota: Se muestra la comercializadora (TDM asfaltos, 2012)

**Tabla 1.**

*Propiedades físico – Químicas del Adhesol 3000*

<b>Características</b>	<b>Contenido</b>
Color	Gardner
Composición	Aminas grasas
Apariencia (25°C)	Líquido aceitoso
Viscosidad (25°C)	Mayor de 60 Cp
Densidad (25°C, g/cm <sup>3</sup> )	Mayor de 1,00
Punto de Inflamación (°C)	Mayor de 280

Nota: Se muestra las características y contenido del Adhesol 3000 (TDM asfaltos, 2012)

## Bitucote Plus

Es un aditivo líquido del grupo amínico que mejora las propiedades de adherencia en relación a su ángulo de contacto; disminuyendo así, la tensión superficial entre los componentes cemento asfáltico con el agua, para así mejorar la durabilidad de la mezcla asfáltica, la ventaja del uso, radica en reducir en gran contenido el desprendimiento de los componentes de una mezcla, conservando la efectividad de los materiales de diseño seleccionados.

Su dosificación varía del 0.20% al 0.70% en relación al peso del asfalto previo análisis de las características geomorfológicas de los agregados. Su presentación es suministrada en cuantías de 180.00Kg. de peso líquido. Su importancia radica en cumplimientos de las normativas ASTM D-1664: recubrimiento, y ensayo Riedel Weber estipulados al estudio del cemento asfáltico. (Bituper S.A.C, 2013)

**Figura 2.** Producto Bitucote Plus comercializado por Bituper S.A.C Perú.



Nota: Se muestra la comercializadora (Bituper S.A.C, 2013)

**Tabla 2.**

*Propiedades físico – Químicas del Bitucote Plus*

<b>Características</b>	<b>Contenido</b>
Composición	Aminas grasas (Poliaminas)
Aspecto	Líquido viscoso
Color	Ámbar
Gravedad específica (20°C)	0.8566
Humedad (%)	0.9
Viscosidad Brookfield (23°C, cP)	68.6
Punto de Escurrecimiento (°C)	+12
Punto de Inflamación (Copa Abierta, °C)	236

Nota: Se muestra las características y contenido del Bitucote Plus  
(Bituper S.A.C, 2013)

### **Quimibond 3000**

Es un aditivo líquido del grupo amínico; que permite la mejora de adherencia entre los agregados pétreos y el asfalto como cemento, impidiendo la formación de vacíos que conforman bolsas de agua. Su ventaja radica en proporcionar un mejor desempeño de cohesión o adherencia de la mezcla asfáltica en estado fresco para generar una mayor prolongación de uso en su estado endurecido.

Su dosificación varía entre 0.50% en relación al peso del cemento asfáltico. La cual es suministrada en cuantías de 181.40Kg. de peso líquido. Su importancia radica en su aplicabilidad para ambientes altamente húmedos y el empleo de agregados con elevado contenido de sílice; en cumplimiento de las normativas nacionales. (QSI, 2016)

**Figura 3.** Producto Quimibond comercialización por QSI Perú.



Nota: Se muestra la comercializadora (QSI, 2016)

**Tabla 3.**

*Propiedades físico – Químicas del Quimibond 3000*

<b>Características</b>	<b>Contenido</b>
Color	Azul
Contenido de Aminas	400 – 600
Propiedades físicas (25 °C)	Líquido
Viscosidad (25 °C)	2000 -6500 cs
Aminas	563 aprox.
Gravedad Específica	0.95 promedio

Nota: Se muestra las características y contenido del Quimibond 3000 (QSI, 2016)

## **Diseño de mezcla asfáltica en caliente para pavimento flexible urbano**

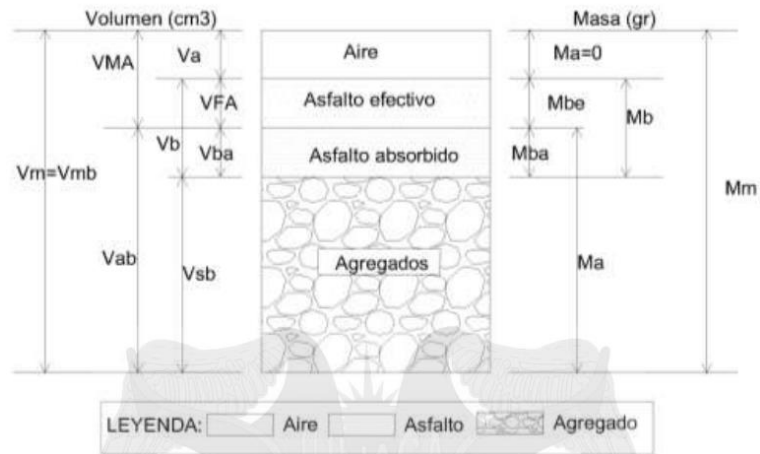
Se define al asfalto como aquel material de procedencia bituminosa e hidro carbonatada que es soluble al di sulfato de carbono; permitiéndole mejor adhesividad e impermeabilidad. Su empleo es muy desarrollado en actividades de diseño y construcción de pavimentos flexibles o asfálticos tanto para infraestructuras viales rurales como urbanas; ya que, por sus características de durabilidad y resistencia a las sales, ácidos y álcalis, es de gran aplicabilidad en el campo ingenieril (Asphalt Institute, 2014).

Así mismo, diseño de mezcla asfáltica; a la combinación debidamente dosificada de cemento asfáltico con los agregados pétreos; la cual por medio de su interacción de calor establecerá como producto una mezcla de mayor durabilidad y calidad de uso para su diseño de pavimento flexible seleccionado.

Son propiedades del diseño de mezclas asfálticas; sus resistencias a la deformación, a la fatiga, su impermeabilidad, al desplazamiento, y su trabajabilidad. Al hablar de diseño de mezcla de asfalto en caliente sus propiedades de diseño están representadas en su proceso de compactación de sus componentes, cuya representación estará sujeto a interacción masa – volumen. (Tacca, 2018)

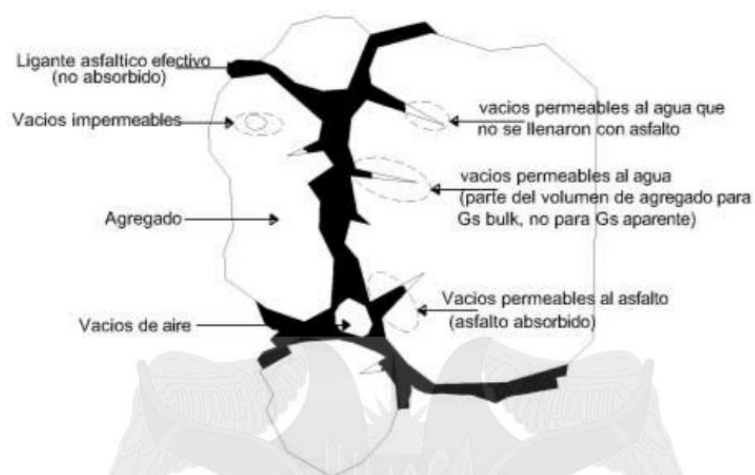


**Figura 4.** Las fases de masa- volumen en una mezcla bituminosa.



Nota: Capaz de una mezcla bituminosa (Tacca, 2018)

**Figura 5.** La vista microscópica de la mezcla asfáltica.

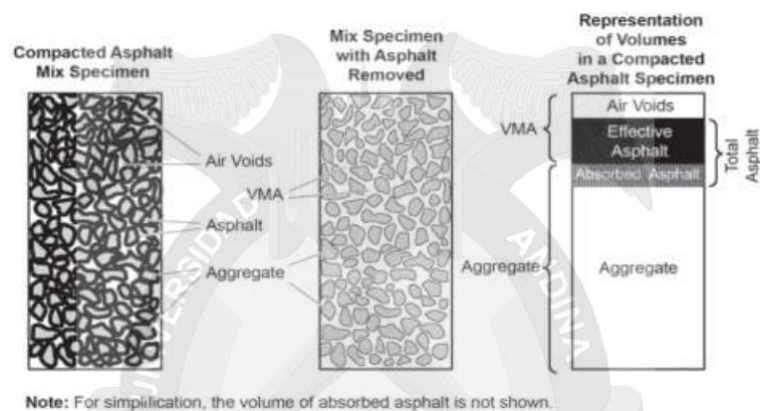


Nota: Se muestra la estructura física de la mezcla asfáltica (Tacca, 2018)

Cuando un diseño en caliente de mezcla de asfalto se elabora en procesos de laboratorio o campo; se analiza sus propiedades físicas y

mecánicas, así como sus propiedades químicas e hidráulicas en pro de su rendimiento funcional y estructural de la constitución de un pavimento. Su interacción volumétrica se centra en cinco características: densidad de la mezcla, volumen de vacíos en la mezcla de asfalto compactada, porcentaje de vacíos en los agregados, vacíos remplazados por asfalto, y contenido de asfalto. (Asphalt Institute, 2014).

**Figura 6.** Vacíos de la mezcla compactada HMA.



Nota: Se muestra el contenido de aire en la mezcla asfáltica (Asphalt Institute, 2014)

La Estabilidad y Flujo Marshall en el diseño de mezclas en caliente de asfalto en pro diseño de pavimentos flexibles; se caracteriza por un método de diseño volumétrico de sus componentes cemento asfáltico y agregados para determinar los parámetros de resistencia acorde a una dosificación de diseño de mezcla adecuado.

Sus resultados de prueba deben ser ensayados a diferentes contenidos de asfalto, así como a diferentes grados de compactación, por la cual requiere una adecuada manipulación e interpretación ingenieril; en el caso para el diseño de pavimentos flexibles urbanos su normatividad es aplicable en consulta con las normativas estandarizadas por ASTM y AASHTO. (Asphalt Institute, 2014)

Su procedimiento se establece bajo los lineamientos de las normativas ASTM D6926 correspondiente a su adecuada preparación de mezclas bituminosas con la aplicación del equipo Marshall; así como la ASTM D6927 referida a la metodología de prueba normalizada para determinar la estabilidad Marshall y su flujo como mezcla bituminosa; y la aplicación del método AASHTO T245, referida a la obtención de resultados de resistencia a la deformación plástica de la mezcla asfáltica aplicando el equipo Marshall (ASTM International, 2020).

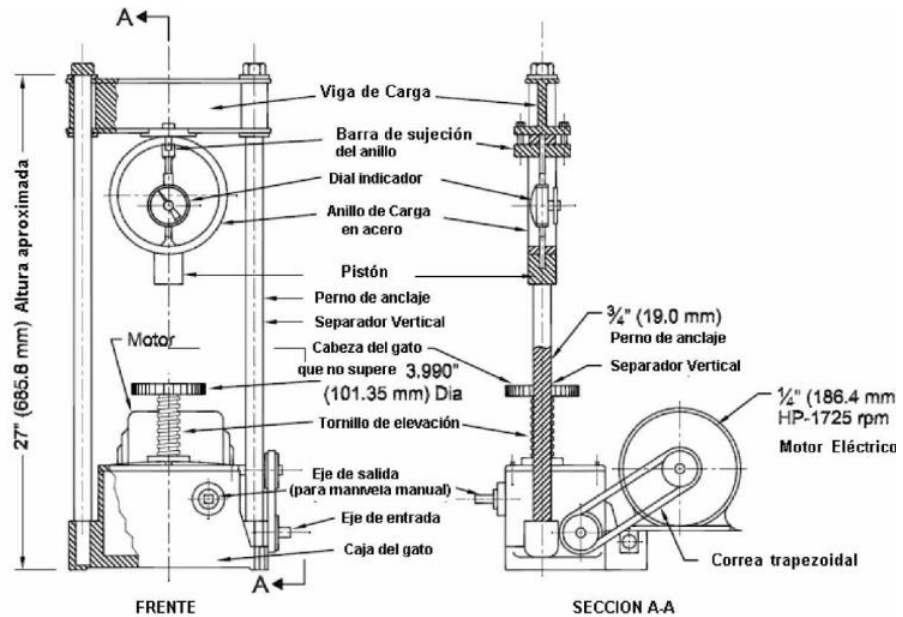
Por lo tanto, la aplicabilidad del equipo Marshall está supeditado tanto para su diseño en laboratorio, así como para su control in situ. Para determinar su resistencia a la estabilidad y flujo Marshall en el diseño de mezclas bituminosas se ha considerado los lineamientos de las normativas MTC E504 en referencia de la normativa ASTM D1559; la cual se proporcionará un resumen de las principales consideraciones aplicadas durante su etapa de desarrollo (Cervera, 2017).

**Figura 7.** Equipo Marshall disponible de la Universidad Señor de Sipán.



Nota: Se muestra la colocación de espécimen en el equipo Marshall (Cervera, 2017).

**Figura 8.** Equipo Marshall (Máquina de carga a compresión).



Nota: Se muestra las partes de equipo Marshall (Ministerio de Transportes y Comunicaciones, 2020).

## 2 MATERIALES Y MÉTODO

### 2.1 Tipo y diseño de investigación

#### Tipo de Investigación

APLICADA; en relación a su desarrollo de obtención de información a través de conocimientos específicos hacia una determinada especialidad. (Consejo Nacional de Ciencia, Tecnología e Innovación Tecnológica, 2018).

#### Diseño de Investigación

CUASI-EXPERIMENTAL; debido a que no se tomó los grupos experimentales de forma aleatoria, sino que se eligió grupos ya formados (Aditivos a utilizar). Así mismo se clasificó en un diseño transversal, a través de la observación individual sobre las características medidas en una determinada situación. (Hernández, 2019).

## **2.2 Variables y operacionalización**

### **Variables**

**Variable independiente:** Aditivos Adherentes

**Variable dependiente:** Diseño de mezcla asfáltica en caliente para pavimento flexible urbano.

**Tabla 4:**

Operacionalización de las variables

<b>Variable</b>	<b>Dimensiones</b>	<b>Indicadores</b>	<b>Técnicas e instrumentos de recolección de datos</b>
<b>Variable independiente: Aditivos adherentes</b>	Características técnicas	Adhesol 3000	Recolección de datos secundarios
		Bitucote Plus	
		Quimibond 3000	
<b>Variable dependiente: Diseño de mezcla asfáltica en caliente para pavimento flexible urbano.</b>	Diseño de mezclas asfálticas en caliente de tipo convencional	Requerimientos para los agregados gruesos y finos de mezclas asfálticas en caliente.	Observación, formatos de ensayos estandarizados, lineamientos normativos y recolección de datos secundarios por especialidad
	Diseño de mezclas asfálticas en caliente de tipo modificado		
	Requerimientos para las mezclas asfálticas en caliente.		
	Comparación técnica y económica		

Nota: Elaboración propia.

## **2.3 Población y muestra**

### **Población**

Diseño de una mezcla de asfalto en caliente convencional propuesto a un tipo de diseño de pavimento asfáltico, o flexible, de características urbanas para la localidad de Chiclayo: (Proceso de Laboratorio); con la Aplicación del cemento asfáltico 40/50 PEN (proveedor PETROPERÚ) y agregados de la cantera Tres tomas; Adquisición y dosificación porcentual de aditivos adherentes acorde a ficha técnica de producto.

### **Muestra**

Se aplicarán tres dosificaciones: Aplicación del aditivo Adhesol 3000: 0.50% respecto al peso del ligante asfáltico, Aplicación del aditivo Bitucote Plus: 0.20% a 0.70% respecto al peso del asfalto, Aplicación del aditivo Quimibomb 3000: 0.30% a 0.80% respecto a su peso de asfalto como cemento; para la determinación del muestreo de Ensayos de laboratorio a aplicar, acorde a las NTP para el diseño de mezclas de asfalto en caliente (RNE C.010 Pavimentos): Agregado Grueso, Agregado Fino, Asfalto (No aplicable a ensayo de laboratorio. Se establecerá de acuerdo a la ficha técnica y de seguridad del producto), Mezcla asfáltica (Análisis en estado fresco y endurecido: Propiedades físico-mecánicas). Siendo la Cantidad de muestras el criterio a aplicar de 30 unidades de muestreo (briquetas) comprendidas en: 01 aplicación de diseño de mezcla de asfalto en caliente típico o convencional (RNE CE.010), 03 aplicaciones de aditivos adherentes, 03 dosificaciones porcentuales por aditivos conforme a la ficha técnica de producto, 03 unidades de muestreo (briqueta de mezcla asfáltica) por criterio análisis.

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

### **Técnicas de recolección de datos**

En relación a las rutas de Metodología De Investigación Cuantitativa, se empleará las técnicas e instrumentos de observación, formatos de ensayos estandarizados, lineamientos normativos y recolección de datos secundarios por especialidad. (Hernández, 2019)

### **Instrumentos de recolección de datos**

Instrumentos de naturaleza mecánica y electrónica (digital) específico a la especialidad de la ingeniería de pavimentos asfálticos. (Hernández, 2019)

### **Validez y Confiabilidad de datos**

Su Validez será determinado por su valor de contenido, de criterio y de constructo; y su Confiabilidad será medida por estabilidad de las variables de estudio (confiabilidad por formas paralelas). (Hernández, 2019).

Con los datos obtenidos se encontró los la fiabilidad de los instrumentos de acuerdo a la información obtenida, evidenciamos que la escala de fiabilidad por formas paralelas tiene un valor de 0.959, es de acuerdo a ello que los ítems se correlacionan a nivel excelente.

Es por ello podemos afirmar a un 95.9% que es un instrumento de mucha confiabilidad.

## **2.5 . Procedimiento de análisis de datos**

Será establecido por un criterio Computarizado especializado, mediante programas de ofimática básica a través de hojas de cálculo, e ingenieriles de especialidad tecnología de los asfaltos modificados, debidamente correlacionadas con las normatividades técnicas legales en vigor para el diseño



en caliente de las mezclas de asfalto para su diseño de pavimentos flexibles urbanos. (Ministerio de Vivienda, Construcción y Saneamiento, 2010)

**Parámetros normativos:**

Ficha técnica de producto: Adhesol 3000. (TDM asfaltos, 2012)

Ficha técnica de producto: Bitucote Plus. (Bituper S.A.C, 2013)

Ficha técnica de producto: Quimibond 3000. (QSI, 2016)

Reglamento Nacional del Edificaciones CE.010: Pavimentos Urbanos. (Ministerio de Vivienda, Construcción y Saneamiento, 2010)

Manual de Ensayo de Materiales: (Ministerio de Transportes y Comunicaciones, 2020)

**Tabla 5.**

*Requerimientos para los agregados gruesos de mezclas asfálticas en caliente*

<b>Ensayo</b>	<b>Norma</b>	<b>Cita de referencia</b>
<b>Pérdida de Sulfatos de Sodio</b>	NTP 400.016:2020	(Instituto Nacional de Calidad, 2020)
<b>Pérdida de Sulfatos de Magnesio</b>	NTP 400.016:2020	(Instituto Nacional de Calidad, 2020)
<b>Abrasión Los Ángeles</b>	NTP 400.019:2014	(Instituto Nacional de Calidad, 2019)
<b>Índice de durabilidad</b>	MTC E214–2000	(Ministerio de Transportes y Comunicaciones, 2016)

<b>Partículas chatas y alargadas</b>	NTP 400.040:2018	(Instituto Nacional de Calidad, 2018)
<b>Partículas fracturadas</b>	MTC E210–2000	(Ministerio de Transportes y Comunicaciones, 2016)
<b>Sales solubles</b>	NTP 339.152:2015	(Instituto Nacional de Calidad, 2015)
<b>Absorción</b>	NTP 400.021:2018	(Instituto Nacional de Calidad, 2018)
<b>Adherencia</b>	MTC E519–2000	(Ministerio de Transportes y Comunicaciones, 2016)

Nota: (Ministerio de Vivienda, Construcción y Saneamiento, 2010)

**Tabla 6.**

*Requerimientos para los agregados finos de mezclas asfálticas en caliente*

<b>Ensayo</b>	<b>Norma</b>	<b>Cita de referencia</b>
<b>Equivalente de arena</b>	NTP 339.146: 2019	(Instituto Nacional de Calidad, 2019)
<b>Angularidad de agregado fino</b>	MTC E222– 2000	(Ministerio de Transportes y Comunicaciones, 2016)
<b>Adhesividad (Riedel Weber)</b>	MTC E220– 2000	(Ministerio de Transportes y Comunicaciones, 2016)

<b>Índice de durabilidad</b>	MTC E214– 2000	(Ministerio de Transportes y Comunicaciones, 2016)
<b>Índice de plasticidad</b>	NTP 339.129: 2019	(Instituto Nacional de Calidad, 2019)
<b>Sales solubles totales</b>	NTP 339.152:2015	(Instituto Nacional de Calidad, 2015)
<b>Absorción</b>	NTP 400.022:2018	(Instituto Nacional de Calidad, 2018)
Nota: (Ministerio de Vivienda, Construcción y Saneamiento, 2010)		

**Tabla 7.**

*Requerimientos para las mezclas asfálticas en caliente*

<b>Ensayo</b>	<b>Norma</b>	<b>Cita de referencia</b>
<b>Contenido de asfalto</b>	MTC E 502 – 2000	(Ministerio de Transportes y Comunicaciones, 2016)
<b>Granulometría</b>	NTP 339.128: 2019	(Instituto Nacional de Calidad, 2019)
<b>Ensayo Marshall</b>	MTC E 504 – 2000	(Ministerio de Transportes y Comunicaciones, 2016)
<b>Temperatura</b>	-	(Ministerio de Vivienda, Construcción y Saneamiento, 2010)
Nota: (Ministerio de Vivienda, Construcción y Saneamiento, 2010)		

Los resultados de su desarrollo obedecerán a los lineamientos obtenidos de los ensayos técnicos de los agregados gruesos como finos (Análisis granulométrico, Límites de plasticidad, Equivalente de arena, Peso específicos de los agregados, desgaste de los agregados, Caras fracturadas, Partículas chatas y alargadas, Sales solubles); las cuales se realizarán en hojas de cálculo para el procesamiento de datos.

La información obtenida del Diseño de Mezclas patrón y Modificadas, se determinará el contenido óptimo de asfalto, estabilidad y flujo se utilizó el Método Marshall, las cuales se realizarán en hojas de cálculo para el procesamiento de datos.

### **Descripción de Procesos**

#### **Obtención de materiales**

#### **Agregados**

Los agregados grueso, fino, cemento asfáltico recolectados de la planta de asfalto - Gobierno Regional Lambayeque, empleados para la fabricación de la mezcla asfáltica.

**Figura 9.** *Planta de Asfalto.*



Nota: Elaboración propia.

## Filler

Se adquirió 1 bolsa de cemento Pacasmayo de 42.5 kg del tipo 1.

**Figura 10.** *Cemento portland.*



Nota: Elaboración propia.

## Ensayos de calidad

### Ensayo de Granulometría Agregado Fino y Agregado Grueso

Se procedió a secar la muestra, se escogen los tamices de acuerdo a la NTP 400.012, se coloca el material a tamizar evitando el exceso de material, luego se comienza a pesar cada porcentaje retenido en cada uno de los tamices.

**Figura 11.** *Tamices - Granulometría.*



Fuente: Elaboración propia.

### **Ensayo de Peso específico y Absorción Agregado Fino**

Primero se comenzó a llenar la fiola con el agregado fino y se procedió a agregarle agua a la fiola con el material para luego proceder a agitarlo con el propósito de eliminar las burbujas de aire conforme a la NTP 400.022, luego pesar la fiola con el material saturado, para finalizar se remueve el agregado del frasco, se seca y pesa.

**Figura 12.** Ensayo de paseo específico y absorción.



Nota: Elaboración propia.

### **Ensayo de Peso específico y Absorción Agregado Grueso**

Se comenzó por poner a secar el material, se pesa y luego se procede a sumergir en agua el material por un tiempo de 24 horas, después de eso se comienza a remover el material para luego secarlo superficialmente, y pesarlo para obtener el peso de la muestra superficialmente seca conforme a la NTP

400.021, después se coloca el material en una cesta de alambre para calcular el peso del agua, por último, se seca la muestra y se pesa.

**Figura 13.** Ensayo de peso específico y absorción.



Nota: Elaboración propia.

### **Ensayo de Limite liquido**

Se comenzó colocando a colocar en un recipiente la muestra y saturarla con agua destilada, después la muestra saturada se coloca en la copa Casagrande y luego nivelarlo con una espátula, se procede a hacerle una ranura a la muestra desde el punto más alto hasta el más bajo, después se comienza a girar la manivela a velocidades de 1.9 a 2.1 golpes por segundo hasta que la muestra se cierre, tomar nota del número de golpes que se utilizaron para que la muestra se cierre, posteriormente se mezcla nuevamente la muestra y se le agrega más agua destilada y se repetir el proceso para cumplir con los siguientes rangos de 25 a 35 golpes otra para 20 a 30 golpes y otra prueba de 15 a 25 golpes conforme a la NTP 339.129.

*Figura 14. Límites de Atterberg.*



Nota: Elaboración propia.

### **Ensayo de Limite plástico e índice de plasticidad**

Se procede a colocar el material en el vidrio y la yema de los dedos se comienza a rotar con el propósito de formar cilindros delgados hasta que se observe fracturas como lo indica la NTP 339.129 y se repite este proceso para las siguientes muestras.

*Figura 15. Límites de Atterberg.*



Nota: Elaboración propia.



### **Ensayo de Contenido de sales solubles**

Se procedió a colocar el material en un vaso precipitado, luego se le agregó agua destilada hasta cubrirlo por completo, para después agitarlo por un 1 minuto para así poder completar 4 ciclos por 10 minutos, luego se espera que la mezcla se decante y se repite el proceso, se vacían los liquitos sobre decantados en un matraz, tomar una alícuota de un volumen de 50 ml a 100 ml para así colocarlo en el horno, para finalmente pesarlo.

**Figura 16.** *Ensayo de sales solubles.*



Nota: Elaboración propia.

### **Ensayo de Equivalente de arena**

En este ensayo se comenzó secando la muestra para después pasarlo por el tamiz N°4, para luego tomar 100 g para realizar el ensayo, se comienza a colocar agua destilada en la probeta graduada hasta cierto nivel, posteriormente se procede a pesar la muestra en la probeta graduada usando un embudo de plástico, dejando reposar durante 10 min. La muestra se mueve de manera horizontal con 90 movimientos en 30 s. Luego de moverlo, se deja reposar durante 20 minutos. Después de transcurrir ese tiempo se tomará los datos de finura y arena, y por último con los datos obtenidos se procede al cálculo y discusión según NTP 339.146.

**Figura 17.** Ensayo equivalente de arena.



Nota: Elaboración propia.

### **Ensayo de Chatas y alargadas**

En este ensayo se miden los agregados por mallas específicas para calcular la relación ancho/espesor según norma ASTM 4791, se obtienen los porcentajes de partículas chatas y alargadas, las cuales se realiza una comparación con el porcentaje máximo admisible para su uso del MAC. Se considera la partícula chata alargada siempre y cuando cumplan con:  $e/L < 1/5$  (e: espesor y L: largo).

**Figura 18.** Ensayo chatas y alargadas.



Nota: Elaboración propia.

### **Ensayo de Caras fracturadas**

Se pone a secar la muestra en el horno, se distribuye las partículas de las muestras en caras fraccionadas y se colocan en distintos grupos planas, alargadas y en ni planas ni alargadas, luego de lograr clasificar y agrupar las partículas se comienza a contar cada una de ellas y se procede a pesar.

