



UNIVERSIDAD CÉSAR VALLEJO

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

“Diseño del micropavimento para el mantenimiento del pavimento flexible de la Avenida Guillermo Billinghurst en San Juan de Miraflores – 2020”

TESIS PARA OBTENER EL TÍTULO PROFESIONAL DE:

Ingeniero Civil

AUTORES:

Laguna Ticona, Jose Enrique (ORCID: 0000-0001-6893-3446)

Suárez Rojas, Yajaira Lorena (ORCID: 0000-0003-0812-7324)

ASESOR:

Mg. Benites Zúñiga Jose Luis (ORCID: 0000-0003-4459-494X)

LÍNEA DE INVESTIGACIÓN

Diseño de infraestructura vial

LIMA – PERÚ

2021

Dedicatoria

A mis padres, Pedro Pablo Laguna Salcedo y María Ticona, por el apoyo continuo que me brindaron y quienes siempre confiaron en mí.

A mis amigos Gonzalo Cabrera y Lorena Suarez, quienes siempre me han apoyado en los momentos difíciles durante el periodo de mi carrera universitaria.

Jose E. Laguna Ticona

A mis padres, Jose Suarez y María Rojas, quienes fueron mi motor en esta etapa de mi vida universitaria, además de apoyarme día a día.

A mi hermano Jesús Suarez, con mucho amor y cariño le dedico mi esfuerzo, hoy he dado un paso más para servir de ejemplo a quien aprecio mucho.

Yajaira L. Suarez Rojas

Agradecimiento

A la Universidad Cesar Vallejo en especial a la facultad de Ingeniería Civil, a sus docentes de quienes siempre recibimos grandes conocimientos y experiencias.

A Mg. Ing. Jose Luis Benites Zúñiga asesor de tesis, quien siempre nos brindó de su apoyo y tiempo para lograr mejorar nuestro trabajo de investigación.

A nuestros padres que siempre hicieron un gran esfuerzo para brindarnos lo que necesitábamos, además de su apoyo.

A Dios por darnos la oportunidad de disfrutar plenamente de la vida, ya que sin él nada de esto sería posible.

Índice

Cátatula.....	i
Dedicatoria.....	ii
Agradecimiento.....	iii
Índice.....	iv
Índice de tablas.....	v
Índice de gráficos y figuras.....	vi
Resumen.....	vii
Abstract.....	viii
I. INTRODUCCIÓN.....	1
II. MARCO TEÓRICO.....	4
III. METODOLOGÍA.....	15
3.1 Tipo y diseño de investigación.....	15
3.2 Variables y operacionalización.....	15
3.3 Población, muestra y muestreo.....	16
3.4 Técnicas e instrumentos de recolección de datos.....	17
3.5 Procedimiento.....	18
3.6 Método de análisis de datos.....	20
3.7 Aspectos éticos.....	21
IV. RESULTADOS.....	22
V. DISCUSIÓN.....	29
VI. CONCLUSIONES.....	33
VII. RECOMENDACIONES.....	34
REFERENCIAS.....	35
ANEXOS.....	40

Índice de tablas

Tabla 1. Tipos de fallas establecidas por el Manual PCI	13
Tabla 2: Especificaciones para los Agregados	19
Tabla 3: Requerimientos en los ensayos de diseño	20
Tabla 4: Ensayo de abrasión húmeda	24
Tabla 5: Ensayo de rueda cargada	26
Tabla 6: Ensayo de cohesión húmeda	27

Índice de gráficos y figuras

Figura 1. Micropavimento.....	8
Figura 2. Esquema del ciclo de vida de un pavimento.....	9
Figura 3. Wet Track Abrasion Tester N-50.....	10
Figura 4. Ensayo de la rueda cargada	11
Figura 5. Ensayo de cohesión húmeda	11
Figura 6. Formato de exploración para condición de carreteras con superficie asfáltica.....	12
Figura 7. Plano de ubicación.....	16
Figura 8. Mapa político del Perú y Mapa político de Lima Metropolitana	22
Figura 9. Distrito de San Juan de Miraflores	23
Figura 10. Modelaje de muestras	24
Figura 11. Muestra en máquina de abrasión	24
Figura 12. Muestras en el horno.....	26
Figura 13. Prueba de rueda cargada.....	26
Figura 14. Muestras para el ensayo	27
Figura 15. Muestras en el cohesiómetro	27
Gráfico 1. Resistencia a la abrasión húmeda	25
Gráfico 2. Resistencia a la deformación	26
Gráfico 3. Ensayo de cohesión húmeda.....	28
Gráfico 4. Contenido óptimo de asfalto propio	30
Gráfico 5. Contenido óptimo de asfalto en la investigación de Rodríguez	30
Gráfico 6. Contenido óptimo de asfalto en la investigación de Barrionuevo	31

Resumen

El presente trabajo de investigación tuvo como objetivo general determinar la influencia del micropavimento en el mantenimiento de la carpeta asfáltica, buscando comprobar que esta tiene un efecto positivo que mejora las características y prolonga el tiempo de vida del pavimento. Esta es una investigación aplicada porque se utiliza manuales ya existentes y es de tipo experimental porque evaluaremos la influencia de la variable independiente (micropavimento) en la dependiente (mantenimiento de la carpeta asfáltica). Para los resultados se trabajó con 4 muestras con diferentes porcentajes de emulsión asfáltica, estos porcentajes fueron 6.9%, 8.1%, 9.4% y 10.6% de asfalto en la mezcla, obteniendo resultados de desgaste por abrasión de 348.7 g/m², 220.4 g/m², 141.5 g/m² y 108.6 g/m² respectivamente, y una absorción de arena de 311.1 g/m², 394.1 g/m², 467.3g/m² y 526.2 g/m² respectivamente, obteniendo así una cantidad óptima de asfalto de 8.1% de la mezcla. Como conclusión tenemos que el micropavimento influye de manera favorable en el mantenimiento de la carpeta asfáltica, pero se debe recalcar que para lograr ese óptimo resultado es importante que este sea aplicado al inicio de la aparición de las fallas en el pavimento, así mismo, es fundamental el cumplimiento de las normas establecidas tanto en la selección de los materiales, diseño, y ejecución.

Palabras clave: Micropavimentos, emulsión asfáltica

Abstract

The present research work had as a general objective to determine the influence of the micro-pavement in the maintenance of the asphalt layer, seeking to verify that it has a positive effect that improves the characteristics and prolongs the life of the pavement. This is an applied research because it uses existing manuals and it is experimental because we will evaluate the influence of the independent variable (micro-pavement) on the dependent one (maintenance of the asphalt layer). For the results, we worked with 4 samples with different percentages of asphalt emulsion, these percentages were 6.9%, 8.1%, 9.4% and 10.6% of asphalt in the mixture, obtaining abrasive wear results of 348.7 g / m², 220.4 g / m², 141.5 g / m² and 108.6 g / m² respectively, and a sand absorption of 311.1 g / m², 394.1 g / m², 467.3g / m² and 526.2 g / m² respectively, thus obtaining an optimal amount of asphalt of 8.1% mix. As a conclusion, we have that the micro-pavement has a favorable influence on the maintenance of the asphalt layer, but it must be emphasized that to achieve this optimal result it is important that it be applied at the beginning of the appearance of the pavement failures, likewise, it is essential to comply with the standards established both in the selection of materials, design, and execution.

Keywords: Micropavements, asphalt emulsion

I. INTRODUCCIÓN

En la actualidad a pesar de tener un gran desarrollo a nivel mundial, aún existen deficiencias en el área de infraestructura vial, a pesar de que esta, es una las principales vías de comunicación para el ser humano. Tomando como ejemplo a Colombia, el cual es muy conocido por ser proveedor de materias primas, el cual se ve en la obligación de mejorar sus vías para el traslado de las cargas a los puertos marítimos o fronteras¹. La infraestructura vial no solo se ve afectada por su uso sino también ante la falta de mantenimiento y mal diseño, por lo que mundialmente se vienen desarrollando muchas soluciones a bajos costos, que se puedan ejecutar de manera rápida y eficaz.

En el Perú la infraestructura vial está en un constante crecimiento, ya que busca aplicar modernas tecnologías que se vienen desarrollando en otras partes del mundo, por lo que los proyectos de este tipo dan a las personas acceso al transporte con mayor comodidad; uniendo ciudades y pueblos, y acortando el tiempo de llegada entre ellos. En el último año se pavimentó 28,769.6 kilómetros a nivel nacional y a pesar de esto, aún se tiene un gran porcentaje de vías sin pavimentar o con su carpeta asfáltica deteriorada. Una buena red de infraestructura es un requisito indispensable para el desarrollo económico de un país, ya que esta garantiza el transporte de mercadería, servicios, consumidores y trabajadores a los lugares de comercio de una manera segura y eficaz².

