



UNIVERSIDAD CÉSAR VALLEJO

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

**Evaluación del pavimento flexible y mejoramiento mediante el
Sistema Bitufor en la Av. Tomas Valle, San Martín de Porres,
Lima 2020**

TESIS PARA OBTENER EL TÍTULO PROFESIONAL DE:

Ingeniero Civil

AUTOR:

Tuesta Marin, Carlos Humberto (ORCID: 0000-0002-1633-8909)

ASESOR:

Mg. Ing. Benites Zuñiga, Jose Luis (ORCID: 0000-0003-4459-494X)

LÍNEA DE INVESTIGACIÓN:

Diseño de infraestructura vial

LIMA – PERÚ

2020

Dedicatoria

Dedico de manera especial este trabajo a mis padres Marino y Benilde ya que ellos son mi motor y motivo, los cuales inculcaron en mi la base de responsabilidad, deseo de superación y enseñarme que nada es imposible, en ellos tengo el espejo en el cual quiero reflejarme por sus infinitas virtudes, su gran corazón y por ser personas extraordinarias que hacen que mi admiración sea eterna hacia ellos.

Agradecimiento

Agradecer a Dios sobre todas las cosas y permitirme disfrutar de mi familia, agradecer a mis padres por su enorme apoyo y sacrificio que hicieron para que todo este esfuerzo valga la pena, agradecer a mi primo el Ing. Gerson Pinedo Tuesta por su apoyo incondicional pues él es mi ejemplo para seguir en la construcción de mi vida profesional, agradecer a mi hermano Antony el cual me acompañó en mis últimos años de estudio, agradecer a mis amigos Anderson y Fredy por sus consejos de superación y a personas que aun no siendo mi familia demostraron todo lo contrario, gracias a todos y a cada uno de ellos.

Agradecer a mi asesor Mg. Ing. Benites Zuñiga Jose Luis, por su apoyo, paciencia y por sus recomendaciones las cuales fueron esenciales para mejorar este trabajo de investigación.

Índice de contenidos

| | |
|--|-----|
| Carátula..... | i |
| Dedicatoria | ii |
| Agradecimiento | iii |
| Índice de contenidos | iv |
| Índice de tablas | v |
| Índice de figuras | vii |
| Índice de gráficos..... | vii |
| Resumen..... | xi |
| Abstract..... | xii |
| I. INTRODUCCIÓN..... | 1 |
| II. MARCO TEÓRICO | 4 |
| III. METODOLOGÍA..... | 26 |
| 3.1. Tipo y diseño de investigación | 26 |
| 3.2. Variables y operacionalización..... | 27 |
| 3.3 Población, muestra, muestreo, unidad de análisis | 28 |
| 3.4 Técnicas e instrumentos de recolección de datos..... | 30 |
| 3.5 Procedimientos | 31 |
| 3.6 Método de análisis de datos..... | 31 |
| 3.7 Aspectos éticos | 32 |
| IV. RESULTADOS | 33 |
| V. DISCUSIÓN..... | 129 |
| VI. CONCLUSIONES | 134 |
| VII. RECOMENDACIONES..... | 136 |
| REFERENCIAS..... | 137 |
| ANEXOS | 142 |

Índice de tablas

| | |
|--|-----|
| Tabla 1. Escala del Método PCI..... | 17 |
| Tabla 2. Tipos de fallas | 37 |
| Tabla 3: Cuadro de nivel de severidad | 40 |
| Tabla 4: Cuadro de nivel de nivel de severidad | 58 |
| Tabla 5: Cuadro de nivel de nivel de severidad | 78 |
| Tabla 6. Cantidad por tipo de falla existente | 90 |
| Tabla 7. Valores del PCI por unidad de muestra | 95 |
| Tabla 8. Valor del PCI de la vía de estudio | 96 |
| Tabla 9. Análisis granulométrico del agregado grueso | 98 |
| Tabla 10. Descripción del agregado grueso..... | 99 |
| Tabla 11. Peso específico y absorción del agregado grueso..... | 99 |
| Tabla 12. Análisis Granulométrico del agregado fino..... | 100 |
| Tabla 13. Descripción del agregado fino..... | 101 |
| Tabla 14. Peso específico y absorción del agregado fino | 102 |
| Tabla 15. Ensayo Marshall de mezcal asfáltica convencional | 102 |
| Tabla 16. Datos de la mezcla convencional..... | 104 |
| Tabla 17. Características de la mezcla | 107 |
| Tabla 18. Ensayo tensión en MAC convencional..... | 108 |
| Tabla 19. Ensayo de compresión en MAC convencional..... | 110 |
| Tabla 20. Ensayo Marshall de mezcal asfáltica convencional implementando el Sistema Bitufor | 111 |
| Tabla 21. Datos de la mezcla convencional implementando el Sistema Bitufor .. | 113 |
| Tabla 22. Características de la mezcla implementando el Sistema Bitufor..... | 116 |
| Tabla 23. Ensayo tensión en MAC implementando el Sistema Bitufor | 117 |
| Tabla 24. Ensayo de compresión en MAC implementando el Sistema Bitufor ... | 119 |
| Tabla 25. Comparación del Peso Específico (gr/cm ³) | 120 |
| Tabla 26. Comparación de Estabilidad | 121 |
| Tabla 27. Comparación de V.M.A | 122 |
| Tabla 28. Comparación de Porcentaje de Vacío (%) | 123 |
| Tabla 29. Comparación de Flujo (mm)..... | 124 |

| | |
|--|-----|
| Tabla 30. Comparación de V.LL.C.A | 125 |
| Tabla 31. Comparación de ensayo a Tensión..... | 126 |
| Tabla 32. Comparación de ensayo a Compresión | 127 |
| Tabla 33. Fallas de la evaluación del pavimento entre las dos investigaciones . | 129 |
| Tabla 34. Valores de intervención..... | 130 |
| Tabla 35. Comparativa entre los ensayos de Deflexión y Flexión..... | 133 |

Índice de figuras

| | |
|--|----|
| Figura 1: Sistema Bitufor | 25 |
| Figura 2: Malla Mesh Track + Slurry Seal – MT1 | 25 |
| Figura 3: Mapa Político del Perú | 34 |
| Figura 4: Mapa de Lima Metropolitana..... | 34 |
| Figura 5: Mapa del distrito de San Martín de Porres | 35 |
| Figura 6: Ubicación de la zona de estudio | 36 |
| Figura 7. Progresiva 0+000 a 0+020 de Este a Oeste..... | 38 |
| Figura 8. Progresiva 0+000 a 0+020 de Este a Oeste..... | 39 |
| Figura 9: Progresiva 0+000 a 0+020 de Este a Oeste | 40 |
| Figura 10. Progresiva 0+000 a 0+020 de Este a Oeste..... | 41 |
| Figura 11. Progresiva 0+000 a 0+020 de Este a Oeste..... | 42 |
| Figura 12. Progresiva 0+080 a 0+100 de Este a Oeste..... | 43 |
| Figura 13. Progresiva 0+080 a 0+100 de Este a Oeste..... | 44 |
| Figura 14. Progresiva 0+080 a 0+100 de Este a Oeste..... | 45 |
| Figura 15. Progresiva 0+160 a 0+180 de Este a Oeste..... | 47 |
| Figura 16. Progresiva 0+160 a 0+180 de Este a Oeste..... | 48 |
| Figura 17. Progresiva 0+260 a 0+280 de Este a Oeste..... | 50 |
| Figura 18. Progresiva 0+260 a 0+280 de Este a Oeste..... | 51 |
| Figura 19. Progresiva 0+260 a 0+280 de Este a Oeste..... | 52 |
| Figura 20. Progresiva 0+340 a 0+360 de Este a Oeste..... | 54 |
| Figura 21. Progresiva 0+340 a 0+360 de Este a Oeste..... | 55 |
| Figura 22. Progresiva 0+340 a 0+360 de Este a Oeste..... | 56 |
| Figura 23. Progresiva 0+340 a 0+360 de Este a Oeste..... | 57 |
| Figura 24. Progresiva 0+340 a 0+360 de Este a Oeste..... | 58 |
| Figura 25. Progresiva 0+340 a 0+360 de Este a Oeste..... | 59 |
| Figura 26. Progresiva 0+440 a 0+460 de Este a Oeste..... | 61 |
| Figura 27. Progresiva 0+440 a 0+460 de Este a Oeste..... | 62 |
| Figura 28. Progresiva 0+440 a 0+460 de Este a Oeste..... | 63 |
| Figura 29. Progresiva 0+520 a 0+540 de Este a Oeste..... | 65 |
| Figura 30. Progresiva 0+520 a 0+540 de Este a Oeste..... | 66 |
| Figura 31. Progresiva 0+520 a 0+540 de Este a Oeste..... | 67 |

| | |
|---|-----|
| Figura 32. Progresiva 0+600 a 0+620 de Este a Oeste..... | 69 |
| Figura 33. Progresiva 0+600 a 0+620 de Este a Oeste..... | 70 |
| Figura 34. Progresiva 0+600 a 0+620 de Este a Oeste..... | 71 |
| Figura 35. Progresiva 0+600 a 0+620 de Este a Oeste..... | 72 |
| Figura 36. Progresiva 0+700 a 0+720 de Este a Oeste..... | 74 |
| Figura 37. Progresiva 0+700 a 0+720 de Este a Oeste..... | 75 |
| Figura 38. Progresiva 0+700 a 0+720 de Este a Oeste..... | 76 |
| Figura 39. Progresiva 0+700 a 0+720 de Este a Oeste..... | 77 |
| Figura 40. Progresiva 0+780 a 0+800 de Este a Oeste..... | 79 |
| Figura 41. Progresiva 0+780 a 0+800 de Este a Oeste..... | 80 |
| Figura 42. Progresiva 0+880 a 0+900 de Este a Oeste..... | 82 |
| Figura 43. Progresiva 0+880 a 0+900 de Este a Oeste..... | 83 |
| Figura 44. Progresiva 0+960 a 0+980 de Este a Oeste..... | 85 |
| Figura 45. Progresiva 0+960 a 0+980 de Este a Oeste..... | 86 |
| Figura 46. Progresiva 0+960 a 0+980 de Este a Oeste..... | 87 |
| Figura 47. Progresiva 0+960 a 0+980 de Este a Oeste..... | 88 |
| Figura 48. Progresiva 0+960 a 0+980 de Este a Oeste..... | 89 |
| Figura 49. Briquetas enumeradas de acuerdo al contenido de % asfalto..... | 108 |
| Figura 50. Acondicionamiento del espécimen en la Máquina de Carga a Tensión | 109 |
| Figura 51. Máquina de Carga a Compresión..... | 111 |
| Figura 52. Briquetas enumeradas de acuerdo al contenido de % asfalto..... | 117 |
| Figura 53. Especimen sometido a prueba de Tensión | 118 |
| Figura 54. Fractura de la briqueta después del ensayo..... | 120 |
| Figura 55. <i>Dificultad para el tránsito vehicular</i> | 131 |

Índice de gráficos

| | |
|---|----|
| Gráfico 1. Valores de severidad en la unidad de muestra 01 | 43 |
| Gráfico 2. Valores de severidad en la unidad de muestra 02 | 46 |
| Gráfico 3. Valores de severidad en la unidad de muestra 03 | 49 |
| Gráfico 4. Valores de severidad en la unidad de muestra 04 | 53 |
| Gráfico 5. Valores de severidad en la unidad de muestra 05 | 60 |

| | |
|---|-----|
| Gráfico 6. Valores de severidad en la unidad de muestra 06 | 64 |
| Gráfico 7. Valores de severidad en la unidad de muestra 07 | 68 |
| Gráfico 8. Valores de severidad en la unidad de muestra 08 | 73 |
| Gráfico 9. Valores de severidad en la unidad de muestra 09 | 78 |
| Gráfico 10. Valores de severidad en la unidad de muestra 10 | 81 |
| Gráfico 11. Valores de severidad en la unidad de muestra 11 | 84 |
| Gráfico 12. Valores de severidad en la unidad de muestra 12 | 90 |
| Gráfico 13. Cantidades por tipo de fallas existente | 91 |
| Gráfico 14. Porcentaje de fallas encontradas..... | 92 |
| Gráfico 15. Nivel de severidad en la vía..... | 94 |
| Gráfico 16. Valores PCI por unidades de muestra | 95 |
| Gráfico 17. El PCI a lo largo de toda la vía..... | 97 |
| Gráfico 18. Curva Granulométrica para el Agregado Grueso..... | 98 |
| Gráfico 19. Curva Granulométrica para el Agregado Fino | 101 |
| Gráfico 20. Porcentaje cemento asfáltico vs. Peso Específico..... | 104 |
| Gráfico 21. Porcentaje de cemento asfáltico vs. Estabilidad..... | 105 |
| Gráfico 22. Porcentaje de cemento asfáltico vs. V.M.A..... | 105 |
| Gráfico 23. Porcentaje de cemento asfáltico vs. Porcentaje de Vacíos | 106 |
| Gráfico 24. Porcentaje de cemento asfáltico vs. Flujo..... | 106 |
| Gráfico 25. Porcentaje de cemento asfáltico vs. V.LL.C.A | 107 |
| Gráfico 26. Resistencia a la Tensión..... | 109 |
| Gráfico 27. Resistencia a la Compresión | 110 |
| Gráfico 28. Porcentaje de cemento asfáltico vs. Peso Específico..... | 113 |
| Gráfico 29. Porcentaje de cemento asfáltico vs. Estabilidad | 114 |
| Gráfico 30. Porcentaje de cemento asfáltico vs. V.M.A..... | 114 |
| Gráfico 31. Porcentaje de cemento asfáltico vs. Porcentaje de Vacíos | 115 |
| Gráfico 32. Porcentaje de cemento asfáltico vs. Flujo..... | 115 |
| Gráfico 33. Porcentaje de cemento asfáltico vs. V.LL.C.A | 116 |
| Gráfico 34. Resistencia a la Tensión..... | 118 |
| Gráfico 35. Resistencia a la Compresión | 119 |
| Gráfico 36. Variación del Peso Específico (gr/cm ³) | 121 |
| Gráfico 37. Variación de Estabilidad (kg) | 122 |
| Gráfico 38. Variación de V.M.A (%)..... | 123 |

| | |
|---|-----|
| Gráfico 39. Variación de porcentaje de Vacíos (%)..... | 124 |
| Gráfico 40. Variación de Flujo (mm)..... | 125 |
| Gráfico 41. Variación de V.LL.C.A (%)..... | 126 |
| Gráfico 42. Variación de ensayo a Tensión..... | 127 |
| Gráfico 43. Variación de ensayo a Compresión | 128 |

Resumen

Esta investigación tuvo como objetivo general determinar la influencia del Sistema Bitufor para mejorar la evaluación del pavimento flexible en la avenida Tomas Valle, el método es experimental – cuasiexperimental, tipo aplicada, nivel explicativo y enfoque cuantitativo.

La evaluación del pavimento flexible se realizó con el método Pavement Condition Index - PCI (ASTM D6433-07), calculamos el valor del PCI para 12 Unidades de Muestra, la vía de estudio tuvo una longitud de 1000 metros, dando resultado para el PCI de 48, obteniendo una condición REGULAR.

Los ensayos de Tensión (AASHTO T-283) y Compresión (MTC E 518) se hicieron con una mezcla asfáltica convencional y luego implementamos el Sistema Bitufor a dicha mezcla, los resultados son: Tensión, en seco 31.28 psi, en húmedo 25.30 psi, mezcla convencional, en seco 34.11 psi, en húmedo 29.17 psi, mezcla Bitufor, Compresión grupo 1 es 12.89 kgf/cm² y grupo 2 es 10.40 kgf/cm², mezcla convencional, grupo 1 es 13.30 kgf/cm² y grupo 2 es 11.53 kgf/cm², mezcla Bitufor.

Se concluye que el Sistema Bitufor implementado a mezclas asfálticas ofrece mayor resistencia a tensión y a compresión, demostrando así que para las evaluaciones de los pavimentos flexibles contribuye favorablemente a reducir las fallas que puedan presentarse.

Palabras clave: Evaluación del pavimento flexible, Sistema Bitufor, Método PCI, Tensión, Compresión.

Abstract

The general objective of this research was to determine the influence of the Bitufor System to improve the evaluation of flexible pavement in Tomas Valle avenue, the method is experimental - quasi-experimental, applied type, explanatory level and quantitative approach.

The flexible pavement evaluation was carried out with the Pavement Condition Index - PCI method (ASTM D6433-07), we calculated the PCI value for 12 Sample Units, the study path had a length of 1000 meters, giving results for the PCI of 48, obtaining a REGULAR condition.

The Tension (AASHTO T-283) and Compression (MTC E 518) tests were made with a conventional asphalt mix and then we implemented the Bitufor System to said mix, the results are: Tension, dry 31.28 psi, wet 25.30 psi, conventional mix, dry 34.11 psi, wet 29.17 psi, Bitufor mix, Compression group 1 is 12.89 kgf / cm² and group 2 is 10.40 kgf / cm², conventional mix, group 1 is 13.30 kgf / cm² and group 2 is 11.53 kgf / cm², Bitufor mix.

It is concluded that the Bitufor System implemented to asphalt mixtures offers greater resistance to tension and compression, thus demonstrating that for the evaluations of flexible pavements it contributes favorably to reducing the failures that may occur.

Keywords: Flexible pavement evaluation, Bitufor System, PCI Method, Tension, Compression.

I. INTRODUCCIÓN

El mundo de la ingeniería civil es un mundo de constantes cambios creando nuevas tecnologías, una de las áreas con más cambios lo notamos en la pavimentación de carreteras ya que es un factor clave para mantener comunicado a un país transportando personas y mercadería, debido a todo esto ostentan un sistema de transporte importante para un país, *“por ello el 90 por ciento de los pavimentos en todo el mundo lo realizan de asfalto. [...] las vías de comunicación son el activo público con más aprecio en los países, por el cual representan uno de los sistemas de transporte más importante, pues por medio de esta red se transporta el 90 por ciento de pasajeros y el 70 por ciento de mercadería, esto conlleva a colocar al transporte como pieza primordial para el progreso de la economía de las naciones”*.¹

A nivel mundial podemos observar que las vías pavimentadas se encuentran en mal estado, esto lleva a los usuarios que hacen uso de las vías a reconocer haber sentido algún tipo de inseguridad debido al mal estado de estas, por todo ello, *“el último informe de inversión en conservación desarrollado por la AEC, un kilómetro recorrido de un total de trece kilómetros de la vía de viaria española muestra averías notorias en más del 50% de la plataforma pavimentada como roderas y grietas longitudinales y transversales, pudiendo afectar a la estructura de la plataforma, poniendo en peligro la seguridad, comodidad y eficiencia de la circulación”*.²

No obstante en las obras licitadas por el estado peruano *“La Controlaría General detecto que los proyectos de infraestructura vial que se ejecutan en Lima, seis distritos (San Martín de Porres, Los Olivos, Comas, Carabaylo, La Molina y San Borja) presentan deficiencias o trabajos no ejecutados del mejoramiento de las vías, [...] la falta de controles de calidad y no seguir la normativa vigente del Reglamento Nacional de Edificaciones (RNE, Especificaciones Técnicas Generales para la Construcción de Carreteras – EG 2000)”*.³

¹ (UNIVERSIDAD DE LAS AMERICAS PUEBLA , 2015 pág. 2)

² (ASEFMA , 2019 pág. 1)

³ (DIARIO GESTION , 2020)

La Controlaría General indica que en la jurisdicción de San Martín de Porres realizaron defectuosos proyectos sobre infraestructura vial, aparte de este problema el distrito presenta una mala pavimentación en la avenida Tomas Valle una de las principales avenidas de Lima Norte, se extiende por 32 cuadras de este a oeste entrelazando las jurisdicciones de San Martín de Porres, Independencia, Los Olivos y Callao.

La finalidad sobre esta investigación es evaluar y mejorar la pavimentación de la vía utilizando el Sistema Bitufor, esto debido a la gran afluencia de vehículos pesados en ambos sentidos transportando cargamento pesado, dicha avenida brinda acceso y salida al distrito del Callao en el cual se encuentra el principal puerto del país llamado oficialmente el Terminal Portuario del Callao en donde llegan los buques portacontenedores conteniendo cientos de contenedores. Estos contenedores son transportados por la avenida Tomas Valle que es una vía que conecta a la carretera Panamericana Norte el cual da acceso a norte y sur proporcionando un escape rápido para la entrega de la mercadería, esta actividad es la principal causa de las fallas en la pavimentación.

Todo lo mencionado anteriormente, observamos que el **problema general** es determinar ¿Cuál es la influencia que tiene el sistema Bitufor sobre las evaluaciones del pavimento flexible en la avenida Tomas Valle - Lima 2020?, por otro lado, los **problemas específicos** a tratar son: ¿Cuál es la incidencia del sistema Bitufor en la evaluación superficial en la pavimentación de la avenida Tomas Valle - Lima 2020?, ¿De qué manera incide el sistema Bitufor en la evaluación por tensión en la pavimentación de la avenida Tomas Valle - Lima 2020?, ¿En qué aspecto incide el sistema Bitufor en la evaluación por compresión en la pavimentación de la avenida Tomas Valle - Lima 2020?.

La implementación de del Sistema Bitufor podrá ser justificados en diferentes aspectos los cuales se mencionan a continuación, **justificación social** dicha investigación es de importante relevancia para la sociedad ya que mejorara el pavimento flexible de este modo los usuarios viajaran de forma segura y cómoda, los resultados que arroje la investigación beneficiaran a conductores y personas

que circulan por la vía, la proyección social de esta investigación es en pro de contribuir y solucionar este problema, **justificación practica** ayudará a resolver un problema practico ya existente a vista de todos y tendrá trascendencia en otros problemas similares a nivel nacional, **justificación teoría** es lograr llenar algunos vacíos que puedan tener las personas en temas de infraestructura vial, pavimentación, los procesos constructivos del mismo, así como temas relacionados a la ingeniería vial, por ultimo **justificación metodología** enfocada a la evaluación del pavimento a través del Sistema Bitufor y por medio del sistema se implementa una nueva metodología sobre el diagnóstico en los pavimentos flexibles.

El objetivos general sobre esta evaluación será determinar la influencia del Sistema Bitufor para mejorar las evaluaciones del pavimento flexible en la avenida Tomas Valle - Lima 2020, también los **objetivos específicos** tales como: Indicar el estado en que se encuentra el pavimento flexible realizando una evaluación superficial en la avenida Tomas Valle - Lima 2020, Analizar las incidencias aplicando el Sistema Bitufor en la evaluación por tensión en la pavimentación de la avenida Tomas Valle - Lima 2020., Determinar las incidencias aplicando el Sistema Bitufor en la evaluación por compresión en la pavimentación de la avenida Tomas Valle - Lima 2020.

Por último, pondremos a prueba nuestra **hipótesis general** la cual es si el sistema Bitufor influye positivamente en las evaluaciones del pavimento flexible en la avenida Tomas Valle - Lima, 2020., así mismo determinar las **hipótesis específicos** tales como: EL Sistema Bitufor incide positivamente a la hora de evaluar superficialmente el pavimento flexible en la avenida Tomas Valle - Lima 2020., El Sistema Bitufor incide positivamente en la evaluación por tensión del pavimento flexible en la avenida Tomas Valle - Lima 2020., El Sistema Bitufor incide positivamente a la evaluación por compresión del pavimento flexible en la avenida Tomas Valle - Lima 2020..

En efecto, el Sistema Bitufor está siendo utilizado para la evaluación del pavimento flexible, donde se pondrá a prueba en las fallas que pueda presentar.

II. MARCO TEÓRICO

Yarango (2014), luego de su investigación para obtener el título profesional de ingeniero civil, titulado *Rehabilitación de la carretera de acceso a la Sociedad Minera Cerro Verde (S.M.C.V) desde la prog. km 0+000 hasta el km 1+900, en el distrito de Uchumayo, Arequipa, Arequipa. Empleando el sistema bitufor para reducir la reflexión de grietas y prolongar la vida útil del pavimento*. Tuvo como **objetivo** implementar el procedimiento Bitufor como una opción económica para aplazar la reflexión de grietas y alargar la vida eficaz en los pavimentos asfálticos, también se pudo analizar las pruebas para su apreciación visual y estructural. Fue un estudio de **tipo** aplicada y experimental, su **población** fue la calzada de entrada a la Sociedad Minera Cerro Verde, la **muestra** fue la progresiva km 0+000 hasta el km 1+900, el **instrumento** fue la recolección de datos. Los **resultados** de la apreciación de deflexión anteriormente del refuerzo tenemos deflexiones de 60.41 y 65.01 x 10⁻² mm, que pertenece al carril derecho e izquierdo correspondientemente, luego del refuerzo han sido aminorados a 47.59 y 44.05x10⁻² mm, que están por debajo de la deflexión admisible aventajando a la deflexión admisible de 59.44x10⁻² mm, por lo cual se puede determinar que la serviciabilidad del pavimento está asegurada hasta los siguientes 10 años. Finalmente se **concluyó** que el procedimiento Bitufor genera al pavimento asfáltico una vida útil de 18 años el cual es mucho mayor a la vida fructífera de un pavimento asfáltico normal cuya vida útil es de 10 años.

Reyes y Zamora (2018), luego de su investigación para obtener el título profesional de ingeniero civil, titulado *Diseño del pavimento flexible utilizando el sistema bitufor como medida sustentable en la carretera costanera Huanchaco – Santiago de Cao, La Libertad*. Tuvo como **objetivo** diseñar un pavimento flexible usando el procedimiento Bitufor de esta forma hacer más sustentable la calzada costanera Huanchaco – Santiago de Cao, La Libertad. Fue un estudio de **tipo** aplicada y experimental, su **población** fue la calzada costanera Huanchaco – Santiago de Cao, La Libertad. su **muestra** solo fue desde las progresivas km 8+540 – km 9+540 y el **muestreo** fue estudio de tráfico IMDA con un total de 1055 vehículos por día; para el **instrumento** se utilizó el conteo de vehículos. Los

resultados obtenidos se determinó una disminución del 20% (2cm), ahorrando el 9.34% en el material de la mezcla de asfalto en caliente que compone la carpeta de rodadura, el desplazamiento y los esfuerzos del pavimento se ven reducidos con la utilización del Sistema Bitufor, donde los espesores quedaron en 0.10, 0.25 y 0.30m de carpeta de rodadura, base y sub-base respectivamente, agregando al medio la carpeta de rodadura y la base, la malla metálica Mesh Track y una capa de slurry seal (lechada asfáltica). Finalmente se **concluyó** que la carretera tiene en mal estado su carpeta de rodadura, con hueco longitudinales y transversales a nivel de su base granular, esto debido al tráfico de vehículos y las inclemencias del clima.

Estrada (2017), luego de su investigación para obtener el título profesional de ingeniero civil, titulado ***Estudio y análisis de desempeño de mezcla asfáltica convencional PEN 85/100 Plus y mezcla asfáltica modificada con polímero tipo SBS PG 70-28***. Tuvo como **objetivo** estudiar y evaluar el desempeño de una mezcla asfáltica convencional PEN 85/100 Plus con otra mezcla asfáltica modificada con polímero de tipo SBS PG 70 – 28 en la cual se determina cuál de las dos mezclas presenta mejor desempeño, su **población** fueron 40 briquetas, la **muestra** fue 20 briquetas para una mezcla asfáltica convencional y otras 20 briquetas para una mezcla asfáltica modificada con el polímero y el **muestreo** fue no probabilístico; el **instrumento** los ensayos realizados en laboratorio. Los **resultados** obtenidos que este ligante asfáltico cumple con los requisitos establecidos por el SUPERPAVE para un grado de desempeño (PG) a baja temperatura de -28 °C, valor que se encuentra por debajo de las temperaturas mínimas extremas que se presentan en nuestra zona de estudio, en la siguiente tabla se pueden observar los resultados obtenidos en el reómetro de viga en flexión (BBR). Finalmente se **concluyó** que, en las pruebas de laboratorio realizadas a ambos materiales, podemos decir que el asfalto modificado con polímero, debido a su alta estabilidad puede ser sometido a una carga máxima mayor que el asfalto tradicional.

Díaz (2014), su investigación para obtener el título profesional de ingeniero civil, titulado ***Evaluación de la metodología PCI como herramienta para la toma de decisiones en las intervenciones a realizar en los pavimentos flexibles***. Tuvo

como **objetivo** explicar una matriz donde se ofrece actividades de rehabilitación y mantenimiento en los pavimentos flexibles de Colombia basándonos en los resultados que arrojó al usar la metodología de auscultación VIZIR. Fue un estudio de **tipo** correlacional, la **población** de esta investigación fue las vías secundarias y terciarias de Colombia, la **muestra** fueron el mal estado del pavimento en las vías secundarias y terciarias y el **muestreo** fueron las fallas en la pavimentación; el **instrumento** empleado fue la metodología PCI. Los **resultados** de esta investigación en las matrices vistas se pudieron apreciar que la PCI es más estricta de la VIZI, así mismo se observó que la metodología PCI recolecta los daños puntuales que la metodología VIZIR no logra reconocer. Finalmente se **concluyó** que las matrices de rehabilitación de la metodología VIZIR y PCI comparten semejanzas de hecho significativas con relación a conceptos y procedimientos en la Guía Metodológica de Rehabilitación de Pavimentos Asfálticos del INVIAS.

Pardo y Canata (2014), luego de su investigación, titulada ***Malla metálica para la reflexión de grietas en recapados asfálticos.*** Tuvo como **objetivo** ejecutar un estudio de comparación sobre el sistema propuesto y algunos sistemas Sami conocidos a fin de poder autorizar el uso y comprobar el comportamiento ante el decrecimiento de la cuantía de la malla metálica. Fue un estudio de **tipo** aplicada y experimental, la **población** fueron la implementación con las mallas de acero en las carreteras, las **muestras** fueron los ensayos realizados y el **muestreo** fueron las vigas que contenían las mallas; el **instrumento** empleado fue la máquina de tracción. Los **resultados** se centran en la fuerza de tracción que genera la rotura sobre la probeta, en las mallas realizadas con geotextil esta fuerza se incrementó en un 24 % de aquellas probetas que se confeccionaron sin armadura, a las que aplicó malla de poliéster la fuerza se incrementó un promedio de 62 % y las que se confeccionaron con malla metálica la fuerza incrementó sobre un 75 %. Finalmente se **concluyó** que la obtención de resultados en los ensayos se observa efectivamente a las mallas metálicas como las geogrillas interpuestas como sistema SAMI detienen, así como minimiza en gran parte las apariciones de las grietas reflejadas en recapados de asfálticos.

Orellana, Peña y Perez (2015), luego de su investigación para obtener el título profesional de ingeniero civil, titulada ***Propuesta de diseño y proceso constructivo de lechada asfáltica en el mantenimiento de obras viales en el Salvador.*** Tuvo como **objetivo** proponer el diseño y desarrollo constructivo aplicando la lechada asfáltica y como el mantenimiento de vías. Fue un estudio de **tipo** aplicativa y experimental, la **población** de estudio fue El Salvador, su **muestra** fue las vías del país, el **muestreo** fue utilizar fue la lechada asfáltica (Slurry Seal); el **instrumento** a utilizar fue maquinarias calibradas. Los **resultados** del ensayo de viscosidad Saybol Furol (ASTM D7496 y D88) a una temperatura de 25 °C, la viscosidad Saybol Furol (s) la 1° lectura fue de 26.84, 2° lectura fue de 26.15 y 3° lectura fue de 25.39, el factor de corrección de la galería la 1° lectura fue de 1.00, 2° lectura fue de 1.00 y 3° lectura fue de 1.00, la viscosidad Saybol Furol corregido (s) la 1° lectura fue de 26.84, 2° lectura fue de 26.15 y 3° lectura fue de 25.39, luego su promedio de la viscosidad fue de 26.31 siendo aceptable. Finalmente se **concluyó** que, al usar micro pavimentos, como un proceso de mantenimiento vial, colaborando de este modo al mejoramiento de la superficie de rodadura, siempre y cuando en estas se apliquen la técnica, que sean preparadas adecuadamente y se tengan presente los cuidados necesarios en el proceso constructivo.

Rodríguez, Thenoux y Gonzales (2013), luego de su investigación presentado en la Revista de la Construcción, titulada ***Evaluación probabilística del agrietamiento de pavimentos asfálticos en carreteras en Chile.*** Tuvo como **objetivo** de unir la posibilidad en la predicción del modelo de agrietamiento estructural. Fue un estudio de **tipo** aplicativa y experimental, la **población** fue las calzadas de Chile, la **muestra** 68 caminos chilenos y el **muestreo** el agrietamiento de los pavimentos; los **instrumentos** empleado fue de tipo probabilísticos. Los principales **resultados** dieron a conocer que las grietas estructurales ICA presentaron 6 grupos de caminos entre ellos tenemos: camino STANM en el cual el agrietamiento se da de 0 - 8 años, camino CTANA en el cual el agrietamiento se da de 1 a 9 años, camino CTMNB en el cual el agrietamiento se da de 0 a 12 años, camino NTMNM en el cual el agrietamiento se da de 4 a 16 años, camino STMNM en el cual el agrietamiento se da de 2.9 a 12.9 años, camino CTBMN en el cual el agrietamiento se da de 5.5 a 9.5 años. Finalmente se **concluyó** que este estudio

da a conocer expresiones las cuales pronostican el agrietamiento empleando las categorías de densidad de probabilidad, esto depende la gravedad del daño y para redes homogéneas de las carreteras que clasifican por la localización geográfica, como el modelo tránsito, así como la cabida estructural.

Vargas, Jiménez et al. (2017), luego de su investigación, titulado ***La geomalla como elemento de refuerzo en pavimentos flexibles***. Tuvo como **objetivo** de estudio fortificar y optimizar el cual mejora el comportamiento del pavimento. Fue un estudio de **tipo** observacional, la **población** para el estudio fue carreteras de Guayaquil, su **muestra** fue el pavimento flexible y el **muestreo** son las geomallas utilizadas; los **instrumentos** utilizados fueron las pruebas que se utilizan para definir pavimentos con geomallas. Los principales **resultados** en las pruebas indicaron que lo más apropiados es usar los métodos de dimensionamiento, como el método AASHTO. Finalmente se **concluyó** que en los trabajos que se ejecutan en las vías se desea que la estructura del pavimento presente la una capacidad de recepción con las cargas dinámicas que se aplican y que puedan cumplir con su vida útil, por lo tanto al usar varios métodos para el diseño se basan primordialmente en otorgar espesor a las capas que ayudan a la estructura de los pavimentos, las cargas superficiales también se convierten en esfuerzos dentro de las capas inferiores de los pavimentos el cual a su vez tiene que ser dirigida a la estructura del pavimento.

Jiménez, Sibaja y Molina (2009), luego de su investigación, titulado ***Sellos de lechada asfáltica “Slurry Seals” en Costa Rica, conceptos, ensayos y especificaciones***. Tuvo como **objetivo** otorgar un soporte técnico para relacionar con los conceptos teóricos y prácticos, de utilizar los sellos de lechada asfáltica “Slurry Seals”. Fue un estudio de **tipo** aplicativa experimental, su **población** fue Costa Rica, la **muestra** de la investigación fue la red vial y su **muestreo** la lechada asfáltica Slurry Seals; los **instrumentos** a usar fueron los diferentes tipos de ensayo. Los **resultados** de este estudio son al momento de aplicar los sellos, dependerán del estado de avería, los tipos de avería son: desprendimiento de partículas, agregados pulidos, oxidación de la superficie, agrietamiento, exudación y superficie lisa los resultados fueron efectivos, para los de tipo de deterioro

ahuellamiento y daño por humedad fueron no efectivo. Finalmente se **concluyó** que para la mejora del pavimento se evalúa las alternativas de preservación priorizando sus características en el pavimento, a través del uso de equipos y técnicas que resulten más eficientes.

Souliman, Hajj and Sebaaly (2012), in their research *Effectiveness of simple and sequential applications of mud seals on asphalt pavements in the Truckee grassland region*. The main **objective** estimating field performance of asphalt pavements using grout applications. It was an experimental application **study**; the **instruments** to use was the PCI method. The **results** the results reveal the right time to use the grout on a newly built pavement is when it reaches a PCI 87, 88 and 90 for arterial, collector and residential roads, respectively, and for application. Overlapping pavement grout seal is when the grout seal is applied in PCI 85, 86 and 87 for arterial, collector and residential roads. The **study highlights** that when using the asphalt grout after one year of having built the asphalt cricket, it is beneficial for the users as well as in the cost benefit ratio for the agency.

El resultado del estudio indica que el óptimo momento para aplicar la lechada asfáltica simple en un pavimento construido es cuando el PCI aplica de 87,88 y 90 para carreteras arteriales, colectoras y residenciales, y para pavimentos superpuestos es cuando el PCI es de 85, 86 y 87 para carreteras arteriales, colectoras y residenciales.

Sri, Bambang and Bagus (2013), in their investigation, entitled *Geogrid as asphalt pavement reinforcement*. The main **objective** of this study is to analyze the effect of stress on the useful life of the asphalt pavement layer; the contribution of the density of asphalt concrete to the modulus of elasticity; and the product of the initial stress and the location of the geogrid in the asphalt pavement layer on its possibilities to tolerate fatigue due to repetitive loads. This studio is an applicative and experimental **study**; the **instruments** to use was a fatigue apparatus. The **results** of the investigation is that the initial strain of the geogrid in the ACWC fatigue test in Figure 6, the influence of the initial strain of the geogrid on the number of load cycles on the strain is 500 $\mu\epsilon$, and in Figure 7, the Influence of the initial geogrid

strain on the number of load cycles on the strain is 600 $\mu\epsilon$. The **study highlights** that the higher the tension that occurs in the ACWC layer, the useful life of the ACWC layer decreases linearly according to the equation $y = -268.39x + 193,599$, the density of ACWC affects the properties of the elastic modulus according to the parabolic equation $y = -26,479x^2 + 120,396x - 134,792$.

El resultado del estudio indica que la deformación inicial de la geomalla resulta que en la prueba de fatiga de ACWC en la figura 6 influencia de la deformación inicial de la geomalla debido al número de ciclos de carga en la deformación de tensión es 500 $\mu\epsilon$, y en la figura 7 la Influencia de la deformación inicial de la geomalla por medio del número de ciclos de carga en la deformación de tensión es 600 $\mu\epsilon$.

Ujval, Pradip and Mansukh (2015), in their research entitled ***A review on structural evaluation of flexible pavements using falling weight deflectometer***. This research aimed to **provide** consistent, high-quality material stiffness data for empirical-mechanical pavement design. This research is an observational **study**; **instruments** used descending weight deflectometers (FWD) or heavy weight deflectometer (HWD). The main **results** of the study are useful for quantifying new and old pavement and additional old pavement also classified as necessary reinforcement or rehabilitation. Therefore, performance-based evaluation is possible with the use of the FWD application without the need to verify material ownership. The **study highlights** that the Benkelman beam has been widely used in India and in several other countries for the structural evaluation of pavements in service, other more versatile equipment is now available, including the Deflectometer.

El resultado del estudio nos permite cuantificar el pavimento nuevo y antiguo más el pavimento antiguo adicional de este modo clasificar si necesita refuerzo o rehabilitación, la evaluación de un pavimento basada en el rendimiento es posible usando la aplicación FWD sin la necesidad de verificar las propiedades de los materiales.

Ahora, daremos a conocer las teorías relacionadas con el tema, brindando conceptos más claros y precisos de nuestras variables, dimensiones e indicadores, como también mencionar información acerca del pavimento cubriendo algunos aspectos de ellos, a continuación, se detalla las teorías y/o conceptos que se emplean en esta investigación.

En la *historia de los pavimentos* “las evidencias datan de hace seis mil años atrás en la zona de Cáucaso y la zona del Golfo Pérsico, que estos siendo caminos para vehículos con ruedas se dotaron de gradientes más adecuadas, con superficies más lisas y de mayor ancho”.⁴

Desde los tiempos más antiguos los humanos tuvieron la implacable necesidad de realizar caminos para trasladar personas y mercadería, las evidencias encontradas en el Cáucaso y el Golfo Pérsico lo afirman, estas carreteras fueron dotadas de diferentes elementos para mantener su vida funcional óptima.

Ahora, en los *tiempos modernos definen que* “el pavimento está conformado por diversas capas construidas encima de la subrasante del camino para oponer y repartir los esfuerzos originales por los vehículos, así como mejorar la calidad en seguridad y comodidad para el tráfico. Podemos decir que está conformada por una capa de rodadura, base y subbase”.⁵

La estructura del pavimento es conformada casi siempre por tres capas, dicha estructura tiene como misión resistir las cargas inducidas por los vehículos, así como de distribuir las, de este modo el pavimento proporciona una adecuada circulación, mejorando la seguridad y brindando un tránsito placentero.

Los pavimentos están divididos en diferentes tipos (flexibles, semirrígidos y rígidos), la investigación evalúa el *pavimento flexible*, “conformada por capas granulares (subbase, base) y por una capa de rodadura la cual está conformada con materiales

⁴ (MENÉNDEZ, 2012 pág. 10)

⁵ (MINISTERIO DE ECONOMIA Y FINANZAS, 2015 pág. 13)

bituminosos como aglomerantes, agregados y, en algunos casos conformada por aditivos”.⁶

Un pavimento flexible está conformado por diferentes capas, además conformada por una capa de rodadura llamada carpeta asfáltica, esta capa presenta un color oscuro debido a los materiales en su construcción, esta capa es la responsable de la circulación de los vehículos ofreciéndoles seguridad y confort en sus recorridos.

Ahora definiremos la variable independiente en nuestra investigación. *Evaluación del pavimento*, la cual “contribuye a la obtención de datos de su estado en el momento en que se ejecutan, brinda información vital para construir la experiencia del organismo, ayuda a la permanente mejora en los aspectos de diseño y en la construcción de los pavimentos nuevos o en el transcurso de rehabilitación”.⁷

Los pavimentos requieren ser evaluados constantemente, de este modo los encargados del monitoreo de la estructura podrán estar al tanto de su comportamiento, analizando las posibles fallas que se presentaran, un adecuado monitoreo del pavimento será de gran importancia a corto y largo plazo.

Evaluación de pavimentos la podemos denominar como “condición superficial, mediante mediciones de rugosidad, la resistencia al patinaje y mediante una inspección visual que permite ver las fallas superficiales como estructurales”.⁸

El proceso de evaluar los pavimentos es revisar diferentes aspectos de la estructura, empezamos desde la evaluación superficial calificando desde un inicio la carpeta de rodadura, identificando las fallas posibles, luego evaluamos la capa que conforman la estructura del pavimento para dar un resultado detallado.

⁶ (MINISTERIO DE ECONOMIA Y FINANZAS, 2015 pág. 14)

⁷ (MENÉNDEZ, 2012 pág. 270)

⁸ (VIVAR, 1995 pág. 191)

La evaluación de pavimentos es una herramienta que es utilizada para determinar o clasificar el grado de confort de la vía, esto es una obtención promedio del estado del pavimento.⁹

Los pavimentos son estructuras que cumplen una función muy importante de facilitar el traslado de personas y mercadería por medio de los vehículos, y para que cumpla al cien por ciento con este trabajo tiene que estar en constante evaluación para observar las fallas que presentan o posibles fallas a futuro.

Ahora definiremos la primera dimensión de nuestra variable independiente. *Evaluación superficial* por ende “se basa en describir las fallas, indicando los niveles de severidad de tal modo que cuantifique los daños estableciendo un rating de daños”.¹⁰

Esta evaluación es para observar las fallas o deformaciones en la carpeta asfáltica, de este modo hacen un balance de los tramos afectados y considerar si su magnitud y severidad estas afectados, para que al final hacer un resumen indicando los resultados de las evaluaciones previamente realizadas.

Podemos decir sobre la *evaluación superficial* que “es un complemento de la evaluación estructural por medio de las mediciones de las deflexiones con equipos. Por ello, en diversos casos deben de realizarse algunas calicatas, sondeos, muestreos y ensayos en laboratorio para afirmar las hipótesis cuestionadas de la evaluación superficial”.¹¹

Para la medición de deflexiones complementa a la evaluación superficial de pavimentos, es necesario realizar otros ensayos y obtención de muestras las cuales serán llevadas a los laboratorios para su respectivo análisis, los resultados obtenidos en campo serán cotejados con los de laboratorio.

⁹ (VIVAR, 1995 pág. 191)

¹⁰ (VIVAR, 1995 pág. 192)

¹¹ (MINISTERIO DE TRANSPORTE Y COMUNICACIONES, 2014 pág. 171)

Por último, *evaluación superficial* “brinda una definición exacta del estado de la carretera y del entorno a ella, este entorno es todas las obras adicionales respecto con el pavimento y que de manera directa o indirecta afectara el confort y su seguridad de las personas que transitan”.¹²

Esta evaluación inspecciona toda la carretera y sus alrededores, constatando y monitoreando las posibles fallas o deformaciones que pueda presentar el pavimento, ocasionando malestares a las personas que circulan y poniendo en riesgo su seguridad.

Ahora definiremos la segunda dimensión de nuestra variable independiente. *Tensión*, “es una magnitud que mide en los sólidos las tensiones internas que pueden presentar y que su unidad de medida es en pascales, newton”.¹³

Es una magnitud física que puede ser medida, estas tensiones ocurren a causa de fuerzas que tienden a jalar al sólido.

La *tensión* es la presión que hay en el interior de los sólidos, esto se debe a que están sometidos a algún tipo de esfuerzo esfuerzos.¹⁴

Los cuerpos están sometidos a fuerzas en toda su superficie, dichas cargas someten al cuerpo a esfuerzos provocando tensiones.

La *tensión* “es consecuencia de que fuerzas opuestas, provocando en un cuerpo un alargamiento”.¹⁵

observar que la tensión alarga a los cuerpos debido a fuerzas que se oponen, este alargamiento dependerá mucho del material del que esta hecho el cuerpo, algunos pondrán más resistencia a la tensión que otros.

¹² (MONTEJO, 2002 pág. 508)

¹³ (REAL ACADEMIA ESPAÑOLA , 2019)

¹⁴ (REAL ACADEMIA ESPAÑOLA , 2019)

¹⁵ (REAL ACADEMIA ESPAÑOLA , 2019)

Ahora definiremos la tercera dimensión de nuestra variable independiente.

Compresión, “es cuando un cuerpo está sometido a fuerzas opuestas las cuales disminuyen su volumen”.¹⁶

Podemos apreciar que la compresión tiende a disminuir el volumen de un cuerpo, esto se debe por la acción de cargar presentes en el cuerpo del sólido.

Compresión, “aquel esfuerzo interno que se genera por la aplicación de dos fuerzas las cuales actúan en forma opuesta una de la otra.”¹⁷

Todo cuerpo está sometido de alguna manera a algún tipo de fuerzas, muchas de esas fuerzas tienden a comprimir al sólido o cuerpo, esto se ve reflejado en una disminución de su volumen.

Compresión, fenómeno físico que consiste en hacer que un cuerpo reduzca su volumen a causa de estar afectada por dos fuerzas distintas.¹⁸

La compresión afecta a los cuerpos reduciendo su volumen, esto depende mucho del material del que está conformado el cuerpo, habrá cuerpos que toleren más a la compresión que otros.

Ahora definiremos el primer indicador de nuestra variable independiente. *Evaluación visual método PCI*, es por la cual “la calidad del pavimento se expresa en términos sobre el Índice de Condición de Pavimento (PCI) que su escala va de 0 a 100, donde el índice 0 se refiere que una condición no y el índice 100 es el perfecto estado”.¹⁹

¹⁶ (REAL ACADEMIA ESPAÑOLA , 2019)

¹⁷ (BARRETO, y otros, 2019 pág. 2)

¹⁸ (DEFINICION MX, 2020)

¹⁹ (MENÉNDEZ , 2012 pág. 278)

Podemos apreciar que el método PCI tiene escalas de 0 a 100, en donde 0 recibe una calificación tipo falla y 100 recibe una calificación tipo excelente, con este método se evalúa a pavimentos flexibles como rígidos.

El *método PCI* “es una escala numérica que va de 0 en pavimentos con fallas a 100 con pavimentos en excelentes condiciones. Este método del PCI se calcula en base de los resultados obtenidos de una evaluación visual de la superficie del pavimento observando los tipos de anomalías”.²⁰

Como podemos apreciar el método PCI evalúa el pavimento por medio de un control visual sobre la carpeta de rodadura, verificando si tiene algunas irregularidades, este método tiene escalas de medición, si presenta una calificación de 0 el pavimento está pésimo y si presenta una calificación de 100 el pavimento está en un estado excelente.

La evaluación visual para los pavimentos por el *método PCI* nos indica que “está conformada por un rango numérico el cual está comprendido desde cero (0), en pavimentos de mala calidad, hasta cien (100) en pavimentos en perfectas condiciones”.²¹

Este método evalúa el pavimento y su entorno, tiene una escala que va de cero (0) hasta cien (100), cero (0) pavimento en mal estado y cien (100) pavimento en perfectas condiciones. Mostramos una tabla con la escala del método PCI.

²⁰ (UNIVERSIDAD MAYOR DE SAN SIMON , 2004 pág. 380)

²¹ (VÁSQUEZ , 2002 pág. 2)

Tabla 1. *Escala del Método PCI*

| RANGO | CLASIFICACIÓN |
|--------------|----------------------|
| 100 - 85 | Excelente |
| 85 - 70 | Muy Bueno |
| 70 - 55 | Bueno |
| 55 - 40 | Regular |
| 40 - 25 | Malo |
| 25 - 10 | Muy Malo |
| 10 - 0 | Fallado |

Fuente: Paviment Condition Index (PCI)²²

Ahora definiremos el segundo indicador de nuestra variable independiente.

Resistencia a la tensión, “es cuando un cuerpo está sometido a una fuerza máxima antes de su ruptura”.²³

Someter a un cuerpo a fuerzas opuesta incrementa la tensión, estas fuerzas son aplicadas en los extremos de los cuerpos, estas tensiones aplicadas al pavimento provocan deformaciones las cuales producen desplazamientos.

Resistencia a la tensión, “es cuando un material resiste una tensión máxima sometido por una carga que lo estira antes de romperse”.²⁴

El pavimento es un cuerpo que está sometido a tensiones por las cargas de los vehículos, estas cargas pueden ser repetitivas, si el pavimento no está bien construido estas cargas podrán romper su superficie.

²² (VÁSQUES, 2002)

²³ (CONECBAND, 2017)

²⁴ (TESAURO, 2013)

Resistencia a la tensión “es la capacidad de un cuerpo para resistir las deformaciones cuando se le aplican cargas que lo tienden a separar”.²⁵

Para que un cuerpo sea sometido a tensión debe de existir fuerzas que jalan hacia afuera en sentidos opuestos, en los pavimentos las tensiones las generan las ruedas de vehículos.

Ahora definiremos el tercer indicador de nuestra variable independiente.

Resistencia a la compresión, “se realiza para poder determinar las propiedades de un material frente a una sollicitación axial, estas cargas pretenden comprimir la probeta”.²⁶

Con ello podemos realizar un mejor análisis de las propiedades de los materiales sometidas a compresión debido a cargas axiales y la cual comprime el espécimen, del mismo modo que las cargas de tráfico comprimen al pavimento.

Resistencia a compresión, “por medio de cargas externas se puede determinar las propiedades de un material o ya bien sea su comportamiento”.²⁷

La resistencia a la compresión nos ayuda o brinda información valiosa sobre el comportamiento de los diferentes solidos sometidos a estas fuerzas, de este modo podemos ver como se comportarán una vez ya estén en campo, con esto podemos simular como actúa un pavimento sometido a las cargas de tráfico.

Resistencia a la compresión, “es cuando se somete a un cuerpo a la acción de fuerzas en sentidos opuestos con el fin de comprimir al cuerpo o sólido”.²⁸

²⁵ (PARRA, 2018)

²⁶ (IBERTEST, 2020)

²⁷ (IBERTEST, 2020)

²⁸ (BARRETO, y otros, 2019)

Este ensayo mide la resistencia a la compresión debido a ello podemos ver que resistencia tiene a algunas fisuras que serían desfavorables dentro de la estructura del pavimento flexible.

Ahora la variable dependiente en nuestra investigación es el *Sistema Bitufor*, dicho sistema está conformado de dos partes, la primera parte conformada por una malla de acero hexagonal denominada *Mesh Track*, luego la segunda parte está conformada por una lechada asfáltica denominada *Slurry Seal*.

Definiremos cada uno de ellos, por lo tanto, la primera componente que definiremos será la malla hexagonal llamada *Mesh Track*.

La *malla Mesh Track* “está conformada de acero, sus celdas tienen forma hexagonal, a su vez fortalecida en sentido horizontal a espacios regulares con bandas de acero planas torsionadas que van tejidas con la malla para un agarre eficaz para así pueda distribuir la carga homogéneamente en toda la superficie”.²⁹

Esta malla proporciona un reforzamiento al pavimento garantizando una durabilidad y alargando su vida útil, mencionamos también que es una solución económica, por ellos la malla es de gran ayuda en los diseños de pavimentos.

La *malla Mesh Track* es un refuerzo trenzada duradera y sólida que fue desarrollado para proteger la capa de asfalto en camino de concreto, así como prevenir las deformaciones de la superficie.³⁰

Es una malla de acero duradera que proporciona fuerza y solides al pavimento, con ello se protege a la carpeta de rodadura de las fallas o deformaciones, de este modo su vía útil del pavimento se incrementa exponencialmente.

²⁹ (PRODAC, 2012 pág. 4)

³⁰ (GRUPPO BITUMI)

La *malla Mesh Track* es sólida para el refuerzo del pavimento pesados, están diseñadas para evitar los problemas de deformación y aumentar la flexibilidad sobre los pavimentos, así como para carreteras asfálticas fisuradas.³¹

Una vez más estas mallas demuestran que son sólidas y refuerzan al pavimento, en el pavimento evitan las deformaciones y dan más capacidad de flexibilidad, las podemos usar también ya en carreteras con fisuras.

Como el sistema está conformado por dos componentes definiremos cada uno de ellos, por lo tanto, la segunda componente que definiremos será la *lechada asfáltica o Slurry Seal*.

El *Slurry Seal* está formada de una “membrana elástica impermeable, compuesta por arena, cemento y emulsiones de betún modificado (betún, agua, elastómeros)”.³²

Este material es un impermeabilizante conformado por diferentes componentes, del mismo modo que la malla ayuda a las deformaciones del pavimento la lechada asfáltica absorbe las deformaciones entre capas.

El *Slurry Seal* “es una mezcla que está formada por emulsiones asfálticas, filler, agua, áridos, y si es necesario se puede usar aditivos.”³³

Su aplicación sobre la malla de acero ya una vez terminada la colocación de la misma, la lechada asfáltica debe ser fluida y que pueda ser extensible de ese modo cubre por completo la malla de acero, luego podemos colocar la nueva carpeta de rodadura asfáltica.

³¹ (BEKAERT)

³² (PRODAC, 2012 pág. 4)

³³ (URIBE, 2015 pág. 2)

El *Slurry Seal* “mix of aggregate, asphalt emulsions, additives and water are the ingredients to provide a suitable, this mixture spreads on the surface”.³⁴

La lechada asfáltica está formada de agregado, asfalto emulsionado, agua y aditivos adecuadamente distribuidos, mezclados y regados sobre la superficie totalmente preparada para esta actividad.

Ahora definiremos la primera dimensión de nuestra variable dependiente. *Características de la malla de acero Mesh Track* “la red de acero está hecha con alambres de acero protegida con una capa Bezinal (Zn + Al), esta capa aumenta las particularidades mecánicas y la hace más fuerte a la corrosión”.³⁵

Es una malla de acero que para mayor seguridad es revestida con Bezinal, este revestimiento brinda a la malla Mesh Track más resistencia a la corrosión, esto brinda más seguridad a la hora de usar este sistema ya que nos brinda garantía de durabilidad.

Características de la malla de acero Mesh Track “reduce las deformaciones de la superficie a un mínimo absoluto, absorbe las tensiones bajo el espesor de asfalto, inmoviliza el agregado de asfalto en las celdas de malla de acero (división – enclavamiento), proporciona una distribución de carga óptima e introduce resistencia de carga dinámica adicional a toda la estructura”.³⁶

Es una malla que ayuda a reducir las deformaciones, esto nos indica que la carpeta de rodadura se encontrara más llana, ayuda con las tensiones por con el impacto de los pesos provocadas por los coches, concentra agregados en las divisiones de las mallas y también ayuda a la distribución de las cargas en toda la estructura del pavimento.

Características de la malla de acero Mesh Track “controla las deformaciones en los pavimentos flexibles reduciéndolos a un mínimo aceptable, soporta las tensiones

³⁴ (VIRGINIA DEPARTMENT OF TRANSPORTATION)

³⁵ (PRODAC, 2012 pág. 3)

³⁶ (GRUPPO BITUMI)

sobre el asfalto en la parte baja de la capa, captura los áridos de asfalto en las celdas de la malla, brinda una adecuada distribución de los pesos proporcionando al pavimento una tenacidad superior a toda la estructura”.³⁷

Las características de las mallas serán casi las mismas, es por ello que tienen las mismas similitudes entre cada una de ellas podemos apreciar que la malla limita la deformación en el asfalto, las tensiones provocadas las absorbe, los áridos quedan atrapados en los compartimientos de la malla al mismo tiempo distribuye las cargas por toda la estructura.

Ahora definiremos la segunda dimensión de nuestra variable dependiente. *Viscosidad de la lechada asfáltica Slurry Seal* “es parte de los líquidos que brindan resistencia a fluir por ello es una característica física del material”.³⁸

Una lechada asfáltica es excelente para cubrir la malla de acero ya que es viscosa y se expande lentamente, es decir que se caracteriza por su resistencia a fluir.

Viscosidad de la lechada asfáltica Slurry Seal “con ello se puede diferenciar a los líquidos por ende sus características y los definimos como el esfuerzo de corte entre la velocidad de deformación por corte”.³⁹

La viscosidad es una propiedad de los fluidos, es decir la resistencia que tienen alguno de estos al momento de fluir, en el caso de la lechada asfáltica o Slurry Seal presenta las mismas condiciones de viscosidad.

Viscosidad de la lechada asfáltica Slurry Seal esto nos indica que determina la fluidez en los asfaltos a temperaturas que se puedan utilizar al momento de su aplicación.⁴⁰

³⁷ (BEKAERT)

³⁸ (MINAYA, y otros, 2006 pág. 50)

³⁹ (MINAYA, y otros, 2006 pág. 51)

⁴⁰ (UNIVERSIDAD MAYOR DE SAN SIMON , 2004 pág. 48)

La viscosidad de los asfaltos puede presentarse a diferentes temperaturas, estas temperaturas serán de acuerdo al uso que requieran en el diseño o mantenimiento de los pavimentos por lo cual su aplicación adecuada beneficia a la estructura del pavimento.

Ahora definiremos el indicador de nuestra primera dimensión de la variable dependiente. *Módulo de elasticidad* “todo material presenta un módulo de elasticidad también se le conoce como el módulo de Young el cual nos indica que tan rígido puede ser un material”.⁴¹

El módulo de elasticidad está caracterizado por indicar la rigidez de cada material, también llamado módulo de Young.

Módulo de elasticidad es una inclinación de la recta que se relaciona por medio del esfuerzo y la deformación.⁴²

Esto nos indica la conexión que existe en esfuerzo y deformación, de acuerdo a esto cuando hay un incremento en el esfuerzo originando un aumento proporcional de la deformación.

Módulo de elasticidad es un “diagrama de esfuerzo – deformación en gran parte para materiales que son utilizados en ingeniería, presenta una conexión lineal entre el esfuerzo y la deformación dentro del área elástica”.⁴³

Existe una relación entre esfuerzo y deformación para gran parte de los materiales utilizados en ingeniería, todo esto recibe el nombre de módulo de elasticidad esto ocurre dentro de la región elástica.

Ahora definiremos el indicador de nuestra segunda dimensión de la variable dependiente. *Viscosidad Saybolt Furol* es el tiempo corregido en segundos, que se

⁴¹ (SALAZAR, 2007 pág. 40)

⁴² (PYTEL, y otros, 2015 pág. 31)

⁴³ (BARRETO, y otros, 2019 pág. 90)

tarda en fluir 60 ml de una muestra por medio de un orificio de tipo Furol que esta calibrado, a condiciones idóneas.⁴⁴

El Saybolt Furol es de gran importancia y nos ayuda a determinar la viscosidad de la lechada asfáltica, lo utilizamos para tener datos de la consistencia de las emulsiones asfálticas y a su vez ayuda a mejorar los trabajos de imprimación.

Viscosidad Saybolt Furol “determina la viscosidad de la lechada asfáltica por medio de un viscosímetro Saybolt-Furol que tiene un orificio que se encuentra calibrado para esta tarea”.⁴⁵

Por medio de Saybolt Furol medimos en la lechada asfáltica su viscosidad a través de un instrumento llamado viscosímetro que para que otorgue excelentes resultados tiene que estar calibrado.

Viscosidad Saybolt Furol, con él se puede determinar la viscosidad o su consistencia de las emulsiones asfálticas a través de un viscosímetro Saybolt Furol. [...] se realiza a una temperatura de 25°C o 50°C.⁴⁶

Para observar si una emulsión asfáltica tiene buena consistencia es necesario realizar la prueba de Saybolt Furol, por medio de esto nos indica que tan buena se encuentra la viscosidad, manteniendo a una temperatura entre 25°C y 50°C.

⁴⁴ (ALBORNOZ, 2014 pág. 130)

⁴⁵ (ELIZONDO, y otros, 2019 pág. 22)

⁴⁶ (MINISTERIO DE TRANSPORTES Y COMUNICACIONES , 2017 pág. 510)

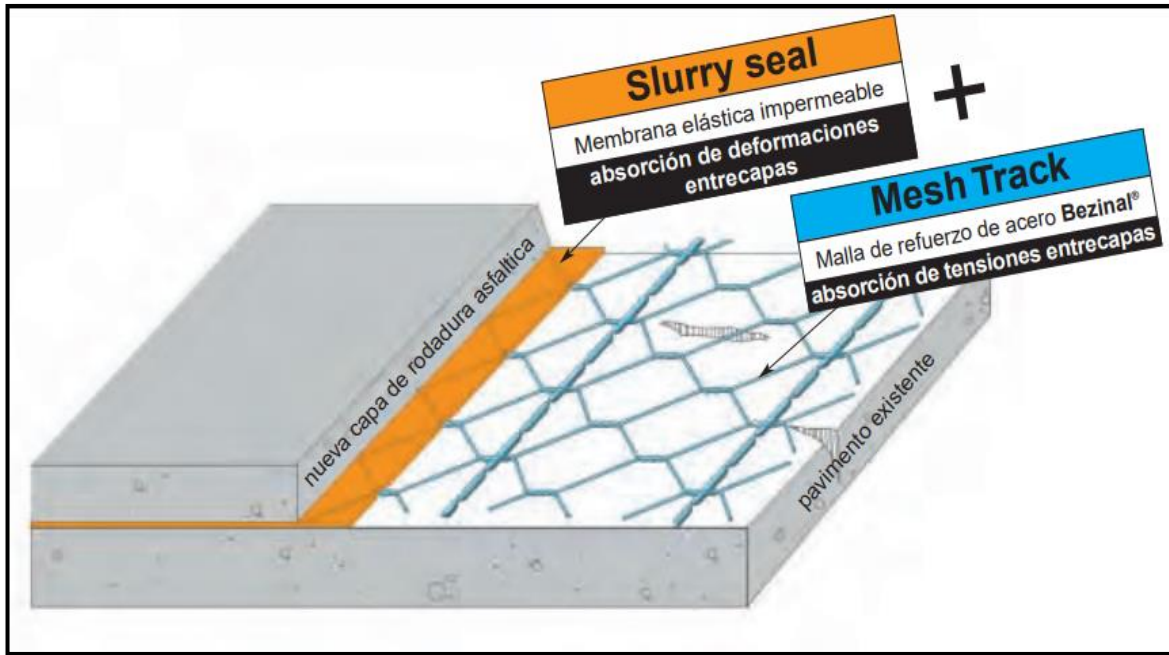


Figura 1: Sistema Bitufor

Fuente: Bekaert⁴⁷

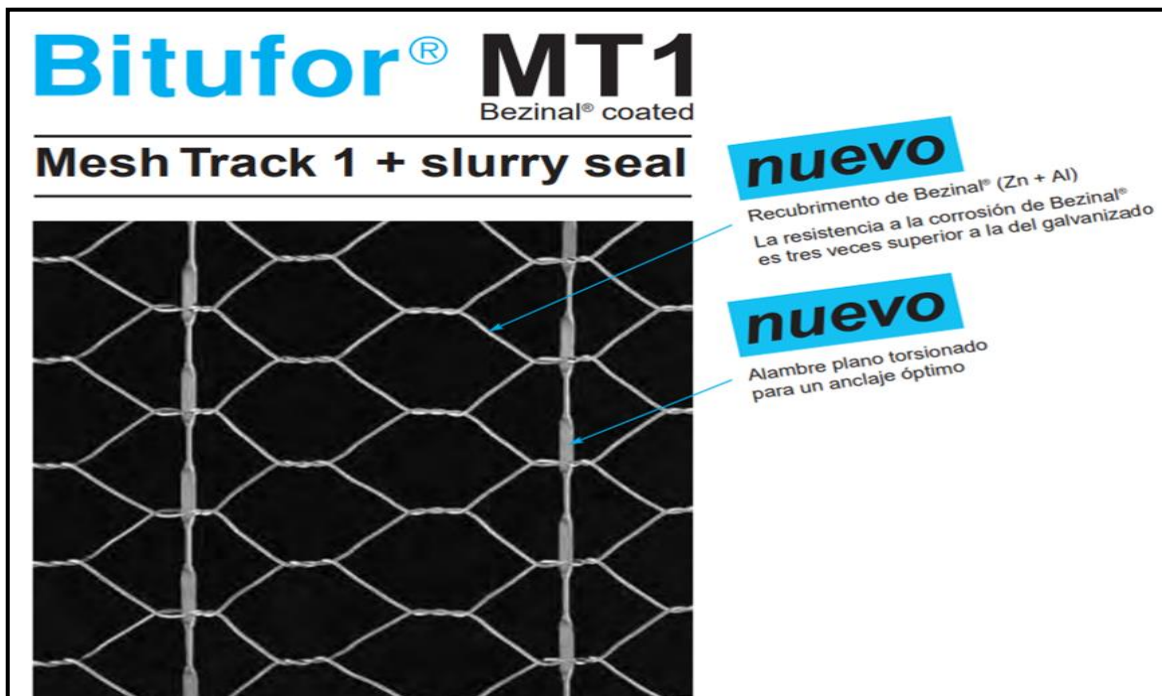


Figura 2: Malla Mesh Track + Slurry Seal – MT1

Fuente: Bekaert⁴⁸

⁴⁷ (BEKAERT)

⁴⁸ (BEKAERT)

III. METODOLOGÍA

3.1. Tipo y diseño de investigación

La investigación es de un diseño experimental, por hacer la evaluación de un pavimento flexible mediante del sistema Bitufor sobre la avenida Tomas Valle, hacemos esta investigación con el propósito de mejorar los desperfectos en la estructura del pavimento.