**Figura 19.** *Ensayo de Caras fracturadas.*



Nota: Elaboración propia.

### **Ensayo de Angularidad**

En este ensayo debemos tener en consideración la muestras que pasan el tamiz N°8 y se retienen en el tamiz N°200, después se calcula la gravedad específica del agregado y finalmente se agrega la arena en el embudo hasta llenarlo, para así obtener el volumen conocido y así pesarlo.

**Figura 20.** Ensayo de angularidad.



Nota: Elaboración propia.

### **Ensayo de Abrasión los Ángeles**

Se colocará el material y las esferas de acero dentro de la máquina de los Ángeles y comenzará a rotarlo de 30 a 33 rpm, por 500 revoluciones, después de eso se descarga y se comienza a tamizar, luego se lava la muestra más gruesa por el tamiz 1.70 mm y finalmente se seca la muestra en el horno para luego pesarlo.

### **Resistencia de mezclas bituminosas empleando aparato Marshall**

Para este ensayo se prepara los agregados colocados en el horno, luego se procede a pesarlos por lo menos 3 a 4 especímenes compactados, después cargar el contenedor y mezclar en calientes para luego hacerle una abertura en el centro para agregarle el cemento asfáltico y hacer la mezcla con una espátula por un periodo de 120 segundos para especímenes múltiples, la placa debe estar caliente a una temperatura de 90°C a 150°C, colocando un papel en forma circular en la parte inferior, para después ir colocando la mezcla por partes y comenzar a chusear por 10 veces, por último se ensambla el pedestal y se procede a compactar los especímenes con el martillo.

**Figura 21.** Ensayo de Marshall.



Nota: Elaboración propia.

## **2.6 Criterios Éticos**

La investigación centra su desarrollo en lo estipulado del Artículo 5, numeral 5.7 de la “*Ley Universitaria N° 30220*”: Principio de ética pública y profesional. (Superintendencia Nacional de educación Universitaria, 2014); y el “*Código Deontológico del colegio de Ingenieros del Perú*” que regula la conducta profesional e interacción con la sociedad e Institución. (CIP, 2019).

### **Criterios de rigor científico**

En cumplimiento con la “*Guía de productos acreditables de las asignaturas de investigación*” referente a la publicación de Proyectos de Investigación.; y el “*Código de ética en investigación*”. A través de los principios éticos de protección, cuidado, consentimiento, transparencia, cumplimiento, rigor científico y difusión de resultados del procedimiento de investigación a nivel superior universitario (Vicerrectorado de Investigación, 2019).

### III. RESULTADOS Y DISCUSIÓN

#### 3.1. Resultados en tablas y figuras

**Identificar las características técnicas de los productos Adhesol 3000, Bitucote Plus y Quimibond 3000.**

Para realizar un análisis de las características técnicas de los productos Adhesol 3000, Bitucote Plus y Quimibond 3000, las cuales fueron elegidos para ser utilizados y de esta manera, determinar el mejor, fue necesario evaluar sus fichas técnicas con la información de contiene de cada una, la cual, será detallado a continuación:

**Tabla 8:**

*Propiedades físico-químicas comparativas de los aditivos.*

<b>Características</b>	<b>Quimibond 3000</b>	<b>Bitucote Plus</b>	<b>Adhesol 3000</b>
<b>Color</b>	Azul	Ambar	Gardner
<b>Composición Aminas</b>	400-600	500.86	Aminas grasas
<b>Apariencia (25°C)</b>	Líquido	Líquido viscoso	Líquido aceitoso
<b>Viscosidad (25°C)</b>	2000- 6500 cs	68.6 cP	Mayor de 60 cP

Nota: Fichas técnicas de cada aditivo.

El aditivo Quimibond 3000 es un aditivo que se encarga de mejorar la adherencia del agregado con el asfalto impidiendo la formación de bolsas que impidan la adherencia, de esta manera lograr mejorar el desempeño de la mezcla. Al igual que, Bitucote Plus es aquel aditivo que permite la adhesión del asfalto y el agregado, siendo este un factor importante para el pavimento asfáltico. Finalmente, el Adhesol 3000 es

un aditivo que actúa como interfase asfalto/agregado, siendo posible el incremento de adherencia de los materiales.

### Propiedades físicas de los agregados.

Dentro de las propiedades físicas de los agregados, es importante mencionar que los agregados que serán de estudio, es agregado fino y agregado grueso. Para lo cual, se detallará sus características que presentan cada uno de estos, según cada ensayo realizado.

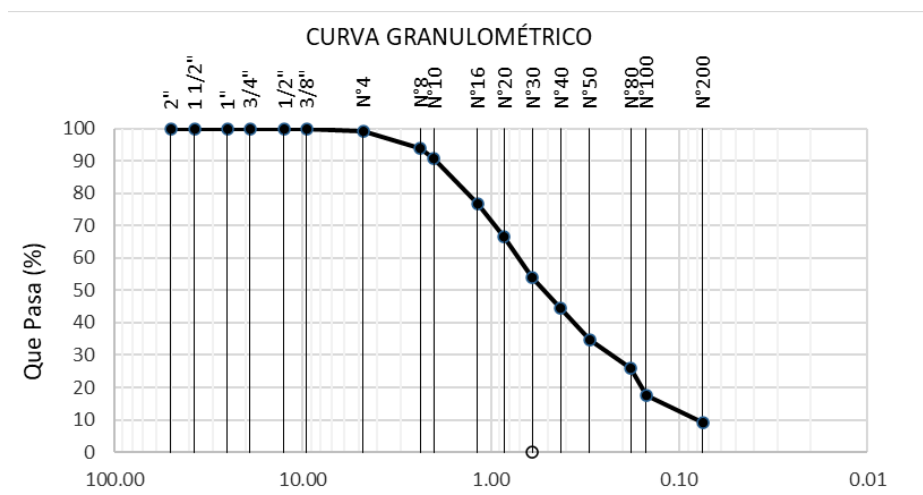
#### Análisis granulométrico de los agregados.

Según la N.T.P. 400.012, se realizó el análisis de granulometría del agregado fino y grueso.

#### Agregado fino.

Con respecto al análisis granulométrico del agregado fino se puede visualizar la curva granulométrica que se ha realizado al agregado evaluado, con fines de poder identificar el porcentaje que pasa por cada malla.

**Figura 22.** Curva granulométrica del agregado fino.

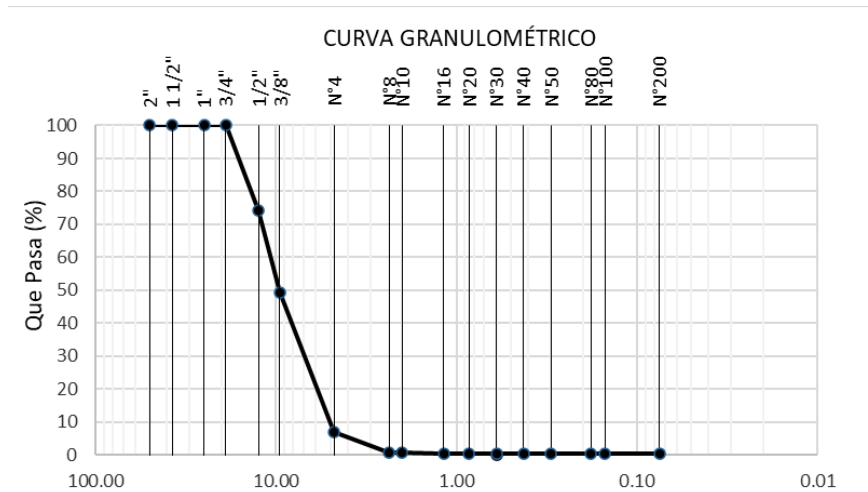


Nota: Elaboración propia.

### **Agregado grueso.**

Con respecto al análisis granulométrico del agregado grueso se puede visualizar la curva granulométrica que se ha realizado al agregado evaluado, con fines de poder identificar el porcentaje que pasa por cada malla.

**Figura 23.** Curva granulométrica del agregado grueso.



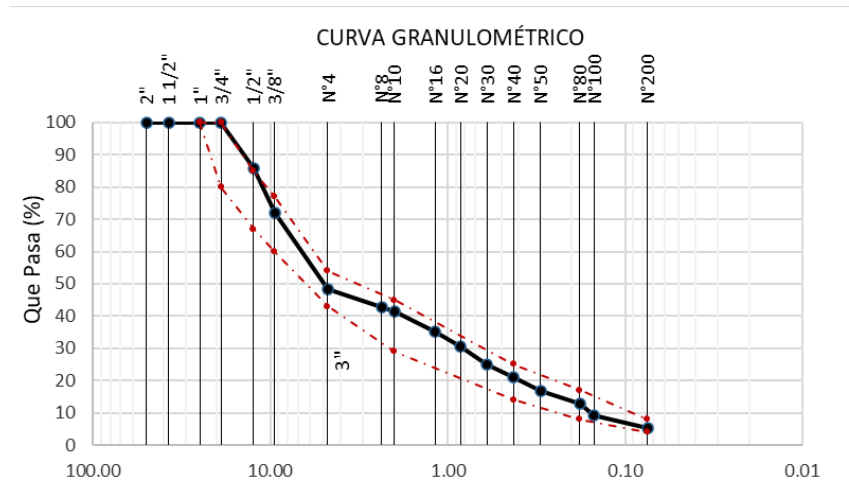
Nota: Elaboración propia.

### **Agregado combinado 55% A. Grueso+ 44% A. Fino.**

En cuanto al agregado combinado al 55% y agregado fino al 44%, se realizó su respectivo análisis granulométrico, de esta manera, se puede visualizar la curva granulométrica que se ha realizado del agregado combinado evaluado, con fines de poder identificar el porcentaje que pasa por cada malla.



**Figura 24.** curva granulométrica del agregado combinado.



Nota: Elaboración propia.

### **Contenido de humedad de los agregados.**

Según la N.T.P. 339.185 o ASTM C-535, se realizó el ensayo normalizado para calcular su contenido de humedad del agregado fino.

### **Agregado fino.**

Para este estudio, se realizó el procedimiento bajo la normativa vigente indicada anteriormente, con fines de obtener el porcentaje que representa el contenido de humedad del agregado fino, alcanzando así un porcentaje de 0.61%.

### **Pesos unitarios de los agregados.**

Según la N.T.P. 400.017, se realiza el ensayo normalizado para calcular la masa por unidad de volumen y los vacíos en los agregados.

### **Agregado fino.**

En este ensayo, se realizó bajo la normativa vigente indicada anteriormente, para así obtener los resultados del agregado fino, así un peso unitario suelto húmedo promedio de 1.475 gr/cm<sup>3</sup>, peso unitario suelto seco promedio de 1.466 gr/cm<sup>3</sup>, un

peso unitario compactado húmedo promedio de 1.728 gr/cm<sup>3</sup> y peso unitario seco compactado de 1.718 gr/cm<sup>3</sup>.

#### ***Agregado grueso.***

En este ensayo, se realizó bajo la normativa vigente indicada anteriormente, para así obtener los resultados del agregado grueso, siendo así su peso unitario suelto húmedo promedio de 1.112 gr/cm<sup>3</sup>, peso unitario suelto seco promedio de 1.106 gr/cm<sup>3</sup>, un peso unitario compactado húmedo promedio de 1.433 gr/cm<sup>3</sup> y peso unitario seco compactado de 1.425 gr/cm<sup>3</sup>.

**Respecto a analizar las propiedades físicas de los agregados para la elaboración del diseño de mezcla asfáltica convencional + modificado**, se tiene que:

#### **Pesos específicos y absorción de los agregados.**

Se realiza el estudio del agregado fino mediante el método de ensayo normalizado para la densidad, densidad relativa (peso específico) y absorción del agregado fino, mientras que, para el agregado grueso, se utilizó la N.T.P. 400.021.

#### ***Agregado fino.***

Para este estudio, se tomaron dos muestras para así poder realizar el promedio de sus resultados, para obtener un dato más exacto del material de estudio, en este caso, del agregado fino. De esta manera, se obtuvo un peso específico de masa promedio de 2.604 gr/cm<sup>3</sup> y un porcentaje de absorción de masa promedio de 1.50%.

#### ***Agregado grueso.***

Para este estudio, se tomaron dos muestras para así poder realizar el promedio de sus resultados, para obtener un dato más exacto del material de estudio, en este caso, del agregado grueso. De esta manera, se obtuvo un peso específico de

masa promedio de 2.687 gr/cm<sup>3</sup> y un porcentaje de absorción de masa promedio de 1.50%.

Asimismo, es necesario considerar los requerimientos que deben cumplir los agregados para realizar la mezcla asfáltica. A continuación, se muestran los resultados obtenidos de una serie de ensayos, tanto para agregado grueso como para agregado fino.

**Para agregado grueso.**

Para este tipo de agregado se realizaron los ensayos más relevantes de la lista mostrada en la tabla N°5. Con estos se determinarán características como abrasión, durabilidad, forma de partículas, partículas fracturadas, cantidad de sales solubles, entre otras.

***Abrasión.***

Se realiza el estudio de la degradación de agregados gruesos mediante el uso de la máquina de Los Ángeles. La granulometría usada para este ensayo muestra un peso retenido total de 6060.5 gr, tal cual se muestra en la siguiente tabla:

**Tabla 9:**

*Granulometría de agregado grueso para ensayo de abrasión.*

<b>Mallas</b>	<b>Retiene</b>	<b>Peso Retenido (gr)</b>	<b>% retenido</b>	<b>Método</b>
<b>1 1/2"</b>	<b>1"</b>	0.00	0.00	0
<b>1"</b>	<b>3/4"</b>	0.00	0.00	0
<b>3/4"</b>	<b>1/2"</b>	1184.00	19.54	2500
<b>1/2"</b>	<b>3/8"</b>	1498.70	24.73	2500

<b>3/8"</b>	N°4	3377.80	55.73	0
<b>Total</b>		6060.50	100.00	5000

Nota: Elaboración propia.

Finalmente, al realizar 200 revoluciones, el peso final fue de 3686gr y al culminar las 500 revoluciones, el peso final fue de 4299 gr, en contraste con los 5000 gr iniciales antes del ensayo. Con estos valores, se obtuvo un porcentaje de desgaste por abrasión de 14.02%.

### ***Durabilidad.***

Según la MTC E214–2000, se realizó el estudio de la durabilidad del agregado grueso ante el sulfato de sodio y de magnesio. Los resultados muestran un porcentaje de pérdida en peso de 1.97% para el tamiz ¾" y un porcentaje de 3.84% para el tamiz 3/8". Con ello, se obtiene un índice de durabilidad del 5.81%.

**Tabla 10:**

*Resultados obtenidos de ensayo de durabilidad.*

<b>TAMICES</b>		<b>PÉRDIDA DE PESO EN PORCENTAJE</b>
<b>PAS A</b>	<b>RETENID O</b>	<b>%</b>
<b>2 1/2"</b>	1 1/2"	0.00
<b>1 1/2"</b>	3/4 "	0.00
<b>3/4 "</b>	3/8"	1.97
<b>3/8"</b>	N° 4	3.84
<b>TOTAL</b>		<b>5.81</b>

Nota: Elaboración propia.

### ***Partículas chatas y alargadas.***

Se realiza el estudio de la forma de las partículas del agregado grueso a través del ensayo con una muestra representativa de este. Al realizar este ensayo se mostró el siguiente resultado del porcentaje de partículas chatas y alargadas, el peso total de la muestra es de 1366.24 gr, donde 115.50 gr son partículas chatas, 11.40 gr son partículas alargadas y el resto no se pueden clasificar en estas opciones. Asimismo, el porcentaje de partículas chatas y alargadas obtenido fue de 9.30%.

### ***Partículas fracturadas.***

Se realizó el estudio del porcentaje de partículas fracturadas del agregado grueso usado para mezclas asfálticas. Para una cara fracturada se tuvo con un peso total de 5200gr de la muestra en estudio, donde la retención de material se da en los tamices de 1/2" y 3/8", para cada una de estas retenciones se obtuvieron porcentajes de caras fracturadas de 89.16% y 81.55%, respectivamente. Finalmente, el promedio del porcentaje de una cara fracturada fue de 85.40%.

Al analizar el porcentaje de dos o más caras fracturadas de la muestra en estudio, se obtuvo un peso total de 5200gr, la retención se da en los tamices de 1/2" y 3/8", con valores de 86.5% y 66.2% de porcentaje de dos o más caras fracturadas, respectivamente. Asimismo, en promedio, el valor del porcentaje de dos o más caras fracturadas fue de 76.48%.

### ***Para agregado fino.***

En el caso del agregado fino, se consideraron los ensayos más relevantes de la lista mostrada en la tabla N°6. Los siguientes párrafos exponen los resultados obtenidos de características importantes como angularidad, durabilidad, porcentaje de sales solubles, partículas fracturadas, cantidad de sales solubles, entre otras.

### ***Equivalente de arena.***

Se realizó el estudio del equivalente de arena de agregado fino. Para analizar este agregado, se tomaron 3 muestras representativas, los resultados obtenidos de este análisis se muestran los valores obtenidos de altura máxima de finos son de 5.0, 5.10 y 5.0 pulg, para las 3 muestras, respectivamente. Asimismo, la altura máxima de arena presentó valores de 3.10 para todas las muestras en estudio. Finalmente, con estos valores se determinó la relación equivalente de arena para cada una de las muestras, donde se obtuvo un valor promedio de 61.67%.

### ***Angularidad.***

Según la MTC E222–2000, se realiza el estudio de la angularidad del agregado fino usado en mezclas asfálticas. La siguiente tabla muestra los resultados obtenidos para este ensayo, donde resalta que para la muestra 1, el porcentaje de angularidad fue de 39.90%, para la muestra 2, se obtuvo un valor de 39.57%, siendo 39.4% el valor promedio de ambos porcentajes de angularidad de agregado grueso.

**Tabla 11:**

*Resultados obtenidos de ensayo de angularidad.*

<b>ENSAYO ANGULARIDAD DE AGREGADO FINO</b>			
<b>ENSAYO</b>	<b>1</b>	<b>2</b>	<b>PROMEDIO</b>
Peso específico seco	2.62	2.61	
Volumen de molde	98.4	98.4	
Peso de material en el molde	154.70	154.90	<b>39.74</b>
Angularidad de agregado fino %	39.9	39.5	

Nota: Elaboración propia.

### ***Durabilidad.***

Se realizó el estudio de la durabilidad del agregado fino ante el sulfato de sodio y de magnesio. Los valores finales presentan que la muestra pasa el tamiz N°8, a partir de donde tiene pérdidas de material que van desde el 0.26% al 1.17%. Finalmente, el índice de durabilidad al sulfato de magnesio obtenido para el agregado fino tiene un valor de 4.81%.

### ***Sales solubles.***

Se realizó el estudio de la cantidad de sales solubles en el agregado fino. Para este ensayo se realizaron dos muestras y con ayuda del agua destilada se obtuvieron los resultados, el peso total de las muestras usadas es de 50gr cada uno, así como la cantidad de agua destilada, 250 ml. Finalmente, el promedio de sales solubles en el agregado fino es de 1000 ppm para ambas muestras.

### **Respecto al diseño de mezclas asfálticas en caliente tipo convencional + modificado**

#### **Diseño de mezcla asfáltica en caliente tipo convencional**

Se muestran los resultados obtenidos al realizar el diseño de mezcla asfáltica mediante el método Marshall, se consideraron los porcentajes de cemento asfalto de 5.0%, 5.5%, 6.0% y 6.5%, con la intención de determinar el porcentaje más óptimo para cada diseño de mezcla realizado.

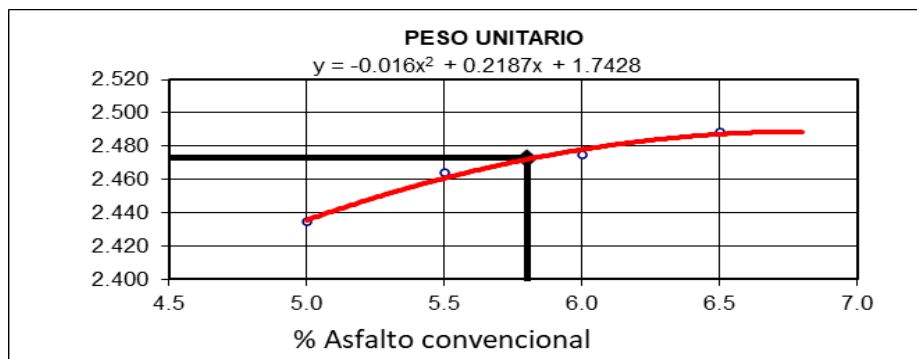
**Tabla 12:** *Resultados de gravedad específica para mezcla asfáltica + Adhesol3000.*

Porcentaje de asfalto	Gravedad Específica
5.00%	2.504
5.50%	2.542
6.00%	2.570
6.50%	2.592

Nota: Elaboración propia.

De la tabla anterior, se aprecia que el peso específico de la muestra con 5% de C.A. tiene un valor de 2.504 gr/cm<sup>3</sup>, para el 5.50% de C.A., el valor es de 2.542 gr/cm<sup>3</sup>, para el 6.0% de C.A., se obtuvo un 2.570 gr/cm<sup>3</sup> y para 6.50% de C.A., el peso específico fue 2.592 gr/cm<sup>3</sup>. Finalmente, las siguientes figuras muestran el comportamiento del diseño de mezcla, analizando las propiedades a considerar en el ensayo de Marshall.

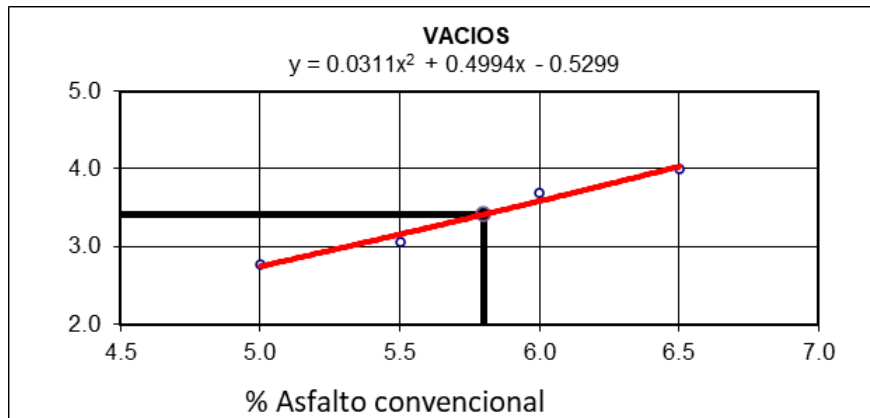
**Figura 25.** Relación peso unitario vs % C.A para mezcla asfáltica convencional.



Nota: Elaboración propia.

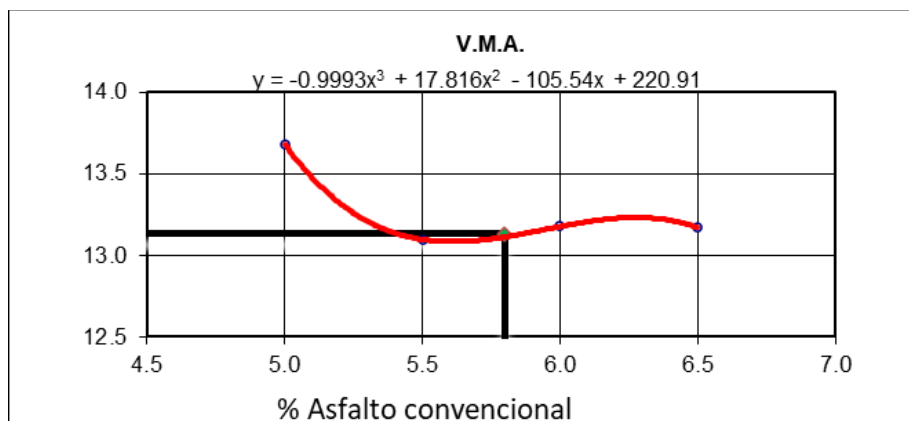


**Figura 26.** Relación & de vacíos con aire % C.A para mezcla asfáltica convencional.



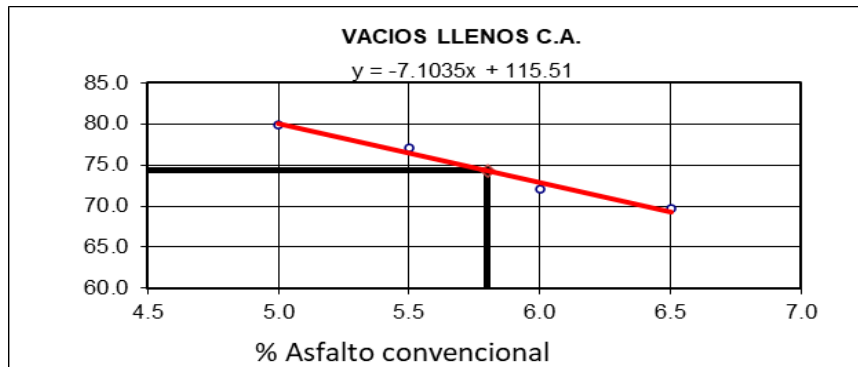
Fuente: Elaboración propia.

**Figura 27.** Relación % de vacíos de agregado mineral vs % C.A. para mezcla asfáltica convencional.



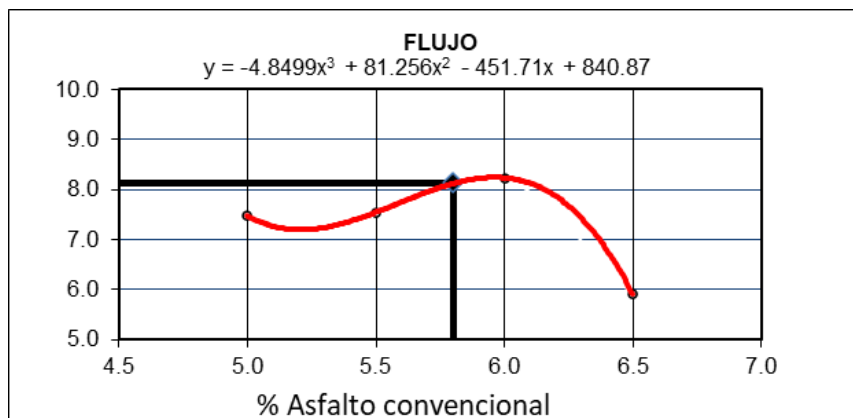
Nota: Elaboración propia.

**Figura 28.** Relación % de vacíos llenados de C.A. vs % C.A. para mezcla asfáltica asiática convencional.



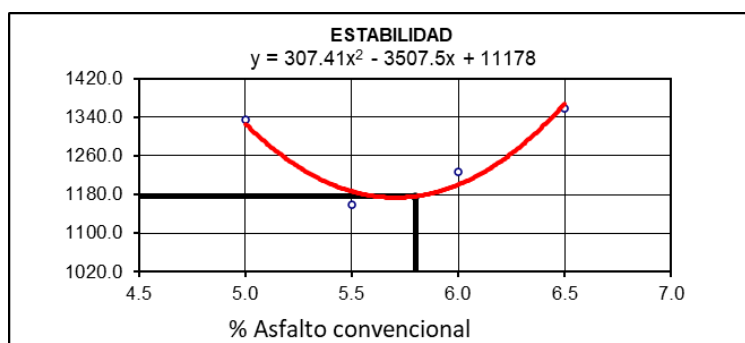
Nota: Elaboración propia.