En nuestra capital a diferencia de otras provincias podemos observar una gran demanda de pavimentación y mantenimiento de las vías; esto se debe al gran tráfico que se tiene; a su vez las obras de este tipo no deben tomar mucho tiempo porque se crearía más caos del que se vive en el día a día. En el año 2019 la compañía TomTom presentó una estadística donde se evidencia que el tráfico de Lima y Callao presenta un constante aumento, posicionándolos en el tercer lugar de 403 ciudades de 56 países del mundo que se tomaron para la evaluación³.

¹ INVERSIÓN EN INFRAESTRUCTURA VIAL Y SU IMPACTO EN EL DESARROLLO ECONÓMICO: UN ANÁLISIS AL CASO COLOMBIA (1993-2014) p. 2

² OPCIONES DE POLITICA ECONOMICA EN EL PERU: 2011- 2015 p. 207 - 208

³ RPP Noticias, 2019

San Juan de Miraflores es uno de los distritos más transitados de Lima, por lo que su demanda vehicular también es muy elevada, y aunque al día de hoy se viene desarrollando muchas obras para el mejoramiento de las vías principales aún hace falta muchas vías secundarias que con el transcurso de los años se han vuelto más transitadas, es por ello que su mantenimiento y rehabilitación cobran mayor importancia para tener una correcta fluidez de vehículos y evitar tanto los accidentes como malestar de la población.

Continuando con el problema general, el cual surgió de la siguiente manera, ¿De qué manera influye el micropavimento en el mantenimiento de la carpeta asfáltica de la avenida Guillermo Billinghurst en San Juan de Miraflores? Siguiendo con los problemas específicos, se formularon de la siguiente manera: ¿De qué manera influye la resistencia a la abrasión húmeda del micropavimento para el mantenimiento de la carpeta asfáltica de la avenida Guillermo Billinghurst en San Juan de Miraflores?, ¿De qué manera influye la resistencia a la deformación del micropavimento para el mantenimiento de la carpeta asfáltica de la avenida Guillermo Billinghurst en San Juan de Miraflores?, ¿De qué manera influye la cohesión húmeda del micropavimento para el mantenimiento de la carpeta asfáltica de la avenida Guillermo Billinghurst en San Juan de Miraflores?

El presente proyecto de investigación tiene importancia social porque beneficiará a los usuarios de la avenida, brindando un mayor grado de satisfacción y seguridad; así mismo mediante el método de mantenimiento presentado la duración de la obra será un periodo considerablemente corto, evitando molestias en el tráfico. A nivel práctico esta investigación ayudará a desarrollar proyectos de mantenimiento de menor costo y tiempo en futuras obras en el sector vial, así mismo se contará con una base de datos para la municipalidad con la finalidad de que puedan realizar obras de mejoramiento en el distrito de San Juan de Miraflores.

A nivel teórico, se justifica debido a que se emplean conocimientos científicos, y aunque el micropavimento ya es un término común a nivel internacional, en esta investigación se agrega los conocimientos para el diseño bajo otras condiciones, como el clima, agregados, entre otros, ayudando a ampliar la base de datos que se

tiene del micropavimento en nuestro país. A nivel metodológico, tiene importancia porque presenta nuevo instrumento para la recolección de la evaluación datos de la avenida; así mismo, se desarrolla un proceso de recolección e interpretación de datos para el correcto diseño del micropavimento.

Ante esto se planteó como objetivo general, determinar la influencia del micropavimento en el mantenimiento de la carpeta asfáltica en la avenida Guillermo Billinghurst en San Juan de Miraflores. Y obteniendo como objetivos específicos: Determinar la influencia de la resistencia a la abrasión húmeda del micropavimento en el mantenimiento de la carpeta asfáltica en la avenida Guillermo Billinghurst en San Juan de Miraflores, determinar la influencia de la resistencia a la deformación del micropavimento en el mantenimiento de la carpeta asfáltica en la avenida Guillermo Billinghurst en San Juan de Miraflores, determinar la influencia de la cohesión húmeda del micropavimento en el mantenimiento de la carpeta asfáltica en la avenida Guillermo Billinghurst en San Juan de Miraflores.

Siguiendo con la hipótesis general, se estableció de la siguiente manera, El micropavimento influye de forma positiva en el mantenimiento de la carpeta asfáltica en la avenida Guillermo Billinghurst en San Juan de Miraflores. Y las hipótesis específicas, surgieron de la siguiente forma: La resistencia de la abrasión húmeda del micropavimento influye en el mantenimiento de la carpeta asfáltica en la avenida Guillermo Billinghurst en San Juan de Miraflores, la resistencia a la deformación del micropavimento influye en el mantenimiento de la carpeta asfáltica en la avenida Guillermo Billinghurst en San Juan de Miraflores, la cohesión húmeda del micropavimento influye en el mantenimiento de la carpeta asfáltica en la avenida Guillermo Billinghurst en San Juan de Miraflores.

II. MARCO TEÓRICO

A nivel internacional Toscano (2014) en cuya investigación tuvo como objetivo diseñar un micro pavimento con el fin de recuperar las características físico-mecánicas de un pavimento que se encuentra deteriorado. La investigación realizada fue descriptiva y experimental. La muestra son todos los materiales y agregados utilizados para la elaboración del micro pavimento. Los datos se recolectaron a través de los ensayos realizados en laboratorio según las normas AASHTO, ASTM e ISSA, además de seguir todos los parámetros para el diseño del micro pavimento. Dentro de sus conclusiones nos indica que los agregados son fundamentales para el diseño, debiendo tener cuidado sobre estos. Además, nos indica que el clima influye en el secado de la mezcla, y que se debe realizar una limpieza de la superficie para mejorar la adherencia con el pavimento ya existente.

Vargas (2016) en su investigación cuyo objetivo es diseñar un micropavimento comparando las normas ISSA A-143 y la norma peruana EG 2013 del MTC. La investigación tuvo un diseño experimental y comparativo. Los instrumentos usados fueron los ensayos de laboratorio realizado a los materiales y para el diseño del micropavimento. Obteniendo como una de sus conclusiones más importantes que los diseños de micropavimento están relacionados a la realidad de cada país, por lo que cada zona tendrá un diseño propio, además se deberá usar materiales de la zona con ensayos que estén bajos las condiciones climatológicas del lugar donde se aplicará la mezcla asfáltica.

Urgiles y Boada (2011) en su investigación la cual se planteó como objetivo elaborar un diseño de micropavimentos con polímeros para agregados de diferentes canteras de Quito. La investigación tuvo un diseño experimental y comparativo. La muestra está constituida por todos los materiales utilizados incluyendo los agregados extraídos de las diferentes canteras analizadas. Los instrumentos usados fueron los ensayos realizados para los materiales y el diseño, teniendo en cuenta que para cada cantera se realizará su ensayo por separado, todo esto cumpliendo con lo indicado por ASTM, AASHTO e ISSA. Dentro de los resultados se observa que todos los ensayos con los agregados de distintas canteras cumplieron con los requisitos mínimos.

Robati, Carter y Perraton (2013) en su investigación donde el objetivo fue ver la repetibilidad de los resultados de 4 pruebas de diseño de micropavimentos según ISSA. La investigación tuvo un diseño experimental. La muestra fueron los 4 ensayos realizados para el diseño de un micropavimento. Los instrumentos de esta investigación fueron los ensayos de laboratorio realizados para el diseño según ISSA. Como resultados se obtuvo que las propiedades del micropavimento fueron superiores a las mínimas pedidas por ISSA, sin embargo, nos indica que el diseño de la mezcla debe estar en constante actualización.

Ji, Nantung, Tompkins y Harris (2013) en su investigación donde su objetivo es evaluar el rendimiento y ver la diferencia antes y después del colocado del micropavimento. La investigación tuvo un diseño no experimental. La muestra fueron las carreteras de Indiana, Estados Unidos. Los instrumentos utilizados fueron los formatos del PCR e IRI. Dentro de sus conclusiones nos indica que los micropavimentos son un adecuado mantenimiento preventivo para extender la vida útil de los pavimentos, además nos indica que esta forma de tratar el pavimento es económicamente rentable.

A nivel nacional Rodríguez (2019) en su investigación la cual tuvo como objetivo diseñar y aplicar un micro pavimento con el fin de conservar la carpeta asfáltica de la Avenida San Remo. Esta investigación fue aplicada y experimental. La muestra fueron las primeras cuadras de la avenida San Remo. Los instrumentos utilizados fueron formatos sobre diseño de micro pavimento y ensayos de los materiales usados según ISSA A 143/ 2010 y Manual de Carreteras, además de las especificaciones técnicas generales para construcción del Ministerio de Transportes y Comunicaciones. Según los resultados se puede decir que los micro pavimentos mejoran la conservación de la vía, reduciendo el desprendimiento de la carpeta asfáltica, la impermeabilidad y desgaste de la carpeta asfáltica. Por lo que se puede indicar que el micro pavimento es un método eficaz para alargar la vida útil del pavimento.