Por ende, es una investigación experimental, “destinada a experimentar a lo largo de todo el estudio de investigación, enfocado a un sentido en términos más científicos, es un estudio que va dirigido o enfocado a un estudio con el cual se llega a realizar manipulaciones de todas las variables independientes (supuestas causas antecedentes), al manipular las variables dependientes estas tienen una consecuencia (supuestos efectos consecuentes), esto provoca un control en el investigador”.⁴⁹

La investigación cuasiexperimental es “por qué manipula deliberadamente una variable independiente para poder observar los efectos que causa en una o las demás variables dependientes, distinto de los experimentos puros con su grado de seguridad que tenga sobre la equivalencia inicial de los grupos”.⁵⁰

Este diseño cuasiexperimental se basa en el estudio que tiene la variable independiente sobre la variable dependiente, luego los grupos no se seleccionan de forma aleatoria sino por grupos que ya se encuentran formados.

El tipo de la investigación es aplicada, pretende analizar cómo influye el Sistema Bitufor al momento de la evaluación del pavimento flexible, de esta forma al final de aplicar dicho sistema poder sacar conclusiones favorables.

⁴⁹ (HERNÁNDEZ, 2014 pág. 129)

⁵⁰ (HERNÁNDEZ, 2014 pág. 151)

La investigación aplicada se enfoca en la resolución de problemas considerando un adecuado planteamiento del mismo, como: evaluar, comparar, interpretar, establecer los precedentes y determinar las causas y sus implicancias, y todo ello en un contexto determinado.⁵¹

El nivel de investigación es explicativo por que las dos variables en la investigación son utilizadas para explicar del por qué mejora la evaluación del pavimento empleando el Sistema Bitufor.

El nivel de investigación explicativa “se centra para resolver las causalidades para los eventos y fenómenos físicos y sociales. Está enfocado en explicar del por qué sucede un fenómeno y del cómo se da y del cómo se relacionan las demás variables”.⁵²

Es un enfoque cuantitativo porque tenemos en la investigación hipótesis las cuales se comprueban mediante experimentos realizados en laboratorios, así dar una predicción con el cual se obtiene resultados numéricos.

Un enfoque cuantitativo “pretende ser muy exacta a la hora de medir las variables del estudio, este enfoque se basa en investigaciones previas, es utilizada para consolidar las creencias formuladas y fijar patrones de comportamiento de una población”.⁵³

3.2. Variables y operacionalización

“La variable es una propiedad que puede oscilar y cuya alteración puede ser medible u observable”.⁵⁴

⁵¹ (HERNÁNDEZ, 2014 pág. 42)

⁵² (HERNÁNDEZ, 2012 pág. 95)

⁵³ (HERNÁNDEZ, 2014 pág. 10)

⁵⁴ (HERNÁNDEZ, 2014 pág. 105)

En esta investigación las variables de estudio son dos, a continuación, mencionamos cada una de ellas.

La variable independiente “la cual se estima por una supuesta causa en una lista de variables”⁵⁵.

La variable dependiente “no se puede manipular, sino que se mide para ver el efecto que la manipulación de la variable independiente tiene en ella”⁵⁶.

Variable independiente: Evaluación del pavimento flexible.

Variable dependiente: Sistema Bitufor.

La operacionalización se puede definir como “el paso de una variable teórica a indicadores empíricos verificables y medibles”.⁵⁷

3.3 Población, muestra, muestreo, unidad de análisis

Población

“Es aquella que precisa por un conjunto total de todos los casos que conectan con una cadena de series para precisar”.⁵⁸

Podemos definir a la población como un grupo que presenta en si todos los casos que tienen la misma serie de características, nuestra población es la avenida Tomas Valle en la ciudad de Lima - Perú.

⁵⁵ (HERNÁNDEZ, 2014 pág. 130)

⁵⁶ (HERNÁNDEZ, 2014 pág. 131)

⁵⁷ (HERNÁNDEZ, 2014 pág. 211)

⁵⁸ (HERNÁNDEZ, 2014 pág. 174)

Muestra

“Es un subgrupo de la población de interés donde se recolectarán datos, en la cual también se definen y a su vez se delimita antemano con precisión, por todo ello la muestra debe ser típico de la población”.⁵⁹

La muestra es una parte de la población en la que se llevara a cabo la investigación, donde se realiza o se define con precisión todo el proceso, nuestra muestra es la avenida Tomas Valle del distrito de San Martin de Porres en la ciudad de Lima – Perú, desde la cuadra 16 hasta la cuadra 28, la muestra se tomara en ambos carriles en el sentido de este a oeste.

Muestreo

“Las elecciones de los elementos dependen a motivos relacionadas con las características de la investigación a realizar o los intereses propios del investigador, en este caso no dependen de las probabilidades”.⁶⁰

El muestreo es de tipo no probabilístico porque no se basa en las probabilidades sino en los ensayos definidos por el investigador, el muestreo se realiza desde la cuadra 16 hasta la cuadra 28 de la avenida debido a que el pavimento se encuentra deteriorado.

Unidad de análisis

“Nos indica quienes serán medidos, participantes o en última instancia a quienes se aplica el instrumento de medición”.⁶¹

La unidad de análisis será aplicada a todas las falla, fisuras o agrietamientos, disgregaciones y exudaciones del pavimento flexible para analizar por medio de

⁵⁹ (HERNÁNDEZ, 2014 pág. 173)

⁶⁰ (HERNÁNDEZ, 2014 pág. 176)

⁶¹ (HERNÁNDEZ, 2014 pág. 183)

una computadora u ordenador de este modo podemos agilizar el análisis, obteniendo resultados más rápidos con valores más exactos y reales.

3.4 Técnicas e instrumentos de recolección de datos

La técnica para la recolectar datos en muchos casos llega a combinarse para hacer las mediciones de las variables por medio de diferentes tipos de instrumentos, contribuyendo información, así como al desarrollo de la investigación.⁶²

En esta investigación la técnica para recopilar de forma adecuada los datos es la observación, debido a que el diseño de esta presente investigación es experimental.

La recolección de datos es hacer un plan meticuloso de los procesos que dirigir a la recolección de información con un propósito específico.⁶³

La recolección de datos para este proyecto de investigación es la observación de campo, técnica que permite acceder a una información confiable, a su vez cuenta con un procedimiento sistemático y muy controlado.

La confiabilidad del instrumento a utilizar para las mediciones hace referencia al grado de su aplicación repetitiva al mismo sujeto u objeto nos arroja valores iguales.⁶⁴

La confiabilidad de los instrumentos para la recolección de datos, serán determinados por los ensayos de laboratorio, así como los equipos de laboratorio que serán utilizados del mismo modo serán calibrados para obtener resultados más reales.

⁶² (HERNÁNDEZ, 2014 pág. 217)

⁶³ (HERNÁNDEZ, 2014 pág. 198)

⁶⁴ (HERNÁNDEZ, 2014 pág. 200)

La validez se puede decir que es un grado con el que un instrumento mide realmente la variable que se pretende medir.⁶⁵

La validez se realiza usando los instrumentos de medición, esto con la finalidad de medir las variables en función de las dimensiones, en esta investigación la variable dependiente es el Sistema Bitufor y la variable independiente es la evaluación del pavimento flexible, esta validez será respaldada por 3 Ingenieros Civiles. Así como los ensayos de laboratorio serán firmados por el respectivo jefe de área.

3.5 Procedimientos

Para la obtención de los resultados de nuestro proyecto de investigación usaremos para la evaluación superficial del pavimento flexible el método de índice de Condición del Pavimento PCI (ASTM D6433-07) con su respectivo formato, luego realizaremos briquetas con una mezcla asfálticas convencionales y briquetas con la misma mezcla asfálticas convencional pero ahora implementado el Sistema Bitufor en donde haremos comparaciones entre las dos briquetas y para ellos nos apoyaremos con los ensayos de laboratorio, como la resistencia a la Tensión (AASHTO T-283), así como también la resistencia por Compresión (MTC E 518), también usaremos fichas técnicas donde nos indica las característica de la malla de acero Mesh Track y la lechada asfáltica Slurry Seal, nos apoyaremos en manuales y/o normas técnicas para aclarar las posibles dudas que podamos tener a lo largo de la investigación, la variable dependiente será medida para ver el efecto que tiene sobre la variable independiente, a su vez cualquier coordinación que tengamos con instituciones públicas o privadas será por medio de documentaciones, las cuales serán incluidas en los anexos.

3.6 Método de análisis de datos

“Codificando datos, almacenarlos, guardarlos en un archivo y descartar algunos errores, el responsable de la investigación puede analizarlos. [...] los datos

⁶⁵ (HERNÁNDEZ, 2014 pág. 200)

obtenidos por un análisis cuantitativo se interpretan por medio de una computadora u ordenador”.⁶⁶

Todos los datos obtenidos en la investigación serán procesados por un computador o por un ordenador, nos apoyaremos en el programa Microsoft Excel para analizar los datos recolectados así poner en evidencia gráficos y cuadros comparativos, de esta forma podemos agilizar el análisis, obteniendo resultados más rápidos con valores más exactos y reales.

3.7 Aspectos éticos

Como estudiante de una de las carreras profesionales con mayor demanda en los últimos años en el Perú, el proyecto de investigación que se desarrolla es un proyecto hecho con total transparencia, honestidad, confiabilidad, citando a cada uno de los autores por sus aportes utilizados en esta investigación, con códigos éticos que ameritan este tipo de investigaciones y respetando cada uno de los lineamientos dictados por la universidad César Vallejo.

⁶⁶ (HERNÁNDEZ, 2014 pág. 272)

IV. RESULTADOS

4.1. Descripción de la zona de estudio

Nombre de la tesis:

“Evaluación del pavimento flexible y mejoramiento mediante el Sistema Bitufor en la Av. Tomas Valle, San Martin de Porres, Lima 2020”

Acceso a la zona de estudio:

El acceso a la zona de estudio se realizó de muchas maneras ya que esta avenida es una de las más importantes en Lima Norte, se pudo llegar en transporte público, transporte particular y en el caso de vivir cerca podemos hacerlo a pie, para poder llegar a esta avenida las referencia más importantes son el centro comercial Plaza Norte cruce con la avenida Panamericana Norte, la estación Tomas Valle del Metropolitano y la avenida Universitaria cruce con la avenida Tomas Valle, de este modo se pudo llegar con facilidad a la zona de estudio.

Ubicación política:

Acá mencionamos la ubicación de la zona de estudio en donde partiremos de algo general a lo particular, mencionando el departamento donde se realizó la investigación, así como la ciudad, el distrito y la avenida en estudio.

“Lima es la ciudad capital del Perú, su ubicación está situada en la costa central del país, a orillas del océano Pacífico, está conformando por un área urbana llamada Lima Metropolitana, envuelta por el desierto costero y expandida sobre los valles de los ríos Chillón, Rímac y Lurín”.⁶⁷

La zona de estudio se ubicó en la ciudad de Lima, provincia de Lima, jurisdicción de San Martin de Porres.

⁶⁷ (MUNICIPALIDAD DE LIMA)



Figura 3: Mapa Político del Perú

Fuente: mapamundi.online⁶⁸

Ubicación del Proyecto:

Distritos de Lima Metropolitana



Figura 4: Mapa de Lima Metropolitana

Fuente: minsa.gob.pe⁶⁹

⁶⁸ (MAPA MUNDI)

⁶⁹ (MINISTERIO DE SALUD)

Ubicación Geográfica del distrito de San Martín de Porres

“La jurisdicción de San Martín de Porres está ubicada al Nor Oeste del Centro de Lima, entre la margen derecha del río Rímac y la izquierda del río Chillón. Tiene una latitud respecto al Ecuador de 12°01'40" y su longitud es de 77°02'36" Oeste del Meridiano de Greenwich [...]. El distrito cuenta con 714 952 habitantes, esto hasta el año 2016 según el Instituto Nacional de Estadística e Informática (INEI)”.⁷⁰

Este distrito limita al norte con los distritos de Ventanilla, Puente Piedra y Los Olivos, al sur limita con los distritos de El Cercado de Lima y Carmen de la Legua y Reynoso, al este con el distrito del Rímac, Independencia y Comas, al oeste limita con El Callao.⁷¹

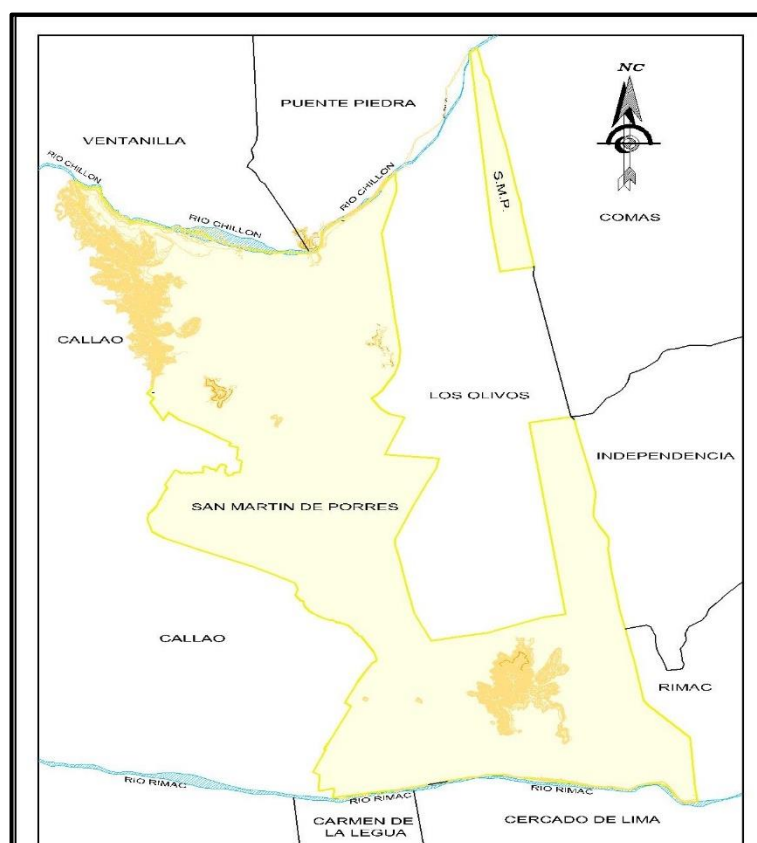


Figura 5: Mapa del distrito de San Martín de Porres

FUENTE: Municipalidad de San Martín de Porres⁷²

⁷⁰ (MUNICIPALIDAD DE SAN MARTÍN DE PORRES)

⁷¹ (MUNICIPALIDAD DE SAN MARTÍN DE PORRES)

⁷² (MUNICIPALIDAD DE SAN MARTÍN DE PORRES)

Ubicación más exacta de la zona de estudio es la avenida Tomas Valle, una de las principales avenidas del distrito, así como de Lima Norte, esta avenida es una vía muy importante ya que conecta al distrito del Callao con Lima Metropolitana brindando un fácil acceso y de salida a las diferentes unidades de transporte que circulan por dicha avenida, aquí se realizó el estudio de investigación, pudiendo comprobar el mal estado del pavimento a lo largo de toda la avenida.



Figura 6: Ubicación de la zona de estudio

Fuente: Google Maps⁷³

Resultados de la evaluación del pavimento por el método PCI

Este método utiliza 19 tipos de falla para el análisis del pavimento flexible, se muestran los valores registrados por unidad de medida de acuerdo a los tipos de fallas encontradas. Los valores encontrados representan el total registrado de todas las fallas a lo largo de 1000 metros que tiene el pavimento en estudio, el estudio se realizó en los dos carriles en el sentido de Este a Oeste.

⁷³ (GOOGLE MAPS)

A continuación, en la tabla 2 mostramos los tipos de fallas y sus unidades de medidas.

Tabla 2. *Tipos de fallas*

| N° | TIPOS DE FALLAS | UND |
|-----------|--|------------|
| 1 | Grieta piel de cocodrilo | m2 |
| 2 | Exudación | m2 |
| 3 | Agrietamiento en bloque | m2 |
| 4 | Abultamiento y Hundimientos | m |
| 5 | Corrugación | m2 |
| 6 | Depresión | m2 |
| 7 | Grietas de Borde | m |
| 8 | Grieta de Reflexión de Junta | m |
| 9 | Desnivel Carril / Berma | m |
| 10 | Grietas Longitudinal / Transversal | m |
| 11 | Parcheo y Acometidas de Servicios | m2 |
| 12 | Pulimientos y Agregados | m2 |
| 13 | Huecos | n° |
| 14 | Cruce de Vía Férrea | m2 |
| 15 | Ahuellamiento | m2 |
| 16 | Desplazamiento | m2 |
| 17 | Grietas Parabólicas o por Deslizamiento | m2 |
| 18 | Hinchamiento | m2 |
| 19 | Meteorización / Desprendimiento de agregados | m2 |

Fuente: Elaboración propia

Ahora mencionamos los tipos de fallas encontradas en la vía por unidad de muestra, estas fallas se enumeran de acuerdo al tipo de falla en el orden que se muestra en la tabla 2.

Primera unidad de muestra – UM 01

3. Agrietamiento en bloque. Es una serie de grietas conectadas las cuales dividen al pavimento en pedazos rectangulares.



Figura 7. Progresiva 0+000 a 0+020 de Este a Oeste

Fuente: Elaboración propia

La figura 7 muestra que la falla está ubicada en la progresiva 0+000 a 0+020, presentando la siguiente severidad:

- **SEVERIDAD:**
HIGH (ALTA) – Bloques definidos con grietas longitudinales y transversales.

- **MEDICIÓN:**
Metros cuadrados (m²).

10. Grietas Longitudinal / Transversal. Se producen debido a una junta de carril pobremente edificada por las contracciones en la superficie debido a las temperaturas diarias o reflexión de una grieta causada bajo la capa de base.



Figura 8. Progresiva 0+000 a 0+020 de Este a Oeste

Fuente: Elaboración propia

La figura 8 muestra que la falla está ubicada en la progresiva 0+000 a 0+020, presentando la siguiente severidad:

- **SEVERIDAD:**

MEDIUM (MEDIA) – Grietas sin relleno entre 10 y 76 milímetros de ancho, grietas sin relleno de cualquier ancho hasta 76 milímetros rodeadas de grietas aleatorias pequeñas, grietas rellenas de cualquier ancho rodeadas de grietas aleatorias pequeñas.

- **MEDICIÓN:**

Metros lineales (m)

13. Huecos. Pequeños decaimientos en la superficie del pavimento con diámetros menores a 0.90 metros, estos agujeros se aceleran por acumularse agua dentro de ellos.



Figura 9: Progresiva 0+000 a 0+020 de Este a Oeste

Fuente: Elaboración propia

La figura 9 muestra que la falla está ubicada en la progresiva 0+000 a 0+020, presentando la siguiente severidad:

- **SEVERIDAD:**
LOW (BAJA)
HIGH (ALTA)

Para considerar los niveles de severidad de los huecos se presenta el cuadro a continuación:

Tabla 3: Cuadro de nivel de severidad

| Profundidad del hueco | Diámetro medio (mm) | | |
|-----------------------|---------------------|--------------|--------------|
| | 102 a 203 mm | 203 a 457 mm | 457 a 762 mm |
| 12.7 a 25.4 mm | L | L | M |
| > 25.4 a 50.8 mm | L | M | H |
| > 50.8mm | M | M | H |

- **MEDICIÓN:**
Unidades (UND)

16. Desplazamiento. Es el deslizamiento longitudinal y a su vez de forma permanente en un área localizada en la carpeta asfáltica que son producidas por las cargas de tránsito.



Figura 10. Progresiva 0+000 a 0+020 de Este a Oeste

Fuente: Elaboración propia

La figura 10 muestra que la falla está ubicada en la progresiva 0+000 a 0+020, presentando la siguiente severidad:

- **SEVERIDAD:**
LOW (BAJA) - Es un deslizamiento longitudinal y de forma permanente en un área que se encuentra en la superficie de la carpeta asfáltica ocasionada por las cargas de tránsito.

- **MEDICIÓN:**
Metros cuadrados (m²)

19. Meteorización / Desprendimientos de agregados. Merma de la carpeta asfáltica debido a pérdida del ligante asfáltico y de las partículas de agregado que la conforma.



Figura 11. Progresiva 0+000 a 0+020 de Este a Oeste

Fuente: Elaboración propia

La figura 11 muestra que la falla está ubicada en la progresiva 0+000 a 0+020, presentando la siguiente severidad:

- **SEVERIDAD:**
HIGH (ALTA) – Es cuando se ha perdido los agregados o el ligante en forma considerable, su textura es rugosa.

- **MEDICIÓN:**
Metros cuadrados (m²)

Valores de la severidad en la primera unidad de muestra

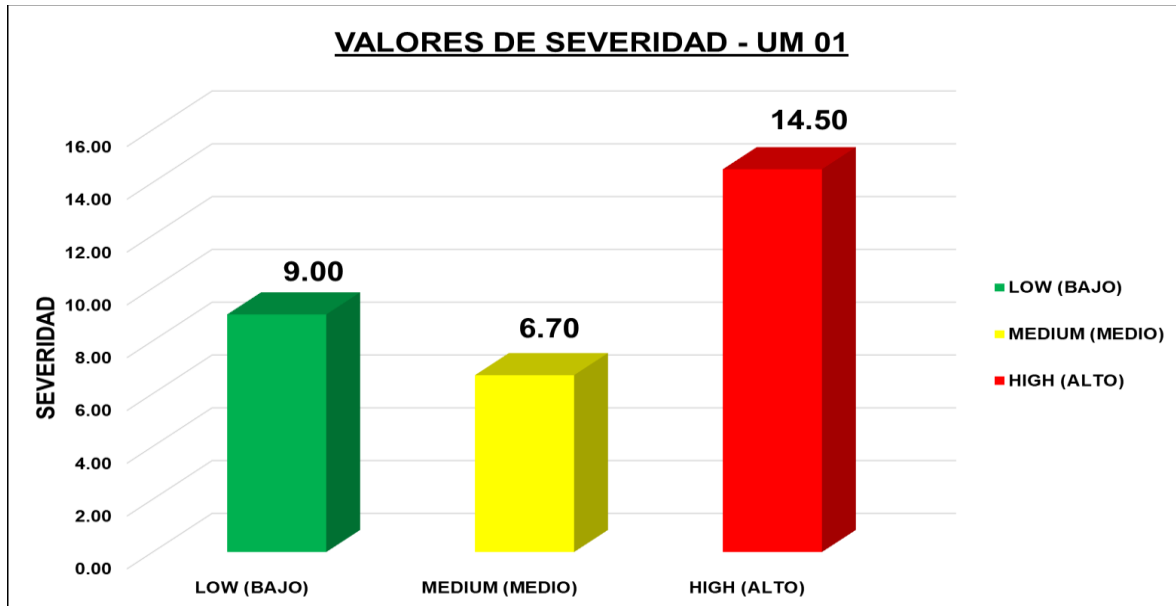


Gráfico 1. Valores de severidad en la unidad de muestra 01

Fuente: Elaboración propia

En la UM 01 observamos que el valor para severidad BAJA es 9, para severidad MEDIA es 6.70 y para severidad ALTA es 14.50.

Segunda unidad de muestra – UM 02

9. Desnivel Carril / Berma. Aquella diferencia que existe entre el borde del pavimento con la berma ocasionado por la erosión de la misma.



Figura 12. Progresiva 0+080 a 0+100 de Este a Oeste

Fuente: Elaboración propia

La figura 12 muestra que la falla está ubicada en la progresiva 0+080 a 0+100, presentando la siguiente severidad:

- **SEVERIDAD:**
HIGH (ALTA) – La diferencia en elevación es mayor a 102 milímetros.

- **MEDICIÓN:**
Metros lineales (m)

10. Grietas Longitudinal / Transversal. Se producen debido a una junta de carril pobremente edificada por las contracciones en la superficie debido a las temperaturas diarias o reflexión de una grieta causada bajo la capa de base.

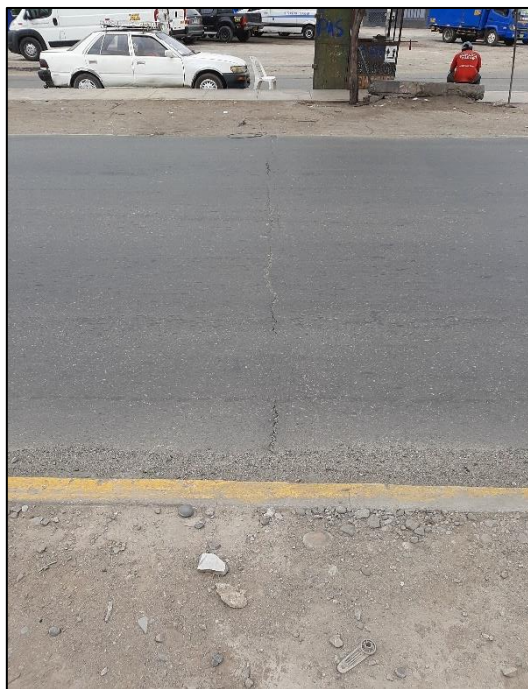


Figura 13. Progresiva 0+080 a 0+100 de Este a Oeste

Fuente: Elaboración propia

La figura 13 muestra que la falla está ubicada en la progresiva 0+080 a 0+100, presentando la siguiente severidad:

- **SEVERIDAD:**

MEDIUM (MEDIA) – Grietas sin relleno entre 10 y 76 milímetros de ancho, grietas sin relleno de cualquier ancho hasta 76 milímetros rodeadas de grietas aleatorias pequeñas, grietas rellenas de cualquier ancho rodeadas de grietas aleatorias pequeñas.

- **MEDICIÓN:**

Metros lineales (m)

19. Meteorización / Desprendimientos de agregados. Merma de la carpeta asfáltica debido a pérdida del ligante asfáltico y de las partículas de agregado que la conforma.



Figura 14. Progresiva 0+080 a 0+100 de Este a Oeste

Fuente: Elaboración propia

La figura 14 muestra que la falla está ubicada en la progresiva 0+080 a 0+100, presentando la siguiente severidad:

- **SEVERIDAD:**

MEDIUM (MEDIA) – Es cuando existe perdida de los agregados o el ligante su estructura es ligeramente rugosa y ahuecada.

HIGH (ALTA) – Es cuando existe perdida de los agregados o el ligante en forma considerable, su textura es rugosa.

- **MEDICIÓN:**

Metros cuadrados (m2)

Valores de la severidad en la segunda unidad de muestra

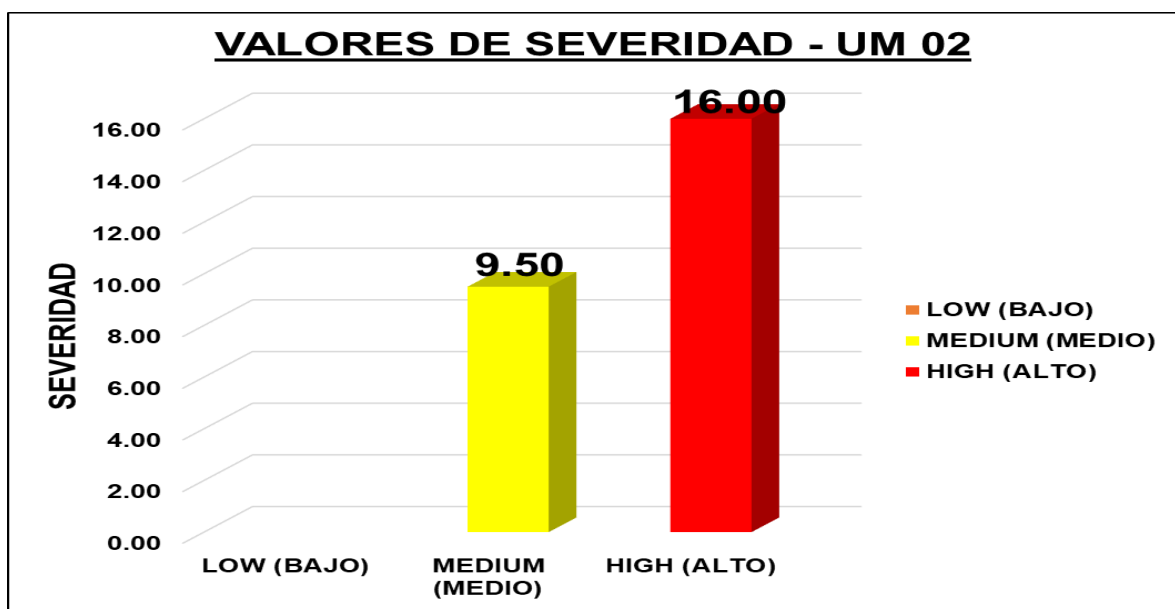


Gráfico 2. Valores de severidad en la unidad de muestra 02

Fuente: Elaboración propia

En la UM 02 observamos que el valor para severidad MEDIA es 9.50 y para severidad ALTA es 16.00, sin la presencia de severidad BAJA

Tercera unidad de muestra – UM 03

5. Depresión. Es aquel pavimento con niveles ligeramente más bajo que a sus alrededores, ocurre por el asentamiento de la subrasante o por la construcción incorrecta.



Figura 15. Progresiva 0+160 a 0+180 de Este a Oeste

Fuente: Elaboración propia

La figura 15 muestra que la falla está ubicada en la progresiva 0+160 a 0+180, presentando la siguiente severidad:

- **SEVERIDAD:**
MEDIUM (MEDIA) – Depresiones de 25 a 51 milímetros.

- **MEDICIÓN:**
Metros cuadrados (m²)

10. Grietas Longitudinal / Transversal. Se producen debido a una junta de carril pobremente edificada por las contracciones en la superficie debido a las temperaturas diarias o reflexión de una grieta causada bajo la capa de base.



Figura 16. Progresiva 0+160 a 0+180 de Este a Oeste

Fuente: Elaboración propia

La figura 16 muestra que la falla está ubicada en la progresiva 0+160 a 0+180, presentando la siguiente severidad:

- **SEVERIDAD:**

MEDIUM (MEDIA) – Grietas sin relleno entre 10 y 76 milímetros de ancho, grietas sin relleno de cualquier ancho hasta 76 milímetros rodeadas de grietas aleatorias pequeñas, grietas rellenas de cualquier ancho rodeadas de grietas aleatorias pequeñas.

- **MEDICIÓN:**

Metros lineales (m)

Valores de la severidad en la tercera unidad de muestra

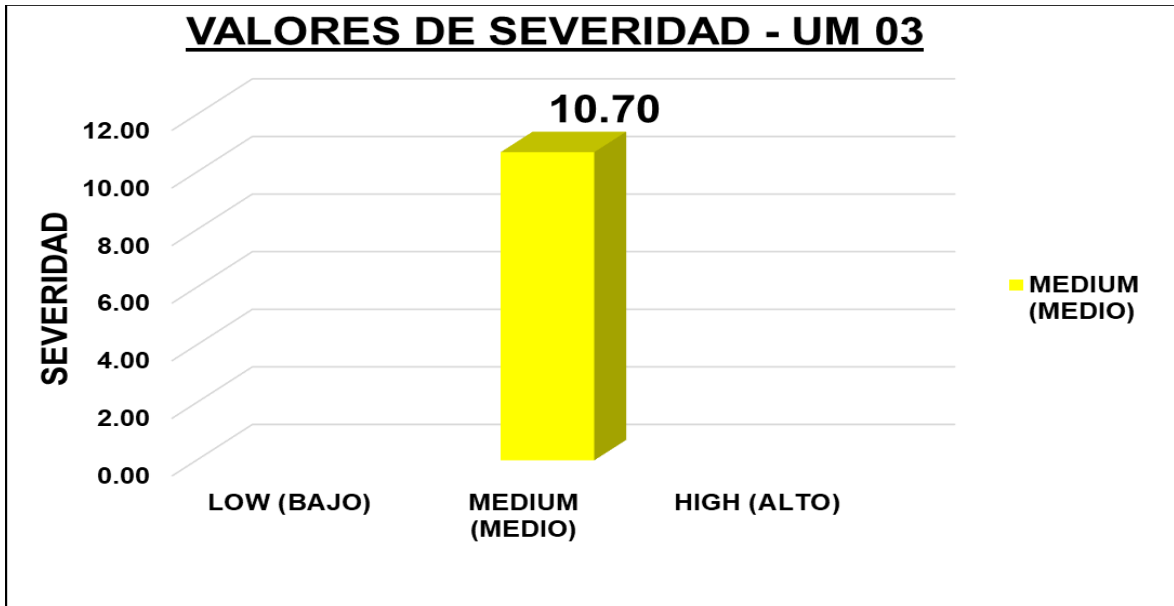


Gráfico 3. Valores de severidad en la unidad de muestra 03

Fuente: Elaboración propia

En la UM 03 observamos que el valor para severidad MEDIA es 10.70, sin la presencia de severidad BAJA y ALTA.

Cuarta unidad de muestra – UM 04

16. Desplazamiento. Es el deslizamiento longitudinal y a su vez de forma permanente en un área localizada en la carpeta asfáltica que son producidas por las cargas de tránsito.



Figura 17. Progresiva 0+260 a 0+280 de Este a Oeste

Fuente: Elaboración propia

La figura 17 muestra que la falla está ubicada en la progresiva 0+260 a 0+280, presentando la siguiente severidad:

- **SEVERIDAD:**
MEDIUM (MEDIA) – deslizamiento que causa calidad de transito de media severidad.

- **MEDICIÓN:**
Metros cuadrados (m²)

18. HINCHAMIENTO. Se da cuando hay un pronunciamiento de la superficie del pavimento hacia arriba con una ondulación gradual de aproximadamente 3 metros que puede acompañarse por agrietamiento superficial.

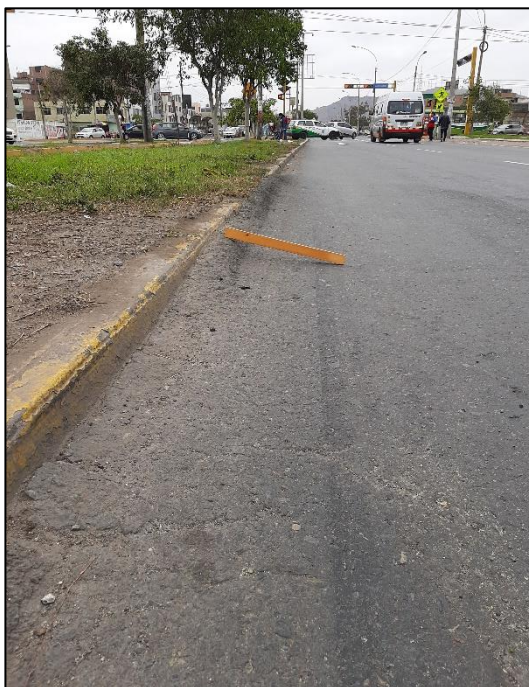


Figura 18. Progresiva 0+260 a 0+280 de Este a Oeste

Fuente: Elaboración propia

La figura 18 muestra que la falla está ubicada en la progresiva 0+260 a 0+280, presentando la siguiente severidad:

- **SEVERIDAD:**
ALTA (HIGH) – Es cuando la calidad de tránsito es de severidad alta.

- **MEDICIÓN:**
Metros cuadrados (m²)

19. Meteorización / Desprendimientos de agregados. Merma de la carpeta asfáltica debido a pérdida del ligante asfáltico y de las partículas de agregado que la conforma.



Figura 19. Progresiva 0+260 a 0+280 de Este a Oeste

Fuente: Elaboración propia

La figura 19 muestra que la falla está ubicada en la progresiva 0+260 a 0+280, presentando la siguiente severidad:

- **SEVERIDAD:**

MEDIUM (MEDIA) – Es cuando existe pérdida de los agregados o el ligante su estructura es ligeramente rugosa y ahuecada.

- **MEDICIÓN:**

Metros cuadrados (m²)

Valores de la severidad en la cuarta unidad de muestra

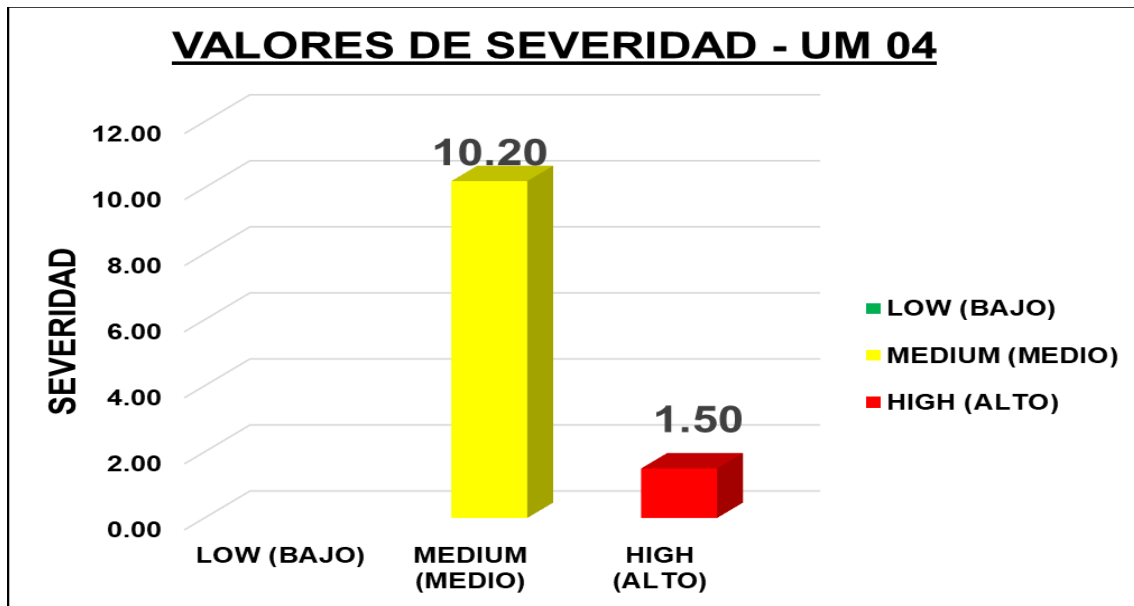


Gráfico 4. Valores de severidad en la unidad de muestra 04

Fuente: Elaboración propia

En la UM 04 observamos que el valor para severidad MEDIA es 10.20 y para severidad ALTA es 1.50, sin la presencia de severidad BAJA.

Quinta unidad de muestra – UM 05

3. Agrietamiento en bloque. Es una serie de grietas conectadas las cuales dividen al pavimento en pedazos rectangulares.



Figura 20. Progresiva 0+340 a 0+360 de Este a Oeste

Fuente: Elaboración propia

La figura 20 muestra que la falla está ubicada en la progresiva 0+340 a 0+360, presentando la siguiente severidad:

- **SEVERIDAD:**
HIGH (ALTA) – Bloques definidos con grietas longitudinales y transversales.

- **MEDICIÓN:**
Metros cuadrados (m²).

4. Abultamiento y hundimientos. Son pequeños desplazamientos hacia arriba localizados en la superficie del pavimento a causa del levantamiento de la capa inferior si es un concreto asfáltico, por expansión y por las cargas del tráfico.



Figura 21. Progresiva 0+340 a 0+360 de Este a Oeste

Fuente: Elaboración propia

La figura 21 muestra que la falla está ubicada en la progresiva 0+340 a 0+360, presentando la siguiente severidad:

- **SEVERIDAD:**
HIGH (ALTA) – Es cuando existe una calidad de tránsito de alta severidad.

- **MEDICIÓN:**
Metros lineales (m)

10. Grietas Longitudinal / Transversal. Se producen debido a una junta de carril pobremente edificada por las contracciones en la superficie debido a las temperaturas diarias o reflexión de una grieta causada bajo la capa de base.



Figura 22. Progresiva 0+340 a 0+360 de Este a Oeste

Fuente: Elaboración propia

La figura 22 muestra que la falla está ubicada en la progresiva 0+340 a 0+360, presentando la siguiente severidad:

- **SEVERIDAD:**

MEDIUM (MEDIA) – Grietas sin relleno entre 10 y 76 milímetros de ancho, grietas sin relleno de cualquier ancho hasta 76 milímetros rodeadas de grietas aleatorias pequeñas, grietas rellenas de cualquier ancho rodeadas de grietas aleatorias pequeñas.

HIGH (ALTA) – Es aquella grieta llena o no, rodeada de un agrietamiento al azar de media o alta severidad, grietas mayores a 76 milímetros.

- **MEDICIÓN:**

Metros lineales (m)

11. Parcheo y acometida de servicios. Es aquella área de un pavimento el cual fue sustituido con nuevo material para ya arreglar uno ya existente.



Figura 23. Progresiva 0+340 a 0+360 de Este a Oeste

Fuente: Elaboración propia

La figura 23 muestra que la falla está ubicada en la progresiva 0+340 a 0+360, presentando la siguiente severidad:

- **SEVERIDAD:**

MEDIUM (MEDIA) – Es el parcheo moderadamente dañado o la calidad del tránsito se puede calificar con de severidad media.

- **MEDICIÓN:**

Metros cuadrados (m²)

13. Huecos. Pequeños decaimientos en la superficie del pavimento con diámetros menores a 0.90 metros, estos agujeros se aceleran por acumularse agua dentro de ellos.



Figura 24. Progresiva 0+340 a 0+360 de Este a Oeste

Fuente: Elaboración propia

La figura 24 muestra que la falla está ubicada en la progresiva 0+340 a 0+360, presentando la siguiente severidad:

- **SEVERIDAD:**
MEDIUM (MEDIA)
HIGH (ALTA)

Para considerar los niveles de severidad de los huecos se presenta el cuadro a continuación:

Tabla 4: Cuadro de nivel de nivel de severidad

| Profundidad del hueco | Diámetro medio (mm) | | |
|-----------------------|---------------------|--------------|--------------|
| | 102 a 203 mm | 203 a 457 mm | 457 a 762 mm |
| 12.7 a 25.4 mm | L | L | M |
| > 25.4 a 50.8 mm | L | M | H |
| > 50.8mm | M | M | H |

- **MEDICIÓN:**
Unidades (UND)

18. HINCHAMIENTO. Se da cuando hay un pronunciamiento de la superficie del pavimento hacia arriba con una ondulación gradual de aproximadamente 3 metros que puede acompañarse por agrietamiento superficial.



Figura 25. Progresiva 0+340 a 0+360 de Este a Oeste

Fuente: Elaboración propia

La figura 25 muestra que la falla está ubicada en la progresiva 0+340 a 0+360, presentando la siguiente severidad:

- **SEVERIDAD:**
ALTA (HIGH) – Es cuando la calidad de tránsito es de severidad alta.

- **MEDICIÓN:**
Metros cuadrados (m²)

Valores de la severidad en la quinta unidad de muestra

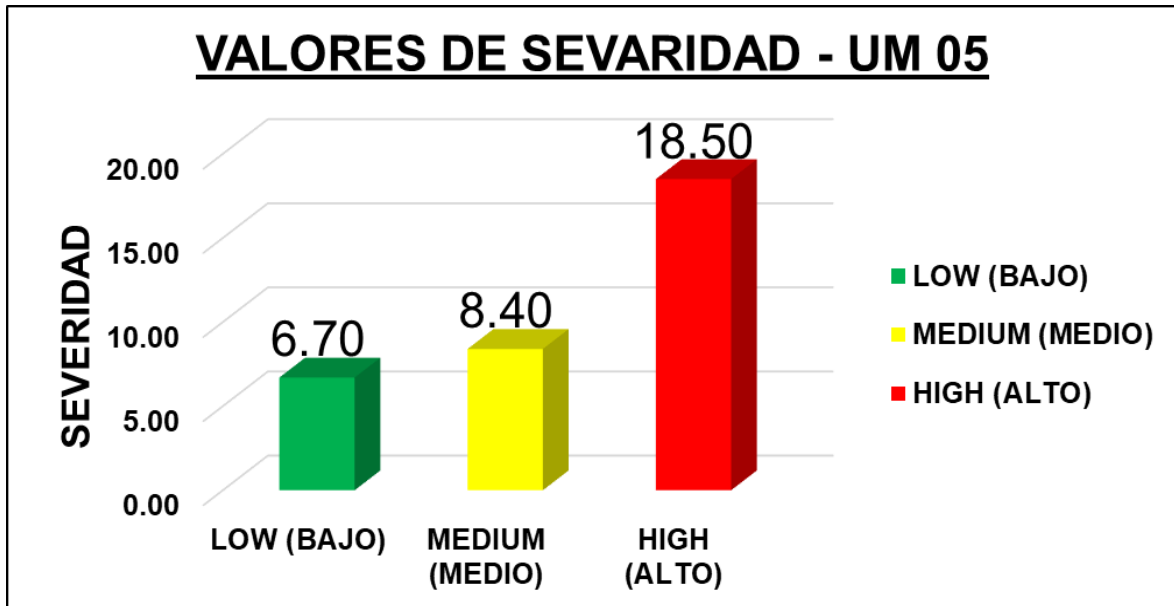


Gráfico 5. Valores de severidad en la unidad de muestra 05

Fuente: Elaboración propia

En la UM 05 observamos que el valor para severidad BAJA es 6.70, para severidad MEDIA es 8.40 y para severidad ALTA es 18.50, donde la severidad ALTA es la predominante.

Sexta unidad de muestra – UM 06

5. Depresión. Es aquel pavimento con niveles ligeramente más bajo que a sus alrededores, ocurre por el asentamiento de la subrasante o por la construcción incorrecta.



Figura 26. Progresiva 0+440 a 0+460 de Este a Oeste

Fuente: Elaboración propia

La figura 26 muestra que la falla está ubicada en la progresiva 0+340 a 0+360, presentando la siguiente severidad:

- **SEVERIDAD:**
MEDIUM (MEDIA) – Depresiones de 25 a 51 milímetros.

- **MEDICIÓN:**
Metros cuadrados (m²)

10. Grietas Longitudinal / Transversal. Se producen debido a una junta de carril pobremente edificada por las contracciones en la superficie debido a las temperaturas diarias o reflexión de una grieta causada bajo la capa de base.



Figura 27. Progresiva 0+440 a 0+460 de Este a Oeste

Fuente: Elaboración propia

La figura 27 muestra que la falla está ubicada en la progresiva 0+440 a 0+460, presentando la siguiente severidad:

- **SEVERIDAD:**

LOW (BAJA) – Son aquellas grietas sin relleno de ancho menores a 10 milímetros.

MEDIUM (MEDIA) – Grietas sin relleno entre 10 y 76 milímetros de ancho, grietas sin relleno de cualquier ancho hasta 76 milímetros rodeadas de grietas aleatorias pequeñas, grietas rellenas de cualquier ancho rodeadas de grietas aleatorias pequeñas.

HIGH (ALTA) – Es aquella grieta repleta o no, rodeada de un agrietamiento al azar de media o alta severidad, grietas mayores a 76 milímetros.

- **MEDICIÓN:**

Metros lineales (m)

11. Parcheo y acometida de servicios. Es aquella área de un pavimento el cual fue sustituido con nuevo material para ya arreglar uno ya existente.



Figura 28. Progresiva 0+440 a 0+460 de Este a Oeste

Fuente: Elaboración propia

La figura 28 muestra que la falla está ubicada en la progresiva 0+340 a 0+360, presentando la siguiente severidad:

- **SEVERIDAD:**

MEDIUM (MEDIA) – Es el parcheo moderadamente averiado o la cualidad del tránsito se califica como severidad media.

HIGH (ALTA) – Es aquel parcheo que está muy averiado o la cualidad de transito se califica como de severidad alta.

- **MEDICIÓN:**

Metros cuadrados (m²)

Valores de la severidad en la sexta unidad de muestra

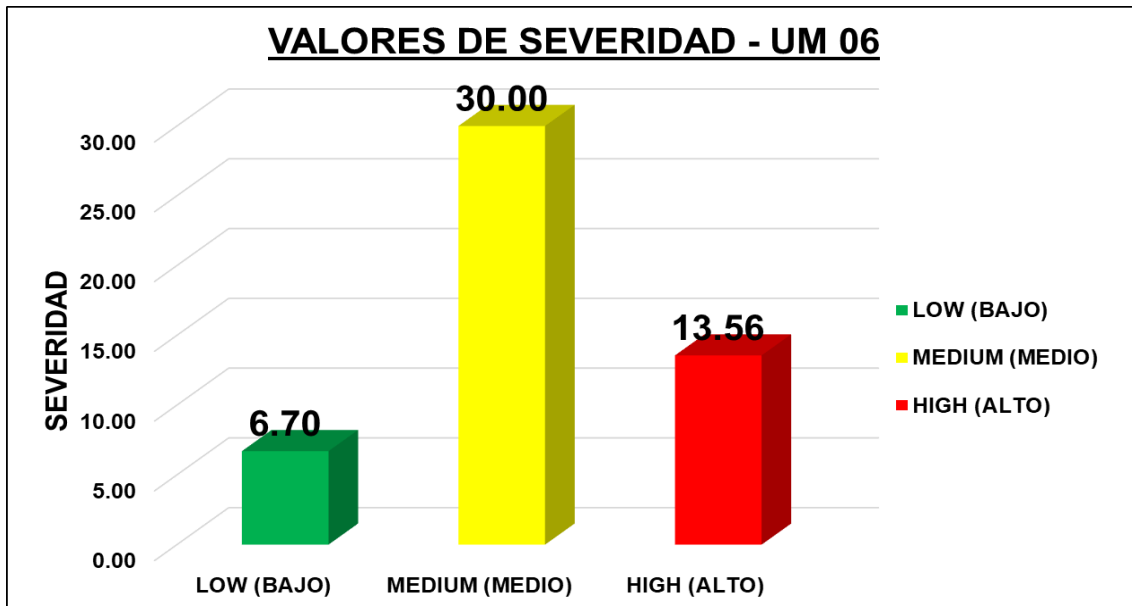


Gráfico 6. Valores de severidad en la unidad de muestra 06

Fuente: Elaboración propia

En la UM 06 observamos que el valor para severidad BAJA es 6.70, para severidad MEDIA es 30 y para severidad ALTA es 13.56, donde la severidad MEDIA es la predominante.

Séptima unidad de muestra – UM 07

3. Agrietamiento en bloque. Es una serie de grietas conectadas las cuales dividen al pavimento en pedazos rectangulares.



Figura 29. Progresiva 0+520 a 0+540 de Este a Oeste

Fuente: Elaboración propia

La figura 29 muestra que la falla está ubicada en la progresiva 0+520 a 0+540, presentando la siguiente severidad:

- **SEVERIDAD:**
HIGH (ALTA) – Bloques definidos con grietas longitudinales y transversales.

- **MEDICIÓN:**
Metros cuadrados (m²).

5. Depresión. Es aquel pavimento con niveles ligeramente más bajo que a sus alrededores, ocurre por el asentamiento de la subrasante o por la construcción incorrecta.



Figura 30. Progresiva 0+520 a 0+540 de Este a Oeste

Fuente: Elaboración propia

La figura 29 muestra que la falla está ubicada en la progresiva 0+520 a 0+540, presentando la siguiente severidad:

- **SEVERIDAD:**
 - LOW (BAJA) – Depresiones de 13 a 15 milímetros.
 - MEDIUM (MEDIA) – Depresiones de 25 a 51 milímetros.
 - HIGH (ALTA) – Depresiones con más de 51 milímetros.

- **MEDICIÓN:**
 - Metros cuadrados (m²).

10. Grietas Longitudinal / Transversal. Se producen debido a una junta de carril pobremente edificada por las contracciones en la superficie debido a las temperaturas diarias o reflexión de una grieta causada bajo la capa de base.



Figura 31. Progresiva 0+520 a 0+540 de Este a Oeste

Fuente: Elaboración propia

La figura 31 muestra que la falla está ubicada en la progresiva 0+520 a 0+540, presentando la siguiente severidad:

- **SEVERIDAD:**
HIGH (ALTA) – Es aquella grieta repleta o no, rodeada de un agrietamiento al azar de media o alta severidad, grietas mayores a 76 milímetros.

- **MEDICIÓN:**
Metros lineales (m).

Valores de la severidad en la séptima unidad de muestra

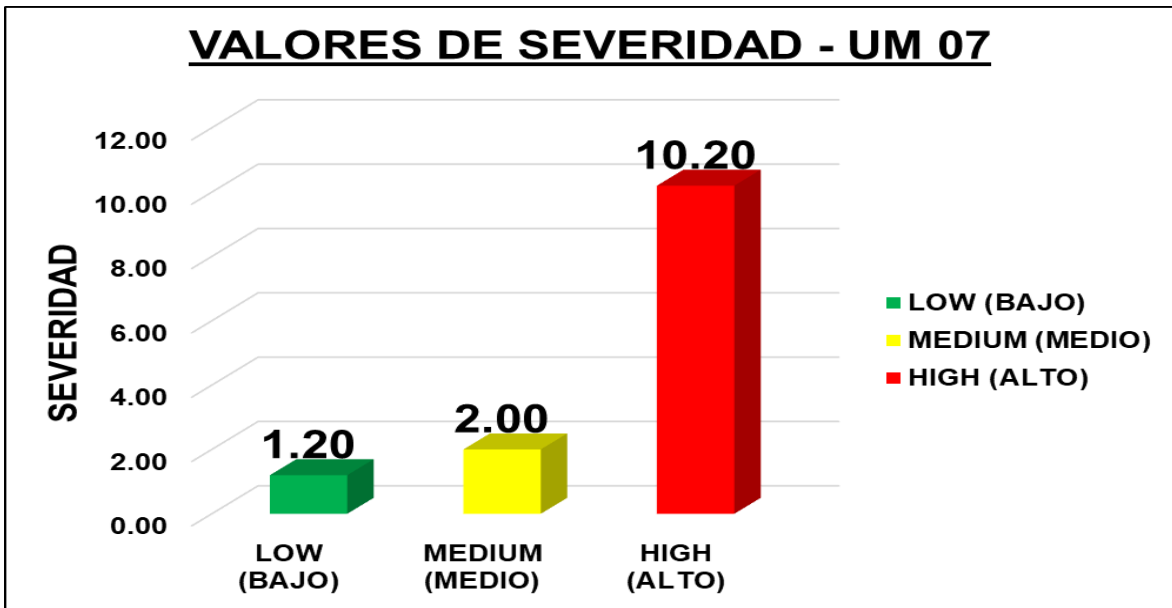


Gráfico 7. Valores de severidad en la unidad de muestra 07

Fuente: Elaboración propia

En la UM 07 observamos que el valor para severidad BAJA es 1.20, para severidad MEDIA es 2 y para severidad ALTA es 10.20, donde la severidad ALTA es la predominante.

Octava unidad de muestra – UM 08

3. Agrietamiento en bloque. Es una serie de grietas conectadas las cuales dividen al pavimento en pedazos rectangulares.



Figura 32. Progresiva 0+600 a 0+620 de Este a Oeste

Fuente: Elaboración propia

La figura 32 muestra que la falla está ubicada en la progresiva 0+600 a 0+620, presentando la siguiente severidad:

- **SEVERIDAD:**

MEDIUM (MEDIA) – Bloques definidos con grietas longitudinales y transversales con severidad media.

HIGH (ALTA) – Bloques definidos con grietas longitudinales y transversales con severidad alta.

- **MEDICIÓN:**

Metros cuadrados (m²).

6. Depresión. Es aquel pavimento con niveles ligeramente más bajo que a sus alrededores, ocurre por el asentamiento de la subrasante o por la construcción incorrecta.



Figura 33. Progresiva 0+600 a 0+620 de Este a Oeste

Fuente: Elaboración propia

La figura 33 muestra que la falla está ubicada en la progresiva 0+600 a 0+620, presentando la siguiente severidad:

- **SEVERIDAD:**
HIGH (ALTA)– Depresiones mayores de 51 milímetros.

- **MEDICIÓN:**
Metros cuadrados (m²).

10. Grietas Longitudinal / Transversal. Se producen debido a una junta de carril pobremente edificada por las contracciones en la superficie debido a las temperaturas diarias o reflexión de una grieta causada bajo la capa de base.



Figura 34. Progresiva 0+600 a 0+620 de Este a Oeste

Fuente: Elaboración propia

La figura 34 muestra que la falla está ubicada en la progresiva 0+600 a 0+620, presentando la siguiente severidad:

- **SEVERIDAD:**

MEDIUM (MEDIA) – Grietas sin relleno entre 10 y 76 milímetros de ancho, grietas sin relleno de cualquier ancho hasta 76 milímetros rodeadas de grietas aleatorias pequeñas, grietas rellenas de cualquier ancho rodeadas de grietas aleatorias pequeñas.

HIGH (ALTA) – Es aquella grieta repleta o no, rodeada por un agrietamiento aleatorio de media o alta severidad, grietas mayores a 76 milímetros.

- **MEDICIÓN:**

Metros lineales (m)

17. Grietas parabólicas o por deslizamientos. Son aquellas grietas que están con una silueta de media luna en aumento, estas líneas se producen por los vehículos que cuando frenan o al girar para dar vuelta.



Figura 35. Progresiva 0+600 a 0+620 de Este a Oeste

Fuente: Elaboración propia

La figura 35 muestra que la falla está ubicada en la progresiva 0+600 a 0+620, presentando la siguiente severidad:

- **SEVERIDAD:**
MEDIUM (MEDIA) – Grietas de ancho promedio de 10 y 38 milímetros, el área alrededor de la grieta esta fracturada en varios pedazos.

- **MEDICIÓN:**
Metros cuadrados (m²)

Valores de la severidad en la octava unidad de muestra

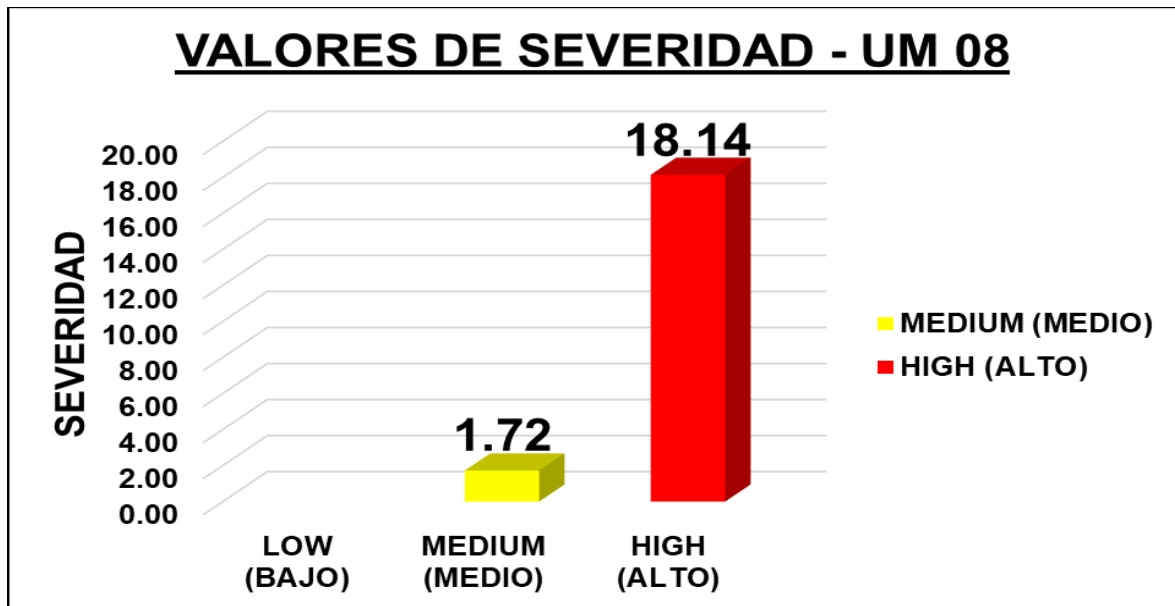


Gráfico 8. Valores de severidad en la unidad de muestra 08

Fuente: Elaboración propia

En la UM 08 observamos que el valor para severidad MEDIA es 1.72 y para severidad ALTA es 18.14, sin presencia de severidad BAJA.

Novena unidad de muestra – UM 09

10. Grietas Longitudinal / Transversal. Se producen debido a una junta de carril pobremente edificada por las contracciones en la superficie debido a las temperaturas diarias o reflexión de una grieta causada bajo la capa de base.



Figura 36. Progresiva 0+700 a 0+720 de Este a Oeste

Fuente: Elaboración propia

La figura 36 muestra que la falla está ubicada en la progresiva 0+700 a 0+720, presentando la siguiente severidad:

- **SEVERIDAD:**
HIGH (ALTA) – Es aquella grieta repleta o no, rodeada por un agrietamiento aleatorio de media o alta severidad, grietas mayores a 76 milímetros.

- **MEDICIÓN:**
Metros lineales (m)

11. Parcheo y acometida de servicios. Es aquella superficie de un pavimento que fue sustituido con material nuevo para la reparación de uno ya existente.



Figura 37. Progresiva 0+700 a 0+720 de Este a Oeste

Fuente: Elaboración propia

La figura 37 muestra que la falla está ubicada en la progresiva 0+700 a 0+720, presentando la siguiente severidad:

- **SEVERIDAD:**
HIGH (ALTA) – Es aquel parcheo que está muy averiado o la cualidad de transito se tilda como de alta severidad.

- **MEDICIÓN:**
Metros cuadrados (m²)

12. Pulimiento de agregados. Es aquella falla causada por la repetición de cargas la cual produce una pérdida de resistencia al deslizamiento.



Figura 38. Progresiva 0+700 a 0+720 de Este a Oeste

Fuente: Elaboración propia

La figura 38 muestra que la falla está ubicada en la progresiva 0+700 a 0+720, presentando la siguiente severidad:

- **SEVERIDAD:**
HIGH (ALTA) – N/A

- **MEDICIÓN:**
Metros cuadrados (m²)

13. Huecos. Pequeños decaimientos en la superficie del pavimento con diámetros menores a 0.90 metros, estos agujeros se aceleran por acumularse agua dentro de ellos.



Figura 39. Progresiva 0+700 a 0+720 de Este a Oeste

Fuente: Elaboración propia

La figura 39 muestra que la falla está ubicada en la progresiva 0+700 a 0+720, presentando la siguiente severidad:

- **SEVERIDAD:**
 - LOW (BAJA)
 - MEDIUM (MEDIA)
 - HIGH (ALTA)

Para considerar los niveles de severidad de los huecos se presenta el cuadro a continuación:

Tabla 5: Cuadro de nivel de nivel de severidad

| Profundidad del hueco | Diámetro medio (mm) | | |
|-----------------------|---------------------|--------------|--------------|
| | 102 a 203 mm | 203 a 457 mm | 457 a 762 mm |
| 12.7 a 25.4 mm | L | L | M |
| > 25.4 a 50.8 mm | L | M | H |
| > 50.8mm | M | M | H |

- **MEDICIÓN:**

Unidades (UND)

Valores de la severidad en la novena unidad de muestra

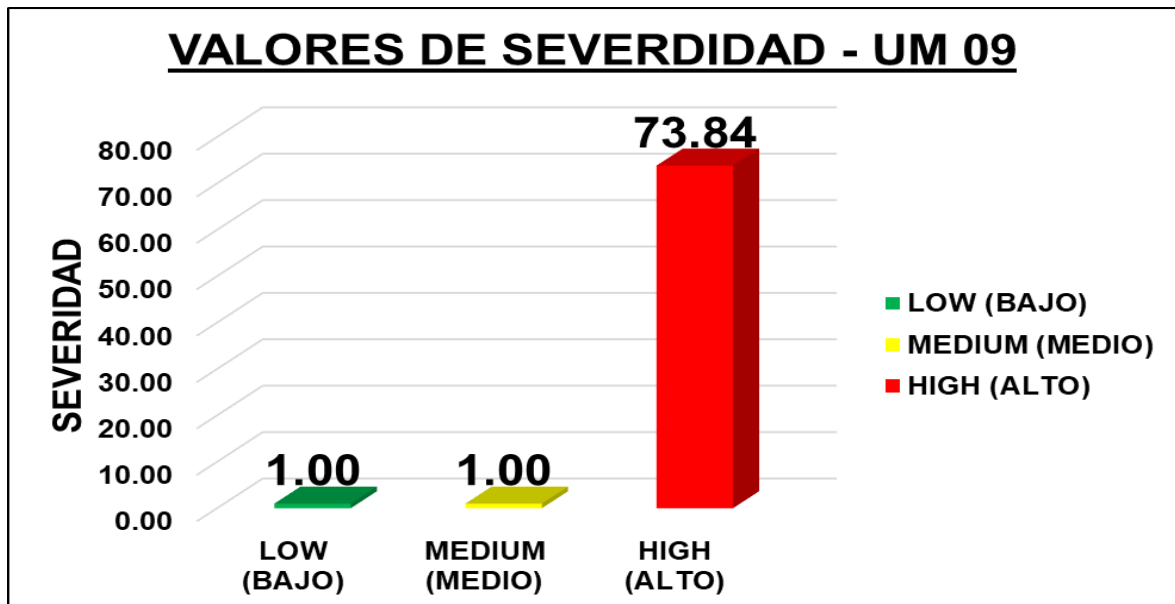


Gráfico 9. Valores de severidad en la unidad de muestra 09

Fuente: Elaboración propia

En la UM 09 observamos que el valor para severidad BAJA es 1, para severidad MEDIA es 1 y para severidad ALTA es 73.84, donde la severidad ALTA es la predominante.