**Figura 29.** Relación flujo vs % C.A. para mezcla asfáltica convencional.



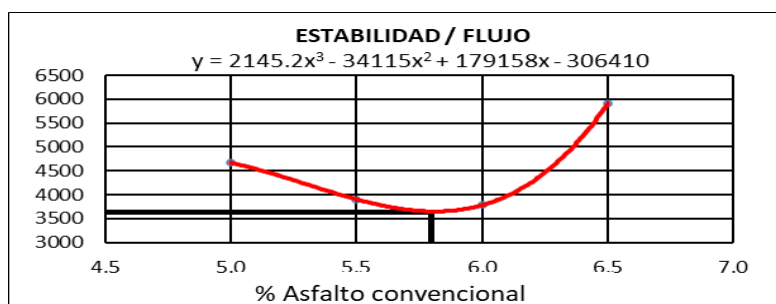
Nota: Elaboración propia.

**Figura 30.** Relación estabilidad vs % C.A. para mezcla asfáltica convencional.



Nota: Elaboración propia.

**Figura 31.** Relación estabilidad vs % C.A. para mezcla asfáltica convencional.



Nota: Elaboración propia.

Al observar los gráficos anteriores, se logró calcular el porcentaje de cemento asfáltico óptimo para la mezcla asfáltica convencional, cuyo valor es de 5.8% de C.A. Para este porcentaje se presenta un resumen de los resultados obtenidos gracias al ensayo Marshall.

**Tabla 13:**

*Resumen de resultados obtenidos mediante ensayo Marshall para mezcla asfáltica + Adhesol 3000.*

<b>GOLPES</b>	<b>75</b>
<b>% C. A. ÓPTIMO</b>	<b>5.8</b>
<b>P. UNITARIO (gr/cm<sup>3</sup>)</b>	<b>2.47</b>
<b>VACIOS (%)</b>	<b>3.41</b>
<b>V.M.A. (%)</b>	<b>13.13</b>
<b>V. LL.C.A. (%)</b>	<b>74.31</b>
<b>POLVO / ASFALTO</b>	<b>0.66</b>
<b>FLUJO (mm)</b>	<b>8.13</b>
<b>ESTABILIDAD (kN)</b>	<b>11.52</b>
<b>ESTABILIDAD/ FLUJO (kg/cm)</b>	<b>3632.06</b>

Nota: Elaboración propia.

Finalmente, para un porcentaje de cemento asfáltico óptimo de 5.8% en el diseño de mezcla asfáltica convencional, las propiedades de flujo toman un valor de 8.13 mm, además, la carga máxima alcanza los 11.52 kN, lo que resulta una rigidez de 3632.06 kg/cm.

### **Diseño de mezcla asfáltica en caliente modificado con aditivos**

Se presentan los resultados obtenidos al realizar el diseño de mezcla asfáltica mediante el método Marshall considerando las adiciones de aditivos planteadas en esta investigación (adicción de aditivo Adhesol 3000, adición de aditivo Bitucote Plus y adición de aditivo Quimibom 3000).

### **Diseño de mezcla asfáltica en caliente tipo convencional + aditivo Adhesol 3000.**

Para realizar este diseño de mezcla asfáltica, se consideró una proporción del aditivo Adhesol 3000 de 0.50% respecto al peso del ligante asfáltico. Asimismo, la distribución granulométrica de los agregados fue la siguiente:

**Tabla 14:**

*Análisis granulométrico del agregado para mezcla asfáltica + Adhesol 3000.*

<b>Tamices ASTM</b>	<b>1"</b>	<b>3/4"</b>	<b>1/2"</b>	<b>3/8"</b>	<b>No 4</b>	<b>No 10</b>	<b>No 40</b>	<b>No 80</b>	<b>No 200</b>
<b>% pasa Material</b>	100	100	85.9	72.2	48.4	41.3	20.9	12.7	5.3

Nota: Elaboración propia.

Cabe añadir que, se consideraron los porcentajes de cemento asfalto de 5.0%, 5.5%, 6.0% y 6.5%, con la intención de calcular el porcentaje más óptimo para cada diseño de mezcla realizado.

**Tabla 15:**

*Resultados de gravedad específica para mezcla asfáltica + Adhesol3000.*

Porcentaje de asfalto	Gravedad Específica
5.00%	2.535
5.50%	2.521
6.00%	2.528
6.50%	2.514

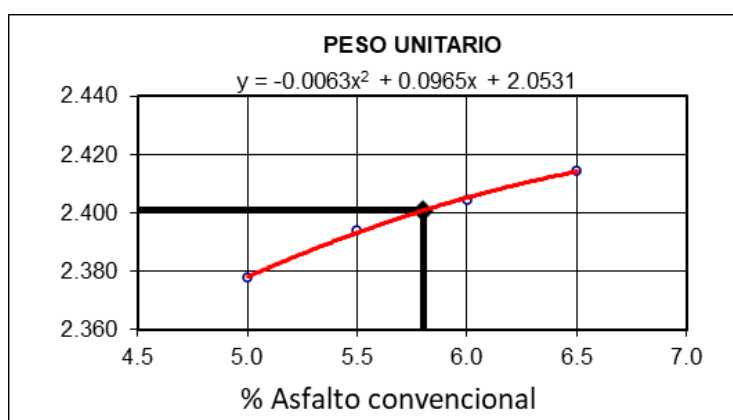
Nota: Elaboración propia.

De la tabla anterior, se observa que el peso específico de la muestra con 5% de C.A. tiene un valor de 2.535 gr/cm<sup>3</sup>, para el 5.50% de C.A., el valor es de 2.521 gr/cm<sup>3</sup>, para el 6.0% de C.A., se obtuvo un 2.528 gr/cm<sup>3</sup> y para 6.50% de C.A., el peso específico fue 2.514 gr/cm<sup>3</sup>.

Finalmente, las siguientes figuras muestran el comportamiento del diseño de mezcla, analizando las propiedades a considerar en el ensayo de Marshall.

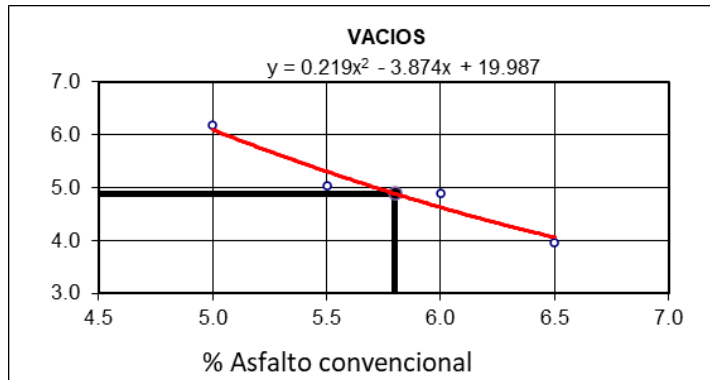
**Figura 32.** Relación peso unitario vs % C.A. para mezcla asfáltica

+ Adhesol3000.



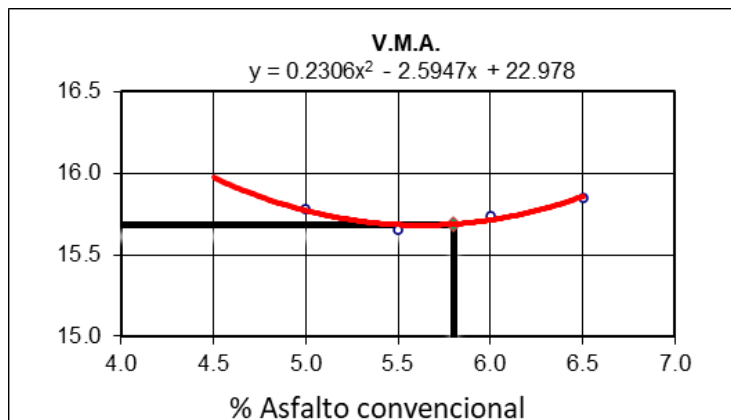
Nota: Elaboración propia.

**Figura 33.** Relación % de vacíos con aire vs % C.A. para mezcla asfáltica + Adhesol3000.



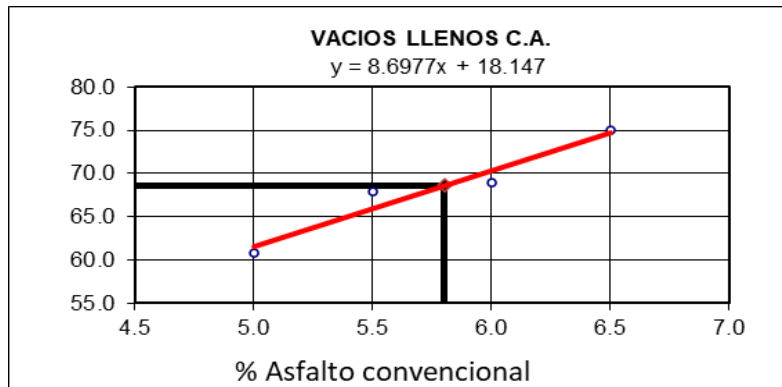
Nota: Elaboración propia.

**Figura 34.** Relación % de vacíos de agregado mineral vs % C.A. para mezcla asfáltica + Adhesol 3000.



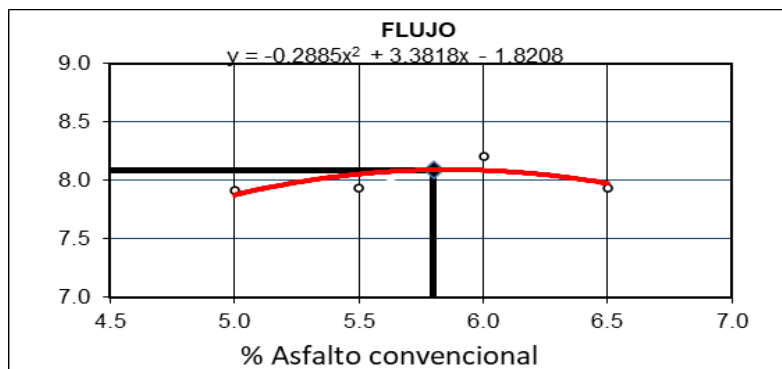
Nota: Elaboración propia.

**Figura 35.** Relación % de vacíos llenados de C.A. para mezcla asfáltica + Adhesol 3000.



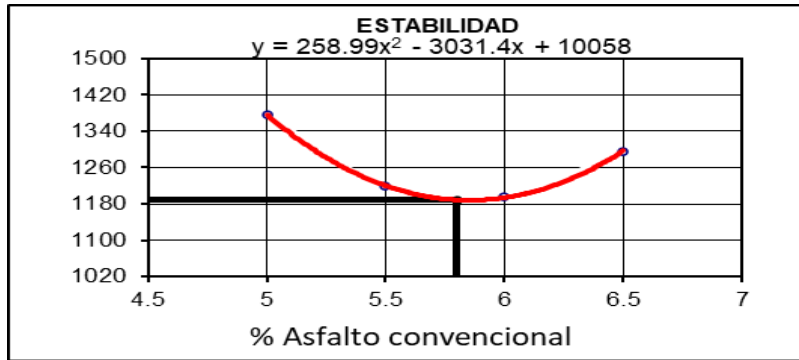
Nota: Elaboración propia.

**Figura 36.** Relación flujo vs % C.A. para mezcla asfáltica + Adhesol 3000.



Nota: Elaboración propia.

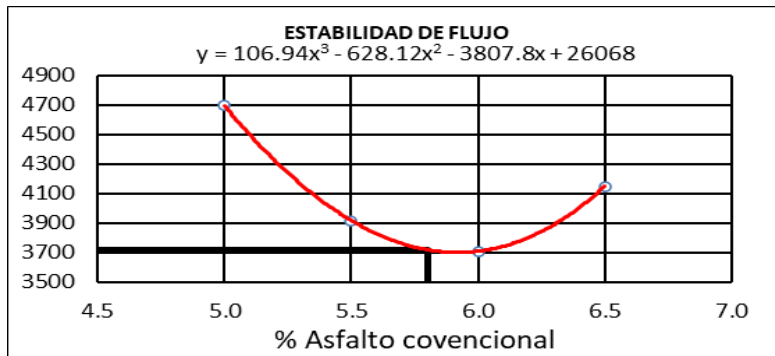
**Figura 37.** Relación estabilidad vs % C.A. para mezcla asfáltica + Adhesol 3000.



Nota: Elaboración propia.

**Figura 38.** Relación estabilidad de flujo vs % C.A. para mezcla asfáltica + Adhesol

3000.



Nota: Elaboración propia.

Al observar los anteriores gráficos, se logró calcular el porcentaje de cemento asfáltico óptimo para la mezcla asfáltica + Adhesol 3000, cuyo valor es de 5.8% de C.A. Para este porcentaje se presenta un resumen de los resultados obtenidos gracias al ensayo Marshall.

**Tabla 16:**

*Resumen de resultados obtenidos mediante ensayo Marshall para mezcla asfáltica + Adhesol 3000.*

<b>GOLPES</b>	<b>75</b>
<b>% C. A. ÓPTIMO</b>	<b>5.8</b>



<b>P. UNITARIO (gr/cm<sup>3</sup>)</b>	2.401
<b>VACIOS (%)</b>	4.9
<b>V.M.A. (%)</b>	15.7
<b>V. LL.C.A. (%)</b>	68.6
<b>POLVO / ASFALTO</b>	0.86
<b>FLUJO (mm)</b>	8.09
<b>ESTABILIDAD (kN)</b>	11.65
<b>ESTABILIDAD/ FLUJO (kg/cm)</b>	3718.1

Nota: Elaboración propia.

Finalmente, para un porcentaje de cemento asfáltico óptimo de 5.8% en el diseño de mezcla asfáltica adicionando el aditivo Adhesol 3000, las propiedades de flujo toman un valor de 8.09 mm, además, la carga máxima alcanza los 11.65 kN, lo que resulta una rigidez de 3718.1 kg/cm.

#### **Diseño de mezcla asfáltica en caliente tipo convencional + aditivo Bitucote Plus.**

Para realizar este diseño de mezcla asfáltica, se consideró una proporción del aditivo Bitucote Plus de 0.50% respecto al peso del asfalto. Asimismo, la distribución granulométrica de los agregados fue la siguiente:

**Tabla 17:**

*Análisis granulométrico del agregado para mezcla asfáltica + Bitucote Plus.*

<b>T</b>									
<b>amices</b>	"	<b>1/4"</b>	<b>1/2"</b>	<b>1/8"</b>	<b>o 4</b>	<b>o 10</b>	<b>o 40</b>	<b>o 80</b>	<b>o</b>
<b>ASTM</b>									<b>200</b>

%									
<b>pasa</b>	00	00	5.9	2.2	8.4	1.3	0.9	2.7	.3
<b>Material</b>									

Nota: Elaboración propia.

Cabe añadir que, se consideraron los porcentajes de cemento asfalto de 5.0%, 5.5%, 6.0% y 6.5%, con la intención de calcular el porcentaje más óptimo para cada diseño de mezcla realizado.

**Tabla 18:**

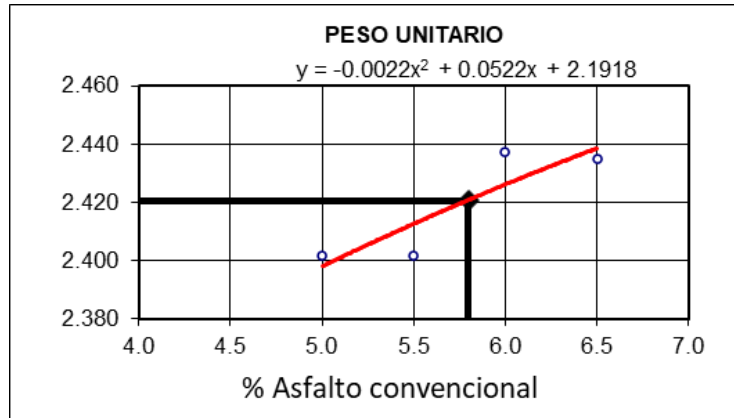
*Resultados de gravedad específica para mezcla asfáltica + Bitucote Plus.*

<b>Porcentaje de asfalto</b>	<b>Gravedad Específica</b>
<b>5.00%</b>	2.535
<b>5.50%</b>	2.521
<b>6.00%</b>	2.528
<b>6.50%</b>	2.514

Nota: Elaboración propia.

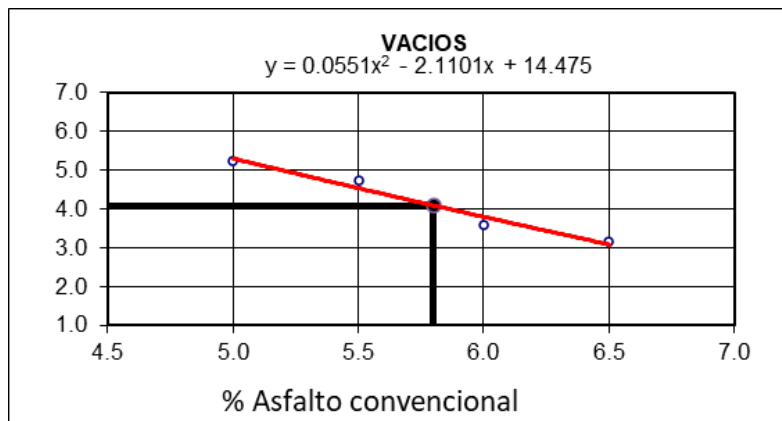
De la anterior tabla, se puede observar que el peso específico de la muestra con 5% de C.A. tiene un valor de 2.535 gr/cm<sup>3</sup>, para el 5.50% de C.A., el valor es de 2.521 gr/cm<sup>3</sup>, para el 6.0% de C.A., se obtuvo un 2.528 gr/cm<sup>3</sup> y para 6.50% de C.A., el peso específico fue 2.514 gr/cm<sup>3</sup>. Finalmente, las siguientes figuras muestran el comportamiento del diseño de mezcla, analizando las propiedades más importantes a considerar en el ensayo de Marshall.

**Figura 39.** *Relación peso unitario vs % C.A. para mezcla asfáltica + Bitucote Plus.*



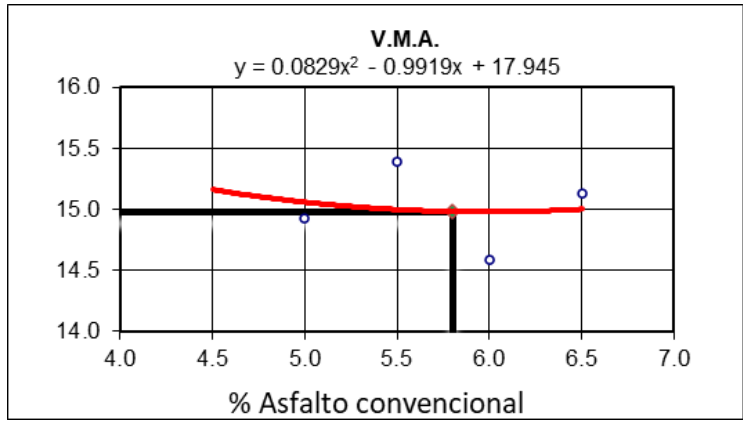
Nota: Elaboración propia.

**Figura 40.** Relación % de vacíos con aire vs %C.A. para mezcla asfáltica + Bitucota Plus.



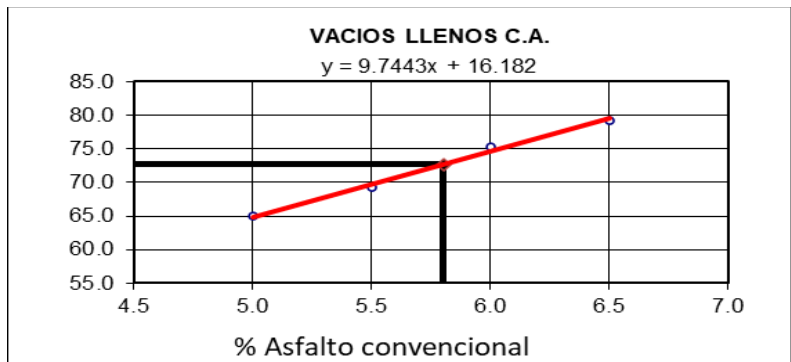
Nota: Elaboración propia.

**Figura 41.** Relación % de vacíos de agregado mineral vs % C.A. para mezcla asfáltica + Bitucote Plus.



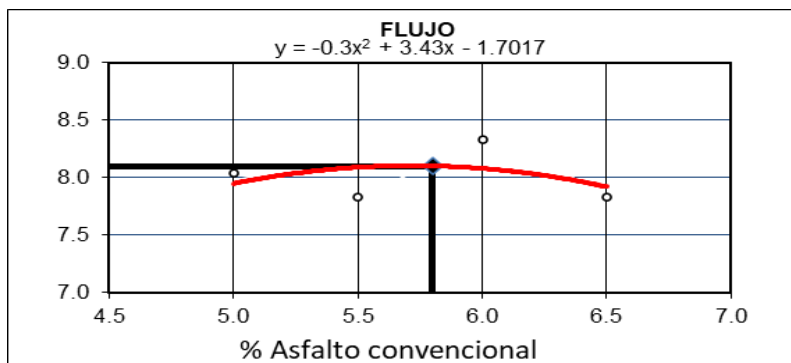
Nota: Elaboración propia.

**Figura 42.** Relación % de vacíos llenados de C.A. vs % C.A. para mezcla asfáltica + Bitucote Plus.



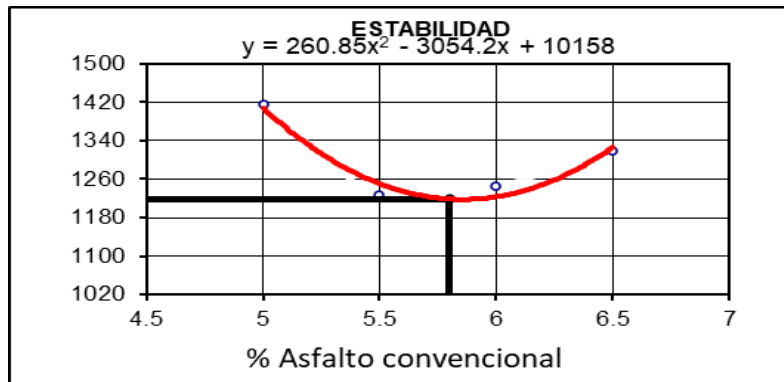
Nota: Elaboración propia.

**Figura 43.** Relación flujo vs % C.A. para mezcla asfáltica + Bitucote Plus.



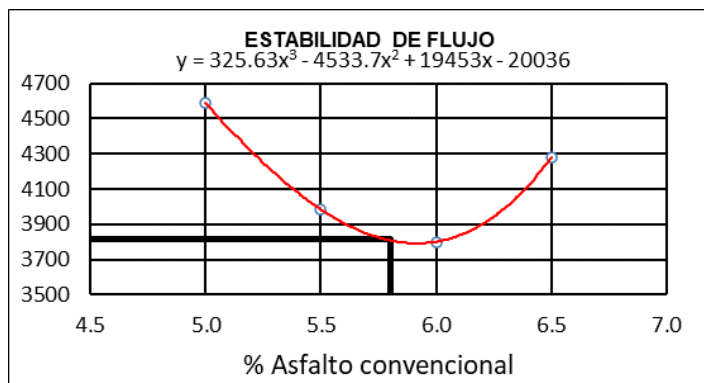
Nota: Elaboración propia.

**Figura 44.** Relación estabilidad vs % C.A. para mezcla asfáltica + Bitucote Plus.



Nota: Elaboración propia.

**Figura 45.** Relación estabilidad de flujo vs % C.A. para mezcla asfáltica + Bitucote Plus.



Nota: Elaboración propia.

Al analizar los gráficos anteriores, se logró determinar el porcentaje óptimo de cemento asfáltico para la mezcla asfáltica + Bitucote Plus, cuyo valor es de 5.8% de C.A. Para este porcentaje se presenta un resumen de los resultados obtenidos gracias al ensayo Marshall.

**Tabla 19:**

*Resumen de resultados obtenidos mediante ensayo Marshall para mezcla asfáltica + Bitucote Plus.*

<b>GOLPES</b>	<b>75</b>
<b>% C. A. ÓPTIMO</b>	<b>5.80</b>
<b>P. UNITARIO (gr/cm<sup>3</sup>)</b>	<b>2.421</b>
<b>VACIOS (%)</b>	<b>4.1</b>
<b>V.M.A. (%)</b>	<b>15.0</b>
<b>V. LL.C.A. (%)</b>	<b>72.7</b>
<b>POLVO / ASFALTO</b>	<b>0.86</b>
<b>FLUJO (mm)</b>	<b>8.1</b>
<b>ESTABILIDAD (kN)</b>	<b>11.9</b>
<b>ESTABILIDAD/ FLUJO (kg/cm)</b>	<b>3812.1</b>

Nota: Elaboración propia.

Finalmente, para un porcentaje de cemento asfáltico óptimo de 5.8% en el diseño de mezcla asfáltica adicionando el aditivo Bitucote Plus., las propiedades de flujo toman un valor de 8.10 mm, además, la carga máxima alcanza los 11.90 kN, lo que resulta una rigidez de 3812.10 kg/cm.

#### **Diseño de mezcla asfáltica en caliente tipo convencional + aditivo Quimibomb 3000.**

Para realizar este diseño de mezcla asfáltica, se consideró una proporción del aditivo Quimibomb 3000 de 0.50% respecto al peso del ligante asfáltico. Asimismo, la distribución granulométrica de los agregados fue la siguiente:

**Tabla 20:**

*Análisis granulométrico del agregado para mezcla asfáltica + Quimibomb 3000.*

<b>Tamices ASTM</b>	<b>1"</b>	<b>3/4"</b>	<b>1/2"</b>	<b>3/8"</b>	<b>No 4</b>	<b>No 10</b>	<b>No 40</b>	<b>No 80</b>	<b>No 200</b>
<b>% pasa Material</b>	100	100	85.9	72.2	48.4	41.3	20.9	12.7	5.3

Nota: Elaboración propia.

Cabe añadir que, se consideraron los porcentajes de cemento asfalto de 5.0%, 5.5%, 6.0% y 6.5%, con la intención de calcular el porcentaje más óptimo para cada diseño de mezcla realizado.

**Tabla 21:**

*Resultados de gravedad específica para mezcla asfáltica + Quimibomb*

3000.

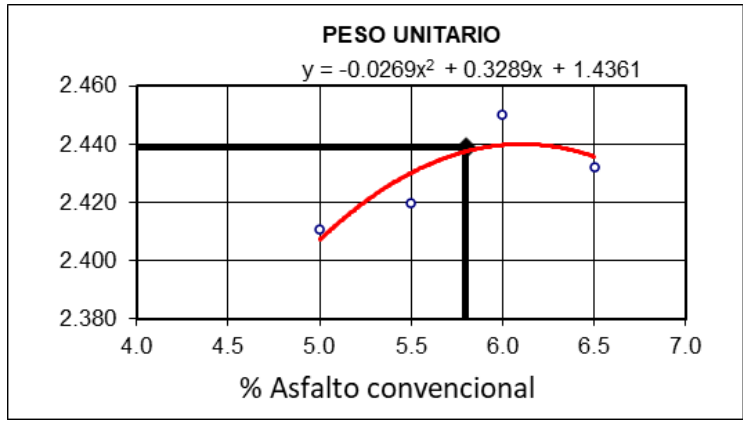
<b>Porcentaje de asfalto</b>	<b>Gravedad Específica</b>
<b>5.00%</b>	2.535
<b>5.50%</b>	2.521
<b>6.00%</b>	2.528
<b>6.50%</b>	2.514

Nota: Elaboración propia.