Ortiz (2014) en su trabajo de investigación en donde tuvo como objetivo realizar el análisis de desempeño en laboratorio de los diseños de mezclas de los morteros asfálticos y micropavimentos. Esta investigación tuvo un diseño experimental. La

muestra es la carretera interoceánica norte. Los instrumentos utilizados fueron los ensayos realizados para los diseños del micropavimento. Dentro de sus resultados, vemos que usa mezclas asfálticas con porcentaje de asfalto de 7.0%, 8.3%, 9.5% y 10.8%, obteniendo un LWT de 302.7 g/m², 401.3 g/m², 518.7 g/m² y 555.8 g/m² y un WTAT de 272.8 g/m², 234.4 g/m², 230.7 g/m² y 216.9 g/m² respectivamente, y un torque de 17 Kg-cm, 22 Kg-cm, 21 Kg-cm y 24 Kg-cm en un intervalo de tiempo de 30', 60' 90' y 120' cumpliendo con los boletines técnicos de ISSA.

Rujel y Solórzano (2015) en cuya investigación plantearon como objetivo mostrar el valor del micropavimento como capa de rodadura asfáltica para la conservación de las carreteras. Dicha investigación tuvo un diseño experimental exploratorio. La muestra fue el tramo de Conococha – Recuay, la cual está conformada por 22 Km. Los instrumentos utilizados en esta investigación fueron todos los ensayos realizados, tanto en los agregados como en el diseño del micropavimento, todos regularizados por las normas del MTC, AASHTO e ISSA. Dentro de los resultados se observa que todos los ensayos cumplieron con los requisitos mínimos, viéndose como ejemplo que en el ensayo de cohesión a los 30min se superó los 12 Kg-cm, siendo este el requisito mínimo. De las conclusiones se puede destacar que los micropavimentos tienen mayor eficiencia por el elevado rendimiento en colocación, apertura rápida al tráfico y bajo costo.

Albejjani (2018) the objective of this research was to make a comparison between a pavement that has received microsurfacing maintenance and another without maintenance, in order to evaluate the benefits obtained. Cross-sectional comparative non-experimental research design, its population was pavements with micro-pavement maintenance and pavement without maintenance; Likewise, the Washoe county RTC Street Saver online database was used and the SPSS v24 program was used to process the information. It was concluded that the micro-pavement improves the quality of the pavement, which has a minimum PCI result of 70 and can extend the useful life up to 8 years on residential roads and 11 years for collectors and arterial roads.

Shackil (2020) the objective of this research was to evaluate the different mixtures in the laboratory by adding fiber and polymers to determine the resistance to

cracking in comparison with the conventional mixture; These designs were made following the ISSA and NJDOT specifications. It is of comparative experimental design, its population was the four samples designed with different proportions and materials. Matrices and tables were used for data collection and comparison. To conclude, it can be said that adding fiber and polymers improves resistance to cracking, however it decreases depending on the width of the crack.

A continuación, se detallarán las bases teóricas para cada variable y dimensión. En donde el micropavimento, es una mezcla de agregados y betún seleccionados minuciosamente, y además agregando emulsionantes especiales y polímeros, que da como resultado un producto estable incluso cuando se aplicaba en espesores de múltiples piedras. Surge como una forma de solución en Alemania, para evitar destruir sus carreteras en las autopistas⁴.

El micropavimento, es un tipo de mantenimiento para carreteras que se usa para mantener o rehabilitar esta. Se trata de colocar una mezcla en todo el ancho de la calzada, su espesor puede ser desde 3/8" hasta 2", las que son para rellenar surcos de ruedas, estas se aplican en varias pasadas. Se encuentre en la misma categoría de tratamiento de pavimentos que el revestimiento de sellado y mezcla asfáltica en caliente (HMA). Y aunque es muy similar a los sellos de lechada, este tiene un proceso de curado diferente, el cual es controlado químicamente. Su mezcla consiste en, agregado denso, emulsión asfáltica, agua, aditivo polimérico y rellenos minerales⁵. Por otro lado, también se define de diferentes formas dependiendo del objetivo de la actividad y diseño que se realiza. En este caso se describe como una actividad de mantenimiento preventivo ya que este ofrece protección al pavimento existente, además de aumentar los valores de fricción superficial del pavimento⁶.

El micropavimento, está formado por emulsión asfáltica modificada con polímeros, aditivos, agregados bien graduados y agua. Las cantidades deben cumplir con los requerimientos según la norma con la finalidad de que este dure el tiempo de vida para el que fue diseñado, así mismo la mezcla debe evitar los deslizamientos y un

⁴ MICROPAVIMENTO- ISSA A-143

⁵ INTERNATIONAL SLURRY SURFACING ASSOCIATION (ISSA) 2010

⁶ ASPHALT INSTITUTE, 2008. p. 45

curado en corto tiempo para la apertura del tráfico, su espesor varía desde 10 a 13 mm (para mejorar la fricción) y 50 mm para casos de ahuellamiento⁷.

La emulsión asfáltica, es la mezcla de agua, asfalto y un agente emulsificante. Está a diferencia del asfalto tiene mayores beneficios a la hora de ser trabajada, porque requiere de menor temperatura al ser menos viscoso por lo tanto disminuye el peligro de quemaduras⁸.



Figura 1. Micropavimento

Mantenimiento del pavimento flexible, se da desde el momento de su diseño, con el fin de disminuir las fallas que podrían dañar la estructura y aprovechar los recursos para una oportuna rehabilitación, y no tener que realizar una reconstrucción del pavimento⁹.

El mantenimiento del pavimento flexible puede distinguirse en dos tipos efectivo y correctivo, siendo el primero al que se aplica a un pavimento que no se encuentra

⁷ METODOLOGIA, DISEÑO Y APLICACIÓN DE UN MORTERO ASFALTO MODIFICADO PARA EL PROYECTO M-30-2009. p.14-15

⁸ PROGRAMA DE INFRAESTRUCTURA DEL TRANSPORTE 2017

⁹ MANUAL DE EVALUACIÓN DE PAVIMENTOS p.1-1

en óptimas condiciones, sin embargo, tampoco se encuentra del todo mal, se le puede denominar de condición regular-baja; mientras que el correctivo es cuando el pavimento es “malo”, este tiene debilitamiento estructural¹⁰. También lo definen como el conjunto de actividades que se realiza con el fin de conservar y optimizar las condiciones de pavimento. Para lograr esto de manera adecuada es muy importante la revisión visual diaria, como forma de control a fin de identificar las fallas en el menor tiempo posible y dar solución a estas¹¹.

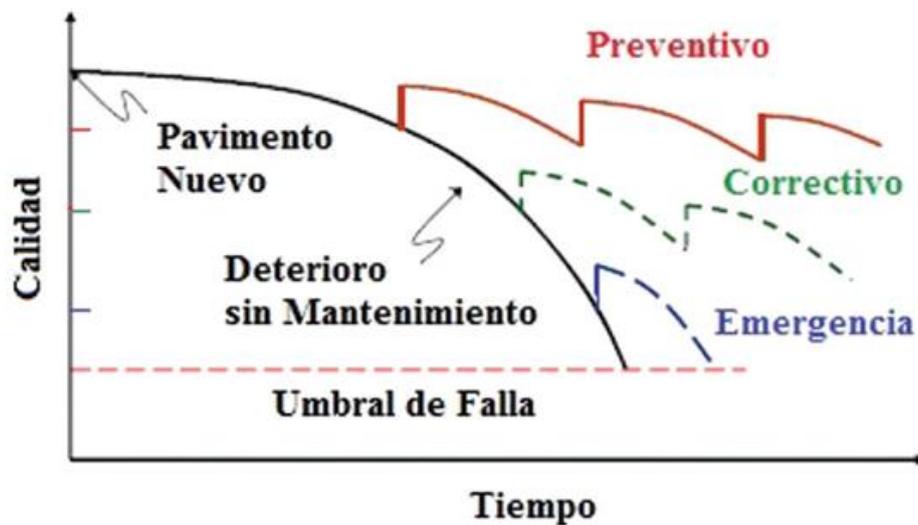


Figura 2. Esquema del ciclo de vida de un pavimento

Fuente: Revista Vial

Resistencia a la abrasión húmeda, es la capacidad de la mezcla para resistir al desgaste, esta se determina mediante el ensayo Wet Track Abrasion. Mediante este ensayo se puede definir los valores mínimos de emulsión necesaria¹². Por otro lado la resistencia a la abrasión húmeda, siguiendo los lineamientos del ISSA A143, nos da especificaciones a cumplir con la finalidad de obtener cualidades objetivas de desgaste de la mezcla¹³. Con este ensayo se establecerá el contenido mínimo de asfalto en la mezcla asfáltica.