Decima unidad de muestra – UM 10

11. Parcheo y acometida de servicios. Es aquella superficie de un pavimento que fue sustituido con material nuevo para ser mejorar uno ya existente.



Figura 40. Progresiva 0+780 a 0+800 de Este a Oeste

Fuente: Elaboración propia

La figura 40 muestra que la falla está ubicada en la progresiva 0+780 a 0+800, presentando la siguiente severidad:

- **SEVERIDAD:**

HIGH (ALTA) – Es aquel parcheo que está muy dañado o la cualidad de tránsito se considera como de alta severidad.

- **MEDICIÓN:**

Metros cuadrados (m²)

19. Meteorización / Desprendimientos de agregados. Merma de la carpeta asfáltica debido a pérdida del ligante asfáltico y de las partículas de agregado que la conforma.



Figura 41. Progresiva 0+780 a 0+800 de Este a Oeste

Fuente: Elaboración propia

La figura 41 muestra que la falla está ubicada en la progresiva 0+780 a 0+800, presentando la siguiente severidad:

- **SEVERIDAD:**
HIGH (ALTA) – Es cuando se ha perdido los agregados o el ligante en forma considerable, su textura es rugosa.

- **MEDICIÓN:**
Metros cuadrados (m²)

Valores de la severidad en la décima unidad de muestra

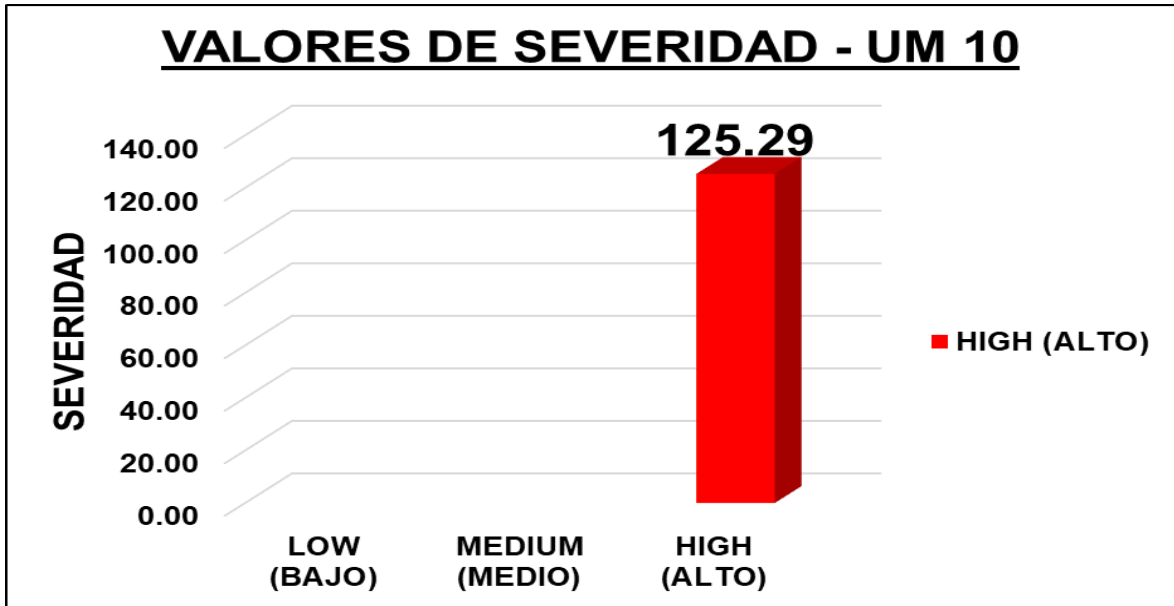


Gráfico 10. Valores de severidad en la unidad de muestra 10

Fuente: Elaboración propia

En la UM 10 observamos que el valor para severidad ALTA es 125.29, donde no existe la presencia de severidad BAJA y severidad ALTA.

Undécima unidad de muestra – UM 11

10. Grietas Longitudinal / Transversal. Se producen debido a una junta de carril pobremente edificada por las contracciones en la superficie debido a las temperaturas diarias o reflexión de una grieta causada bajo la capa de base.

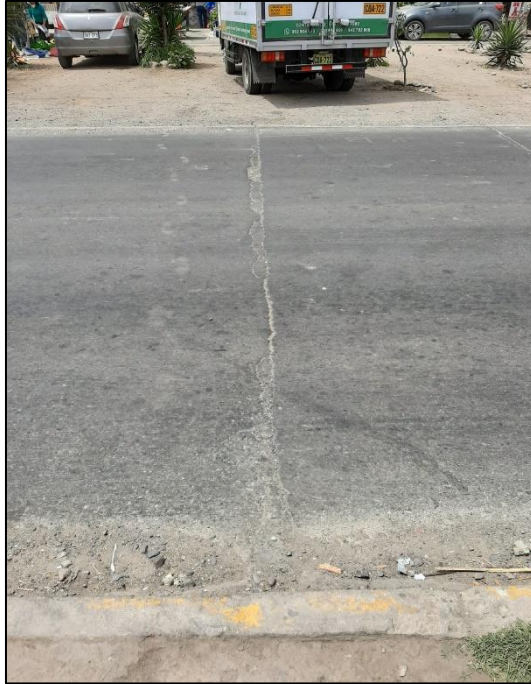


Figura 42. Progresiva 0+880 a 0+900 de Este a Oeste

Fuente: Elaboración propia

La figura 42 muestra que la falla está ubicada en la progresiva 0+880 a 0+900, presentando la siguiente severidad:

- **SEVERIDAD:**
HIGH (ALTA) – Es aquella grieta repleta o no, rodeada de un agrietamiento al azar de media o alta severidad, grietas mayores a 76 milímetros.

- **MEDICIÓN:**
Metros lineales (m)

11. Parcheo y acometida de servicios. Es aquella superficie de un pavimento que fue sustituido con material nuevo para ser mejorar uno ya existente



Figura 43. Progresiva 0+880 a 0+900 de Este a Oeste

Fuente: Elaboración propia

La figura 43 muestra que la falla está ubicada en la progresiva 0+880 a 0+900, presentando la siguiente severidad:

- **SEVERIDAD:**
HIGH (ALTA) – Es aquel parcheo que está muy averiado o la cualidad de transito se considera como de alta severidad.

- **MEDICIÓN:**
Metros cuadrados (m²)

Valores de la severidad en la undécima unidad de muestra

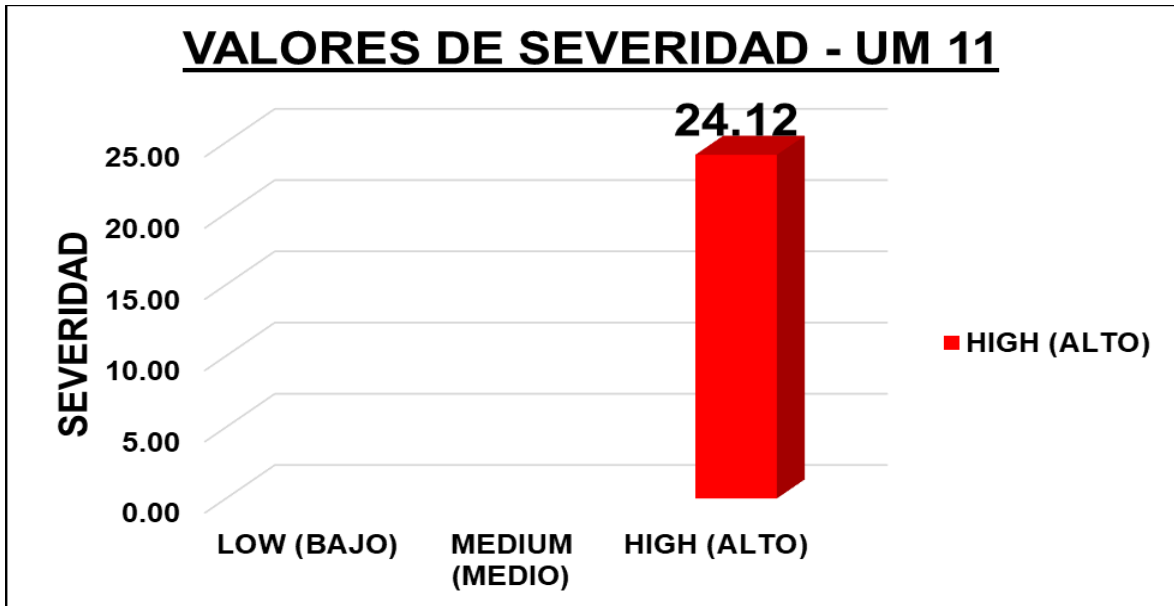


Gráfico 11. Valores de severidad en la unidad de muestra 11

Fuente: Elaboración propia

En la UM 11 observamos que el valor para severidad ALTA es 24.12, donde no existe la presencia de severidad BAJA y severidad ALTA.

Duodécima unidad de muestra – UM 12

3. Agrietamiento en bloque. Es una serie de grietas conectadas las cuales dividen al pavimento en pedazos rectangulares.



Figura 44. Progresiva 0+960 a 0+980 de Este a Oeste

Fuente: Elaboración propia

La figura 44 muestra que la falla está ubicada en la progresiva 0+960 a 0+980, presentando la siguiente severidad:

- **SEVERIDAD:**
HIGH (ALTA) – Bloques definidos con grietas longitudinales y transversales.

- **MEDICIÓN:**
Metros cuadrados (m²)

8. Grieta de reflexión de junta. Grietas provocadas originalmente por el movimiento de la losa de concreto de cemento portland, debido a la temperatura o por la humedad en la parte baja de la superficie del concreto asfáltico.



Figura 45. Progresiva 0+960 a 0+980 de Este a Oeste

Fuente: Elaboración propia

La figura 45 muestra que la falla está ubicada en la progresiva 0+960 a 0+980, presentando la siguiente severidad:

- **SEVERIDAD:**

HIGH (ALTA) – Es aquella grieta rellena o no, rodeada de un agrietamiento al azar de media o alta severidad, grietas de más de 76 milímetros y sin relleno.

- **MEDICIÓN:**

Metros lineales (m)

10. Grietas Longitudinal / Transversal. Se producen debido a una junta de carril pobremente edificada por las contracciones en la superficie debido a las temperaturas diarias o reflexión de una grieta causada bajo la capa de base.



Figura 46. Progresiva 0+960 a 0+980 de Este a Oeste

Fuente: Elaboración propia

La figura 46 muestra que la falla está ubicada en la progresiva 0+960 a 0+980, presentando la siguiente severidad:

- **SEVERIDAD:**
HIGH (ALTA) – Grieta rellena o no, circundada de un agrietamiento al azar de media o alta severidad, grietas con más de 76 milímetros.

- **MEDICIÓN:**
Metros lineales (m)

11. Parcheo y acometida de servicios. Es aquella superficie de un pavimento que fue sustituido con material nuevo para arreglar uno ya existente.



Figura 47. Progresiva 0+960 a 0+980 de Este a Oeste

Fuente: Elaboración propia

La figura 47 muestra que la falla está ubicada en la progresiva 0+960 a 0+980, presentando la siguiente severidad:

- **SEVERIDAD:**
HIGH (ALTA) – Es aquel parcheo que está muy averiado o la cualidad de transito se considera de severidad alta.

- **MEDICIÓN:**
Metros cuadrados (m²)

19. Meteorización / Desprendimientos de agregados. Merma de la carpeta asfáltica debido a pérdida del ligante asfáltico y de las partículas de agregado que la conforma.



Figura 48. Progresiva 0+960 a 0+980 de Este a Oeste

Fuente: Elaboración propia

La figura 48 muestra que la falla está ubicada en la progresiva 0+960 a 0+980, presentando la siguiente severidad:

- **SEVERIDAD:**
HIGH (ALTA) – Es cuando se ha perdido los agregados o el ligante en forma considerable, su textura es rugosa.

- **MEDICIÓN:**
Metros cuadrados (m²)

Valores de la severidad en la duodécima unidad de muestra

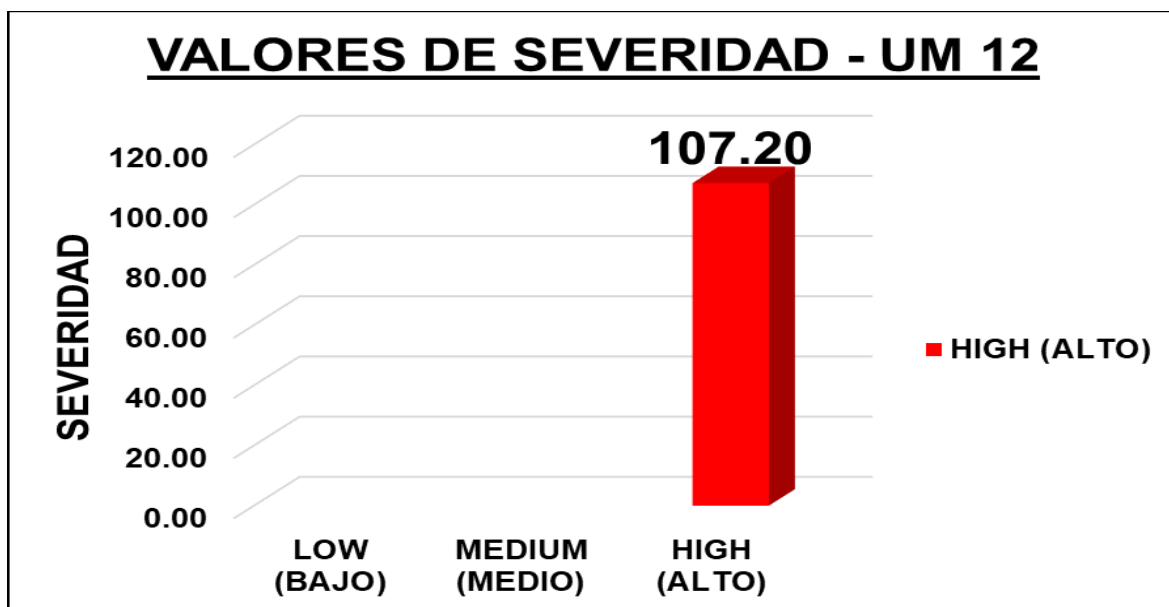


Gráfico 12. Valores de severidad en la unidad de muestra 12

Fuente: Elaboración propia

En la UM 12 observamos que el valor para severidad ALTA es 107.20, donde no existe la presencia de severidad BAJA y severidad ALTA.

Fallas existentes

Ya mostrado las fallas del pavimento por unidad de muestra analizadas en todo el largo de la vía, a continuación, detallaremos las cantidades por tipo de falla existente pudiendo contabilizar un total de 13 fallas de las 19 que indica el método PCI.

Tabla 6. Cantidad por tipo de falla existente

| N° | TIPOS DE FALLAS | UND | TOTAL |
|----|-----------------------------|-----|-------|
| 1 | Grieta piel de cocodrilo | m2 | - |
| 2 | Exudación | m2 | - |
| 3 | Agrietamiento en bloque | m2 | 14.18 |
| 4 | Abultamiento y Hundimientos | m | 2.80 |
| 5 | Corrugación | m2 | - |
| 6 | Depresión | m2 | 19.00 |
| 7 | Grietas de Borde | m | - |

| | | | |
|----|--|----|--------|
| 8 | Grieta de Reflexión de Junta | m | 26.80 |
| 9 | Desnivel Carril / Berma | m | 8.00 |
| 10 | Grietas Longitudinal / Transversal | m | 121.30 |
| 11 | Parcheo y Acometidas de Servicios | m2 | 50.81 |
| 12 | Pulimientos y Agregados | m2 | 53.60 |
| 13 | Huecos | n° | 9.00 |
| 14 | Cruce de Vía Férrea | m2 | - |
| 15 | Ahuellamiento | m2 | - |
| 16 | Desplazamiento | m2 | 12.40 |
| 17 | Grietas Parabólicas o por Deslizamiento | m2 | 0.48 |
| 18 | Hinchamiento | m2 | 15.90 |
| 19 | Meteorización / Desprendimiento de agregados | m2 | 193.40 |

Fuente: Elaboración propia

Podemos apreciar en la tabla 6 la cantidad que presenta cada tipo de falla que se registran en función a las unidades de medidas establecidas por el método PCI, estas unidades son metros cuadrados (m2), unidad (und) y metros lineales.

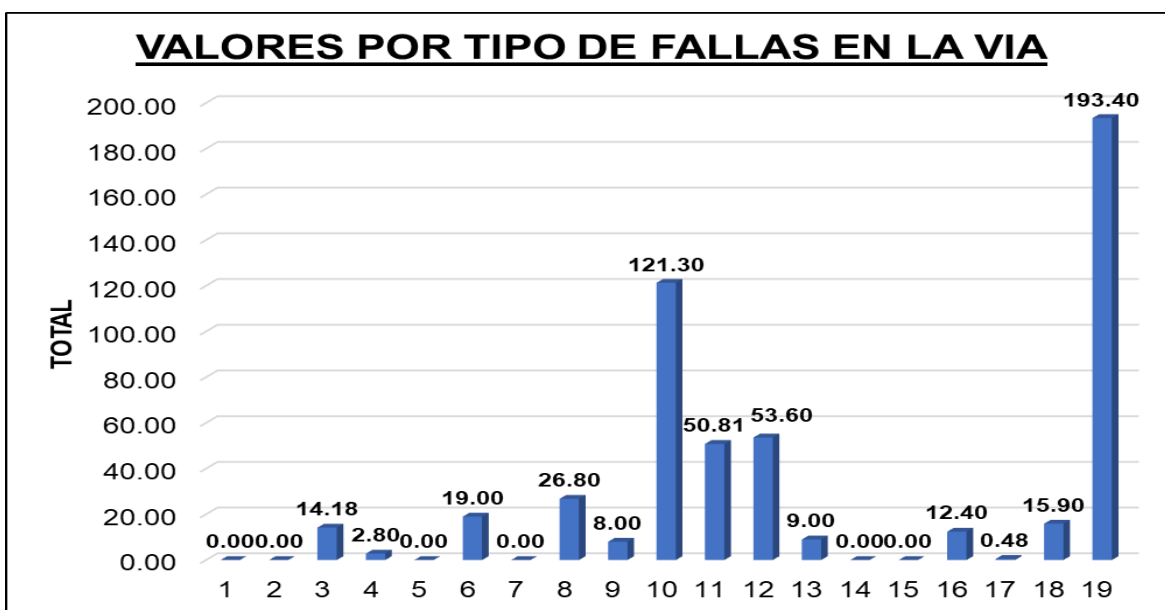


Gráfico 13. Cantidades por tipo de fallas existente

Fuente: Elaboración propia

En el grafico 13 apreciamos el total de cada una de las fallas existentes en la vía de estudio, el grafico nos muestra que las fallas de menor representación son las de número 17, Grietas Parabólicas o por Deslizamiento con un total de 0.48, el número 4, Abultamiento y Hundimientos con un total de 2.80, el número 9, Desnivel

Carril / Berma con un total de 8, el número 13, Huecos con un total de 9, el número 16, Desplazamiento, con un total de 12.40, el número 3, Agrietamiento en bloque con un total de 14.18 y el número 6, Depresión con un total de 19.

Las fallas de median representación son las de número 8, Grieta de Reflexión de Junta con un total de 26.80, el número 11, Parcheo y Acometidas de Servicios Con un total de 50.81 y el número 12, Pulimientos y Agregados con un total de 53.60.

Las fallas de mayor representación son la falla número 10, Grietas Longitudinal / Transversal con una total de 121.30 y la falla número 19, Meteorización / Desprendimiento de agregados con un total de 193.40.

Fallas incidentes.

El total de fallas existentes presentes en la vía se representan en el siguiente gráfico mostrando la distribución de las fallas incidentes tomando en cuenta el porcentaje que representa cada una.

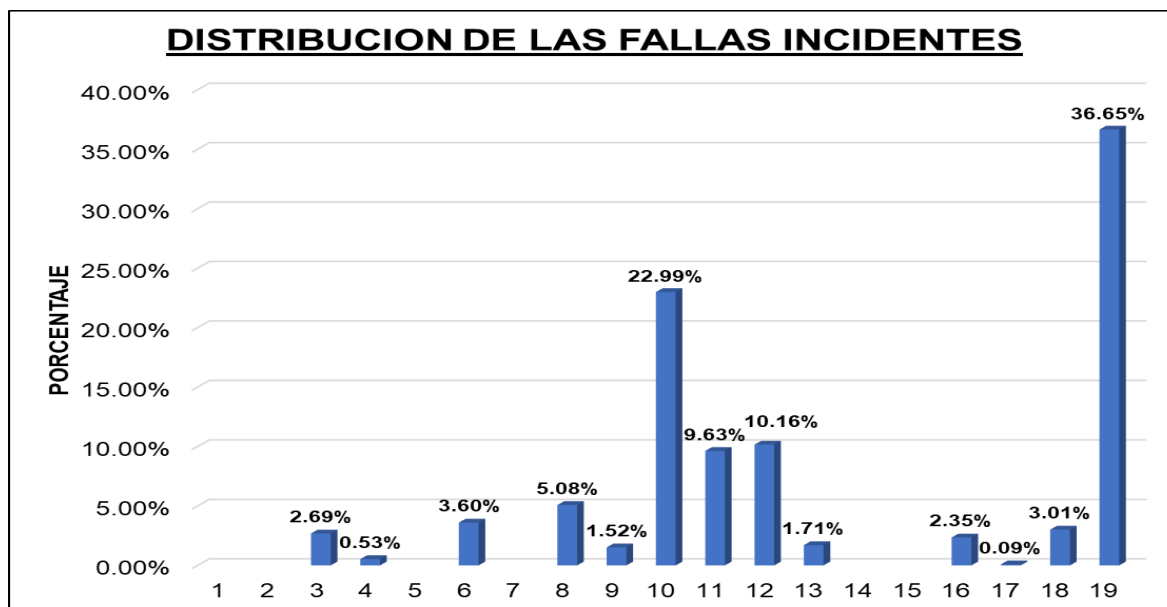


Gráfico 14. Porcentaje de fallas encontradas

Fuente: Elaboración propia

En el grafico 14 apreciamos el porcentaje de cada una de las fallas existentes en la vía de estudio, el grafico nos muestra que las fallas de menor representación son las de número 17, Grietas Parabólicas o por Deslizamiento con un porcentaje de 0.09%, el número 4, Abultamiento y Hundimientos con un porcentaje de 0.53%, el número 9, Desnivel Carril / Berma con un porcentaje de 1.52%, el número 13, Huecos con un porcentaje de 1.71%, el número 16, Desplazamiento, con un porcentaje de 2.35%, el número 3, Agrietamiento en bloque con un porcentaje de 2.69% y el número 6, Depresión con un porcentaje de 3.60%.

Las fallas de median representación son las de número 8, Grieta de Reflexión de Junta con un porcentaje de 5.08%, el número 11, Parcheo y Acometidas de Servicios con un porcentaje de 9.63% y el número 12, Pulimientos y Agregados con un porcentaje de 10.16%.

Las fallas de mayor representación son la falla número 10, Grietas Longitudinal / Transversal con un porcentaje de 22.99% y la falla número 19, Meteorización / Desprendimiento de agregados con porcentaje de 36.65%.

Nivel de severidad en la vía de estudio

El método PCI para clasificar de las fallas usa un nivel de severidad, las cuales se usan cuando realizamos la inspección del pavimento, existen tres tipos de fallas que son: LOW (BAJA), MEDIUM (MEDIA) y HIGH (ALTA) este criterio de severidad depende según el tipo de fallas analizadas.

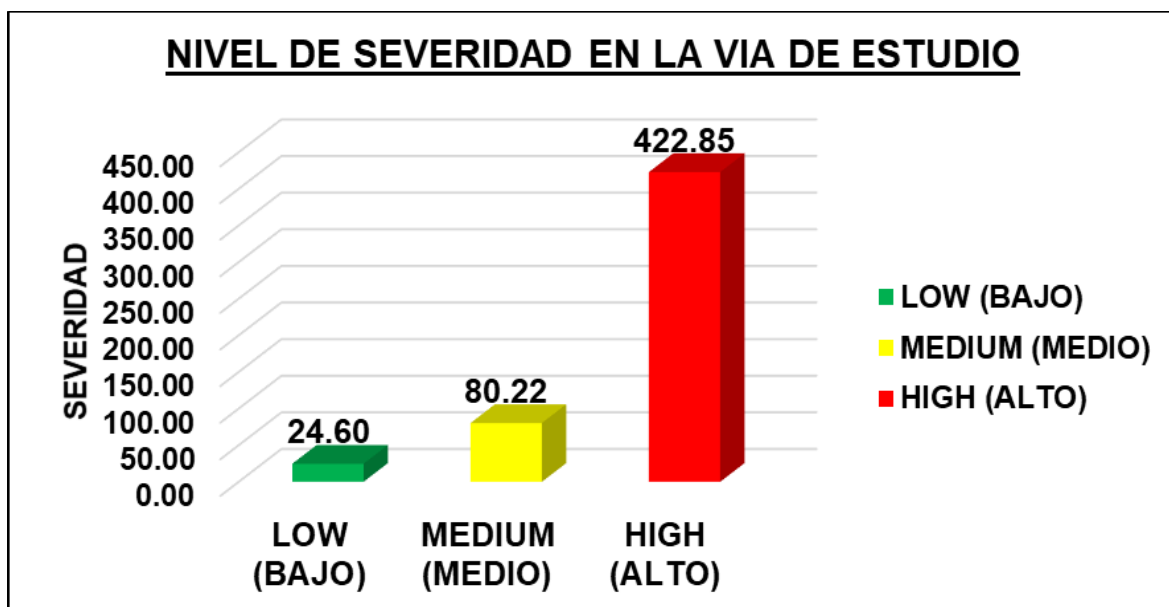


Gráfico 15. Nivel de severidad en la vía

Fuente: Elaboración propia

En el gráfico 15 apreciamos las cantidades de nivel de severidad para toda la vía en estudio, dando como resultado para una severidad baja (LOW) de 24.60, para una severidad media (MEDIUM) de 80.22 y para una severidad alta (HIGH) de 422.85.

Valores del PCI por unidad de muestra

Una vez obtenido todos los datos recolectados de campo, así como la severidad, densidad, valor deducido entre otros, procedemos a calcular los valores del PCI en las 12 unidades de muestra de esta manera conocer la condición o estado en que se encuentra la vía.

En la siguiente tabla observamos las unidades de muestra, progresiva de inicio y progresiva final, valor del PCI, así como la condición de las unidades de muestra.

Tabla 7. Valores del PCI por unidad de muestra

| UNIDADES DE MUESTRA | PROGRESIVAS | | VALOR DEL PCI | CONDICIÓN |
|---------------------|-------------|----------|---------------|-----------|
| | INICIO | FIN | | |
| UM - 01 | Km 0+000 | Km 0+020 | 44 | REGULAR |
| UM - 02 | Km 0+080 | Km 0+100 | 68 | BUENO |
| UM - 03 | Km 0+160 | Km 0+180 | 86 | EXCELENTE |
| UM - 04 | Km 0+260 | Km 0+280 | 59 | BUENO |
| UM - 05 | Km 0+340 | Km 0+360 | 11 | MUY MALO |
| UM - 06 | Km 0+440 | Km 0+460 | 60 | BUENO |
| UM - 07 | Km 0+520 | Km 0+540 | 52 | REGULAR |
| UM - 08 | Km 0+600 | Km 0+620 | 66 | BUENO |
| UM - 09 | Km 0+700 | Km 0+720 | 35 | MALO |
| UM - 10 | Km 0+780 | Km 0+800 | 29 | MALO |
| UM - 11 | Km 0+880 | Km 0+900 | 59 | BUENO |
| UM - 12 | Km 0+960 | Km 0+980 | 8 | FALLADO |

Fuente: Elaboración propia

Todos los resultados se visualizan en el siguiente gráfico.

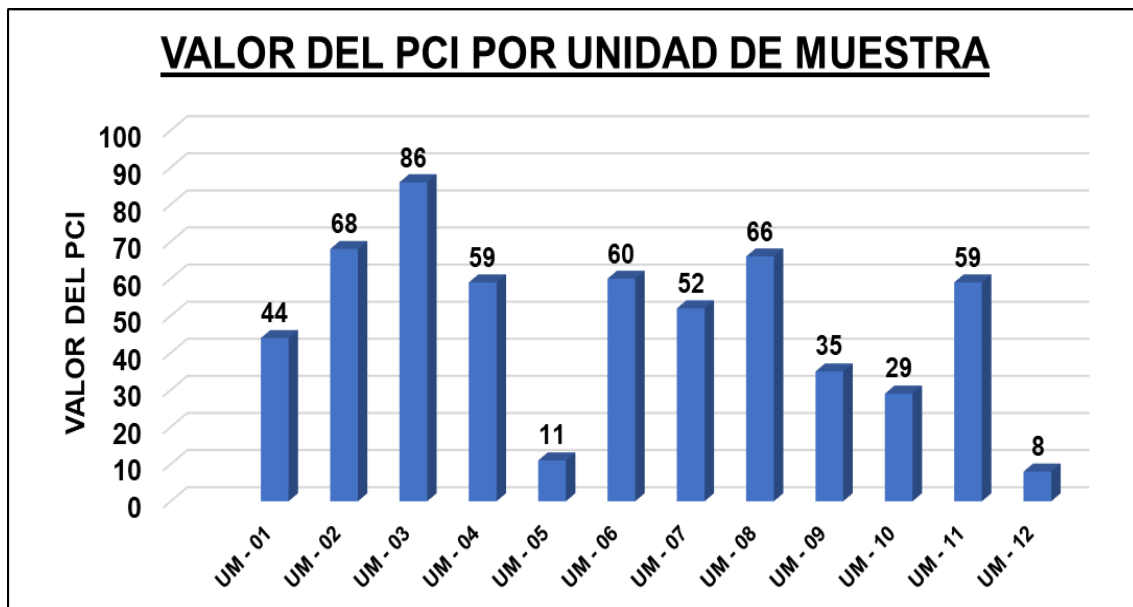


Gráfico 16. Valores PCI por unidades de muestra

Fuente: Elaboración propia

En el gráfico 16 nos indica el valor del PCI por todas unidades de muestra, pudiendo apreciar que los valores más bajo son 8 en la UM 12 y 11 en la UM 05, los valores

medios son 29 en la UM 10, 35 en la UM 09 y 44 en la UM 01, los valores altos son, 52 en la UM 07, 59 en la UM 11 y UM 04, 60 en la UM 06, 66 en la UM 08, 68 en la UM 02 y 86 en la UM 03.

Valor del PCI de la vía de estudio

En la siguiente tabla se plasman los resultados que arroja el estudio de toda la vía que estudiamos, en esta tabla se indica el área de estudio, valor PCI por unidades de muestra, valor de toda la vía y en que condición se encuentra la vía.

Tabla 8. Valor del PCI de la vía de estudio

| UNIDADES DE MUESTRA | ÁREA DE MUESTRA (m2) | VALOR PCI MUESTRA | VALOR SECCIÓN PCI | CONDICIÓN |
|---------------------|----------------------|-------------------|-------------------|-----------------------|
| UM - 01 | 268 | 44 | 48 | <u>REGULAR</u> |
| UM - 02 | 268 | 68 | | |
| UM - 03 | 268 | 86 | | |
| UM - 04 | 268 | 59 | | |
| UM - 05 | 268 | 11 | | |
| UM - 06 | 268 | 60 | | |
| UM - 07 | 268 | 52 | | |
| UM - 08 | 268 | 66 | | |
| UM - 09 | 268 | 35 | | |
| UM - 10 | 268 | 29 | | |
| UM - 11 | 268 | 59 | | |
| UM - 12 | 268 | 8 | | |

Fuente: Elaboración propia

La vía de estudio muestra un valor de sección **PCI de 48**, este valor lo comparamos con los valores de la tabla 2, donde podemos observar que este valor obtenido pertenece a la clasificación de **REGULAR**.

A continuación, mostramos en que valores se encuentran las secciones de la vía en estudio de acuerdo a su clasificación.

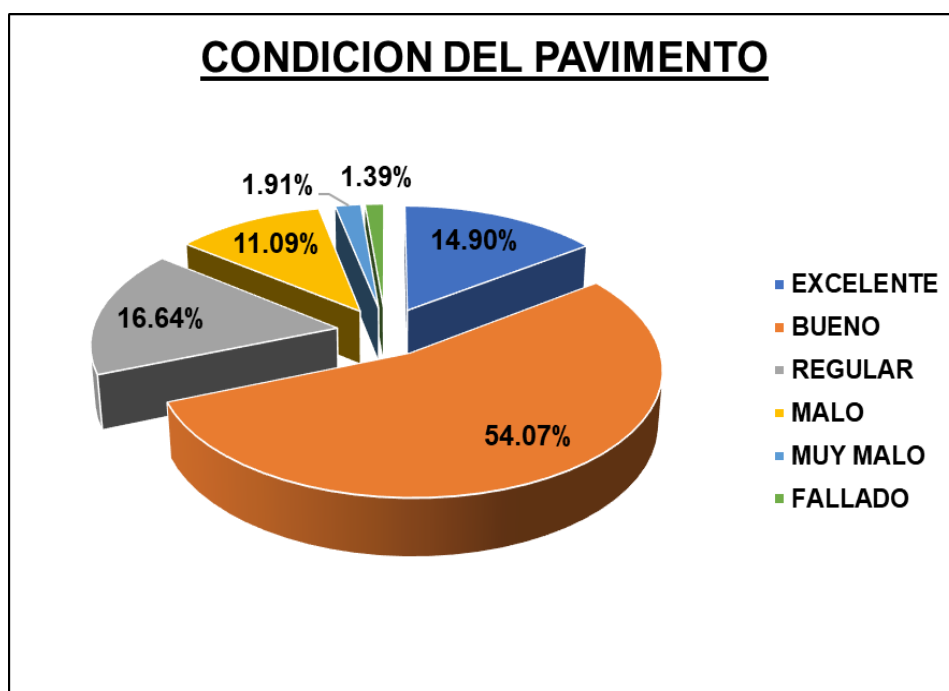


Gráfico 17. El PCI a lo largo de toda la vía

Fuente: Elaboración propia

El gráfico 17 se muestra un resumen de la clasificación en la que se encuentra el pavimento, podemos apreciar que el 1.39% se encuentra FALLADO, el 1.91% se encuentra MUY MALO, el 11.09% se encuentra MALO, el 16.64% se encuentra REGULAR, el 54.07% se encuentra BUENO y el 14.90% se encuentra EXCELENTE.

Ensayos para los agregados

Los materiales que se emplearon para ejecutar el diseño de mezcla asfáltica fueron proporcionados de la cantera Carabaylo, por ello los ensayos para el agregado grueso y agregado fino se realizaron con el fin de verificar su aceptabilidad el cual deberá cumplir con las normas según el MTC.

Agregado grueso

Se realizó el análisis granulométrico por tamizado del agregado grueso de acuerdo a la norma MTC E – 107, los resultados se muestran en la siguiente tabla.

Tabla 9. Análisis granulométrico del agregado grueso

| Tamiz | | Material Retenido | | | |
|---------|-------|-------------------|--------------|---------------|-------------|
| ∅ | | Peso (g) | Retenido (%) | Acumulado (%) | Pasante (%) |
| Pulgada | mm | | | | |
| 3/4" | 19.05 | | | | |
| 1/2" | 12.70 | 195.00 | 6.40 | 6.40 | |
| 3/8" | 9.53 | 1154.50 | 37.80 | 44.20 | |
| 1/4" | 6.35 | 1205.00 | 39.40 | 83.60 | |
| N° 4 | 4.76 | 500.50 | 16.40 | 100.00 | |
| N° 6 | 3.36 | | | | |
| N° 8 | 2.38 | | | | |
| N° 10 | 2.00 | | | | |
| N° 16 | 1.19 | | | | |
| N° 20 | 0.84 | | | | |
| N° 30 | 0.59 | | | | |
| N° 40 | 0.43 | | | | |
| N° 50 | 0.30 | | | | |
| N° 80 | 0.18 | | | | |
| N° 100 | 0.15 | | | | |
| N° 200 | 0.07 | | | | |

Fuente: Elaboración propia

En la tabla 9 se puede apreciar el tamaño máximo nominal del agregado grueso que es de 1/4" con 39.40% retenido.

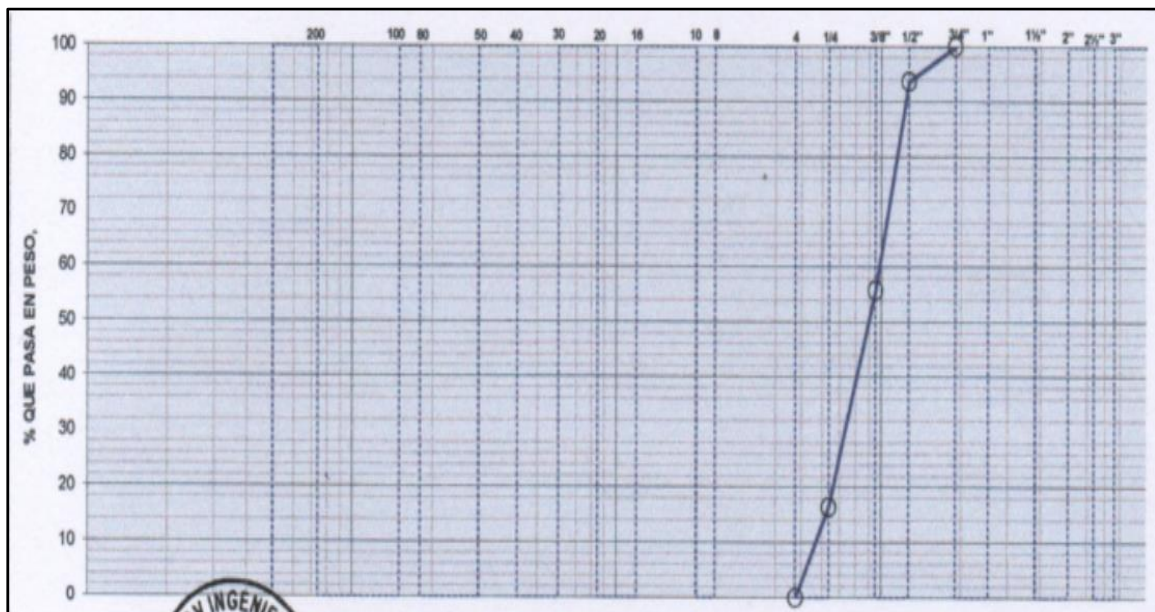


Gráfico 18. Curva Granulométrica para el Agregado Grueso

Fuente: Elaboración propia

Del análisis granulométrico para el agregado grueso podemos dar la siguiente descripción, que se muestra en la tabla continua.

Tabla 10. Descripción para el agregado grueso

| DESCRIPCIÓN | |
|------------------------------|---------|
| Porcentaje de Humedad (%) | 1.10 |
| Porcentaje de Grava (%) | 100.00 |
| Porcentaje de Arena (%) | 0.00 |
| Porcentaje de Pasante N° 200 | - |
| Peso Inicial (gr) | 3055.00 |
| Peso Lavado (gr) | 3055.00 |
| Porcentaje de L.L (%) | - |
| Porcentaje de L.P (%) | - |
| Porcentaje de I.P (%) | - |

Fuente: Elaboración propia

Peso específico y absorción del agregado grueso

Se hizo uso del método de ensayo normalizado para peso específico y absorción de acuerdo a la norma NTP 400.021, los resultados se muestran en la siguiente tabla.

Tabla 11. Peso específico y absorción del agregado grueso

| CÓDIGO DE LA MUESTRA | Cantera Carabayllo - Grava 1/2" |
|--|---------------------------------|
| PESO MAT. SATURADO Y SUPERFICIALMENTE SECO (EN AIRE) | 2274.00 |
| PESO MAT. SATURADO Y SUPERFICIALMENTE SECO (SUMERGIDO) | 1432.00 |
| VOLUMEN DE LA MASA + VOLUMEN DE VACÍOS | 842.00 |
| PESO DE MATERIAL SECO | 2261.00 |
| VOLUMEN DE LA MASA | 829.00 |
| PESO ESPECIFICO BULK (BASE SECA) | 2685.00 |
| PESO ESPECIFICO BULK (BASE SATURADA) | 2701.00 |
| PESO APARENTE (BASE SECA) | 2727.00 |
| ABSORCIÓN | 0.57 |

Fuente: Elaboración propia

Agregado fino

Se realizó el análisis granulométrico por tamizado del agregado fino de acuerdo a la norma MTC E – 107, los resultados se muestran en la siguiente tabla.

Tabla 12. *Análisis Granulométrico del agregado fino*

| Tamiz | | Material Retenido | | | |
|---------|-------|-------------------|--------------|---------------|-------------|
| Ø | | Peso (g) | Retenido (%) | Acumulado (%) | Pasante (%) |
| Pulgada | mm | | | | |
| 3/4" | 19.05 | | | | |
| 1/2" | 12.70 | | | | |
| 3/8" | 9.53 | | | | |
| 1/4" | 6.35 | | | | 100.00 |
| N° 4 | 4.76 | 47.50 | 4.30 | 4.30 | 95.70 |
| N° 6 | 3.36 | 79.80 | 7.30 | 11.60 | 88.40 |
| N° 8 | 2.38 | 87.20 | 7.90 | 19.50 | 80.50 |
| N° 10 | 2.00 | 114.60 | 10.40 | 30.00 | 70.00 |
| N° 16 | 1.19 | 125.80 | 11.50 | 41.40 | 58.60 |
| N° 20 | 0.84 | 107.60 | 9.80 | 51.30 | 48.70 |
| N° 30 | 0.59 | 117.80 | 10.70 | 62.00 | 38.00 |
| N° 40 | 0.43 | 53.90 | 4.90 | 66.90 | 33.10 |
| N° 50 | 0.30 | 33.80 | 3.10 | 70.00 | 30.00 |
| N° 80 | 0.18 | 81.30 | 7.40 | 77.40 | 22.60 |
| N° 100 | 0.15 | 41.60 | 3.80 | 81.20 | 18.80 |
| N° 200 | 0.07 | 102.7 | 9.4 | 90.5 | 9.5 |
| Bandeja | | 103.90 | 9.5 | 100 | 0 |

Fuente: Elaboración propia

En la tabla 12 se puede apreciar el tamaño máximo nominal del agregado fino que es de 4.76 mm (N° 4).

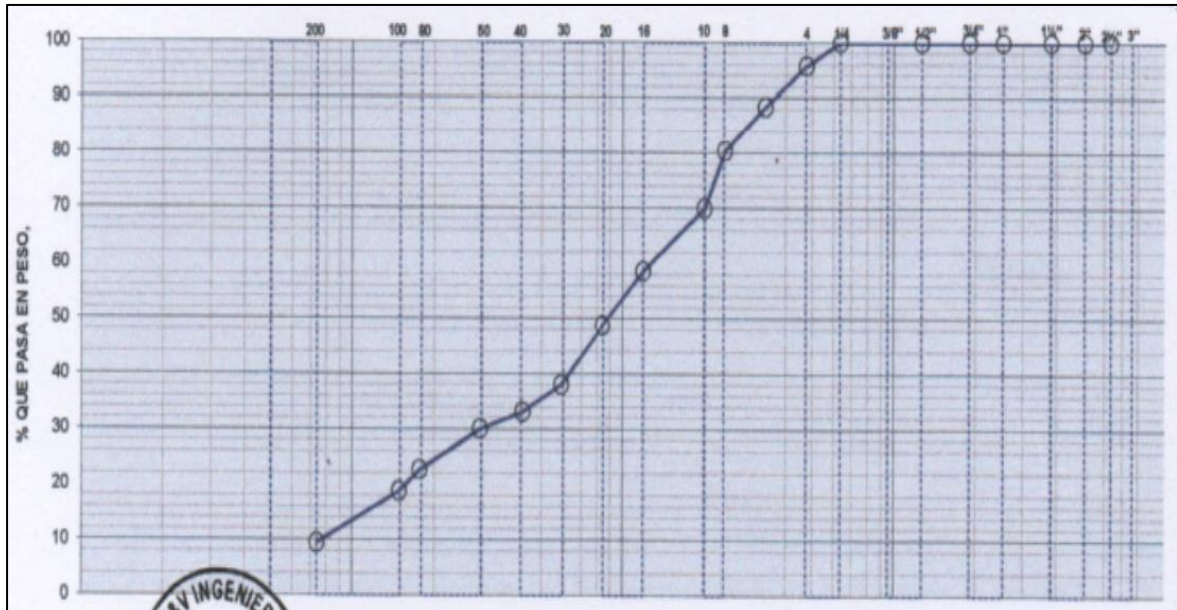


Gráfico 19. Curva Granulométrica para el Agregado Fino

Fuente: Elaboración propia

Del análisis granulométrico del agregado fino podemos dar la siguiente descripción, observar tabla 13.

Tabla 13. Descripción para el agregado fino

| DESCRIPCIÓN | |
|------------------------------|---------|
| Porcentaje de Humedad (%) | 2.10 |
| Porcentaje de Grava (%) | 4.30 |
| Porcentaje de Arena (%) | 86.20 |
| Porcentaje de Pasante N° 200 | 9.50 |
| Peso Inicial (gr) | 1097.50 |
| Peso Lavado (gr) | 1097.50 |
| Porcentaje de L.L (%) | 21.00 |
| Porcentaje de L.P (%) | NP |
| Porcentaje de I.P (%) | NP |

Fuente: Elaboración propia

Peso específico y absorción del agregado fino

Se hizo uso el método de ensayo normalizado para peso específico y absorción de acuerdo a la norma NTP 400.021, los resultados se muestran en la siguiente tabla.

Tabla 14. *Peso específico y absorción del agregado fino*

| CÓDIGO DE LA MUESTRA | Cantera Carabayllo - Arena Chancada 1 |
|--|--|
| PESO FIOLA (CALIBRADA CON AGUA) | 669.00 |
| PESO FIOLA (CALIBRADA CON AGUA) + PESO MATERIAL | 969.00 |
| PESO FIOLA + AGUA + MATERIAL S. S. S (EXTRAÍDO DEL AIRE) | 857.90 |
| VOLUMEN DE LA MASA + VOLUMEN DE VACÍOS | 111.10 |
| PESO DE MATERIAL SECO | 298.70 |
| VOLUMEN DE LA MASA | 109.80 |
| PESO ESPECIFICO BULK (BASE SECA) | 2689.00 |
| PESO ESPECIFICO BULK (BASE SATURADA) | 2700.00 |
| PESO APARENTE (BASE SECA) | 2720.00 |
| ABSORCIÓN | 0.44 |

Fuente: Elaboración propia

Diseño Marshall

El diseño Marshall se realizó en base a la norma ASTM D-6927, de este modo garantizamos el proceso para hallar el peso adecuado en la combinación de los materiales y poder obtener una mezcla asfáltica patrón.

Mezcla convencional

La siguiente tabla muestra los resultados obtenidos a través del ensayo Marshall, este diseño propuesto es con un porcentaje de cemento asfáltico PEN 60/70 con 75 golpes por cara, el diseño se realizó con diferentes contenidos de asfaltos, en las siguientes proporciones: 4.50%, 5.00%, 5.50%, 6.00% y 6.50%.

Tabla 15. *Ensayo Marshall de mezcal asfáltica convencional*

| | N° DE BRIQUETAS | 1 | 2 | 3 | 4 | 5 |
|---|---|----------|----------|----------|----------|----------|
| 1 | % DE C.A EN PESO DE LA MEZCLA TOTAL | 4.50 | 5.00 | 5.50 | 6.00 | 6.50 |
| 2 | % DE AGREGADO GRUESO (> N° 4) EN PESO DE LA MEZCLA | 38.20 | 38.00 | 37.80 | 37.60 | 37.40 |
| 3 | % DE AGREGADO FINO (< N° 4) EN PESO DE LA MEZCLA | 57.30 | 57.00 | 56.70 | 56.40 | 56.10 |
| 4 | % DE FILLER (MÍNIMO 65% PASA N° 200) EN PESO DE LA MEZCLA | - | - | - | - | - |

| | | | | | | |
|----|---|----------|----------|----------|----------|----------|
| 5 | PESO ESPECIFICO DEL CEMENTO ASFALTICO - APARENTE | 1.01 | 1.01 | 1.01 | 1.01 | 1.01 |
| 6 | PESO ESPECIFICO DEL AGREGADO GRUESO BULK (MENOR 1") | 2.685 | 2.685 | 2.685 | 2.685 | 2.685 |
| 7 | PESO ESPECIFICO DEL AGREGADO FINO - BULK | 2.689 | 2.689 | 2.689 | 2.689 | 2.689 |
| 8 | PESO ESPECIFICO DEL FILLER - APARENTE | - | - | - | - | - |
| 9 | ALTURA PROMEDIO DE LA BRIQUETA (cm) | 63.433 | 65.000 | 64.667 | 64.767 | 65.333 |
| 10 | PESO DE LA BRIQUETA AL AIRE (gr) | 1213.533 | 1220.500 | 1230.900 | 1235.533 | 1235.733 |
| 11 | PESO DE LA BRIQUETA SAT. SUP. SECO EN EL AIRE (gr) | 1216.600 | 917.725 | 1232.933 | 1237.167 | 1237.067 |
| 12 | PESO DE LA BRIQUETA EN EL AGUA (gr) | 680.400 | 693.867 | 705.733 | 716.867 | 715.067 |
| 13 | PESO VOL. AGUA / VOL. BRIQUETA (gr) | 536.200 | 528.867 | 527.200 | 520.300 | 522.000 |
| 14 | PESO DE AGUA ABSORBIDA (gr) | 3.067 | 2.233 | 2.033 | 1.633 | 1.333 |
| 15 | PORCENTAJE DE ABSORCIÓN (%) | 0.573 | 0.423 | 0.387 | 0.313 | 0.257 |
| 16 | DENSIDAD DE LA BRIQUETA A 25° C | 2256.667 | 2300.667 | 2327.667 | 2367.333 | 2360.333 |
| 17 | PESO ESPECIFICO BULK DE LA BRIQUETA (gr/cm ³) | 2.263 | 2.308 | 2.335 | 2.374 | 2.367 |
| 18 | PESO ESPECIFICO MÁXIMO - ASTM D 2041 | 2.505 | 2.487 | 2.469 | 2.448 | 2.428 |
| 19 | PORCENTAJE DE VACÍOS (%) | 9.667 | 7.233 | 5.433 | 2.967 | 2.500 |
| 20 | PESO ESPECIFICO BULK DEL AGREGADO TOTAL (gr/cm ³) | 2.687 | 2.687 | 2.687 | 2.687 | 2.687 |
| 21 | V. M. A (%) | 19.533 | 18.433 | 17.900 | 16.900 | 17.600 |
| 22 | PORCENTAJE DE VACÍOS LLENADOS CON C. A (%) | 50.567 | 60.900 | 69.633 | 82.300 | 85.800 |
| 23 | PESO ESPECIFICO EFECTIVO DEL AGREGADO TOTAL | 2.693 | 2.694 | 2.696 | 2.693 | 2.691 |
| 24 | ASFALTO ABSORBIDO POR EL AGREGADO TOTAL (%) | 0.100 | 0.100 | 0.100 | 0.100 | 0.100 |
| 25 | PORCENTAJE DE ASFALTO EFECTIVO (%) | 4.400 | 4.900 | 5.400 | 5.900 | 6.500 |
| 26 | FLUJO (0.01 Pulgada) | 9.000 | 10.333 | 11.333 | 12.667 | 13.667 |
| 27 | ESTABILIDAD SIN CORREGIR (Kg) | 895.000 | 1066.667 | 1118.333 | 1200.000 | 1071.667 |
| 28 | FACTOR DE ESTABILIDAD | 1.040 | 1.040 | 1.040 | 1.040 | 1.040 |
| 29 | ESTABILIDAD CORREGIDA (Kg) | 930.667 | 1109.333 | 1163.000 | 1248.000 | 1114.667 |

Fuente: Elaboración propia

Por medio de este procedimiento realizado se obtuvieron los resultados del ensayo el cual mide la resistencia de mezclas bituminosas usando el método Marshall, estos resultados lo presentamos en los siguientes gráficos donde indicamos sus valores respectivos.

En la siguiente tabla se presenta el resumen de los resultados de los ensayos el cual sirve para medir la resistencia de mezclas bituminosas empleando en método Marshall.

Tabla 16. Datos de la mezcla convencional

| Porcentaje de asfalto (%) | Peso específico (gr/cm ³) | Estabilidad (kg) | V.M.A (%) | Porcentaje de vacíos (%) | Flujo (0.25 mm) | V.L.L.C.A (%) |
|---------------------------|---------------------------------------|------------------|-----------|--------------------------|-----------------|---------------|
| 4.50 | 2.263 | 930.667 | 19.533 | 9.667 | 9.000 | 50.567 |
| 5.00 | 2.308 | 1109.333 | 18.433 | 7.233 | 10.333 | 60.900 |
| 5.50 | 2.335 | 1163.000 | 17.900 | 5.433 | 11.333 | 69.633 |
| 6.00 | 2.374 | 1248.000 | 16.900 | 2.967 | 12.667 | 82.300 |
| 6.50 | 2.367 | 1114.667 | 17.600 | 2.500 | 13.667 | 85.800 |

Fuente: Elaboración propia

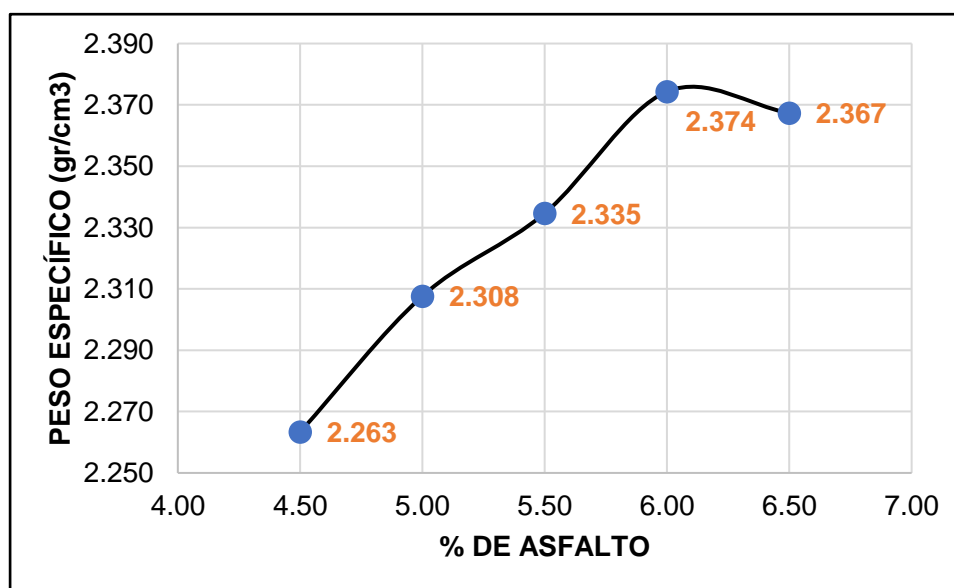


Gráfico 20. Porcentaje cemento asfáltico vs. Peso Específico

Fuente: Elaboración propia

Por los datos obtenidos se aprecia que el peso específico de la mezcla asfáltica convencional es de 2.374 gr/cm³ con un porcentaje óptimo de 6.0% de asfalto de acuerdo al diseño realizado.

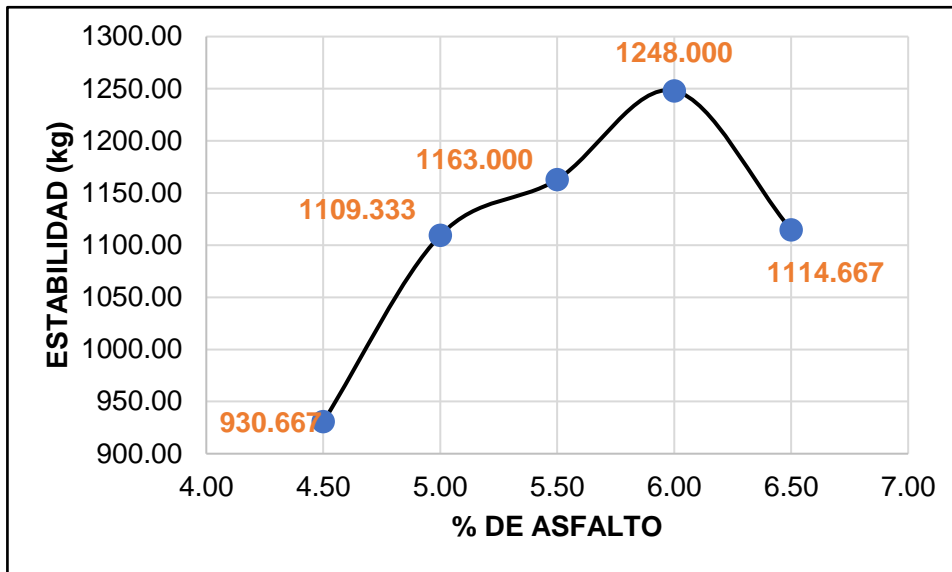


Gráfico 21. Porcentaje de cemento asfáltico vs. Estabilidad

Fuente: Elaboración propia

Considerando los datos obtenidos se considera que la estabilidad de la mezcla asfáltica convencional es 1248.00 kg con un óptimo de 6.0% de asfalto según el diseño realizado.

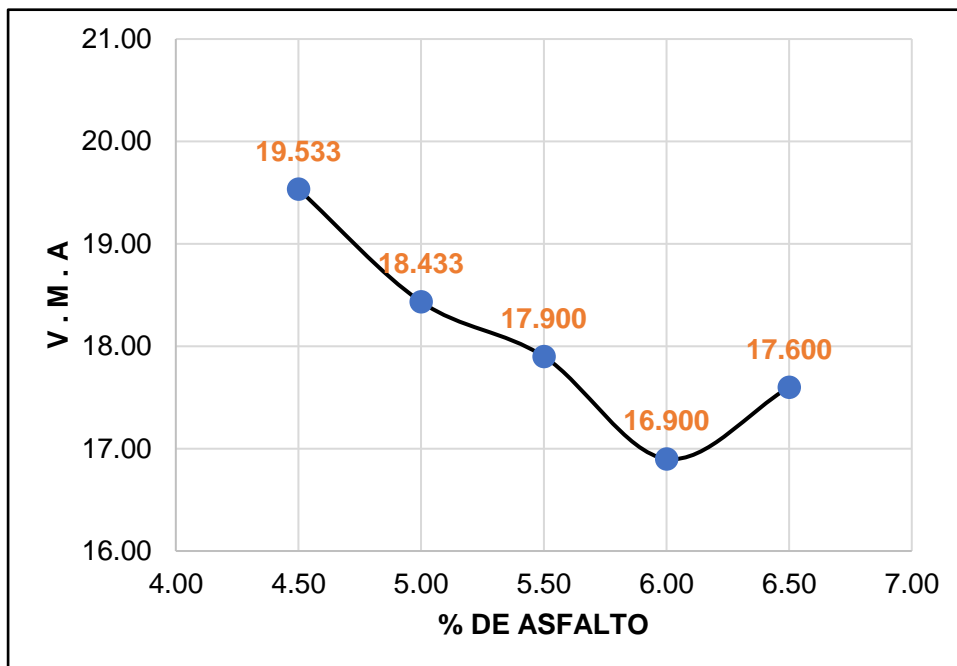


Gráfico 22. Porcentaje de cemento asfáltico vs. V.M.A

Fuente: Elaboración propia

Según los datos obtenidos se aprecia que el volumen de la mezcla asfáltica convencional es 16.900% con un porcentaje óptimo de 6.0% de asfalto de acuerdo al diseño realizado.

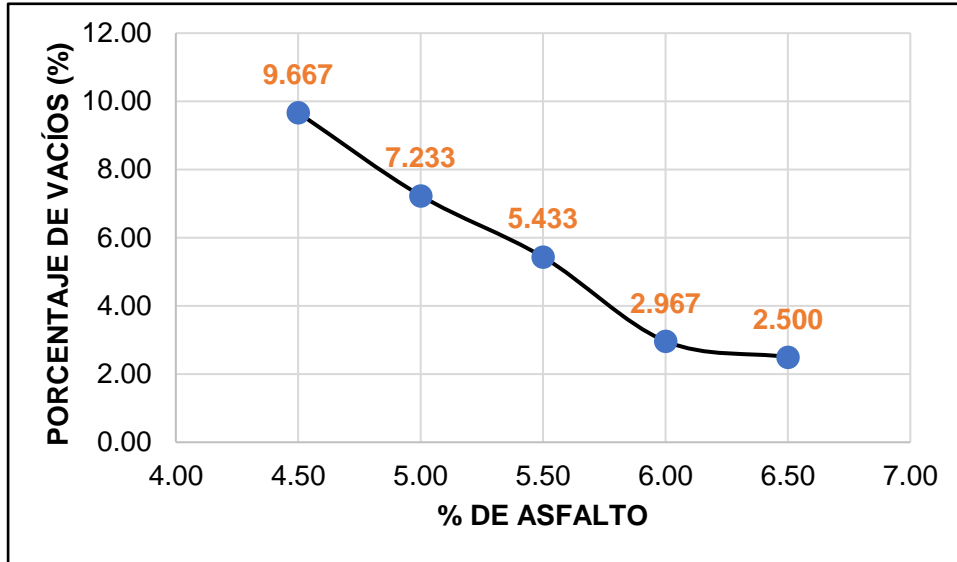


Gráfico 23. Porcentaje de cemento asfáltico vs. Porcentaje de Vacíos

Fuente: Elaboración propia

Observamos los datos obtenidos que el porcentaje de vacíos de la mezcla asfáltica convencional es de 2.967% con un porcentaje óptimo de 6.0% de asfalto según el diseño realizado.

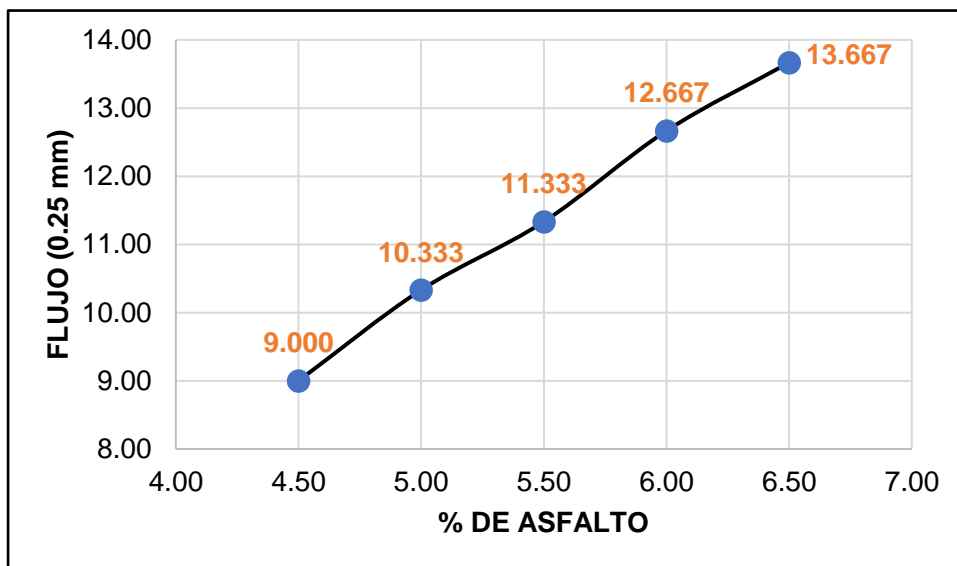


Gráfico 24. Porcentaje de cemento asfáltico vs. Flujo

Fuente: Elaboración propia

Apreciamos que el flujo de la mezcla asfáltica convencional arrojó un valor de 12.667 mm con un óptimo de 6.0% de asfalto según el diseño realizado.