De la anterior tabla, se puede observar que el peso específico de la muestra con 5% de C.A. tiene un valor de 2.535 gr/cm<sup>3</sup>, para el 5.50% de C.A., el valor es de 2.521 gr/cm<sup>3</sup>, para el 6.0% de C.A., se obtuvo un 2.528 gr/cm<sup>3</sup> y para 6.50% de C.A., el peso específico fue 2.514 gr/cm<sup>3</sup>. Finalmente, las siguientes figuras muestran el comportamiento del diseño de mezcla, analizando las propiedades más importantes a considerar en el ensayo de Marshall.

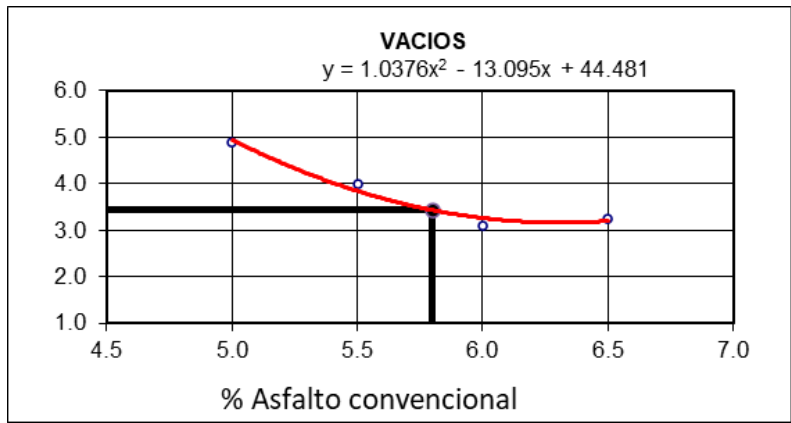
**Figura 46.** *Relación peso unitario vs % C.A. para mezcla asfáltica + Quimibomb*

3000.



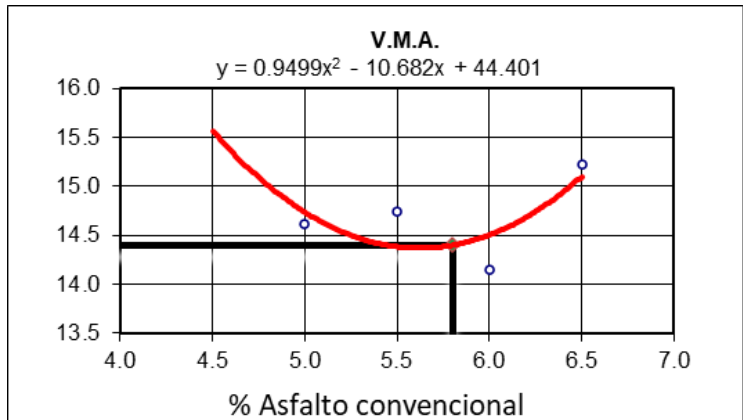
Nota: Elaboración propia.

**Figura 47.** Relación % de vacíos con aire vs % C.A. para mezcla asfáltica + Quimbomb 3000.



Nota: Elaboración propia.

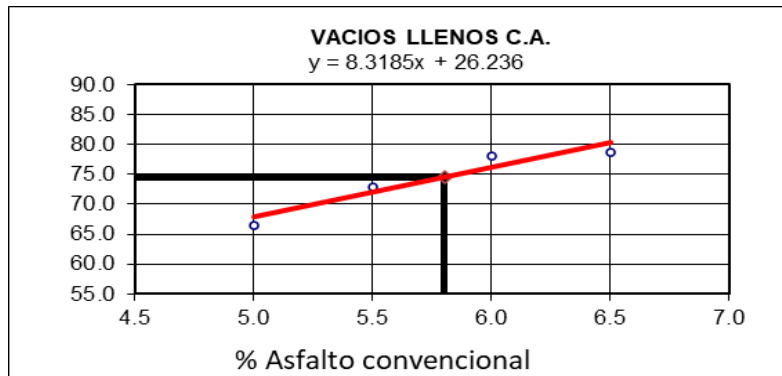
**Figura 48.** Relación % de vacíos de agregado mineral vss % C.A. para mezcla asfáltica + Quimbomb 3000.





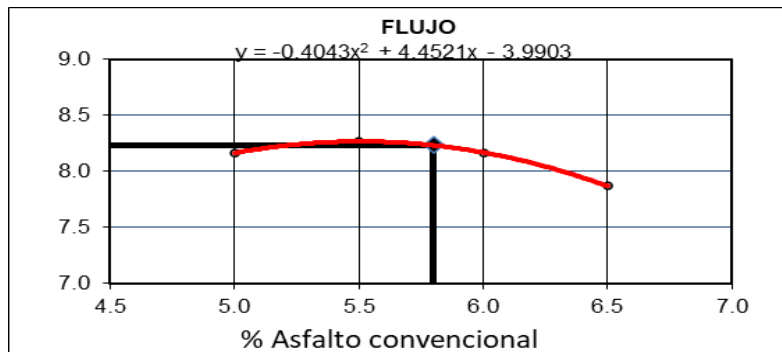
Nota: Elaboración propia.

**Figura 49.** Relación % de vacíos llenados de C.A. vs % C.A. para mezcla asfáltica + Quimbomb 3000.



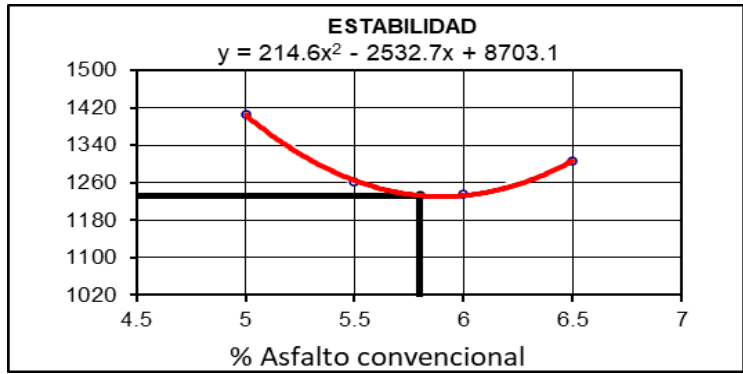
Nota: Elaboración propia.

**Figura 50.** Relación flujo vs % C.A. para mezcla asfáltica + Quimbomb 3000.



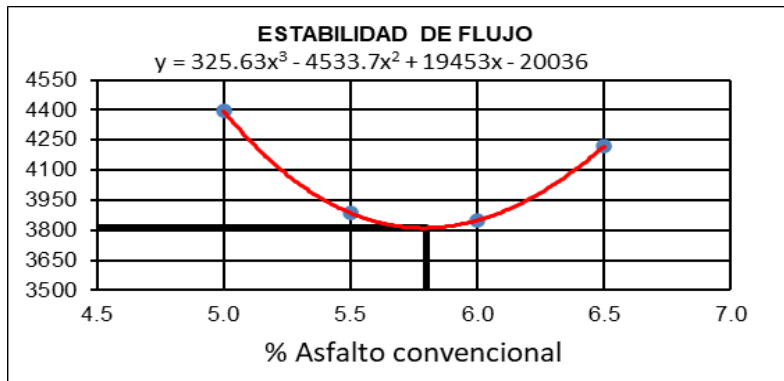
Nota: Elaboración propia.

**Figura 51.** Relación estabilidad vs % C.A. para mezcla asfáltica + Quimbomb 3000.



Nota: Elaboración propia.

**Figura 52.** Relación estabilidad de flujo vs % C.A. para mezcla asfáltica + Quimibomb 3000.



Nota: Elaboración propia.

Al observar los anteriores gráficos, se logró calcular el porcentaje óptimo de cemento asfáltico para la mezcla asfáltica + Quimibomb 3000, cuyo valor es de 5.8% de C.A. Para este porcentaje se presenta un resumen de los resultados obtenidos gracias al ensayo Marshall.

**Tabla 22:**

*Resumen de resultados obtenidos mediante ensayo Marshall para mezcla asfáltica + Quimibomb 3000.*

<b>% C. A. ÓPTIMO</b>	5.80
<b>P. UNITARIO (gr/cm<sup>3</sup>)</b>	2.439
<b>VACIOS (%)</b>	3.4
<b>V.M.A. (%)</b>	14.4
<b>V. LL.C.A. (%)</b>	74.5
<b>POLVO / ASFALTO</b>	0.86
<b>FLUJO (mm)</b>	8.2
<b>ESTABILIDAD (kN)</b>	12.1
<b>ESTABILIDAD/ FLUJO (kg/cm)</b>	3812.1

Nota: Elaboración propia.

Finalmente, para un porcentaje de cemento asfáltico óptimo de 5.8% en el diseño de mezcla asfáltica adicionando el aditivo Quimibomb 3000, las propiedades de flujo toman un valor de 8.20 mm, además, la carga máxima alcanza los 12.10 kN, lo que resulta una rigidez de 3812.10 kg/cm.

### **3.2. Discusión de resultados**

#### **Características técnicas de los productos Adhesol 3000, Bitucote Plus y Quimibond 3000.**

Al analizar las características técnicas de los aditivos adicionados a la mezcla asfáltica convencional, en base a lo obtenido mediante las fichas técnicas, se pueden realizar comparaciones significativas para la presente investigación. la tabla 8 se muestra la comparación de los aditivos Adhesol 3000, Bitucote Plus y Quimibond 3000.

Según la tabla 8, la apariencia de los agregados a 25°C varía entre ellos, donde el Quimibond 3000 se presenta en estado líquido, esto facilita la trabajabilidad de la mezcla, a diferencia de las apariencias de los otros aditivos, las cuales son

líquido viscoso y líquido aceitoso, para el Bitucote Plus y Adhesol 3000, respectivamente.

Asimismo, es necesario considerar la solubilidad de estos en diferentes fluidos, donde el aditivo Quimibond 3000 presenta solubilidad en agua y alcohol, pero no en gasolina, por otro lado, el aditivo Bitucote Plus presenta solubilidad en los tres fluidos (agua, gasolina y alcohol), siendo el que presenta mayor disposición de solubilidad de los tres, ya que el Adhesol 3000 presenta solubilidad en gasolina y alcohol, pero no en agua.

### **Propiedades físicas de los agregados.**

En la tesis de Tacca (2018), la dosificación de agregados fue de 35% de grava chancada, 35% de arena chancada, 29% de arena natural zarandeada y 1% de filler, en contraste con la dosificación considerada en la presente investigación, con 55% de piedra chancada, 44% de arena y 1% de filler.

Asimismo, Tacca (2018) presenta una curva granulométrica de agregado combinado de gradación MAC 2, donde la primera retención del material se da en el tamiz de ½" y alrededor del 60% pasa la malla N°4. En comparación al agregado combinado usado en la presente investigación, con una gradación MAC 1, donde la curva granulométrica muestra la primera retención de material en la malla 1/2", con un porcentaje de material pasante de 85%. Los agregados finos en la investigación de Tacca (2018) obtuvieron una absorción de 1.38%, los agregados gruesos presentaron una absorción de 1.38%. A diferencia de los valores obtenidos en el presente estudio, donde la absorción de los agregados finos es 1.50% y, de agregados gruesos, toma un valor de 1.50%.

### **Diseño de mezclas asfálticas en caliente tipo convencional + adición de aditivo**

En la tesis de Curco y León (2013), al incorporar el 0.50% de aditivo “A” a la mezcla asfáltica con los agregados obtenidos de la cantera Pintag, la estabilidad alcanza un valor de 6.75 kN y el flujo tiene un valor de 15.67 mm, al incorporar el 0.50% del aditivo “B”, la estabilidad es de 6.16kN para un flujo de 17.33 mm, finalmente, al incorporar el 0.075% de aditivo “C” a la mezcla asfáltica, los valores de estabilidad y flujo toman valores de 7.72 kN y 15.33 mm, respectivamente. Al comparar estos resultados de presente estudio, se observa un incremento de la resistencia a la deformación al usar los aditivos Adhesol 3000, Bitucote Plus y Quimibond 3000, con estabilidades de 11.65 kN, 11.9 kN y 12.1 kN, para flujos de 8.09, 8.1 y 8.2 mm respectivamente.

Asimismo, Tacca (2018) en su tesis compara los aditivos Adhesol 3000, Quimibond 3000 y Radicote obteniendo como resultados que, la mayor estabilidad, al 0.5% de aditivo adicionado con respecto al peso del ligante asfáltico, se da en el aditivo Adhesol, con 1058.3 kg, un flujo de 3.20mm y una rigidez de 3307.19 kg/cm; por su parte, el aditivo Quimibond al ser adicionado al 0.5%, obtiene una estabilidad de 1048.3 kg, un flujo de 3.08 mm y una rigidez de 3403.57 kg/cm, todo esto con un porcentaje óptimo de cemento asfáltico de 6.4%. Según la siguiente tabla, los diseños de mezclas realizados tienen mayor índice de rigidez, donde el mayor valor es de 3812.1 kg/cm para el Quimibond 3000 y Bitucote Plus. Esta variación es debido a la influencia del tipo de agregado usado, ya que este varía dependiendo de la cantera de obtención.

### **Tabla 23**

*Comparación de propiedades mecánicas de mezclas asfálticas con adición de aditivos.*

Propiedades	Pastrón	Quimibond 3000	Bitucote Plus	Adhesol 3000	Valores normativos
# Golpes	75	75	75	75	75
% C. A.	5.80	5.80	5.80	5.80	-
P. Unitarios (kg/cm <sup>3</sup> )	2.43	2.43	2.43	2.43	-
% Vacíos de aire	3.4	3.4	4.1	4.1	3 - 5
% V.M.A.	13.4	14.4	15.0	15.7	14
% V. LL.C.A.	74.31	74.5	72.7	72.6	-
% Polvo / Asfalto	0.66	0.86	0.86	0.86	0.6 - 1.3
Flujo (mm)	8.13	8.2	8.1	8.09	8-14
Estabilidad (kN)	11.52	12.1	11.9	11.65	8.15 kN.
Estabilidad/Flujo (kg/cm)	36.32.06	3812.1	38.12.1	38.718.1	170 0 - 4000

Nota: Fichas técnicas de cada aditivo.

Al comparar los resultados obtenidos con las consideraciones normativas aplicadas por el Ministerio de Transportes y Comunicaciones (2020), todas las mezclas asfálticas cumplen con los valores recomendados por la entidad nacional, donde el porcentaje de vacíos debe estar entre el 3 y 5%, el porcentaje de vacíos de agregados minerales alrededor de 14%, el porcentaje de polvo/asfalto entre 0.6 y 1.3 y la rigidez entre 1700 kg/cm y 4000 kg/cm. Por lo tanto, todas estas mezclas diseñadas pueden usarse en pavimentos flexibles urbanos.

## IV. CONCLUSIONES Y RECOMENDACIONES

### 4.1 Conclusiones

El diseño de mezcla asfáltica con la adición del 0.50% de aditivo Bitucote Plus y la mezcla con adición del 0.50% de aditivo Quimibond 3000 obtienen un mejor comportamiento de las propiedades físicas de la mezcla, con un valor de porcentaje de vacíos de 4.1% y 3.4%, en contraste con la mezcla con adición de aditivo Adhesol 3000, con un 4.9% de porcentaje de vacíos. Con respecto al porcentaje de vacíos del agregado mineral, todas las mezclas con adición de los aditivos presentan los siguientes valores de 15%, 14.4% y 15.7% respectivamente.

El diseño de mezcla asfáltica con la adición del 0.50% de aditivo Adhesol 3000 es el que presenta menor resistencia a la deformación, debido a que sus resultados muestran un flujo de 8.09 mm para una carga de 11.65 kN, los otros dos aditivos, Quimibond 3000 y Bitucote Plus, presentan un mejor comportamiento, ya que, con el flujo de 8.1 y 8.2 mm, la carga es mayor, alcanzando el valor de 11.9 y 12.1 kN.

El diseño de mezcla asfáltica con la adición del 0.50% de aditivo Bitucote Plus y la mezcla con adición del 0.50% de aditivo Quimibond 3000 obtienen un mejor comportamiento de las propiedades mecánicas de la mezcla en relación a la adición del 0.50% del aditivo Adhesol 3000. La capacidad de carga obtenida es mayor en las dos primeras mezclas con incorporación de aditivos, dado que la rigidez presenta un valor de 3812.1 kg/cm, en contraste con el aditivo Adhesol 3000, el cual al ser incorporado a la mezcla presenta un valor de 3718.1 kg/cm.

Finalmente, se concluye que, las adiciones de aditivo que presentan mejora en las propiedades (mecánicas y físicas), son el Quimibond 3000 y el Bitucote Plus, con porcentajes de adición del 0.5% con respecto al peso del ligante: sin embargo, al considerar las propiedades individuales de estos aditivos, la opción más óptima



para ser usada en pavimentos flexibles urbanos es el Bitucote Plus, debido a que es soluble en todos los fluidos involucrados en las mezclas asfálticas. Asimismo, es importante mencionar que para cada una de las mezclas asfálticas diseñadas el porcentaje de cemento asfáltico óptimo fue de 5.80%.

#### **4.2. Recomendaciones**

Como recomendación, los laboratorios donde se realicen los ensayos necesarios para calcular las características y propiedades de los agregados y la mezcla asfáltica deben contar con equipamiento tecnológico, con la intención de disminuir la incertidumbre de los ensayos realizados. Asimismo, estos deben abarcar la máxima cantidad de ensayos que permitan identificar correctamente el comportamiento de las mezclas asfálticas ante adiciones de diversos materiales.

Además, se recomienda usar agregados que cumplan la normativa EG-2013, dispuesta por el Ministerio de Transporte y Comunicaciones, con la intención de obtener confiabilidad en los resultados finales de la mezcla. Para ello, las canteras de obtención deben tener un correcto control de calidad.

Por otro lado, se recomienda los estudios acerca de las incorporaciones a las mezclas asfálticas para mejorar su comportamiento debe ser incentivada, con la intención de buscar nuevas metodologías o aplicaciones que solucionen los distintos problemas que se presentan a lo largo de la vida útil de un pavimento flexible.

Es recomendable analizar el óptimo porcentaje de adición de los diversos aditivos presentados en esta investigación, de tal forma de relacionar las características granulométricas del agregado con el porcentaje de adición, para obtener el mejor resultado en la mezcla asfáltica. Asimismo, es importante estudiar otros aditivos disponibles en el mercado y su impacto en las mezclas asfálticas.

## REFERENCIAS

Álvarez, D., Aenlle, A., Tenza, A., & Ivorra, S. (2020). Influence of partial coarse fraction substitution of natural aggregate by recycled concrete aggregate in hot asphalt mixtures. *Sustainability*(250), 12. <https://doi.org/10.3390/SU12010250>

American Association of State Highway and Transportation Officials. (2019). *AASHTO Designation: T 245-15 (2019). Standard Method of Test for Resistance to Plastic Flow of Asphalt Mixtures Using Marshall Apparatus*. Washington, D.C: AASHTO.  
[https://global.ihs.com/doc\\_detail.cfm?document\\_name=AASHTO%20T%20245&item\\_s\\_key=00489117](https://global.ihs.com/doc_detail.cfm?document_name=AASHTO%20T%20245&item_s_key=00489117)

Asphalt Institute. (2014). *Asphalt Mix Design Methods MS-2*.  
<http://www.asphaltinstitute.org/>

ASTM International. (1989). *ASTM D1559-89. Test Method for Resistance of Plastic Flow of Bituminous Mixtures Using Marshall Apparatus (Withdrawn 1998)*. EE.UU.: ASTM International. <https://www.astm.org/Standards/D1559>

ASTM International. (2015). *ASTM D6927 - 15. Standard Test Method for Marshall Stability and Flow of Asphalt Mixtures*. EE.UU.: ASTM International. <https://www.astm.org/Standards/D6927>

ASTM International. (2020). *ASTM D6926 - 20. Standard Practice for Preparation of Asphalt Mixture Specimens Using Marshall Apparatus*. EE.UU.: ASTM International. <https://www.astm.org/Standards/D6926.htm>

Bituper S.A.C. (2013). *Ficha técnica Bitucote Plus*.  
[http://www.bituper.com/media/file/seccion/Ficha\\_T%C3%A9cnica.\\_BITUCOTE\\_PLUS\\_-\\_2013\\_.pdf](http://www.bituper.com/media/file/seccion/Ficha_T%C3%A9cnica._BITUCOTE_PLUS_-_2013_.pdf)

Castañeda, H., Sosa, P. A., Ramírez, N., & Bustos, J. (2018). Fundamentos micro y macroscópicos de la modificación del asfalto convencional con polímeros: Una revisión. *Inventum*, 13(24), 58-77.

<http://dx.doi.org/10.26620/uniminuto.inventum.13.24.2018.58-77>

Cervera, C. (2017). *Influencia en las propiedades mecánicas de una mezcla asfáltica incorporando caucho reciclado de neumáticos*, Cajamarca, 2016.

Cajamarca: Universidad Privada del Norte.

<https://repositorio.upn.edu.pe/handle/11537/11236>

CIP. (2019). *Código Deontológico*.

[http://www.cip.org.pe/publicaciones/reglamentosCNCD2018/codigo\\_de\\_etica\\_del\\_cip.pdf](http://www.cip.org.pe/publicaciones/reglamentosCNCD2018/codigo_de_etica_del_cip.pdf)

Comisión Permanente del Asfalto. (2020). *Congreso Ibero Latinoamericano del Asfalto*. <http://cpasfalto.com.ar/cila/>

Consejo Nacional de Ciencia, Tecnología e Innovación Tecnológica. (2018). *Reglamento de calificación, clasificación y registro de los investigadores del sistema nacional de ciencia, tecnología e innovación tecnológica - reglamento RENACYT*.

Lima, Perú: Concytec.

[https://portal.concytec.gob.pe/images/renacyt/reglamento\\_renacyt\\_version\\_final.pdf](https://portal.concytec.gob.pe/images/renacyt/reglamento_renacyt_version_final.pdf)

Fernández, F. (26 de junio de 2019). *Chiclayo: calles en peligro por redes antiguas y tránsito pesado*. Correo:

<https://diariocorreo.pe/edicion/lambayeque/chiclayo-calles-en-peligro-por-redes-antiguas-y-transito-pesado-894341/?ref=dcr>

Hernández, R. (2019). *Metodología de la Investigación. Las rutas cuantitativa, cualitativa y mixta*. México: McGRAW-HILL.

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

Huanca, J., & Scipión, E. (2013). *Diseño de Slurry Seal empleando emulsión asfáltica modificada con polímeros y su evaluación variando el contenido de Filler*. Lima, Perú: Universidad Nacional de Ingeniería.  
<http://renati.sunedu.gob.pe/handle/sunedu/956413>

Instituto Nacional de Calidad. (2015). *NTP 339.152 2002 (revisada el 2015). SUELOS. Método de ensayo normalizado para la determinación del contenido de sales solubles en suelos y agua subterránea*. Perú: INACAL.  
<https://www.inacal.gob.pe/cid/categoria/catalogo-bibliografico>

Instituto Nacional de Calidad. (2018). *NTP 400.021:2013 (revisada el 2018). AGREGADOS. Método de ensayo normalizado para la densidad, la densidad relativa (peso específico) y absorción del agregado grueso. 3a Edición*. Perú: INACAL. <https://www.inacal.gob.pe/cid/categoria/catalogo-bibliografico>

Instituto Nacional de Calidad. (2018). *NTP 400.022:2013 (revisada el 2018). AGREGADOS. Método de ensayo normalizado para la densidad, la densidad relativa (peso específico) y absorción del agregado fino. 3a Edición*. Perú: INACAL. <https://www.inacal.gob.pe/cid/categoria/catalogo-bibliografico>

Instituto Nacional de Calidad. (2018). *NTP 400.040:2018. AGREGADOS. Método de ensayo para determinar partículas planas, partículas alargadas o partículas planas y alargadas en agregado grueso. 2a Edición*. Perú: INACAL.