¹⁰ MANUAL DE MANTENIMIENTO Y REHABILITACION DE PAVIMENTOS FLEXIBLES p. 12

¹¹ MANUAL DE CARRETERAS CONSERVACION VIAL p. 2

¹² NORMA NLT 320/00

¹³ ISSA TB100



Figura 3. Wet Track Abrasion Tester N-50

En cuanto a la resistencia a la deformación, en donde mediante la prueba de la rueda cargada se determina la estabilidad y resistencia a compactación de la mezcla, así mismo los desplazamientos laterales y verticales¹⁴. Además, es importante determinar este dato para conocer si la mezcla resiste a la demanda de presión y temperatura para la que fue diseñada, para esto se realiza un ensayo de rueda cargada¹⁵.

El ensayo de rueda cargada consiste en realizar un simulacro, donde la muestra de la mezcla asfáltica es expuesta a una carga de tránsito y temperatura a escala de laboratorio en busca de propagar los efectos que estas causan en la realidad para poder predecir su comportamiento antes de su aplicación¹⁶.

¹⁴ ISSA TB109

¹⁵ NORMA NLT 173/00

¹⁶ MEDICIONES DE AHUELLAMIENTOS EN EL ENSAYO DE RUEDA CARGADA. CARACTERIZACION MEDIANTE PROPIEDADES REOLÓGICAS p.97



Figura 4. Ensayo de la rueda cargada

La cohesión húmeda, es un dato importante para conocer diferentes tiempos de rotura de la mezcla, para calcular el tiempo que se debe realizar la compactación y poder habilitar el tráfico¹⁷. Por otro lado, este se toma sus datos a los 30 y 60 minutos de ensayo para determinar el tiempo de curado. Estos datos deben cumplir con los lineamientos del ISSA A143.¹⁸

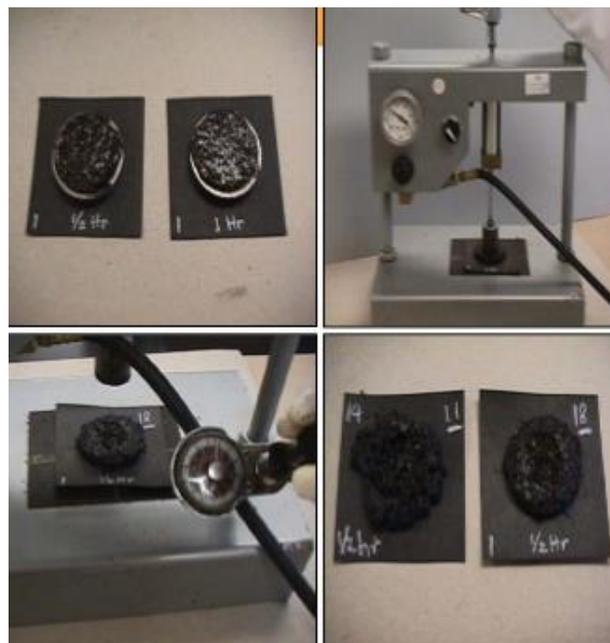


Figura 5. Ensayo de cohesión húmeda

¹⁷ MINISTERIO DE TRANSPORTES Y COMUNICACIONES E419

¹⁸ ISSA TB139

Índice de condición, se define como un índice número que va desde el 0 al 100, donde 0 refiere que el pavimento se encuentra en mal estado y 100 en perfecto estado. Este se define mediante una inspección visual y superficial del pavimento ya existente, el cual se tiene que determinar la clase, cantidad y severidad de las fallas encontradas¹⁹. Siendo así la calificación que se le da al estado del pavimento, siendo 0 la peor y 100 la mejor, sirviendo como valor del PCI, lo cual indicara si el pavimento está colapsado o excelente²⁰.

ÍNDICE DE CONDICIÓN DEL PAVIMENTO
PCI-01. CARRETERAS CON SUPERFICIE ASFÁLTICA.

EXPLORACIÓN DE LA CONDICIÓN POR UNIDAD DE MUESTREO			ESQUEMA			
ZONA	ABSCISA INICIAL	UNIDAD DE MUESTREO				
CÓDIGO VÍA	ABSCISA FINAL	ÁREA MUESTREO (m ²)				
INSPECCIONADA POR	FECHA					
No.	Daño	No.	Daño			
1	Piel de cocodrilo.	11	Parqueo.			
2	Exudación.	12	Pulimento de agregados.			
3	Agrietamiento en bloque.	13	Huecos.			
4	Abultamientos y hundimientos.	14	Cruce de vía férrea.			
5	Corrugación.	15	Ahuellamiento.			
6	Depresión.	16	Desplazamiento.			
7	Grieta de borde.	17	Grieta parabólica (slippage)			
8	Grieta de reflexión de junta.	18	Hinchamiento.			
9	Desnivel carril / berma.	19	Desprendimiento de agregados.			
10	Grietas long y transversal.					
Daño	Severidad	Cantidades parciales		Total	Densidad (%)	Valor deducido

Figura 6. Formato de exploración para condición de carreteras con superficie asfáltica

Fuente: Manual PCI

¹⁹ INGENIERÍA DE PAVIMENTOS p.2

²⁰ NORMA ASTM D5340 p.2

Tipos de fallas, son indicadores externos que demuestran la condición del pavimento, estos se presentan a causa de cargas, factores climatológicos, mal diseño, entre otros. Se definen por niveles de severidad²¹.

Tipos de fallas, en el pavimento podemos encontrar diversos de estos, como lo demuestra la siguiente tabla.

Tabla 1. *Tipos de fallas establecidas por el Manual PCI*

N°	Tipos de Fallas	Unidad
1	Fisuras en bloque	m ²
2	Piel de cocodrilo	m ²
3	Fisuras de reflexión de junta	m
4	Fisuras de borde	m
5	Fisuras parabólicas o por deslizamiento	m ²
6	Fisuras longitudinales y transversales	m
7	Depresión	m ²
8	Ahuellamiento	m ²
9	Hinchamiento	m ²
10	Corrugación	m ²
11	Abultamientos y hundimientos	m ²
12	Desplazamiento	m ²
13	Peladuras y desprendimiento de agregados	m ²
14	Exudación	m ²
15	Agregado pulido	m ²
16	Parches	m ²
17	Desnivel carril berma	m
18	Cruce de vía férrea	m ²
19	Baches	und

Fuente: Manual PCI

²¹ NORMA ASTM D5340 p.3

Índice de serviciabilidad, se refiere al estado del pavimento en el momento de la evaluación, este puede variar con el tiempo; se determina mediante evaluación visual y calificando por parámetros ya establecidos²². Además es la determinación en rangos del pavimento en función si cumple o no con la idoneidad que tiene para servir al tránsito por el que se utiliza²³.

El índice de serviciabilidad de un pavimento, es el valor asignado al pavimento el cual indica el nivel de comodidad que tiene la carpeta asfáltica para el tránsito de los vehículos; este valor puede variar de 0 (pésimas condiciones) a 5 (perfecto). La diferencia de estos valores es el índice de serviciabilidad presente (Δ PSI)²⁴.

²² MANUAL DE EVALUACIÓN DE PAVIMENTOS p.5-28

²³ INGENIERÍA DE PAVIMENTOS PARA CARRETERAS p.265

²⁴ MANUAL CENTROAMERICANO PARA DISEÑO DE PAVIMENTOS p.3

III. METODOLOGIA

3.1 Tipo y diseño de investigación

El tipo de aplicación, es aplicada es aquella que utiliza el conocimiento antes ya obtenido, y mediante el desarrollo y práctica de la investigación se adquiere más conocimientos basados en la realidad del momento²⁵. Por lo antes expuesto se determina que esta investigación es de tipo aplicada porque se utilizará manuales ya establecidos y estudios antes realizados en otras investigaciones.

El diseño de investigación experimental consiste en manipular las variables, evaluando la influencia de la variable independiente en la dependiente, esto se realiza bajo condiciones antes determinadas por el investigador. Y el diseño de investigación de característica cuasiexperimental se diferencia porque se manipula la variable independiente para ver el efecto en la variable dependiente²⁶. La presente investigación es de diseño experimental de tipo específico cuasiexperimental, porque se realizará ensayos de laboratorio y la población no será elegida al azar.

3.2 Variables y operacionalización

Las variables son aspectos, características, propiedades de un fenómeno o problema determinado por el autor. Para poder operar con estas variables se deben definir tanto conceptualmente como operacional, con el fin de utilizarlas en la realidad y práctica²⁷.

Las variables de esta investigación son las siguientes;

Variable independiente, micropavimentos.

Variable dependiente, mantenimiento de la carpeta asfáltica.