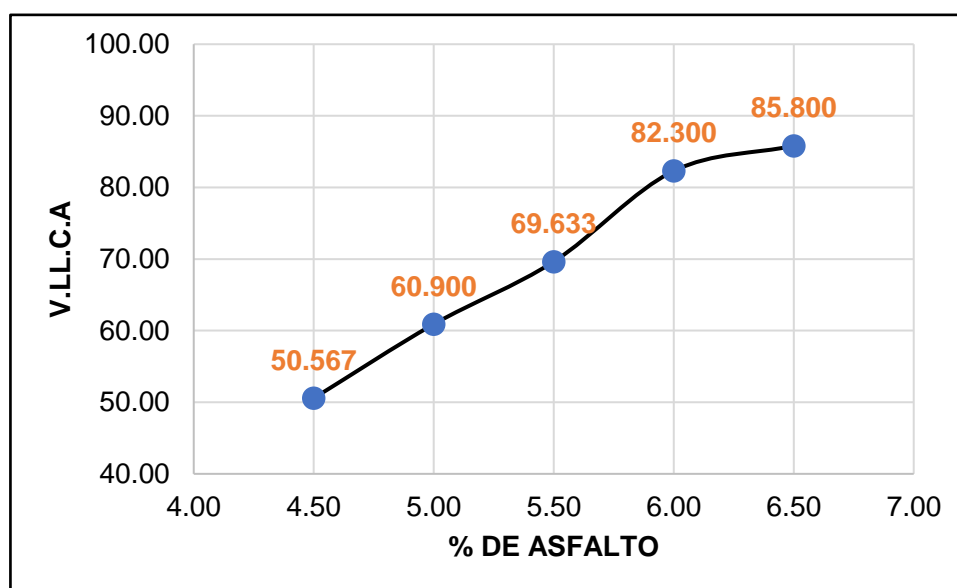


Gráfico 25. Porcentaje de cemento asfáltico vs. V.L.L.C.A

Fuente: Elaboración propia

Los datos obtenidos de V.L.L.C.A de la mezcla asfáltica convencional muestra un valor de 82.300% con un óptimo de 6.0% de asfalto según el diseño realizado.

En el siguiente cuadro damos a conocer las características de la mezcla.

Tabla 17. Características de la mezcla

| CARACTERÍSTICAS DE LA MEZCLA | | | |
|--|-------------------|-------------------|------------------|
| N° de golpes por cara | 75 | | |
| Contenido Optimo de Cemento Asfáltico (%) | 6.0 | 6.2 | 6.4 |
| Peso específico bulk (gr/cm ³) | 2.370 | 2.375 | 2.372 |
| Vacíos (%) | 3.8 | 3.0 | 2.2 |
| Vacíos llenos con Cemento Asfáltico (%) | 78.0 | 82.0 | 87.0 |
| V.M.A (%) | 17.2 | 17.3 | 17.4 |
| Estabilidad lb (kN) | 2700.0 (12.01) | 2650.0 (11.79) | 2540.0 (11.3) |
| Flujo 0.01" (0,25mm) | 12.7 (3.2) | 13.1 (3.3) | 13.6 (3.4) |
| Relación Estabilidad/Flujo. Kg/cm | 3650.1 | | |
| Absorción de Asfalto (%) | 0.1 | | |
| Temperatura de la Mezcla (°C) | 145 | | |

Fuente: Elaboración propia



Figura 49. Briquetas enumeradas de acuerdo al contenido de % asfalto

Fuente: Elaboración propia

Ensayo a tensión

Tabla 18. Ensayo tensión en MAC convencional

| Acondicionamiento de Muestra | En Seco (d) | | | En Húmedo (1) | | |
|--|-------------|-------|-------|---------------|-------|-------|
| | 1 | 2 | 3 | 4 | 5 | 6 |
| N° Espécimen | | | | | | |
| Promedio de Vacíos de Aire (%) | 7.10 | | | 7.00 | | |
| Resistencia a la Tensión en cada espécimen - psi | 31.29 | 31.86 | 30.68 | 25.06 | 26.04 | 24.80 |
| Promedio de Resistencia a la Tensión en cada condición - psi | 31.28 | | | 25.30 | | |
| Daño por Humedad (visual) | 0.00 | | | 0.00 | | |
| Agregados fracturados (visual) | No presenta | | | No presenta | | |

Fuente: Elaboración propia

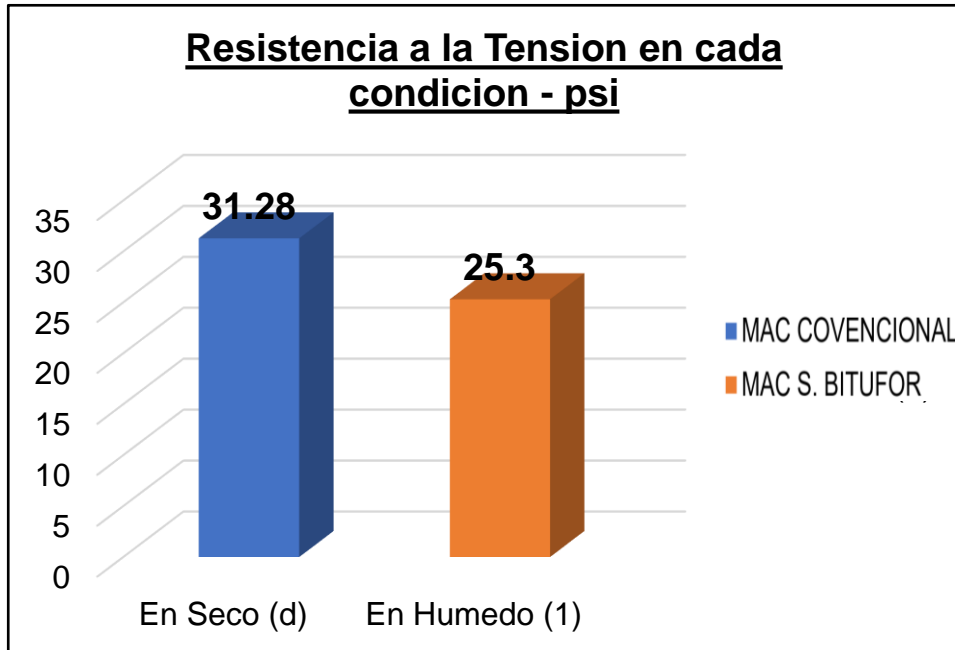


Gráfico 26. Resistencia a la Tensión

Fuente: Elaboración propia

Del grafico 26 podemos observar que el valor para la resistencia a la tensión en seco es de 31.28 psi y el valor para la resistencia a la tensión en húmedo es de 25.3 psi.



Figura 50. Acondicionamiento del espécimen en la Máquina de Carga a Tensión

Fuente: *Elaboración propia*

Ensayo a compresión

Tabla 19. Ensayo de compresión en MAC convencional

| Acondicionamiento de Muestra | Grupo N° 1 | | | Grupo N° 2 | | |
|--|------------|-------|-------|------------|-------|-------|
| | 1 | 2 | 3 | 4 | 5 | 6 |
| N° Espécimen | | | | | | |
| Peso Específico de la Briqueta (g/cm ³) | 2.019 | 2.021 | 2.020 | 2.017 | 2.014 | 2.021 |
| Resistencia a la Compresión (kg/cm ²) | 12.93 | 12.87 | 12.87 | 10.02 | 10.44 | 10.75 |
| Promedio de Resistencia a la Compresión (kgf/cm ²) | 12.89 | | | 10.40 | | |

Fuente: Elaboración propia

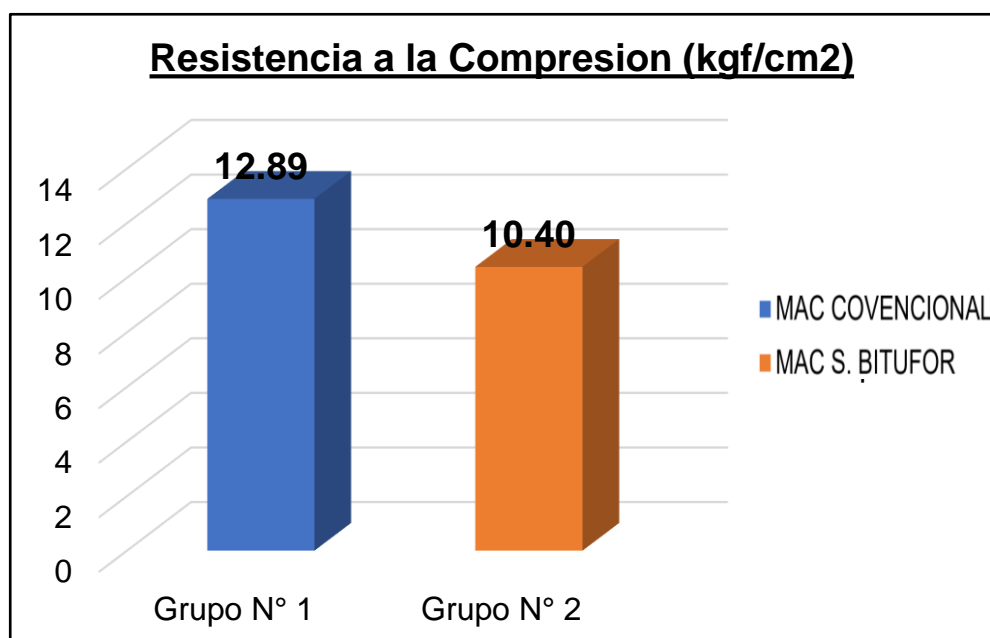


Gráfico 27. Resistencia a la Compresión

Fuente: Elaboración propia

Del gráfico 27 podemos observar que el valor para la resistencia a la compresión en seco es 12.89 kgf/cm², el valor para la resistencia a la tensión en húmedo es de 10.40 kgf/cm².



Figura 51. Máquina de Carga a Compresión

Fuente: *Elaboración propia*

Mezcla convencional implementando el Sistema Bitufor

La siguiente tabla muestra los resultados obtenidos a través del ensayo Marshall, el diseño propuesto es con un porcentaje de cemento asfáltico PEN 60/70 con 75 golpes por cara, el diseño se realizó con diferentes contenidos de asfaltos, en las siguientes proporciones: 4.50%, 5.00%, 5.50%, 6.00% y 6.50%.

Tabla 20. *Ensayo Marshall de mezcla asfáltica convencional implementando el Sistema Bitufor*

| | N° DE BRIQUETAS | 1 | 2 | 3 | 4 | 5 |
|---|---|----------|----------|----------|----------|----------|
| 1 | % DE C.A EN PESO DE LA MEZCLA TOTAL | 4.50 | 5.00 | 5.50 | 6.00 | 6.50 |
| 2 | % DE AGREGADO GRUESO (> N° 4) EN PESO DE LA MEZCLA | 38.20 | 38.00 | 37.80 | 37.60 | 37.40 |
| 3 | % DE AGREGADO FINO (< N° 4) EN PESO DE LA MEZCLA | 57.30 | 57.00 | 56.70 | 56.40 | 56.10 |
| 4 | % DE FILLER (MÍNIMO 65% PASA N° 200) EN PESO DE LA MEZCLA | - | - | - | - | - |
| 5 | PESO ESPECIFICO DEL CEMENTO ASFALTICO - APARENTE | 1.01 | 1.01 | 1.01 | 1.01 | 1.01 |

| | | | | | | |
|----|---|----------|----------|----------|----------|----------|
| 6 | PESO ESPECIFICO DEL AGREGADO GRUESO BULK (MENOR 1") | 2.685 | 2.685 | 2.685 | 2.685 | 2.685 |
| 7 | PESO ESPECIFICO DEL AGREGADO FINO - BULK | 2.689 | 2.689 | 2.689 | 2.689 | 2.689 |
| 8 | PESO ESPECIFICO DEL FILLER - APARENTE | - | - | - | - | - |
| 9 | ALTURA PROMEDIO DE LA BRIQUETA (cm) | 64.733 | 65.433 | 64.700 | 64.433 | 65.200 |
| 10 | PESO DE LA BRIQUETA AL AIRE (gr) | 1208.433 | 1217.000 | 1212.633 | 1215.600 | 1217.500 |
| 11 | PESO DE LA BRIQUETA SAT. SUP. SECO EN EL AIRE (gr) | 1209.500 | 1217.800 | 1213.433 | 1216.233 | 1217.967 |
| 12 | PESO DE LA BRIQUETA EN EL AGUA (gr) | 701.900 | 709.233 | 707.700 | 712.667 | 711.633 |
| 13 | PESO VOL. AGUA / VOL. BRIQUETA (gr) | 507.600 | 508.567 | 505.733 | 503.300 | 506.333 |
| 14 | PESO DE AGUA ABSORBIDA (gr) | 1.067 | 0.800 | 0.800 | 0.633 | 0.467 |
| 15 | PORCENTAJE DE ABSORCIÓN (%) | 0.213 | 0.160 | 0.160 | 0.127 | 0.093 |
| 16 | DENSIDAD DE LA BRIQUETA A 25° C | 2373.667 | 2386.000 | 2390.333 | 2408.000 | 2397.000 |
| 17 | PESO ESPECIFICO BULK DE LA BRIQUETA (gr/cm ³) | 2.381 | 2.393 | 2.398 | 2.415 | 2.405 |
| 18 | PESO ESPECIFICO MÁXIMO - ASTM D 2041 | 2.541 | 2.520 | 2.501 | 2.483 | 2.462 |
| 19 | PORCENTAJE DE VACÍOS (%) | 6.300 | 5.033 | 4.133 | 2.733 | 2.333 |
| 20 | PESO ESPECIFICO BULK DEL AGREGADO TOTAL (gr/cm ³) | 2.687 | 2.687 | 2.687 | 2.687 | 2.687 |
| 21 | V. M. A (%) | 15.400 | 15.400 | 15.667 | 15.533 | 16.333 |
| 22 | PORCENTAJE DE VACÍOS LLENADOS CON C. A (%) | 59.067 | 67.300 | 73.667 | 82.433 | 85.700 |
| 23 | PESO ESPECIFICO EFECTIVO DEL AGREGADO TOTAL | 2.736 | 2.735 | 2.736 | 2.738 | 2.735 |
| 24 | ASFALTO ABSORBIDO POR EL AGREGADO TOTAL (%) | 0.700 | 0.700 | 0.700 | 0.700 | 0.700 |
| 25 | PORCENTAJE DE ASFALTO EFECTIVO (%) | 3.900 | 4.400 | 4.900 | 5.300 | 5.900 |
| 26 | FLUJO (0.01 Pulgada) | 10.667 | 11.167 | 12.167 | 13.333 | 14.833 |
| 27 | ESTABILIDAD SIN CORREGIR (Kg) | 946.667 | 1055.000 | 1213.333 | 1348.333 | 1150.000 |
| 28 | FACTOR DE ESTABILIDAD | 1.040 | 1.040 | 1.040 | 1.040 | 1.040 |
| 29 | ESTABILIDAD CORREGIDA (Kg) | 984.333 | 1097.333 | 1261.667 | 1402.333 | 1196.000 |

Fuente: Elaboración propia

Por medio de este procedimiento se obtuvieron los resultados del ensayo para calcular la resistencia de mezclas bituminosas usando el método Marshall, estos resultados lo presentamos en los siguientes gráficos donde indicamos sus valores respectivos.

Tabla 21. Datos de la mezcla convencional implementando el Sistema Bitufofor

| Porcentaje de asfalto (%) | Peso específico (gr/cm ³) | Estabilidad (kg) | V.M.A (%) | Porcentaje de vacíos (%) | Flujo (0.25 mm) | V.L.L.C.A (%) |
|---------------------------|---------------------------------------|------------------|-----------|--------------------------|-----------------|---------------|
| 4.50 | 2.381 | 984.333 | 15.400 | 6.300 | 10.667 | 59.067 |
| 5.00 | 2.393 | 1097.333 | 15.400 | 5.033 | 11.167 | 67.300 |
| 5.50 | 2.398 | 1261.667 | 15.667 | 4.133 | 12.167 | 73.667 |
| 6.00 | 2.415 | 1402.333 | 15.533 | 2.733 | 13.333 | 82.433 |
| 6.50 | 2.405 | 1196.000 | 16.333 | 2.333 | 14.833 | 85.700 |

Fuente: Elaboración propia

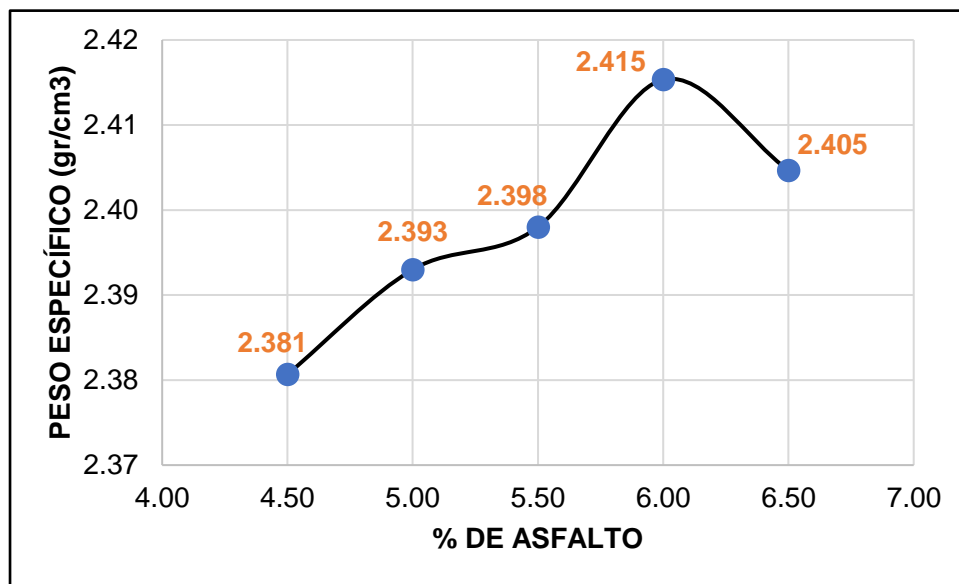


Gráfico 28. Porcentaje de cemento asfáltico vs. Peso Específico

Fuente: Elaboración propia

Los datos obtenidos se aprecian que el peso específico de la mezcla asfáltica convencional es de 2.415 gr/cm³ con un porcentaje óptimo de 6.0% de asfalto según el diseño realizado.

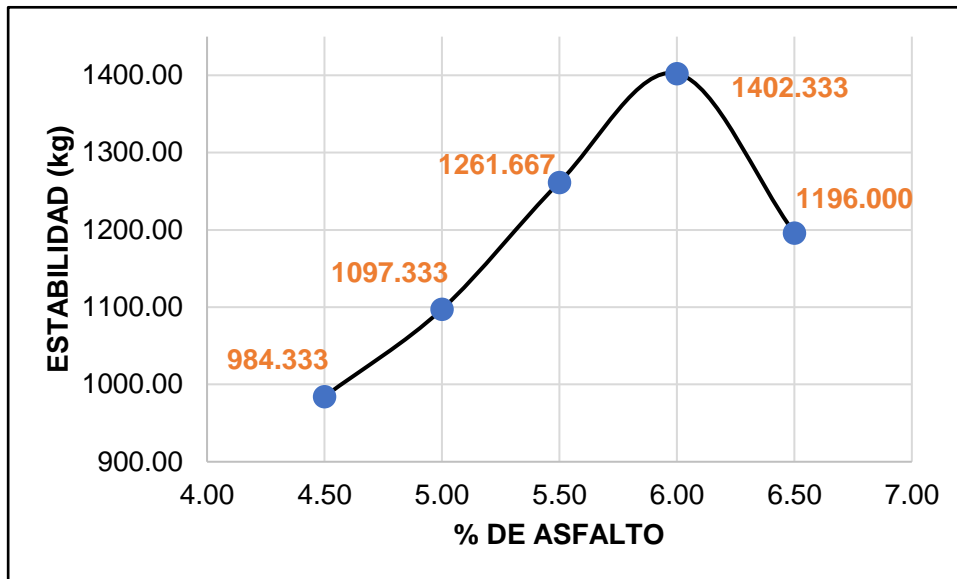


Gráfico 29. Porcentaje de cemento asfáltico vs. Estabilidad

Fuente: Elaboración propia

Considerando los datos obtenidos se aprecia que la estabilidad de la mezcla asfáltica convencional es 1402.333 kg con un óptimo de 6.0% de asfalto según el diseño realizado.

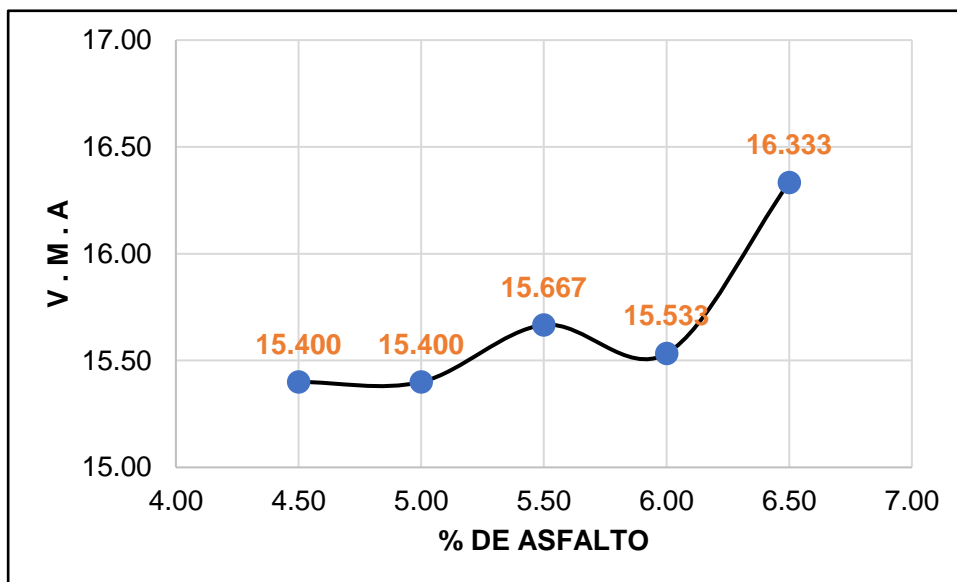


Gráfico 30. Porcentaje de cemento asfáltico vs. V.M.A

Fuente: Elaboración propia

Según los datos obtenidos se aprecia que el volumen de la mezcla asfáltica de la mezcla asfáltica convencional es 15.533% con un porcentaje óptimo de 6.0% de asfalto según el diseño realizado.

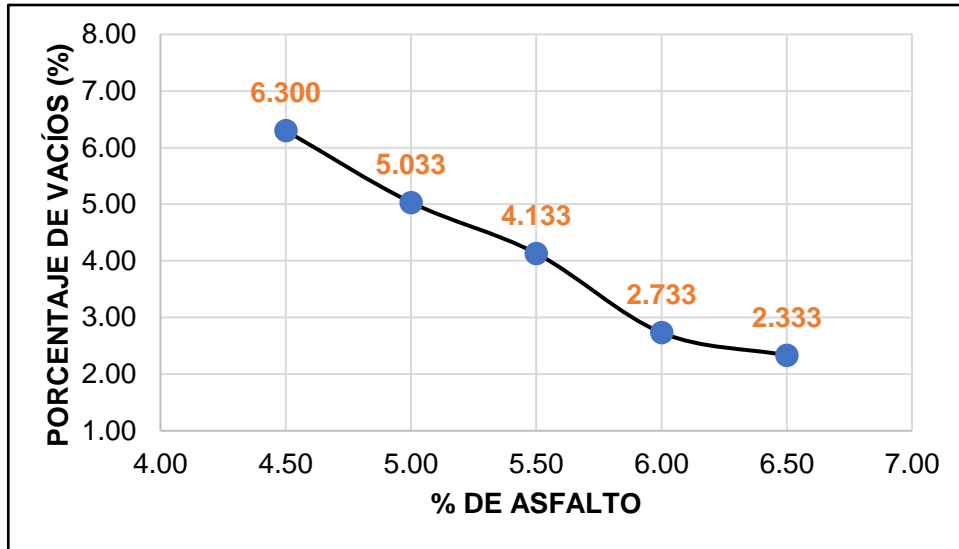


Gráfico 31. *Porcentaje de cemento asfáltico vs. Porcentaje de Vacíos*

Fuente: Elaboración propia

Observamos los datos obtenidos que el porcentaje de vacíos de la mezcla asfáltica convencional es de 2.733% con un porcentaje óptimo de 6.0% de asfalto según el diseño realizado.

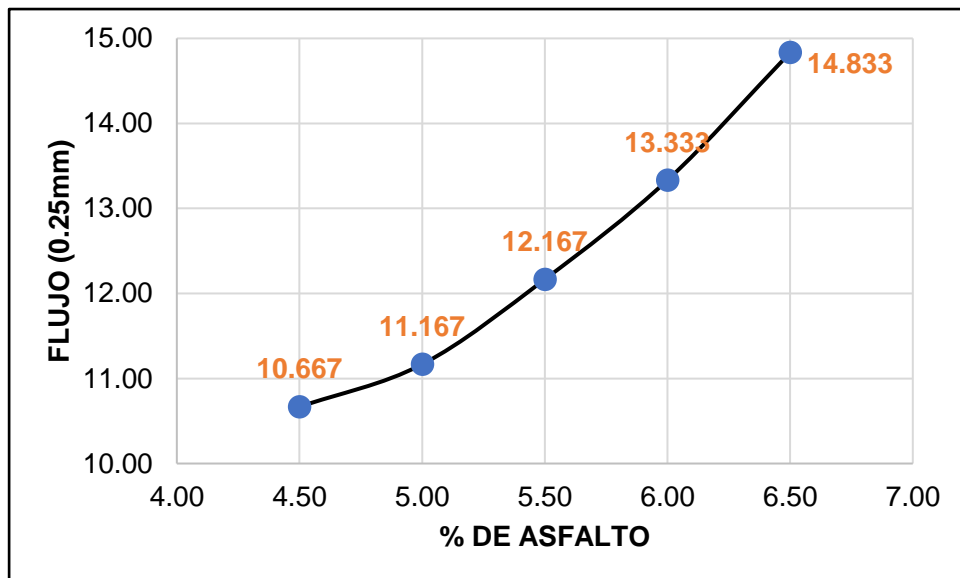


Gráfico 32. *Porcentaje de cemento asfáltico vs. Flujo*

Fuente: Elaboración propia

El flujo de la mezcla asfáltica convencional arrojó un valor de 13.333 mm con un óptimo de 6.0% de asfalto según el diseño realizado.

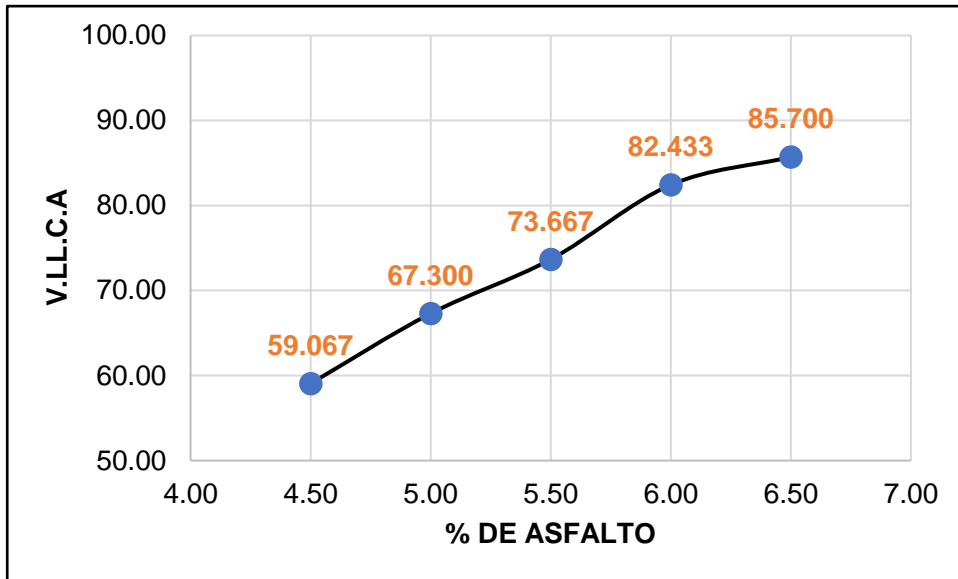


Gráfico 33. Porcentaje de cemento asfáltico vs. V.L.L.C.A

Fuente: Elaboración propia

Notamos que los datos obtenidos de V.L.L.C.A de la mezcla asfáltica convencional muestra un valor de 82.433% con un óptimo de 6.0% de asfalto según el diseño realizado.

En el siguiente cuadro damos a conocer las características de la mezcla.

Tabla 22. Características de la mezcla implementando el Sistema Bitufor

| CARACTERÍSTICAS DE LA MEZCLA | | | |
|--|-------------------|-------------------|-------------------|
| Nº de golpes por cara | 75 | | |
| Contenido Optimo de Cemento Asfáltico (%) | 5.7 | 5.9 | 6.1 |
| Peso específico bulk (gr/cm ³) | 2.407 | 2.412 | 2.413 |
| Vacíos (%) | 3.7 | 3.2 | 2.8 |
| Vacíos llenos con Cemento Asfáltico (%) | 75.0 | 79.0 | 82.0 |
| V.M.A (%) | 15.6 | 15.7 | 15.8 |
| Estabilidad lb (kN) | 2930.0 (13.03) | 3050.0 (13.57) | 3030.0 (13.48) |
| Flujo 0.01" (0,25mm) | 12.9 (3.2) | 13.2 (3.3) | 13.6 (3.4) |
| Relación Estabilidad/Flujo. Kg/cm | | 4201.1 | |
| Absorción de Asfalto (%) | | 0.7 | |
| Temperatura de la Mezcla (°C) | | 145.0 | |

Fuente: Elaboración propia



Figura 52. Briquetas enumeradas de acuerdo al contenido de % asfalto

Fuente: Elaboración propia

Ensayo a tensión

Tabla 23. Ensayo tensión en MAC implementando el Sistema Bitufor

| Acondicionamiento de Muestra | En Seco (d) | | | En Húmedo (1) | | |
|--|-------------|-------|-------|---------------|-------|-------|
| | 1 | 2 | 3 | 4 | 5 | 6 |
| N° Espécimen | | | | | | |
| Promedio de Vacíos de Aire (%) | 7.10 | | | 7.10 | | |
| Resistencia a la Tensión en cada espécimen - psi | 32.79 | 34.08 | 35.45 | 29.26 | 28.78 | 29.46 |
| Promedio de Resistencia a la Tensión en cada condición - psi | 34.11 | | | 29.17 | | |
| Daño por Humedad (visual) | 0.00 | | | 0.00 | | |
| Agregados fracturados (visual) | No presenta | | | No presenta | | |

Fuente: Elaboración propia

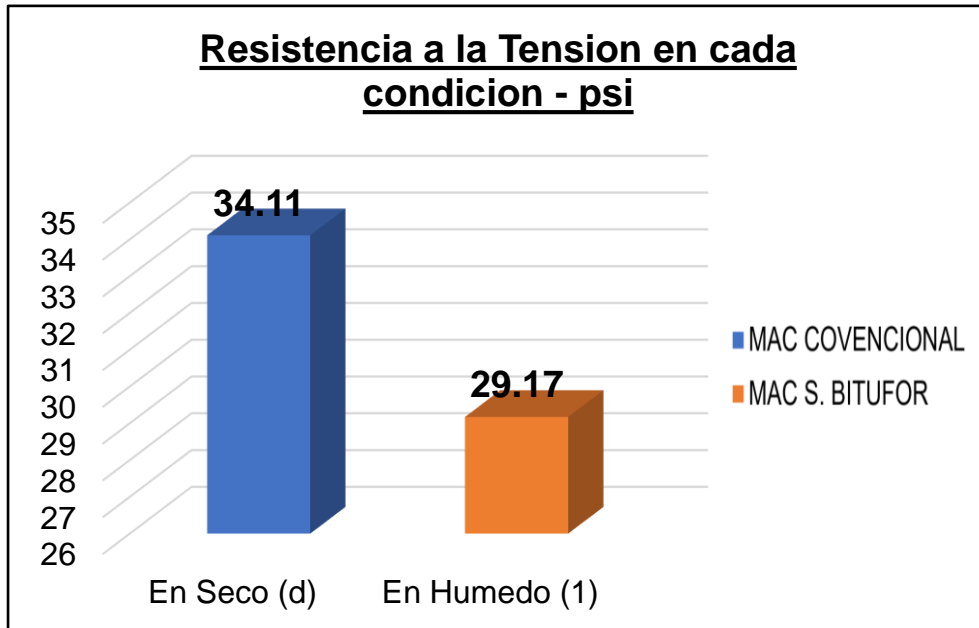


Gráfico 34. Resistencia a la Tensión

Fuente: Elaboración propia

Del grafico 34 podemos observar que el valor para la resistencia a la tensión en seco es de 34.11 psi y el valor para la resistencia a la tensión en húmedo es de 29.17 psi.



Figura 53. Espécimen sometido a prueba de Tensión

Fuente: Elaboración propia

Ensayo a compresión

Tabla 24. Ensayo de compresión en MAC implementando el Sistema Bitufor

| Acondicionamiento de Muestra | Grupo N° 1 | | | Grupo N° 2 | | |
|--|------------|-------|-------|------------|-------|-------|
| | 1 | 2 | 3 | 4 | 5 | 6 |
| N° Espécimen | | | | | | |
| Peso Específico de la Briqueta (g/cm ³) | 2.019 | 2.021 | 2.020 | 2.017 | 2.014 | 2.021 |
| Resistencia a la Compresión (kg/cm ²) | 13.11 | 13.56 | 13.25 | 11.18 | 11.49 | 11.92 |
| Promedio de Resistencia a la Compresión (kgf/cm ²) | 13.30 | | | 11.53 | | |

Fuente: Elaboración propia

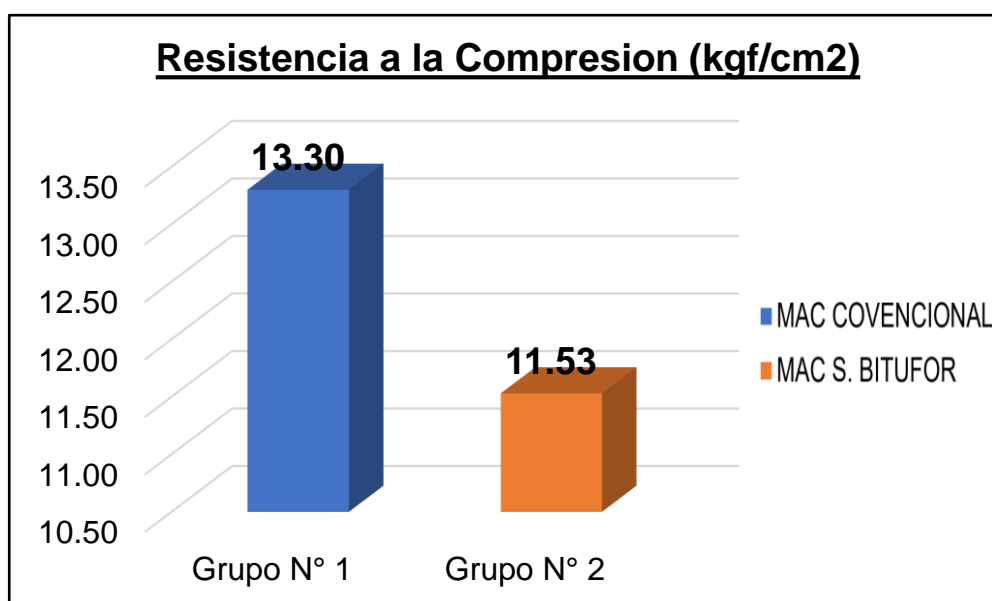


Gráfico 35. Resistencia a la Compresión

Fuente: Elaboración propia

Del gráfico 35 podemos observar que el valor para la resistencia a la compresión en seco es de 13.30 kg/cm² y el valor para la resistencia a la tensión en húmedo es de 11.53 kg/cm².



Figura 54. Fractura de la briqueta después del ensayo

Fuente: Elaboración propia

A continuación, hacemos una comparativa de la resistencia de la mezcla asfáltica convencional con la misma mezcla asfáltica convencional, pero implementando el Sistema Bitufor, así como de los ensayos realizados tanto para tensión y compresión.

Tabla 25. Comparación del Peso Específico (gr/cm³)

| Porcentaje de asfalto (%) | MAC CONVENCIONAL | MAC S. BITUFOR |
|---------------------------|---------------------------------------|---------------------------------------|
| | Peso específico (gr/cm ³) | Peso específico (gr/cm ³) |
| 4.50 | 2.263 | 2.381 |
| 5.00 | 2.308 | 2.393 |
| 5.50 | 2.335 | 2.398 |
| 6.00 | 2.374 | 2.415 |
| 6.50 | 2.367 | 2.405 |

Fuente: Elaboración propia

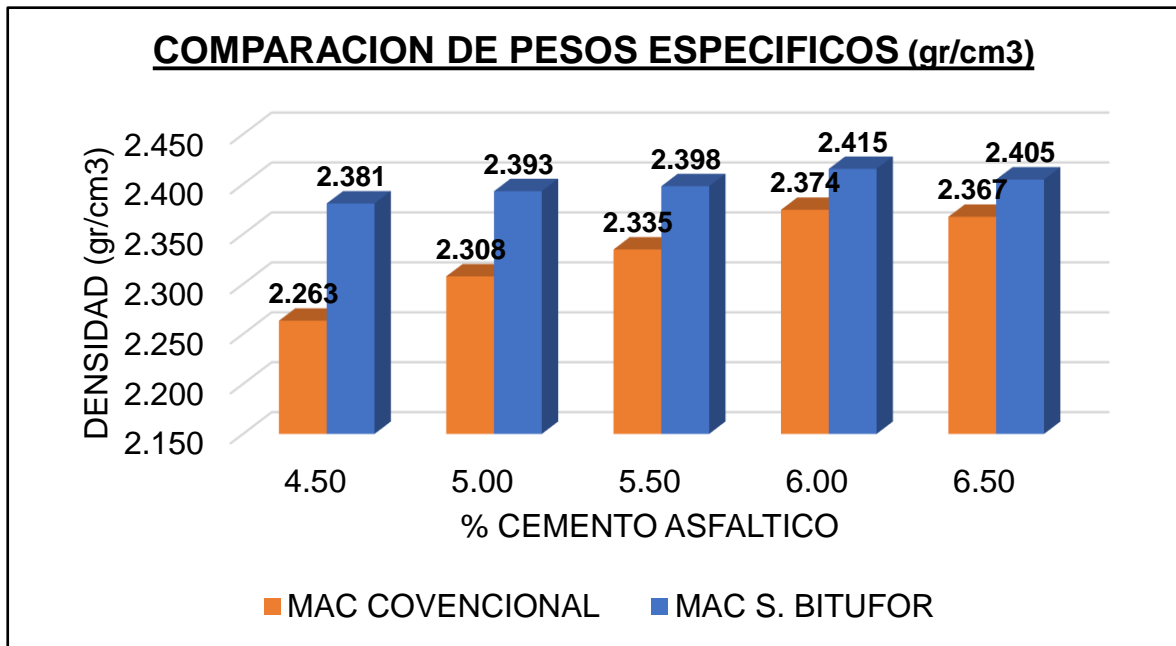


Gráfico 36. Variación del Peso Específico (gr/cm³)

Fuente: Elaboración propia

Del gráfico 36 podemos apreciar que hay variaciones de densidad entre los valores de la mezcla asfáltica convencional y la mezcla asfáltica implementando el Sistema Bitufor, para el cemento asfáltico con un valor de 4.50% varía en 0.118 gr/cm³, con un valor de 5.00% varía en 0.085 gr/cm³, con un valor de 5.50% varía en 0.063 gr/cm³, con un valor de 6.00% varía en 0.041 gr/cm³ y con un valor de 6.50% varía en 0.038 gr/cm³.

Tabla 26. Comparación de Estabilidad

| Porcentaje de asfalto (%) | MAC CONVENCIONAL | MAC S. BITUFOR |
|---------------------------|------------------|------------------|
| | Estabilidad (kg) | Estabilidad (kg) |
| 4.50 | 930.667 | 984.333 |
| 5.00 | 1109.333 | 1097.333 |
| 5.50 | 1163.000 | 1261.667 |
| 6.00 | 1248.000 | 1402.333 |
| 6.50 | 1114.667 | 1196.000 |

Fuente: Elaboración propia

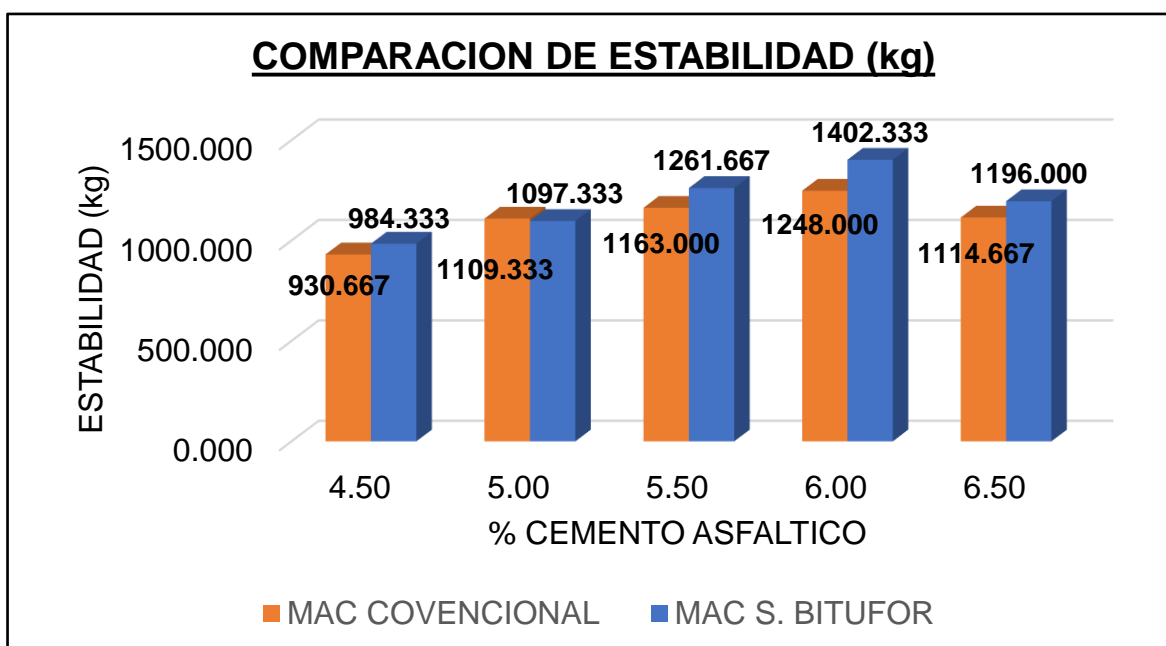


Gráfico 37. Variación de Estabilidad (kg)

Fuente: Elaboración propia

Del grafico 37 podemos apreciar que hay variaciones de estabilidad entre los valores de la mezcla asfáltica convencional y la mezcla asfáltica implementando el Sistema Bitufor, para el cemento asfaltico con un valor de 4.50% varia en 53.66 kg, con un valor de 5.00% varia en 12 kg, con un valor de 5.50% varia en 98.667 kg, con un valor de 6.00% varia en 154.333kg y con un valor de 6.50% varia en 81.333 kg.

Tabla 27. Comparación de V.M.A

| Porcentaje de asfalto (%) | MAC CONVENCIONAL | MAC S. BITUFOR |
|---------------------------|------------------|----------------|
| | V.M.A (%) | V.M.A (%) |
| 4.50 | 19.533 | 15.400 |
| 5.00 | 18.433 | 15.400 |
| 5.50 | 17.900 | 15.667 |
| 6.00 | 16.900 | 15.533 |
| 6.50 | 17.600 | 16.333 |

Fuente: Elaboración propia

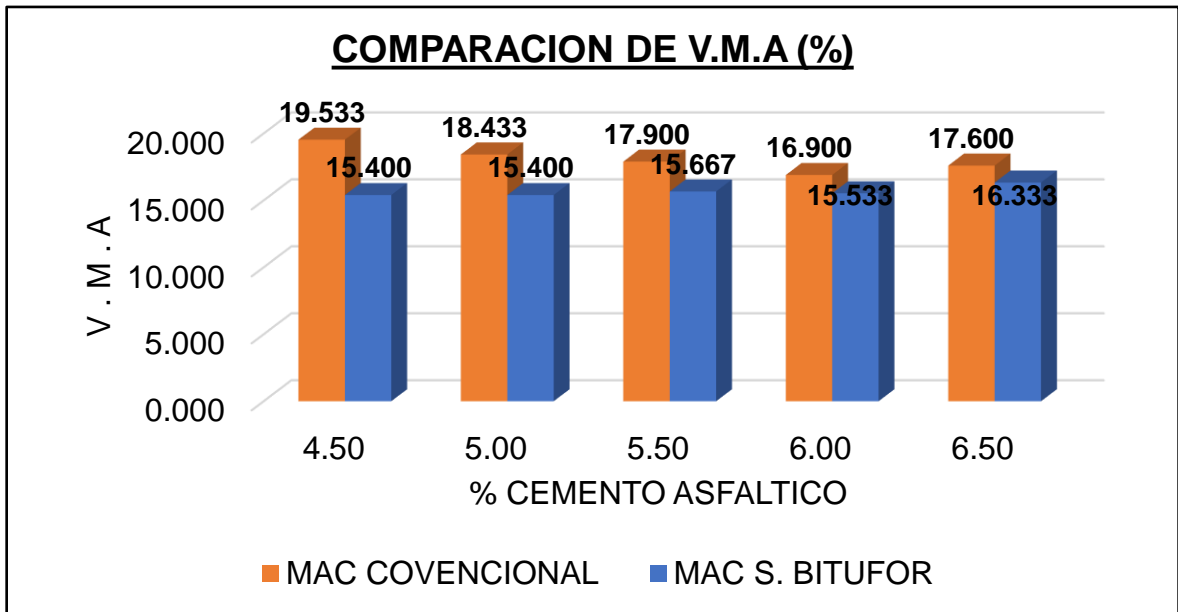


Gráfico 38. Variación de V.M.A (%)

Fuente: Elaboración propia

Del gráfico 38 podemos apreciar que hay variaciones de V.M.A. entre los valores de la mezcla asfáltica convencional y la mezcla asfáltica implementando el Sistema Bitufor, para el cemento asfáltico con un valor de 4.50% varía en 4.133%, con un valor de 5.00% varía en 3.033%, con un valor de 5.50% varía en 2.233%, con un valor de 6.00% varía en 1.367% y con un valor de 6.50% varía en 1.267%.

Tabla 28. Comparación de Porcentaje de Vacío (%)

| Porcentaje de asfalto (%) | MAC CONVENCIONAL | MAC S. BITUFOR |
|---------------------------|--------------------------|--------------------------|
| | Porcentaje de vacíos (%) | Porcentaje de vacíos (%) |
| 4.50 | 9.667 | 6.300 |
| 5.00 | 7.233 | 5.033 |
| 5.50 | 5.433 | 4.133 |
| 6.00 | 2.967 | 2.733 |
| 6.50 | 2.500 | 2.333 |

Fuente: Elaboración propia

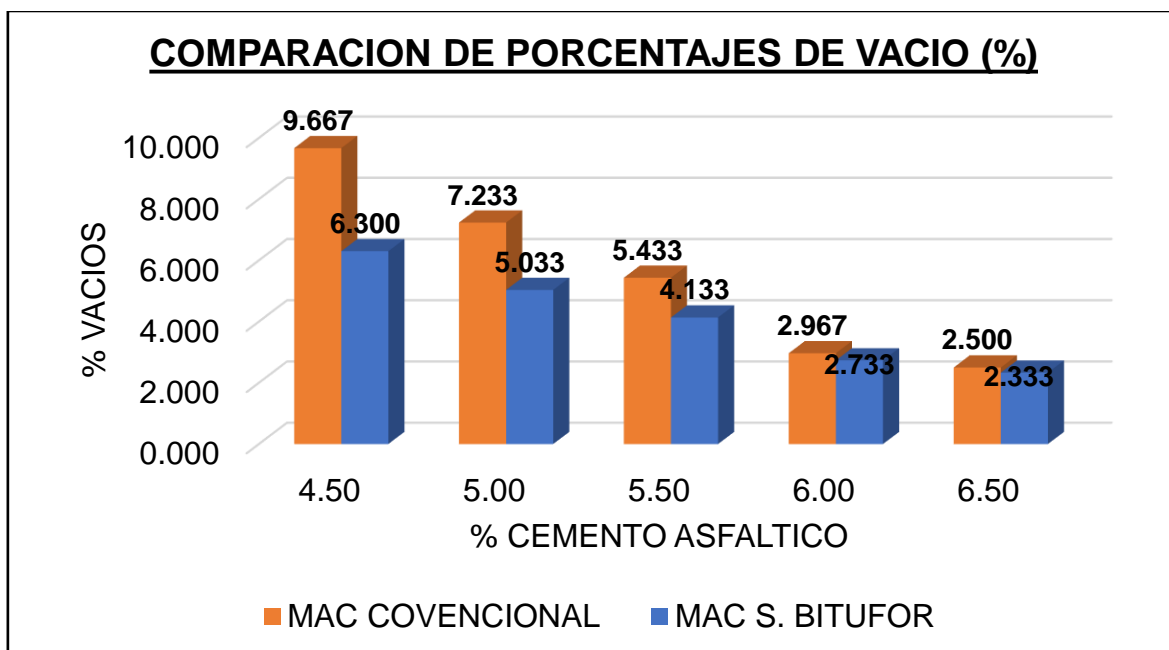


Gráfico 39. Variación de porcentaje de Vacíos (%)

Fuente: Elaboración propia

Del gráfico 39 podemos apreciar que hay variaciones descendentes de porcentaje de vacíos entre los valores de la mezcla asfáltica convencional y la mezcla asfáltica implementando el Sistema Bitufor, para el cemento asfáltico con un valor de 4.50% varía en 3.367%, con un valor de 5.00% varía en 2.20%, con un valor de 5.50% varía en 1.30%, con un valor de 6.00% varía en 0.234% y con un valor de 6.50% varía en 0.167%.

Tabla 29. Comparación de Flujo (mm)

| Porcentaje de asfalto (%) | MAC CONVENCIONAL | MAC S. BITUFOR |
|---------------------------|------------------|-----------------|
| | Flujo (0.25 mm) | Flujo (0.25 mm) |
| 4.50 | 9.000 | 10.667 |
| 5.00 | 10.333 | 11.167 |
| 5.50 | 11.333 | 12.167 |
| 6.00 | 12.667 | 13.333 |
| 6.50 | 13.667 | 14.833 |

Fuente: Elaboración propia

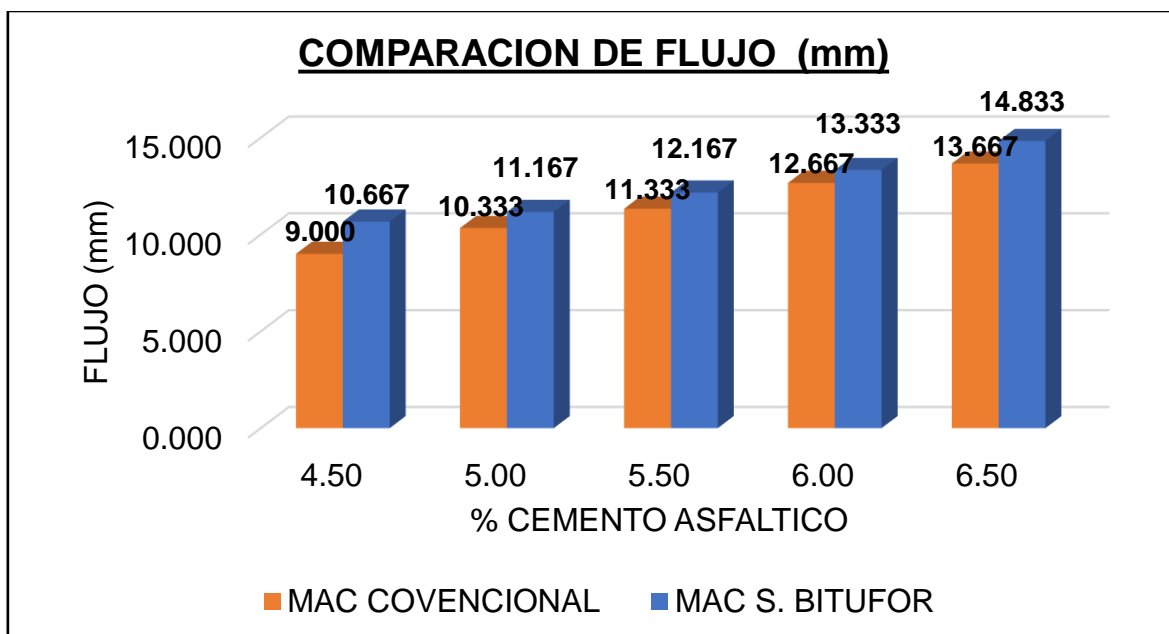


Gráfico 40. Variación de Flujo (mm)

Fuente: Elaboración propia

Del grafico 40 podemos apreciar que hay variaciones ascendentes de flujo entre los valores de la mezcla asfáltica convencional y la mezcla asfáltica implementando el Sistema Bitufor, para el cemento asfáltico con un valor de 4.50% varia en 1.667 mm, con un valor de 5.00% varia en 0.834 mm, con un valor de 5.50% varia en 0.834 mm, con un valor de 6.00% varia en 0.667 mm y con un valor de 6.50% varia en 1.166 mm.

Tabla 30. Comparación de V.LL.C.A (%)

| Porcentaje de asfalto (%) | MAC CONVENCIONAL | MAC S. BITUFOR |
|---------------------------|------------------|----------------|
| | V.LL.C.A | V.LL.C.A |
| 4.50 | 50.567 | 59.067 |
| 5.00 | 60.900 | 67.300 |
| 5.50 | 69.633 | 73.667 |
| 6.00 | 82.300 | 82.433 |
| 6.50 | 85.800 | 85.700 |

Fuente: Elaboración propia

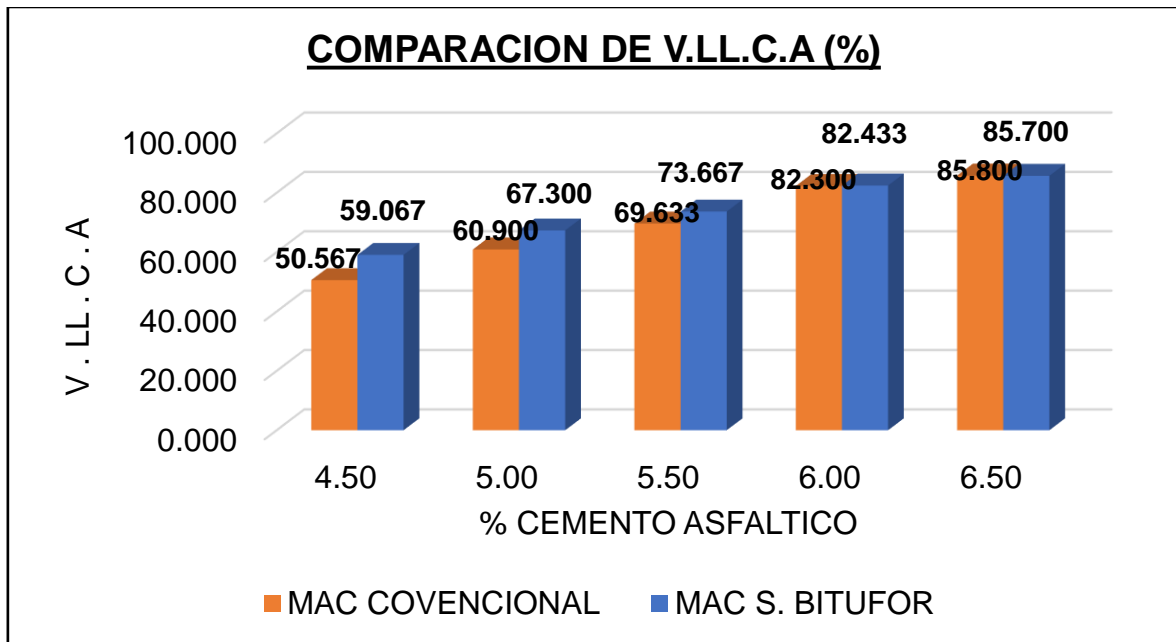


Gráfico 41. Variación de V.LL.C.A (%)

Fuente: Elaboración propia

Del gráfico 41 podemos apreciar que hay variaciones ascendentes de V.LL.C.A. entre los valores de la mezcla asfáltica convencional y la mezcla asfáltica implementando el Sistema Bitufor, para el cemento asfáltico con un valor de 4.50% varía en 8.50%, con un valor de 5.00% varía en 6.40%, con un valor de 5.50% varía en 3.767%, con un valor de 6.00% varía en 0.133% y con un valor de 6.50% varía en 0.1% de forma descendente.

Tabla 31. Comparación de ensayo a Tensión

| | MAC CONVENCIONAL | MAC S. BITUFOR | MAC CONVENCIONAL | MAC S. BITUFOR |
|--|-------------------------|-----------------------|-------------------------|-----------------------|
| Acondicionamiento de Muestra | En Seco (d) | En Seco (d) | En Húmedo (1) | En Húmedo (1) |
| Resistencia a la Tensión en cada condición - psi | 31.28 | 34.11 | 25.3 | 29.17 |

Fuente: Elaboración propia

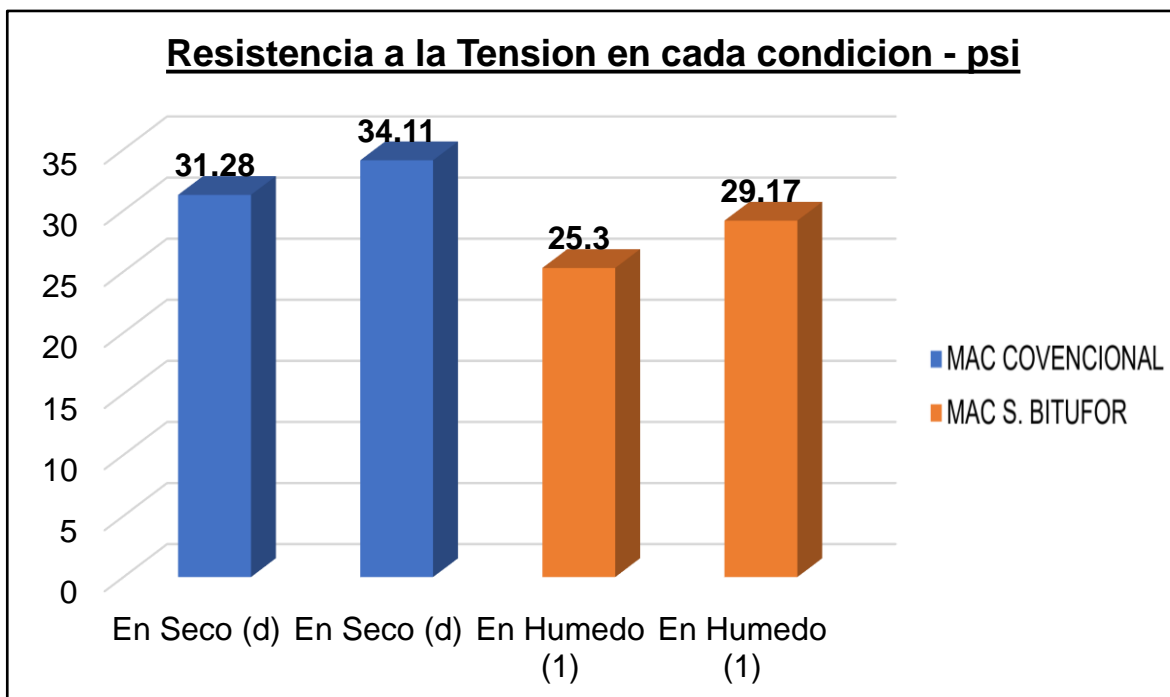


Gráfico 42. Variación de ensayo a Tensión

Fuente: Elaboración propia

Del grafico 42 podemos apreciar que hay variaciones en la resistencia a la tensión entre los valores de la mezcla asfáltica convencional y la mezcla asfáltica implementando el Sistema Bitufor, en seco varía en 2.83 psi y en húmedo varía en 3.87 psi.

Tabla 32. Comparación de ensayo a Compresión

| | MAC CONVENCIONAL | MAC S. BITUFOR | MAC CONVENCIONAL | MAC S. BITUFOR |
|--|------------------|----------------|------------------|----------------|
| Acondicionamiento de Muestra | Grupo N° 1 | Grupo N° 1 | Grupo N° 2 | Grupo N° 2 |
| Resistencia a la Compresión (kgf/cm ²) | 12.89 | 13.30 | 10.40 | 11.53 |

Fuente: Elaboración propia

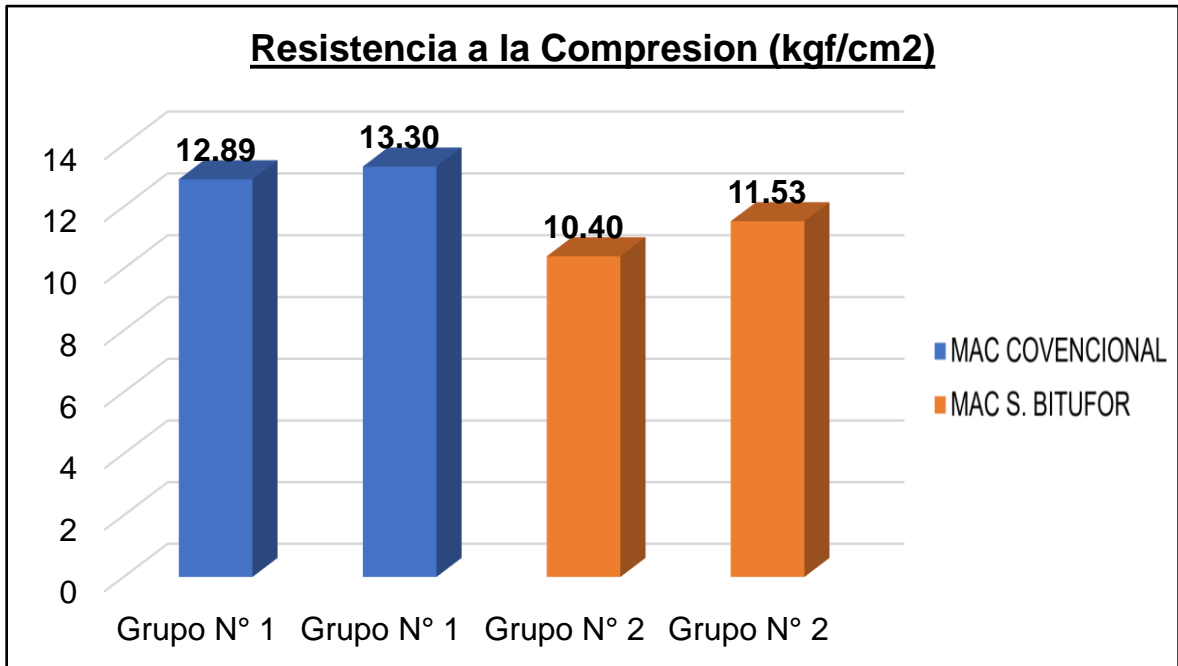


Gráfico 43. Variación de ensayo a Compresión

Fuente: Elaboración propia

Del gráfico 43 podemos apreciar que hay variaciones en la resistencia a la compresión entre los valores de la mezcla asfáltica convencional y la mezcla asfáltica implementando el Sistema Bitufor, el grupo 1 varía en 0.41 kg/cm² y en el grupo 2 varía en 1.13 kg/cm².

V. DISCUSIONES

Las discusiones de esta investigación se realizan en base a los resultados obtenidos teniendo como base a los antecedentes previamente consultados, de esta forma poder relacionar nuestros resultados con las investigaciones ya citadas.

Para **Yarango** (2014), en su tesis ***Rehabilitación de la carretera de acceso a la Sociedad Minera Cerro Verde (S.M.C.V) desde la prog. km 0+000 hasta el km 1+900, en el distrito de Uchumayo, Arequipa, Arequipa. Empleando el sistema bitufofor para reducir la reflexión de grietas y prolongar la vida útil del pavimento.*** Tuvo como resultados al evaluar el pavimento por el método PCI a 5 fallas de un total de 19, en las cuales encontramos las de tipo: Fisura longitudinales y transversales, piel de cocodrilo, abultamientos y hundimientos, corrugación, y ahuellamientos, esta investigación para la evaluación del pavimento se encontraron 13 fallas de un total de 19, en las cuales encontramos las de tipo: Agrietamiento en bloque, abultamiento y hundimientos, depresión, grieta de reflexión de junta, desnivel carril – berma, grietas longitudinales – transversales, parcheo y acometidas se servicio, pulimientos y agregados, huecos, desplazamiento, grietas parabólicas o por deslizamiento, hinchamiento y meteorización – desprendimiento de agregados.

En la siguiente tabla mostramos las fallas de cada investigación al momento de evaluar el pavimento.