Instituto Nacional de Calidad. (2019). *NTP 339.128:1999 (revisada el 2019). SUELOS. Método de ensayo para el análisis granulométrico. 1ª Edición*. Perú: INACAL. <https://www.inacal.gob.pe/cid/categoria/catalogo-bibliografico>

Instituto Nacional de Calidad. (2019). *NTP 339.129:1999 (revisada el 2019). SUELOS. Método de ensayo para determinar el límite líquido, límite plástico, e índice de plasticidad de suelos. 1ª Edición*. Perú: INACAL.  
<https://www.inacal.gob.pe/cid/categoria/catalogo-bibliografico>

Instituto Nacional de Calidad. (2019). *NTP 339.146:2000 (revisada el 2019). SUELOS. Método de ensayo normalizado para el valor equivalente de arena de suelos y agregado fino. 1ª Edición.* Perú: INACAL.  
<https://www.inacal.gob.pe/cid/categoria/catalogo-bibliografico>

Instituto Nacional de Calidad. (2019). *NTP 400.019:2014 (revisada el 2019). AGREGADOS. Método de ensayo normalizado para determinar la resistencia a la degradación en agregados gruesos de tamaños menores por abrasión e impacto en la máquina de Los Ángeles. 3ª Edición.* Perú: INACAL.  
<https://www.inacal.gob.pe/cid/categoria/catalogo-bibliografico>

Instituto Nacional de Calidad. (2020). *NTP 400.016:2020. AGREGADOS. Determinación de la inalterabilidad de agregados por medio de sulfato de sodio o sulfato de magnesio.* Perú: INACAL.  
<https://www.inacal.gob.pe/cid/categoria/catalogo-bibliografico>

Jaime, M. (09 de noviembre de 2008). *Asfalto vs. concreto.* Mural Retrieved:  
<https://search.proquest.com/docview/373330482?accountid=39560>

Macedo, A. G. (2016). *Evaluación de compatibilidad entre el cemento asfáltico pen 120/150 mejorado con un promotor de adherencia y el agregado piedra tipo (c. leopoldo) y su efecto en la calidad y resistencia de la mezcla asfáltica en caliente, caso tramo Bambamarca.* Cajamarca, Perú: Universidad Privada Antenor Orrego. <http://renati.sunedu.gob.pe/handle/sunedu/746793>

Ministerio de Transportes y Comunicaciones. (2016). *MC-06-16 Manual Ensayo de Materiales.* Perú: MTC.  
[https://portal.mtc.gob.pe/transportes/caminos/normas\\_carreteras/documentos/manuales/MANUALES%20DE%20CARRETERAS%202019/MC-06-16%20Manual%20Ensayo%20de%20Materiales.pdf](https://portal.mtc.gob.pe/transportes/caminos/normas_carreteras/documentos/manuales/MANUALES%20DE%20CARRETERAS%202019/MC-06-16%20Manual%20Ensayo%20de%20Materiales.pdf)

Ministerio de Transportes y Comunicaciones. (2020). *Manuales de Carreteras*. Lima, Perú: MTC.  
[https://portal.mtc.gob.pe/transportes/caminos/normas\\_carreteras/manuales.html](https://portal.mtc.gob.pe/transportes/caminos/normas_carreteras/manuales.html)

Ministerio de Vivienda, Construcción y Saneamiento. (2010). *CE.010 Pavimentos Urbanos*.  
[http://www3.vivienda.gob.pe/dnc/archivos/Estudios\\_Normalizacion/Normalizacion/normas/norma\\_010\\_%20pavimentos\\_urbanos.pdf](http://www3.vivienda.gob.pe/dnc/archivos/Estudios_Normalizacion/Normalizacion/normas/norma_010_%20pavimentos_urbanos.pdf)

MTC. (14 de noviembre de 2019). *Lima: Detectan perjuicio económico de más de S/ 1.5 millones por mala calidad de obras viales*. MTC:  
<https://capital.pe/actualidad/lima-detectan-perjuicio-economico-de-mas-de-s-15-millones-por-mala-calidad-de-obras-viales-noticia-1229937>

Navarro, j. (2017). *Propuesta de diseño de mezclas asfálticas con adiciones de PET*. Pimentel, Chiclayo, Perú: Universidad Señor de Sipán.  
<http://repositorio.uss.edu.pe/bitstream/handle/uss/4569/Navarro%20Jim%C3%A9nez.pdf?sequence=1&isAllowed=y>

Ojeda, J. (2015). *“Evaluación del uso de mejoradores de adherencia para el control de deformaciones permanentes en pavimentos asfálticos*. Lima, Perú: Universidad Nacional de Ingeniería.  
[https://alicia.concytec.gob.pe/vufind/Record/UUNI\\_e6dd2dfcd8c90c92b082d5d3a71775f7](https://alicia.concytec.gob.pe/vufind/Record/UUNI_e6dd2dfcd8c90c92b082d5d3a71775f7)

Oliveira, F. (22 de abril de 2020). *Construcción vial: Nuevo mundo*. Construcción Latinoamericana:  
<https://www.construccionlatinoamericana.com/construccion-vial-nuevo-mundo/143577.article>

QSI. (2016). *Ficha técnica Quimibomd3000*. <https://www.qsi.pe/wp-content/uploads/2019/09/03.-HT-Quimibond-3000-2016.pdf>

Quintana, H. A., Lizcano, F. A., & Bonells, C. F. (2013). Efecto de la disminución de la velocidad vehicular en la durabilidad de una capa asfáltica/Effect of reducing traffic speed on the durability of a road asphalt layer. *ingeniare : Revista Chilena De Ingenieria*, 21(1), 139-146. <https://doi.org/10.4067/s0718-33052013000100012>

Rojas, F., Bonifaz, H., Curco, C., & León, B. (2013). *Influencia de aditivos mejoradores de adherencia en la resistencia de hormigones asfáltico diseñados con agregados provenientes de las canteras de Pintag y Guayllabamba*. Quito, Ecuador: Universidad de las Fuerzas Armadas ESPE. <http://repositorio.espe.edu.ec/jspui/bitstream/21000/7607/1/AC-C-ESPE-047618.pdf>

Romero, L. A. (2019). *Estudio de la influencia de la Adición de Neumático reciclado en Mezclas Asfálticas en Caliente, en la Ciudad de Juliaca*. Juliaca, Perú: Universidad Andina Néstor Cáceres Velásquez. <http://renati.sunedu.gob.pe/handle/sunedu/751454>

Salazar, A., Delgado, H., Garnica, P., Flores, M., & Terán, R. (2013). *Evaluación del desempeño de una mezcla asfáltica en caliente, nivel III con aditivos mejoradores de adherencia y asfalto modificado tipo SBS*. México: Instituto Mexicano del Transporte. [http://www.amaac.org.mx/archivos/eventos/8cma\\_2013/mezclas\\_asfalticas/mezclas09.pdf](http://www.amaac.org.mx/archivos/eventos/8cma_2013/mezclas_asfalticas/mezclas09.pdf)

Superintendencia Nacional de educación Universitaria. (03 de julio de 2014). *Ley Universitaria N. 30220*. <https://www.sunedu.gob.pe/wp-content/uploads/2017/04/Ley-universitaria-30220.pdf>

Tacca, C. R. (2018). *Influencia de los aditivos mejoradores de adherencia en el diseño marshall de mezclas asfálticas en caliente Compuestas por Agregados de*

*la Cantera "Taya Taya", San Román – Puno.* Puno, Perú: Universidad Andina Néstor Cáceres Velásquez. <http://renati.sunedu.gob.pe/handle/sunedu/751252>

TDM asfaltos. (2012). *Ficha técnica Adhesol3000.*

<http://www.tdmasfaltos.com.pe/wp-content/uploads/2012/05/018.-FT-Adhesol-3000-V02-25-09-12.pdf>

Urrego, E., & Ruiz, C. (2016). *Determinación de la adherencia en mezclas asfálticas elaboradas con asfaltos convencionales y materiales de peña y río.*

Bogotá, Colombia: Universidad Católica de Colombia.

<https://repository.ucatolica.edu.co/bitstream/10983/15108/1/DETERMINACION%20DE%20LA%20ADHERENCIA%20EN%20MEZCLAS%20ASFALTICAS%20ELABORADAS%20CON%20ASFALTOS%20CONVENCIONALES%20Y%20MATERIALES%20DE%20PEÑA%20Y%20RÍO.pdf>

Vicerrectorado de Investigación. (2019). *Código de Ética para la Investigación.*

<http://www.uss.edu.pe/uss/transparencia/investigacion/reglamento/Codigo%20de%20Etica%20USS.pdf>

Vicerrectorado de Investigación. (2019). *Líneas de Investigación Institucional.*

<http://www.uss.edu.pe/uss/transparencia/investigacion/directiva/L%20de%20Investigacion%20Institucional.pdf>

Vicerrectorado de Investigación. (2020). *Guía de productos acreditables de las asignaturas de investigación.*

[http://www.uss.edu.pe/uss/Descargas/1025/Archivos/Resolucion%20N%200010-2017-VRI-USS\\_Guia%20de%20Productos%20Acreditables.pdf](http://www.uss.edu.pe/uss/Descargas/1025/Archivos/Resolucion%20N%200010-2017-VRI-USS_Guia%20de%20Productos%20Acreditables.pdf)



## ANEXOS

### Anexo 01: Instrumentos

<b>Instrumentos de Recolección de datos</b>	
<b>Gabinete</b>	Laptop
	Manual del MTC - DG
	Bibliografía (artículos, tesis, revistas científicas)
	Software: Word, Power Point, Excel.
<b>Campo</b>	Cámara fotográfica
	Agenda
<b>Laboratorio</b>	Balanzas
	Horno
	Bandejas
	Espátulas
	Tamices
<b>Formatos</b>	Formato de ensayo granulométrico y límites de Atterberg
	Formato de ensayo de contenido de sales
	Formato de ensayo de densidad relativa
	Formato de ensayo de abrasión

---

Formato de ensayo  
equivalente de arena

---

Formato de ensayo de  
gravedad específica

---

Formato de ensayo  
angularidad - AF


---

Formato de ensayo  
Marshall

---

## Anexo 02: Instrumentos

Figura 53. Ficha Técnica de aditivo Adhesol3000.

	<b>FICHA TECNICA</b> <b>ADHESOL 3000</b>	<b>FT-ADH-3000</b>
		<b>Aprobación:</b> 25/09/2012
		<b>Version:</b> 02

**DESCRIPCION**

Aditivo químico base Amina, térmicamente estable que actúa en la interfase asfalto/agregado, aumentando considerablemente el poder de adherencia entre ambos, permitiendo una excelente cohesión del pavimento durante largo tiempo.

**VENTAJAS**

Utilizado como aditivo mejorador de adherencia en ligantes asfálticos aplicados en caliente, en asfaltos diluidos (cut backs) en mezclas asfálticas en frío.

- Aditivo de fácil incorporación en el ligante asfáltico.
- Fácil de dosificar por ser un aditivo líquido
- Excelentes propiedades "Anti-striping"

**APLICACIÓN**

Añadido en cantidades determinadas en los ligantes asfálticos a ser utilizados, obteniéndose la homogenización por circulación, con una bomba de transferencia o agitación, por un periodo mínimo de 45 minutos.

**DOSIS RECOMENDADA**

La dosificación varía de acuerdo a los agregados de 0,25% a 1%, de forma general se recomienda el uso de 0,5% de **ADHESOL 3000** con respecto al peso del ligante asfáltico. Es importante tener en cuenta que la dosificación arriba mencionada, estará sujeta a los resultados obtenidos durante los ensayos de adherencia de nuestro laboratorio, los cuales están normados por el MTC (Manual EM-2000: MTC E-517, MTC E-521, MTC E-220), por lo cual se recomienda proveer muestra de los respectivos agregados a fin de determinar el porcentaje a utilizarse.

**CARACTERÍSTICAS FÍSICO – QUÍMICAS**

Color Gardner	Máx. 10
Composición principal	Aminas grasas
Apariencia a 25°C	Líquido aceitoso
Viscosidad a 25°C	> 60 cP
Densidad a 25°C, g/cm <sup>3</sup>	> 1,000
Punto de Inflamación, °C	> 280
Solubilidad en agua	INSOLUBLE
Solubilidad en gasolina	SOLUBLE
Solubilidad en alcohol	SOLUBLE

**MANEJO Y ALMACENAJE**

Manejar en áreas ventiladas y evitar el contacto con los ojos y la piel. Almacenar protegido del sol en un lugar bien ventilado.

**PRESENTACION**


Suministrado en envases de 200 kilogramos de peso líquido.

---

TDM ASFALTOS S.A.C. Mz. A Lote 12 Zona Industrial Las Praderas de Lurin – Lima. Teléfono 511-6169300. Fax 511-6169313

Nota: Elaboración propia.

Figura 54. Ficha técnica 1 de aditivo Bitucote Plus.

 BITUPER S.A.C.	<b>FICHA TECNICA</b>	Código : <b>BP-BITUCOTE</b>
	<b>ADITIVO MEJORADOR DE ADHERENCIA PARA ASFALTO</b>	Revisión : Mayo 2013
	<b>BITUCOTE Plus®</b>	Rvdo. por : Lab. Central
		Página : 2 de 2

**3. Dosificación**

La dosificación del mejorador de adherencia **BITUCOTE Plus®** depende de las características del asfalto y de la geomorfología del agregado. Las dosificaciones se encuentran en el rango de 0.2% a 0.7% respecto al peso del asfalto cuando se someten las muestras al ensayo Riedel Weber y al ASTM D-1664.

Cuando se utiliza el ensayo Lottman, el cual no es tan subjetivo e irreal como los dos anteriores, se puede llegar a resultados mayores al 1%. Este ensayo es ampliamente utilizado en los Estados Unidos porque emula condiciones reales del pavimento. Por ello recomendamos que para cada uso específico se efectúen los ensayos respectivos y necesarios para establecer las cantidades precisas a aplicar.

Nuestro Laboratorio Central asiste gratuitamente a los clientes interesados en la evaluación del uso de agregados locales para sus mezclas asfálticas con el objeto de determinar la susceptibilidad al deterioro por humedad, la cual incide directamente en el desempeño del pavimento, pudiéndose evitar cuantiosos gastos en mantenimiento y reparación de los mismos.

Existen varios proveedores de mejoradores de adherencia en nuestro mercado que recomiendan tasas de aplicación fijas ( p.ej. 0.5% ), lo cual no puede aceptarse técnica ni económicamente porque los agregados casi siempre son distintos y el uso de solamente +0.1% de mejorador puede representar un costo significativo para la obra y, peor aún, el uso de solamente -0.1% puede representar un gasto inútil si la mezcla requiere de más de 0.5%, con el consiguiente deterioro prematuro del pavimento por falta de adherencia.

El hecho de que el mejorador de adherencia **BITUCOTE Plus®** sea líquido, permite aplicarlo fácilmente por medio de una bomba de desplazamiento positivo, ya sea en el tanque de almacenamiento de asfalto o en la línea de descarga del mismo sobre el agregado.

**4. Precaución de Manejo**

Evitar el contacto con la piel y ojos, para su manipuleo utilizar anteojos de seguridad, guantes y ropa adecuada. En caso de contacto con la piel, lavar el área afectada con una solución de ácido acético al 2% y posteriormente enjuagar con abundante agua y jabón por un mínimo de 15 minutos. En caso de contacto con los ojos, lavar con agua en abundancia y una solución acuosa de ácido bórico al 0.5% por lo menos durante 15 minutos y acudir al médico. Para mayor información consultar la Hoja de Seguridad del producto.

**5. Presentación**


Cilindros de 180 Kg netos.

---

**Bitúmenes del Perú S.A.C. – BITUPER S.A.C.**  
Oficina: Av. Del Pinar 152 – Of. 1005 Lima-33– Perú – Telefax: (51-1) 372-7601 Calle las Mimosas Mz. G-1, Lote N° 26, Urb. La Capitana – Huachipa / Lurigancho Chosica – Lima 15 – Perú – Telfs.: 7175168- 7175169- Fax: (51-1) 7175056 [www.bituper.com](http://www.bituper.com) - e-mail: [laboratorio@bituper.com](mailto:laboratorio@bituper.com)

Nota: Elaboración propia

**Figura 55. Ficha técnica 2 de aditivo Bitucote Plus.**

 <b>BITUPER S.A.C.</b>	<b>FICHA TECNICA</b> <b>ADITIVO MEJORADOR DE ADHERENCIA PARA ASFALTO</b> <b>BITUCOTE Plus®</b>	Código : <b>BP-BITUCOTE</b> Revisión : Mayo 2013 Rvdo. por : Lab. Central Página : 1 de 2																							
	<p><b>1. Generalidades</b></p> <p>La adhesión entre el asfalto y el agregado es un factor importante en la vida de un pavimento asfáltico. Frecuentemente los daños en la superficie de una vía pueden ser atribuidos al desprendimiento por falta de adherencia.</p> <p>El desprendimiento es la rotura del enlace adherente entre la superficie del agregado pétreo y el asfalto, donde el agua penetra entre la superficie y la película del asfalto debido a la mayor afinidad al agua en dicha superficie, produciendo la rotura de la unión.</p> <p>Cuando la humedad desprende el agregado del asfalto la pérdida de grava es acelerada por el efecto del tráfico, ocasionando la falla del pavimento.</p> <p>Este problema se presenta tanto en las mezclas asfálticas en caliente como en las mezclas en frío con rebajados (Cut Backs), viéndose el problema incrementando en este último caso por la posible presencia de humedad en la superficie del agregado en el momento de preparar la mezcla.</p> <p>La acción que cumple el mejorador de adherencia <b>BITUCOTE Plus®</b> es modificar el ángulo de contacto a menos de 90°, esto se produce al disminuir la tensión superficial entre el asfalto y el agua, produciéndose el desplazamiento del agua por el ligante haciendo más duraderas las mezclas.</p> <p>El activante o mejorador de adherencia <b>BITUCOTE Plus®</b> elimina el problema de desprendimiento de una forme limpia, fácil y económica, siendo ampliamente comprobada su efectividad.</p> <p><b>2. Características Fisicoquímicas</b></p> <table border="0"> <tr> <td>Composición Principal</td> <td>: Aminas grasas (Poliaminas)</td> </tr> <tr> <td>Valor de Amina Total</td> <td>: 500.86</td> </tr> <tr> <td>Aspecto</td> <td>: Líquido viscoso</td> </tr> <tr> <td>Color</td> <td>: Ambar</td> </tr> <tr> <td>Gravedad específica a 20°C</td> <td>: 0.8566</td> </tr> <tr> <td>Humedad (%)</td> <td>: 0.9</td> </tr> <tr> <td>Solubilidad en Agua al 1%</td> <td>: Soluble</td> </tr> <tr> <td>Solubilidad en alcohol Isopropílico al 1%</td> <td>: Soluble</td> </tr> <tr> <td>Solubilidad en gasolina al 1%</td> <td>: Soluble</td> </tr> <tr> <td>Viscosidad Brookfield 23°C, (cP)</td> <td>: 68.6</td> </tr> <tr> <td>Punto de Escurrimiento (°C)</td> <td>: +12</td> </tr> <tr> <td>Punto de Inflamación (Copa Abierta) (°C)</td> <td>: 236</td> </tr> </table>		Composición Principal	: Aminas grasas (Poliaminas)	Valor de Amina Total	: 500.86	Aspecto	: Líquido viscoso	Color	: Ambar	Gravedad específica a 20°C	: 0.8566	Humedad (%)	: 0.9	Solubilidad en Agua al 1%	: Soluble	Solubilidad en alcohol Isopropílico al 1%	: Soluble	Solubilidad en gasolina al 1%	: Soluble	Viscosidad Brookfield 23°C, (cP)	: 68.6	Punto de Escurrimiento (°C)	: +12	Punto de Inflamación (Copa Abierta) (°C)
Composición Principal	: Aminas grasas (Poliaminas)																								
Valor de Amina Total	: 500.86																								
Aspecto	: Líquido viscoso																								
Color	: Ambar																								
Gravedad específica a 20°C	: 0.8566																								
Humedad (%)	: 0.9																								
Solubilidad en Agua al 1%	: Soluble																								
Solubilidad en alcohol Isopropílico al 1%	: Soluble																								
Solubilidad en gasolina al 1%	: Soluble																								
Viscosidad Brookfield 23°C, (cP)	: 68.6																								
Punto de Escurrimiento (°C)	: +12																								
Punto de Inflamación (Copa Abierta) (°C)	: 236																								
<p><b>Bitúmenes del Perú S.A.C. – BITUPER S.A.C.</b>                  Oficina: Av. Del Pinar 152 – Of. 1005 Lima-33– Perú – Telefax: (51-1) 372-7601 Calle las Mimosas Mz. G-1, Lote N° 26, Urb. La Capitana – Huachipa / Lurigancho Chosica – Lima 15 – Perú – Telfs.: 7175168- 7175169- Fax: (51-1) 7175056 <a href="http://www.bituper.com">www.bituper.com</a> - e-mail: <a href="mailto:laboratorio@bituper.com">laboratorio@bituper.com</a></p>																									

Nota: Elaboración propia.

Figura 56. Ficha técnica 1 de aditivo Quimbond3000.

1



## QUIMIBOND 3000

ADITIVO MEJORADOR DE ADHERENCIA PARA ASFALTO

PAVIMENTOS

**Descripción**

QUIMIBOND 3000 es un aditivo líquido, base amina que mejora la adherencia entre el agregado-asfalto evitando la formación de bolsas de agua que impiden la adhesión del cemento asfáltico al agregado. Mejora el desempeño de la mezcla asfáltica. Los ingredientes del QUIMIBOND 3000 permiten una excelente cohesión del pavimento durante largo tiempo. Es un aditivo que es fácil de dosificar al no tener que calentarse y evitar los gases tóxicos.

**Aplicaciones principales**

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

**Beneficios**

- Fácil de dosificar al ser un aditivo líquido.
- Sin olor corrosivo que pueden afectar a los operarios.
- Larga duración del asfalto.

**Propiedades**

Color: Café Oscuro  
 Apariencia: Líquida-viscosa  
 Densidad : 0.93 – 0.97 Kg/l  
 Dosificación : 0.3% - 0.8% del peso del cemento asfáltico.

**Información técnica**

Determinación	Contenido
Color	Azul
Contenido de Aminas	400 – 600
Propiedades físicas a 25 °C	Líquido
Viscosidad a 25 °C	2000 -6500 cs
Aminas	563 aprox.

Determinación	Contenido
Gravedad Específica	0.95 promedio
Gasolina	Insoluble
Agua	Soluble
Alcohol Isopropilico	Soluble

QSI Perú S.A.  
Telf.: +51-1 710 4000


contacto@qsi.pe

Hoja Técnica / JM  
Versión 01-QSI  
Octubre 2019

Nota: Elaboración propia.

Figura 57. Ficha técnica 2 de aditivo Quimbond3000.

2



## QUIMIBOND ADVANCE®

ADITIVO MEJORADOR DE ADHERENCIA PARA ASFALTO

**000 Información técnica**

Una vez determinada la dosificación que varía de acuerdo a los agregados entre el 0.3 al 0.8% del peso del cemento asfáltico. La dosificación se aplica por medios neumáticos al tanque de almacenaje o por inyección a la carga del asfalto. La dosis óptima se determina con ensayos de desempeño según ASTM D 3625 y ASTM D 4867.

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

**000 Normas recomendadas**

Para determinar la dosis óptima y efectividad de **QUIMIBOND ADVANCE** se recomienda realizar pruebas de laboratorio con su diseño de mezcla mediante las siguientes normativas: ASTM D 4867 Standard Test Method for Effect of Moisture on Asphalt Concrete Paving Mixture. ASTM D 3625 Standard Practice for Effect of Water on Bituminous-Coated Aggregate Using Boiling Water. La dosificación dependerá del tipo de asfalto, composición mineralógica, forma textura, porosidad de los agregados pétreos, tipo de finos, humedad, etc. Por lo general, determine la dosificación de **QUIMIBOND ADVANCE** para obtener un recubrimiento mayor o igual 95% en la mezcla asfáltica utilizando el método de ensayo ASTM D 3625 y un TSR igual o mayor a 85% utilizando el método de ensayo ASTM D 4867.

**000 Instrucciones de uso**

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

**000 Dosificación**

0.1 al 0.4 % del peso del cemento asfáltico. Se recomienda la dosificación del 0.3% cuando los agregados poseen excesiva carga de sílicos, piedra caliza o humedad

QSI Perú S.A.  
Telf.: +51-1 710 4000

contacto@qsi.pe


Hoja Técnica / JM  
Versión 01-QSI  
Octubre 2019

PAVIMENTOS

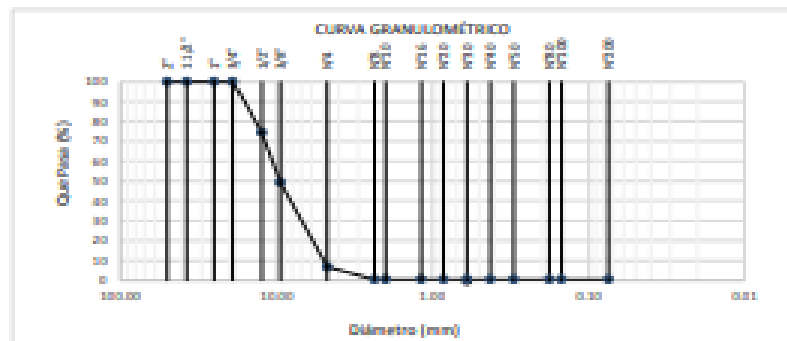
Nota: Elaboración propia.

## Anexo 03: Tablas estándares

Figura 58. Análisis granulométrico de agregado grueso.

		Prolongación Bolognesi Km. 3.5 Piura - Lambayeque R.U.C. 20480781334 Email: lemswyc@igmail.com	
		Solicitante	: VASQUEZ LLAMO, REINERIO ELDEN
Proyecto	: Tesis "ANÁLISIS COMPARATIVO DEL DISEÑO DE MEZCLAS ASFÁLTICAS EN CALIENTE PARA PAVIMENTO FLEXIBLE URBANO EMPLEANDO ADITIVOS ADHERENTES ADHESOL3000, BITUCOTEPLUS Y QUIMIBOND3000"	Ubicación	: Dist. Chiclayo, Prov. Chiclayo, Reg. Lambayeque.
Fecha de apertura	: 04 de enero del 2021.	ENSAYO	: AGRÉGADOS. Análisis granulométrico del agregado fino, Grueso y global.
NORMA	: N.T.P. 400.012	Muestra	: Agregado Grueso

Malla Pulg.	Malla (mm.)	%	% Retenido	% Que Pasa
		Retenido	Acumulado	Acumulado
2"	50.800	0.0	0.0	100.0
1 1/2"	37.500	0.0	0.0	100.0
1"	25.000	0.0	0.0	100.0
3/4"	19.000	0.0	0.0	100.0
1/2"	12.500	25.6	25.6	74.4
3/8"	9.500	25.0	50.6	49.4
Nº 4	4.750	40.5	91.1	6.9
Nº 6	2.500	6.3	99.4	0.6
Nº 10	2.000	0.0	99.4	0.6
Nº 16	1.180	0.0	99.4	0.6
Nº 20	0.850	0.0	99.4	0.6
Nº 30	0.600	0.0	99.4	0.6
Nº 40	0.425	0.0	99.4	0.6
Nº 50	0.300	0.0	99.4	0.6
Nº 60	0.250	0.0	99.5	0.5
Nº 80	0.180	0.0	99.5	0.5
Nº 100	0.150	0.0	99.5	0.5
Nº 200	0.075	0.0	99.5	0.5



**Observaciones:**

- Muestreo, identificación y ensayo realizado por el solicitante.


  
**WILSON OLAYAAGUILAR**  
 TEC. EN ANÁLISIS DE MATERIALES Y SUELOS

  
**Miguel Ángel Ruiz Perales**  
 INGENIERO CIVIL  
 C.R. 246904

Nota: Elaboración propia.



**Figura 59. Análisis granulométrico de agregado fino.**



**LEMS W&C** E.I.R.L.

Prolongación Bolognesi Km. 3.5  
Pimental - Lambayeque  
R.U.C. 20480781334  
Email: lemswyc@igmail.com

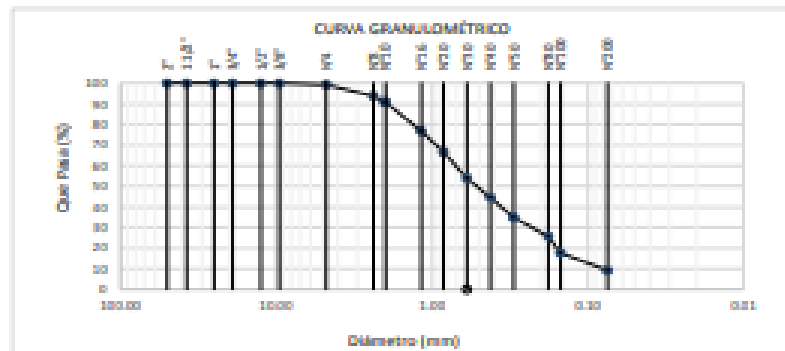
Solicitante : VASQUEZ LLANO, REINERIO ELDEN  
 Proyecto : Tesis "ANÁLISIS COMPARATIVO DEL DISEÑO DE MEZCLAS ASFÁLTICAS EN CALIENTE PARA PAVIMENTO FLEXIBLE URBANO EMPLEANDO ADITIVOS ADHERENTES ADHESOL3000, BITUCOTEPLUS Y QUIMIBOMD3000"

Ubicación : Dist. Chiclayo, Prov. Chiclayo, Reg. Lambayeque.  
 Fecha de apertura : 04 de enero del 2021.