²⁵ METODOLOGÍA DE LA INVESTIGACIÓN. 2017, p. 18

²⁶ PASOS PARA ELABORAR PROYECTOS DE INVESTIGACION CIENTIFICA. 2015, p. 65

²⁷ METODOLOGÍA DE LA INVESTIGACIÓN p.53

3.3 Población, muestra y muestreo

Población

Es el total de individuos que se pretende estudiar, y para los que aplicará los resultados obtenidos; sin embargo, estos cuentan con características específicas que ayudan a su distinción²⁸.

La población son 1.99 Km (15 cuadras) de la avenida Guillermo Billinghurst del distrito de San Juan de Miraflores.

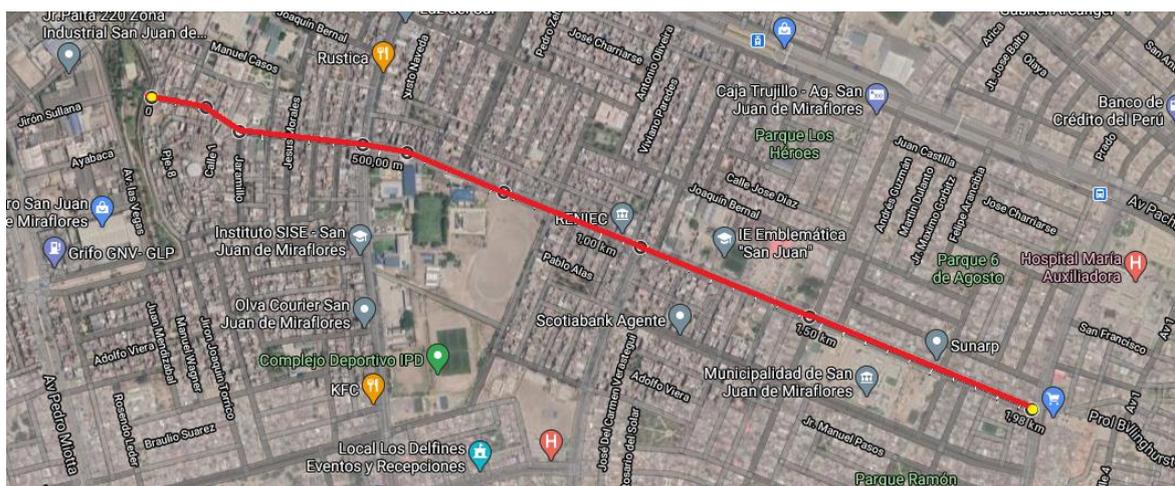


Figura 7. Plano de ubicación

Muestra

Es un pequeño grupo de la población que servirá como representación del total para la investigación, así mismo los resultados obtenidos serán generalizados²⁹.

Para esta investigación tomamos como muestra 1.5 Km del total de la longitud, es decir desde la intersección con la avenida Miguel Iglesias hasta la intersección con la avenida San Juan.

²⁸ METODOLOGÍA DE LA INVESTIGACIÓN p.79

²⁹ METODOLOGÍA DE LA INVESTIGACIÓN p.82

Muestreo

Es el proceso que se realiza para calcular la cantidad de la muestra para la investigación³⁰.

En la investigación optamos por el tipo no probabilístico, de forma intencional y por conveniencia, ya que las cuerdas seleccionadas son avenidas que necesitan un mantenimiento debido a que los últimos meses se han visto afectadas por una demanda exponencial.

3.4 Técnicas e instrumentos de recolección de datos

Técnicas de Investigación

Las técnicas son las que le dan sentido a la investigación, ya que mediante ellas se verifica el problema planteado. Dependiendo de la investigación se selecciona la técnica a utilizar y cada técnica determina su herramienta o instrumento que se requiere³¹.

La técnica por observación es una serie de características preparadas que son de interés para la investigación, estas son adquiridas de la muestra³².

Las técnicas a utilizar en esta investigación fueron,

- ❖ La observación para registrar las fallas encontradas en la carpeta asfáltica con sus respectivas severidades.
- ❖ Examinar documentos nacionales e internacionales, los cuales nos indican los reglamentos y especificaciones técnicas para la elaboración de los micropavimentos.
- ❖ El análisis de los ensayos de laboratorio realizados para los agregados y de las briquetas del asfalto para el micropavimento.

Instrumentos de recolección de datos

³⁰ METODOLOGÍA DE LA INVESTIGACIÓN p.83

³¹ METODOLOGÍA DE LA INVESTIGACIÓN p.55

³² METODOLOGÍA DE LA INVESTIGACIÓN p.85

Los instrumentos empleados para obtener información de la carpeta asfáltica fueron la wincha y hojas de registro para las fallas. Mientras que para el diseño del micropavimento se usaron fichas de registros para los ensayos de los agregados y del micropavimento planteados por ISSA A-143 y el Manual de Carreteras / Especificaciones Técnicas Generales para Construcción del Ministerio de Transportes y Comunicaciones.

Validez

Es el cumplimiento de que el instrumento utilizado mide en realidad lo que se busca medir³³.

Confiabilidad

Es el cumplimiento de que el instrumento brinda el mismo resultado al realizar la medida al mismo objeto de estudio³⁴.

3.5 Procedimiento

En esta investigación se realizará un procedimiento estructurado para la obtención de los resultados deseados por los objetivos, además se cumplirá con los requerimientos del Manual de Carreteras / Especificaciones Técnicas Generales para Construcción del Ministerio de Transportes y Comunicaciones EG -2013, ISSA A 143 y ASTM D6372.

Para la investigación se tuvo la siguiente secuencia: Como primer paso, será la evaluación superficial del pavimento, reconociendo las fallas encontradas en el muestreo a trabajar, siendo el método a aplicar el PCI.

En segundo lugar, se dará la recolección de materiales de primera calidad como los agregados y la emulsión asfáltica para que sean llevados al laboratorio y proceder con los ensayos correspondientes.

³³ METODOLOGÍA DE LA INVESTIGACIÓN p.201

³⁴ METODOLOGÍA DE LA INVESTIGACIÓN p.200

En tercer lugar, ya ubicados en el laboratorio se darán los ensayos para los agregados y la emulsión asfáltica, cumpliendo los requerimientos de la EG 2013 del MTC y de ISSA A 143.

Tabla 2: Especificaciones para los Agregados

Tipos de Ensayo	EG 2013 del MTC		ISSA A143	
	Norma	Exigencia	Norma	Exigencia
Partículas fracturadas			MTC E 210	100%
Desgaste de Los Ángeles	AASTHO T 96 / ASTM C 131	Max. 30%	MTC E 207	Max. 15%
Durabilidad al Sulfato de Sodio y Sulfato de Magnesio	AASTHO T 104 / ASTM C 88	Max. 15% c/Na ₂ SO ₄ / Max. 25% c/MgSO ₄	MTC E 209	Max. 12%
Equivalente de arena	AASTHO T 176 / ASTM D 2419	Mín. 65%	MTC E 114	Mín. 60%
Azul de Metileno			AASTHO TP 57	Max. 8%
Adherencia método estático			ASTM D 1664	Mín. 4*
Adherencia Riedel - Weber			MTC E 220	Mín. 95%

* Grado inicial de desprendimiento

Fuente: Manual de carreteras

En cuarto lugar, se diseñará el micropavimento asfáltico en frío y posteriormente se realizará los ensayos correspondientes a este diseño, teniendo entre los 3 principales ensayos a West Track Abrasion Test (WTAT), ensayo de la rueda cargada (LWT) y el ensayo de cohesión, bajo las normas del EG 2013 del MTC, ISSA y el ASTM.

Tabla 3: *Requerimientos en los ensayos de diseño*

Tipos de Ensayo	Norma	Exigencia
Consistencia	ASTM D 3910 ISSA TB-106	2 – 3 cm
Cohesión Húmeda (30 min)	ISSA TB-139	12 kg-cm mín.
Cohesión Húmeda (60 min)	ISSA TB-139	20 kg-cm mín.
Desprendimiento	ISSA TB-114	10% máx.
Rueda Cargada	ISSA TB-109 MTC E418	538 g/m2 máx.
Desplazamiento lateral	ISSA TB-147	5% máx.
Abrasión Húmeda (1 hora)	ISSA TB 109 MTC E 417	538 g/m2 máx.
Abrasión Húmeda (6 días)	ISSA TB 109 MTC E 417	807 g/m2 máx.
Tiempo de mezclado a 25°C	ISSA TB-113	120 mín. controlable

Fuente: Manual de carreteras

Por último, se analizarán todos los resultados que se obtuvieron de los ensayos a los agregados y del diseño realizado en el laboratorio, para observar si cumplen con las exigencias de las normas ya mencionadas.

3.6 Método de análisis de datos

El análisis de datos es el método por el cual se interpretan los resultados obtenidos, este depende del tipo de la variable independiente a la que es aplicada, si es cuantitativa se obtendrán resultados numéricos, los cuales pueden ser mediante un cálculo estadístico o criterio del investigador³⁵.