Tabla 33. *Fallas de la evaluación del pavimento entre las dos investigaciones*

| N° | TIPOS DE FALLAS | UND | Yarango | Mis resultados |
|----|------------------------------|-----|---------|----------------|
| 1 | Grieta piel de cocodrilo | m2 | ✓ | |
| 2 | Exudación | m2 | | |
| 3 | Agrietamiento en bloque | m2 | | ✓ |
| 4 | Abultamiento y Hundimientos | m | ✓ | ✓ |
| 5 | Corrugación | m2 | ✓ | |
| 6 | Depresión | m2 | | ✓ |
| 7 | Grietas de Borde | m | | |
| 8 | Grieta de Reflexión de Junta | m | | ✓ |

| | | | | |
|----|--|----|---|---|
| 9 | Desnivel Carril / Berma | m | | ✓ |
| 10 | Grietas Longitudinal / Transversal | m | ✓ | ✓ |
| 11 | Parcheo y Acometidas de Servicios | m2 | | ✓ |
| 12 | Pulimientos y Agregados | m2 | | ✓ |
| 13 | Huecos | n° | | ✓ |
| 14 | Cruce de Vía Férrea | m2 | | |
| 15 | Ahuellamiento | m2 | ✓ | |
| 16 | Desplazamiento | m2 | | ✓ |
| 17 | Grietas Parabólicas o por Deslizamiento | m2 | | ✓ |
| 18 | Hinchamiento | m2 | | ✓ |
| 19 | Meteorización / Desprendimiento de agregados | m2 | | ✓ |

Fuente: Elaboración propia

En la tabla 33 podemos apreciar que para Yarango considera solamente 5 fallas y la evaluación realizada en esta investigación se considera 13 fallas, pudiendo apreciar que tenemos una diferencia de 8 fallas, en donde podemos ver que solamente en 2 fallas coinciden, la primera es de tipo abultamiento y hundimiento, y la segunda es de tipo grietas longitudinal – Transversal.

La investigación de Yarango que realizó a la carretera Sociedad Minera Cerro Verde muestra que el asfalto existente fue clasificada como **MALO**, teniendo fallas como Grieta piel de cocodrilo, Abultamiento y Hundimientos, Corrugación, Grietas Longitudinal / Transversal y Ahuellamiento poniendo en evidencia una pronta intervención para mejorar el estado de dicha vía, en la presente investigación, la avenida Tomas Valle presenta una clasificación de la vía en estado **REGULAR**, podemos notar claramente que la carretera de la Sociedad Minera Cerro verde es la más afectada, para estas dos vías podemos hacer las siguientes intervenciones, para la carretera Sociedad Minera Cerro Verde hacer la construcción del pavimento flexible (PCI de 0 a 30) y para la avenida Tomas Valle hacer una rehabilitación (PCI de 31 a 70), en la siguiente tabla damos a conocer los rangos de intervención.

Tabla 34. Valores de intervención

| PCI | ESTADO | INTERVENCIÓN |
|----------|---------|----------------|
| 0 - 30 | MALO | Construcción |
| 31 - 70 | REGULAR | Rehabilitación |
| 71 - 100 | BUENO | Mantenimiento |

Fuente: Paviment Condition Index (PCI)⁷⁴

⁷⁴ (VÁSQUES , 2002)

Para **Reyes y Zamora (2018)**, en su tesis ***Diseño del pavimento flexible utilizando el sistema bitufor como medida sustentable en la carretera costanera Huanchaco – Santiago de Cao, La Libertad***. Tuvo como resultado al realizar la evaluación de la vía que gran parte de ella se encuentra en mal estado presentando las fallas como baches, ahuellamientos, agrietamientos longitudinales y transversales, de este modo se genera dificultades para la circulación de los vehículos. Podemos decir que en nuestra investigación al momento de realizar la evaluación de la vía se constató que presenta las mismas fallas e incluso algunas otra más, ocasionando efectivamente molestias verdaderas a la hora que circulan los vehículos; en la siguiente imagen podemos apreciar que las fallas en el pavimento flexible ocasionan una gran dificultad para la circulación de los vehículos ya sea livianos o pesados, por este modo



Figura 55. Dificultad para el tránsito vehicular

Fuente: Elaboración propia

Según **Pardo y Canata (2014)**, en su investigación ***Malla metálica para la reflexión de grietas en recapados asfálticos***. Tuvo como resultado del ensayo de tracción, que las vigas 5 y 6 tienen una deformación del 2.9% y del 3.4% dando a conocer que estas vigas tienen las más altas deformaciones con respecto a las otras vigas, el ensayo arrojó unos valores de 850N y 833N convirtiendo estos

valores a libra fuerza (Lbf) obtenemos unos valores de 191.08 Lbf y 187.25 Lbf, podemos mencionar que en la investigación de Pardo y Canata la fuerza de tracción para que se produzca la ruptura de las briquetas que estaban con armadura metálica la fuerza necesaria fue de un 75% más de aquellas briquetas sin armadura, al mismo tiempo la rotura apareció después de incrementarse una mayor fuerza donde se produjeron fisuras finas distribuidas por la superficie de la biqueta, en cuanto a mis resultados obtenidos para este mismo ensayo las cargas aplicada para el acondicionamiento de la muestra En Seco_(d) y En Húmedo₍₁₎ se obtuvieron los siguientes valores, En Seco_(d) los tres espécimen obtuvieron los valore de 540.1 Lbf, 562.9 Lbf y 585.0 Lbf, promediando estos tres resultados nos arroja un valor de 562.7 Lbf, luego para En Húmedo₍₁₎ los tres espécimen obtuvieron los valore de 485.5 Lbf, 481.0 Lbf y 494.6 Lbf, promediando estos tres resultados nos arroja un valor de 487.0 Lbf. Podemos apreciar que mis ensayos arrojaron mejores valores incrementándose en un 3.11% la resistencia a la ruptura, de este modo podemos mencionar que las mezclas asfálticas reforzadas con el Sistema Bitufor resiste a cargas con un mayor incremento de fuerza.

Según **Yarango, (2014)**. realizó la evaluación del pavimento a través de deflexiones, estas deflexiones se realizaron antes y después de la implementación del Sistema Bitufor, los valores que arrojó las deflexiones antes de la implementación del sistema fueron de 60.41×10^{-2} mm, carril derecho y 65.01×10^{-2} mm, carril izquierdo, una vez implementado el sistema los valores de deflexión de redujeron y arrojaron los valores de 47.59×10^{-2} mm, carril derecho y 44.05×10^{-2} mm, carril izquierdo, estos dos últimos valores están por debajo de la deflexión admisible que es de 59.44×10^{-2} mm, en mi investigación también se implementó dicho sistema pero en este caso de hizo el ensayo de compresión el cual se separó en dos grupo con tres especímenes cada uno, Grupo N°1 y Grupo N°2, donde podemos observar que para la mezcla asfáltica convencional arrojó para el Grupo N°1 los siguientes valores, 12.39 Kgf/cm², 12.87 Kgf/cm², 12.87 Kgf/cm² obteniendo un valor promedio de 12.89 Kgf/cm², para el Grupo N°2 muestra los siguientes valores, 10.02 Kgf/cm², 10.44 Kgf/cm², 10.75 Kgf/cm² obteniendo un valor promedio de 10.40 Kgf/cm², ahora mostraremos los valores de compresión para la mezcla asfáltica convencional implementando el Sistema Bitufor, para el

Grupo N°1 los siguientes valores, 13.11 Kgf/cm², 13.56 Kgf/cm², 13.25 Kgf/cm² obteniendo un valor promedio de 13.30 Kgf/cm², para el Grupo N°2 muestra los siguientes valores, 11.18 Kgf/cm², 11.49 Kgf/cm², 11.92 Kgf/cm² obteniendo un valor promedio de 11.53 Kgf/cm², apreciamos en ambas investigaciones que los resultados fueron beneficiosos al momento de usar el Sistema, esto nos muestra la gran afectividad a la hora de usar el Sistema Bitufor.

Tabla 35. Comparativa entre los ensayos de Deflexión y compresión

| | SIN S. BITUFOR | CON S. BITUFOR |
|--------------------------|---------------------------|---------------------------|
| DEFLEXIONES | 60.41x10 ⁻² mm | 47.59x10 ⁻² mm |
| | 65.01x10 ⁻² mm | 44.05x10 ⁻² mm |
| FLEXIÓN GRUPO N°1 | 12.89 kgf/cm ² | 13.11 kg/cm ² |
| FLEXIÓN GRUPO N°2 | 10.40 kgf/cm ² | 11.53 kg/cm ² |

Fuente: *Elaboración propia*

En la tabla 35 apreciamos a la hora de implementar el Sistema Bitufor se ve una mejoría al momento de realizar estos dos ensayos, al usar el sistema para las deflexiones esto reduce en un 3.77% en comparación al no utilizar el sistema, de la misma manera para las flexiones se incrementa en un 2.14% en comparación al momento de no utilizar el sistema, coincidimos en ambas investigaciones que el Sistema Bitufor produce un efecto favorable a la hora de implementarlo en el pavimento flexible.

VI. CONCLUSIONES

Por medio de la aplicación del Método Pavement Condition Index (PCI) se determinó la condición del pavimento flexible en la avenida Tomas Valle en sus dos carriles en sentido de Este a Oeste, se pudo constatar que en dicha vía de estudio existen 13 tipos de fallas, las cuales se hacen un listado en función del grado de incidencia: Agrietamiento en bloque (2.69%), Abultamiento y Hundimientos (0.53%), Depresión (3.60%), Grieta de Reflexión de Junta (5.08%), Desnivel Carril / Berma (1.52%), Grietas Longitudinal / Transversal (22.99%), Parcheo y Acometidas de Servicios (9.63%), Pulimientos y Agregados (10.16%), Huecos (1.71%), Desplazamiento (2.35%), Grietas Parabólicas o por Deslizamiento (0.09%), Hinchamiento (3.01%), Meteorización / Desprendimiento de agregados (36.65%).

Al aplicar el método PCI se hizo la división de la vía de estudio en 12 Unidades de Muestra, estas unidades de muestras cubren toda la longitud de la vía, así como brindan información del estado del pavimento, damos a conocer el estado de toda la vía en estudio en función del rango que arroja el PCI: Excelente (14.90%), Bueno (54.07%), Regular (16.64%), Malo (11.09%), Muy Malo (1.91%) y Fallado (1.39%).

Al realizar la evaluación del pavimento y analizando las 12 Unidades de Muestra pudimos obtener el grado de severidad de toda la vía, las cuales son: severidad LOW (BAJO) 24.60, severidad MEDIUM (MEDIO) 80.22 y severidad HIGH (ALTA) 422.85.

Al momento de hacer la evaluación del pavimento y recolectando información en campo, se pudo observar que la vía no presenta trabajos de mantenimiento hasta la fecha y esto sumando la gran cantidad de vehículos pesados que circulan por la avenida ocasionan desmedidamente el aumento de las severidades en las fallas.

Con toda la información recolectada de campo y analizando las 12 Unidades de Muestra se pudo llegar a un resultado, el valor del PCI para la avenida Tomas Valle es equivalente a 48, al ubicar este valor en la tabla 1 decimos que el pavimento se encuentra en un estado REGULAR.

Al aplicar el Sistema Bitufor a la mezcla asfáltica convencional obtenemos resultados favorables al momento de realizar los ensayos de tensión, para ello, primero daremos a conocer los valores que se obtuvieron al someter la mezcla asfáltica convencional al ensayo de tensión, para el acondicionamiento de la muestra En Seco_(d) se obtuvo un valor de 31.28 psi y En Húmedo₍₁₎ se obtuvo un valor de 25.30 psi, del mismo modo la carga que soporto antes de su ruptura fueron para En Seco_(d) fue de 517.40 Lbf y En Húmedo₍₁₎ fue de 423.40 Lbf, ahora mencionaremos los valores de la mezcla asfáltica convencional implementando el Sistema Bitufor, para el acondicionamiento de la muestra En Seco_(d) se obtuvo un valor de 34.11 psi y En Húmedo₍₁₎ se obtuvo un valor de 29.17 psi, del mismo modo la carga que soporto antes de su ruptura fueron para En Seco_(d) fue de 562.90 Lbf y En Húmedo₍₁₎ fue de 487.00 Lbf, con estos resultados obtenidos podemos concluir que se obtiene un cambio favorable en lo que concierne a la implementación del Sistema Bitufor para mezclas asfálticas, apreciamos un incremento en los valores con lo cual conlleva a resultados satisfactorios y una óptima resistencia a tensión para el pavimento flexible.

El Sistema Bitufor al ser aplicado a una mezcla asfáltica convencional, se obtiene resultados favorables al momento de realizar los ensayos de compresión, para ello, primero daremos a conocer los valores que se obtuvieron al someter la mezcla asfáltica convencional al ensayo de compresión, el acondicionamiento de la muestra para el Grupo N°1 se obtuvo un valor de 12.89 kgf/cm² y para el Grupo N°2 se obtuvo un valor de 10.40 kgf/cm², ahora mencionaremos los valores de la mezcla asfáltica convencional implementando el Sistema Bitufor, acondicionamiento de la muestra para el Grupo N°1 se obtuvo un valor de 13.30 kgf/cm² y para el Grupo N°2 se obtuvo un valor de 11.53 kgf/cm².

Finalmente concluimos que los resultados obtenidos son satisfactorios en lo que concierne a la implementación del Sistema Bitufor para mezclas asfálticas en caliente, de este modo podemos concluir que este sistema mejora la evaluación del pavimento flexible.

VII. RECOMENDACIONES

Para la recolección de datos en campo, este trabajo debe de ser realizado por personas capacitadas en la identificación y categorizar las 19 fallas que muestra el método PCI en pavimentos flexibles.

Para la evaluación del pavimento usando el método PCI se debe realizar a lo largo de toda la avenida, esto se debe a que en gran parte de esta vía circulan vehículos pesados los cuales generan una mayor carga ocasionado un mayor incremento y aceleramiento de las fallas.

Realizar un mayor control de calidad de los materiales, así como del proceso constructivo al momento de la construcción de las capas del pavimento, ya que debido a esto el tiempo de servicio estará abierto al tránsito sin ocasionar molestias a los choferes como a los pasajeros.

Se recomienda el uso del Sistema Bitufor ya que mostro gran capacidad para soportar cargas a tensión y a compresión, esto nos indica que la mezcla asfáltica será más resistente, así la vida útil del pavimento flexible se incrementará.

Se recomienda el Sistema Bitufor debido a que optimiza la superficie del pavimento flexible, reduciendo las fallas que puedan presentar debido a las cargas ejercidas por los vehículos y de esta manera reducirá los trabajos de mantenimientos como el de rehabilitación, proporcionando una superficie llana mejorando el tránsito en su totalidad.

Para la instalación de la malla debe de realizarse correctamente, ya que esto es de suma importancia para conseguir un pavimento de óptimas condiciones, teniendo presente los traslapes (15 cm de forma longitudinal y 30 cm de forma transversal), extender la malla dejándola totalmente uniforme, usar grapas para fijarlas mejor y tener una adecuada instalación.

REFERENCIAS

ALBORNOZ, Yuceli . 2014. *Viscosidad Saybolt Furol* . Venezuela : Universidad de los Andes , 2014.

ASEFMA . 2019. asefma.es. [En línea] 11 de Julio de 2019. [Citado el: 28 de Abril de 2020.] https://www.asefma.es/wp-content/uploads/2019/08/6.-NP-Estudio-Percepcion-Estado-Carreteras_con-codigo-QR_Julio-2019_vs2.pdf.

BARRETO, Jesus , BOLIVAR , Samir y CHAMORRO, Katty. 2019. *Resistencia de los materiales*. Barranquilla : s.n., 2019.

BEKAERT . construnario.com. [En línea] [Citado el: 20 de Mayo de 2020.] https://www.construnario.com/ebooks/2251/cat%C3%A1logos/@_@bitufor/files/publication.pdf.

DEFINICION MX. 2020. Definicion.mx. [En línea] 25 de Junio de 2020. <https://www.definicion.mx/compresion/>.

DIARIO GESTION . 2020. Gestión.pe. [En línea] 1 de Enero de 2020. [Citado el: 4 de Mayo de 2020.] <https://gestion.pe/economia/detectan-perjuicio-economico-de-s-27-millones-por-reparacion-deficiente-de-pistas-de-lima-metropolitana-noticia/?ref=gesr>.

DÍAZ , Juan. 2014. *Evaluación de la metodología PCI como herramienta para la toma de decisiones en las intervenciones a realizar en los pavimentos flexibles*. Universidad Militar Nueva Granada, Colombia : 2014.

ELIZONDO, Fabián y RODRÍGUEZ , Ellen. 2019. lanamme.ucr.ac.cr. [En línea] 21 de Abril de 2019. [Citado el: 27 de Mayo de 2020.] https://www.lanamme.ucr.ac.cr/repositorio/bitstream/handle/50625112500/1623/R_catalogo_materiales_pavimentos.pdf?sequence=8&isAllowed=y.

ESTRADA, Víctor . 2017. *Estudio y análisis de desempeño de mezcla asfáltica convencional PEN 85/100 Plus y mezcla asfáltica modificada con polímero tipo SBG PG 70-28*. Universidad Andina del Cusco , Perú : 2017.

GARNICA , Paul, GÓMEZ, José y SESMA, Jesus . 2002. *Mecanica de materiales para pavimentos* . Mexico : Insituto Mexicano del Transporte, 2002.

GARROTE, Elisabet . 2006. El ensayo de tracción indirecta. Cataluña : Universidad Politecnica de Cataluña , 2006.

GOOGLE MAPS. Google maps. [En línea] [Citado el: 22 de Septiembre de 2020.] <https://www.google.com/maps/place/San+Mart%C3%ADn+de+Porres/@-11.9884636,-77.0755154,13z/data=!4m5!3m4!1s0x9105ce6e64e51b9b:0x6a172d7ee033e802!8m2!3d-11.9815617!4d-77.0969009>.

GRUPPO BITUMI. gruppobitumi.pl. [En línea] [Citado el: 20 de Mayo de 2020.] <https://www.gruppobitumi.pl/oferta/siatka-stalowa-mesh-track/>.

HERNÁNDEZ, Marisol. 2012. metodologiadeinvestigacionmarisol.blogspot.com. [En línea] 12 de Diciembre de 2012. [Citado el: 21 de Mayo de 2020.] <http://www.metodologiadeinvestigacionmarisol.blogspot.com/2012/12/tipos-y-niveles-de-investigacion.html>.

HERNÁNDEZ, Roberto. 2014. *Metodología de la investigación*. Mexico : Mc Graw Hill, 2014. ISBN 978-1-4562-2396-0.

IBERTEST. 2020. Ibertest. [En línea] 13 de Junio de 2020. <https://www.ibertest.es/products/ensayo-de-compresion/>.

JIMÉNEZ, Mónica, SIBAJA, Denia y MOLIINA , Doris. 2009. *Sello de lechada asfáltica "Slurry Seal" en Costa Rica, conceptos, ensayos y especificaciones*. Laboratorio Nacional de Materiales y Modelos Estructurales, Costa Rica : 2009.

MAPA MUNDI . mapamundi.online. [En línea] [Citado el: 22 de Septiembre de 2020.] <https://www.mapamundi.online/america/del-sur/peru/>.

MENÉNDEZ , José. 2012. *Ingeniería de pavimentos matriciales, diseño y conservación*. Lima : Fondo Editorial ICG, 2012.

MINAYA, Silene y ORDÓNEZ, Abel. 2006. *Diseño moderno de pavimentos asfálticos* . Lima : Fondo editorial ICG, 2006.

MINISTERIO DE ECONOMIA Y FINANZAS. 2015. *Pautas metodológicas para el desarrollo de alternativas de pavimento en la formulación y evaluación social de proyectos de inversión pública de carreteras.* Lima : Depósito Legal de la Biblioteca Nacional del Perú, 2015.

MINISTERIO DE SALUD . minsa.gob.pe. [En línea] [Citado el: 22 de Septiembre de 2020.] <http://www.minsa.gob.pe/portada/estadistica/callao.htm>.

MINISTERIO DE TRANSPORTE Y COMUNICACIONES. 2014. *"Manual de carreteras" Suelos, Geología, Geotecnia y Pavimentos.* Lima : Ministerio de Transportes y Comunicaciones, 2014.

MINISTERIO DE TRANSPORTES Y COMUNICACIONES . 2017. *Manual de ensayo de materiales .* Lima : Ministerio de Transportes y Comunicaciones , 2017.

MONTEJO, Alfonso. 2002. *Ingeniería de pavimentos para carreteras.* Bogota : Agora Editores, 2002. ISBN/958-96036-2-9.

MUNICIPALIDAD DE LIMA. www.munlima.gob.pe/lima. [En línea] [Citado el: 21 de Septiembre de 2020.]

MUNICIPALIDAD DE SAN MARTIN DE PORRES . mdsmp.gob.pe. [En línea] [Citado el: 22 de Septiembre de 2020.] <https://www.mdsmp.gob.pe/distrito.php>.

ORELLANA , Mauricio , PEÑA, Edgar y PEREZ , Blanca. 2015. *Propuesta de diseño y proceso constructivo de lechada asfáltica en el mantenimiento de obras viales en el Salvador .* Universidad de El Salvador, San Salvador : 2015.

PARDO, Marcos y CANATA, María. 2014. *Malla metálica para la reflexión de grietas en recapeos asfálticos.* Universidad de Concepción, Chile : 2014.

PRODAC. 2012. docplayer.es. [En línea] 23 de Julio de 2012. [Citado el: 20 de Mayo de 2020.] <https://docplayer.es/8443354-Mesh-track-slurry-seal-membrana-elastica-impermeable-absorcion-de-deformaciones-entrecapas-mesh-track.html>.

PYTEL, Andrew y SINGER, Ferdinand. 2015. *Resistencia de materiales.* Mexico : Alfaomega, 2015. ISBN 970-15-1056-9.

REAL ACADEMIA ESPAÑOLA . 2019. dle.rae.es. [En línea] 2019. [Citado el: 21 de Mayo de 2020.] <https://www.dle.rae.es/elongaci%C3%B3n>.

REYES, Brayan y ZAMORA, José. 2018. *Diseño del pavimento flexible utilizando el sistema bitufor como medida sustentable en la carretera Costanera Huanchaco - Santiago de Cao, La Libertad.* Universidad Nacional de Trujillo, Perú : 2018.

REYES, Oscar y RINCON, Jhon. 2009. *Influencia de las características del relleno mineral en la resistencia de una mezcla asfáltica.* Medellín : Escuela de ingeniería de Antioquia , 2009.

RODRIGUEZ MORENO, THENOUX ZEBALLOS y GONZALES VACCAREZZA. 2013. *Evaluación probabilística del agrietamiento de pavimentos asfálticos en carreteras de Chile.* Pontificia Universidad Católica de Chile, Chile : 2013.

SALAZAR, Jorge. 2007. *Resistencia de materiales básica para estudiantes de ingeniería .* Manizales : Universidad nacional de Colombia sede Manizales , 2007. I.S.B.N 978-958-8280-08-0.

SOULIMAN, Mena, HAJJ, Elie y SEBAALY, Peter. 2012. *Effectiveness of single and sequential applications of slurry seal on asphalt pavements in the truckee meadows region .* UNIVERSITY OF NEVADA RENO, Estados Unidos : 2012.

UJJVAL , Solanki, PRADIP , Gundalia y MANSUKH, Barasara. 2014. *A Review on Structural Evaluation of Flexible Pavements using Falling Weight Deflectometer .* STM JOURNALS, India : 2014.

UNIVERSIDAD DE LAS AMERICAS PUEBLA . 2015. Blog.udlap.mx. [En línea] 29 de Octubre de 2015. [Citado el: 28 de Abril de 2020.] <http://blog.udlap.mx/wp-content/uploads/2016/02/90-por-ciento-de-los-pavimentos-a-nivel-mundial-estan-hechos-de-asfalto.pdf>.

UNIVERSIDAD MAYOR DE SAN SIMON . 2004. *Pavimentos .* Bolivia : UMSS- Facultad de Ciencia y Tecnología , 2004.

URIBE, Rodrigo . 2015. *Lechada asfáltica y microaglomerado en frío.* Santiago de Chile : Ministerio de obras públicas, 2015.

VARGAS JIMENEZ . 2017. *La geomalla como elemneto de refuerzo en pavimentos flexibles* . Universidad Autónoma de Yucatán, Mexico : 2017.

VÁSQUES , Luis Ricardo . 2002. *Paviment Condition Index (PCI)* . ingepav, Manizales : 2002.

VÁSQUEZ , Luis. 2002. sjnavarro.files.wordpress. [En línea] 22 de Febrero de 2002. [Citado el: 20 de Mayo de 2020.] <https://sjnavarro.files.wordpress.com/2008/08/manual-pci1.pdf>.

VIRGINIA DEPARTMENT OF TRANSPORTATION. virginiaidot.org. [En línea] [Citado el: 20 de Mayo de 2020.] http://www.virginiidot.org/VDOT/Business/asset_upload_file245_118183.pdf.

VIVAR, German . 1995. *Diseño y contrucción de pavimetos*. Lima : COLEGIO DE INGENIEROS DEL PERÚ, 1995.

WIDODO, Sri, SUBAGIO, Bambang y HAIRO, Bagus. 2013. *Geogrid as asphalt pavement reinforcement*. Universitas Muhammadiyah Surakarta, Indonesia : 2013.

YARANGO, Eduardo . 2014. *Rehabilitación de la carretera de acceso a la Sociedad Minera Cerro Verde (S.M.C.V) desde la prog. km 0+000 hasta el Km 1+900, en el distrito de Uchumayo, Arequipa, Arequipa. Empleando el sistema bitufor para reducir la reflexión de grietas y prolongar la*. Universidad Ricardo Palma, Perú : 2014.

ANEXOS

ANEXOS 1:

Matriz de operacionalización de variables

| VARIABLES DE ESTUDIO | DEFINICIÓN CONCEPTUAL | DEFINICIÓN OPERACIONAL | DIMENSIONES | INDICADORES | ESCALA DE MEDICIÓN |
|---|--|--|--|------------------------------|--------------------|
| V.I. EVALUACIÓN DEL PAVIMENTO FLEXIBLE | Menéndez mantiene que, contribuye a la obtención de datos de su estado en el momento en que se ejecutan, brinda información vital para construir la experiencia del organismo, ayuda a la permanente mejora en los aspectos de diseño y en la construcción de pavimentos nuevos o en el transcurso de rehabilitación. (2012, p. 2170). | Para la evaluación del pavimento flexible se considera inevitable la evaluación superficial, analizar las deformaciones y la rugosidad del pavimento, basándonos en antecedentes que son proyectos de investigación similares, con los cuales analizaremos los resultados obtenidos en esta investigación. | Evaluación superficial | Evaluación visual método PCI | Razón |
| | | | Tensión | Resistencia a la tensión | |
| | | | Compresión | Resistencia a la compresión | |
| V.D. SISTEMA BITUFOR | Formado por dos partes: Según Prodac, Mesh Track está conformada de acero sus celdas tienen forma hexagonal, a su vez fortalecida en sentido horizontal a espacios regulares con bandas de acero planas torsionadas que van tejidas con la malla para un agarre eficaz para así pueda distribuir la carga homogéneamente en toda la superficie. (2012, p. 4). | Este sistema ofrece dos componentes, la primera es la malla hecha de acero con celdas hexagonales y con refuerzos longitudinales y la segunda componente es una lechada asfáltica que cubre la malla de acero ya una vez instalada en el suelo, los ensayos que se harán son resistencia a la tensión y resistencia a la compresión. | Característica de la malla de acero Mesh Track | Módulo de elasticidad | Razón |
| | Según Prodac, Slurry Seal es una membrana elástica impermeable, compuesta por arena, cemento y emulsiones de betún modificado (betún, agua, elastómeros). (2012, p. 4). | | Viscosidad de la lechada asfáltica Slurry Seal | Viscosidad Saybolt Furol | |

Matriz de consistencia

| Título | | | | | | | Evaluación del pavimento flexible y mejoramiento mediante el Sistema Bitufor en la avenida Tomas Valle, San Martin de Porres, Lima 2020 | | | | | | |
|--|--|--|--|--|--|--|---|------------------------------|--------------------------------|---------------|--|--|--|
| Autor | | | | | | | Tuesta Marín, Carlos Humberto | | | | | | |
| PROBLEMA | | OBJETIVOS | | HIPOTESIS | | VARIABLE, INDICADORES E INSTRUMENTOS | | | TIPO Y DISEÑO DE INVESTIGACIÓN | | | | |
| PROBLEMA GENERAL | | OBJETIVO GENERAL | | HIPOTESIS GENERAL | | V. DEPENDIENTE (SISTEMA BITUFOR) | | | | | METODO: Científico, TIPO: Aplicativa, NIVEL: Explicativo, DISEÑO: Experimental, POBLACION: Av. Tomas Valle, MUESTRA: Distrito San Martin de Porres, TECNICA: Observación Directa, INSTRUMENTO: Ensayos | | |
| | | | | | | DIMENSIONES | | INDICADORES | | INSTRUMENTOS | | | |
| ¿Cuál es la influencia que tiene el sistema Bitufor sobre las evaluaciones del pavimento flexible en la avenida Tomas Valle - Lima 2020? | | Determinar la influencia del sistema Bitufor para mejorar las evaluaciones del pavimento flexible en la avenida Tomas Valle - Lima 2020 | | El sistema Bitufor influye positivamente en las evaluaciones del pavimento flexible en la avenida Tomas Valle - Lima, 2020. | | CARACTERISTICAS DE LA MALLA DE ACERO MESH TRACK | | Módulo de elasticidad | | Ficha Técnica | | | |
| | | | | | | VISCOSIDAD DE LA LECHADA ASFALTICA SLURRY SEAL | | Viscosidad Saybolt Furol | | Ficha Técnica | | | |
| PROBLEMAS ESPECIFICOS | | OBJETIVOS ESPECIFICOS | | HIPOTESIS ESPECIFICOS | | V. INDEPENDIENTE (EVALUACION DEL PAVIMENTO FLEXIBLE) | | | | | | | |
| | | | | | | DIMENSIONES | | INDICADORES | | INSTRUMENTOS | | | |
| ¿Cuál es la incidencia del sistema Bitufor en la evaluación superficial en la pavimentación de la avenida Tomas Valle - Lima 2020? | | Indicar el estado en que se encuentra el pavimento flexible realizando una evaluación superficial en la avenida Tomas Valle - Lima 2020 | | EL Sistema Bitufor incide positivamente a la hora de evaluar superficialmente el pavimento flexible en la avenida Tomas Valle - Lima 2020. | | EVALUACIÓN SUPERFICIAL | | Evaluación visual método PCI | | Escalas PCI | | | |
| ¿De que manera incide el sistema Bitufor en la evaluación por tensión en la pavimentación de la avenida Tomas Valle - Lima 2020? | | Analizar las incidencias aplicando el Sistema Bitufor en la evaluación por tensión en la pavimentación de la avenida Tomas Valle - Lima 2020. | | El Sistema Bitufor incide positivamente en la evaluación por tensión del pavimento flexible en la avenida Tomas Valle - Lima 2020. | | TENSIÓN | | Resistencia a la tensión | | AASHTO T-283 | | | |
| ¿En que aspecto incide el sistema Bitufor en la evaluación por compresión en la pavimentación de la avenida Tomas Valle - Lima 2020? | | Determinar las incidencias aplicando el Sistema Bitufor en la evaluación por compresión en la pavimentación de la avenida Tomas Valle - Lima 2020. | | El Sistema Bitufor incide positivamente a la evaluación por compresión del pavimento flexible en la avenida Tomas Valle - Lima 2020. | | COMPRESIÓN | | Resistencia a la compresión | | MTC E 518 | | | |

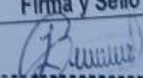
VALIDACIÓN DEL INSTRUMENTO DE RECOLECCIÓN DE DATOS

| | |
|-----------------|--|
| AUTOR | Tuesta Marín, Carlos Humberto |
| PROYECTO | Evaluación del pavimento flexible y mejoramiento mediante el Sistema Bitufo en la Av. Tomas Valle, San Martín de Porres, Lima 2020 |

| | |
|---|----------------------|
| EVALUACIÓN DEL ÍNDICE DE CONDICIÓN DEL PAVIMENTO (PCI) | Evaluador: |
| | Departamento: |
| | Distrito: |
| | Nombre de vía: |
| | Sección de vía: |
| | Fecha de evaluación: |

| | TIPOS DE FALLAS | UND | MEDIDAS | | TOTAL |
|----|--|-----|---------|-------|-------|
| | | | LARGO | ANCHO | |
| 1 | Grieta piel de cocodrilo | m2 | | | |
| 2 | Exudación | m2 | | | |
| 3 | Agrietamiento en bloque | m2 | | | |
| 4 | Abultamiento y Hundimientos | m | | | |
| 5 | Corugación | m2 | | | |
| 6 | Depreción | m2 | | | |
| 7 | Grietas de Borde | m | | | |
| 8 | Grieta de Reflexión de Junta | m | | | |
| 9 | Desnivel Carril / Berma | m | | | |
| 10 | Grietas Longitudinal / Transversal | m | | | |
| 11 | Parqueo y Acometidas de Servicios | m2 | | | |
| 12 | Pulvimientos y Agregados | m2 | | | |
| 13 | Huecos | n° | | | |
| 14 | Cruce de Via Ferrea | m2 | | | |
| 15 | Ahuellamiento | m2 | | | |
| 16 | Desplazamiento | m2 | | | |
| 17 | Grietas Parabolicas o por Deslizamiento | m2 | | | |
| 18 | Hinchamiento | m2 | | | |
| 19 | Meteorización / Desprendimiento de agregados | m2 | | | |

| SEVERIDAD | TIPO | DESCRIPCIÓN | TOTAL |
|-----------|------|----------------|-------|
| | L | LOW (BAJO) | |
| | M | MEDIUM (MEDIO) | |
| | H | HIGH (ALTO) | |

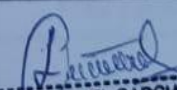
| DATOS DEL EXPERTO | | | Firma y Sello |
|-------------------|-----------------|--|--|
| Apellidos | GARCÍA POLO | |  LUIS MIGUEL GARCIA POLO Ingeniero Civil CIP N° 238589 |
| Nombres | LUIS MIGUEL | | |
| Especialidad | INGENIERO CIVIL | | |
| CIP | 238589 | | |

VALIDACIÓN DEL INSTRUMENTO DE RECOLECCIÓN DE DATOS

| | |
|-----------------|---|
| AUTOR | Tuesta Marín, Carlos Humberto |
| PROYECTO | Evaluación del pavimento flexible y mejoramiento mediante el Sistema Bitufor en la Av. Tomas Valle, San Martin de Porres, Lima 2020 |

| | | |
|--|-------------------------------|--|
| ENSAYO DE RESISTENCIA A LA TRACCIÓN INDIRECTA | Identificación del espécimen: | |
| | Fecha de ensayo: | |
| | Fecha de Rotura: | |

| INDICADORES | Mezcla asfáltica convencional | Mezcla asfáltica con Sistema Bitufor |
|---|-------------------------------|--------------------------------------|
| Altura del espécimen (cm): | | |
| Diámetro del espécimen (cm): | | |
| Área del espécimen (cm ²) | | |
| Esfuerzo - tracción (Kg/cm ²) | | |
| Carga (Kg) | | |


| DATOS DEL EXPERTO | | Firma y Sello |
|---------------------|-----------------|--|
| Apellidos | GARCÍA POLO |  LUIS MIGUEL GARCIA POLO Ingeniero Civil CIP N° 238589 |
| Nombres | LUIS MIGUEL | |
| Especialidad | INGENIERO CIVIL | |
| CIP | 23 85 89 | |

VALIDACIÓN DEL INSTRUMENTO DE RECOLECCIÓN DE DATOS

| | |
|-----------------|---|
| AUTOR | Tuesta Marín, Carlos Humberto |
| PROYECTO | Evaluación del pavimento flexible y mejoramiento mediante el Sistema Bitufor en la Av. Tomas Valle, San Martín de Porres, Lima 2020 |

| | | |
|--|-------------------------------|--|
| ENSAYO DE RESISTENCIA A LA COMPRESIÓN | Identificación del espécimen: | |
| | Fecha de ensayo: | |
| | Fecha de Rotura: | |

| INDICADORES | Mezcla asfáltica convencional | Mezcla asfáltica con Sistema Bitufor |
|--|-------------------------------|--------------------------------------|
| Longitud del espécimen (cm) | | |
| Ancho del espécimen (cm) | | |
| Altura del espécimen (cm) | | |
| Luz libre entre apoyos (cm) | | |
| Carga (Kg) | | |
| Módulo de Rotura (Kg/cm ²) | | |

| DATOS DEL EXPERTO | | Firma y Sello |
|-------------------|-----------------|---|
| Apellidos | GARCIA POLO |  LUIS MIGUEL GARCIA POLO Ingeniero Civil CIP N° 238589 |
| Nombres | LUIS MIGUEL | |
| Especialidad | INGENIERO CIVIL | |
| CIP | 238589 | |

VALIDACIÓN DEL INSTRUMENTO DE RECOLECCIÓN DE DATOS


| | |
|-----------------|---|
| AUTOR | Tuesta Marin, Carlos Humberto |
| PROYECTO | Evaluación del pavimento flexible y mejoramiento mediante el Sistema Bitufor en la Av. Tomas Valle, San Martin de Porres, Lima 2020 |

| | | |
|---|----------------------|--|
| EVALUACIÓN DEL INDICE DE CONDICIÓN DEL PAVIMENTO (PCI) | Evaluador: | |
| | Departamento: | |
| | Distrito: | |
| | Nombre de vía: | |
| | Sección de vía: | |
| | Fecha de evaluación: | |

| TIPOS DE FALLAS | | UND | MEDIDAS | | TOTAL |
|-----------------|--|-----|---------|-------|-------|
| | | | LARGO | ANCHO | |
| 1 | Grieta piel de cocodrilo | m2 | | | |
| 2 | Exudación | m2 | | | |
| 3 | Agrietamiento en bloque | m2 | | | |
| 4 | Abultamiento y Hundimientos | m | | | |
| 5 | Corugación | m2 | | | |
| 6 | Depresión | m2 | | | |
| 7 | Grietas de Borde | m | | | |
| 8 | Grieta de Reflexión de Junta | m | | | |
| 9 | Desnivel Camil / Berma | m | | | |
| 10 | Grietas Longitudinal / Transversal | m | | | |
| 11 | Parcheo y Acometidas de Servicios | m2 | | | |
| 12 | Pulimientos y Agregados | m2 | | | |
| 13 | Huecos | n° | | | |
| 14 | Cruce de Via Ferrea | m2 | | | |
| 15 | Ahuellamiento | m2 | | | |
| 16 | Desplazamiento | m2 | | | |
| 17 | Grietas Parabolicas o por Deslizamiento | m2 | | | |
| 18 | Hinchamiento | m2 | | | |
| 19 | Meteorización / Desprendimiento de agregados | m2 | | | |

| SEVERIDAD | TIPO | DESCRIPCIÓN | TOTAL |
|-----------|------|----------------|-------|
| | L | LOW (BAJO) | |
| | M | MEDIUM (MEDIO) | |
| | H | HIGH (ALTO) | |

| DATOS DEL EXPERTO | | Firma y Sello |
|-------------------|------------------|---------------|
| Apellidos | SOCOLA RODRIGUEZ | |
| Nombres | ARIANA CRISTINA | |
| Especialidad | INGENIERA CIVIL | |
| CIP | 243925 | |




ARIANA CRISTINA
SOCOLA RODRIGUEZ
 Ingeniera Civil
 CIP N° 243925

VALIDACIÓN DEL INSTRUMENTO DE RECOLECCIÓN DE DATOS

| | |
|-----------------|---|
| AUTOR | Tuesta Marín, Carlos Humberto |
| PROYECTO | Evaluación del pavimento flexible y mejoramiento mediante el Sistema Bitufor en la Av. Tomas Valle, San Martín de Porres, Lima 2020 |

| | | |
|--|-------------------------------|--|
| ENSAYO DE RESISTENCIA A LA TRACCIÓN INDIRECTA | Identificación del espécimen: | |
| | Fecha de ensayo: | |
| | Fecha de Rotura: | |

| INDICADORES | Mezcla asfáltica convencional | Mezcla asfáltica con Sistema Bitufor |
|---|-------------------------------|--------------------------------------|
| Altura del espécimen (cm): | | |
| Diámetro del espécimen (cm): | | |
| Área del espécimen (cm ²) | | |
| Esfuerzo - tracción (Kg/cm ²) | | |
| Carga (Kg) | | |


| DATOS DEL EXPERTO | | Firma y Sello |
|---------------------|------------------|---|
| Apellidos | SOCOLA RODRIGUEZ |  ----- ARIANA CRISTINA SOCOLA RODRIGUEZ Ingeniera Civil CIP N° 243925 |
| Nombres | ARIANA CRISTINA | |
| Especialidad | INGENIERA CIVIL | |
| CIP | 243925 | |

VALIDACIÓN DEL INSTRUMENTO DE RECOLECCIÓN DE DATOS

| | |
|-----------------|---|
| AUTOR | Tuesta Marín, Carlos Humberto |
| PROYECTO | Evaluación del pavimento flexible y mejoramiento mediante el Sistema Bitufor en la Av. Tomas Valle, San Martin de Porres, Lima 2020 |

| | | |
|--|-------------------------------|--|
| ENSAYO DE RESISTENCIA A LA COMPRESIÓN | Identificación del espécimen: | |
| | Fecha de ensayo: | |
| | Fecha de Rotura: | |

| INDICADORES | Mezcla asfáltica convencional | Mezcla asfáltica con Sistema |
|--|-------------------------------|------------------------------|
| Longitud del espécimen (cm) | | |
| Ancho del espécimen (cm) | | |
| Altura del espécimen (cm) | | |
| Luz libre entre apoyos (cm) | | |
| Carga (Kg) | | |
| Módulo de Rotura (Kg/cm ²) | | |

| DATOS DEL EXPERTO | | Firma y Sello |
|---------------------|------------------|---|
| Apellidos | SOCOLA RODRIGUEZ |  ----- ARIANA CRISTINA SOCOLA RODRIGUEZ Ingeniera Civil CIP N° 243925 |
| Nombres | ARIANA CRISTINA | |
| Especialidad | INGENIERIA CIVIL | |
| CIP | 243925 | |

ANEXO 3:

DECLARATORIA DE ORIGINALIDAD DEL AUTOR


Yo, Carlos Humberto Tuesta Marín, alumno de la Facultad de Ingeniería y Escuela Profesional de Ingeniería Civil de la Universidad César Vallejo, Lima Norte, declaro bajo juramento que todo los datos e información que acompañan al Trabajo de Tesis titulado:

“Evaluación del pavimento flexible y mejoramiento mediante el Sistema Bitufor en la Av. Tomas Valle, San Martin de Porres, Lima 2020”, es de mi autoría, por lo tanto, declaro que el trabajo de tesis:

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

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

Lima, 25 de noviembre del 2020

| | |
|---|---|
| Apellidos y nombres del autor: Tuesta Marin, Carlos Humberto | |
| DNI: 47047377 | Firma  |
| ORCID: 0000-0002-1633-8909 | |

ANEXO 5: Hojas de cálculo

EVALUACIÓN DEL PAVIMENTO FLEXIBLE POR EL MÉTODO PCI

A) MUESTREO Y UNIDADES DE MUESTREO

| | | |
|----------------------------------|---------------|----|
| Área de muestreo por ASTM D6433: | 225 + - 90 | m2 |
| Máximo: | 315.00 | m2 |
| Mínimo: | 135.00 | m2 |
| Tramo a estudiar: | 0+000 a 1+000 | |
| Longitud de la vía: | 1000.00 | m |
| Ancho de calzada: | 13.40 | m |
| Longitud de la muestra: | 20.00 | m |
| Área de muestreo: | 268.00 | m2 |

| | | |
|-----------|-------|----------------------------|
| N= | 50.00 | Número total de la muestra |
| s= | 10.00 | Desviación estándar |
| e= | 5% | Error aceptable |

$$n = \frac{N(SD)^2}{\frac{e^2}{4}(N-1) + (SD)^2}$$

n= 12.00 Unidades a ser evaluadas

Se obtiene 50 unidades de muestra de las cuales 12 deberán de ser evaluadas.

B) Selección de las unidades de muestreo:

$$i = \frac{N}{n}$$

Intervalo de muestreo: **i = 4.167**

Por lo tanto, el intervalo de muestreo será: **i = 4**

Unidad de Muestra 01

FICHA DE RECOLECCIÓN DE DATOS

| | |
|-----------------|---|
| AUTOR | Tuesta Marín, Carlos Humberto |
| PROYECTO | Evaluación del pavimento flexible y mejoramiento mediante el Sistema Bitufor en la Av. Tomas Valle, San Martin de Porres, Lima 2020 |

| | | |
|---|----------------------|------------------------------|
| EVALUACIÓN DEL ÍNDICE DE CONDICIÓN DEL PAVIMENTO (PCI) | Evaluador: | Carlos Humberto Tuesta Marin |
| | Departamento: | Lima |
| | Distrito: | San Martin de Porres |
| | Nombre de vía: | Av. Tomas Valle |
| | Sección de vía: | 0+000 a 0+020 |
| | Fecha de evaluación: | 01/10/2020 |

| N° | TIPOS DE FALLAS | UND | MEDIDAS | | TOTAL | SEVERIDAD |
|----|--|-----|---------|-------|-------|-----------|
| | | | LARGO | ANCHO | | |
| 1 | Grieta piel de cocodrilo | m2 | | | | |
| 2 | Exudación | m2 | | | | |
| 3 | Agrietamiento en bloque | m2 | 3.00 | 1.70 | 5.10 | HIGH |
| 4 | Abultamiento y Hundimientos | m | | | | |
| 5 | Corrugación | m2 | | | | |
| 6 | Depresión | m2 | | | | |
| 7 | Grietas de Borde | m | | | | |
| 8 | Grieta de Reflexión de Junta | m | | | | |
| 9 | Desnivel Carril / Berma | m | | | | |
| 10 | Grietas Longitudinal / Transversal | m | 6.70 | | 6.70 | MEDIUM |
| 11 | Parqueo y Acometidas de Servicios | m2 | | | | |
| 12 | Pulimientos y Agregados | m2 | | | | |
| 13 | Huecos | n° | | | 2.00 | LOW |
| | | | | | 1.00 | HIGH |
| 14 | Cruce de Vía Férrea | m2 | | | | |
| 15 | Ahuellamiento | m2 | | | | |
| 16 | Desplazamiento | m2 | 4.00 | 1.75 | 7.00 | LOW |
| 17 | Grietas Parabólicas o por Deslizamiento | m2 | | | | |
| 18 | Hinchamiento | m2 | 4.80 | 1.75 | 8.40 | HIGH |
| 19 | Meteorización / Desprendimiento de agregados | m2 | | | | |

| SEVERIDAD | TIPO | DESCRIPCIÓN | TOTAL |
|-----------|------|----------------|-------|
| | L | LOW (BAJO) | 9.00 |
| | M | MEDIUM (MEDIO) | 6.70 |
| | H | HIGH (ALTO) | 14.50 |

MÁXIMO VALOR DEDUCIDO CORREGIDO:

| N° | VALORES DEDUCIDOS | | | | | | | TOTAL | q | VDC |
|----|-------------------|----|----|----|----|-----|--|-------|------------------|-----------|
| 1 | 40 | 20 | 18 | 11 | 11 | 4.5 | | 104.5 | 7 | 56 |
| 2 | 40 | 20 | 18 | 11 | 11 | 4.5 | | 104.5 | 6 | 56 |
| 3 | 40 | 20 | 18 | 11 | 11 | 2 | | 102 | 5 | 54 |
| 4 | 40 | 20 | 18 | 11 | 2 | 2 | | 93 | 4 | 53 |
| 5 | 40 | 20 | 18 | 2 | 2 | 2 | | 84 | 3 | 54 |
| 6 | 40 | 20 | 2 | 2 | 2 | 2 | | 68 | 2 | 49 |
| 7 | 40 | 2 | 2 | 2 | 2 | 2 | | 50 | 1 | 50 |
| | | | | | | | | | MAX VALOR | 56 |

ÍNDICE DE CONDICIÓN DE PAVIMENTO - PCI:

PCI = 100 - Máx. VDC

PCI= 44

CONDICIÓN DEL PAVIMENTO:

REGULAR

Unidad de Muestra 02

| FICHA DE RECOLECCIÓN DE DATOS | |
|---|---|
| AUTOR | Tuesta Marín, Carlos Humberto |
| PROYECTO | Evaluación del pavimento flexible y mejoramiento mediante el Sistema Bitufor en la Av. Tomas Valle, San Martin de Porres, Lima 2020 |
| EVALUACIÓN DEL ÍNDICE DE CONDICIÓN DEL PAVIMENTO (PCI) | Evaluador: Carlos Humberto Tuesta Marin |
| | Departamento: Lima |
| | Distrito: San Martin de Porres |
| | Nombre de vía: Av. Tomas Valle |
| | Sección de vía: 0+080 a 0+100 |
| | Fecha de evaluación: 01/10/2020 |

| N° | TIPOS DE FALLAS | UND | MEDIDAS | | TOTAL | SEVERIDAD |
|----|--|-----|---------|-------|-------|-----------|
| | | | LARGO | ANCHO | | |
| 1 | Grieta piel de cocodrilo | m2 | | | | |
| 2 | Exudación | m2 | | | | |
| 3 | Agrietamiento en bloque | m2 | | | | |
| 4 | Abultamiento y Hundimientos | m | | | | |
| 5 | Corrugación | m2 | | | | |
| 6 | Depresión | m2 | | | | |
| 7 | Grietas de Borde | m | | | | |
| 8 | Grieta de Reflexión de Junta | m | | | | |
| 9 | Desnivel Carril / Berma | m | 8.00 | | 8.00 | HIGH |
| 10 | Grietas Longitudinal / Transversal | m | 3.50 | | 3.50 | MEDIUM |
| 11 | Parqueo y Acometidas de Servicios | m2 | | | | |
| 12 | Pulimientos y Agregados | m2 | | | | |
| 13 | Huecos | n° | | | | |
| 14 | Cruce de Vía Férrea | m2 | | | | |
| 15 | Ahuellamiento | m2 | | | | |
| 16 | Desplazamiento | m2 | | | | |
| 17 | Grietas Parabólicas o por Deslizamiento | m2 | | | | |
| 18 | Hinchamiento | m2 | | | | |
| 19 | Meteorización / Desprendimiento de agregados | m2 | 4.00 | 1.50 | 6.00 | MEDIUM |
| | | | 20.00 | 0.40 | 8.00 | HIGH |

| SEVERIDAD | TIPO | DESCRIPCIÓN | TOTAL |
|-----------|------|----------------|-------|
| | L | LOW (BAJO) | |
| | M | MEDIUM (MEDIO) | 9.50 |
| | H | HIGH (ALTO) | 16.00 |

MÁXIMO VALOR DEDUCIDO CORREGIDO:

| N° | VALORES DEDUCIDOS | | | | | | TOTAL | q | VDC |
|----|-------------------|----|---|-----|--|--|-------|------------------|-----------|
| 1 | 25 | 10 | 9 | 4.5 | | | 48.5 | 7 | 20 |
| 2 | 25 | 10 | 9 | 4.5 | | | 48.5 | 6 | 20 |
| 3 | 25 | 10 | 9 | 4.5 | | | 48.5 | 5 | 22 |
| 4 | 25 | 10 | 9 | 4.5 | | | 48.5 | 4 | 25 |
| 5 | 25 | 10 | 9 | 2 | | | 46 | 3 | 27 |
| 6 | 25 | 10 | 2 | 2 | | | 39 | 2 | 29 |
| 7 | 25 | 2 | 2 | 2 | | | 31 | 1 | 32 |
| | | | | | | | | MAX VALOR | 32 |

ÍNDICE DE CONDICIÓN DE PAVIMENTO - PCI:

PCI = 100 - Máx. VDC

PCI= 68

CONDICIÓN DEL PAVIMENTO:

BUENO

Unidad de Muestra 03

FICHA DE RECOLECCIÓN DE DATOS

| | |
|-----------------|---|
| AUTOR | Tuesta Marín, Carlos Humberto |
| PROYECTO | Evaluación del pavimento flexible y mejoramiento mediante el Sistema Bitufor en la Av. Tomas Valle, San Martin de Porres, Lima 2020 |

| | | |
|---|----------------------|------------------------------|
| EVALUACIÓN DEL ÍNDICE DE CONDICIÓN DEL PAVIMENTO (PCI) | Evaluador: | Carlos Humberto Tuesta Marín |
| | Departamento: | Lima |
| | Distrito: | San Martin de Porres |
| | Nombre de vía: | Av. Tomas Valle |
| | Sección de vía: | 0+160 a 0+180 |
| | Fecha de evaluación: | 01/10/2020 |

| N° | TIPOS DE FALLAS | UND | MEDIDAS | | TOTAL | SEVERIDAD |
|----|--|-----|---------|-------|-------|-----------|
| | | | LARGO | ANCHO | | |
| 1 | Grieta piel de cocodrilo | m2 | | | | |
| 2 | Exudación | m2 | | | | |
| 3 | Agrietamiento en bloque | m2 | | | | |
| 4 | Abultamiento y Hundimientos | m | | | | |
| 5 | Corrugación | m2 | | | | |
| 6 | Depresión | m2 | 1.60 | 1.00 | 1.60 | MEDIUM |
| 7 | Grietas de Borde | m | | | | |
| 8 | Grieta de Reflexión de Junta | m | | | | |
| 9 | Desnivel Carril / Berma | m | | | | |
| 10 | Grietas Longitudinal / Transversal | m | 4.00 | | 4.00 | MEDIUM |
| | | | 2.00 | | 2.00 | MEDIUM |
| | | | 1.60 | | 1.60 | MEDIUM |
| | | | 1.50 | | 1.50 | MEDIUM |
| 11 | Parqueo y Acometidas de Servicios | m2 | | | | |
| 12 | Pulimientos y Agregados | m2 | | | | |
| 13 | Huecos | n° | | | | |
| 14 | Cruce de Vía Férrea | m2 | | | | |
| 15 | Ahuellamiento | m2 | | | | |
| 16 | Desplazamiento | m2 | | | | |
| 17 | Grietas Parabólicas o por Deslizamiento | m2 | | | | |
| 18 | Hinchamiento | m2 | | | | |
| 19 | Meteorización / Desprendimiento de agregados | m2 | | | | |

| SEVERIDAD | TIPO | DESCRIPCIÓN | TOTAL |
|-----------|-------------|----------------|-------|
| | L | LOW (BAJO) | |
| | M | MEDIUM (MEDIO) | 10.70 |
| H | HIGH (ALTO) | | |

MÁXIMO VALOR DEDUCIDO CORREGIDO:

| N° | VALORES DEDUCIDOS | | | | | | TOTAL | q | VDC |
|----|-------------------|---|-----|--|--|--|-------|------------------|-----------|
| 1 | 9 | 9 | 3.6 | | | | 21.6 | 7 | 5 |
| 2 | 9 | 9 | 3.6 | | | | 21.6 | 6 | 6 |
| 3 | 9 | 9 | 3.6 | | | | 21.6 | 5 | 7 |
| 4 | 9 | 9 | 3.6 | | | | 21.6 | 4 | 9 |
| 5 | 9 | 9 | 3.6 | | | | 21.6 | 3 | 11 |
| 6 | 9 | 9 | 2 | | | | 20 | 2 | 14 |
| 7 | 9 | 2 | | | | | 11 | 1 | 12 |
| | | | | | | | | MAX VALOR | 14 |

ÍNDICE DE CONDICIÓN DE PAVIMENTO - PCI:

PCI = 100 - Máx. VDC

PCI= 86

CONDICIÓN DEL PAVIMENTO:

EXCELENTE

Unidad de Muestreo 04

FICHA DE RECOLECCIÓN DE DATOS

| | |
|-----------------|---|
| AUTOR | Tuesta Marín, Carlos Humberto |
| PROYECTO | Evaluación del pavimento flexible y mejoramiento mediante el Sistema Bitufor en la Av. Tomas Valle, San Martin de Porres, Lima 2020 |

| | | |
|---|----------------------|------------------------------|
| EVALUACIÓN DEL ÍNDICE DE CONDICIÓN DEL PAVIMENTO (PCI) | Evaluador: | Carlos Humberto Tuesta Marín |
| | Departamento: | Lima |
| | Distrito: | San Martin de Porres |
| | Nombre de vía: | Av. Tomas Valle |
| | Sección de vía: | 0+260 a 0+280 |
| | Fecha de evaluación: | 01/10/2020 |

| N° | TIPOS DE FALLAS | UND | MEDIDAS | | TOTAL | SEVERIDAD |
|----|--|-----|---------|-------|-------|-----------|
| | | | LARGO | ANCHO | | |
| 1 | Grieta piel de cocodrilo | m2 | | | | |
| 2 | Exudación | m2 | | | | |
| 3 | Agrietamiento en bloque | m2 | | | | |
| 4 | Abultamiento y Hundimientos | m | | | | |
| 5 | Corrugación | m2 | | | | |
| 6 | Depresión | m2 | | | | |
| 7 | Grietas de Borde | m | | | | |
| 8 | Grieta de Reflexión de Junta | m | | | | |
| 9 | Desnivel Carril / Berma | m | | | | |
| 10 | Grietas Longitudinal / Transversal | m | | | | |
| 11 | Parqueo y Acometidas de Servicios | m2 | | | | |
| 12 | Pulimientos y Agregados | m2 | | | | |
| 13 | Huecos | n° | | | | |
| 14 | Cruce de Vía Férrea | m2 | | | | |
| 15 | Ahuellamiento | m2 | | | | |
| 16 | Desplazamiento | m2 | 6.00 | 0.90 | 5.40 | MEDIUM |
| 17 | Grietas Parabólicas o por Deslizamiento | m2 | | | | |
| 18 | Hinchamiento | m2 | 5.00 | 0.30 | 1.50 | HIGH |
| 19 | Meteorización / Desprendimiento de agregados | m2 | 12.00 | 0.40 | 4.80 | MEDIUM |

| SEVERIDAD | TIPO | DESCRIPCIÓN | TOTAL |
|-----------|------|----------------|-------|
| | L | LOW (BAJO) | |
| | M | MEDIUM (MEDIO) | 10.20 |
| | H | HIGH (ALTO) | 1.50 |

MÁXIMO VALOR DEDUCIDO CORREGIDO:

| N° | VALORES DEDUCIDOS | | | | | | | TOTAL | q | VDC |
|----|-------------------|----|---|--|--|--|--|-------|------------------|-----------|
| 1 | 32 | 18 | 2 | | | | | 52 | 7 | 21 |
| 2 | 32 | 18 | 2 | | | | | 52 | 6 | 21 |
| 3 | 32 | 18 | 2 | | | | | 52 | 5 | 27 |
| 4 | 32 | 18 | 2 | | | | | 52 | 4 | 31 |
| 5 | 32 | 18 | 2 | | | | | 52 | 3 | 37 |
| 6 | 32 | 18 | 2 | | | | | 52 | 2 | 41 |
| 7 | 32 | 2 | 2 | | | | | 36 | 1 | 36 |
| | | | | | | | | | MAX VALOR | 41 |

ÍNDICE DE CONDICIÓN DE PAVIMENTO - PCI:

PCI = 100 - Máx. VDC

PCI= 59

CONDICIÓN DEL PAVIMENTO:

BUENO

Unidad de Muestra 05

| FICHA DE RECOLECCIÓN DE DATOS | |
|-------------------------------|--|
| AUTOR | Tuesta Marín, Carlos Humberto |
| PROYECTO | Evaluación del pavimento flexible y mejoramiento mediante el Sistema Bitufo en la Av. Tomas Valle, San Martin de Porres, Lima 2020 |

| | | |
|---|----------------------|------------------------------|
| EVALUACIÓN DEL ÍNDICE DE CONDICIÓN DEL PAVIMENTO (PCI) | Evaluador: | Carlos Humberto Tuesta Marín |
| | Departamento: | Lima |
| | Distrito: | San Martin de Porres |
| | Nombre de vía: | Av. Tomas Valle |
| | Sección de vía: | 0+340 a 0+360 |
| | Fecha de evaluación: | 01/10/2020 |

| N° | TIPOS DE FALLAS | UND | MEDIDAS | | TOTAL | SEVERIDAD |
|----|--|-----|---------|-------|-------|-----------|
| | | | LARGO | ANCHO | | |
| 1 | Grieta piel de cocodrilo | m2 | | | | |
| 2 | Exudación | m2 | | | | |
| 3 | Agrietamiento en bloque | m2 | 2.00 | 1.00 | 2.00 | HIGH |
| 4 | Abultamiento y Hundimientos | m | 2.80 | | 2.80 | HIGH |
| 5 | Corrugación | m2 | | | | |
| 6 | Depresión | m2 | | | | |
| 7 | Grietas de Borde | m | | | | |
| 8 | Grieta de Reflexión de Junta | m | | | | |
| 9 | Desnivel Carril / Berma | m | | | | |
| 10 | Grietas Longitudinal / Transversal | m | 6.70 | | 6.70 | HIGH |
| | | | 6.70 | | 6.70 | LOW |
| 11 | Parqueo y Acometidas de Servicios | m2 | 8.00 | 0.80 | 6.40 | MEDIUM |
| 12 | Pulimientos y Agregados | m2 | | | | |
| 13 | Huecos | n° | | | 2.00 | MEDIUM |
| | | | | | 1.00 | HIGH |
| 14 | Cruce de Vía Férrea | m2 | | | | |
| 15 | Ahuellamiento | m2 | | | | |
| 16 | Desplazamiento | m2 | | | | |
| 17 | Grietas Parabólicas o por Deslizamiento | m2 | | | | |
| 18 | Hinchamiento | m2 | 3.00 | 2.00 | 6.00 | HIGH |
| 19 | Meteorización / Desprendimiento de agregados | m2 | | | | |

| SEVERIDAD | TIPO | DESCRIPCIÓN | TOTAL |
|---|------|----------------|--------------|
| | L | LOW (BAJO) | 6.70 |
| | M | MEDIUM (MEDIO) | 8.40 |
| MÁXIMO VALOR DEDUCIDO CORREGIDO (ALTO) | | | 18.50 |

| N° | VALORES DEDUCIDOS | | | | | | | | TOTAL | q | VDC |
|----|-------------------|----|----|----|----|----|-----|--|-------|------------------|-----------|
| 1 | 39 | 38 | 28 | 19 | 17 | 10 | 4.8 | | 155.8 | 7 | 78 |
| 2 | 39 | 38 | 28 | 19 | 17 | 10 | 2 | | 153 | 6 | 83 |
| 3 | 39 | 38 | 28 | 19 | 17 | 2 | 2 | | 145 | 5 | 83 |
| 4 | 39 | 38 | 28 | 19 | 2 | 2 | 2 | | 130 | 4 | 83 |
| 5 | 39 | 38 | 28 | 19 | 2 | 2 | 2 | | 130 | 3 | 81 |
| 6 | 39 | 38 | 28 | 2 | 2 | 2 | 2 | | 113 | 2 | 73 |
| 7 | 39 | 38 | 2 | 2 | 2 | 2 | 2 | | 87 | 1 | 89 |
| | | | | | | | | | | MAX VALOR | 89 |

ÍNDICE DE CONDICIÓN DE PAVIMENTO - PCI:

PCI = 100 - Máx. VDC

PCI= 11

CONDICIÓN DEL PAVIMENTO:

MUY MALO

Unidad de Muestra 06

| FICHA DE RECOLECCIÓN DE DATOS | | | | | | |
|---|---|------------------------------|---------|-------|-------|-----------|
| AUTOR | Tuesta Marín, Carlos Humberto | | | | | |
| PROYECTO | Evaluación del pavimento flexible y mejoramiento mediante el Sistema Bitufor en la Av. Tomas Valle, San Martin de Porres, Lima 2020 | | | | | |
| EVALUACIÓN DEL ÍNDICE DE CONDICIÓN DEL PAVIMENTO (PCI) | Evaluador: | Carlos Humberto Tuesta Marín | | | | |
| | Departamento: | Lima | | | | |
| | Distrito: | San Martin de Porres | | | | |
| | Nombre de vía: | Av. Tomas Valle | | | | |
| | Sección de vía: | 0+440 a 0+460 | | | | |
| | Fecha de evaluación: | 01/10/2020 | | | | |
| N° | TIPOS DE FALLAS | UND | MEDIDAS | | TOTAL | SEVERIDAD |
| | | | LARGO | ANCHO | | |
| 1 | Grieta piel de cocodrilo | m2 | | | | |
| 2 | Exudación | m2 | | | | |
| 3 | Agrietamiento en bloque | m2 | | | | |
| 4 | Abultamiento y Hundimientos | m | | | | |
| 5 | Corrugación | m2 | | | | |
| 6 | Depresión | m2 | 10.00 | 0.30 | 3.00 | MEDIUM |
| 7 | Grietas de Borde | m | | | | |
| 8 | Grieta de Reflexión de Junta | m | | | | |
| 9 | Desnivel Carril / Berma | m | | | | |
| 10 | Grietas Longitudinal / Transversal | m | 6.70 | | 6.70 | LOW |
| | | | 6.70 | | 6.70 | MEDIUM |
| | | | 6.70 | | 6.70 | MEDIUM |
| | | | 6.70 | | 6.70 | HIGH |
| | | | 6.70 | | 6.70 | HIGH |
| 11 | Parcheo y Acometidas de Servicios | m2 | 4.00 | | 4.00 | MEDIUM |
| | | | 16.00 | 0.60 | 9.60 | MEDIUM |
| | | | 0.40 | 0.40 | 0.16 | HIGH |
| 12 | Pulimientos y Agregados | m2 | | | | |
| 13 | Huecos | n° | | | | |
| 14 | Cruce de Vía Férrea | m2 | | | | |
| 15 | Ahuellamiento | m2 | | | | |
| 16 | Desplazamiento | m2 | | | | |
| 17 | Grietas Parabólicas o por Deslizamiento | m2 | | | | |
| 18 | Hinchamiento | m2 | | | | |
| 19 | Meteorización / Desprendimiento de agregados | m2 | | | | |
| SEVERIDAD | TIPO | DESCRIPCIÓN | TOTAL | | | |
| | L | LOW (BAJO) | 6.70 | | | |
| | M | MEDIUM (MEDIO) | 30.00 | | | |
| | H | HIGH (ALTO) | 13.56 | | | |