ENSAYO : AGRÉGADOS. Análisis granulométrico del agregado fino. Grueso y global.  
 NORMA : N.T.P. 400.012


Muestra : Agregado Fino

Pulg.	Malla (mm.)	%	%	%
		Retenido	Retenido Acumulado	Que Pasa Acumulado
2"	50.800	0.0	0.0	100.0
1 1/2"	37.500	0.0	0.0	100.0
1"	25.000	0.0	0.0	100.0
3/4"	19.000	0.0	0.0	100.0
1/2"	12.500	0.0	0.0	100.0
3/8"	9.500	0.0	0.0	100.0
Nº 4	4.750	0.0	0.0	99.3
Nº 8	2.360	5.2	5.1	93.9
Nº 10	2.000	3.1	8.2	90.8
Nº 16	1.180	14.1	23.2	76.8
Nº 20	0.850	10.1	33.3	66.7
Nº 30	0.600	13.8	46.1	53.9
Nº 40	0.425	9.3	55.4	44.6
Nº 50	0.300	9.8	65.2	34.8
Nº 60	0.250	9.8	74.2	25.8
Nº100	0.150	8.1	82.3	17.7
Nº200	0.075	8.5	90.8	9.2



**Observaciones:**

- Muestra, identificación y ensayo realizado por el solicitante.

  
**LEMS W&C E.I.R.L.**  
**WILSON CLAYA AGUILAR**  
 ING. ENGENIERO DE MATERIALES Y METALES

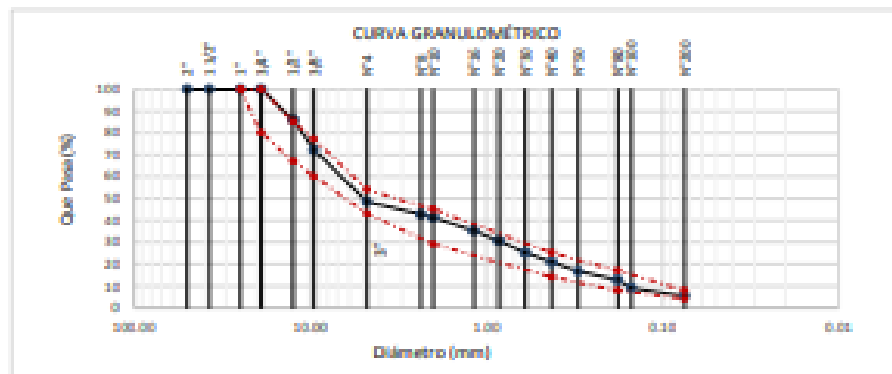
  
**Miguel Angel Ruiz Perales**  
 INGENIERO CIVIL  
 CDR. 246904

Fuente: Elaboración propia.

Figura 60. Análisis granulométrico de agregado combinado.

Solicitante : VASQUEZ LLAMO, REINERIO ELDEN  
 Proyecto : Tesis "ANÁLISIS COMPARATIVO DEL DISEÑO DE MEZCLAS ASFÁLTICAS EN CALIENTE PARA PAVIMENTO FLEXIBLE URBANO EMPLEANDO ADITIVOS ADHERENTES ADHESOL3000, BITUCOTEPLUS Y QUIMIBOMD3000"  
 Ubicación : Dist. Chiclayo, Prov. Chiclayo, Reg. Lambayeque.  
 Fecha de apertura : 04 de enero del 2021.  
 ENSAYO : AGREGADOS. Análisis granulométrico del agregado fino, Grueso y global.  
 NORMA : N.T.P. 400.012  
 Muestra : Combinado A. Grueso 55% + A. Fino 44%

Malla		25	44	1	100	GRADACIÓN MAC - 1
Polg.	(mm.)	% Que Pasa				
		A. Grueso	A. Fino	Filler	Combinado	
3"	50.000	100.0	100.0	100.0	100.0	
1 1/2"	37.500	100.0	100.0	100.0	100.0	
1"	25.000	100.0	100.0	100.0	100.0	100
3/4"	19.000	100.0	100.0	100.0	100.0	80 - 100
1/2"	12.500	74.4	100.0	100.0	85.9	67 - 85
3/8"	9.500	49.4	100.0	100.0	72.2	60 - 77
Nº 4	4.750	6.9	99.2	100.0	48.4	40 - 54
Nº 8	2.360	6.6	93.9	100.0	42.6	
Nº 10	2.000	6.6	90.8	100.0	41.2	29 - 45
Nº 16	1.180	6.6	76.8	100.0	35.1	
Nº 20	0.850	6.6	66.7	100.0	30.7	
Nº 30	0.600	6.6	52.9	100.0	25.0	
Nº 40	0.425	6.6	44.6	100.0	20.9	14 - 25
Nº 50	0.300	6.6	34.8	100.0	16.6	
Nº 60	0.250	6.5	25.8	100.0	12.7	8 - 17
Nº 100	0.150	6.5	17.7	100.0	9.1	
Nº 200	0.075	6.5	9.2	100.0	5.3	4 - 8



**Observaciones:**

- Muestreo, identificación y ensayo realizado por el solicitante.

**LEMS W&C** EIRL  
WILSON OLAYA AGUILAR  
TÉC. INGENIERO DE MINERALES Y SUELOS

Miguel Angel Ruiz Perales  
INGENIERO CIVIL  
CIP. 246904

Nota: Elaboración propia.

**Figura 61.** Peso unitario y contenido de humedad de agregado fino.

Solicitante : VASQUEZ LLAMO, REINERIO ELDEN  
 Proyecto : Tesis "ANÁLISIS COMPARATIVO DEL DISEÑO DE MEZCLAS ASFÁLTICAS EN CALIENTE PARA PAVIMENTO FLEXIBLE URBANO EMPLEANDO ADITIVOS ADHERENTES ADHESOL3000, BITUCOTEPLUS Y  
 Ubicación : Dist. Chiclayo, Prov. Pimentel, Depart. Lambayeque.  
 Fecha de recepción : 05 de enero del 2021.

Ensayo : AGREGADOS. Método de ensayo normalizado para determinar la masa por unidad de volumen o densidad ("Peso Unitario") y los vacíos en los agregados. 3a. Edición (Basada ASTM C 29/C29M-2009)  
 AGREGADOS. Método de ensayo normalizado para contenido de humedad total evaporable de agregados por secado

Referencia : NTP 400.017:2011 (revisada el 2016)  
 NTP 339.185:2013

Muestra : Arena Gruesa

Cantera: Planta de Asfalto - Batandrande

Peso Unitario Suelto Humedo	(Kg/m <sup>3</sup> )	1475
Peso Unitario Suelto Seco	(Kg/m <sup>3</sup> )	1466
Contenido de Humedad	(%)	0.61

Peso Unitario Compactado Humedo	(Kg/m <sup>3</sup> )	1728
Peso Unitario Compactado Seco	(Kg/m <sup>3</sup> )	1718
Contenido de Humedad	(%)	0.61

**OBSERVACIONES :**

- Muestreo, identificación y ensayo realizados por el solicitante.



**LEMS W&C EIRL**  
**WILSON CLAYA AGUILAR**  
 TÉC. ENSAYOS DE MATERIALES Y SUELOS



**Miguel Angel Ruiz Perales**  
 INGENIERO CIVIL  
 CIP. 246904

Nota: Elaboración propia.

**Figura 62.** Peso unitario y contenido de humedad de agregado grueso.

Solicitante : VASQUEZ LLAMO, REINERIO ELDEN  
 Proyecto : Tesis "ANÁLISIS COMPARTIVO DEL DISEÑO DE MEZCLAS ASFÁLTICAS EN CALIENTE PARA PAVIMENTO FLEXIBLE URBANO EMPLEANDO ADITIVOS ADHERENTES ADHESOL3000, BITUCOTEPLUS Y QUIMIBOMD3000"  
 Ubicación : Dist. Chiclayo, Prov. Pimentel, Depart. Lambayeque.  
 Fecha de recepción : 05 de enero del 2021.

Ensayo : AGREGADOS. Método de ensayo normalizado para determinar la masa por unidad de volumen o densidad ("Peso Unitario") y los vacíos en los agregados. 3a. Edición (Basada ASTM C 29/C29M-2009)  
 AGREGADOS. Método de ensayo normalizado para contenido de humedad total evaporable de agregados por secado

Referencia : NTP 400.017:2011 (revisada el 2016)  
 NTP 339.185:2013

Muestra : Agregado Grueso

Cantera: Planta de Asfalto - Batandrande

Peso Unitario Suelto Humedo	(Kg/m <sup>3</sup> )	1112
Peso Unitario Suelto Seco	(Kg/m <sup>3</sup> )	1106
Contenido de Humedad	(%)	0.56
Peso Unitario Compactado Humedo	(Kg/m <sup>3</sup> )	1433
Peso Unitario Compactado Seco	(Kg/m <sup>3</sup> )	1425
Contenido de Humedad	(%)	0.56

**OBSERVACIONES :**

- Muestreo, identificación y ensayo realizados por el solicitante.



**LEMS W&C EIRL**  
**WILSON OLAYA AGUILAR**  
 TÉC. ENSAYOS DE MATERIALES Y SUELOS



**Miguel Angel Ruiz Perales**  
 INGENIERO CIVIL  
 CIP. 246904

Nota: Elaboración propia.

**Figura 63.** Límite líquido, plástico e índice de plasticidad de agregado fino.

**INFORME**

Solicitante : VASQUEZ LLAMO, REINERIO ELDEN  
 Proyecto / Obras : Tesis "ANÁLISIS COMPARATIVO DEL DISEÑO DE MEZCLAS ASFÁLTICAS EN CALIENTE PARA PAVIMENTO FLEXIBLE URBANO EMPLEANDO ADITIVOS ADHERENTES ADHESOL3000, BITUCOTEPLUS Y QUIMIBOMD3000"  
 Ubicación : Dist. Pimentel, Prov. Chiclayo, Dpto. Lambayeque.  
 Fecha de ensayo : 12 de enero del 2021.

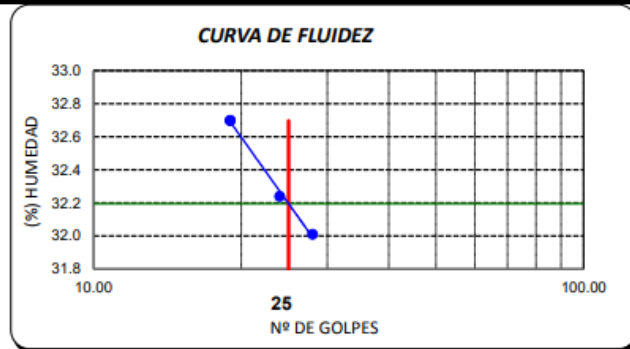
ENSAYO SUELO. Método de ensayo para determinar el límite líquido, límite plástico e índice de plasticidad del suelo.  
 REFERENCIA N.T.P. 399.131

Identificación:

Muestra : Agregado Fino

Canreta : Planta de Asfalto - Batangrande

Ensayo	Límite Líquido			Límite Plástico	
	L1	L2	L3	P1	P2
Nº Tara					
Nº Golpe	28	24	19	-	-
% Humedad	32.01	32.24	32.70	28.74	28.59



Límite Líquido	32.2%
Límite Plástico	28.7%
Índice de Plasticidad	3.5%

OBSERVACIONES :

- Muestreo, identificadas y ensayorealizado por el solicitante.
- La muestra fue tamizada por la malla Nº200



**LEMS W&C** EIRL  
**WILSON OLAYA AGUILAR**  
 T.E.C. ENSAYOS DE MATERIALES Y SUELOS



**Miguel Angel Ruiz Perales**  
 INGENIERO CIVIL  
 CIP. 246904

Nota: Elaboración propia.

**Figura 64.** Límite líquido, plástico e índice de plasticidad de agregado grueso.

**INFORME**

Solicitante : VASQUEZ LLAMO, REINERIO ELDEN  
 Proyecto / Obras : Tesis "ANÁLISIS COMPARATIVO DEL DISEÑO DE MEZCLAS ASFÁLTICAS EN CALIENTE PARA PAVIMENTO FLEXIBLE URBANO EMPLEANDO ADITIVOS ADHERENTES ADHESOL3000, BITUCOTEPLUS Y QUIMIBOMB3000"  
 Ubicación : Dist. Pimentel, Prov. Chiclayo, Dpto. Lambayeque.  
 Fecha de ensayo : 12 de enero 2021.

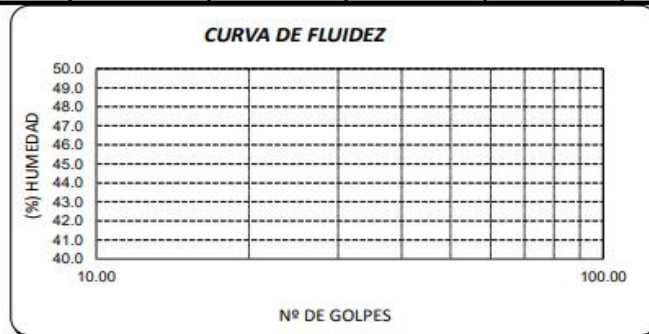
ENSAYO SUELO. Método de ensayo para determinar el límite líquido, límite plástico e índice de plasticidad del suelo.  
 REFERENCIA N.T.P. 399.131

Identificación:

Muestra : Agregado Fino

Canreta : Planta de Asfalto - Batangrande


Ensayo	Límite Líquido			Límite Plástico	
	L1	L2	L3	P1	P2
Nº Tara	-	-	-	-	-
Nº Golpe	-	-	-	-	-
% Humedad	-	-	-	-	-



Límite Líquido	N.P.
Límite Plástico	N.P.
Índice de Plasticidad	N.P.

OBSERVACIONES :

- Muestreo, identificadas y ensayorealizado por el solicitante.
- La muestra fue tamizada por la malla N°40



**LEMS W&C EIRL**  
WILSON OLAYA AGUILAR  
TÉC. ENSAYOS DE MATERIALES Y SUELOS



**Miguel Angel Ruiz Perales**  
INGENIERO CIVIL  
CIP. 246904

Nota: Elaboración propia.

**Figura 65. Peso específico y porcentaje de absorción de agregado fino.**

INFORME

Solicitante : VASQUEZ LLAMO, REINERIO ELDEN  
 Proyecto : Tesis "ANÁLISIS COMPARATIVO DEL DISEÑO DE MEZCLAS ASFÁLTICAS EN CALIENTE PARA PAVIMENTO FLEXIBLE URBANO EMPLEANDO ADITIVOS ADHERENTES ADHESOL3000, BITUCOTEPLUS Y QUIMIBOMD3000"  
 Ubicación : Dist. Chiclayo, Prov. Pimentel, Depart. Lambayeque.  
 Fecha de recepción : 06 de enero del 2021.

NORMA : AGREGADO. Método de ensayo normalizado para la densidad, la densidad relativa (peso específico) y absorción del agregado fino.

REFERENCIA : N.T.P. 400.022

Muestra : Agregado Fino

Canreta : Planta de Asfalto - Batangrande

1.- PESO ESPECIFICO DE MASA	(gr/cm <sup>3</sup> )	2.633
2.- PORCENTAJE DE ABSORCIÓN	%	0.4

OBSERVACIONES :

- Muestreo, identificación y ensayo realizado por el solicitante.



LEMS W&C EIRL  
WILSON OLAYA AGUILAR  
TEC. ENSAYOS DE MATERIALES Y SUELOS



Miguel Angel Ruiz Perales  
INGENIERO CIVIL  
CIP. 246904

Nota: Elaboración propia.

**Figura 66. Peso unitario y contenido de agregado grueso.**

INFORME

Solicitante : VASQUEZ LLAMO, REINERIO ELDEN  
Proyecto : Tesis "ANÁLISIS COMPARATIVO DEL DISEÑO DE MEZCLAS ASFÁLTICAS EN CALIENTE PARA PAVIMENTO FLEXIBLE URBANO EMPLEANDO ADITIVOS ADHERENTES ADHESOL3000, BITUCOTEPLUS Y QUIMIBOMD3000"  
Ubicación : Dist. Chiclayo, Prov. Pimentel, Depart. Lambayeque.  
Fecha de recepción : 06 de enero del 2021.

NORMA : AGREGADO. Método de ensayo normalizado para la densidad, la densidad relativa (peso específico) y absorción del agregado grueso.

REFERENCIA : N.T.P. 400.021

Muestra: Agregado Grueso

Canreta : Planta de Asfalto - Batangrande

1.- PESO ESPECIFICO DE MASA	(gr/cm <sup>3</sup> )	2.739
2.- PORCENTAJE DE ABSORCIÓN	%	0.8

OBSERVACIONES :

- Muestreo, identificación y ensayo realizado por el solicitante.

  
LEMS W&C EIRL  
WILSON CLAYA AGUILAR  
TEC. ENSAYOS DE MATERIALES Y SUELOS

  
Miguel Angel Ruiz Perales  
INGENIERO CIVIL  
CIP. 246904

Nota: Elaboración propia.



**Figura 67.** Porcentaje de desgaste por abrasión de agregado grueso.



Prolongación Bolognesi Km. 3.5  
Pimentel – Lambayeque  
R.U.C. 20480781334  
Email: lemswyceirl@gmail.com

### **INFORME**

Solicitante : VASQUEZ LLAMO, REINERIO ELDEN  
Proyecto / Obra : Tesis "ANÁLISIS COMPARATIVO DEL DISEÑO DE MEZCLAS ASFÁLTICAS EN CALIENTE PARA PAVIMENTO FLEXIBLE URBANO EMPLEANDO ADITIVOS ADHERENTES ADHESOL3000, BITUCOTEPLUS Y QUIMIBOMD3000"  
Ubicación : Dist. Pimentel, Prov. Chiclayo, Dpto. Lambayeque.  
Fecha de ensayo : 07 de enero del 2021

**ENSAYO** : AGREGADOS. Método de ensayo normalizado para la determinación de la resistencia a la degradación en agregados gruesos de tamaños menores por abrasión e impacto en la máquina de Los Ángeles

**REFERENCIA** : NORMA N.T.P. 400.019

**Muestra** : Agregado Grueso

**Cantera** : Planta de Asfalto - Batangrande

<b>% de desgaste por abrasión</b>	<b>%</b>	<b>14.02</b>
-----------------------------------	----------	--------------

#### **OBSERVACIONES :**

- Muestreo, identificación y ensayo realizado por el solicitante.
- Método de ensayo a usar: Gradación "B", N° de esferas : 11, Revoluciones : total 500

  
LEMS W&C EIRL  
WILSON OLAYA AGUILAR  
TÉC. ENSAYOS DE MATERIALES Y SUELOS

  
  
Miguel Angel Ruiz Perales  
INGENIERO CIVIL  
CIP. 246904

**Figura 68.** Ensayo de durabilidad de agregado grueso.

**INFORME**

Solicitante : VASQUEZ LLAMO, REINERIO ELDEN  
Proyecto / Obras : Tesis "ANÁLISIS COMPARATIVO DEL DISEÑO DE MEZCLAS ASFÁLTICAS EN CALIENTE PARA PAVIMENTO FLEXIBLE URBANO EMPLEANDO ADITIVOS ADHERENTES ADHESOL3000, BITUCOTEPLUS Y QUIMIBOMD3000"  
Ubicación : Dist. Pimentel, Prov. Chiclayo, Dpto. Lambayeque.  
Fecha de ensayo : 11 de enero del 2021

ENSAYO : DURABILIDAD AL SULFATO DE SODIO Y SULFATO DE MAGNESIO  
REFERENCIA : MTC E 209

Identificación:

Muestra : Agregado Grueso

Canreta : Planta de Asfalto - Batangrande

DURABILIDAD (AL SULFATO DE MAGNESIO) %	<b>5.8</b>
--	------------

OBSERVACIONES :

- Solución de ensayo SULFATO DE MAGNESIO.
- Muestreo, identificadas y ensayo realizado por el solicitante.

  
**LEMS W&C EIRL**  
**WILSON OLAYA AGUILAR**  
TEC. ENSAYOS DE MATERIALES Y SUELOS

  
  
**Miguel Angel Ruiz Perales**  
INGENIERO CIVIL  
CIP. 246904

Nota: Elaboración propia.

**Figura 69.** Partículas chatas o alargado en el agregado grueso.

Solicitante : VASQUEZ LLAMO, REINERIO ELDEN  
 Proyecto / Obra : Tesis "ANÁLISIS COMPARATIVO DEL DISEÑO DE MEZCLAS ASFÁLTICAS EN CALIENTE PARA PAVIMENTO FLEXIBLE URBANO EMPLEANDO ADITIVOS ADHERENTES ADHESOL3000, BITUCOTEPLUS Y QUIMIBOMD3000"  
 Ubicación : Dist. Pimentel, Prov. Chiclayo, Dpto. Lambayeque.  
 Fecha de ensayo : 09 de enero del 2021.

ENSAYO : AGREGADOS. Partículas chatas o alargadas en el agregado grueso.  
 REFERENCIA : N.T.P. 400.040

**Muestra** : Agregado Grueso

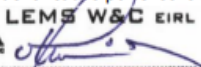
Canreta : Planta de Asfalto - Batangrande

TAMIZ (Pulg.)	ABERTURA (mm)	PESO DE PARTÍCULAS CHATAS	PESO DE PARTÍCULAS ALARGADAS	PESO DE PARTÍCULAS CHATAS Y ALARGADAS	PARTÍCULAS CHATAS Y ALARGADAS (%)	(%) CORREGIDO
2"	50.800					
1 1/2"	38.100					
1"	25.400					
3/4"	19.000					
1/2"	12.700	9.8	11.4	0.0	3.06	1.55
3/8"	9.500	105.7	0.0	0.0	15.67	7.74
N° 4	4.750					

<b>PARTÍCULAS CHATAS Y ALARGADAS (%)</b>	<b>9.3</b>
--	------------

**OBSERVACIONES :**

- Relación usada: 1/3 (Espesor /Longitud).
- Muestras provistas e identificadas por el solicitante,

  
**LEMS W&C EIRL**  
**WILSON OLAYA AGUILAR**  
 TÉC. ENSAYOS DE MATERIALES Y SUELOS

  
  
**Miguel Angel Ruiz Perales**  
 INGENIERO CIVIL  
 CIP. 246904

Nota: Elaboración propia.

**Figura 70.** Angularidad del agregado fino.

**INFORME**

Solicitante : VASQUEZ LLAMO, REINERIO ELDEN  
Proyecto / Obras : Tesis "ANÁLISIS COMPARATIVO DEL DISEÑO DE MEZCLAS ASFÁLTICAS EN CALIENTE PARA PAVIMENTO FLEXIBLE URBANO EMPLEANDO ADITIVOS ADHERENTES ADHESOL3000, BITUCOTEPLUS Y QUIMIBOMD3000"  
Ubicación : Dist. Pimentel, Prov. Chiclayo, Dpto. Lambayeque.  
Fecha de ensayo : 10 de enero del 2021

ENSAYO : ANGULARIDAD DEL AGREGADO FINO  
REFERENCIA : MTC E 222

Identificación:

Muestra : Agregado Fino

Canreta : Planta de Asfalto - Batangrande

ANGULARIDAD DEL AGREGADO FINO %	<b>39.7</b>
---------------------------------	-------------

OBSERVACIONES :

- Muestreo, identificadas y ensayorealizado por el solicitante.

  
**WILSON OLAYA AGUILAR**  
TEC. ENSAYOS DE MATERIALES Y SUELOS

  
  
**Miguel Angel Ruiz Perales**  
INGENIERO CIVIL  
CIP. 246904

Nota: Elaboración propia

Figura 71. Durabilidad del agregado fino.



Prolongación Bolognesi Km. 3.5  
Pimentel – Lambayeque  
R.U.C. 20480781334  
Email: lemswyceirl@gmail.com

**INFORME**

Solicitante : VASQUEZ LLAMO, REINERIO ELDEN  
Proyecto / Obras : Tesis "ANÁLISIS COMPARATIVO DEL DISEÑO DE MEZCLAS ASFÁLTICAS EN CALIENTE PARA PAVIMENTO FLEXIBLE URBANO EMPLEANDO ADITIVOS ADHERENTES ADHESOL3000, BITUCOTEPLUS Y QUIMIBOMD3000"  
Ubicación : Dist. Pimentel, Prov. Chiclayo, Dpto. Lambayeque.  
Fecha de ensayo : 11 de enero del 2021

ENSAYO : DURABILIDAD AL SULFATO DE SODIO Y SULFATO DE MAGNESIO  
REFERENCIA : MTC E 209

Identificación:

Muestra : Agregado Fino

Canreta : Planta de Asfalto - Batangrande

DURABILIDAD (AL SULFATO DE MAGNESIO) %	4.8
--	-----

OBSERVACIONES :

- Muestreo, identificadas y ensayorealizado por el solicitante.

  
LEMS W&C EIRL  
WILSON OLAYA AGUILAR  
TÉC. ENSAYOS DE MATERIALES Y SUELOS

  
  
Miguel Angel Ruiz Perales  
INGENIERO CIVIL  
CIP. 246904

Nota: Elaboración propia.

Figura 72. Equivalente de arena de agregado fino.



Prolongación Bolognesi Km. 3.5  
Pimentel – Lambayeque  
R.U.C. 20480781334  
Email: lemswyceirl@gmail.com

**INFORME**

Solicitante : VASQUEZ LLAMO, REINERIO ELDEN  
Proyecto : Tesis "ANÁLISIS COMPARATIVO DEL DISEÑO DE MEZCLAS ASFÁLTICAS EN CALIENTE PARA PAVIMENTO FLEXIBLE URBANO EMPLEANDO ADITIVOS ADHERENTES ADHESOL3000, BITUCOTEPLUS Y QUIMIBOMD3000"  
Ubicación : Dist. Chiclayo, Prov. Pimentel, Depart. Lambayeque.  
Fecha de ensayo : 10 de enero del 2021.

ENSAYO : SUELOS. Método de ensayo estándar para el valor equivalente de arena de suelos y agregado fino.

REFERENCIA : NTP 339.146:2000 (revisada el 2014)

Identificación:

Muestra : Agregado Fino      Canreta : Planta de Asfalto - Batangrande

<b>EQUIVALENTE DE ARENA (%)</b>	<b>62</b>
---------------------------------	-----------

OBSERVACIONES :

- Muestreo, identificación y ensayo realizado por el solicitante.
- La muestra fue tamizada por la malla N°4

  
LEMS W&C EIRL  
WILSON OLAYA AGUILAR  
TEC. ENSAYOS DE MATERIALES Y SUELOS

  
 Miguel Angel Ruiz Perales  
INGENIERO CIVIL  
CIP. 246904

Nota: Elaboración propia.

**Figura 73. Sales solubles en el agregado fino.**



**LEMS W&C EIRL**

RNP - Servicios S0608589

Prolongación Bolognesi Km. 3.5  
Chiclayo – Lambayeque  
R.U.C. 20480781334  
Email: servicios@lemswyceirl.com

Solicitante : VASQUEZ LLAMO, REINERIO ELDEN  
 Proyecto / Obra : Tesis "ANÁLISIS COMPARATIVO DEL DISEÑO DE MEZCLAS ASFÁLTICAS EN CALIENTE PARA PAVIMENTO FLEXIBLE URBANO EMPLEANDO ADITIVOS ADHERENTES ADHESOL3000, BITUCOTEPLUS Y QUIMIBOMD3000"  
 Ubicación : Dist. Chiclayo, Prov. Pimentel, Depart. Lambayeque.  
 Fecha de ensayo : 11 de enero del 2021.  
 ENSAYO : SUELO. Método de ensayo normalizado para la determinación del contenido de sales solubles en suelo y agua subterránea.  
 REFERENCIA : NORMA N.T.P. 399.152 : 2002

<u>Cantera</u>	: Planta de Asfalto - Batangrande	
<u>Muestra</u>	: Agregado Fino	
Constituyentes de sales solubles totales	ppm	1000
Constituyentes de sales solubles totales	%	0.10

Observaciones:

- Muestreo, identificadas y ensayo realizado por el solicitante.