³⁵ METODOLOGÍA DE LA INVESTIGACIÓN p.270

Para obtener la condición del pavimento se realizó una evaluación en campo, y mediante los procedimientos establecidos en los manuales tanto del PCI y PSI se obtuvo el resultado tanto numérico como la escala en la que se encuentra.

Para el diseño del micropavimento se ha determinado las características de la avenida y se han seguido las recomendaciones de rendimiento de ISSA y el MTC. Así mismo, ensayos de laboratorio para verificar las correctas proporciones de los materiales y que cumplan con la calidad y demanda requerida.

3.7 Aspectos éticos

En esta investigación se redactó respetando la Norma ISO, así mismo todos los datos obtenidos en campo son reales; también son verídicos los datos obtenidos en laboratorio para un correcto diseño. He nombrado a todos los autores y fuentes que he utilizado como referencia.

IV. RESULTADOS

Descripción de la zona de estudio

Nombre de la tesis:

“Diseño del micropavimento para el mantenimiento del pavimento flexible de la Avenida Guillermo Billinghurst en San Juan de Miraflores – 2020”

Ubicación política:

San Juan de Miraflores es uno de los cuarenta y tres distritos de la provincia de Lima, perteneciente al departamento de Lima.

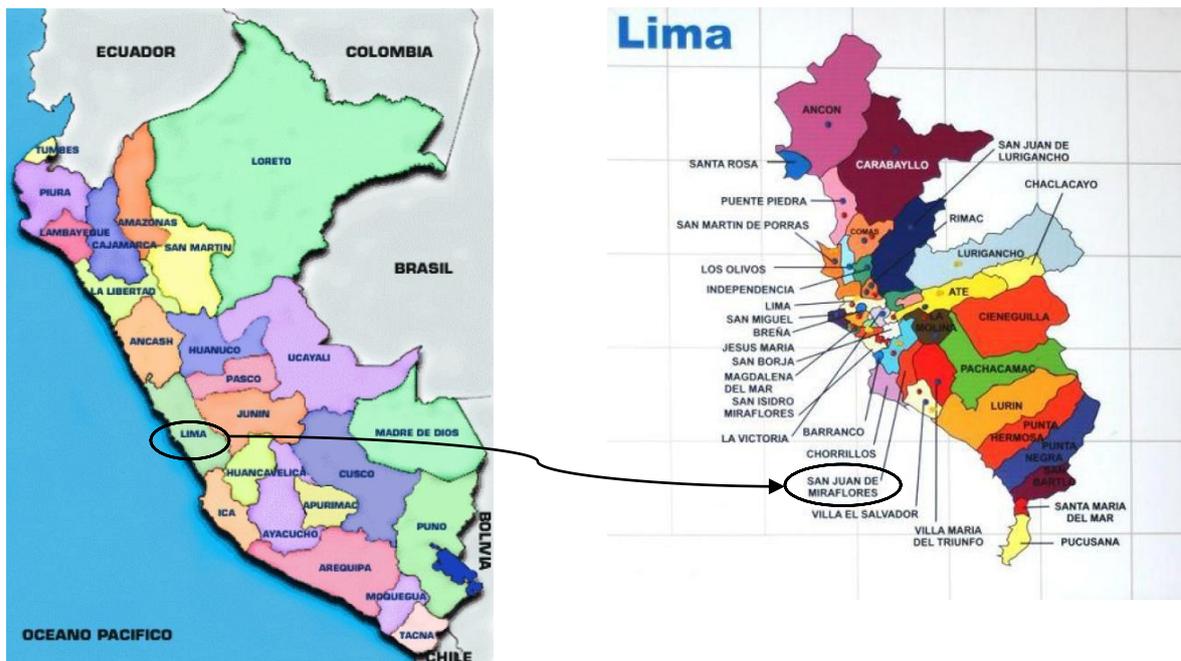


Figura 8. Mapa político del Perú y Mapa político de Lima Metropolitana

Ubicación del proyecto

Avenida Guillermo Billinghurst del distrito de San Juan de Miraflores

Teniendo como límites:

Norte: Con los distritos de Santiago de Surco y La Molina.

Sur: Con el distrito de Villa El Salvador.

Este: Con el distrito de Villa María del Triunfo.

Oeste: Con los distritos de Santiago de Surco y Chorrillos.



Figura 9. Distrito de San Juan de Miraflores

Ubicación geográfica

El distrito de San Juan de Miraflores presenta las siguientes coordenadas geográficas 12°09'05"S 76°58'12"O, teniendo un área aproximada de 24 Km², además posee una altitud media de 141 m.s.n.m.

Vías de Acceso

Una de las vías de acceso es por la Panamericana Sur ingresando a la avenida Los Héroes, otro ingreso es por la Prolongación de la Av. Ramón Vargas Machuca, otros de los ingresos serían por las avenidas Mariano Pastor Sevilla y Micaela Bastidas de Villa El Salvador y la avenida Pachacútec de Villa María del Triunfo.

Clima

El distrito corresponde a la región climática tropical; sin embargo, se presentan ambientes desérticos, áridos y semiáridos debido a la corriente fría de Humboldt y la Cordillera de los Andes. El promedio anual de temperatura es de 18.5°C y durante la ocurrencia de fenómenos de El Niño, la temperatura promedio anual puede alcanzar los 22.84 °C.

Ensayo de resistencia a la abrasión húmeda

Este ensayo tiene por objetivo determinar el desgaste por abrasión, el cual es medido mediante la pérdida de peso que sufre la muestra de la mezcla asfáltica; además mediante este ensayo se determinara el contenido mínimo de emulsión asfáltica, el cual debe ser como máximo 538 g/m² cumpliéndose con las exigencias dadas en ISSA TB 100. Para esto se realizó 4 muestras con distintos porcentajes de emulsión asfáltica.



Figura 10. Modelaje de muestras



Figura 11. Muestra en máquina de abrasión

Tabla 4: Ensayo de abrasión húmeda

Ensayo #	% Asfalto	% Emulsión	WTAT (g/m ²)
1	6.9	11.1	348.7
2	8.1	13.1	220.4
3	9.4	15.1	141.5
4	10.6	17.1	108.6

Fuente: Elaboración propia

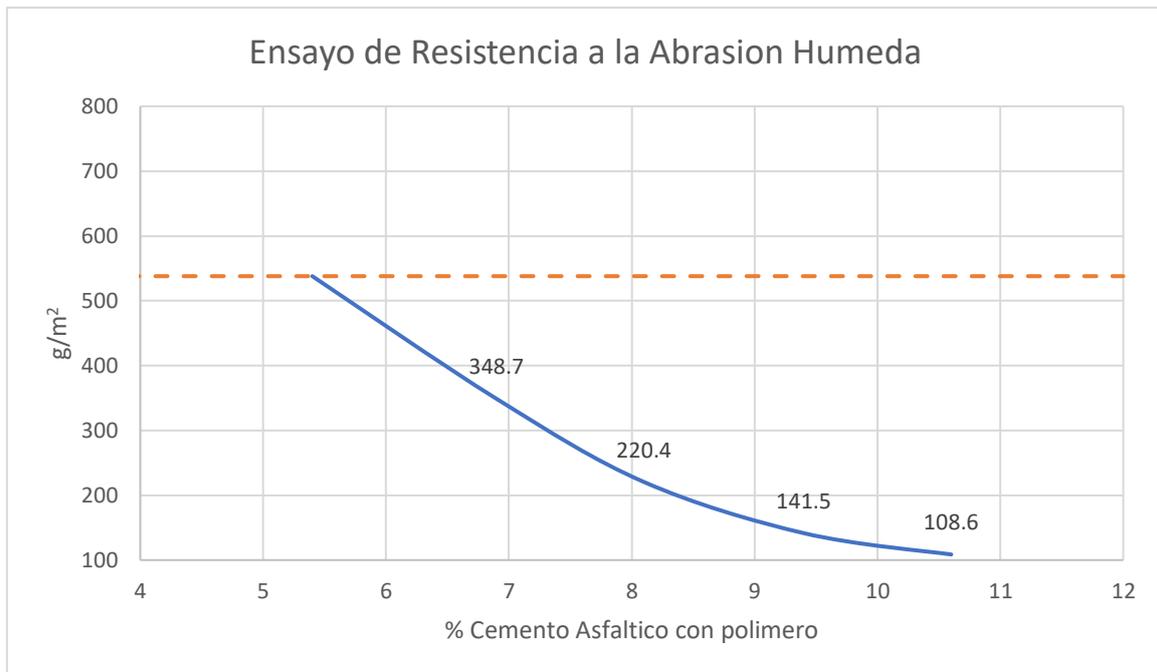


Gráfico 1. Resistencia a la abrasión húmeda

En el gráfico 1 se puede apreciar los siguientes resultados, los cuales fueron 4 muestras con diferentes porcentajes de asfalto en la mezcla, estos fueron calculados en una hoja Excel presentado en los anexos, así mismo estos porcentajes fueron 6.9%, 8.1%, 9.4% y 10.6% de asfalto en la mezcla, obteniendo resultados de desgaste por abrasión de 348.7 g/m², 220.4 g/m², 141.5 g/m² y 108.6 g/m² respectivamente. Cumpliendo estos con lo indicado en ISSA TB 100, que indica que el máximo valor es de 538 g/m².