MÁXIMO VALOR DEDUCIDO CORREGIDO:

| N° | VALORES DEDUCIDOS | | | | | | | TOTAL | q | VDC |
|----|-------------------|----|----|---|---|-----|--|-------|------------------|-----------|
| 1 | 23 | 18 | 15 | 9 | 8 | 0.2 | | 73.2 | 7 | 35 |
| 2 | 23 | 18 | 15 | 9 | 8 | 2 | | 75 | 6 | 36 |
| 3 | 23 | 18 | 15 | 9 | 8 | 2 | | 75 | 5 | 38 |
| 4 | 23 | 18 | 15 | 9 | 2 | 2 | | 69 | 4 | 39 |
| 5 | 23 | 18 | 15 | 2 | 2 | 2 | | 62 | 3 | 40 |
| 6 | 23 | 18 | 2 | 2 | 2 | 2 | | 49 | 2 | 38 |
| 7 | 23 | 2 | 2 | 2 | 2 | 2 | | 33 | 1 | 34 |
| | | | | | | | | | MAX VALOR | 40 |

ÍNDICE DE CONDICIÓN DE PAVIMENTO - PCI:

PCI = 100 - Máx. VDC

PCI= 60

CONDICIÓN DEL PAVIMENTO:

BUENO

Unidad de Muestra 07

| FICHA DE RECOLECCIÓN DE DATOS | |
|---|---|
| AUTOR | Tuesta Marín, Carlos Humberto |
| PROYECTO | Evaluación del pavimento flexible y mejoramiento mediante el Sistema Bitufor en la Av. Tomas Valle, San Martin de Porres, Lima 2020 |
| EVALUACIÓN DEL ÍNDICE DE CONDICIÓN DEL PAVIMENTO (PCI) | Evaluador: Carlos Humberto Tuesta Marín |
| | Departamento: Lima |
| | Distrito: San Martin de Porres |
| | Nombre de vía: Av. Tomas Valle |
| | Sección de vía: 0+520 a 0+540 |
| | Fecha de evaluación: 01/10/2020 |

| N° | TIPOS DE FALLAS | UND | MEDIDAS | | TOTAL | SEVERIDAD |
|----|--|-----|---------|-------|-------|-----------|
| | | | LARGO | ANCHO | | |
| 1 | Grieta piel de cocodrilo | m2 | | | | |
| 2 | Exudación | m2 | | | | |
| 3 | Agrietamiento en bloque | m2 | 0.60 | 0.50 | 0.30 | HIGH |
| 4 | Abultamiento y Hundimientos | m | | | | |
| 5 | Corrugación | m2 | | | | |
| 6 | Depresión | m2 | 4.00 | 0.30 | 1.20 | LOW |
| | | | 5.00 | 0.40 | 2.00 | MEDIUM |
| | | | 8.00 | 0.40 | 3.20 | HIGH |
| 7 | Grietas de Borde | m | | | | |
| 8 | Grieta de Reflexión de Junta | m | | | | |
| 9 | Desnivel Carril / Berma | m | | | | |
| 10 | Grietas Longitudinal / Transversal | m | 6.70 | | 6.70 | HIGH |
| 11 | Parqueo y Acometidas de Servicios | m2 | | | | |
| 12 | Pulimientos y Agregados | m2 | | | | |
| 13 | Huecos | n° | | | | |
| 14 | Cruce de Vía Férrea | m2 | | | | |
| 15 | Ahuellamiento | m2 | | | | |
| 16 | Desplazamiento | m2 | | | | |
| 17 | Grietas Parabólicas o por Deslizamiento | m2 | | | | |
| 18 | Hinchamiento | m2 | | | | |
| 19 | Meteorización / Desprendimiento de agregados | m2 | | | | |

| SEVERIDAD | TIPO | DESCRIPCIÓN | TOTAL |
|-----------|------|----------------|-------|
| | L | LOW (BAJO) | 1.20 |
| | M | MEDIUM (MEDIO) | 2.00 |
| | H | HIGH (ALTO) | 10.20 |

MÁXIMO VALOR DEDUCIDO CORREGIDO:

| N° | VALORES DEDUCIDOS | | | | | | | TOTAL | q | VDC |
|----|-------------------|----|----|-----|--|--|--|-------|------------------|-----------|
| | | | | | | | | | | |
| 1 | 39 | 16 | 15 | 4.2 | | | | 74.2 | 7 | 40 |
| 2 | 39 | 16 | 15 | 4.2 | | | | 74.2 | 6 | 40 |
| 3 | 39 | 16 | 15 | 4.2 | | | | 74.2 | 5 | 44 |
| 4 | 39 | 16 | 15 | 2 | | | | 72 | 4 | 46 |
| 5 | 39 | 16 | 15 | 2 | | | | 72 | 3 | 48 |
| 6 | 39 | 16 | 2 | 2 | | | | 59 | 2 | 46 |
| 7 | 39 | 2 | 2 | 2 | | | | 45 | 1 | 47 |
| | | | | | | | | | MAX VALOR | 48 |

ÍNDICE DE CONDICIÓN DE PAVIMENTO - PCI:

PCI = 100 - Máx. VDC

PCI= 52

CONDICIÓN DEL PAVIMENTO:

REGULAR

Unidad de Muestra 08

| FICHA DE RECOLECCIÓN DE DATOS | | | | | | |
|---|---|------------------------------|---------|-------|-------|-----------|
| AUTOR | Tuesta Marín, Carlos Humberto | | | | | |
| PROYECTO | Evaluación del pavimento flexible y mejoramiento mediante el Sistema Bitufor en la Av. Tomas Valle, San Martin de Porres, Lima 2020 | | | | | |
| EVALUACIÓN DEL ÍNDICE DE CONDICIÓN DEL PAVIMENTO (PCI) | Evaluador: | Carlos Humberto Tuesta Marin | | | | |
| | Departamento: | Lima | | | | |
| | Distrito: | San Martin de Porres | | | | |
| | Nombre de vía: | Av. Tomas Valle | | | | |
| | Sección de vía: | 0+600 a 0+620 | | | | |
| | Fecha de evaluación: | 01/10/2020 | | | | |
| N° | TIPOS DE FALLAS | UND | MEDIDAS | | TOTAL | SEVERIDAD |
| | | | LARGO | ANCHO | | |
| 1 | Grieta piel de cocodrilo | m2 | | | | |
| 2 | Exudación | m2 | | | | |
| 3 | Agrietamiento en bloque | m2 | 0.60 | 0.40 | 0.24 | MEDIUM |
| | | | 0.80 | 0.30 | 0.24 | HIGH |
| 4 | Abultamiento y Hundimientos | m | | | | |
| 5 | Corrugación | m2 | | | | |
| 6 | Depresión | m2 | 20.00 | 0.40 | 8.00 | HIGH |
| 7 | Grietas de Borde | m | | | | |
| 8 | Grieta de Reflexión de Junta | m | | | | |
| 9 | Desnivel Carril / Berma | m | | | | |
| 10 | Grietas Longitudinal / Transversal | m | 1.00 | | 1.00 | MEDIUM |
| | | | 6.70 | | 6.70 | HIGH |
| | | | 3.20 | | 3.20 | HIGH |
| 11 | Parqueo y Acometidas de Servicios | m2 | | | | |
| 12 | Pulimientos y Agregados | m2 | | | | |
| 13 | Huecos | n° | | | | |
| 14 | Cruce de Vía Férrea | m2 | | | | |
| 15 | Ahuellamiento | m2 | | | | |
| 16 | Desplazamiento | m2 | | | | |
| 17 | Grietas Parabólicas o por Deslizamiento | m2 | 0.80 | 0.60 | 0.48 | MEDIUM |
| 18 | Hinchamiento | m2 | | | | |
| 19 | Meteorización / Desprendimiento de agregados | m2 | | | | |
| SEVERIDAD | TIPO | DESCRIPCIÓN | | TOTAL | | |
| | L | LOW (BAJO) | | | | |
| | M | MEDIUM (MEDIO) | | 1.72 | | |
| | H | HIGH (ALTO) | | 18.14 | | |

MÁXIMO VALOR DEDUCIDO CORREGIDO:

| N° | VALORES DEDUCIDOS | | | | | | | TOTAL | q | VDC |
|----|-------------------|----|-----|--|--|--|--|-------|------------------|-----------|
| 1 | 25 | 15 | 2.7 | | | | | 42.7 | 4 | 28 |
| 2 | 25 | 15 | 2 | | | | | 42 | 3 | 34 |
| 3 | 25 | 15 | 2 | | | | | 42 | 2 | 33 |
| 4 | 25 | 2 | 2 | | | | | 29 | 1 | 32 |
| | | | | | | | | | MAX VALOR | 34 |

ÍNDICE DE CONDICIÓN DE PAVIMENTO - PCI:

PCI = 100 - Máx. VDC

PCI= 66

CONDICIÓN DEL PAVIMENTO:

BUENO

Unidad de Muestra 09

| FICHA DE RECOLECCIÓN DE DATOS | |
|---|---|
| AUTOR | Tuesta Marín, Carlos Humberto |
| PROYECTO | Evaluación del pavimento flexible y mejoramiento mediante el Sistema Bitufofor en la Av. Tomas Valle, San Martin de Porres, Lima 2020 |
| EVALUACIÓN DEL ÍNDICE DE CONDICIÓN DEL PAVIMENTO (PCI) | Evaluador: Carlos Humberto Tuesta Marín |
| | Departamento: Lima |
| | Distrito: San Martín de Porres |
| | Nombre de vía: Av. Tomas Valle |
| | Sección de vía: 0+700 a 0+720 |
| | Fecha de evaluación: 01/10/2020 |

| N° | TIPOS DE FALLAS | UND | MEDIDAS | | TOTAL | SEVERIDAD |
|----|--|-----|---------|-------|-------|-----------|
| | | | LARGO | ANCHO | | |
| 1 | Grieta piel de cocodrilo | m2 | | | | |
| 2 | Exudación | m2 | | | | |
| 3 | Agrietamiento en bloque | m2 | | | | |
| 4 | Abultamiento y Hundimientos | m | | | | |
| 5 | Corrugación | m2 | | | | |
| 6 | Depresión | m2 | | | | |
| 7 | Grietas de Borde | m | | | | |
| 8 | Grieta de Reflexión de Junta | m | | | | |
| 9 | Desnivel Carril / Berma | m | | | | |
| 10 | Grietas Longitudinal / Transversal | m | 6.70 | | 6.70 | HIGH |
| 11 | Parcheo y Acometidas de Servicios | m2 | 7.50 | 0.60 | 4.50 | HIGH |
| | | | 6.70 | 1.20 | 8.04 | HIGH |
| 12 | Pulimientos y Agregados | m2 | 6.70 | 8.00 | 53.60 | HIGH |
| 13 | Huecos | n° | | | 1.00 | LOW |
| | | | | | 1.00 | MEDIUM |
| | | | | | 1.00 | HIGH |
| 14 | Cruce de Vía Férrea | m2 | | | | |
| 15 | Ahuellamiento | m2 | | | | |
| 16 | Desplazamiento | m2 | | | | |
| 17 | Grietas Parabólicas o por Deslizamiento | m2 | | | | |
| 18 | Hinchamiento | m2 | | | | |
| 19 | Meteorización / Desprendimiento de agregados | m2 | | | | |

| SEVERIDAD | TIPO | DESCRIPCIÓN | TOTAL |
|-----------|------|----------------|-------|
| | L | LOW (BAJO) | 1.00 |
| | M | MEDIUM (MEDIO) | 1.00 |
| | H | HIGH (ALTO) | 73.84 |

MÁXIMO VALOR DEDUCIDO CORREGIDO:

| N° | VALORES DEDUCIDOS | | | | | | | TOTAL | q | VDC |
|----|-------------------|----|----|----|----|-----|--|-------|------------------|-----------|
| 1 | 38 | 37 | 19 | 16 | 10 | 4.9 | | 124.9 | 6 | 62 |
| 2 | 38 | 37 | 19 | 16 | 10 | 2 | | 122 | 5 | 64 |
| 3 | 38 | 37 | 19 | 16 | 2 | 2 | | 114 | 4 | 65 |
| 4 | 38 | 37 | 19 | 2 | 2 | 2 | | 100 | 3 | 63 |
| 5 | 38 | 37 | 2 | 2 | 2 | 2 | | 83 | 2 | 60 |
| 6 | 38 | 2 | 2 | 2 | 2 | 2 | | 48 | 1 | 38 |
| | | | | | | | | | MAX VALOR | 65 |

ÍNDICE DE CONDICIÓN DE PAVIMENTO - PCI:

PCI = 100 - Máx. VDC

PCI= 35

CONDICIÓN DEL PAVIMENTO:

MALO

Unidad de Muestra 10

| FICHA DE RECOLECCIÓN DE DATOS | |
|---|---|
| AUTOR | Tuesta Marín, Carlos Humberto |
| PROYECTO | Evaluación del pavimento flexible y mejoramiento mediante el Sistema Bitufor en la Av. Tomas Valle, San Martin de Porres, Lima 2020 |
| EVALUACIÓN DEL ÍNDICE DE CONDICIÓN DEL PAVIMENTO (PCI) | Evaluador: Carlos Humberto Tuesta Marín |
| | Departamento: Lima |
| | Distrito: San Martín de Porres |
| | Nombre de vía: Av. Tomas Valle |
| | Sección de vía: 0+780 a 0+800 |
| | Fecha de evaluación: 01/10/2020 |

| N° | TIPOS DE FALLAS | UND | MEDIDAS | | TOTAL | SEVERIDAD |
|----|--|-----|---------|-------|-------|-----------|
| | | | LARGO | ANCHO | | |
| 1 | Grieta piel de cocodrilo | m2 | | | | |
| 2 | Exudación | m2 | | | | |
| 3 | Agrietamiento en bloque | m2 | | | | |
| 4 | Abultamiento y Hundimientos | m | | | | |
| 5 | Corrugación | m2 | | | | |
| 6 | Depresión | m2 | | | | |
| 7 | Grietas de Borde | m | | | | |
| 8 | Grieta de Reflexión de Junta | m | | | | |
| 9 | Desnivel Carril / Berma | m | | | | |
| 10 | Grietas Longitudinal / Transversal | m | | | | |
| 11 | Parcheo y Acometidas de Servicios | m2 | 6.70 | 0.50 | 3.35 | HIGH |
| | | | 6.70 | 0.60 | 4.02 | HIGH |
| | | | 6.70 | 0.60 | 4.02 | HIGH |
| 12 | Pulimientos y Agregados | m2 | | | | |
| 13 | Huecos | n° | | | | |
| 14 | Cruce de Vía Férrea | m2 | | | | |
| 15 | Ahuellamiento | m2 | | | | |
| 16 | Desplazamiento | m2 | | | | |
| 17 | Grietas Parabólicas o por Deslizamiento | m2 | | | | |
| 18 | Hinchamiento | m2 | | | | |
| 19 | Meteorización / Desprendimiento de agregados | m2 | 14.00 | 6.70 | 93.80 | HIGH |
| | | | 6.00 | 3.35 | 20.10 | HIGH |

| SEVERIDAD | TIPO | DESCRIPCIÓN | TOTAL |
|-----------|------|----------------|--------|
| | L | LOW (BAJO) | |
| | M | MEDIUM (MEDIO) | |
| | H | HIGH (ALTO) | 125.29 |

MÁXIMO VALOR DEDUCIDO CORREGIDO:

| N° | VALORES DEDUCIDOS | | | | | | | TOTAL | q | VDC |
|----|-------------------|------|--|--|--|--|--|-------|------------------|-----------|
| 1 | 68 | 31.5 | | | | | | 99.5 | 4 | 55 |
| 2 | 68 | 31.5 | | | | | | 99.5 | 3 | 63 |
| 3 | 68 | 31.5 | | | | | | 99.5 | 2 | 71 |
| 4 | 68 | 2 | | | | | | 70 | 1 | 70 |
| | | | | | | | | | MAX VALOR | 71 |

ÍNDICE DE CONDICIÓN DE PAVIMENTO - PCI:

PCI = 100 - Máx. VDC

PCI= 29

CONDICIÓN DEL PAVIMENTO:

MALO

Unidad de Muestra 11

| FICHA DE RECOLECCIÓN DE DATOS | |
|---|---|
| AUTOR | Tuesta Marín, Carlos Humberto |
| PROYECTO | Evaluación del pavimento flexible y mejoramiento mediante el Sistema Bitufor en la Av. Tomas Valle, San Martín de Porres, Lima 2020 |
| EVALUACIÓN DEL ÍNDICE DE CONDICIÓN DEL PAVIMENTO (PCI) | Evaluador: Carlos Humberto Tuesta Marín |
| | Departamento: Lima |
| | Distrito: San Martín de Porres |
| | Nombre de vía: Av. Tomas Valle |
| | Sección de vía: 0+880 a 0+900 |
| | Fecha de evaluación: 01/10/2020 |

| N° | TIPOS DE FALLAS | UND | MEDIDAS | | TOTAL | SEVERIDAD |
|----|--|-----|---------|-------|-------|-----------|
| | | | LARGO | ANCHO | | |
| 1 | Grieta piel de cocodrilo | m2 | | | | |
| 2 | Exudación | m2 | | | | |
| 3 | Agrietamiento en bloque | m2 | | | | |
| 4 | Abultamiento y Hundimientos | m | | | | |
| 5 | Corrugación | m2 | | | | |
| 6 | Depresión | m2 | | | | |
| 7 | Grietas de Borde | m | | | | |
| 8 | Grieta de Reflexión de Junta | m | | | | |
| 9 | Desnivel Carril / Berma | m | | | | |
| 10 | Grietas Longitudinal / Transversal | m | 6.70 | | 6.70 | HIGH |
| | | | 6.70 | | 6.70 | HIGH |
| | | | 6.70 | | 6.70 | HIGH |
| 11 | Parqueo y Acometidas de Servicios | m2 | 6.70 | 0.60 | 4.02 | HIGH |
| 12 | Pulimientos y Agregados | m2 | | | | |
| 13 | Huecos | n° | | | | |
| 14 | Cruce de Vía Férrea | m2 | | | | |
| 15 | Ahuellamiento | m2 | | | | |
| 16 | Desplazamiento | m2 | | | | |
| 17 | Grietas Parabólicas o por Deslizamiento | m2 | | | | |
| 18 | Hinchamiento | m2 | | | | |
| 19 | Meteorización / Desprendimiento de agregados | m2 | | | | |

| SEVERIDAD | TIPO | DESCRIPCIÓN | TOTAL |
|-----------|------|----------------|-------|
| | L | LOW (BAJO) | |
| | M | MEDIUM (MEDIO) | |
| | H | HIGH (ALTO) | 24.12 |

MÁXIMO VALOR DEDUCIDO CORREGIDO:

| N° | VALORES DEDUCIDOS | | | | | | | TOTAL | q | VDC |
|----|-------------------|----|--|--|--|--|--|-------|------------------|-----------|
| 1 | 28 | 23 | | | | | | 51 | 7 | 28 |
| 2 | 28 | 23 | | | | | | 51 | 6 | 28 |
| 3 | 28 | 23 | | | | | | 51 | 5 | 31 |
| 4 | 28 | 23 | | | | | | 51 | 4 | 34 |
| 5 | 28 | 23 | | | | | | 51 | 3 | 40 |
| 6 | 28 | 23 | | | | | | 51 | 2 | 41 |
| 7 | 28 | 2 | | | | | | 30 | 1 | 32 |
| | | | | | | | | | MAX VALOR | 41 |

ÍNDICE DE CONDICIÓN DE PAVIMENTO - PCI:

PCI = 100 - Máx. VDC

PCI= 59

CONDICIÓN DEL PAVIMENTO:

BUENO

Unidad de Muestra 12

| FICHA DE RECOLECCIÓN DE DATOS | |
|---|---|
| AUTOR | Tuesta Marín, Carlos Humberto |
| PROYECTO | Evaluación del pavimento flexible y mejoramiento mediante el Sistema Bitufor en la Av. Tomas Valle, San Martin de Porres, Lima 2020 |
| EVALUACIÓN DEL ÍNDICE DE CONDICIÓN DEL PAVIMENTO (PCI) | Evaluador: Carlos Humberto Tuesta Marín |
| | Departamento: Lima |
| | Distrito: San Martin de Porres |
| | Nombre de vía: Av. Tomas Valle |
| | Sección de vía: 0+960 a 0+980 |
| | Fecha de evaluación: 01/10/2020 |

| N° | TIPOS DE FALLAS | UND | MEDIDAS | | TOTAL | SEVERIDAD |
|----|--|-----|---------|-------|-------|-----------|
| | | | LARGO | ANCHO | | |
| 1 | Grieta piel de cocodrilo | m2 | | | | |
| 2 | Exudación | m2 | | | | |
| 3 | Agrietamiento en bloque | m2 | 0.90 | 7.00 | 6.30 | HIGH |
| 4 | Abultamiento y Hundimientos | m | | | | |
| 5 | Corrugación | m2 | | | | |
| 6 | Depresión | m2 | | | | |
| 7 | Grietas de Borde | m | | | | |
| 8 | Grieta de Reflexión de Junta | m | 6.70 | | 6.70 | HIGH |
| | | | 6.70 | | 6.70 | HIGH |
| | | | 6.70 | | 6.70 | HIGH |
| | | | 6.70 | | 6.70 | HIGH |
| 9 | Desnivel Carril / Berma | m | | | | |
| 10 | Grietas Longitudinal / Transversal | m | 6.70 | | 6.70 | HIGH |
| 11 | Parqueo y Acometidas de Servicios | m2 | 6.70 | 1.00 | 6.70 | HIGH |
| 12 | Pulimientos y Agregados | m2 | | | | |
| 13 | Huecos | n° | | | | |
| 14 | Cruce de Vía Férrea | m2 | | | | |
| 15 | Ahuellamiento | m2 | | | | |
| 16 | Desplazamiento | m2 | | | | |
| 17 | Grietas Parabólicas o por Deslizamiento | m2 | | | | |
| 18 | Hinchamiento | m2 | | | | |
| 19 | Meteorización / Desprendimiento de agregados | m2 | 8.00 | 3.40 | 27.20 | HIGH |
| | | | 6.70 | 5.00 | 33.50 | HIGH |

| SEVERIDAD | TIPO | DESCRIPCIÓN | TOTAL |
|-----------|-------------|----------------|--------|
| | L | LOW (BAJO) | |
| | M | MEDIUM (MEDIO) | |
| H | HIGH (ALTO) | | 107.20 |

MÁXIMO VALOR DEDUCIDO CORREGIDO:

| N° | VALORES DEDUCIDOS | | | | | | TOTAL | q | VDC |
|----|-------------------|----|----|----|------|--|-------|------------------|-----------|
| 1 | 58 | 35 | 28 | 18 | 11.7 | | 150.7 | 5 | 92 |
| 2 | 58 | 35 | 28 | 2 | 2 | | 125 | 4 | 81 |
| 3 | 58 | 35 | 28 | 2 | 2 | | 125 | 3 | 76 |
| 4 | 58 | 35 | 2 | 2 | 2 | | 99 | 2 | 70 |
| 5 | 58 | 2 | 2 | 2 | 2 | | 66 | 1 | 68 |
| | | | | | | | | MAX VALOR | 92 |

ÍNDICE DE CONDICIÓN DE PAVIMENTO - PCI:

PCI = 100 - Máx. VDC

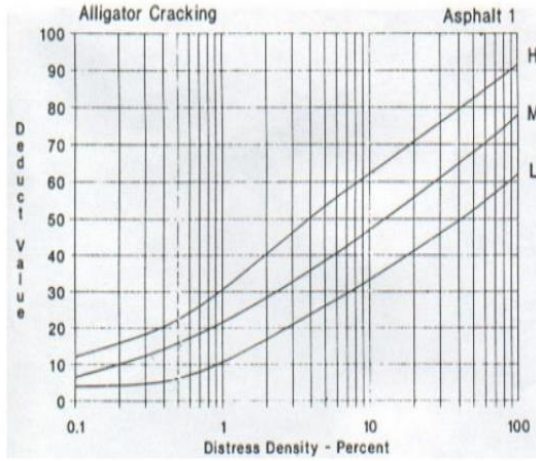
PCI= 8

CONDICIÓN DEL PAVIMENTO:

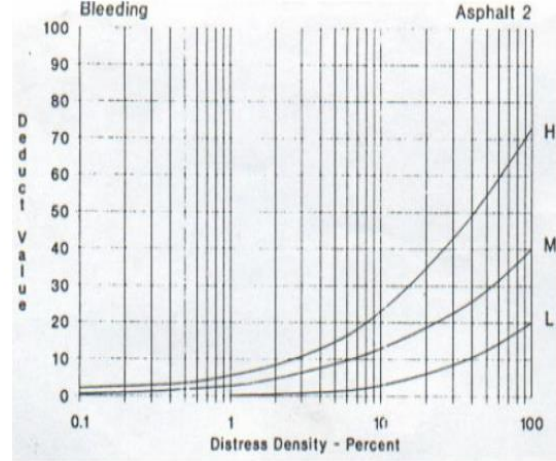
FALLADO

CURVAS DE VALOR DEDUCIDO

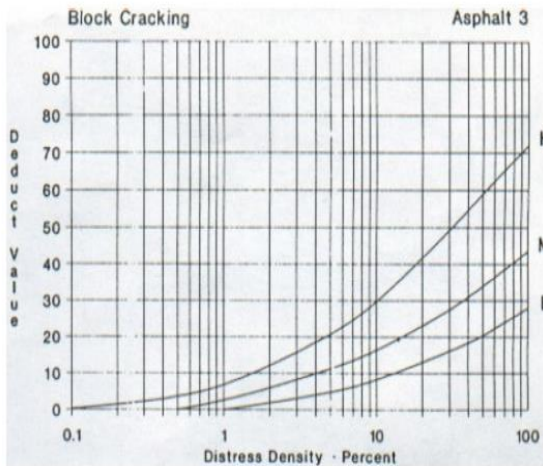
1. Piel de Cocodrilo



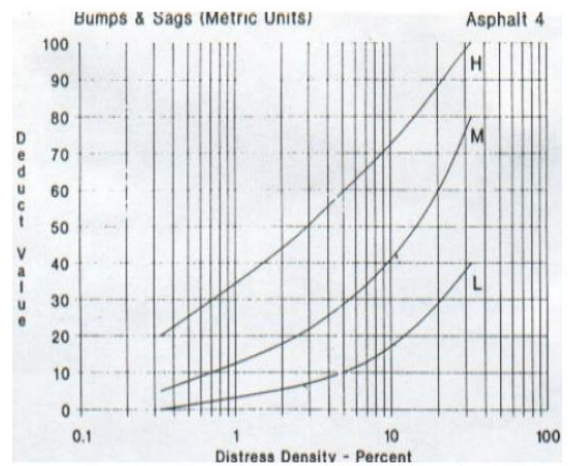
2. Exudación



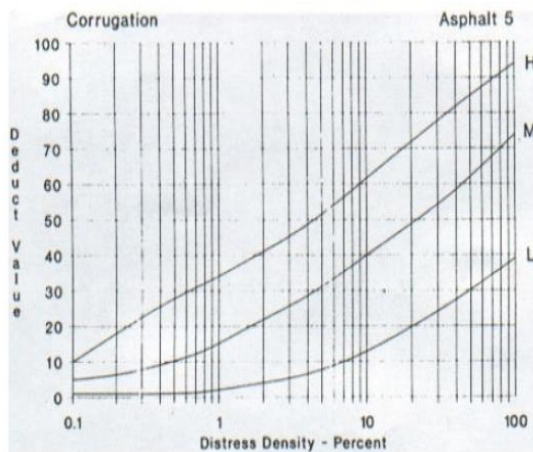
3. Agrietamiento en Bloque



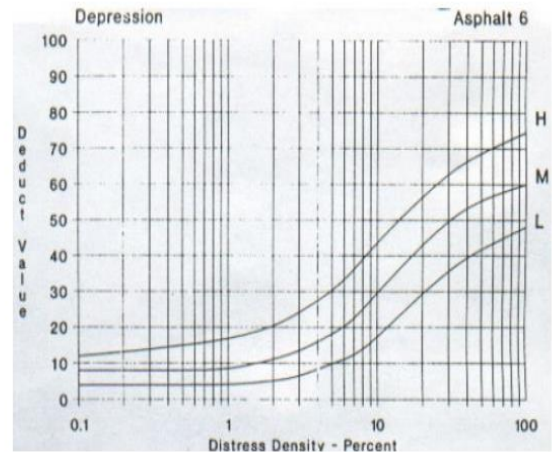
4. Abultamientos y Hundimientos



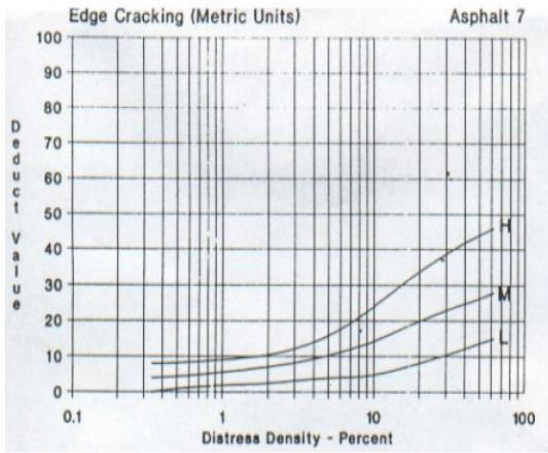
5. Corrugación



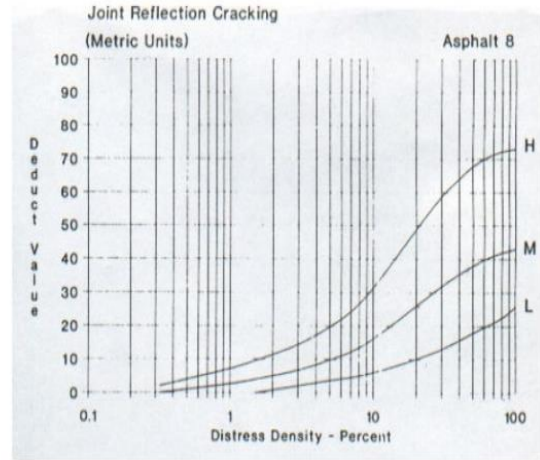
6. Depresión



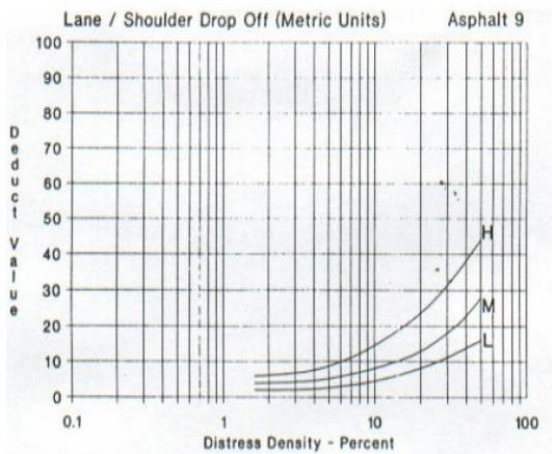
7. Grieta de Borde



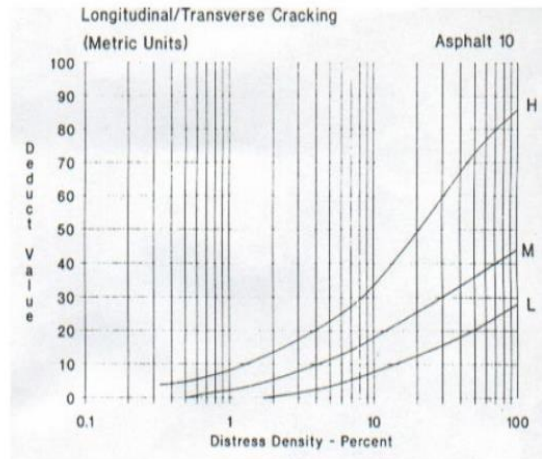
8. Grieta de Reflexión de Junta



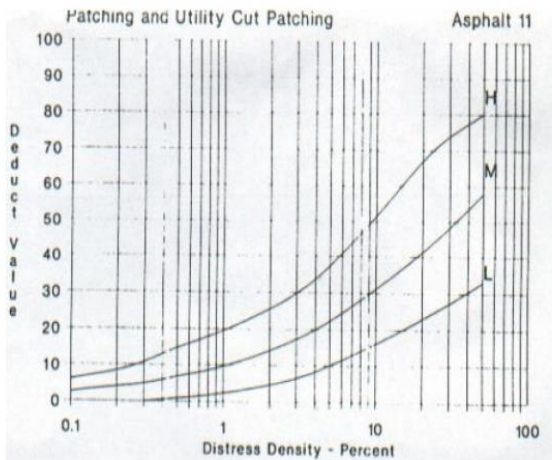
9. Desnivel Carril / Berma



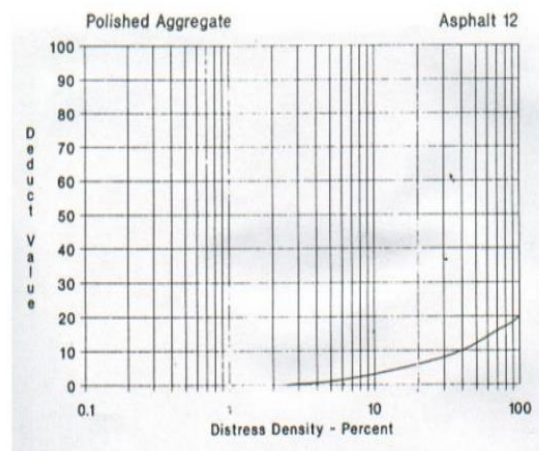
10. Grietas Longitudinales y Transversales



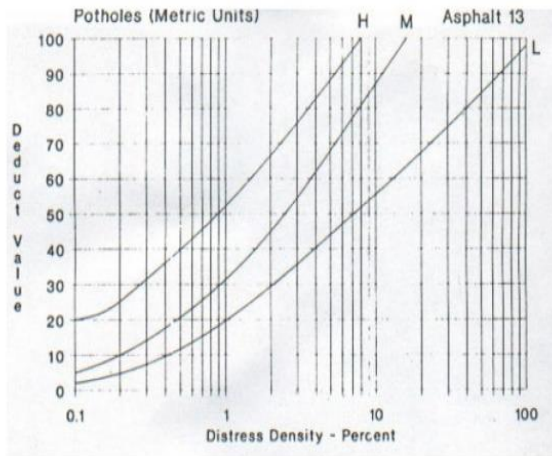
11. Parcheo y acometidas de servicio



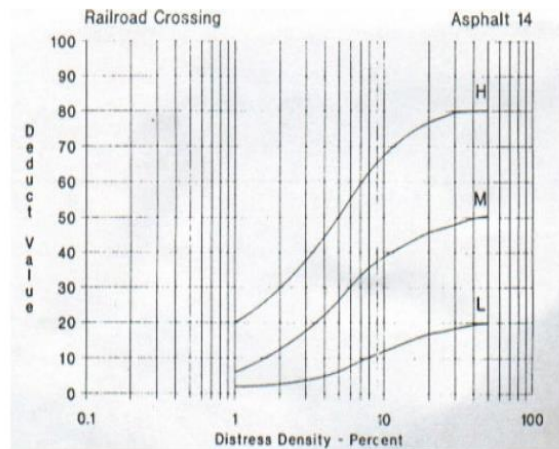
12. Pulimiento de agregados



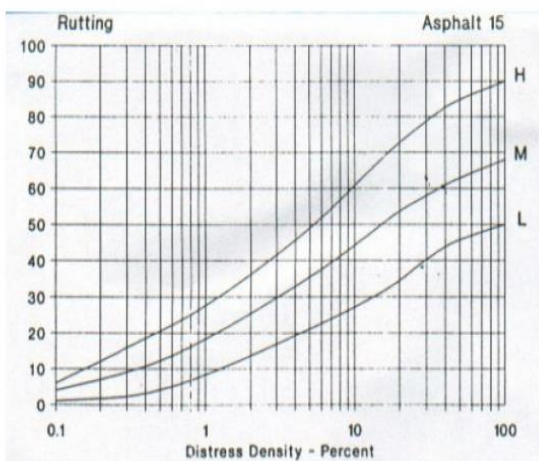
13. Huecos



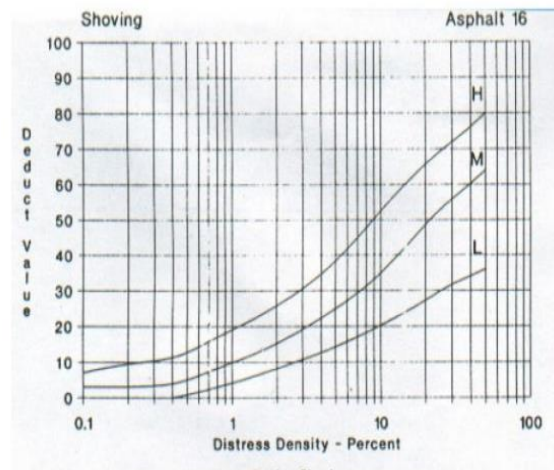
14. Cruce de Vía Férrea



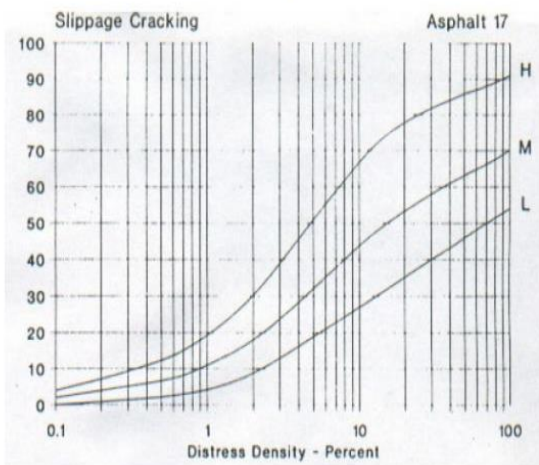
15. Ahuellamiento



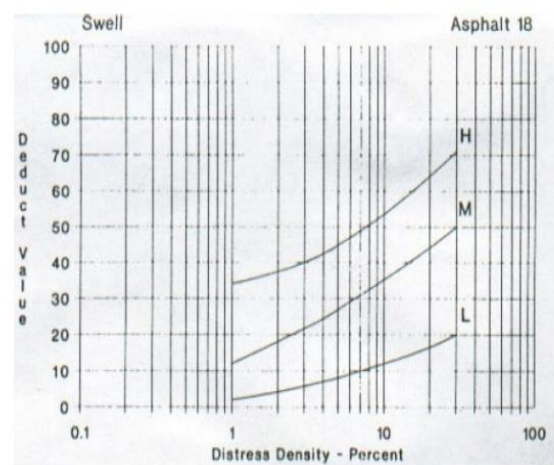
16. Desplazamiento



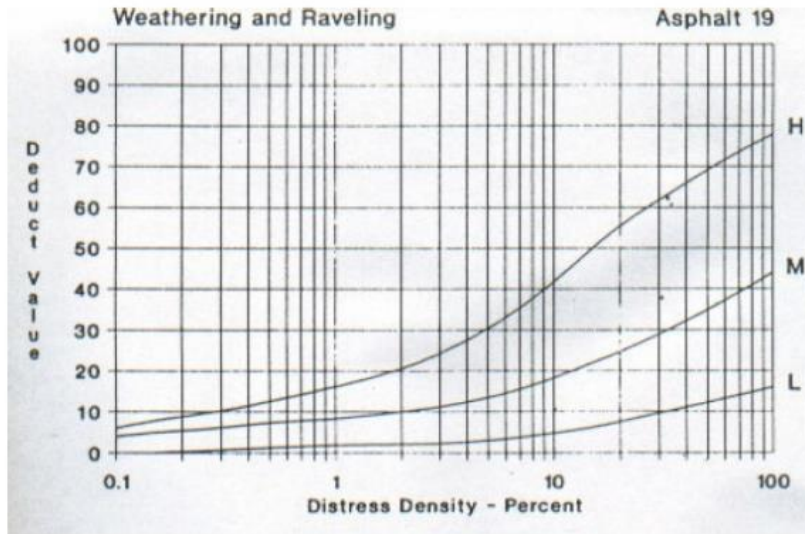
17. Grietas Parabólicas o por deslizamiento



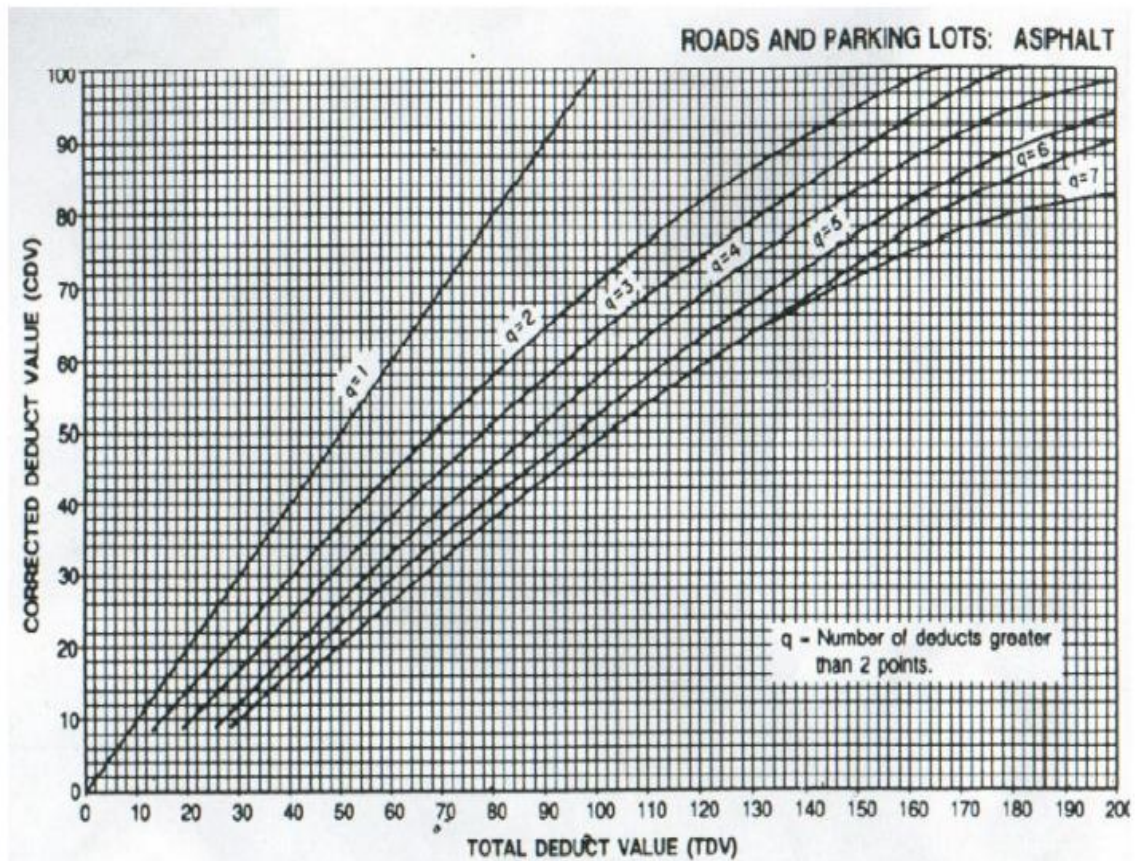
18. Hinchamiento



19. Meteorización / Desprendimiento de Agregados



CURVA DE CORRECCIÓN



ANEXO 6: Panel fotográfico



Inspección visual del pavimento



Medición del ancho de la vía



Inspección visual del pavimento



Inspección visual del pavimento



Inspección visual del pavimento



Circulación de vehículos pesados



Inspección visual del pavimento



Inspección visual del pavimento



Inspección visual del pavimento



Inspección visual del pavimento



Inspección visual del pavimento



Inspección visual del pavimento



Briquetas enumeradas de acuerdo al contenido de % asfalto



Briquetas enumeradas de acuerdo al contenido de % asfalto



Acondicionamiento del espécimen en la Máquina de Carga a Tensión



Espécimen sometido a prueba de Tensión



Máquina de Carga a Compresión



Fractura de la briqueta después del ensayo

ANEXO 7: Certificados de laboratorio



INFORME DE ENSAYO N° 074 - 2020 - M&V

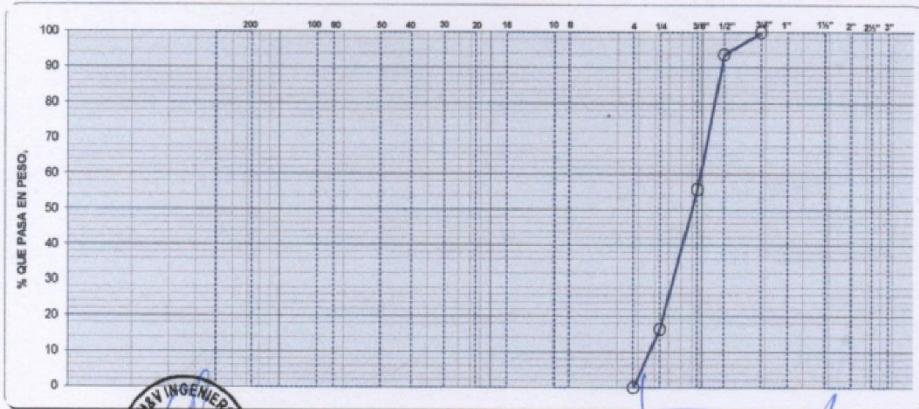
LABORATORIO MECÁNICA DE SUELOS, CONCRETO Y PAVIMENTOS

PROYECTO : Tesis "Evaluación del pavimento flexible y mejoramiento mediante el Sistema Bitufor en la avenida Tomas Valle, San Martín de Porres, Lima 2020"
 MUESTRA: Cartera Carabaylo
 SOLICITANTE: Tuesta Marín, Carlos Humberto FECHA : 20.09 a 30.10.2020

**ANÁLISIS GRANULOMÉTRICO POR TAMIZADO
(NORMA MTC E - 107)**

MUESTRA : Grava Chancada 1/2" PROF.

| Tamiz | Material retenido | | | | Especificaciones | | Descripción |
|---------|-------------------|----------|--------------|---------------|------------------|----------|---------------------------|
| | Ø | Peso (g) | Retenido (%) | Acumulado (%) | Pasante (%) | min. (%) | |
| 3" | 76.20 | | | | | | Humedad (%) 1.10 |
| 2 1/2" | 63.50 | | | | | | Grava (%) 100.0 |
| 2" | 50.80 | | | | | | Arena (%) 0.0 |
| 1 1/2" | 38.10 | | | | | | |
| 1" | 25.40 | | | | | | Pasante N° 200 (%) |
| 3/4" | 19.05 | | | | 100.0 | | Peso Inicial (gr) 3,055.0 |
| 1/2" | 12.70 | 195.0 | 6.4 | 6.4 | 93.6 | | Peso lavado (gr) 3,055.0 |
| 3/8" | 9.53 | 1154.5 | 37.8 | 44.2 | 55.8 | | |
| 3/4" | 6.35 | 1205.0 | 39.4 | 83.6 | 16.4 | | L L (%) - |
| N° 4 | 4.76 | 500.5 | 16.4 | 100.0 | 0.0 | | L P (%) - |
| N° 6 | 3.36 | | | | | | L P (%) - |
| N° 8 | 2.38 | | | | | | |
| N° 10 | 2.00 | | | | | | |
| N° 16 | 1.19 | | | | | | |
| N° 20 | 0.84 | | | | | | |
| N° 30 | 0.59 | | | | | | |
| N° 40 | 0.43 | | | | | | |
| N° 50 | 0.30 | | | | | | |
| N° 80 | 0.18 | | | | | | |
| N° 100 | 0.15 | | | | | | |
| N° 200 | 0.074 | | | | | | |
| Bandeja | | | | | | | |



DMA (1/18)
 msp@msjch
 O.S. N° 074



ING° JORGE ISAAC CASTAÑEDA CENTURION
 CIP 83285
 Lima, 30 de Octubre del 2020.

LABORATORIO MECÁNICA DE SUELOS, CONCRETO Y PAVIMENTOS

PROYECTO : Tesis "Evaluación del pavimento flexible y mejoramiento mediante el Sistema Bitufor en la avenida Tomas Valle, San Martin de Porres, Lima 2020 "
 MUESTRA: Cantera Carabaylo
 SOLICITANTE: Tuesta Marin, Carlos Humberto

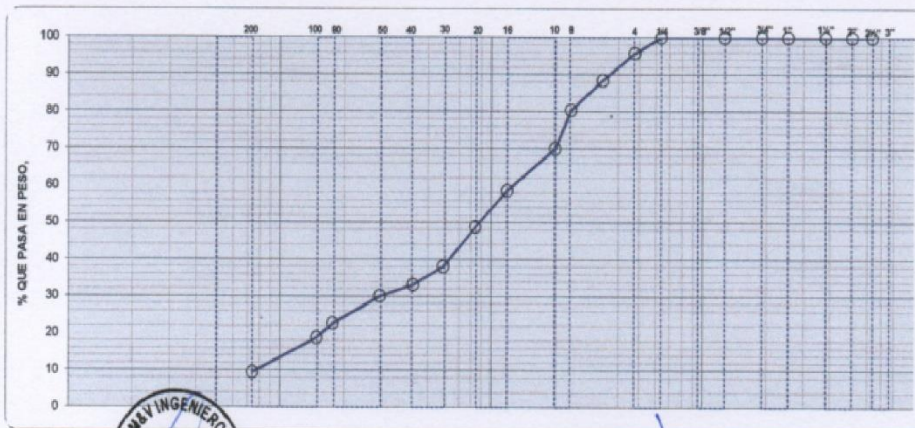
FECHA : 20.09 a 30.10.2020

ANÁLISIS GRANULOMÉTRICO POR TAMIZADO
(NORMA MTC E - 107)

MUESTRA : Arena Chancada 1

PROF.

| Tamiz Ø | Material retenido | | | | Especificaciones | | Descripción |
|------------|-------------------|-----------------|------------------|----------------|------------------|-------------|---------------------------|
| | Peso (g) | Retenido (%) | Acumulado (%) | Pasante (%) | min. (%) | max. (%) | |
| 3" | 76.20 | | | | | | Humedad (%) 2.10 |
| 2 1/2" | 83.50 | | | | | | Grava (%) 4.3 |
| 2" | 50.80 | | | | | | Arena (%) 86.2 |
| 1 1/2" | 38.10 | | | | | | |
| 1" | 25.40 | | | | | | Pasante N° 200 (%) 9.5 |
| 3/4" | 19.05 | | | | | | Peso Inicial (gr) 1,097.5 |
| 1/2" | 12.70 | | | | | | Peso lavado (gr) 1,097.5 |
| 3/8" | 9.53 | | | | | | |
| 1/4" | 6.35 | | | | 100.0 | | L.L (%) 21 |
| N° 4 | 4.76 | 47.5 | 4.3 | 4.3 | 95.7 | | LP (%) NP |
| N° 6 | 3.36 | 79.8 | 7.3 | 11.6 | 88.4 | | LP (%) NP |
| N° 8 | 2.36 | 87.2 | 7.9 | 19.5 | 80.5 | | |
| N° 10 | 2.00 | 114.6 | 10.4 | 30.0 | 70.0 | | |
| N° 16 | 1.19 | 125.8 | 11.5 | 41.4 | 58.6 | | |
| N° 20 | 0.84 | 107.6 | 9.8 | 51.3 | 48.7 | | |
| N° 30 | 0.59 | 117.8 | 10.7 | 62.0 | 38.0 | | |
| N° 40 | 0.43 | 53.9 | 4.9 | 66.9 | 33.1 | | |
| N° 50 | 0.30 | 33.8 | 3.1 | 70.0 | 30.0 | | |
| N° 80 | 0.18 | 81.3 | 7.4 | 77.4 | 22.6 | | |
| N° 100 | 0.15 | 41.6 | 3.8 | 81.2 | 18.8 | | |
| N° 200 | 0.074 | 102.7 | 9.4 | 90.5 | 9.5 | | |
| Bandeja | 103.9 | 9.5 | 100.0 | 0.0 | | | |



DMA (219)
mepjemsjoh
O.S. N°074



ING° JORGE ISAAC CASTAÑEDA CENTURION
CIP 83285

Lima, 30 de Octubre del 2020.

LABORATORIO DE CONTROL DE CALIDAD

INFORME DE ENSAYO N° 074 - 2020 - M&V - 07.04

SOLICITANTE : Tuesta Marín, Carlos Humberto **MUESTRA** : Agregados, Pen 60-70.
PROYECTO : Tesis "Evaluación del pavimento flexible y mejoramiento mediante el Sistema Bitufor en la avenida Tomas Valle, San Martín de Porres, Lima 2020" **IDENTIFICACIÓN** : La que se indica.
FECHA DE RECEPCIÓN : 2020/09/22 **FECHA DE ENSAYO** : 2020/09/22 al 2020/10/30.

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

| N° DE BRIQUETAS | 1A | 1B | 1C | 2A | 2B | 2C |
|---|---------|---------|---------|---------|---------|---------|
| 1 % DE C.A. EN PESO DE LA MEZCLA TOTAL | 4.5 | | 5.0 | | | |
| 2 % DE AGREGADO GRUESO (> N° 4) EN PESO DE LA MEZCLA | 38.20 | | 38.00 | | | |
| 3 % DE AGREGADO FINO (< N° 4) EN PESO DE LA MEZCLA | 57.30 | | 57.00 | | | |
| 4 % DE FILLER (MÍNIMO 65% PASA N° 200) EN PESO DE LA MEZCLA | -- | | -- | | | |
| 5 PESO ESPECÍFICO DEL CEMENTO ASFÁLTICO - APARENTE | 1.010 | | 1.010 | | | |
| 6 PESO ESPECÍFICO DEL AGREGADO GRUESO-BULK (MENOR 1') | 2.685 | | 2.685 | | | |
| 7 PESO ESPECÍFICO DEL AGREGADO FINO - BULK | 2.689 | | 2.689 | | | |
| 8 PESO ESPECÍFICO DEL FILLER - APARENTE | -- | | -- | | | |
| 9 ALTURA PROMEDIO DE LA BRIQUETA (cm) | 65.4 | 61.2 | 63.7 | 66.3 | 64.2 | 64.5 |
| 10 PESO DE LA BRIQUETA AL AIRE (gr.) (A) | 1,213.8 | 1,213.7 | 1,213.1 | 1,221.4 | 1,219.7 | 1,220.4 |
| 11 PESO DE LA BRIQUETA SAT. SUP. SECO EN EL AIRE (gr.) (B) | 1,217.2 | 1,216.1 | 1,216.5 | 1,222.5 | 1,222.4 | 1,223.3 |
| 12 PESO DE LA BRIQUETA EN EL AGUA (gr.) (C) | 679.0 | 680.2 | 682.0 | 692.2 | 694.6 | 694.8 |
| 13 PESO VOL. AGUA / VOL. BRIQUETAS (gr.) (B-C) | 538.2 | 535.9 | 534.5 | 530.3 | 527.8 | 528.5 |
| 14 PESO DE AGUA ABSORVIDA (gr.) (B-A) | 3.4 | 2.4 | 3.4 | 1.1 | 2.7 | 2.9 |
| 15 PORCENTAJE DE ABSORCIÓN (%) ((B-A)/(B-C))*100 | 0.63 | 0.45 | 0.64 | 0.21 | 0.51 | 0.55 |
| 16 DENSIDAD DE LA BRIQUETA A 25° C (kg/m³) | 2249 | 2258 | 2263 | 2296 | 2304 | 2302 |
| 17 PESO ESPECÍFICO BULK DE LA BRIQUETA (gr./cm³) (A/(B-C)) | 2.255 | 2.265 | 2.270 | 2.303 | 2.311 | 2.309 |
| 18 PESO ESPECÍFICO MÁXIMO - ASTM D 2041 | 2.505 | | 2.487 | | | |
| 19 PORCENTAJE DE VACÍOS (%) | 10.0 | 9.6 | 9.4 | 7.4 | 7.1 | 7.2 |
| 20 PESO ESPECÍFICO BULK DEL AGREGADO TOTAL (gr./cm³) | 2.687 | | 2.687 | | | |
| 21 V.M.A. (%) | 19.8 | 19.5 | 19.3 | 18.6 | 18.3 | 18.4 |
| 22 PORCENTAJE DE VACÍOS LLENADOS CON C.A. (%) | 49.6 | 50.8 | 51.3 | 60.3 | 61.3 | 61.1 |
| 23 PESO ESPECÍFICO EFECTIVO DEL AGREGADO TOTAL | 2.693 | | 2.694 | | | |
| 24 ASFALTO ABSORVIDO POR EL AGREGADO TOTAL (%) | 0.1 | | 0.1 | | | |
| 25 PORCENTAJE DE ASFALTO EFECTIVO (%) | 4.4 | | 4.9 | | | |
| 26 FLUJO (0.01 Pulgada) | 9.0 | 9.0 | 9.0 | 10.0 | 10.0 | 11.0 |
| 27 ESTABILIDAD SIN CORREGIR (kg) | 860.0 | 910.0 | 915.0 | 1,100.0 | 1,050.0 | 1,050.0 |
| 28 FACTOR DE ESTABILIDAD | 1.04 | 1.04 | 1.04 | 1.04 | 1.04 | 1.04 |
| 29 ESTABILIDAD CORREGIDA (kg) | 894.0 | 946.0 | 952.0 | 1,144.0 | 1,092.0 | 1,092.0 |



DMA (4/19)
meppjems
O.S. N°074


ING. JORGE ISAAC CASTAÑEDA CENTURIÓN
 CIP N° 83285
 Lima, 30 de Octubre del 2020.

LABORATORIO DE CONTROL DE CALIDAD

INFORME DE ENSAYO N° 074 - 2020 - M&V - 07.04

SOLICITANTE : Tuesta Marín, Carlos Humberto
PROYECTO : Tesis "Evaluación del pavimento flexible y mejoramiento mediante el Sistema Bitufor en la avenida Tomas Valle, San Martín de Porres, Lima 2020"
FECHA DE RECEPCIÓN : 2020/09/22

MUESTRA : Agregados, Pen 60-70.
IDENTIFICACIÓN : La que se indica.
CANTIDAD : 100 kg, 01 gl.
PRESENTACIÓN : Sacos y envase metálico.
FECHA DE ENSAYO : 2020/09/22 al 2020/10/30.

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

| N° DE BRIQUETAS | 3A | 3B | 3C | 4A | 4B | 4C |
|---|---------|---------|---------|---------|---------|---------|
| 1 % DE C.A. EN PESO DE LA MEZCLA TOTAL | 5.50 | | 6.00 | | | |
| 2 % DE AGREGADO GRUESO (> N° 4) EN PESO DE LA MEZCLA | 37.80 | | 37.60 | | | |
| 3 % DE AGREGADO FINO (< N° 4) EN PESO DE LA MEZCLA | 56.70 | | 56.40 | | | |
| 4 % DE FILLER (MÍNIMO 65% PASA N° 200) EN PESO DE LA MEZCLA | -- | | -- | | | |
| 5 PESO ESPECÍFICO DEL CEMENTO ASFÁLTICO - APARENTE | 1.010 | | 1.010 | | | |
| 6 PESO ESPECÍFICO DEL AGREGADO GRUESO-BULK (MENOR 1") | 2.685 | | 2.685 | | | |
| 7 PESO ESPECÍFICO DEL AGREGADO FINO - BULK | 2.689 | | 2.689 | | | |
| 8 PESO ESPECÍFICO DEL FILLER - APARENTE | -- | | -- | | | |
| 9 ALTURA PROMEDIO DE LA BRIQUETA (cm) | 64.3 | 64.2 | 65.5 | 65.0 | 65.3 | 64.0 |
| 10 PESO DE LA BRIQUETA AL AIRE (gr.) (A) | 1,230.0 | 1,231.2 | 1,231.5 | 1,235.2 | 1,235.2 | 1,236.2 |
| 11 PESO DE LA BRIQUETA SAT. SUP. SECO EN EL AIRE (gr.) (B) | 1,232.4 | 1,233.2 | 1,233.2 | 1,236.2 | 1,237.2 | 1,238.1 |
| 12 PESO DE LA BRIQUETA EN EL AGUA (gr.) (C) | 705.9 | 706.0 | 705.3 | 715.3 | 716.3 | 719.0 |
| 13 PESO VOL. AGUA / VOL. BRIQUETA (gr.) (B-C) | 526.5 | 527.2 | 527.9 | 520.9 | 520.9 | 519.1 |
| 14 PESO DE AGUA ARSOVIDA (gr.) (B-A) | 2.4 | 2.0 | 1.7 | 1.0 | 2.0 | 1.9 |
| 15 PORCENTAJE DE ABSORCIÓN (%) ((B-A)/(B-C))*100 | 0.46 | 0.38 | 0.32 | 0.19 | 0.38 | 0.37 |
| 16 DENSIDAD DE LA BRIQUETA A 25° C (kg/m³) | 2329 | 2328 | 2326 | 2364 | 2364 | 2374 |
| 17 PESO ESPECÍFICO BULK DE LA BRIQUETA (gr./cm³) (A/(B-C)) | 2.336 | 2.335 | 2.333 | 2.371 | 2.371 | 2.381 |
| 18 PESO ESPECÍFICO MÁXIMO - ASTM D 2041 | 2.469 | | 2.448 | | | |
| 19 PORCENTAJE DE VACÍOS | 5.4 | 5.4 | 5.5 | 3.1 | 3.1 | 2.7 |
| 20 PESO ESPECÍFICO BULK DEL AGREGADO TOTAL (gr./cm³) | 2.687 | | 2.687 | | | |
| 21 V.M.A. | 17.8 | 17.9 | 18.0 | 17.0 | 17.0 | 16.7 |
| 22 PORCENTAJE DE VACÍOS LLENADOS CON C.A. | 69.8 | 69.8 | 69.3 | 81.6 | 81.6 | 83.7 |
| 23 PESO ESPECÍFICO EFECTIVO DEL AGREGADO TOTAL | 2.696 | | 2.693 | | | |
| 24 ASFALTO ABSORBIDO POR EL AGREGADO TOTAL (%) | 0.1 | | 0.1 | | | |
| 25 PORCENTAJE DE ASFALTO EFECTIVO | 5.4 | | 5.9 | | | |
| 26 FLUJO (0.01 Pulgada) | 11.0 | 11.0 | 12.0 | 12.0 | 13.0 | 13.0 |
| 27 ESTABILIDAD SIN CORREGIR (kg) | 1,145.0 | 1,100.0 | 1,110.0 | 1,220.0 | 1,180.0 | 1,200.0 |
| 28 FACTOR DE ESTABILIDAD | 1.04 | 1.04 | 1.04 | 1.04 | 1.04 | 1.04 |
| 29 ESTABILIDAD CORREGIDA (kg) | 1,191.0 | 1,144.0 | 1,154.0 | 1,269.0 | 1,227.0 | 1,248.0 |



DMA (5/19)
mepp/jems
O.S. N°074


ING° JORGE ISAAC CASTANEDA CENTURION
 CIP N° 83285
 Lima, 30 de Octubre del 2020.

LABORATORIO DE CONTROL DE CALIDAD

INFORME DE ENSAYO N° 074 - 2020 - M&V - 07.04

SOLICITANTE : Tuesta Marín, Carlos Humberto
PROYECTO : Tesis "Evaluación del pavimento flexible y mejoramiento mediante el Sistema Bitufor en la avenida Tomas Valle, San Martín de Porres, Lima 2020"
FECHA DE RECEPCIÓN : 2020/09/22

MUESTRA : Agregados, Pen 60-70.
IDENTIFICACIÓN : La que se indica.
CANTIDAD : 100 kg, 01 gl.
PRESENTACIÓN : Sacos y envase metálico.
FECHA DE ENSAYO : 2020/09/22 al 2020/10/30.