  
**LEMS W&C EIRL**  
**WILSON OLAYA AGUILAR**  
 TÉC. ENSAYOS DE MATERIALES Y SUELOS

  
 **Miguel Angel Ruiz Perales**  
 INGENIERO CIVIL  
 CIP. 246904

Nota: Elaboración propia.

Figura 74. Diseño de mezcla asfáltica convencional.



Certificado INDECOP N°00137704 RNP Servicios S0608589

Solicitud de Ensayo : **1605A-22/LEMS W&C**  
 Solicitante : VASQUEZLLAMO, REINERIO ELDEN  
 Proyecto / Obra : Tesis "ANÁLISIS COMPARATIVO DEL DISEÑO DE MEZCLAS ASFÁLTICAS EN CALIENTE PARA PAVIMENTO FLEXIBLE URBANO EMPLEANDO ADITIVOS ADHERENTES ADHESOL3000, BITUCOTEPLUS Y QUIMIBOMD3000"  
 Ubicación : Dist. Chiclayo, Prov. Chiclayo, Reg. Lambayeque.  
 Fecha de apertura : 01 de febrero del 2021.

Prolongación Bolognesi Km. 3.5  
 Pimentel – Lambayeque  
 R.U.C. 20480781334  
 Email: lemswyceirl@gmail.com

**INFORME DE ENSAYO MARSHALL (ASTM D1559)**

AGREGADOS %	Piedra 55	Arena 44	Filler 1	Total 100	Tamices ASTM % pasa Material					1"	3/4"	1/2"	3/8"	No 4	No 10	No 40	No 80	No 200	
					100	100	95.6	86.1	65.1	42.2	21.7	13.4	6						
BRIQUETA N°					1	2	3	1	2	3	1	2	3	1	2	3	1	2	3
1	% C.A. en masa de la Mezcla					5			5.5					6				6.5	
2	% Grava > N°4 en masa de la Mezcla				38	52.25		37.8	51.98					37.6	51.70		37.4	51.43	
3	% Arena < N°4 en masa de la Mezcla				55.1	41.80		54.81	41.58					54.52	41.36		54.23	41.14	
4	% de escoria de acero				0	0.00		0	0.00					0	0.00		0	0.00	
5	% Cemento portland en masa de la Mezcla				1.9	0.95		1.89	0.945					1.88	0.94		1.87	0.935	
6	Peso Especifico Aparente del C.A.(Aparente) g/cc					1.018			1.018						1.018			1.018	
7	Peso Especifico de la Grava > N°4" (Bulk) g/cc					2.746			2.746						2.746			2.746	
8	Peso Especifico de la Arena < N°4 (Bulk) gr/cc					2.592			2.592						2.592			2.592	
9	peso especifico de la escoria - bulk					2.571			2.571						2.571			2.571	
10	Peso Especifico del Cemento Portland (Aparente) g/cc					3.15			3.15						3.15			3.15	
11	Altura promedio de la briqueta cm																		
12	Masa de la briqueta al aire (gr)				1268	1277	1285	1240	1265	1291	1271	1277	1283	1278	1269	1260			
13	Masa de la briqueta al agua por 60' (g)				1188	1197	1206	1159	1185	1211	1191	1197	1203	1198	1190	1180			
14	Masa de la briqueta desplazada (g)				663	676	679	663	669	682	679	681	683	684	679	675			
15	Volumen de la briqueta por desplazamiento (cc)				525	521	527	496	516	529	512	516	520	514	511	505			
16	Peso especifico Bulk de la Briqueta				2.415	2.450	2.438	2.500	2.452	2.440	2.482	2.475	2.467	2.486	2.483	2.495			
17	Peso Especifico Maximo - Rice					2.50			2.54						2.57			2.59	
18	% de Vacios				3.5	2.2	2.6	1.6	3.5	4.0	3.4	3.7	4.0	4.1	4.2	3.7			
19	Peso Especifico Bulk Agregado Total					2.679			2.679						2.679			2.679	
20	Peso Especifico Efectivo Agregado total					2.713			2.784						2.847			2.904	
21	Asfalto Absorbido por el Agregado					0.46			1.43						2.23			2.94	
22	% de Asfalto Efectivo					4.56			4.15						3.90			3.75	
23	Relación Polvo/Asfalto					0.8			0.7						0.7			0.6	
24	V.M.A.				14.4	13.1	13.5	11.8	13.5	13.9	12.9	13.2	13.4	13.2	13.3	12.9			
25	% Vacios llenos con C.A.				75.3	83.6	80.6	86.2	73.8	71.4	73.7	72.0	70.4	69.3	68.6	71.1			
26	Flujo 0,01"(0,25 mm)				6.3	7.1	9.0	7.5	7.6	7.5	7.8	8.2	8.7	5.3	5.9	6.5			
27	Estabilidad sin corregir (Kg)				1444	1372	1299	1176	1160	1143	1144	1227	1309	1415	1342	1269			
28	Factor de estabilidad				0.96	1.00	0.96	1.04	1.00	0.96	1.00	1.00	1.00	1.00	1.00	1.04			
29	Estabilidad Corregida				1386	1372	1247	1223	1160	1097	1144	1227	1309	1415	1342	1320			
30	Estabilidad / Flujo				5608	4884	3515	4156	3859	3700	3741	3783	3821	6809	5777	5139			

OBSERVACIONES  
 - Muestreo e identificación realizados por el solicitante.



Nota: Elaboración propia.



**Figura 75. Ensayo de gravedad específica para diseño de mezcla asfáltica convencional.**



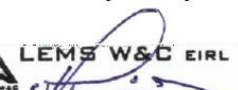
Prolongación Bolognesi Km. 3.5  
Pimentel – Lambayeque  
R.U.C. 20480781334  
Email: lemswyceirl@gmail.com

Solicitud de Ensayo : **1605A-22/LEMS W&C**  
Solicitante : VASQUEZLLAMO, REINERIO ELDEN  
Proyecto / Obra : Tesis "ANÁLISIS COMPARATIVO DEL DISEÑO DE MEZCLAS ASFÁLTICAS EN CALIENTE PARA PAVIMENTO FLEXIBLE URBANO EMPLEANDO ADITIVOS ADHERENTES ADHESOL3000, BITUCOTEPLUS Y QUIMIBOMD3000"  
Ubicación : Dist. Chiclayo, Prov. Chiclayo, Reg. Lambayeque.  
Fecha de recepción : 01 de febrero del 2021.

<b>INFORME DE ENSAYO GRAVEDAD ESPECÍFICA TEÓRICA MÁXIMA (ASTM D2041)</b>				
<b>MUESTRA N°</b>	<b>01</b>	<b>02</b>	<b>03</b>	<b>04</b>
1.- PESO DEL FRASCO	581.2	581.2	581.2	581.2
2.- PESO DEL FRASCO + AGUA+ VIDRIO	2608.9	2608.9	2608.9	2608.9
3.- DIFERENCIA DEL PESO ( 04 ) - ( 05 )	1833.3	1850.6	1867.0	1873.0
4.- PESO DEL FRASCO + MUESTRA + AGUA	3775.5	3777.9	3773.4	3780.3
5.- PESO NETO DE LA MUESTRA	1942.2	1927.3	1906.4	1907.3
6.- AGUA DESPLAZADA ( 2 ) - ( 3 )	775.6	758.3	741.9	735.9
PESO ESPECIFICO MAXIMO DE LA MUEST	2.504	2.542	2.570	2.592
<b>CONTENIDO % C.A.</b>	5.00	5.50	6.00	6.50

Observaciones:

- Muestreo, identificación y ensayo realizado por el solicitante.

  
**LEMS W&C EIRL**  
**WILSON OLAYA AGUILAR**  
TÉC. ENSAYOS DE MATERIALES Y SUELOS

  
 **Miguel Angel Ruiz Perales**  
INGENIERO CIVIL  
CIP. 246904

Nota: Elaboración propia.

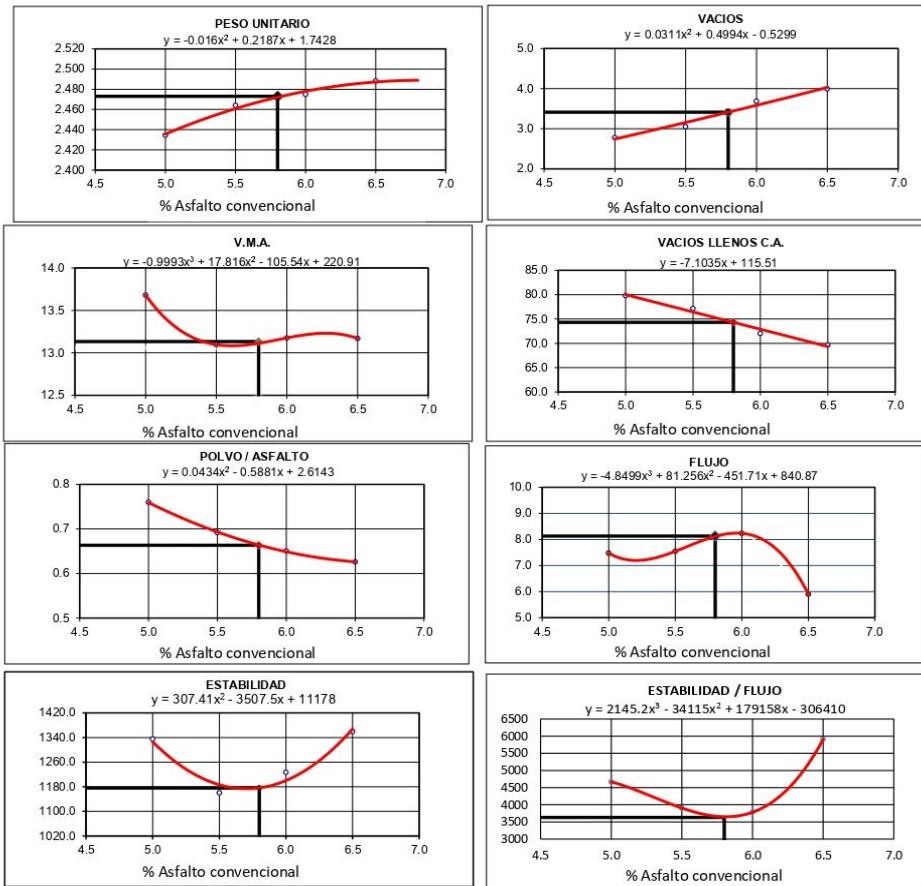
**Figura 76.** Resultados de ensayo Marshall para diseño de mezcla asfáltica convencional.



Certificado INDECOPI N°00137704 RNP Servicios S0608589

Prolongación Bolognesi Km. 3.5  
Pimentel – Lambayeque  
R.U.C. 20480781334  
Email: lemswceirl@gmail.com

Solicitud de Ensayo : **1605A-22/LEMS W&C**  
Solicitante : VASQUEZLLAMO, REINERIO ELDEN  
Proyecto / Obra : Tesis "ANÁLISIS COMPARATIVO DEL DISEÑO DE MEZCLAS ASFÁLTICAS EN CALIENTE PARA PAVIMENTO FLEXIBLE URBANO EMPLEANDO ADITIVOS  
Ubicación : Dist. Chiclayo, Prov. Chiclayo, Reg. Lambayeque.  
Fecha de recepción : 01 de febrero del 2021.



**CARACTERÍSTICAS MARSHALL**

	75	75
GOLPES	75	75
% C. A.	5.80	
P. UNITARIO	2.47	
VACIOS	3.41	3 - 5
V.M.A.	13.13	14.0
V. LL.C.A.	74.31	
POLVO / ASFALTO	0.66	0.6 - 1.3
FLUJO	8.13	8-14
ESTABILIDAD	11.52	8.15 kN.
ESTABILIDAD/ FLUJO	3632.06	1700 - 4000

Observaciones:  
- Muestreo, identificación y ensayo realizado por el solicitante.



Nota: Elaboración propia.

Figura 77. Diseño de mezcla asfáltico convencional + 0.5% de Adhesol 3000.



Prolongación Bolognesi Km. 3.5  
Pimentel – Lambayeque  
R.U.C. 20480781334  
Email: lemswyceirl@gmail.com

Solicitante : VASQUEZ LLAMO, REINERIO ELDEN  
 Proyecto : Tesis "ANÁLISIS COMPARATIVO DEL DISEÑO DE MEZCLAS ASFÁLTICAS EN CALIENTE PARA PAVIMENTO FLEXIBLE URBANO EMPLEANDO ADITIVOS ADHERENTES ADHESOL3000, BITUCOTEPLUS Y QUIMIBOMD3000"  
 Ubicación : Dist. Chiclayo, Prov. Chiclayo, Reg. Lambayeque.  
 Fecha de apertura : 01 de febrero del 2021.

**INFORME DE ENSAYO MARSHALL (ASTM D1559)**

AGREGADOS	Piedra	Escoria	Arena	Filler	Total	Tamices ASTM									
						% pasa Material			1"	3/4"	1/2"	3/8"	No 4	No 10	No 40
%	55		44	1	100	100	100	85.9	72.2	48.4	41.3	20.9	12.7	5.3	
BRIQUETA N°						1	2	3	1	2	3	1	2	3	
1	% C.A. en masa de la Mezcla					5.00			5.5			6		6.5	
2	% Grava > N°4 en masa de la Mezcla					52.25			51.98			51.70		51.43	
3	% Arena < N°4 en masa de la Mezcla					41.80			41.58			41.36		41.14	
4	% de escoria de acero					0.00			0.00			0.00		0.00	
5	% Cemento portland en masa de la Mezcla					0.95			0.95			0.94		0.935	
6	Peso Especifico Aparente del C.A. (Aparente) gr/cc					1.018			1.018			1.018		1.018	
7	Peso Especifico de la Grava > N°4 (Bulk) gr/cc					2.687			2.687			2.687		2.687	
8	Peso Especifico de la Arena < N°4 (Bulk) gr/cc					2.604			2.604			2.604		2.604	
9	peso específico de Confitillo (bulk)					1			1			1		1	
10	Peso Especifico del Cemento Portland (Aparente) gr/cc					3.15			3.15			3.15		3.15	
11	Peso Especifico de la Grava > N°4 (Aparente) gr/cc														
12	Peso Especifico de la Arena < N°4 (Aparente) gr/cc														
13	Altura promedio de la briqueta cm	6.4	6.50	6.40		6.41	6.48	6.43	6.45	6.47	6.46	6.42	6.50	6.49	
14	Masa de la briqueta al aire (gr)	1200	1198	1190		1192	1198	1201	1169	1199	1200	1199	1195	1201	
15	Masa de la briqueta al agua por 60 (gr)	1200	1199	1191		1193	1198	1202	1170	1199	1201	1199	1195	1201	
16	Masa de la briqueta desplazada (gr)	695	693	693		695	699	699	686	702	698	702	702	702	
17	Volumen de la briqueta por desplazamiento (cc)	505	506	498		498	499	503	484	497	503	497	493	499	
18	Peso específico Bulk de la Briqueta	2.376	2.368	2.390		2.394	2.401	2.388	2.415	2.412	2.386	2.412	2.424	2.407	
19	Peso Especifico Maximo - Rice (ASTM D 2041)					2.53			2.52			2.53		2.51	
20	% de Vacios (ASTM D 3203)	6.2	6.6	5.7		5.0	4.8	5.3	4.5	4.6	5.6	4.0	3.6	4.3	
21	Peso Especifico Bulk Agregado Total					2.682			2.682			2.682		2.683	
22	Peso Especifico Efectivo Agregado total					2.750			2.758			2.793		2.800	
23	Asfalto Absorbido por el Agregado					0.94			1.04			1.50		1.59	
24	% de Asfalto Efectivo					4.11			4.52			4.59		5.01	
25	Relación Polvo/Asfalto					0.8			0.9			0.9		0.9	
26	V.M.A.	15.8	16.1	15.4		15.7	15.4	15.9	15.4	15.5	16.4	15.9	15.5	16.1	
27	% Vacios llenos con C.A.	60.6	59.2	62.8		67.8	69.1	66.7	70.9	70.3	65.6	74.6	76.9	73.5	
28	Flujo 0,01"(0,25 mm)	8.4	5.4	10.0		7.8	7.3	8.7	7.9	8.2	8.5	7.5	7.9	8.4	
29	Estabilidad sin corregir (Kg)	1421	1268	1283		1144	1172	1199	1132	1119	1143	1144	1227	1309	
30	Factor de estabilidad	1.04	1.04	1.04		1.04	1.04	1.04	1.09	1.04	1.04	1.04	1.09	1.04	
31	Estabilidad Corregida	1477	1318	1334		1190	1218	1247	1234	1163	1189	1190	1337	1361	
32	Estabilidad / Flujo	4474	6202	3404		3874	4239	3635	3967	3604	3552	4047	4280	4116	

**OBSERVACIONES :**

- Muestreo, identificación y ensayo realizado por el solicitante,



Nota: Elaboración propia.

**Figura 78.** Ensayo de gravedad específica para diseño de mezcla asfáltica convencional + 0.5% de Adhesol 3000.



Prolongación Bolognesi Km. 3.5

Pimentel – Lambayeque

R.U.C. 20480781334

Email: lemswycerl@gmail.com

### **INFORME**

Solicitante : VASQUEZ LLAMO, REINERIO ELDEN  
 Proyecto : Tesis "ANÁLISIS COMPARATIVO DEL DISEÑO DE MEZCLAS ASFÁLTICAS EN CALIENTE PARA PAVIMENTO FLEXIBLE URBANO EMPLEANDO ADITIVOS ADHERENTES ADHESOL3000, BITUCOTEPLUS Y QUIMIBOMD3000"  
 Ubicación : Dist. Chiclayo, Prov. Chiclayo, Reg. Lambayeque.  
 Fecha de recepción : 01 de febrero del 2021.

<b>INFORME DE ENSAYO GRAVEDAD ESPECÍFICA TEÓRICA MÁXIMA (ASTM D2041)</b>				
<b>MUESTRA N°</b>	<b>01</b>	<b>02</b>	<b>03</b>	<b>04</b>
1.- PESO DEL FRASCO	581.2	581.2	581.2	581.2
2.- PESO DEL FRASCO + AGUA+ VIDRIO	2608.9	2608.9	2608.9	2608.9
3.- DIFERENCIA DEL PESO ( 04 ) - ( 05 )	1819.8	1815.5	1817.9	1813.4
4.- PESO DEL FRASCO + MUESTRA + AG	<b>3819.8</b>	<b>3815.5</b>	<b>3817.9</b>	<b>3813.4</b>
5.- PESO NETO DE LA MUESTRA	<b>2000.0</b>	<b>2000.0</b>	<b>2000.0</b>	<b>2000.0</b>
6.- AGUA DESPLAZADA ( 2 ) - ( 3 )	789.1	793.4	791.0	795.5
PESO ESPECIFICO MAXIMO DE LA MUES	<b>2.535</b>	<b>2.521</b>	<b>2.528</b>	<b>2.514</b>
<b>CONTENIDO % C.A.</b>	<b>4.50</b>	<b>5.00</b>	<b>5.50</b>	<b>6.00</b>

**OBSERVACIONES :**

- Muestreo, identificación y ensayo realizado por el solicitante,

**WILSON OLAYA AGUILAR**  
 TÉC. ENSAYOS DE MATERIALES Y SUELOS

**Miguel Angel Ruiz Perales**  
 INGENIERO CIVIL  
 CIP. 246904

Nota: Elaboración propia.

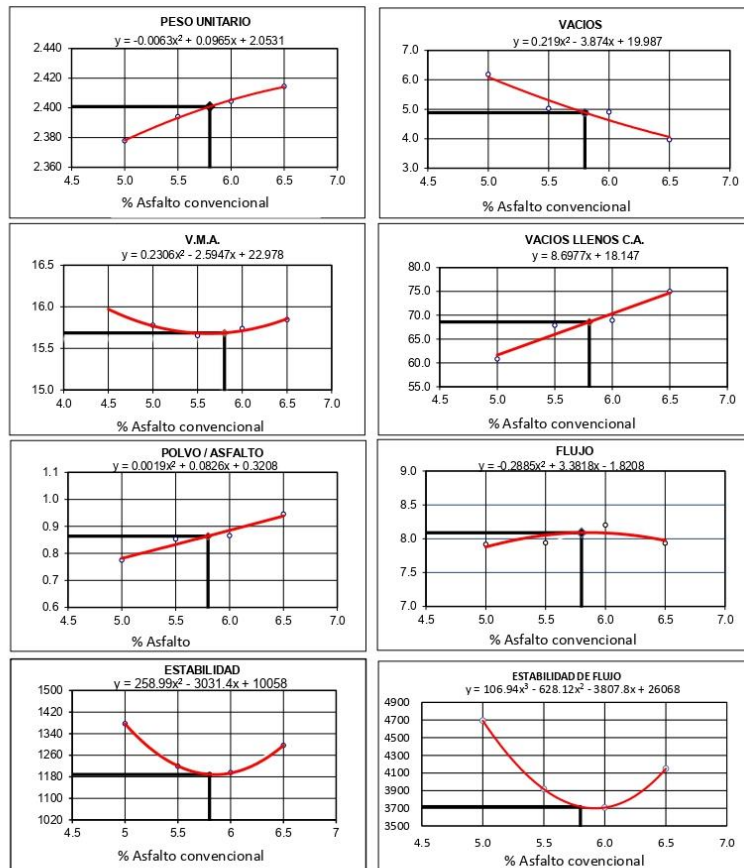
**Figura 79. Resultados de ensayo Marshall para diseño de mezcla asfáltica convencional + 0.5% de Adhesol 3000.**



Prolongación Bolognesi Km. 3.5  
Pimentel – Lambayeque  
R.U.C. 20480781334  
Email: servicios@lemswceirl.com

**INFORME**

Solicitante : VASQUEZLLAMO, REINERIO ELDEN  
 Proyecto : Tesis "ANÁLISIS COMPARATIVO DEL DISEÑO DE MEZCLAS ASFÁLTICAS EN CALIENTE PARA PAVIMENTO FLEXIBLE URBANO EMPLEANDO ADITIVOS ADHERENTES ADHESOL3000, BITUCOTEPLUS Y QUIMIBOMD3000"  
 Ubicación : Dist. Chiclayo, Prov. Chiclayo, Reg. Lambayeque.  
 Fecha de recepción : 01 de febrero del 2021.



**CARACTERÍSTICAS MARSHALL**

GOLPES	75	75
% C. A.	5.80	
P. UNITARIO	2.401	
VACIOS	4.9	3 - 5
V.M.A.	15.7	14.0
V. LL.C.A.	68.6	
POLVO / ASFALTO	0.86	0.6 - 1.3
FLUJO	8.09	8-14
ESTABILIDAD	11.65	8.15 kN.
ESTABILIDAD FLUJO	3718.1	1700 - 4000

LEMS W&C EIRL  
 WILSON CLAYA AGUILAR  
 TEC. EN CIENCIAS DE MATERIALES Y SUELOS

Miguel Angel Ruiz Perales  
 INGENIERO CIVIL  
 CIP. 246904

Nota: Elaboración propia.

Figura 80. Diseño de mezcla asfáltica convencional + 0.5% de Bitucote Plus.



Prolongación Bolognesi Km. 3.5  
Pimentel – Lambayeque  
R.U.C. 20480781334  
Email: lemswceirl@gmail.com

Solicitante : VASQUEZ LLAMO, REINERIO ELDEN  
Proyecto : Tesis "ANÁLISIS COMPARATIVO DEL DISEÑO DE MEZCLAS ASFÁLTICAS EN CALIENTE PARA PAVIMENTO FLEXIBLE URBANO EMPLEANDO ADITIVOS ADHERENTES ADHESOL3000, BITUCOTEPLUS Y QUIMIBOMD3000"  
Ubicación : Dist. Chiclayo, Prov. Chiclayo, Reg. Lambayeque.  
Fecha de apertura : 01 de febrero del 2021.

INFORME DE ENSAYO MARSHALL (ASTM D1559)

AGREGADOS %	Piedra 55	Escoria	Arena 44	Filler 1	Total 100	Tamices ASTM															
						% pasa Material					1"	3/4"	1/2"	3/8"	No 4	No 10	No 40	No 80	No 200		
						100	100	85.9	72.2	48.4	41.3	20.9	12.7	5.3							
BRIQUETA N°						1	2	3	1	2	3	1	2	3	1	2	3				
1	% C.A. en masa de la Mezcla						5.00			5.5			6						6.5		
2	% Grava > N°4 en masa de la Mezcla						52.25			51.98			51.70						51.43		
3	% Arena < N°4 en masa de la Mezcla						41.80			41.58			41.36						41.14		
4	% de escoria de acero						0.00			0.00			0.00						0.00		
5	% Cemento portland en masa de la Mezcla						0.95			0.95			0.94						0.935		
6	Peso Especifico Aparente del C.A.(Aparente) gr/cc						1.018			1.018			1.018						1.018		
7	Peso Especifico de la Grava > N°4* (Bulk) gr/cc						2.687			2.687			2.687						2.687		
8	Peso Especifico de la Arena < N°4 (Bulk) gr/cc						2.604			2.604			2.604						2.604		
9	peso especifico de Confitillo (bulk)						1			1			1						1		
10	Peso Especifico del Cemento Portland (Aparente) gr/cc						3.15			3.15			3.15						3.15		
11	Peso Especifico de la Grava > N°4 (Aparente) gr/cc																				
12	Peso Especifico de la Arena < N°4 (Aparente) gr/cc																				
13	Altura promedio de la briqueta cm					6.4	6.50	6.40	6.41	6.48	6.43	6.45	6.47	6.46	6.42	6.50	6.49				
14	Masa de la briqueta al aire (gr)					1199	1198	1179	1200	1199	1201	1202	1197	1196	1189	1200	1200				
15	Masa de la briqueta al agua por 60' (gr)					1200	1199	1179	1200	1199	1201	1202	1197	1197	1189	1200	1201				
16	Masa de la briqueta desplazada (gr)					699	698	692	698	701	702	709	707	705	702	709	705				
17	Volumen de la briqueta por desplazamiento (cc)					501	501	487	502	498	499	493	490	492	487	491	496				
18	Peso especifico Bulk de la Briqueta					2.393	2.391	2.421	2.390	2.408	2.407	2.438	2.443	2.431	2.441	2.444	2.419				
19	Peso Especifico Maximo - Rice (ASTM D 2041)						2.53			2.52			2.53						2.51		
20	% de Vacios (ASTM D 3203)					5.6	5.7	4.5	5.2	4.5	4.5	3.6	3.4	3.9	2.9	2.8	3.8				
21	Peso Especifico Bulk Agregado Total						2.682			2.682			2.682						2.683		
22	Peso Especifico Efectivo Agregado total						2.750			2.758			2.793						2.800		
23	Asfalto Absorbido por el Agregado						0.94			1.04			1.50						1.59		
24	% de Asfalto Efectivo						4.11			4.52			4.59						5.01		
25	Relación Polvo/Asfalto						0.8			0.9			0.9						0.9		
26	V.M.A.					15.2	15.3	14.3	15.8	15.2	15.2	14.6	14.4	14.8	14.9	14.8	15.7				
27	% Vacios llenos con C.A.					63.4	63.1	68.6	67.2	70.4	70.3	75.5	76.5	74.0	80.6	81.2	75.9				
28	Flujo 0,01"(0,25 mm)					9.2	6.2	8.7	7.5	7.7	8.3	8.1	8.3	8.6	7.8	7.5	8.2				
29	Estabilidad sin corregir (Kg)					1439	1305	1279	1159	1181	1200	1135	1129	1167	1157	1233	1299				
30	Factor de estabilidad					1.04	1.04	1.09	1.04	1.04	1.04	1.09	1.09	1.09	1.09	1.09	1.04				
31	Estabilidad Corregida					1497	1357	1394	1205	1228	1248	1237	1231	1272	1261	1344	1351				
32	Estabilidad / Flujo					4132	5560	4070	4082	4052	3819	3879	3766	3757	4107	4552	4185				

OBSERVACIONES :

- Muestreo, identificación y ensayo realizado por el solicitante,



Nota: Elaboración propia.