Ensayo de resistencia a la deformación

Este ensayo tiene por objetivo determinar la deformación de las muestras mediante una simulación de un neumático, además nos establece el máximo contenido de emulsión asfáltica, para lo cual se cumple lo indicado en ISSA TB 109, donde nos indica que se debe tener un máximo de 538 g/m². Para esto se realizaron 4 muestras con distinto porcentaje de emulsión asfáltica, colocándose el mortero en moldes cuadriformes de 37.5 cm de largo.



Figura 12. Muestras en el horno



Figura 13. Prueba de rueda cargada

Tabla 5: Ensayo de rueda cargada

Ensayo #	% Asfalto	% Emulsión	WTAT (g/m ²)
1	6.9	11.1	311.1
2	8.1	13.1	394.1
3	9.4	15.1	467.3
4	10.6	17.1	526.2

Fuente: Elaboración propia

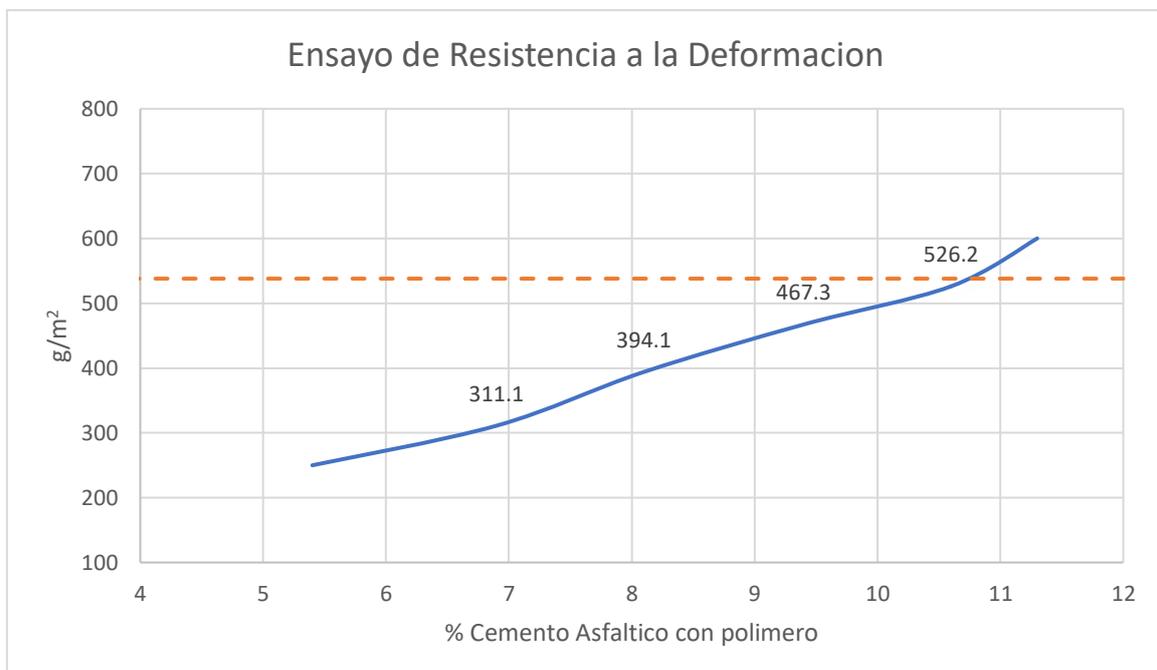


Gráfico 2. Resistencia a la deformación

En el grafico 2 se puede apreciar, que al igual que en el ensayo de abrasión húmeda se trabajó con 4 muestras con iguales porcentaje de asfalto en la mezcla, que son 6.9%, 8.1%, 9.4% y 10.6% de asfalto, obteniendo como resultados una absorción de arena de 311.1 g/m², 394.1 g/m², 467.3g/m² y 526.2 g/m² respectivamente. Cumpliendo con ISSA TB 109, el cual nos indica que el máximo valor es de 538 g/m². Al unir los resultados encontrados en el grafico 1 y 2, se obtiene el contenido óptimo de asfalto el cual es de 8.1%, siendo el porcentaje de emulsión de 13.1%.

Ensayo de cohesión húmeda

El siguiente ensayo presenta como objetivo precisar la fuerza de cohesión en un determinado tiempo, con la finalidad de determinar el tiempo recomendable para la reapertura del tráfico. Para este ensayo se tomó en cuenta la cantidad optima de emulsión asfáltica, el cual se obtuvo de los 2 ensayos anteriores, para preparar la muestra y cumplir con lo indicado en ISSA TB 139.

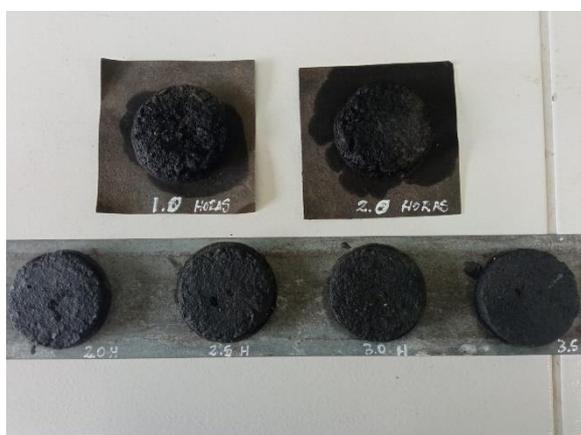


Figura 14. Muestras para el ensayo



Figura 15. Muestras en el cohesiómetro

Tabla 6: Ensayo de cohesión húmeda

Emulsión CQS – 1hp	Tiempo (Min)	30	60	90	120
13.1%	Torsión (Kg – cm)	15	20	21	21

Fuente: Elaboración propia

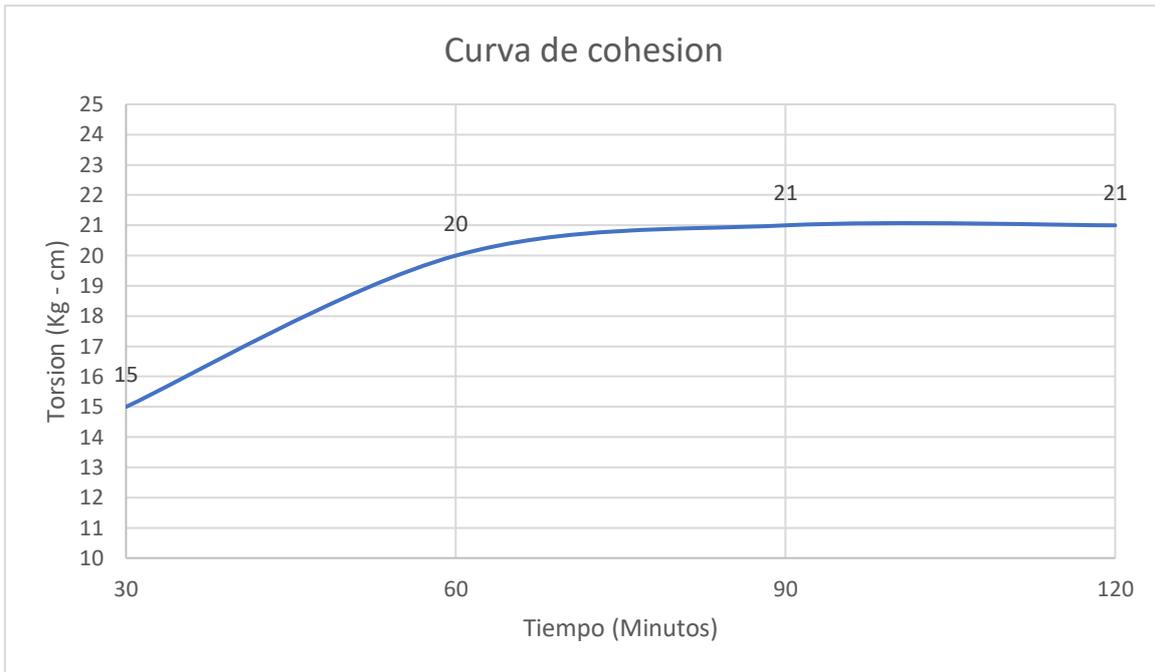


Gráfico 3. Ensayo de cohesión húmeda

En el gráfico 3 se puede observar la curva de cohesión, el cual nos indica el torque realizado en las muestras en intervalos de tiempo de 30', 60', 90' y 120', para esto se realizó 3 muestras con el 13.1% de emulsión asfáltica el cual se halló en los ensayos anteriores, obteniendo una torsión promedio de 15 Kg-cm, 20 Kg-cm, 21 Kg-cm y 21 Kg-cm respectivamente. Cumpliendo con ISSA TB 139 el cual nos indica un mínimo de 12 Kg-cm a los 30' y un mínimo de 20 Kg-cm a los 60'; A su vez también nos indica que llegado a los 20 Kg-cm se da la apertura al tránsito, el cual sería a los 60 minutos.