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

| N° DE BRIQUETAS | 3A | 3B | 3C | 4A | 4B | 4C |
|---|---------|---------|---------|----|----|----|
| 1 % DE C.A. EN PESO DE LA MEZCLA TOTAL | 6.50 | | | | | |
| 2 % DE AGREGADO GRUESO (> N° 4) EN PESO DE LA MEZCLA | 37.40 | | | | | |
| 3 % DE AGREGADO FINO (< N° 4) EN PESO DE LA MEZCLA | 56.10 | | | | | |
| 4 % DE FILLER (MÍNIMO 65% PASA N° 200) EN PESO DE LA MEZCLA | -- | | | | | |
| 5 PESO ESPECÍFICO DEL CEMENTO ASFÁLTICO - APARENTE | 1.010 | | | | | |
| 6 PESO ESPECÍFICO DEL AGREGADO GRUESO-BULK (MENOR 1') | 2.685 | | | | | |
| 7 PESO ESPECÍFICO DEL AGREGADO FINO - BULK | 2.689 | | | | | |
| 8 PESO ESPECÍFICO DEL FILLER - APARENTE | -- | | | | | |
| 9 ALTURA PROMEDIO DE LA BRIQUETA (cm) | 65.2 | 65.0 | 65.8 | | | |
| 10 PESO DE LA BRIQUETA AL AIRE (gr.) (A) | 1,235.9 | 1,235.1 | 1,236.2 | | | |
| 11 PESO DE LA BRIQUETA SAT. SUP. SECO EN EL AIRE (gr.) (B) | 1,237.2 | 1,236.2 | 1,237.8 | | | |
| 12 PESO DE LA BRIQUETA EN EL AGUA (gr.) (C) | 714.0 | 715.0 | 716.2 | | | |
| 13 PESO VOL. AGUA / VOL. BRIQUETA (gr.) (B-C) | 523.2 | 521.2 | 521.6 | | | |
| 14 PESO DE AGUA ABSORVIDA (gr.) (B-A) | 7 1.3 | 1.1 | 1.6 | | | |
| 15 PORCENTAJE DE ABSORCIÓN (%) ((B-A)/(B-C))*100 | 0.25 | 0.21 | 0.31 | | | |
| 16 DENSIDAD DE LA BRIQUETA A 25° C (kg/m³) | 2355 | 2363 | 2363 | | | |
| 17 PESO ESPECÍFICO BULK DE LA BRIQUETA (gr./cm³) (A/(B-C)) | 2.362 | 2.370 | 2.370 | | | |
| 18 PESO ESPECÍFICO MÁXIMO - ASTM D 2041 | 2.428 | | | | | |
| 19 PORCENTAJE DE VACÍOS | 2.7 | 2.4 | 2.4 | | | |
| 20 PESO ESPECÍFICO BULK DEL AGREGADO TOTAL (gr./cm³) | 2.687 | | | | | |
| 21 V.M.A. | 17.8 | 17.5 | 17.5 | | | |
| 22 PORCENTAJE DE VACÍOS LLENADOS CON C.A. | 84.8 | 86.3 | 86.3 | | | |
| 23 PESO ESPECÍFICO EFECTIVO DEL AGREGADO TOTAL | 2.691 | | | | | |
| 24 ASFALTO ABSORBIDO POR EL AGREGADO TOTAL (%) | 0.1 | | | | | |
| 25 PORCENTAJE DE ASFALTO EFECTIVO | 6.5 | | | | | |
| 26 FLUJO (0.01 Pulgada) | 13.0 | 14.0 | 14.0 | | | |
| 27 ESTABILIDAD SIN CORREGIR (kg) | 1,050.0 | 1,065.0 | 1,100.0 | | | |
| 28 FACTOR DE ESTABILIDAD | 1.04 | 1.04 | 1.04 | | | |
| 29 ESTABILIDAD CORREGIDA (kg) | 1,092.0 | 1,108.0 | 1,144.0 | | | |



DMA (6/19)
mepp/jems
O.S. N°074

ING° JORGE ISAAC CASTANEDA CENTURION
CIP N° 83285
Lima, 30 de Octubre del 2020.

LABORATORIO DE CONTROL DE CALIDAD

INFORME DE ENSAYO N° 074 - 2020 - M&V - 07.04

| | | | |
|---------------------------|---|------------------------|-----------------------------|
| SOLICITANTE | : Tuesta Marín, Carlos Humberto | MUESTRA | : Agregados, Pen 60-70. |
| PROYECTO | : Tesis "Evaluación del pavimento flexible y mejoramiento mediante el Sistema Bitufor en la avenida Tomas Valle, San Martín de Porres, Lima 2020" | IDENTIFICACIÓN | : La que se indica. |
| FECHA DE RECEPCIÓN | : 2020/09/22. | CANTIDAD | : 100 kg, 01 gl. |
| | | PRESENTACIÓN | : Sacos y envase metálico. |
| | | FECHA DE ENSAYO | : 2020/09/22 al 2020/10/30. |

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

Características de la Mezcla :

| | | | | |
|--|---|----------------|----------------|---------------|
| - N° de golpes por cara | : | 75 | | |
| - Contenido Óptimo de Cemento Asfáltico, % * | : | 6.0 | 6.2 | 6.4 |
| - Peso Específico bulk, g/cm ³ | : | 2.370 | 2.375 | 2.372 |
| - Vacíos, % | : | 3.8 | 3.0 | 2.2 |
| - Vacíos llenos con Cemento Asfáltico, % | : | 78.0 | 82.0 | 87.0 |
| - V.M.A., % | : | 17.2 | 17.3 | 17.4 |
| - Estabilidad, lb (kN) | : | 2700.0 (12.01) | 2650.0 (11.79) | 2540.0 (11.3) |
| - Flujo, 0.01" (0.25 mm) | : | 12.7 (3.2) | 13.1 (3.3) | 13.6 (3.4) |
| - Relación Estabilidad/Flujo, kg/cm | : | | 3650.1 | |
| - Absorción de Asfalto, % | : | | 0.1 | |
| - Temperatura de la Mezcla, °C | : | | 145.0 | |

Proporciones de mezcla :

| | | |
|--------------------------|---|------|
| (1) Agregado grueso, % * | : | 40.0 |
| (2) Agregado fino, % * | : | 60.0 |

Materiales :

| | | |
|-------------------|---|---|
| - Tipo de Asfalto | : | PEN 60-70 (proporcionado por el solicitante). |
| - Agregado grueso | : | Cantera Carabaylo - Grava 1/2" (40%) |
| - Agregado fino | : | Cantera Carabaylo - Arena Chancada 1 (60%) |

Nota :

(*) Porcentaje en peso de la mezcla total.

Observaciones :

- Manual de Ensayo de Materiales para Carreteras (EM-2013), aprobado con R.D. N° 03-2013-MTC/14 de 06/2013.
- Agregados, PEN 60-70, proporcionados e identificados por el solicitante.
- Fecha de orden de ensayo: 2020/09/22.
- Este documento no autoriza el empleo de los materiales analizados; siendo la interpretación del mismo de exclusiva responsabilidad del usuario.



DMA (7/Ø)
mepp/jems
O.S. N°074

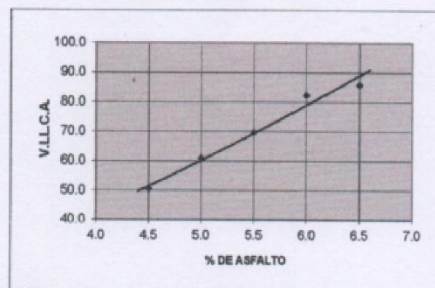
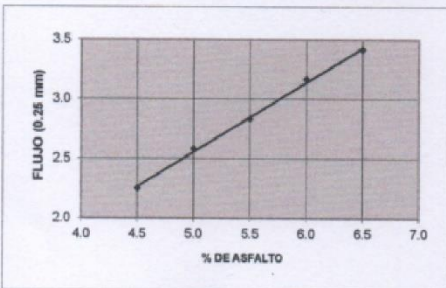
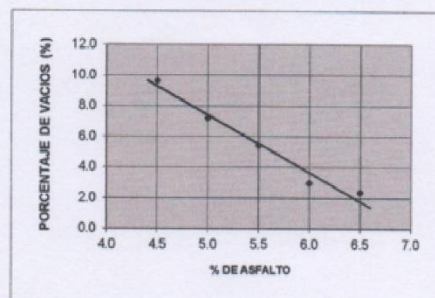
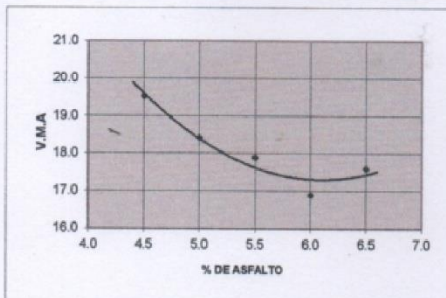
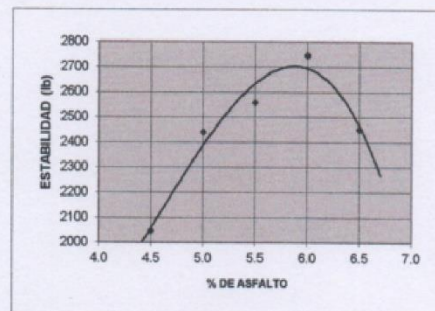
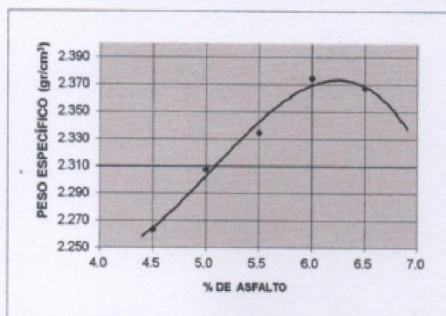

ING. JORGE ISAAC CASTAÑEDA CENTURIÓN
CIP N° 83286
Lima, 30 de Octubre del 2020.

LABORATORIO DE CONTROL DE CALIDAD

INFORME DE ENSAYO N° 074 - 2020 - M&V - 07.04

| | | | |
|---------------------------|---|------------------------|-----------------------------|
| SOLICITANTE | : Tuesta Marín, Carlos Humberto | MUESTRA | : Agregados, Pen 60-70. |
| PROYECTO | : Tesis "Evaluación del pavimento flexible y mejoramiento mediante el Sistema Bitufor en la avenida Tomas Valle, San Martin de Porres, Lima 2020" | IDENTIFICACIÓN | : La que se indica. |
| | | CANTIDAD | : 100 kg, 01 gl. |
| | | PRESENTACIÓN | : Sacos y envase metálico. |
| FECHA DE RECEPCIÓN | : 2020/09/22. | FECHA DE ENSAYO | : 2020/09/22 al 2020/10/30. |

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



DMA (8/9)
mapp/jems
O.S. N°074




ING° JORGE ISAAC CASTAÑEDA CENTURIÓN
CIP N° 83285
Lima, 30 de Octubre del 2020.

INFORME DE ENSAYO N° 074 - 2020 - M&V - 07.04

SOLICITANTE : Tuesta Marín, Carlos Humberto **MUESTRA** : Agregados, Pen 60-70.
PROYECTO : Tesis "Evaluación del pavimento flexible y mejoramiento mediante el Sistema Bitufor en la avenida Tomas Valle, San Martín de Porres, Lima 2020"
IDENTIFICACIÓN : La que se indica.
CANTIDAD : 100 kg, 01 gl.
PROCEDENCIA : Cantera Carabayllo **PRESENTACIÓN** : Sacos y envase metálico.
FECHA DE RECEPCIÓN : 2020/09/22 **FECHA DE ENSAYO** : 2020/09/22 al 2020/10/30.

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

| Muestra | Ensayo | 1 | 2 | 3 | 4 | 5 | 6 |
|------------------------------------|--------|--------|--------|--------|--------|--------|--------|
| Diámetro, m m | D | 101.8 | 101.6 | 101.7 | 101.8 | 101.6 | 101.8 |
| Espesor (altura), m m | t | 66.7 | 66.8 | 66.9 | 66.8 | 66.6 | 66.8 |
| Masa Seca en Aire, g | A | 1231.0 | 1233.0 | 1234.0 | 1231.5 | 1234.6 | 1231.6 |
| Masa muestra sat. Sup. Seca, g | B | 1241.3 | 1243.5 | 1242.6 | 1241.3 | 1242.9 | 1240.8 |
| Masa en Agua, g | C | 697.6 | 698.3 | 697.3 | 697.2 | 697.3 | 696.8 |
| Volumen, cc, (B-C) | E | 543.7 | 545.2 | 545.3 | 544.1 | 545.6 | 544.0 |
| Bulk Gr. Especifico (A/E) | F | 2.264 | 2.262 | 2.263 | 2.263 | 2.263 | 2.264 |
| Máx. Sp. Gr. Rpecific. | G | 2.435 | 2.435 | 2.435 | 2.435 | 2.435 | 2.435 |
| % Vacío (100(G-F)/G) | H | 7.0 | 7.1 | 7.1 | 7.0 | 7.1 | 7.0 |
| Volumen del Vacío de Aire (HE/100) | I | 38.2 | 38.8 | 38.5 | 38.4 | 38.6 | 38.2 |
| Lectura del dial de carga | P | 110.0 | 112.0 | 108.0 | | | |
| Carga (lbf) | P | 517.4 | 526.5 | 508.3 | | | |

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

| | | | | | | | |
|--------------------------------|----|--|--|--|--------|--------|--------|
| Masa muestra sat. Sup. Seca, g | B' | | | | 1259.3 | 1261.3 | 1259.2 |
| Masa en Agua, g | C' | | | | 713.6 | 714.2 | 712.9 |
| Volumen (B'-C') | E' | | | | 545.7 | 547.1 | 546.3 |
| Vol. Abs. Water (B'-A) | J' | | | | 27.8 | 26.7 | 27.6 |
| % Saturación (100J'/I) | | | | | 72.5 | 69.2 | 72.2 |
| Hinchamiento (100(E'-E)/E) | | | | | 0.29 | 0.27 | 0.42 |

Condicionado 24 h a 60°C agua

| | | | | | | | |
|-----------------------------------|-------|------|------|------|--------|--------|--------|
| Espesor m m (pulg) | T'' | | | | 67.2 | 67.6 | 67.9 |
| Masa muestra sat. Sup. Seca, g | B'' | | | | 1262.3 | 1263.1 | 1263.1 |
| Masa en Agua | C'' | | | | 714.3 | 716.1 | 715.2 |
| Volumen (B''-C''), cc | E'' | | | | 548.0 | 547.0 | 547.9 |
| Vol. de Agua Abs. (B''-A), cc | J'' | | | | 30.8 | 28.5 | 31.5 |
| % Saturación (100J''/I) | | | | | 80.3 | 73.9 | 82.4 |
| Hinchamiento (100(E''-E)/E) | | | | | 0.72 | 0.26 | 0.72 |
| Lectura del dial de carga | Carga | | | | 88.0 | 92.0 | 88.0 |
| Carga (lbf) | P'' | | | | 417.4 | 435.5 | 417.4 |
| Fuerza Seca, 2P/pi*T'D (psi) | Std | 31.3 | 31.9 | 30.7 | | | |
| Fuerza húmeda, 2P''/pi*T''D (psi) | Stm | | | | 25.1 | 26.0 | 24.6 |
| TSR, Stm /Std*100 (%) | | | | | | | |
| Baño de Humedad Visual | | | | | | | |
| Agregado Agrietado y roto | | | | | | | |
| Hinchamiento | | | | | | | |

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

Promedio (Std) 31.3
 Promedio (Stm) 25.3

80.9

ING. JORGETSA A C CASTANEDA CENTURION
 CP N° 83285

Lima, 30 de Octubre del 2020.



DMA (14/19)
 meppjems
 O.S. N°074

INFORME DE ENSAYO N° 074 - 2020 - M&V - 07.04

SOLICITANTE : Tuesta Marín, Carlos Humberto **MUESTRA** : Agregados, Pen 60-70.
PROYECTO : Tesis "Evaluación del pavimento flexible y mejoramiento mediante el Sistema Bitufor en la avenida Tomas Valle, San Martín de Porres, Lima 2020"
IDENTIFICACIÓN : La que se indica.
PROCEDENCIA : Cantera Carabaylo **CANTIDAD** : 100 kg, 01 gl.
FECHA DE RECEPCIÓN : 2020/09/22. **PRESENTACIÓN** : Sacos y envase metálico.
FECHA DE ENSAYO : 2020/09/22 al 2020/10/30

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

MEZCLA ASFÁLTICA : Grava Chancada de ½" : 40.0% (Cantera Carabaylo)
 Arena Chancada : 60.0% (Cantera Carabaylo)

Porcentaje de Asfalto : 6.2% PEN 60-70

TIPO DE ASFALTO : Cemento asfáltico Pen 60-70

| Acondicionamiento de Muestra | En Seco ^(d) | | | En Húmedo ⁽¹⁾ | | |
|---|------------------------|-------|-------|--------------------------|-------|-------|
| | 1 | 2 | 3 | 4 | 5 | 6 |
| N° Especimen | | | | | | |
| Promedio de Vacíos de Aire (%) | 7.1 | | | 7.0 | | |
| Resistencia a la Tensión en cada especimen - psi | 31.29 | 31.86 | 30.68 | 25.06 | 26.04 | 24.80 |
| Promedio de Resistencia a la Tensión en cada condición - psi (St _d) | 31.28 | | | 25.30 | | |
| Daño por humedad (visual) ⁽²⁾ | 0 | | | 0 | | |
| Agregados fracturados (visual) | No presenta | | | No presenta | | |

Razón del esfuerzo a la tensión - TSR (promedio St_d/St_d) = 80.9%

Nota:

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

Observaciones:

- (*) Publicado en "Standard Specifications for transportation materials and methods of sampling and testing 2005 - Part 2A Tests."
 - El ensayo fue efectuado (a petición del cliente) con la formulación del Diseño Marshall proporcionado por el cliente.
 - Fecha de orden de ensayo: 22/10/2020.
 - La interpretación ajena de los resultados de ensayos, es de exclusiva responsabilidad del usuario.



DMA (E/18)
 mepp/jms
 O.S. N°074

ING° JORGE ISAAC CASTANEDA CENTURION
 CIP N° 83285
 Lima, 30 de Octubre del 2020.

LABORATORIO DE ESTUDIOS ESPECIALES

INFORME DE ENSAYO N° 074 - 2020- M&V

| | | | |
|---------------------------|---|------------------------|-----------------------------|
| SOLICITANTE | : Tuesta Marín, Carlos Humberto | MUESTRA | : Agregados, Pen 60-70. |
| PROYECTO | : Tesis "Evaluación del pavimento flexible y mejoramiento mediante el Sistema Bitufor en la avenida Tomas Valle, San Martín de Porres, Lima 2020" | IDENTIFICACIÓN | : La que se indica. |
| FECHA DE RECEPCIÓN | : 2020/09/22. | CANTIDAD | : 100 kg, 01 gl. |
| | | PRESENTACIÓN | : Sacos y envase metálico. |
| | | FECHA DE ENSAYO | : 2020/09/22 al 2020/10/30. |

MTC 518 - 2000* EFECTO DEL AGUA SOBRE LA COHESION DE LAS MEZCLAS ASFALTICAS COMPACTADAS (ENSAYO DE INMERSION-COMPRESION) - Procedimiento N° 2.

Materiales :

- Tipo de Asfalto : PEN 60-70 (proporcionado por el solicitante).
- Agregado grueso : Cantera Carabaylo - Grava 1/2" (40%)
- Agregado fino : Cantera Carabaylo - Arena Chancada 1 (60%)

| ACONDICIONAMIENTO DE MUESTRA | Grupo N° 1 | | | Grupo N° 2 | | |
|--|------------|-------|-------|------------|-------|-------|
| N° de Especimen | 1 | 2 | 3 | 4 | 5 | 6 |
| Peso Especifico de la Briqueta, g/cm ³ | 2.019 | 2.021 | 2.020 | 2.017 | 2.014 | 2.021 |
| Resistencia a la Compresión, kgf/cm ² | 12.93 | 12.87 | 12.87 | 10.02 | 10.44 | 10.75 |
| Promedio de Resistencia a la Compresión, kgf/cm ² | 12.89 | | | 10.40 | | |

Indice de Resistencia Conservada (%) : 80.7

Procedimiento de acondicionamiento de especímenes:

- Los especímenes se elaboraron con la información del Ensayo Marshall, enviada por el solicitante.
- Grupo N° 1: Especímenes colocados en estufa regulada a 25° ± 1°C por 24 hrs y luego sumergidos por 2 hrs en baño de agua a 25° ± 1°C.
 - Grupo N° 2: Especímenes sumergidos en baño de agua a 60° ± 1°C por 24 horas, luego por 2 horas a temperatura ambiente y finalmente sumergidos por 2 horas en baño de agua a 25° ± 1°C.

Observaciones:

- (*) Manual de Ensayo de Materiales para Carreteras (EM-2000), 2^{da} edición aprobada con R.D. N° 028-2001-MTC/15,17 del 16/01/2001.
- Muestras de agregados y cemento asfáltico, proporcionadas e identificadas por el solicitante.
- Fecha de orden de ensayo: 22/09/2020
- Este documento no autoriza el empleo de los materiales analizados; siendo la interpretación del mismo de exclusiva responsabilidad del usuario.




ING° JORGE ISAAC CASTANEDA CENTURIÓN
 CIP N° 83285
 Lima, 30 de Octubre del 2020.

LMA (18/19)
mhr/jems.
O.S. N°074

**LABORATORIO DE CONTROL DE CALIDAD
INFORME DE ENSAYO N° 074 - 2020 - M&V - 07.04**

SOLICITANTE : Tuesta Marín, Carlos Humberto
MUESTRA : Agregados, Pen 60-70.
Sistema Bitúfor

PROYECTO : Tesis "Evaluación del pavimento flexible y mejoramiento mediante el Sistema Bitúfor en la avenida Tomas Valle, San Martín de Porres, Lima 2020"
IDENTIFICACIÓN : La que se indica.
CANTIDAD : 100 kg, 01 gl.
PRESENTACIÓN : Sacos y envase metálico.

FECHA DE RECEPCIÓN : 2020/09/22
FECHA DE ENSAYO : 2020/09/22 al 2020/10/30.

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

| N° DE BRIQUETAS | 1A | 1B | 1C | 2A | 2B | 2C |
|--|---------|---------|---------|---------|---------|---------|
| 1 % DE C.A. EN PESO DE LA MEZCLA TOTAL | 4.5 | | | 5.0 | | |
| 2 % DE AGREGADO GRUESO (> N° 4) EN PESO DE LA MEZCLA | 38.20 | | | 38.00 | | |
| 3 % DE AGREGADO FINO (< N° 4) EN PESO DE LA MEZCLA | 57.30 | | | 57.00 | | |
| 4 % DE FILLER EN PESO DE LA MEZCLA | -- | | | -- | | |
| 5 PESO ESPECÍFICO DEL CEMENTO ASFÁLTICO - APARENTE | 1.010 | | | 1.010 | | |
| 6 PESO ESPECÍFICO DEL AGREGADO GRUESO-BULK (MENOR 1") | 2.685 | | | 2.685 | | |
| 7 PESO ESPECÍFICO DEL AGREGADO FINO - BULK | 2.689 | | | 2.689 | | |
| 8 PESO ESPECÍFICO DEL FILLER - APARENTE | -- | | | -- | | |
| 9 ALTURA PROMEDIO DE LA BRIQUETA (cm) | 65.9 | 63.8 | 64.5 | 65.1 | 65.2 | 66.0 |
| 10 PESO DE LA BRIQUETA AL AIRE (gr.) (A) | 1,206.9 | 1,207.1 | 1,211.3 | 1,220.9 | 1,212.9 | 1,217.2 |
| 11 PESO DE LA BRIQUETA SAT. SUP. SECO EN EL AIRE (gr.) (B) | 1,207.9 | 1,208.2 | 1,212.4 | 1,221.6 | 1,213.7 | 1,218.1 |
| 12 PESO DE LA BRIQUETA EN EL AGUA (gr.) (C) | 701.9 | 701.8 | 702.0 | 712.0 | 708.1 | 707.6 |
| 13 PESO VOL. AGUA / VOL. BRIQUETAE (gr.) (B-C) | 506.0 | 506.4 | 510.4 | 509.6 | 505.6 | 510.5 |
| 14 PESO DE AGUA ABSORVIDA (gr.) (B-A) | 1.0 | 1.1 | 1.1 | 0.7 | 0.8 | 0.9 |
| 15 PORCENTAJE DE ABSORCIÓN (%) ((B-A)/(B-C))*100 | 0.20 | 0.22 | 0.22 | 0.14 | 0.16 | 0.18 |
| 16 DENSIDAD DE LA BRIQUETA A 25° C (kg/m³) | 2378 | 2377 | 2366 | 2389 | 2392 | 2377 |
| 17 PESO ESPECÍFICO BULK DE LA BRIQUETA (gr./cm³) (A/(B-C)) | 2.385 | 2.384 | 2.373 | 2.396 | 2.399 | 2.384 |
| 18 PESO ESPECÍFICO MÁXIMO - ASTM D 2041 | 2.541 | | | 2.520 | | |
| 19 PORCENTAJE DE VACÍOS (%) | 6.1 | 6.2 | 6.6 | 4.9 | 4.8 | 5.4 |
| 20 PESO ESPECÍFICO BULK DEL AGREGADO TOTAL (gr./cm³) | 2.687 | | | 2.687 | | |
| 21 V.M.A. (%) | 15.2 | 15.3 | 15.7 | 15.3 | 15.2 | 15.7 |
| 22 PORCENTAJE DE VACÍOS LLENADOS CON C.A. (%) | 59.7 | 59.5 | 58.0 | 67.8 | 68.4 | 65.7 |
| 23 PESO ESPECÍFICO EFECTIVO DEL AGREGADO TOTAL | 2.736 | | | 2.735 | | |
| 24 ASFALTO ABSORVIDO POR EL AGREGADO TOTAL (%) | 0.7 | | | 0.7 | | |
| 25 PORCENTAJE DE ASFALTO EFECTIVO (%) | 3.9 | | | 4.4 | | |
| 26 FLUJO (0.01 Pulgada) | 10.5 | 11.0 | 10.5 | 11.0 | 11.0 | 11.5 |
| 27 ESTABILIDAD SIN CORREGIR (kg) | 935.0 | 960.0 | 945.0 | 1,075.0 | 1,050.0 | 1,040.0 |
| 28 FACTOR DE ESTABILIDAD | 1.04 | 1.04 | 1.04 | 1.04 | 1.04 | 1.04 |
| 29 ESTABILIDAD CORREGIDA (kg) | 972.0 | 998.0 | 983.0 | 1,118.0 | 1,092.0 | 1,082.0 |

277



DMA (9/19)
mepp/jems
O.S. N°074


ING. JORGE ISAAC CASTAÑEDA CENTURIÓN
CIP N° 83285
Lima, 30 de Octubre del 2020.

LABORATORIO DE CONTROL DE CALIDAD

INFORME DE ENSAYO N° 074 - 2020 - M&V - 07.04

SOLICITANTE : Tuesta Marín, Carlos Humberto **MUESTRA** : Agregados, Pen 60-70.
Sistema Bitufor

PROYECTO : Tesis "Evaluación del pavimento flexible y mejoramiento mediante el Sistema Bitufor en la avenida Tomas Valle, San Martín de Porres, Lima 2020" **IDENTIFICACIÓN** : La que se indica.

FECHA DE RECEPCIÓN : 2020/09/22 **CANTIDAD** : 100 kg, 01 gl

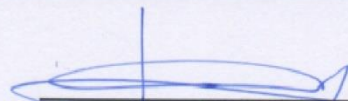
PRESENTACIÓN : Sacos y envase metálico. **FECHA DE ENSAYO** : 2020/09/22 al 2020/10/30.

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

| N° DE BRIQUETAS | 3A | 3B | 3C | 4A | 4B | 4C |
|--|---------|---------|---------|---------|---------|---------|
| 1 % DE C.A. EN PESO DE LA MEZCLA TOTAL | 5.50 | | | 6.00 | | |
| 2 % DE AGREGADO GRUESO (> N° 4) EN PESO DE LA MEZCLA | 37.80 | | | 37.60 | | |
| 3 % DE AGREGADO FINO (< N° 4) EN PESO DE LA MEZCLA | 56.70 | | | 56.40 | | |
| 4 % DE FILLER EN PESO DE LA MEZCLA | -- | | | -- | | |
| 5 PESO ESPECÍFICO DEL CEMENTO ASFÁLTICO - APARENTE | 1.010 | | | 1.010 | | |
| 6 PESO ESPECÍFICO DEL AGREGADO GRUESO-BULK (MENOR 1") | 2.685 | | | 2.685 | | |
| 7 PESO ESPECÍFICO DEL AGREGADO FINO - BULK | 2.689 | | | 2.689 | | |
| 8 PESO ESPECÍFICO DEL FILLER - APARENTE | -- | | | -- | | |
| 9 ALTURA PROMEDIO DE LA BRIQUETA (cm) | 67.7 | 62.5 | 63.9 | 64.2 | 64.8 | 64.3 |
| 10 PESO DE LA BRIQUETA AL AIRE (gr.) (A) | 1,206.3 | 1,212.4 | 1,219.2 | 1,211.4 | 1,214.3 | 1,221.1 |
| 11 PESO DE LA BRIQUETA SAT. SUP. SECO EN EL AIRE (gr.) (B) | 1,207.1 | 1,213.2 | 1,220.0 | 1,212.0 | 1,215.0 | 1,221.7 |
| 12 PESO DE LA BRIQUETA EN EL AGUA (gr.) (C) | 704.6 | 707.3 | 711.2 | 710.0 | 713.0 | 715.8 |
| 13 PESO VOL. AGUA / VOL. BRIQUETA (gr.) (B-C) | 502.5 | 505.9 | 508.8 | 502.0 | 502.0 | 505.9 |
| 14 PESO DE AGUA ABSORVIDA (gr.) (B-A) | 0.8 | 0.8 | 0.8 | 0.6 | 0.7 | 0.6 |
| 15 PORCENTAJE DE ABSORCIÓN (%) ((B-A)/(B-C))*100 | 0.16 | 0.16 | 0.16 | 0.12 | 0.14 | 0.12 |
| 16 DENSIDAD DE LA BRIQUETA A 25° C (kg/m³) | 2393 | 2389 | 2389 | 2406 | 2412 | 2406 |
| 17 PESO ESPECÍFICO BULK DE LA BRIQUETA (gr./cm³) (A/(B-C)) | 2.401 | 2.397 | 2.396 | 2.413 | 2.419 | 2.414 |
| 18 PESO ESPECÍFICO MÁXIMO - ASTM D 2041 | 2.501 | | | 2.483 | | |
| 19 PORCENTAJE DE VACÍOS | 4.0 | 4.2 | 4.2 | 2.8 | 2.6 | 2.8 |
| 20 PESO ESPECÍFICO BULK DEL AGREGADO TOTAL (gr./cm³) | 2.687 | | | 2.687 | | |
| 21 V.M.A. | 15.6 | 15.7 | 15.7 | 15.6 | 15.4 | 15.6 |
| 22 PORCENTAJE DE VACÍOS LLENADOS CON C.A. | 74.3 | 73.4 | 73.3 | 82.0 | 83.2 | 82.1 |
| 23 PESO ESPECÍFICO EFECTIVO DEL AGREGADO TOTAL | 2.736 | | | 2.738 | | |
| 24 ASFALTO ABSORBIDO POR EL AGREGADO TOTAL (%) | 0.7 | | | 0.7 | | |
| 25 PORCENTAJE DE ASFALTO EFECTIVO | 4.9 | | | 5.3 | | |
| 26 FLUJO (0.01 Pulgada) | 12.0 | 12.0 | 12.5 | 13.0 | 13.5 | 13.5 |
| 27 ESTABILIDAD SIN CORREGIR (kg) | 1,200.0 | 1,210.0 | 1,230.0 | 1,325.0 | 1,375.0 | 1,345.0 |
| 28 FACTOR DE ESTABILIDAD | 1.04 | 1.04 | 1.04 | 1.04 | 1.04 | 1.04 |
| 29 ESTABILIDAD CORREGIDA (kg) | 1,248.0 | 1,258.0 | 1,279.0 | 1,378.0 | 1,430.0 | 1,399.0 |



DMA (D/9)
mepp/jems
O.S. N°074



ING. JORGE ISAAC CASTAÑEDA CENTURIÓN
CIP N° 83286
Lima, 30 de Octubre del 2020.

LABORATORIO DE CONTROL DE CALIDAD

INFORME DE ENSAYO N° 074 - 2020 - M&V - 07.04

SOLICITANTE : Tuesta Marín, Carlos Humberto **MUESTRA** : Agregados, Pen 60-70.
Sistema Bitufor
PROYECTO : Tesis "Evaluación del pavimento flexible y mejoramiento mediante el Sistema Bitufor en la avenida Tomas Valle, San Martin de Porres, Lima 2020" **IDENTIFICACIÓN** : La que se indica.
CANTIDAD : 100 kg, 01 gl.
PRESENTACIÓN : Sacos y envase metálico.
FECHA DE RECEPCIÓN : 2020/09/22. **FECHA DE ENSAYO** : 2020/09/22 al 2020/10/30.

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

| N° DE BRIQUETAS | | 3A | 3B | 3C | 4A | 4B | 4C |
|-----------------|---|---------|---------|---------|----|----|----|
| 1 | % DE C.A. EN PESO DE LA MEZCLA TOTAL | 6.50 | | | | | |
| 2 | % DE AGREGADO GRUESO (> N° 4) EN PESO DE LA MEZCLA | 37.40 | | | | | |
| 3 | % DE AGREGADO FINO (< N° 4) EN PESO DE LA MEZCLA | 56.10 | | | | | |
| 4 | % DE FILLER EN PESO DE LA MEZCLA | -- | | | | | |
| 5 | PESO ESPECÍFICO DEL CEMENTO ASFÁLTICO - APARENTE | 1.010 | | | | | |
| 6 | PESO ESPECÍFICO DEL AGREGADO GRUESO-BULK (MENOR 1") | 2.685 | | | | | |
| 7 | PESO ESPECÍFICO DEL AGREGADO FINO - BULK | 2.689 | | | | | |
| 8 | PESO ESPECÍFICO DEL FILLER - APARENTE | -- | | | | | |
| 9 | ALTURA PROMEDIO DE LA BRIQUETA (cm) | 65.2 | 65.8 | 64.6 | | | |
| 10 | PESO DE LA BRIQUETA AL AIRE (gr.) (A) | 1,219.0 | 1,213.2 | 1,220.3 | | | |
| 11 | PESO DE LA BRIQUETA SAT. SUP. SECO EN EL AIRE (gr.) (B) | 1,219.5 | 1,213.6 | 1,220.8 | | | |
| 12 | PESO DE LA BRIQUETA EN EL AGUA (gr.) (C) | 713.0 | 708.0 | 713.9 | | | |
| 13 | PESO VOL. AGUA / VOL. BRIQUETA (gr.) (B-C) | 506.5 | 505.6 | 506.9 | | | |
| 14 | PESO DE AGUA ABSORVIDA (gr.) (B-A) | 0.5 | 0.4 | 0.5 | | | |
| 15 | PORCENTAJE DE ABSORCIÓN (%) ((B-A)/(B-C))*100 | 0.10 | 0.08 | 0.10 | | | |
| 16 | DENSIDAD DE LA BRIQUETA A 25° C (kg/m³) | 2399 | 2392 | 2400 | | | |
| 17 | PESO ESPECÍFICO BULK DE LA BRIQUETA (gr./cm³) (A/(B-C)) | 2.407 | 2.400 | 2.407 | | | |
| 18 | PESO ESPECÍFICO MÁXIMO - ASTM D 2041 | 2.462 | | | | | |
| 19 | PORCENTAJE DE VACÍOS | 2.3 | 2.5 | 2.2 | | | |
| 20 | PESO ESPECÍFICO BULK DEL AGREGADO TOTAL (gr./cm³) | 2.687 | | | | | |
| 21 | V.M.A. | 16.3 | 16.5 | 16.2 | | | |
| 22 | PORCENTAJE DE VACÍOS LLENADOS CON C.A. | 86.2 | 84.6 | 86.3 | | | |
| 23 | PESO ESPECÍFICO EFECTIVO DEL AGREGADO TOTAL | 2.735 | | | | | |
| 24 | ASFALTO ABSORBIDO POR EL AGREGADO TOTAL (%) | 0.7 | | | | | |
| 25 | PORCENTAJE DE ASFALTO EFECTIVO | 5.9 | | | | | |
| 26 | FLUJO (0.01 Pulgada) | 15.0 | 14.5 | 15.0 | | | |
| 27 | ESTABILIDAD SIN CORREGIR (kg) | 1,200.0 | 1,150.0 | 1,100.0 | | | |
| 28 | FACTOR DE ESTABILIDAD | 1.04 | 1.04 | 1.04 | | | |
| 29 | ESTABILIDAD CORREGIDA (kg) | 1,248.0 | 1,196.0 | 1,144.0 | | | |



DMA (1/B)
mopp/jems
O.S. N° 074

ING. JORGE ISAAC CASTANEDA CENTURION
CIP N° 83286

Lima, 30 de Octubre del 2020.

LABORATORIO DE CONTROL DE CALIDAD

INFORME DE ENSAYO N° 074 - 2020 - M&V - 07.04

| | | | |
|---------------------------|---|------------------------|--|
| SOLICITANTE | : Tuesta Marín, Carlos Humberto | MUESTRA | : Agregados, Pen 60-70. Sistema Bitufor |
| PROYECTO | : Tesis "Evaluación del pavimento flexible y mejoramiento mediante el Sistema Bitufor en la avenida Tomas Valle, San Martin de Porres, Lima 2020" | IDENTIFICACIÓN | : La que se indica. |
| | | CANTIDAD | : 100 kg, 01 gl. |
| | | PRESENTACIÓN | : Sacos y envase metálico. |
| FECHA DE RECEPCIÓN | : 2020/09/22. | FECHA DE ENSAYO | : 2020/09/22 al 2020/10/30. |

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

Características de la Mezcla :

| | | | | |
|--|---|----------------|----------------|----------------|
| - Nº de golpes por cara | : | 75 | | |
| - Contenido Óptimo de Cemento Asfáltico, % * | : | 5.7 | 5.9 | 6.1 |
| - Peso Específico bulk, g/cm ³ | : | 2.407 | 2.412 | 2.413 |
| - Vacíos, % | : | 3.7 | 3.2 | 2.8 |
| - Vacíos llenos con Cemento Asfáltico, % | : | 75.0 | 79.0 | 82.0 |
| - V.M.A., % | : | 15.6 | 15.7 | 15.8 |
| - Estabilidad, lb (kN) | : | 2930.0 (13.03) | 3050.0 (13.57) | 3030.0 (13.48) |
| - Flujo, 0.01" (0.25 mm) | : | 12.9 (3.2) | 13.2 (3.3) | 13.6 (3.4) |
| - Relación Estabilidad/Flujo, kg/cm | : | | 4201.1 | |
| - Absorción de Asfalto, % | : | | 0.7 | |
| - Temperatura de la Mezcla, °C | : | | 145.0 | |

Proporciones de mezcla :

| | | |
|--------------------------|---|------|
| (1) Agregado grueso, % * | : | 40.0 |
| (2) Agregado fino, % * | : | 60.0 |

Materiales :

| | | |
|-------------------|---|---|
| - Tipo de Asfalto | : | PEN 60-70 (proporcionado por el solicitante). |
| - Agregado grueso | : | Cantera Carabaylo - Grava 1/2" (40%) |
| - Agregado fino | : | Cantera Carabaylo - Arena Chancada 1 (60%) |
| - Sistema Bitufor | : | malla Mesh Track |

Nota :

(*) Porcentaje en peso de la mezcla total.

Observaciones :

- Manual de Ensayo de Materiales para Carreteras (EM-2013), aprobado con R.D. N° 03-2013-MTC/14 de 06/2013.
- Agregados, PEN 60-70, Malla Mesh Track, proporcionados e identificados por el solicitante.
- Fecha de orden de ensayo: 2020/09/22.
- Este documento no autoriza el empleo de los materiales analizados; siendo la interpretación del mismo de exclusiva responsabilidad del usuario.



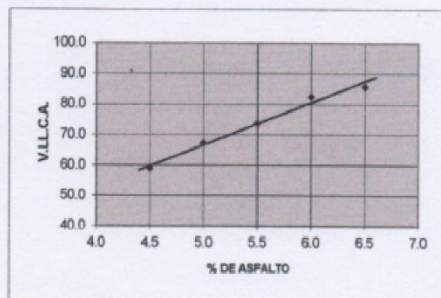
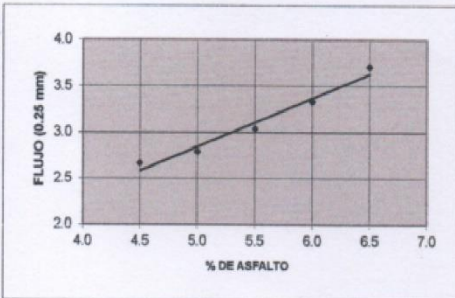
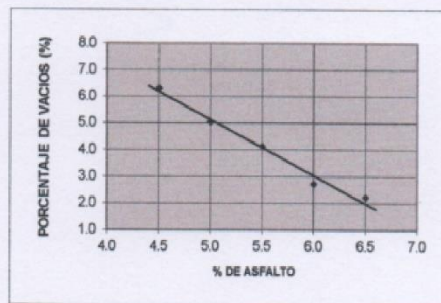
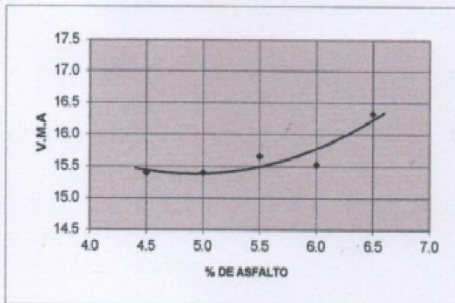
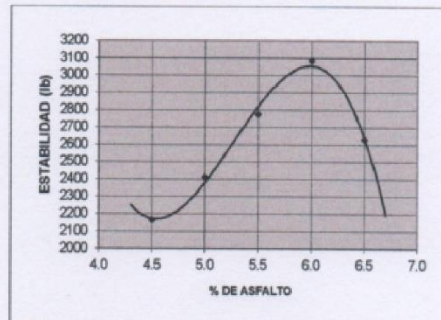
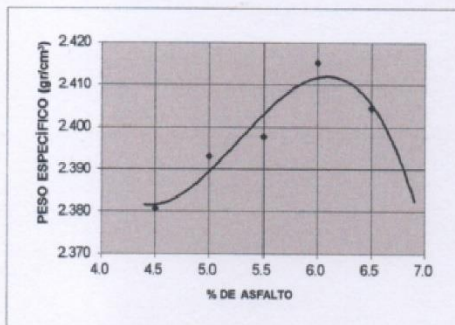
DMA (12/19)
mepp/jems
O.S. N° 074


ING° JORGE ISAAC CASTANEDA CENTURION
 CIP N° 83285
 Lima, 30 de Octubre del 2020.

INFORME DE ENSAYO N° 074 - 2020 - M&V - 07.04

| | | | |
|---------------------------|---|------------------------|--|
| SOLICITANTE | : Tuesta Marín, Carlos Humberto | MUESTRA | : Agregados, Pen 60-70. Sistema Bitufor |
| PROYECTO | : Tesis "Evaluación del pavimento flexible y mejoramiento mediante el Sistema Bitufor en la avenida Tomas Valle, San Martín de Porres, Lima 2020" | IDENTIFICACIÓN | : La que se indica. |
| FECHA DE RECEPCIÓN | : 2020/09/22. | CANTIDAD | : 100 kg, 01 gl. |
| | | PRESENTACIÓN | : Sacos y envase metálico. |
| | | FECHA DE ENSAYO | : 2020/09/22 al 2020/10/30. |

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



DMA (13/19)
mepp/jems
O.S. N°074




ING. JORGE ISAAC CASTANEDA CENTURION
CIP N° 83285
Lima, 30 de Octubre del 2020.

INFORME DE ENSAYO N° 074 - 2020 - M&V - 07.04

SOLICITANTE : Tuesta Marín, Carlos Humberto
PROYECTO : Tesis "Evaluación del pavimento flexible y mejoramiento mediante el Sistema Bitufor en la avenida Tomas Valle, San Martín de Porres, Lima 2020"
PROCEDENCIA : Cantera Carabayllo
FECHA DE RECEPCIÓN : 2020/09/22

MUESTRA : Agregados, Pen 60-70.
IDENTIFICACIÓN : Sistema Bitufor
CANTIDAD : La que se indica.
PRESENTACIÓN : 100 kg, 01 gl.
FECHA DE ENSAYO : Sacos y envase metálico.
 2020/09/22 al 2020/10/30.

AASHTO T-263 (2003)* METODO DE ENSAYO ESTÁNDAR PARA LA RESISTENCIA DE MEZCLAS ASFÁLTICAS COMPACTADAS AL DAÑO INDUCIDO POR HUMEDAD.

| Muestra | Ensayo | 1 | 2 | 3 | 4 | 5 | 6 |
|------------------------------------|--------|--------|--------|--------|--------|--------|--------|
| Diámetro, m m | D | 101.6 | 101.7 | 101.6 | 101.7 | 101.7 | 101.7 |
| Espesor (altura), m m | t | 66.6 | 66.7 | 66.8 | 66.7 | 66.7 | 66.7 |
| Masa Seca en Aire, g | A | 1232.0 | 1234.0 | 1235.0 | 1233.2 | 1234.1 | 1232.1 |
| Masa muestra sat. Sup. Seca, g | B | 1242.2 | 1243.9 | 1242.9 | 1242.3 | 1243.3 | 1241.3 |
| Masa en Agua, g | C | 698.0 | 697.2 | 697.6 | 697.7 | 697.0 | 697.2 |
| Volumen, cc, (B-C) | E | 544.2 | 546.7 | 545.1 | 544.6 | 546.3 | 544.1 |
| Bulk Gr. Especific (A/E) | F | 2.264 | 2.257 | 2.266 | 2.264 | 2.259 | 2.264 |
| Máx. Sp. Gr. Rpecific. | G | 2.435 | 2.435 | 2.435 | 2.435 | 2.435 | 2.435 |
| % Vacío (100(G-F)/G) | H | 7.0 | 7.3 | 7.0 | 7.0 | 7.2 | 7.0 |
| Volumen del Vacío de Aire (HE/100) | I | 38.2 | 39.9 | 37.9 | 38.2 | 39.5 | 38.1 |
| Lectura del dial de carga | P | 115.0 | 120.0 | 125.0 | | | |
| Carga (lbf) | P | 540.1 | 562.9 | 585.7 | | | |

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

| | | | | | | | |
|--------------------------------|----|--|--|--|--------|-------|--------|
| Masa muestra sat. Sup. Seca, g | B' | | | | 1259.6 | 1262 | 1259.4 |
| Masa en Agua, g | C' | | | | 714.3 | 714.6 | 713.9 |
| Volumen (B'-C') | E' | | | | 545.3 | 547.4 | 545.5 |
| Vol. Abs. Water (B'-A) | J' | | | | 26.4 | 27.9 | 27.3 |
| % Saturación (100J'/I) | | | | | 69.2 | 70.7 | 71.6 |
| Hinchamiento (100(E'-E)/E) | | | | | 0.13 | 0.20 | 0.26 |

Condicionado 24 h a 60°C agua

| | | | | | | | |
|---------------------------------|-------|------|------|------|--------|--------|--------|
| Espesor m m (pulg) | T" | | | | 67.0 | 67.5 | 67.8 |
| Masa muestra sat. Sup. Seca, g | B" | | | | 1262.8 | 1263.8 | 1263.7 |
| Masa en Agua | C" | | | | 714.6 | 716.2 | 716.4 |
| Volumen (B"-C"), cc | E" | | | | 548.2 | 547.6 | 547.3 |
| Vol. de Agua Abs. (B"-A), cc | J" | | | | 29.6 | 29.7 | 31.6 |
| % Saturación (100J"/I) | | | | | 77.6 | 75.2 | 82.9 |
| Hinchamiento (100(E"-E)/E) | | | | | 0.66 | 0.24 | 0.59 |
| Lectura del dial de carga | Carga | | | | 103.0 | 102.0 | 105.0 |
| Carga (lbf) | P" | | | | 485.5 | 481.0 | 494.6 |
| Fuerza Seca, 2P/pi*TD (psi) | Std | 32.8 | 34.1 | 35.4 | | | |
| Fuerza húmeda, 2P'/pi*T'D (psi) | Stm | | | | 29.3 | 28.8 | 29.5 |
| TSR, Stm /Std*100 (%) | | | | | | | |
| Baño de Humedad Visual | | | | | | | |
| Agregado Agrietado y roto | | | | | | | |
| Hinchamiento | | | | | | | |

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

Promedio (Std) 34.1
Promedio (Stm) 29.2

85.5

ING° JORGE ISAAC CASTANEDA CENTURION
 CP N° 83285

Lima, 30 de Octubre del 2020.



DMA (16/19)
 meppjems
 O.S. N°074

INFORME DE ENSAYO N° 074 - 2020 - M&V - 07.04

SOLICITANTE : Tuesta Marin, Carlos Humberto
PROYECTO : Tesis "Evaluación del pavimento flexible y mejoramiento mediante el Sistema Bitufor en la avenida Tomas Valle, San Martín de Porres, Lima 2020"
PROCEDENCIA : Cantera Carabayllo
FECHA DE RECEPCIÓN : 2020/09/22.

MUESTRA : Agregados, Pen 60-70.
IDENTIFICACIÓN : La que se indica.
CANTIDAD : 100 kg, 01 gl.
PRESENTACIÓN : Sacos y envase metálico.
FECHA DE ENSAYO : 2020/09/22 al 2020/10/30

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

MEZCLA ASFÁLTICA : Grava Chancada de ½" : 40.0% (Cantera Carabayllo)
 Arena Chancada : 60.0% (Cantera Carabayllo)
 Sistema Bitufor : malla Mesh Track

Porcentaje de Asfalto : 5.9 % PEN 60-70

TIPO DE ASFALTO : Cemento asfáltico Pen 60-70

| Acondicionamiento de Muestra | En Seco ^(d) | | | En Húmedo ^(t) | | |
|---|------------------------|-------|-------|--------------------------|-------|-------|
| | 1 | 2 | 3 | 4 | 5 | 6 |
| N° Especimen | | | | | | |
| Promedio de Vacíos de Aire (%) | 7.1 | | | 7.1 | | |
| Resistencia a la Tensión en cada especimen - psi | 32.79 | 34.08 | 35.45 | 29.26 | 28.78 | 29.46 |
| Promedio de Resistencia a la Tensión en cada condición - psi (St _i) | 34.11 | | | 29.17 | | |
| Daño por humedad (visual) ⁽²⁾ | 0 | | | 0 | | |
| Agregados fracturados (visual) | No presenta | | | No presenta | | |

Razón del esfuerzo a la tensión - TSR (promedio St_t/St_d) = 85.5%

Nota:


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

Observaciones:

- (*) Publicado en "Standard Specifications for transportation materials and methods of sampling and testing 2005 - Part 2A Tests".
 - El ensayo fue efectuado (a petición del cliente) con la formulación del Diseño Marshall proporcionado por el cliente.
 - Fecha de orden de ensayo: 22/10/2020.
 - La interpretación ajena de los resultados de ensayos, es de exclusiva responsabilidad del usuario.



DMA (17/19)
 mepp/jems
 O.S. N°74


ING. JORGE ISAAC CASTAÑEDA CENTURIÓN
 CIP N° 83285
 Lima, 30 de Octubre del 2020.

LABORATORIO DE ESTUDIOS ESPECIALES

INFORME DE ENSAYO N° 074 - 2020- M&V

| | | | |
|---------------------------|--|------------------------|---|
| SOLICITANTE | : Tuesta Marín, Carlos Humberto | MUESTRA | : Agregados, Pen 60-70. Sistema Bitufo |
| PROYECTO | : Tesis "Evaluación del pavimento flexible y mejoramiento mediante el Sistema Bitufo en la avenida Tomas Valle, San Martín de Porres, Lima 2020" | IDENTIFICACIÓN | : La que se indica. |
| FECHA DE RECEPCIÓN | : 2020/09/22. | CANTIDAD | : 100 kg, 01 gl. |
| | | PRESENTACIÓN | : Sacos y envase metálico. |
| | | FECHA DE ENSAYO | : 2020/09/22 al 2020/10/30. |

MTC 518 - 2000* EFECTO DEL AGUA SOBRE LA COHESION DE LAS MEZCLAS ASFALTICAS COMPACTADAS (ENSAYO DE INMERSION-COMPRESION) - Procedimiento N° 2.

Materiales :

- Tipo de Asfalto : PEN 60-70 (proporcionado por el solicitante).
- Agregado grueso : Cantera Carabaylo - Grava 1/2" (40%)
- Agregado fino : Cantera Carabaylo - Arena Chancada 1 (60%)
- Sistema Bitufo : malla Mesh Track

| ACONDICIONAMIENTO DE MUESTRA | Grupo N° 1 | | | Grupo N° 2 | | |
|--|------------|-------|-------|------------|-------|-------|
| N° de Especimen | 1 | 2 | 3 | 4 | 5 | 6 |
| Peso Especifico de la Briqueta, g/cm ³ | 2.019 | 2.021 | 2.020 | 2.017 | 2.014 | 2.021 |
| Resistencia a la Compresión, kgf/cm ² | 13.11 | 13.56 | 13.25 | 11.18 | 11.49 | 11.92 |
| Promedio de Resistencia a la Compresión, kgf/cm ² | 13.30 | | | 11.53 | | |

Indice de Resistencia Conservada (%) : 86.7

Procedimiento de acondicionamiento de especímenes:

Los especímenes se elaboraron con la información del Ensayo Marshall, enviada por el solicitante.

- Grupo N° 1: Especímenes colocados en estufa regulada a 25° ± 1°C por 24 hrs y luego sumergidos por 2 hrs en baño de agua a 25° ± 1°C.
- Grupo N° 2: Especímenes sumergidos en baño de agua a 60° ± 1°C por 24 horas, luego por 2 horas a temperatura ambiente y finalmente sumergidos por 2 horas en baño de agua a 25° ± 1°C.

Observaciones:

- (*) Manual de Ensayo de Materiales para Carreteras (EM-2000), 2^{da} edición aprobada con R.D. N° 028-2001-MTC/15,17 del 16/01/2001.
- Muestras de agregados y cemento asfáltico, proporcionadas e identificadas por el solicitante.
- Fecha de orden de ensayo: 22/09/2020
- Este documento no autoriza el empleo de los materiales analizados, siendo la interpretación del mismo de exclusiva responsabilidad del usuario.



LMA (19/19)
mhr/jems.
O.S. N°074

ING° JORGE ISAAC CASTANEDA CENTURION
CIP N° 83285

Lima, 30 de Octubre del 2020.

ANEXO 8: Certificación de calibración de los equipos



PUNTO DE PRECISIÓN S.A.C.
LABORATORIO DE CALIBRACIÓN

CERTIFICADO DE CALIBRACIÓN N° LO - 016 - 2020

Página : 1 de 2

Expediente : T-032-2020
Fecha de emisión : 2025-02-08

1. Solicitante : LABORATORIO DE SUELOS JCH S.A.C.
Dirección : AV. PROCERES DE LA INDEPENDENCIA MRO. 2231 APV. SAN MELARION - SAN JUAN DE LURIGANCHO - LIMA

2. Instrumento de Medición : EQUIPO DE ABRASIÓN LOS ANGELES

Marca : P Y S EQUIPOS
Modelo : STMM-3
Serie : NO INDICA
Código de identificación : NO INDICA

Marca de Contómetro : TAHUA
Modelo de Contómetro : AN-3
Serie de Contómetro : NO INDICA

3. Lugar y fecha de Calibración
LABORATORIO DE SUELOS JCH S.A.C.
07 - FEBRERO - 2020

4. Método de Calibración
Calibración en húmedo según norma ASTM C-171 y 2-535

5. Trazabilidad

| INSTRUMENTO | MARCA | CERTIFICADO | TRAZABILIDAD |
|---------------|---------|-------------|--------------------|
| PLATE DE REY | INSITE | L-1534-2019 | INACAL - DM |
| CINTA METRICA | STANLEY | -1238-2019 | INACAL - DM |
| ALHAZA | KERN | DM-602-2020 | PUNTO DE PRECISIÓN |

6. Condiciones Ambientales

| | INICIAL | FINAL |
|----------------|---------|-------|
| Temperatura °C | 35,1 | 35,4 |
| Humedad % | 40 | 39 |

7. Observaciones
Con fines de identificación se ha colocado una etiqueta autoadhesiva de color verde con el número de certificado y fecha de calibración de la empresa PUNTO DE PRECISIÓN S.A.C.

El Equipo de medición con el modelo y número de serie abajo indicados ha sido calibrado, probado y verificado usando patrones certificados con trazabilidad a la Dirección de Metrología del INACAL y otros.

Los resultados son válidos en el momento y en las condiciones de la calibración. Al solicitante le corresponde disponer en su momento la ejecución de una recalibración, la cual está en función del uso, conservación y mantenimiento del instrumento de medición o ante variaciones de estos.

Punto de Precisión S.A.C no se responsabiliza de los períodos que puedan ocasionar el uso incorrecto de este instrumento, ni de una incorrecta interpretación de los resultados de la calibración aquí descrita.





Jefe de Laboratorio
Ing. Luis Loayza Capcha
Reg. CIP N° 152631

Av. Los Angeles 653 - LIMA 42 Telf. 292-5106 292-2095
www.puntodeprecision.com E-mail: info@puntodeprecision.com / puntodeprecision@hotmail.com
PROHIBIDA LA REPRODUCCIÓN PARCIAL DE ESTE DOCUMENTO SIN AUTORIZACIÓN DE PUNTO DE PRECISIÓN S.A.C.



Punto de Precisión S.A.C.

PUNTO DE PRECISIÓN S.A.C. LABORATORIO DE CALIBRACIÓN

CERTIFICADO DE CALIBRACIÓN N° LFP - 112 - 2020

Página : 1 de 2

Expediente : T 074-2020
Fecha de emisión : 2020-06-10

1. Solicitante : LABORATORIO DE SUELOS JCH S.A.C.
Dirección : AV. PROCERES DE LA INDEPENDENCIA NRO. 2220 APY SAN
 HILARION - SAN JUAN DE LURIGANCHO - LIMA

El Equipo de medición con el modelo y número de serie abajo indicados ha sido calibrado probado y verificado usando patrones certificados con trazabilidad a la Dirección de Metrología del INACAL, y otros.

2. Descripción del Equipo : MÁQUINA DE ENSAYO UNIAXIAL

Marco de Prueba : G&L LABORATORIO
Modelo de Prueba : STYE-2000
Serie de Prueba : 178251
Capacidad de Prueba : 2000 KN
Código de identificación : NO INDICA

Marco de Indicador : MC
Modelo de Indicador : LM-02
Serie de Indicador : NO INDICA

Bomba Hidráulica : ELÉCTRICA

Los resultados son válidos en el momento y en las condiciones de la calibración. Al momento le corresponde disponer en su momento la ejecución de una recalibración, la cual queda en función del uso, conservación y mantenimiento del instrumento de medición y a reglamentos vigentes.

Punto de Precisión S.A.C. no se responsabiliza de los resultados que pueda ocasionar el uso inadecuado de este instrumento ni de una incorrecta interpretación de los resultados de la calibración aquí realizada.

3. Lugar y fecha de calibración

AV. PROCERES DE LA INDEPENDENCIA NRO. 2220 APY SAN HILARION - SAN JUAN DE LURIGANCHO - LIMA
06 - JUNIO - 2020

4. Método de calibración

La Calibración se realizó de acuerdo a la norma ASTM E4

5. Trazabilidad

| INSTRUMENTO | MARCA | CERTIFICADO O INFORME | TRAZABILIDAD |
|--------------------------|-----------------|-----------------------|-------------------------------|
| CELDA DE CARGA INDICADOR | AEP TRANSDUCERS | INF-LE 090-2018 | UNIVERSIDAD CATÓLICA DEL PERÚ |

6. Condiciones Ambientales

| | INICIAL | FINAL |
|----------------|---------|-------|
| Temperatura °C | 21.1 | 21.1 |
| Humedad % | 71 | 71 |

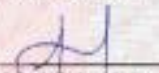
7. Resultados de la Medición

Los errores de la prueba se encuentran en la página siguiente.

8. Observaciones

Con fines de identificación se ha colocado una etiqueta autoadhesiva de color verde con el número de certidote y fecha de calibración de la empresa PUNTO DE PRECISIÓN S.A.C.




 Jefe de Laboratorio
 Ing. Luis Irayna Cepcha
 Reg. CIP N° 152631

Av. Los Angeles 603 - LIMA 42 Tel: 292 4100 896-9020

www.puntodeprecision.com E-mail: info@puntodeprecision.com / puntodeprecision@hotmail.com
 RECIBÍMOS LA REPRESENTACIÓN FORMAL DE ESTE DOCUMENTO EN LA OFICINA DE PUNTO DE PRECISIÓN S.A.C.



JMR EQUIPOS SAC

Fabricación, Calibración, Servicio Preventivo y Correctivo, Asesoría y Servicio de Laboratorio, Comercialización de Equipos para Suelos, Concreto y Asfalto.

RUC 20566329728

Pág. 1 de 3

CERTIFICADO DE CALIBRACIÓN

N° L1018022

TERMÓMETRO DIGITAL

CLIENTE : M&V INGENIEROS PERÚ

DIRECCIÓN : CORPORACION SAN MIGUEL MZ D.I.T. URB. CAMPOY - S.J.L. - LIMA

LUGAR : LIMA

DATOS DEL EQUIPO

Marca : DIGITAL THERMOMETER

Modelo : JR-

Style : Sin Serie

Indicador : Digital

Rango : -50 °C a 400 °C

Identificación : L1018022

Ubicación : Laboratorio de JMR EQUIPOS S.A.C.

Fecha de emisión:

Lima, 07 de diciembre del 2018

JMR EQUIPOS S.A.C.

Tel: PAUL FAYO SOUZA PIZANGO
JEFE LABORATORIO METROLOGIA



Hugo Luis Arboleda Carrica
INGENIERO CIVIL
C.P. N° 199951

DIRECCIÓN FISCAL: CAL. JANGAS N° 628, BREÑA - LIMA / OFICINA CENTRAL:
ASOCIACIÓN DE VIVIENDA SAN DIEGO LAS FLORES MZ. B LT. 04 - S.M.P. - LIMA

Tel: (+51) 01 562 8972 / E-mail: ventas@jmrequipos.com; servicios@jmrequipos.com

Web: www.jmrequipos.com

Ensayos de Tesis de Tuesta Marin, Carlos Humberto
La Empresa se reserva el Derecho Exclusivo
de Uso y/o difusión de nuestras Instalaciones. Gerencia Técnica.
Ejecutados en nuestros
Grupo M&V Ingenieros SAC



JMR EQUIPOS SAC

Fabricación, Calibración, Servicio Preventivo y Correctivo, Asesoría y Servicio de Laboratorio, Comercialización de Equipos para Suelos, Concreto y Asfalto.
RUC 20566329728

Pág. 1 de 4

CERTIFICADO DE CALIBRACIÓN N° L0718034

BALANZA ELECTRONICA

CLIENTE : M & V INGENIEROS PERÚ

DIRECCIÓN : CORPORACION SAN MIGUEL MZ. D LT. 9 RB. CAMPOY - S.J.L. - LIMA

LUGAR : LIMA

DATOS DEL EQUIPO

Marca : WEIGHT

Modelo : JCS 01

Serie : H51503352

Indicación : Digital

Capacidad : 30000 g

Procedencia : CHINA

Identificación : L0718034

Ubicación : Laboratorio de JMR EQUIPOS SAC

Fecha de emisión:
Lima, 07 de diciembre del 2018

JMR EQUIPOS S.A.C.

Ts. PAUL PAVO SOUZA PIZANCO
JEFE LABORATORIO METROLOGIA

Ingeniero Civil
CIP. N° 538861

DIRECCIÓN FISCAL: CAL. JANGAS N° 628, BREÑA - LIMA / OFICINA CENTRAL
ASOCIACIÓN DE VIVIENDA SAN DIEGO LAS FLORES MZ. B LT. 04 - S.M.P. - LIMA

Cell: 989 589 974 / E-mail: ventas@jmrequipos.com, jmrventas01@gmail.com / Web: jmrequipos.com

Ensayos de Tesis de Tubería Autorizado para Carlos Humberto de Uso y/o difusión de la Empresa se reserva el Derecho Exclusivo Ejecutados en nuestras Instalaciones. Gerencia Técnica. Grupo M&V Ingenieros SAC



JMR EQUIPOS SAC

Fabricación, Calibración, Servicio Preventivo y Correctivo, Asesoría y Servicio de Laboratorio, Comercialización de Equipos para Suelos, Concreto y Asfalto.

RUC 20566329728

Pág. 1 de 7

CERTIFICADO DE CALIBRACIÓN

N° L0418009

HORNO ELÉCTRICO

CLIENTE : M&V INGENIEROS PERU

DIRECCIÓN : CORPORACIÓN SAN MIGUEL MZ. D LT. 8 URB. CAMPOY S.J.L. – LIMA – PERÚ

LUGAR : LIMA

DATOS DEL EQUIPO

Marca : SIN MARCA

Modelo : Sin modelo

Serie : Sin serie

Cámara : 80 Litros

Ventilación : Natural

Indicación : Digital

Marca : Holz. Mod: VDH. Serie: Sin serie

Temperatura : T° Ambiente + 5 °C a 300 °C, Sensibilidad 1 °C

Identificación : L0418009

Fecha de emisión:

Lima, 08 de diciembre del 2018

JMR EQUIPOS S.A.C.