**Figura 81.** Ensayo de gravedad específica para diseño de mezcla asfáltica convencional + 0.5% de Bitucote Plus.



Prolongación Bolognesi Km. 3.5

Pimentel – Lambayeque

R.U.C. 20480781334

Email: lemswyceirl@gmail.com


### **INFORME**

Solicitante : VASQUEZ LLAMO, REINERIO ELDEN  
 Proyecto : Tesis "ANÁLISIS COMPARATIVO DEL DISEÑO DE MEZCLAS ASFÁLTICAS EN CALIENTE PARA PAVIMENTO FLEXIBLE URBANO EMPLEANDO ADITIVOS ADHERENTES ADHESOL3000, BITUCOTEPLUS Y QUIMIBOMD3000"  
 Ubicación : Dist. Chiclayo, Prov. Chiclayo, Reg. Lambayeque.  
 Fecha de recepción : 01 de febrero del 2021.

<b>INFORME DE ENSAYO GRAVEDAD ESPECÍFICA TEÓRICA MÁXIMA (ASTM D2041)</b>				
<b>MUESTRA Nº</b>	<b>01</b>	<b>02</b>	<b>03</b>	<b>04</b>
1.- PESO DEL FRASCO	581.2	581.2	581.2	581.2
2.- PESO DEL FRASCO + AGUA+ VIDRIO	2608.9	2608.9	2608.9	2608.9
3.- DIFERENCIA DEL PESO ( 04 ) - ( 05 )	1819.8	1815.5	1817.9	1813.4
4.- PESO DEL FRASCO + MUESTRA + AG	<b>3819.8</b>	<b>3815.5</b>	<b>3817.9</b>	<b>3813.4</b>
5.- PESO NETO DE LA MUESTRA	<b>2000.0</b>	<b>2000.0</b>	<b>2000.0</b>	<b>2000.0</b>
6.- AGUA DESPLAZADA ( 2 ) - ( 3 )	789.1	793.4	791.0	795.5
PESO ESPECIFICO MAXIMO DE LA MUES	<b>2.535</b>	<b>2.521</b>	<b>2.528</b>	<b>2.514</b>
<b>CONTENIDO % C.A.</b>	<b>4.50</b>	<b>5.00</b>	<b>5.50</b>	<b>6.00</b>

**OBSERVACIONES :**

- Muestreo, identificación y ensayo realizado por el solicitante,

  
**LEMS W&C EIRL**  
**WILSON OLAYA AGUILAR**  
 TÉC. ENSAYOS DE MATERIALES Y SUELOS

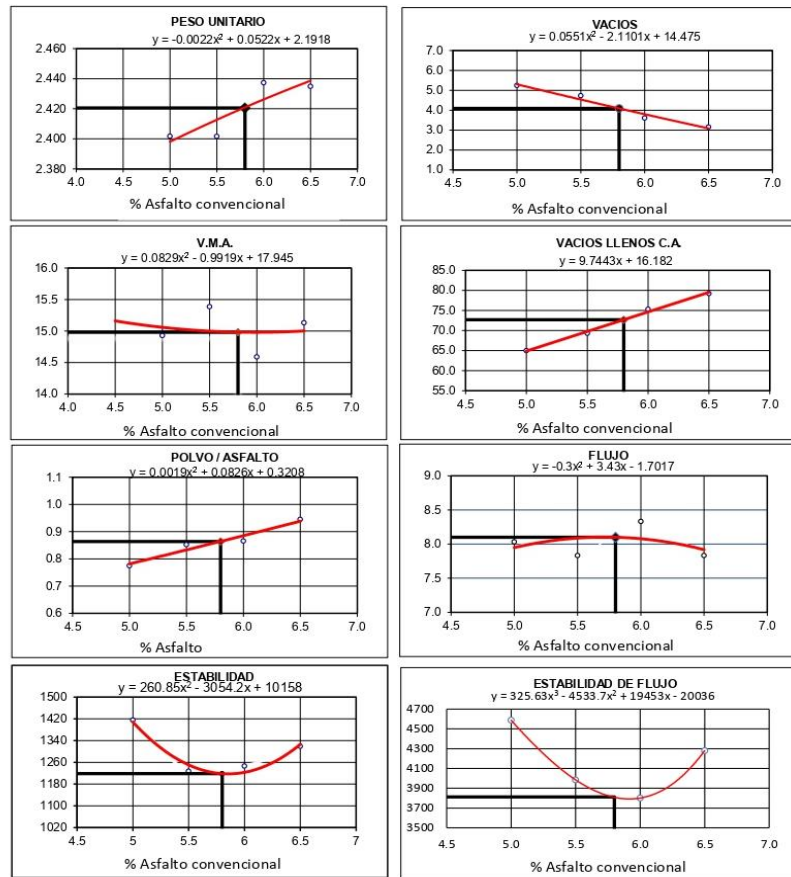
  
  
**Miguel Angel Ruiz Perales**  
 INGENIERO CIVIL  
 CIP. 246904

Nota: Elaboración propia.

**Figura 82. Resultados de ensayo Marshall para diseño de mezcla asfáltica convencional + 0.5% de Bitucote Plus.**

**INFORME**

Solicitante : VASQUEZ LLAMO, REINERIO ELDEN  
 Proyecto : Tesis "ANÁLISIS COMPARATIVO DEL DISEÑO DE MEZCLAS ASFÁLTICAS EN CALIENTE PARA PAVIMENTO FLEXIBLE URBANO EMPLEANDO ADITIVOS ADHERENTES ADHESOL3000, BITUCOTEPLUS Y QUIMIBOMD3000"  
 Ubicación : Dist. Chiclayo, Prov. Chiclayo, Reg. Lambayeque.  
 Fecha de recepción : 01 de febrero del 2021.



**CARACTERISTICAS MARSHALL**

GOLPES	75	75
% C. A.	5.80	
P. UNITARIO	2.421	
VACIOS	4.1	3 - 5
V.M.A.	15.0	14.0
V. LL.C.A.	72.7	
POLVO / ASFALTO	0.86	0.6 - 1.3
FLUJO	8.1	8-14
ESTABILIDAD	11.9	8.15 kN.
ESTABILIDAD/ FLUJO	3812.1	1700 - 4000

**LEMS W&C EIRL**  
 WILSON OLAYA AGUILAR  
 TÉC. ENSAYOS DE MATERIALES Y SUELOS

**Miguel Angel Ruiz Perales**  
 INGENIERO CIVIL  
 CIP. 246904

Nota: Elaboración propia.



Figura 83. Diseño de mezcla asfáltica convencional + 0.5% de Qumibond 3000.



Prolongación Bolognesi Km. 3.5  
Pimentel – Lambayeque  
R.U.C. 20480781334  
Email: lemswycer@gmail.com

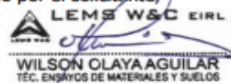
Solicitante : VASQUEZ LLAMO, REINERIO ELDEN  
Proyecto : Tesis "ANÁLISIS COMPARATIVO DEL DISEÑO DE MEZCLAS ASFÁLTICAS EN CALIENTE PARA PAVIMENTO FLEXIBLE URBANO EMPLEANDO ADITIVOS ADHERENTES ADHESOL3000, BITUCOTEPLUS Y QUIMIBOND3000"  
Ubicación : Dist. Chiclayo, Prov. Chiclayo, Reg. Lambayeque.  
Fecha de apertura : 01 de febrero del 2021.

**INFORME DE ENSAYO MARSHALL (ASTM D1559)**

AGREGADOS	Piedra	Escoria	Arena	Filler	Total	Tamices ASTM															
						% pasa Material			1"	3/4"	1/2"	3/8"	No 4	No 10	No 40	No 80	No 200				
%	55		44	1	100	100	100	85.9	72.2	48.4	41.3	20.9	12.7	5.3							
BRIQUETA N°						1	2	3	1	2	3	1	2	3	1	2	3				
1	% C.A. en masa de la Mezcla						<b>5.00</b>			<b>5.5</b>			<b>6</b>							<b>6.5</b>	
2	% Grava > N°4 en masa de la Mezcla						52.25			51.98			51.70							51.43	
3	% Arena < N°4 en masa de la Mezcla						41.80			41.58			41.36							41.14	
4	% de escoria de acero						0.00			0.00			0.00							0.00	
5	% Cemento portland en masa de la Mezcla						0.95			0.95			0.94							0.935	
6	Peso Especifico Aparente del C.A.(Aparente) gr/cc						1.018			1.018			1.018							1.018	
7	Peso Especifico de la Grava > N°4 (Bulk) gr/cc						2.687			2.687			2.687							2.687	
8	Peso Especifico de la Arena < N°4 (Bulk) gr/cc						2.604			2.604			2.604							2.604	
9	peso especifico de Confitillo (bulk)						1			1			1							1	
10	Peso Especifico del Cemento Portland (Aparente) gr/cc						3.15			3.15			3.15							3.15	
11	Peso Especifico de la Grava > N°4 (Aparente) gr/cc																				
12	Peso Especifico de la Arena < N°4 (Aparente) gr/cc																				
13	Altura promedio de la briqueeta cm					6.4	6.50	6.40	6.41	6.48	6.43	6.45	6.47	6.46	6.42	6.50	6.49				
14	Masa de la briqueeta al aire (gr)					1200	1200	1199	1198	1197	1196	1200	1198	1201	1198	1200	1197				
15	Masa de la briqueeta al agua por 60' (gr)					1200	1200	1199	1198	1197	1196	1200	1198	1201	1198	1200	1197				
16	Masa de la briqueeta desplazada (gr)					701	703	702	700	703	704	710	712	708	703	708	706				
17	Volumen de la briqueeta por desplazamiento (cc)					499	497	497	498	494	492	490	486	493	495	492	491				
18	Peso especifico Bulk de la Briqueeta					2.405	2.414	2.412	2.406	2.423	2.431	2.449	2.465	2.436	2.420	2.439	2.438				
19	Peso Especifico Maximo - Rice (ASTM D 2041)						2.53			2.52			2.53							2.51	
20	% de Vacios (ASTM D 3203)					5.1	4.7	4.8	4.6	3.9	3.6	3.1	2.5	3.7	3.7	3.0	3.0				
21	Peso Especifico Bulk Agregado Total						2.682			2.682			2.682							2.683	
22	Peso Especifico Efectivo Agregado total						2.750			2.758			2.793							2.800	
23	Asfalto Absorbido por el Agregado						0.94			1.04			1.50							1.59	
24	% de Asfalto Efectivo						4.11			4.52			4.59							5.01	
25	Relación Polvo/Asfalto						0.8			0.9			0.9							0.9	
26	V.M.A.					14.8	14.5	14.6	15.2	14.6	14.4	14.2	13.6	14.6	15.6	15.0	15.0				
27	% Vacios llenos con C.A.					65.5	67.3	66.9	70.0	73.5	75.2	77.8	81.6	75.0	76.1	80.1	79.8				
28	Flujo 0,01"(0,25 mm)					8.8	7.1	8.6	7.5	7.9	8.2	8.0	7.9	8.5	7.9	7.6	8.1				
29	Estabilidad sin corregir (Kg)					1420	1355	1281	1149	1179	1195	1128	1119	1157	1149	1199	1247				
30	Factor de estabilidad					1.04	1.04	1.04	1.04	1.09	1.09	1.09	1.09	1.09	1.09	1.09	1.09				
31	Estabilidad Corregida					1477	1409	1332	1195	1285	1303	1230	1220	1261	1252	1307	1359				
32	Estabilidad / Flujo					4263	5041	3935	4047	4132	4035	3904	3922	3769	4027	4368	4262				

**OBSERVACIONES :**

- Muestreo, identificación y ensayo realizado por el solicitante,



Nota: Elaboración propia.

**Figura 84.** Ensayo de gravedad específica para diseño de mezcla asfáltica convencional + 0.5% de Quimibond 3000.



Prolongación Bolognesi Km. 3.5

Pimentel – Lambayeque

R.U.C. 20480781334

Email: lemswyceirl@gmail.com


### INFORME

Solicitante : VASQUEZ LLAMO, REINERIO ELDEN  
 Proyecto : Tesis "ANÁLISIS COMPARATIVO DEL DISEÑO DE MEZCLAS ASFÁLTICAS EN CALIENTE PARA PAVIMENTO FLEXIBLE URBANO EMPLEANDO ADITIVOS ADHERENTES ADHESOL3000, BITUCOTEPLUS Y QUIMIBOND3000"  
 Ubicación : Dist. Chiclayo, Prov. Chiclayo, Reg. Lambayeque.  
 Fecha de recepción : 01 de febrero del 2021.

<b>INFORME DE ENSAYO GRAVEDAD ESPECÍFICA TEÓRICA MÁXIMA (ASTM D2041)</b>				
<b>MUESTRA N°</b>	<b>01</b>	<b>02</b>	<b>03</b>	<b>04</b>
1.- PESO DEL FRASCO	581.2	581.2	581.2	581.2
2.- PESO DEL FRASCO + AGUA+ VIDRIO	2608.9	2608.9	2608.9	2608.9
3.- DIFERENCIA DEL PESO ( 04 ) - ( 05 )	1819.8	1815.5	1817.9	1813.4
4.- PESO DEL FRASCO + MUESTRA + AG	<b>3819.8</b>	<b>3815.5</b>	<b>3817.9</b>	<b>3813.4</b>
5.- PESO NETO DE LA MUESTRA	<b>2000.0</b>	<b>2000.0</b>	<b>2000.0</b>	<b>2000.0</b>
6.- AGUA DESPLAZADA ( 2 ) - ( 3 )	789.1	793.4	791.0	795.5
PESO ESPECIFICO MAXIMO DE LA MUES	<b>2.535</b>	<b>2.521</b>	<b>2.528</b>	<b>2.514</b>
CONTENIDO % C.A.	<b>4.50</b>	<b>5.00</b>	<b>5.50</b>	<b>6.00</b>

**OBSERVACIONES :**

- Muestreo, identificación y ensayo realizado por el solicitante,

  
**LEMS W&C EIRL**  
**WILSON OLAYA AGUILAR**  
 TÉC. ENSAYOS DE MATERIALES Y SUELOS

  
  
**Miguel Angel Ruiz Perales**  
 INGENIERO CIVIL  
 CIP. 246904

Nota: Elaboración propia.

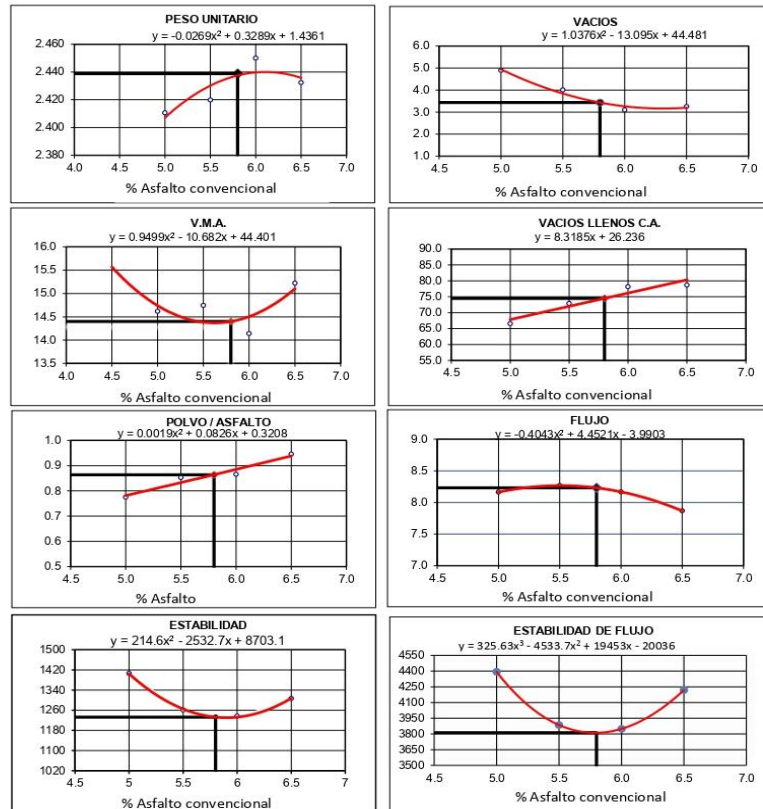
**Figura 85.** Resultados de ensayo Marshall para diseño de mezcla asfáltica convencional + 0.5% de Quimibond 3000.



Prolongación Bolognesi Km. 3.5  
Pimentel – Lambayeque  
R.U.C. 20480781334  
Email: servicios@lemswceirl.com

**INFORME**

Solicitante : VASQUEZ LLAMO, REINERIO ELDEN  
 Proyecto : Tesis "ANÁLISIS COMPARATIVO DEL DISEÑO DE MEZCLAS ASFÁLTICAS EN CALIENTE PARA PAVIMENTO FLEXIBLE URBANO EMPLEANDO ADITIVOS ADHERENTES ADHESOL3000, BITUCOTEPLUS Y QUIMIBOMB3000"  
 Ubicación : Dist. Chiclayo, Prov. Chiclayo, Reg. Lambayeque.  
 Fecha de recepción : 01 de febrero del 2021.



**CARACTERÍSTICAS MARSHALL**


GOLPES	75	75
% C. A.	5.80	
P. UNITARIO	2.439	
VACIOS	3.4	3 - 5
V.M.A.	14.4	14.0
V. LL.C.A.	74.5	
POLVO / ASFALTO	0.86	0.6 - 1.3
FLUJO	8.2	8-14
ESTABILIDAD	12.1	8.15 kN.
ESTABILIDAD/ FLUJO	3812.1	1700 - 4000



Nota: Elaboración propia.

## Anexo 04:

### Figura 86. Carta de Autorización para la recolección de Información.



**LEMS W&C EIRL**  
Certificado INDECOPI N°00137704 RNP Servicios

Prolongación Bolognesi Km. 3.5  
Chiclayo – Lambayeque  
R.U.C. 20480781334  
Email: lemswyceirl@gmail.com

---


**CARTA DE AUTORIZACIÓN PARA EL RECOLECCIÓN DE LA INFORMACIÓN**  
Chiclayo, 27 de abril del 2023


**Quien suscribe:**  
**Sr. Wilson Arturo Olaya Aguilar**  
Representante Legal – LABORATORIO DE ENSAYOS DE MATERIALES Y SUELOS  
W & C E.I.R.L. - LEMS W & C E.I.R.L.

**AUTORIZA:** Permiso para recojo de información pertinente en función del proyecto de investigación, denominado “Análisis Comparativo del Diseño de Mezcla Asfáltica en Caliente Para Pavimento Flexible Urbano Empleando Aditivos Adherentes Adhesol3000, Bitucotepus y Quimibond3000”.

Por el presente, el que suscribe, Wilson Arturo Olaya Aguilar representante legal de la empresa LABORATORIO DE ENSAYOS DE MATERIALES Y SUELOS W & C E.I.R.L. - LEMS W & C E.I.R.L. **AUTORIZO** al Bach. Reinerio Elden Vasquez Llamo identificado con DNI N°48206361 egresado de la Escuela Profesional de Ingeniería Civil de la Universidad Señor de Sipán y autor del trabajo de investigación denominado “Análisis Comparativo del Diseño de Mezcla Asfáltica en Caliente Para Pavimento Flexible Urbano Empleando Aditivos Adherentes Adhesol3000, Bitucotepus y Quimibond3000” para el uso de laboratorio técnico y formatos de procesamiento de datos y cálculo para obtención de resultados de control de calidad en efectos exclusivamente académicos de la elaboración de tesis, enunciada líneas arriba de quien solicita se garantice la absoluta confidencialidad de la información solicitada.

Atentamente.





**LEMS W&C EIRL.**  
WILSON ARTURO OLAYA AGUILAR  
GERENTE GENERAL

Nota: Nota.Elaboración propia.

## Anexo 05: Evidencias fotográficas

**Figura 87.** Agregado Fino y Grueso.



Nota: Elaboración propia.

**Figura 88.** Peso del agregado grueso.



Nota: Elaboración propia.

**Figura 89.** Contenido de sales.



Nota: Elaboración propia.

**Figura 90.** Granulometría.



Nota: Elaboración propia.

**Figura 91.** Ensayo de límites de Atterberg.



Nota: Elaboración propia.

**Figura 92.** Peso específico del agregado grueso.



Nota: Elaboración propia.

**Figura 93.** Preparación de las briquetas.



Nota: Elaboración propia.

**Figura 94.** Elaboración de las briquetas.



Nota: Elaboración propia.



**Figura 95.** Muestra Patrón.



Fuente: Elaboración propia.

**Figura 96.** Ensayo de Marshall.



Nota: Elaboración propia.

**Figura 97.** Ensayo Rice.



Nota: Elaboración propia.

**Figura 98.** Los aditivos.



Nota: Elaboración propia.

**Figura 99.** Muestra modificada.



Nota: Elaboración propia.

**Figura 100.** Muestra modificada en el aparato Marshall.



Nota: Elaboración propia.

**Anexo 06:**

**Matriz de consistencia**

<b>PROBLEMA</b>	<b>OBJETIVOS</b>	<b>MARCO TEÓRICO</b>	<b>HIPÓTESIS Y VARIABLES</b>	<b>METODOLOGÍA</b>
¿Cuáles serán los resultados a obtener en un diseño de mezcla asfáltica en caliente para pavimento flexible urbano; ¿empleando los aditivos adherentes Adhesol 3000, Bitucote Plus y	<b>Objetivo General</b>  Realizar el análisis comparativo de los resultados obtenidos de un diseño de mezcla asfáltica en caliente para pavimento flexible urbano; empleando los aditivos adherentes Adhesol 3000, Bitucote Plus y Quimibond 3000.	<b>Antecedentes</b>  (Rojas y otros, 2013)  (Salazar y otros, 2013)  (Tacca C. R., 2018)  (Navarro, 2017)	<b>Hipótesis General</b>  Obtener resultados óptimos en el diseño de mezcla de asfalto en caliente para pavimento flexible urbano; empleando los aditivos adherentes Adhesol	<b>Método de Investigación</b>  La investigación es de tipo Aplicada.  <b>Diseño de Investigación</b>  CUASI-EXPERIMENTAL; ya que

Quimibond 3000?

Chiclayo – 2020?

**Objetivos Específicos**

- Identificar las características técnicas de los productos Adhesol 3000, Bitucote Plus y Quimibond 3000 como aditivos manufacturados adherentes en mezclas asfálticas.

- Analizar las propiedades físicas de los agregados para elaborar el diseño de mezcla asfáltica modificada con aditivo acorde a sus especificaciones técnicas de cada producto.

- Elaborar un diseño de mezclas asfálticas modificado con aditivo en caliente de tipo convencional con los agregados pétreos mayor empleado en la localidad.

**Teorías relacionadas al tema**

Aditivos adherentes

Adhesol3000, Bitucote Plus y Quimibond3000.

Diseño de mezcla asfáltica en caliente para pavimento flexible urbano.

3000, Bitucote Plus y no se seleccionó los grupos experimentales de forma aleatoria, sino que se escogió grupos ya formados (Aditivos a utilizar).

**Variable dependiente**

Diseño de mezcla asfáltica en caliente para pavimento flexible urbano.

**Variable independiente**

Aditivos Adherentes

grupos experimentales de forma aleatoria, sino que se escogió grupos ya formados (Aditivos a utilizar).

**Población:**

Diseño de una mezcla de asfalto en caliente convencional propuesto a un tipo de diseño de pavimento asfáltico, o flexible, de características urbanas para la localidad de Chiclayo, Adquisición y dosificación porcentual

---

de aditivos adherentes acorde a ficha técnica de producto.

**Muestra:** Se aplicarán tres dosificaciones:  
Aplicación del aditivo Adhesol 3000: 0.50% respecto al peso del ligante asfáltico, Aplicación del aditivo Bitucote Plus: 0.20% a 0.70% respecto al peso del asfalto, Aplicación del aditivo Quimibomb 3000: 0.30% a 0.80% respecto a su peso de asfalto como cemento; para la determinación del muestreo de Ensayos de laboratorio a aplicar, acorde a las NTP requeridas en el diseño de mezclas de asfalto en caliente.

---

Nota: Elaboración propia

**Anexo 07:****MATRIZ DE CONFIABILIDAD**

Estadísticas de fiabilidad	
Varianza común	39002546,240
Varianza verdadera	33330390,913
Varianza de error	5672155,328
Correlación entre elementos común	,855
Fiabilidad de la escala	,959
Fiabilidad de escala (sin sesgo)	,962

**MATRIZ DE DATOS**

Muestra	Datos patrón	ADHESOL 3000	BITUCOTE PLUS	QUIMIBOMD 3000
1	3629.31	3715.35	3809.35	3809.35
2	3600.02	3765.54	3780.06	3780.06
3	3628.03	3714.07	3808.07	3808.07
4	3539.25	3625.29	3719.29	3719.29
5	3605.31	3691.35	3785.35	3785.35
6	3724.32	3810.36	3904.36	3904.36
7	3685.35	3686.06	3865.39	3865.39
8	3679.50	3771.39	3859.54	3859.54
9	3665.41	3751.45	3845.45	3845.45
10	3586.05	3672.09	3766.09	3766.09
11	3693.50	3779.54	3873.54	3873.54
12	3598.51	3684.55	3778.55	3778.55
13	3629.00	3715.04	3809.04	3809.04
14	3590.16	3676.20	3770.20	3770.20
15	3518.36	3604.40	3698.40	3698.40
16	3661.16	3747.20	3679.70	3841.20
17	3602.25	3688.29	3782.29	3782.29
18	3664.08	3750.12	3844.12	3844.12
19	3610.08	3696.12	3790.12	3790.12
20	3499.66	3585.70	3841.20	3679.70
21	3704.14	3790.18	3884.18	3884.18
22	3606.14	3692.18	3786.18	3786.18
23	3607.08	3693.12	3787.12	3787.12
24	3720.06	3806.10	3900.10	3900.10

25	3668.73	3754.77	3848.77	3848.77
26	3702.95	3788.99	3882.99	3882.99
27	3704.02	3790.06	3884.06	3884.06
28	3680.01	3766.05	3860.05	3860.05
29	3502.35	3588.39	3682.39	3682.39
30	3657.00	3743.04	3837.04	3837.04

Fuente: Realizados por el investigador