Tco: PAUL FAVIO SOUZA PIZANGO
JEFE LABORATORIO METROLOGIA



Hugo Luis Arevalo Camico
INGENIERO CIVIL
CIP N° 136551

DIRECCIÓN FISCAL: CAL. JANGAS N° 828, BREÑA - LIMA / OFICINA CENTRAL:
ASOCIACIÓN DE VIVIENDA SAN DIEGO LAS FLORES MZ. B LT. 04 - S.M.P. - LIMA

Tel.: 989 588 974 / E-mail: ventas@jmrequipos.com, jmrventas01@gmail.com / Web: jmrequipos.com

Ensayos de Tesis de Tuesta Marin, Carlos Humberto
La Empresa se reserva el Derecho Exclusivo
de Uso y/o difusión de Validación de los Ensayos
Ejecutados en nuestras instalaciones. Gerencia Técnica.
Grupo M&V Ingenieros SAC



JMR EQUIPOS SAC

Fabricación, Calibración, Servicio Preventivo y Correctivo, Asesoría y Servicio de Laboratorio, Comercialización de Equipos para Suelos, Concreto y Asfalto.
RUC 20566329728

CERTIFICADO DE CALIBRACIÓN N° L1418003

VERNIER (PIE DE REY)

CLIENTE : M & V INGENIEROS S.A.C.
DIRECCIÓN : COOPERATIVA SAN MIGUEL MZ D LT 8 LIND. CAMPOY - SAN JUAN DE LURIGANCHO
LUGAR : LIMA - LIMA

DATOS DEL EQUIPO

Marca : Cron
Modelo : Sin modelo
Serie : Sin serie
Indicación : Analógico
Alcance : 150 mm
División : 0,7 mm
Procedencia : PERU
Identificación : L1418003
Ubicación : Laboratorio de JMR EQUIPOS S.A.C

Fecha de emisión
Lima, 07 de diciembre del 2018

JMR EQUIPOS S.A.C.
TCO. PAUL FAVIO SOUZA PIZANGO
JEFE LABORATORIO METROLOGIA



Hugo Luis Arvelo Carrion
INGENIERO CIVIL
CIP N° 128851

DIRECCIÓN FISCAL - CAL. JANGAS N° 628, BREÑA - LIMA / OFICINA CENTRAL
ASOCIACIÓN DE VIVIENDA SAN DIEGO LAS FLORES MZ. B LT. 04 - S.M.P. - LIMA

Cal.: 989 589 974 / E-mail: ventas@jmrequipos.com, jmrventas01@gmail.com / Web: jmrequipos.com

Ensayos de Tejidos de Tuerca Marin, Carlos Humberto
de Uso y/o difusión de Validación de los Ensayos
Ejecutados en nuestras Instalaciones. Gerencia Técnica.
Guipú M&V Ingenieros SAC

JMR EQUIPOS S.A.C.
Certificado de Calibración: N°VTN418011

| DATOS | | | | | | | | | | | | | | | |
|---|---|--|------|------|------|------|------|------|------|------|------|------|---|--|--|
| Cliente: M & V INGENIEROS PERÚ | | Fecha de Emisión: 07/12/18 | | | | | | | | | | | | | |
| Dirección: Corporación, San Miguel Mz. D.LI. 8 Urb. Campoy - S.J.L. - Lima - Perú | | | | | | | | | | | | | | | |
| DATOS DEL EQUIPO TAMIZ N° 4 | | | | | | | | | | | | | | | |
| Marca: PAJIO | Serie: 15J014 | Procedente: PERÚ | | | | | | | | | | | | | |
| Tamiz N° 4: Luz: 4.75 mm | emp: ± 0.15 mm | Estructura: Acero | | | | | | | | | | | | | |
| CARACTERÍSTICA DE LA VERIFICACIÓN | | | | | | | | | | | | | | | |
| Fecha de Verificación: 07/12/18 | Lugar de Verificación: JMR EQUIPOS S.A.C | Temperatura Inicial/Final: 23 °C / 23 °C | | | | | | | | | | | | | |
| 1. MEDICIÓN DE LOS PUNTOS | | Humedad Relativa: 65 % | | | | | | | | | | | | | |
| <table border="1" style="width: 100%; border-collapse: collapse;"> <thead> <tr> <th>Pto</th> <th>Medición (mm)</th> </tr> </thead> <tbody> <tr> <td>N° 1</td> <td>4.78</td> </tr> <tr> <td>N° 2</td> <td>4.84</td> </tr> <tr> <td>N° 3</td> <td>4.31</td> </tr> <tr> <td>N° 4</td> <td>4.79</td> </tr> <tr> <td>N° 5</td> <td>4.95</td> </tr> </tbody> </table> | Pto | Medición (mm) | N° 1 | 4.78 | N° 2 | 4.84 | N° 3 | 4.31 | N° 4 | 4.79 | N° 5 | 4.95 |  |  | |
| Pto | Medición (mm) | | | | | | | | | | | | | | |
| N° 1 | 4.78 | | | | | | | | | | | | | | |
| N° 2 | 4.84 | | | | | | | | | | | | | | |
| N° 3 | 4.31 | | | | | | | | | | | | | | |
| N° 4 | 4.79 | | | | | | | | | | | | | | |
| N° 5 | 4.95 | | | | | | | | | | | | | | |
| Promedio.: 4.73 | OK | Jefe de Laboratorio: Carlos M. Pizarro Jefe de Verificación: Luis Andrés Camacho <small>INGENIERO UNIL</small> | | | | | | | | | | | | | |
| METODO Y TRAZABILIDAD | | | | | | | | | | | | | | | |
| Método: Referencia descripta en el PC-012 5ta Ed. 2012 "Procedimiento de Calibración de Pesaros" del Instituto Nacional de Calidad - INACAL, y la Norma ASTM - E11 | | | | | | | | | | | | | | | |
| Equipo Patrón: Microscopio Digital Mod. Q8 2050 con Certificado de Calibración ILA-030-2015 y MS-0223-2018 respectivamente con trazabilidad en el Laboratorio de Longitud y Ángulo del Instituto Nacional de Calidad - INACAL - Laboratorio Acreditado con Registro N° LC-015 | | | | | | | | | | | | | | | |
| OBSERVACIONES | | | | | | | | | | | | | | | |
| Los valores se encuentran dentro de las tolerancias especificadas. | | | | | | | | | | | | | | | |

Documento de Testimonio de la Difusión de los Datos de los Ensayos
 de Uso y/o difusión de nuestras Instalaciones
 Ejecutados en nuestro Grupo M&V Ingenieros S.A.C.

DIRECCIÓN REGIONAL DE INGENIERÍA - LIMA
 OFICINA CENTRAL DE VERIFICACIÓN DE MEDIDAS SAN DIEGO DE LOS RIOS S.M.C. N° 17, 04-S.M.P. - LIMA
 (011) 422 09 01 E-mail: verificacion@verifica.gob.pe

JMR EQUIPOS S.A.C.
Certificado de Calibración: N°VTN2018007

| DATOS | | Fecha de Emisión: 07/12/18 | | | | | | | | | | | | | |
|---|---|---|---------------|------|-----|------|-----|------|-----|------|-----|------|-----|--|--|
| Cliente: M & V INGENIEROS PERÚ | | | | | | | | | | | | | | | |
| Dirección: Corporación. San Miguel Mz. D Lt. 8 Urb. Campoy - S.J.L. - Lima - Perú | | | | | | | | | | | | | | | |
| DATOS DEL EQUIPO-TAMIZ N° 20 | | | | | | | | | | | | | | | |
| Marca: PALIO | Serie: 18ND06 | Procedencia: PERÚ | | | | | | | | | | | | | |
| Tamiz N° 20 Luz: 850 µm | emp.: +35 µm | Estructura: Acero | | | | | | | | | | | | | |
| CARACTERÍSTICA DE LA VERIFICACIÓN | | | | | | | | | | | | | | | |
| Fecha de Verificación: 07/12/18 | Lugar de Verificación: JMR EQUIPOS S.A.C. | | | | | | | | | | | | | | |
| 1. MEDICIÓN DE LOS PUNTOS | | Temperatura Inicial/Final: 23°C / 23 °C | | | | | | | | | | | | | |
| | | Humedad Relativa: 65 % | | | | | | | | | | | | | |
| <table border="1" style="width: 100%; border-collapse: collapse;"> <thead> <tr> <th>Pto</th> <th>Medición (µm)</th> </tr> </thead> <tbody> <tr><td>N° 1</td><td>845</td></tr> <tr><td>N° 2</td><td>860</td></tr> <tr><td>N° 3</td><td>859</td></tr> <tr><td>N° 4</td><td>847</td></tr> <tr><td>N° 5</td><td>860</td></tr> </tbody> </table> | | Pto | Medición (µm) | N° 1 | 845 | N° 2 | 860 | N° 3 | 859 | N° 4 | 847 | N° 5 | 860 |  <p>JMR EQUIPOS S.A.C. Tce. PAUL FAYO SOUZA PIZANGO JEFE LABORATORIO METROLOGÍA</p> <p style="text-align: right;">Ing. Hugo Luis Arévalo Carrica INGENIERO CIVIL</p> | |
| Pto | Medición (µm) | | | | | | | | | | | | | | |
| N° 1 | 845 | | | | | | | | | | | | | | |
| N° 2 | 860 | | | | | | | | | | | | | | |
| N° 3 | 859 | | | | | | | | | | | | | | |
| N° 4 | 847 | | | | | | | | | | | | | | |
| N° 5 | 860 | | | | | | | | | | | | | | |
| Promedio.: 854.20 OK | | | | | | | | | | | | | | | |
| METODO Y TRAZABILIDAD | | | | | | | | | | | | | | | |
| Método: Referencia descrito en el PC-012 5ta Ed. 2012: "Procedimiento de Calibración de Pie de Rey" del Instituto Nacional de Calidad - INACAL y la Norma Americana ASTM - E11 | | | | | | | | | | | | | | | |
| Equipo Patrón: Microscopio Digital Mod. QS 2000 Con Certificado de Calibración LLA-030-2018 y MS-0223-2018 respectivamente con trazabilidad en el Laboratorio de Longitud y Angulo del Instituto Nacional de Calidad INACAL- Laboratorio Acreditado con Registro N° LC-015 | | | | | | | | | | | | | | | |
| OBSERVACIONES | | | | | | | | | | | | | | | |
| Los valores se encuentran dentro de las tolerancias especificadas. | | | | | | | | | | | | | | | |

JMR EQUIPOS S.A.C.
Certificado de Calibración: N°VTN0018006

| DATOS | | Fecha de Emisión: 07/12/18 | | | | | | | | | | | | | |
|---|---|--|---------------|------|-----|------|-----|------|-----|------|-----|------|-----|--|--|
| Cliente: M & V INGENIEROS PERÚ | | | | | | | | | | | | | | | |
| Dirección: Corporación. San Miguel Mz. D Lt. 8 Urb. Campoy - S.J.L. - Lima - Perú | | | | | | | | | | | | | | | |
| DATOS DEL EQUIPO-TAMIZ N° 100 | | | | | | | | | | | | | | | |
| Marca: PALIO | Serie: 18NC01 | Procedencia: PERÚ | | | | | | | | | | | | | |
| Tamiz N° 100 Luz: 150 µm | emp.: +5 µm | Estructura: Acero Inox. | | | | | | | | | | | | | |
| CARACTERÍSTICA DE LA VERIFICACIÓN | | | | | | | | | | | | | | | |
| Fecha de Verificación: 07/12/18 | Lugar de Verificación: JMR EQUIPOS S.A.C. | | | | | | | | | | | | | | |
| 1. MEDICIÓN DE LOS PUNTOS | | Temperatura Inicial/Final: 23 °C / 23 °C | | | | | | | | | | | | | |
| | | Humedad Relativa: 74 % | | | | | | | | | | | | | |
| <table border="1" style="width: 100%; border-collapse: collapse;"> <thead> <tr> <th>Pto</th> <th>Medición (µm)</th> </tr> </thead> <tbody> <tr><td>N° 1</td><td>152</td></tr> <tr><td>N° 2</td><td>156</td></tr> <tr><td>N° 3</td><td>153</td></tr> <tr><td>N° 4</td><td>152</td></tr> <tr><td>N° 5</td><td>154</td></tr> </tbody> </table> | | Pto | Medición (µm) | N° 1 | 152 | N° 2 | 156 | N° 3 | 153 | N° 4 | 152 | N° 5 | 154 |  <p>JMR EQUIPOS S.A.C. Tce. PAUL FAYO SOUZA PIZANGO JEFE LABORATORIO METROLOGÍA</p> <p style="text-align: right;">Ing. Hugo Luis Arévalo Carrica INGENIERO CIVIL CIP N° 136951</p> | |
| Pto | Medición (µm) | | | | | | | | | | | | | | |
| N° 1 | 152 | | | | | | | | | | | | | | |
| N° 2 | 156 | | | | | | | | | | | | | | |
| N° 3 | 153 | | | | | | | | | | | | | | |
| N° 4 | 152 | | | | | | | | | | | | | | |
| N° 5 | 154 | | | | | | | | | | | | | | |
| Promedio.: 153 OK | | | | | | | | | | | | | | | |
| METODO Y TRAZABILIDAD | | | | | | | | | | | | | | | |
| Método: Referencia descrito en el PC-012 5ta Ed. 2012: "Procedimiento de Calibración de Pie de Rey" del Instituto Nacional de Calidad - INACAL y la Norma Americana ASTM - E11 | | | | | | | | | | | | | | | |
| Equipo Patrón: Microscopio Digital Mod. QS.20500 Con Certificado de Calibración LLA-030-2018 y MS-0223-2018 respectivamente con trazabilidad en el Laboratorio de Longitud y Angulo del Instituto Nacional de Calidad INACAL- Laboratorio Acreditado con Registro N° LC-015 | | | | | | | | | | | | | | | |
| OBSERVACIONES | | | | | | | | | | | | | | | |
| Los valores se encuentran dentro de las tolerancias especificadas. | | | | | | | | | | | | | | | |

DIRECCIÓN FISCAL: CAL. JANGAS N° 628 BARRA - LIMA
OFICINA CENTRAL: ASOCIACIÓN DE VIVIENDA SAN DIEGO LAS FLORES MZ. D LT. 04 - S.M.P. - LIMA
Tel: (+51) 01 662 8972 / E-mail: ventas@jmrequipos.com, servicios@jmrequipos.com Web: www.jmrequipos.com

JMR EQUIPOS S.A.C.
Certificado de Calibración: N°VTN20018008

DATOS
 Cliente: **M & V INGENIEROS PERU** Fecha de Emisión: **07/12/18**
 Dirección: **Corporación San Miguel Mz. D.U. 3 Urb. Campoy - S.J.L. - Lima - Perú**

DATOS DEL EQUIPO TAMIZ N° 200
 Marca: **PALIO** Serie: **18T0018** Procedencia: **PERU**
 Tamiz N° 200 Luz: **75 µm** emp.: **+/- 5 µm** Estructura: **Acero Inox.**

CARACTERÍSTICA DE LA VERIFICACIÓN
 Fecha de Verificación: **07/12/18** Lugar de Verificación: **JMR EQUIPOS S.A.C.**
 Temperatura Inicial/Final: **23 °C / 23 °C**
 Humedad Relativa: **65 %**

1. MEDICIÓN DE LOS PUNTOS

| Pto | Medición (µm) |
|------|---------------|
| N° 1 | 77 |
| N° 2 | 78 |
| N° 3 | 76 |
| N° 4 | 78 |
| N° 5 | 79 |



JMR EQUIPOS S.A.C.
 Tca. **PAUL FAVIO SOUZA PIZANGO** Hugo Luis Aragón Cermeño
 JEFE LABORATORIO METROLOGIA INGENIERO CIVIL
 C.I.P. N° 133951

Promedio: **78** **OK**

METODO Y TRAZABILIDAD
 Método: Referencia descrito en el PC-012 5ta Ed. 2012: "Procedimiento de Calibración de Pie de Rey" del Instituto Nacional de Calidad - INACAL y la Norma Americana ASTM - E11
 Equipo Patrón: Microscopio Digital Mod. GS 20500 Con Certificado de Calibración LLA-030-2018 y MS-0223-2018 respectivamente con trazabilidad en el Laboratorio de Longitud y Angulo del Instituto Nacional de Calidad INACAL - Laboratorio Acreditado con Registro N° LC-015

OBSERVACIONES
 Los valores se encuentran dentro de las tolerancias especificadas.

DIRECCIÓN FISCAL CAL JANAGAS N° 628 BRERA - LIMA
 OFICINA CENTRAL ASOCIACIÓN DE VIVENDAS SAN DIEGO LAS FLORES MZ. B LT. 04 - S.M.P. - LIMA
 Tel: (011) 91 992 8072 / Email: ventas@jmrjps.com servicio@jmrjps.com Web: www.jmrjps.com

JMR EQUIPOS S.A.C.
Certificado de Calibración: N°VTN180005

DATOS
 Cliente: **M & V INGENIEROS PERU** Fecha de Emisión: **07/12/18**
 Dirección: **Corporación San Miguel Mz. D.U. 3 Urb. Campoy - S.J.L. - Lima - Perú**

DATOS DEL EQUIPO TAMIZ N° 10
 Marca: **PALIO** Serie: **18L011** Procedencia: **PERU**
 Tamiz N° 10 Luz: **2 mm** emp.: **+/- 0.07 mm** Estructura: **Acero**

CARACTERÍSTICA DE LA VERIFICACIÓN
 Fecha de Verificación: **07/12/18** Lugar de Verificación: **JMR EQUIPOS S.A.C.**
 Temperatura Inicial/Final: **23 °C / 23 °C**
 Humedad Relativa: **65 %**

1. MEDICIÓN DE LOS PUNTOS

| Pto | Medición (mm) |
|------|---------------|
| N° 1 | 2.05 |
| N° 2 | 1.97 |
| N° 3 | 1.93 |
| N° 4 | 2.01 |
| N° 5 | 2.04 |



JMR EQUIPOS S.A.C.
 Tca. **PAUL FAVIO SOUZA PIZANGO** Hugo Luis Aragón Cermeño
 JEFE LABORATORIO METROLOGIA INGENIERO CIVIL
 C.I.P. N° 133951

Promedio: **2.00** **OK**

METODO Y TRAZABILIDAD
 Método: Referencia descrito en el PC-012 5ta Ed. 2012: "Procedimiento de Calibración de Pie de Rey" del Instituto Nacional de Calidad - INACAL y la Norma Americana ASTM - E11
 Equipo Patrón: Microscopio Digital Mod. GS 20500 Con Certificado de Calibración LLA-030-2018 y MS-0223-2018 respectivamente con trazabilidad en el Laboratorio de Longitud y Angulo del Instituto Nacional de Calidad INACAL - Laboratorio Acreditado con Registro N° LC-015


OBSERVACIONES
 Los valores se encuentran dentro de las tolerancias especificadas.

DIRECCIÓN FISCAL CAL JANAGAS N° 628 BRERA - LIMA
 OFICINA CENTRAL ASOCIACIÓN DE VIVENDAS SAN DIEGO LAS FLORES MZ. B LT. 04 - S.M.P. - LIMA
 Tel: (011) 91 992 8072 / Email: ventas@jmrjps.com servicio@jmrjps.com Web: www.jmrjps.com

| DATOS | |
|--|---|
| Cliente: | M & V INGENIEROS PERU |
| Dirección: | Cooperativa San Miguel Mz. D U 8 Urb. Campoy - S.J.L. - Lima - Perú |
| Fecha de Emisión: | 10/12/18 |
| DATOS DEL EQUIPO TAMIZ N° 80 | |
| Marca: | PALIO |
| Tamiz N° 80: | Luz: 180 µm |
| Serie: | 1BR002 |
| emp.: | +/- 9 µm |
| Procedencia: | PERU |
| Estructura: | Acero |
| CARACTERÍSTICA DE LA VERIFICACIÓN | |
| Fecha de Verificación: | 10/12/18 |
| Lugar de Verificación: | JMR EQUIPOS S.A.C. |
| Temperatura Inicial/Final: | 24,5 °C / 24,4 °C |
| Humedad Relativa: | 67 % |
| 1. MEDICIÓN DE LOS PUNTOS | |
| Pto | Medición (µm) |
| N° 1 | 183 |
| N° 2 | 188 |
| N° 3 | 186 |
| N° 4 | 184 |
| N° 5 | 187 |
| Promedio: | 186 OK |
| MÉTODO Y TRAZABILIDAD | |
| Método: Referencia descrito en el PC-012, 5ta Ed. 2012: "Procedimiento de Calibración de Pie de Rey" del Instituto Nacional de Calidad - INACAL y la Norma Americana ASTM - E11 | |
| Equipo Patrón: Microscopio Digital Mod. QS.20500 Con Certificado de Calibración LLA-100-2018 y MS-123-2018 respectivamente con trazabilidad en el Laboratorio de Longitud y Angulo del Instituto Nacional de Calidad INACAL - Laboratorio Acreditado con Registro N° LC-015. | |
| OBSERVACIONES | |
| Los valores se encuentran dentro de las tolerancias especificadas. | |
| DIRECCIÓN FISCAL CAL JANGAS N° 628, BRDÑA - LIMA OFICINA CENTRAL ASOCIACIÓN DE VIVENDAS SAN DIEGO LAS FLORES MZ. B LT. 04 - S.M.P. - LIMA Tel: (+51) 01 562 8972 / E-mail: ventas@jmr.com.pe, servicio@jmr.com.pe Web: www.jmr.com.pe | |

| DATOS | |
|---|---|
| Cliente: | M & V INGENIEROS PERU |
| Dirección: | Cooperativa San Miguel Mz. D U 8 Urb. Campoy - S.J.L. - Lima - Perú |
| Fecha de Emisión: | 10/12/18 |
| DATOS DEL EQUIPO TAMIZ 1" | |
| Marca: | PALIO |
| Tamiz 1": | Luz: 25 mm |
| Serie: | 10E112 |
| emp.: | +/- 0,3 mm |
| Procedencia: | PERU |
| Estructura: | Acero |
| CARACTERÍSTICA DE LA VERIFICACIÓN | |
| Fecha de Verificación: | 10/12/18 |
| Lugar de Verificación: | JMR EQUIPOS S.A.C. |
| Temperatura Inicial/Final: | 24,5 °C / 24,4 °C |
| Humedad Relativa: | 67 % |
| 1. MEDICIÓN DE LOS PUNTOS | |
| Pto | Medición (mm) |
| N° 1 | 25,38 |
| N° 2 | 25,37 |
| N° 3 | 25,43 |
| N° 4 | 25,41 |
| N° 5 | 25,34 |
| Promedio: | 25,39 OK |
| MÉTODO Y TRAZABILIDAD | |
| Método: Referencia descrito en el PC-012 5ta Ed. 2012: "Procedimiento de Calibración de Pie de Rey" del Instituto Nacional de Calidad - INACAL y la Norma Americana ASTM - E11 | |
| Equipo Patrón: Microscopio Digital Mod. QS.20500 Con Certificado de Calibración LLA-090-2018 y MS-0223-2018 respectivamente con trazabilidad en el Laboratorio de Longitud y Angulo del Instituto Nacional de Calidad INACAL - Laboratorio Acreditado con Registro N° LC-015. | |
| OBSERVACIONES | |
| Los valores se encuentran dentro de las tolerancias especificadas. | |
| DIRECCIÓN FISCAL CAL JANGAS N° 628, BRDÑA - LIMA OFICINA CENTRAL ASOCIACIÓN DE VIVENDAS SAN DIEGO LAS FLORES MZ. B LT. 04 - S.M.P. - LIMA Tel: (+51) 01 562 8972 / E-mail: ventas@jmr.com.pe, servicio@jmr.com.pe Web: www.jmr.com.pe | |

JMR EQUIPOS S.A.C.
Certificado de Calibración: N°VTN4018006

| | | | |
|---|--|---|--------------------|
| DATOS | | | |
| Cliente: | M & V INGENIEROS PERU | Fecha de Emisión: | 07/12/18 |
| Dirección: | Corporación, San Miguel Mz. D Lt. 8 Urb. Campoy - S.J.L. - Lima - Perú | | |
| DATOS DEL EQUIPO TAMIZ N° 40 | | | |
| Marca: | PALJO | Serie: | 180007 |
| Tamiz N° 40: | Luz: 425 µm | emp.: | +/- 19 µm |
| | | Procedencia: | PERU |
| | | Estructura: | Acero |
| CARACTERÍSTICA DE LA VERIFICACIÓN | | | |
| Fecha de Verificación: | 07/12/18 | Lugar de Verificación: | JMR EQUIPOS S.A.C. |
| | | Temperatura Inicial/Final: | 23 °C / 23 °C |
| | | Humedad Relativa: | 65 % |
| 1. MEDICIÓN DE LOS PUNTOS | | | |
| | |  | |
| Pto | Medición (µm) | | |
| N° 1 | 428 | | |
| N° 2 | 430 | | |
| N° 3 | 426 | | |
| N° 4 | 427 | | |
| N° 5 | 431 | | |
| Promedio: | | 428 | OK |
| METODO Y TRAZABILIDAD | | | |
| Método: Referencia descrito en el PC-012 5ta Ed. 2012: "Procedimiento de Calibración de Plo de Rey" del Instituto Nacional de Calidad - INACAL y la Norma Americana ASTM - E11 | | | |
| Equipo Patrón: Microscopio Digital Mod. QS.20500 Con Certificado de Calibración LLA-030-2018 y MS-0223-2018 respectivamente con trazabilidad en el Laboratorio de Longitud y Angulo del Instituto Nacional de Calidad INACAL- Laboratorio Acreditado con Registro N° LC-015 | | | |
| OBSERVACIONES | | | |
| Los valores se encuentran dentro de las tolerancias especificadas. | | | |

JMR EQUIPOS S.A.C.
 Tco. PAUL AVARO SOUZA PIZANGO
 JEFE LABORATORIO METROLOGIA
 Hugo Luis Arévalo Camacho
 INGENIERO CIVIL

DIRECCIÓN FISCAL: CAL. JANGAS N° 608, BREÑA - LIMA
 OFICINA CENTRAL: ASOCIACIÓN DE VIVIENDA SAN DEGO LAS FLORES MZ. 8 LT. 04 - S.M.P. - LIMA
 Telf.: (+51) 01 962 8277 / E-mail: ventas@jmrequipos.com; servicio@jmrequipos.com; Web: www.jmrequipos.com

JMR EQUIPOS S.A.C.
Certificado de Calibración: N°VTN3018007

| | | | |
|---|--|---|--------------------|
| DATOS | | | |
| Cliente: | M & V INGENIEROS PERU | Fecha de Emisión: | 07/12/18 |
| Dirección: | Corporación, San Miguel Mz. D Lt. 8 Urb. Campoy - S.J.L. - Lima - Perú | | |
| DATOS DEL EQUIPO TAMIZ N° 30 | | | |
| Marca: | PALJO | Serie: | 180006 |
| Tamiz N° 30: | Luz: 600 µm | emp.: | +/- 30 µm |
| | | Procedencia: | PERU |
| | | Estructura: | Acero |
| CARACTERÍSTICA DE LA VERIFICACIÓN | | | |
| Fecha de Verificación: | 07/12/18 | Lugar de Verificación: | JMR EQUIPOS S.A.C. |
| | | Temperatura Inicial/Final: | 18 °C / 18 °C |
| | | Humedad Relativa: | 76 % |
| 1. MEDICIÓN DE LOS PUNTOS | | | |
| | |  | |
| Pto | Medición (µm) | | |
| N° 1 | 590 | | |
| N° 2 | 612 | | |
| N° 3 | 615 | | |
| N° 4 | 599 | | |
| N° 5 | 610 | | |
| Promedio: | | 605 | OK |
| METODO Y TRAZABILIDAD | | | |
| Método: Referencia descrito en el PC-012 5ta Ed. 2012: "Procedimiento de Calibración de Plo de Rey" del Instituto Nacional de Calidad - INACAL y la Norma Americana ASTM - E11 | | | |
| Equipo Patrón: Microscopio Digital Mod. QS.20500 Con Certificado de Calibración LLA-030-2018 y MS-0223-2018 respectivamente con trazabilidad en el Laboratorio de Longitud y Angulo del Instituto Nacional de Calidad INACAL- Laboratorio Acreditado con Registro N° LC-015 | | | |
| OBSERVACIONES | | | |
| Los valores se encuentran dentro de las tolerancias especificadas. | | | |

JMR EQUIPOS S.A.C.
 Tco. PAUL AVARO SOUZA PIZANGO
 JEFE LABORATORIO METROLOGIA
 Hugo Luis Arévalo Camacho
 INGENIERO CIVIL

DIRECCIÓN FISCAL: CAL. JANGAS N° 608, BREÑA - LIMA
 OFICINA CENTRAL: ASOCIACIÓN DE VIVIENDA SAN DEGO LAS FLORES MZ. 8 LT. 04 - S.M.P. - LIMA
 Telf.: (+51) 01 962 8277 / E-mail: ventas@jmrequipos.com; servicio@jmrequipos.com; Web: www.jmrequipos.com

JMR EQUIPOS S.A.C.
Certificado de Calibración: N°VT0.37518009

| DATOS | | Fecha de Emisión: 10/12/18 | |
|--|---|----------------------------|--------------------|
| Cliente: | M & V INGENIEROS PERU | | |
| Dirección: | Cooperativa San Miguel Mz. O.Li. 8 Urb. Campoy - S.J.L. - Lima - Perú | | |
| DATOS DEL EQUIPO TAMIZ 3/8" | | | |
| Marca: | PALIO | Serie: | 18H013 |
| Tamiz 3/8" | Luz: 8.5 mm | amp: | +/-0.3 mm |
| Procedencia: PERU | | Estructura: Acero | |
| CARACTERÍSTICA DE LA VERIFICACIÓN | | | |
| Fecha de Verificación: | 10/12/18 | Lugar de Verificación: | JMR EQUIPOS S.A.C. |
| Temperatura Inicial/Final | | 24.5 °C / 24.4 °C | |
| Humedad Relativa | | 67 % | |
| 1. MEDICIÓN DE LOS PUNTOS | | | |
| Pto | Medición (mm) | | |
| N° 1 | 9.67 | | |
| N° 2 | 9.71 | | |
| N° 3 | 9.67 | | |
| N° 4 | 9.70 | | |
| N° 5 | 9.68 | | |

JMR EQUIPOS S.A.C.
Certificado de Calibración: N°VT0.37518014

| DATOS | | Fecha de Emisión: 10/12/18 | |
|--|---|----------------------------|--------------------|
| Cliente: | M & V INGENIEROS PERU | | |
| Dirección: | Cooperativa San Miguel Mz. O.Li. 8 Urb. Campoy - S.J.L. - Lima - Perú | | |
| DATOS DEL EQUIPO TAMIZ 3/4" | | | |
| Marca: | PALIO | Serie: | 18P018 |
| Tamiz 3/4" | Luz: 19 mm | amp: | +/-0.5 mm |
| Procedencia: PERU | | Estructura: Acero | |
| CARACTERÍSTICA DE LA VERIFICACIÓN | | | |
| Fecha de Verificación: | 10/12/18 | Lugar de Verificación: | JMR EQUIPOS S.A.C. |
| Temperatura Inicial/Final | | 24.5 °C / 24.4 °C | |
| Humedad Relativa | | 67 % | |
| 1. MEDICIÓN DE LOS PUNTOS | | | |
| Pto | Medición (mm) | | |
| N° 1 | 19.80 | | |
| N° 2 | 19.43 | | |
| N° 3 | 19.55 | | |
| N° 4 | 19.40 | | |
| N° 5 | 19.55 | | |

| DATOS | |
|---|---|
| Cliente: | M & V INGENIEROS PERÚ |
| Dirección: | Coperativa San Miguel Mz. D L1 8 Urb. Campoy - 6 J.L. - Lima - Perú |
| Fecha de Emisión: | 10/12/18 |
| DATOS DEL EQUIPO TAMIZ 1/2" | |
| Marca: | PAJIO |
| Tamiz 1/2" | Luz: 12.5 mm |
| Serie: | 18G013 |
| emp.: | +/- 0.39 mm |
| Precedencia: | PERU |
| Estructura: | Acero |
| CARACTERÍSTICA DE LA VERIFICACIÓN | |
| Fecha de Verificación: | 10/12/18 |
| Lugar de Verificación: | JMR EQUIPOS S.A.C. |
| Temperatura Inicial/Final: | 24.5 °C / 24.4 °C |
| Humedad Relativa: | 67% |
| 1. MEDICIÓN DE LOS PUNTOS | |
| Pto | Medición (mm) |
| N° 1 | 12.52 |
| N° 2 | 12.54 |
| N° 3 | 12.53 |
| N° 4 | 12.52 |
| N° 5 | 12.51 |
| Promedio: | 12.52 OK |
| METODO Y TRAZABILIDAD | |
| Método: Referencia descrito en el PC-012 5ta Ed. 2012: "Procedimiento de Calibración de Pie de Rey" del Instituto Nacional de Calidad - INACAL y la Norma Americana ASTM - E11. | |
| Equipo Patrón : Microscopio Digital Mod. QS 20500 Con Certificado de Calibración LLA-093-2018 y MC-0233-2018 respectivamente con trazabilidad en el Laboratorio de Longitud y Ángulo del Instituto Nacional de Calidad INACAL- Laboratorio Acreditado con Registro N° LC-015. | |
| OBSERVACIONES | |
| Los valores se encuentran dentro de las tolerancias especificadas. | |

| DATOS | |
|---|---|
| Cliente: | M & V INGENIEROS PERU |
| Dirección: | Coperativa San Miguel Mz. D L1 8 Urb. Campoy - 6 J.L. - Lima - Perú |
| Fecha de Emisión: | 10/12/18 |
| DATOS DEL EQUIPO TAMIZ 3/8" | |
| Marca: | PAJIO |
| Tamiz 3/8" | Luz: 9.5 mm |
| Serie: | 18H012 |
| emp.: | +/- 0.3 mm |
| Precedencia: | PERU |
| Estructura: | Acero |
| CARACTERÍSTICA DE LA VERIFICACIÓN | |
| Fecha de Verificación: | 10/12/18 |
| Lugar de Verificación: | JMR EQUIPOS S.A.C. |
| Temperatura Inicial/Final: | 24.5 °C / 24.4 °C |
| Humedad Relativa: | 67 % |
| 1. MEDICIÓN DE LOS PUNTOS | |
| Pto | Medición (mm) |
| N° 1 | 9.70 |
| N° 2 | 9.73 |
| N° 3 | 9.71 |
| N° 4 | 9.74 |
| N° 5 | 9.68 |
| Promedio: | 9.71 OK |
| METODO Y TRAZABILIDAD | |
| Método: Referencia descrito en el PC-012 5ta Ed. 2012: "Procedimiento de Calibración de Pie de Rey" del Instituto Nacional de Calidad - INACAL y la Norma Americana ASTM - E11. | |
| Equipo Patrón : Microscopio Digital Mod. QS 20500 Con Certificado de Calibración LLA-093-2018 y MS-0223-2018 respectivamente con trazabilidad en el Laboratorio de Longitud y Ángulo del Instituto Nacional de Calidad INACAL- Laboratorio Acreditado con Registro N° LC-015. | |
| OBSERVACIONES | |
| Los valores se encuentran dentro de las tolerancias especificadas. | |

| DATOS | |
|--|--|
| Cliente: | M & V INGENIEROS PERU. |
| Dirección: | Coperativa San Miguel Mz. D.LI. 8 Urb. Campoy - S.J.L. - Lima - Perú |
| Fecha de Emisión: | 10/12/18 |
| DATOS DEL EQUIPO TAMIZ 3/4" | |
| Marca: | PALIO |
| Tamiz 3/4" | Luz: 19 mm |
| Serie: | 18FD19 |
| Procedencia: | PERU |
| Emp.: | +/- 0.6 mm |
| Estructura: | Acero |
| CARACTERÍSTICA DE LA VERIFICACIÓN | |
| Fecha de Verificación: | 10/12/18 |
| Lugar de Verificación: | JMR EQUIPOS S.A.C. |
| Temperatura Inicial/Final: | 24,5 °C / 24,4 °C |
| Humedad Relativa: | 67 % |
| 1. MEDICIÓN DE LOS PUNTOS | |
| Pto | Medición (mm) |
| N° 1 | 19.51 |
| N° 2 | 19.47 |
| N° 3 | 19.51 |
| N° 4 | 19.48 |
| N° 5 | 19.50 |
| Promedio: | 19.49 OK |
| METODO Y TRAZABILIDAD | |
| Método: | Referencia descrito en el PC-012 5ta Ed. 2012: "Procedimiento de Calibración de Pie de Rey" del Instituto Nacional de Calidad - INACAL y la Norma Americana ASTM - E11. |
| Equipo Patrón: | Microscopio Digital Mod. QS.20600 Con Certificado de Calibración LLA-030-2018 y MS-0223-2018 respectivamente con trazabilidad en el Laboratorio de Longitud y Ángulo del Instituto Nacional de Calidad INACAL - Laboratorio Acreditado con Registro N° LC-315. |
| OBSERVACIONES | |
| Los valores se encuentran dentro de las tolerancias especificadas. | |



JMR EQUIPOS S.A.C.
 Tco. PAUL FAVIO SOUZA PIZANGO
 JEFE LABORATORIO METROLOGIA
 Ing. Hugo Luis Arevalo Camacho
 INGENIERO CIVIL
 CIP N° 188951

| DATOS | |
|--|--|
| Cliente: | M & V INGENIEROS PERU. |
| Dirección: | Coperativa San Miguel Mz. D.LI. 8 Urb. Campoy - S.J.L. - Lima - Perú |
| Fecha de Emisión: | 10/12/18 |
| DATOS DEL EQUIPO TAMIZ 2" | |
| Marca: | PALIO |
| Tamiz 2" | Luz: 50 mm |
| Serie: | 180211 |
| Procedencia: | PERU |
| Emp.: | +/- 1.5 mm |
| Estructura: | Acero |
| CARACTERÍSTICA DE LA VERIFICACIÓN | |
| Fecha de Verificación: | 10/12/18 |
| Lugar de Verificación: | JMR EQUIPOS S.A.C. |
| Temperatura Inicial/Final: | 24,5 °C / 24,4 °C |
| Humedad Relativa: | 67 % |
| 1. MEDICIÓN DE LOS PUNTOS | |
| Pto | Medición (mm) |
| N° 1 | 51.23 |
| N° 2 | 51.14 |
| N° 3 | 51.16 |
| N° 4 | 51.19 |
| N° 5 | 51.21 |
| Promedio: | 51.19 OK |
| METODO Y TRAZABILIDAD | |
| Método: | Referencia descrito en el PC-012 5ta Ed. 2012: "Procedimiento de Calibración de Pie de Rey" del Instituto Nacional de Calidad - INACAL y la Norma Americana ASTM - E11. |
| Equipo Patrón: | Microscopio Digital Mod. QS.20500 Con Certificado de Calibración LLA-030-2018 y MS-0223-2018 respectivamente con trazabilidad en el Laboratorio de Longitud y Ángulo del Instituto Nacional de Calidad INACAL - Laboratorio Acreditado con Registro N° LC-015. |
| OBSERVACIONES | |
| Los valores se encuentran dentro de las tolerancias especificadas. | |



JMR EQUIPOS S.A.C.
 Tco. PAUL FAVIO SOUZA PIZANGO
 JEFE LABORATORIO METROLOGIA
 Ing. Hugo Luis Arevalo Camacho
 INGENIERO CIVIL
 CIP N° 188951

JMR EQUIPOS S.A.C.
Certificado de Calibración: N°VT216009

| DATOS | |
|--|--|
| Cliente: M & V INGENIEROS PERU | Fecha de Emisión: 10/12/18 |
| Dirección: Coperativa San Miguel Mz. D Lt. 8 Urb. Campoy - S.J.L. - Lima - Peru | |
| DATOS DEL EQUIPO TAMIZ 2" | |
| Marca: PALIO | Serie: 19C010 |
| Tamiz 2" Luz: 50 mm | Emp: ±1.5 mm |
| Procedencia: PERU | |
| Estructura: Acero | |
| CARACTERÍSTICA DE LA VERIFICACIÓN | |
| Fecha de Verificación: 10/12/18 | Lugar de Verificación: JMR EQUIPOS S.A.C. |
| Temperatura Inicial/Final: 24.5 °C / 24.4 °C | |
| Humedad Relativa: 67 % | |
| 1. MEDICIÓN DE LOS PUNTOS. | |
| Pto | Medición (mm) |
| N° 1 | 51.23 |
| N° 2 | 51.14 |
| N° 3 | 51.25 |
| N° 4 | 51.17 |
| N° 5 | 51.13 |

JMR EQUIPOS S.A.C.
Certificado de Calibración: N°VT145012

| DATOS | |
|--|--|
| Cliente: M & V INGENIEROS PERU | Fecha de Emisión: 10/12/18 |
| Dirección: Coperativa San Miguel Mz. D Lt. 8 Urb. Campoy - S.J.L. - Lima - Peru | |
| DATOS DEL EQUIPO TAMIZ N° 4 | |
| Marca: PALIO | Serie: 18J016 |
| Tamiz N° 4 Luz: 4.75 mm | Emp: ±1.0 mm |
| Procedencia: PERU | |
| Estructura: Acero | |
| CARACTERÍSTICA DE LA VERIFICACIÓN | |
| Fecha de Verificación: 10/12/18 | Lugar de Verificación: JMR EQUIPOS S.A.C. |
| Temperatura Inicial/Final: 24.5 °C / 24.4 °C | |
| Humedad Relativa: 67 % | |
| 1. MEDICIÓN DE LOS PUNTOS. | |
| Pto | Medición (mm) |
| N° 1 | 4.79 |
| N° 2 | 4.77 |
| N° 3 | 4.75 |
| N° 4 | 4.74 |
| N° 5 | 4.75 |

JMR EQUIPOS S.A.C.
Certificado de Calibración: N°VT318007

DATOS

Cliente: **M & V INGENIEROS PERU** Fecha de Emisión: **10/12/18**

Dirección: **Cooperativa San Miguel Mz. D Lt. 8 Urb. Campoy - S.J.L. - Lima - Perú.**

DATOS DEL EQUIPO TAMIZ 3"

Marca: **PALJO** Serie: **18A005** Prevalencia: **PIV**

Tamiz 3": **Luz: 75 mm** Comp.: **+/- 2.2 mm** Estructura: **Acero**

CARACTERÍSTICA DE LA VERIFICACIÓN

Fecha de Verificación: **10/12/18** Lugar de Verificación: **JMR EQUIPOS S.A.C.**

Temperatura: **24.5 °C / 24.4 °C**

Humedad Relativa: **67 %**

1. MEDICIÓN DE LOS PUNTOS

| Pto | Medición (mm) |
|------|----------------|
| N° 1 | 75.07 |
| N° 2 | 75.13 |
| N° 3 | 75.05 |
| N° 4 | 75.14 |
| N° 5 | 75.09 |

Promedio: **75.10** **OK**

METODO Y TRAZABILIDAD

Método: Referencia descrita en el PC-012 3ra Ed. 2012. "Procedimiento de Calibración de Pila de Rey" del Instituto Nacional de Calidad - INACAL y la Norma Americana ASTM - E11.

Equipo Patrón: Microscopio Digital Mod. QS 215-10 Con Certificado de Calibración LLA-090-2018 y MS-0223-2018 respectivamente con trazabilidad en el Laboratorio de Longitud y Angulo del Instituto Nacional de Calidad INACAL Laboratorio Autorizado con Resolución N° LC-01.

OBSERVACIONES

Los valores encontrados dentro de las tolerancias especificadas.

DIRECCIÓN FISCAL: CAL. JANGAS N° 625, BREÑA - LIMA

OFICINA CENTRAL: ASOCIACIÓN DE VIVIENDA SAN DIEGO LAS FLORES MZ. 6 LT. 04 - S.M.P. - LIMA

Tel: (+51) 01 562 8672 / Email: ventas@jmr.com.pe servicio@jmr.com Web: www.jmrequipos.com

JMR EQUIPOS S.A.C.
 Tico: **FRANCISCO SOLÍS PIZANGO** Hugo Luis Arévalo Camacho
INTE LABORATORIO METROLOGIA INGENIERO CIVIL
 CIP. N° 138891



875 Tollgate Rd., Elgin IL 60123 U.S.A.
 1.800.544.7220 Fax: 1.708.456.0137
 e-mail: hmc@humboldtmg.com
www.humboldtmg.com

Humboldt Calibration Certificate

| | |
|-------------------|--------------|
| Model | HIM-2300.100 |
| Full scale Output | 3.0000mv/v |
| NTEPW | 06-080 |
| Serial# | 800082 |
| Capacity | 10,000 lb |
| Date | 01/15/2019 |

| | |
|--------------------------|------------------------------|
| Zero Balance | ± 0.00% F.S. |
| Rated Excitation | 100mV |
| Compensated Temp. Range | 4°F to 104°F (-10°C to 40°C) |
| Insulation Res. | > 1,000 Megohms @ 50V DC |
| Barometric Effect | Nil |
| Input Resistance | 385 - 1500 |
| Output Resistance | 390 ± 2% |
| Minimum Dead Load | 100 LB |
| Vmin | 0.4000g |
| Safe overload (150%) | ± 15% of capacity |
| Ultimate Overload (300%) | ± 15% of capacity |

| Wiring Code | | | |
|-------------|------------|-------|--------------|
| Red | Excitation | Black | - Excitation |
| White | Output | Green | - Output |

Caution: Cutting cable will affect the Full Scale Output calibration and Voids warranty!

Data obtained utilizing standards traceable to the National Institute of Standards & Technology.

Documento Autorizado para
 Carlos Humberto
 Tuesta Maria
 Reservado el Derecho Exclusivo
 de Uso y/o difusión de Validación de los Ensayos
 Ejecutados en nuestras Instalaciones. Gerencia Técnica.
 Grupo M&V Ingenieros SAC



Punto de Precisión SAC

PUNTO DE PRECISIÓN S.A.C. LABORATORIO DE CALIBRACIÓN

CERTIFICADO DE CALIBRACIÓN N° LFP - 098 - 2019

Página : 1 de 6

Expediente : T 143-2019
 Fecha de Emisión : 2019-03-25

1. Solicitante : MANUEL TORRES ROQUE S.A.C

Dirección : CAL 13 MZA, X1 LOTE 2 URB. SAN ANTONIO DE CARAPONGO - LURIGANCHO - LIMA

2. Descripción del Equipo : ANILLO DE CARGA

Marca de Prensa : ELE INTERNATIONAL
 Marca de Anillo : ELE INTERNATIONAL
 Modelo de Anillo : NO INDICA
 Serie de Anillo : 20014
 Capacidad del Anillo : 5000 lbs
 Marca del Dial : SOR TEST
 Modelo del Dial : CC-2
 Serial del Dial : NO INDICA

El Equipo de medición con el modelo y número de serie abajo, indicados ha sido calibrado probado y verificado usando patrones certificados con trazabilidad a la Dirección de Metrología del INACAL y otros.

Los resultados son válidos en el momento y en las condiciones de la calibración. Al momento le corresponde disponer en el momento la ejecución de la recalibración, la cual está en función del uso, conservación, mantenimiento del instrumento de medición o a recomendaciones propias.

Punto de Precisión S.A.C no se responsabiliza de los perjuicios que pueda ocasionar el uso inadecuado de este instrumento, ni de una incorrecta interpretación de los resultados de la calibración aquí declarados.

3. Lugar y fecha de Calibración
 CAMBIO DE MANUEL TORRES ROQUE S.A.C
 22 - MARZO - 2019

4. Método de Calibración
 La calibración se realizó por el método de comparación del dial del anillo y la lectura de celda patrón.

5. Trazabilidad

| INSTRUMENTO | MARCA | CERTIFICADO O INFORME | TRAZABILIDAD |
|----------------|-----------------|-----------------------|-------------------------------|
| CELDA DE CARGA | AEP TRANSDUCERS | INF-LE 090-2018 | UNIVERSIDAD CATÓLICA DEL PERÚ |
| INDICADOR | AEP TRANSDUCERS | | |

6. Condiciones Ambientales

| | INICIAL | FINAL |
|----------------|---------|-------|
| Temperatura °C | 28.5 | 28.7 |
| Humedad % | 54 | 63 |

7. Observaciones

Con fines de identificación se ha colocado una etiqueta autoadhesiva de color verde con el número de certificado y fecha de calibración de la empresa PUNTO DE PRECISIÓN S.A.C.




 Jefe de Laboratorio
 Ing. Luis Loayza Capcha
 Reg. CIP N° 152631

Av. Los Ángeles 653 - LIMA 42 Telf. 292-5106

www.puntodeprecision.com E-mail: info@puntodeprecision.com / puntodeprecision@hotmail.com

Documento Autorizado para
 Ensayos de Tesis de Tuesta Marín, Carlos Humberto
 La Empresa se Reserva el Derecho Exclusivo
 de Uso y/o difusión de Validación de los Ensayos
 Ejecutados en nuestras Instalaciones. Gerencia Técnica.
 Grupo M&V Ingenieros SAC

ANEXO 9: Recibo de pagos por los servicios de ensayos de laboratorio



Boleta N° 074 GM&V-DLC

Lima, 17 de Octubre del 2,020

Señor : Tuesta Marín, Carlos Humberto

Detalles : Conste por el presente documento, que se suscribe por el contrato de trabajo de Control de Calidad de Materiales de acuerdo a la COTIZACIÓN 074-M&V-2020.07

Acuerdos: Pago Total s/ 6,651.00 - Son Seis Mil seiscientos cincuenta y uno con 00/100 Soles

Referencia: "Evaluación del pavimento flexible y mejoramiento mediante el Sistema Bitufor en la avenida Tomas Valle, San Martin de Porres, Lima 2020"

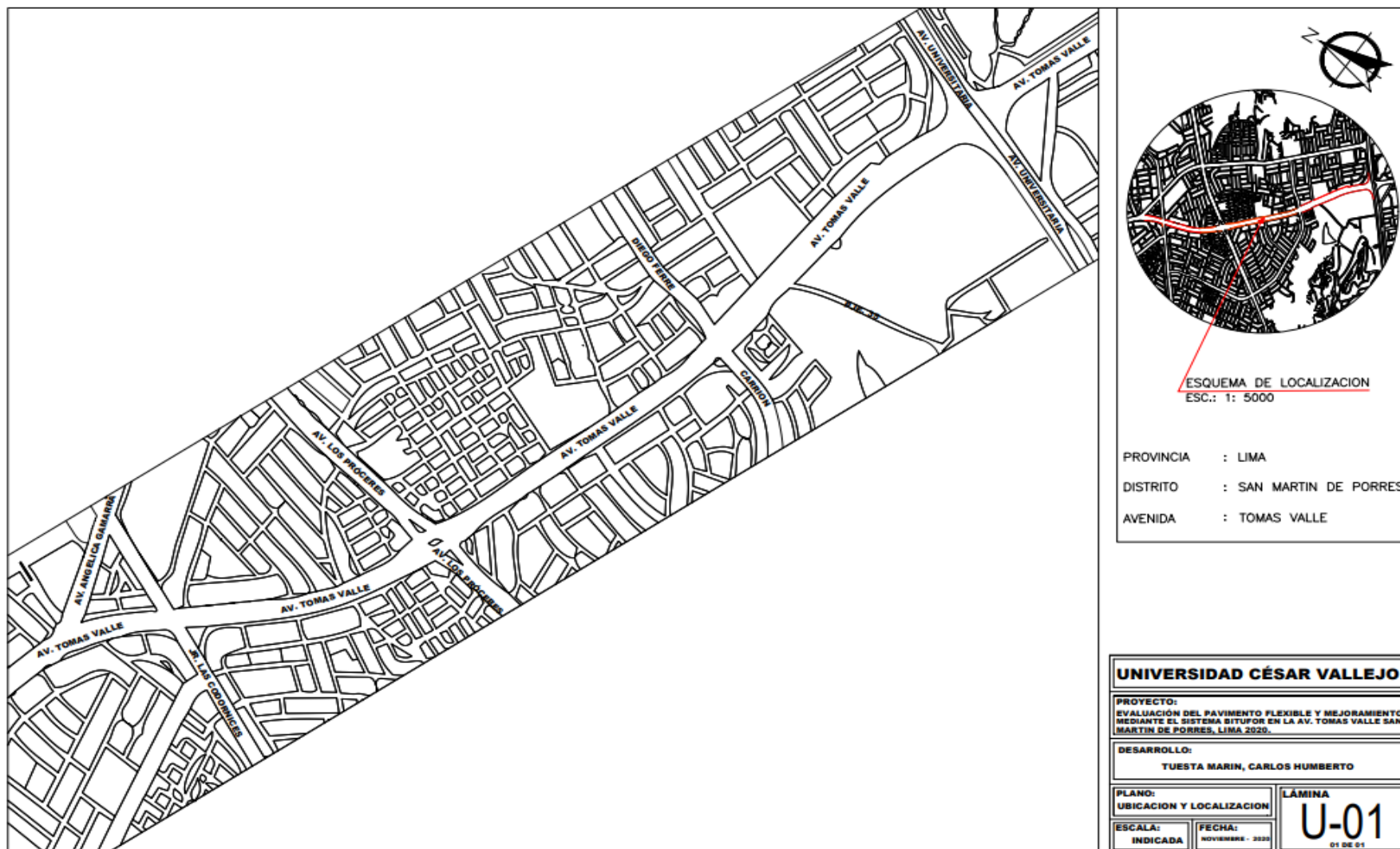


Ing. Jose Enrique Muñoz Saldivar
DNI 10579438

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

my_ingsac@hotmail.com
cotizaciones@myingenieros.com
www.myingenieros.com

ANEXO 10: Plano de Localización y Ubicación



PROVINCIA : LIMA
 DISTRITO : SAN MARTIN DE PORRES
 AVENIDA : TOMAS VALLE

| | |
|---|--|
| UNIVERSIDAD CÉSAR VALLEJO | |
| PROYECTO: EVALUACIÓN DEL PAVIMENTO FLEXIBLE Y MEJORAMIENTO MEDIANTE EL SISTEMA SITUFOR EN LA AV. TOMAS VALLE SAN MARTIN DE PORRES, LIMA 2020. | |
| DESARROLLO: TUESTA MARIN, CARLOS HUMBERTO | |
| PLANO: UBICACION Y LOCALIZACION | LÁMINA U-01 01 DE 01 |
| ESCALA: INDICADA | FECHA: NOVIEMBRE - 2020 |

ANEXO 11: Fichas técnicas

Malla de acero MESH TRACK



ESPECIFICACIONES TÉCNICAS MESH TRACK®

MALLA DE ACERO PARA REFUERZO Y REHABILITACIÓN DE PAVIMENTOS RÍGIDOS Y FLEXIBLES.

La red es un tejido de malla de alambre hexagonal, esta malla se encuentra reforzada transversalmente a intervalos regulares por plantillas de acero que están entrelazadas en la misma, además el alambre empleado se encuentra recubierto con Bezinal, lo cual le garantiza mayor resistencia ante la corrosión.

El sistema se utiliza como refuerzo para la rehabilitación de pavimentos en mal estado, este sistema extiende la vida útil de la misma.

CARACTERÍSTICAS DE PRODUCTO

MALLA DE ACERO HEXAGONAL CON PLATINA TORSIONADA

1. ESPECIFICACIÓN TÉCNICA DE LA MALLA DE ACERO:

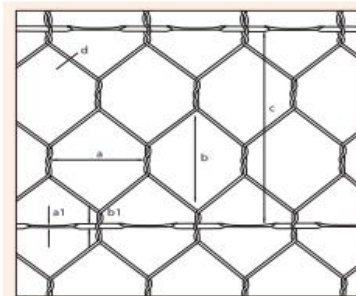
1.1 Medidas y dimensiones:

El tamaño nominal de la red es $(80 \pm 8) \text{ mm} \times (118 \pm 14) \text{ mm}$ y la distancia entre las líneas axiales de los alambres transversales de refuerzo es $(245 \pm 20) \text{ mm}$.

El ancho estándar de la malla de refuerzo es 200, 300, 330 y 400 $\pm 8 \text{ cm}$, pudiendo ser también diferente a estas medidas dependiendo del diseño de la vía.

1.2 Propiedades físicas del alambre:

| | Mesh Track Tipo MT1 | Mesh Track Tipo MT2 |
|---|---------------------------|---------------------------|
| Dimensiones del alambre: | | |
| Alambre tejido (d) | 2.45 mm | 2.20 mm |
| Platina torsionada (b ₁ x a ₁) | 7 mm x 3 mm | 6.5 mm x 2 mm |
| Abertura de malla: | | |
| Longitud (b) x ancho (a) | 118 mm x 80 mm | 118 mm x 80 mm |
| Espaciamento de la platina torsionada: (c) | 245 mm | 245 mm |
| Recubrimiento Bezinal® (Zn-Al): | | |
| Alambre tejido | min. 125 g/m ² | min. 125 g/m ² |
| Platina | min. 80 g/m ² | min. 80 g/m ² |
| Ancho estándar de rollo(*): | 2 - 3 - 3.3 - 4 m | 2 - 3 - 3.3 - 4 m |
| Longitud estándar de rollo: | 50 m | 50 m |
| Peso | 180 kg/m ² | 153 kg/m ² |



- (a) Ancho de malla
- (b) Abertura de malla
- (c) Espaciamento de la platina torsionada
- (d) Alambre tejido
- (a₁ / b₁) Platina torsionada

(a₁ / b₁) De conformidad con ISO 7989, EN10244-2 - class B

(*) Medidas a solicitud del cliente.

BEKAERT

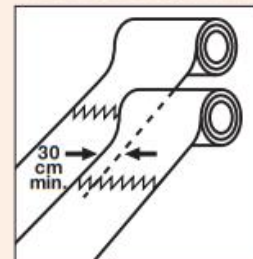
better together



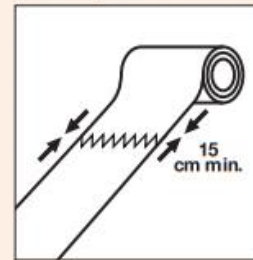
1.3 Propiedades Mecánicas:

| Propiedades | Mesh Track Tipo MT1 | Mesh Track Tipo MT2 |
|---|----------------------------|----------------------------|
| Resistencia a la tracción: (2) | | |
| Alambre tejido | min. 1800 N | min. 1450 N |
| | min. 400 N/mm ² | min. 400 N/mm ² |
| Platina torsionada | min. 12000 N | min. 7500 N |
| | min. 600 N/mm ² | min. 600 N/mm ² |
| Resistencia a la tracción de la malla: (3) | | |
| Longitudinal | min. 40 kN/m | min. 32 kN/m |
| Transversal | min. 50 kN/m | min. 32 kN/m |
| Resistencia al corte o cizalle: (4) | | |
| Alambre tejido | | |
| Platina torsionada | min. 900 N | min. 725 N |
| | min. 6000 N | min. 3750 N |
| Resistencia al corte de la malla: (5) | | |
| Longitudinal | min. 22 kN/m | min. 18 kN/m |
| Transversal | min. 36 kN/m | min. 24 kN/m |
| Módulo de Elasticidad: (6) | 200 kN/mm ² | 200 kN/mm ² |
| Porcentaje de alargamiento: (7) | 0,2 % | 0,2 % |
| Rigidez Axial EA por mm ancho: (8) | | |
| En dirección longitudinal | min. 23600 N/mm | min. 19000 N/mm |
| En dirección transversal | min. 29300 N/mm | min. 20400 N/mm |

Traslape Longitudinal



Traslape Transversal



(2) De conformidad con ISO 6892/1998, EN 10002

(3) Valor calculado - ver descripción

(4) De conformidad con la prueba ISO de doble corte

(5) Valor calculado - ver descripción

(6) De conformidad con ISO 6892/1998, EN 10002

(7) De conformidad con ISO 6892/1998, EN 10002

(8) Valor calculado - ver descripción

VALORES CALCULADOS

A. RESISTENCIA A LA TRACCIÓN DE LA MALLA

EN DIRECCIÓN LONGITUDINAL:

- Ancho de malla de 80 mm → 25 alambres por metro
- MT1: 25 x min. 1800 N por alambre = min. 45 kN/m, que es > 40 kN/m
- MT2: 25 x min. 1450 N por alambre = min. 36 kN/m, que es > 32 kN/m

EN DIRECCIÓN TRANSVERSAL:

- Largo de malla de 118 mm → 12,75 alambres por metro
- Distancia entre las platinas es de 245 mm → 4,10 platinas por metro
- MT1 - solo teniendo en cuenta la contribución de la platina: 4,10 x min. 12000 N por platina = min. 50 kN/m
- MT2 - solo teniendo en cuenta la contribución de la platina: 4,10 x min. 7500 N por platina = min. 31 kN/m



B. RESISTENCIA AL CORTE DE LA MALLA

EN DIRECCIÓN LONGITUDINAL:

- Ancho de malla de 80 mm -> 25 alambres por metro
- MT1: 25 x min. 900 N por alambre = min. 22,5 kN/m
- MT2: 25 x min. 725 N por alambre = min. 18,1 kN/m

EN DIRECCIÓN TRANSVERSAL:

- Longitud de malla de 118 mm -> 12,75 alambres por metro
- Distancia entre las platinas es de 245 mm -> 4,10 platinas por metro
- MT1: 4,10 x min. 6000 N por platina + 12,75 x min. 900 N por alambre = min. 36 kN/m
- MT2: 4,10 x min. 3750 N por platina + 12,75 x min. 725 N por alambre = min. 24 kN/m

C. RIGIDEZ AXIAL EA POR MM ANCHO

EN DIRECCIÓN LONGITUDINAL:

- Ancho de malla de 80 mm -> 25 alambres por metro
- E = 200 kN/mm
- MT1:
 - Diámetro de alambre de 2,45 mm -> sección = 4,7 mm
 - E.A. por alambre = 942870 N
 - E.A. por mm ancho = $942870 \times 25 / 1000 = 23600$ N/mm
- MT2:
 - Diámetro de alambre de 2,20 mm -> sección = 3,8 mm
 - E.A. por alambre = 760265 N
 - E.A. por mm ancho = $760265 \times 25 / 1000 = 19000$ N/mm

EN DIRECCIÓN TRANSVERSAL:

- Longitud de malla de 118 mm -> 12,75 alambres por metro
- Distancia entre las platinas es de 245 mm -> 4,10 platinas por metro
- E = 200 kN/mm
- MT1:
 - Diámetro de alambre de 2,45 mm -> sección = 4,7 mm
 - Dimensión de platina: 7 mm x 3 mm -> sección = 21 mm
 - E.A. por alambre = 942870 N
 - E.A. por platina = 4200000 N
 - E.A. por mm ancho = $12,75 \times 943 + 4,1 \times 4200 = 29300$ N/mm
- MT2:
 - Diámetro de alambre de 2,20 mm -> sección = 3,8 mm
 - Dimensión de platina: 6,5 mm x 2 mm -> sección = 13 mm
 - E.A. por alambre = 760265 N
 - E.A. por platina = 2600000 N
 - E.A. por mm ancho = $12,75 \times 760 + 4,1 \times 2600 = 20400$ N/mm

1.4 Presentación:

La malla Mesh Track es entregada en rollos de 50 metros de largo como medida estándar.

| TIPO | Ancho de malla (m) (*) | Diámetro de rollo (m) (*) |
|---------|------------------------|---------------------------|
| MT1-MT2 | 2 | 0,60 |
| MT1-MT2 | 3 | 0,60 |
| MT1-MT2 | 3,3 | 0,60 |
| MT1-MT2 | 4 | 0,60 |


CADA ROLLO ESTÁ PROVISTO DE UNA ETIQUETA CON LA SIGUIENTE INFORMACIÓN:

- Tipo de Malla
- Longitud de malla en metros
- Ancho de malla en metros
- Código de barra del producto

Av. Néstor Gambetta 6429, Callao - Perú
T. 51 (1) 613 6666 / **F.** 51 (1) 577 0041
solucionesambientales@prodac.com.pe
www.prodac.com.pe
www.gavion.com



Lechada asfáltica SLURRY SEAL

| | | |
|---|---|---------------------------|
|  BITUPER S.A.C. | FICHA TECNICA | Código : BP-CSS-1H |
| | Emulsión Asfáltica Catiónica Tipo Superestable | Revisión : Mayo 2013 |
| | CSS-1H | Rvdo. por : Lab. Central |
| | | Página : 1 de 1 |

Emulsión Catiónica de Rotura Lenta CSS-1H, que tiene muy buena habilidad para mezclar con un agregado, es decir el asfalto demora un buen tiempo en sufrir coalescencia. Esta emulsión esta dentro de la clasificación de las LENTAS, permitiendo alcanzar una buena trabajabilidad. Estas emulsiones están diseñadas para reaccionar lentamente con el agregado y revertir del estado de emulsión al de asfalto.

Aplicaciones

Slurry Seal, mezclas densas, estabilizaciones, riegos de liga, etc.(previa recomendación del proveedor)

CARACTERÍSTICAS FISICOQUÍMICAS

| | | |
|-----------------------------|---|-----------------|
| Composición | : | Asfalto y agua |
| Color | : | Marrón oscuro |
| Aspecto | : | Líquido viscoso |
| Gravedad específica a 20 °C | : | 0.95 |

ESPECIFICACIONES ASTM D 2397

| | |
|---|------------|
| Viscosidad Saybolt Furol a 25 °C, s | 20 – 100 |
| Sedimentación, 5 días, % | 5.0 % máx. |
| Estabilidad almacenamiento 24 hrs., % | 1.0 % máx. |
| Tamizado, % | 0.1 % máx. |
| Residuo asfáltico, % | 57 % mín. |
| Prueba sobre el residuo de ensayo de destilación: | |
| Penetración, 25 °C, 100 mg, 5 s (1) | 40 - 90 |
| Ductilidad, 25 °C, 5 cm./min., cm. | 40 mín. |

(1) La penetración cambia al variar el tipo de PEN

ALMACENAMIENTO

Se almacena en cisternas o cilindros metálicos a una temperatura de 10 °C a 60 °C