V. DISCUSION

Para el ensayo de **resistencia a la abrasión húmeda**, obtuve en mi investigación los siguientes resultados, para la mezcla asfáltica utilizando la emulsión CQS – 1HP con porcentajes 11.1%, 13.1%, 15.1% y 17.1% se obtuvo un desgaste por abrasión de 348.7 g/m², 220.4 g/m², 141.5 g/m² y 108.6 g/m² respectivamente. En comparación Rodríguez (2019), quien también uso la emulsión CQS – 1HP con porcentajes 10.8%, 12.8% y 14.8% obteniendo un desgaste por abrasión de 360.3 g/m², 262.4 g/m² y 185.4 g/m² respectivamente. Por otro lado, Barrionuevo (2012) usa la emulsión CSS – 1H con porcentajes 9%, 10%, 11% y 12% obteniendo desgastes de 489.94 g/m², 360.36 g/m², 299.81 g/m² y 235.17 g/m². Por tanto, se puede decir que a mayor porcentaje de emulsión se genera menor desgaste en la mezcla asfáltica, sin embargo, los valores de Rodríguez nos indican mayor desgaste con relación al porcentaje de emulsión que los de nuestra investigación, a pesar de haberse usado el mismo tipo de emulsión, caso contrario ocurre con los resultados de Barrionuevo, el cual usando otro tipo de emulsión nos presenta menores desgastes en relación con sus porcentajes de este.

Con respecto al ensayo de **resistencia a la deformación**, obtuve los siguientes resultados, para la mezcla asfáltica utilizando la emulsión CQS – 1HP con porcentajes 11.1%, 13.1%, 15.1% y 17.1% se obtuvo una absorción de arena de 311.1 g/m², 394.1 g/m², 467.3g/m² y 526.2 g/m² respectivamente. Y así mismo Rodríguez (2019), quien también uso la emulsión CQS – 1HP con porcentajes 10.8%, 12.8% y 14.8% obteniendo una absorción de arena de 203.9 g/m², 307.7 g/m² y 416.7 g/m² respectivamente. Mientras que, Barrionuevo (2012) usa la emulsión CSS – 1H con porcentajes 9%, 10%, 11% y 12% obteniendo una absorción de arena de 126.18 g/m², 200.87 g/m², 310.74 g/m² y 438.64 g/m². Acá vemos que a mayor porcentaje de emulsión asfáltica se genera mayor absorción de arena, además vemos mucha similitud en cuanto a este y el porcentaje de emulsión tanto en mi investigación como en las otras 2 investigaciones mencionadas. Además, para encontrar el contenido óptimo de asfalto se tiene que realizar una figura comparativa entre estos 2 ensayos mencionados. A continuación, se presentará los gráficos de contenido óptimo de asfalto tanto de nuestro presente trabajo como los trabajos ya mencionados.

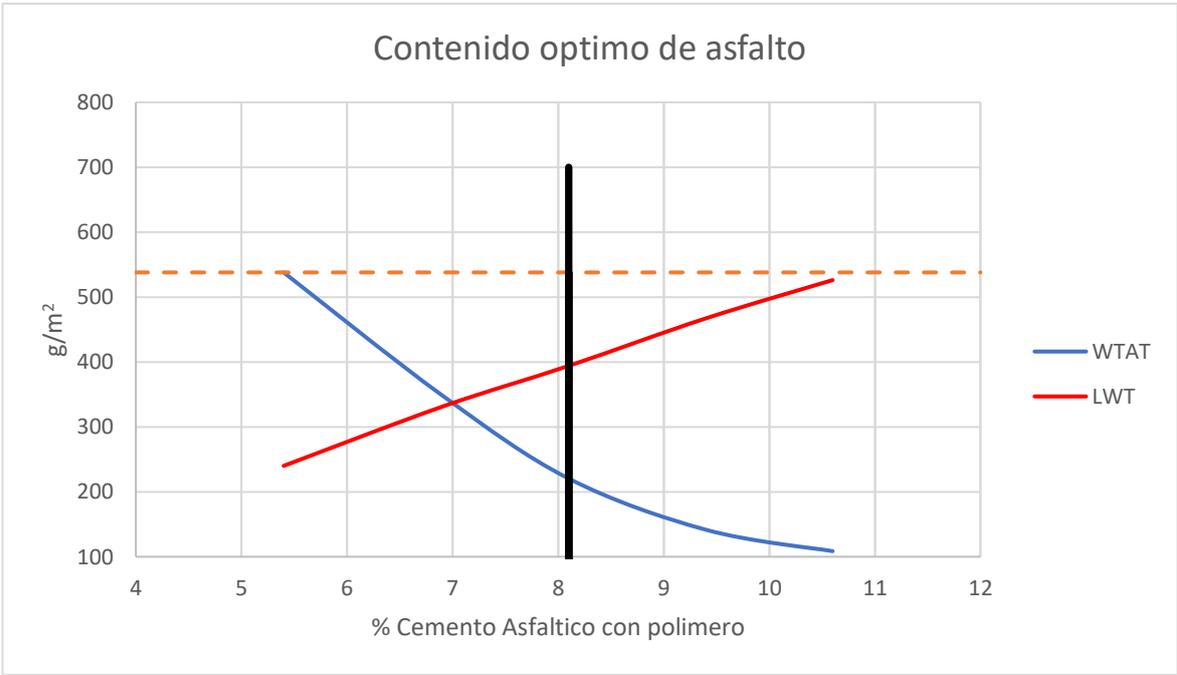


Gráfico 4. Contenido óptimo de asfalto propio

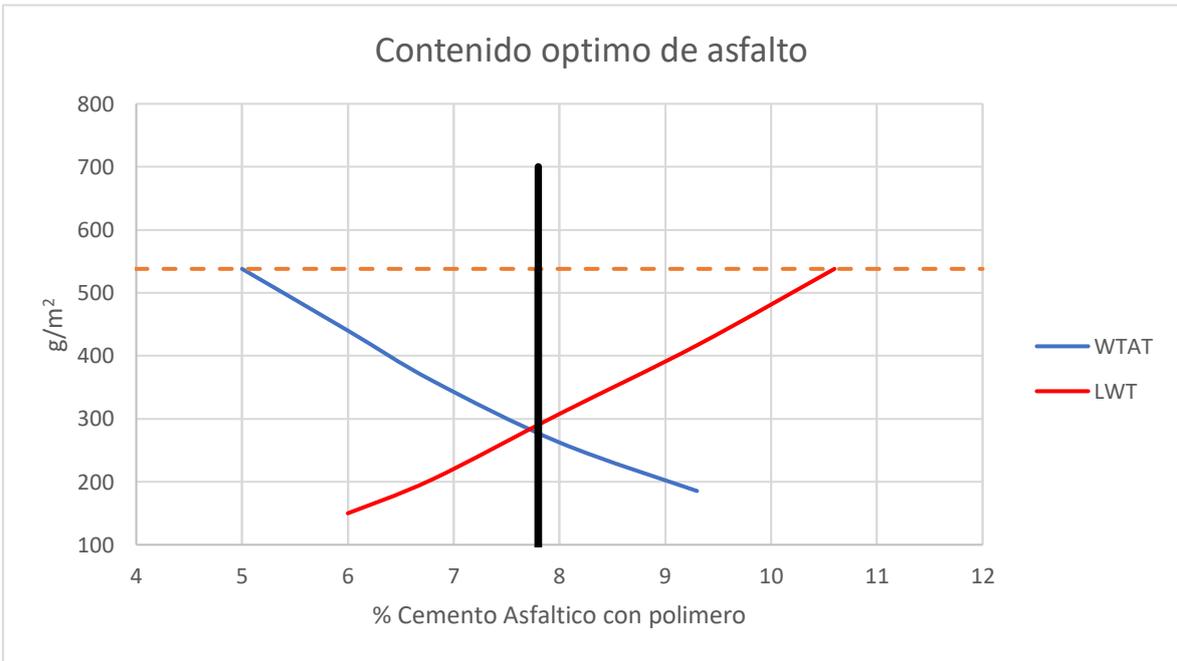


Gráfico 5. Contenido óptimo de asfalto en la investigación de Rodríguez

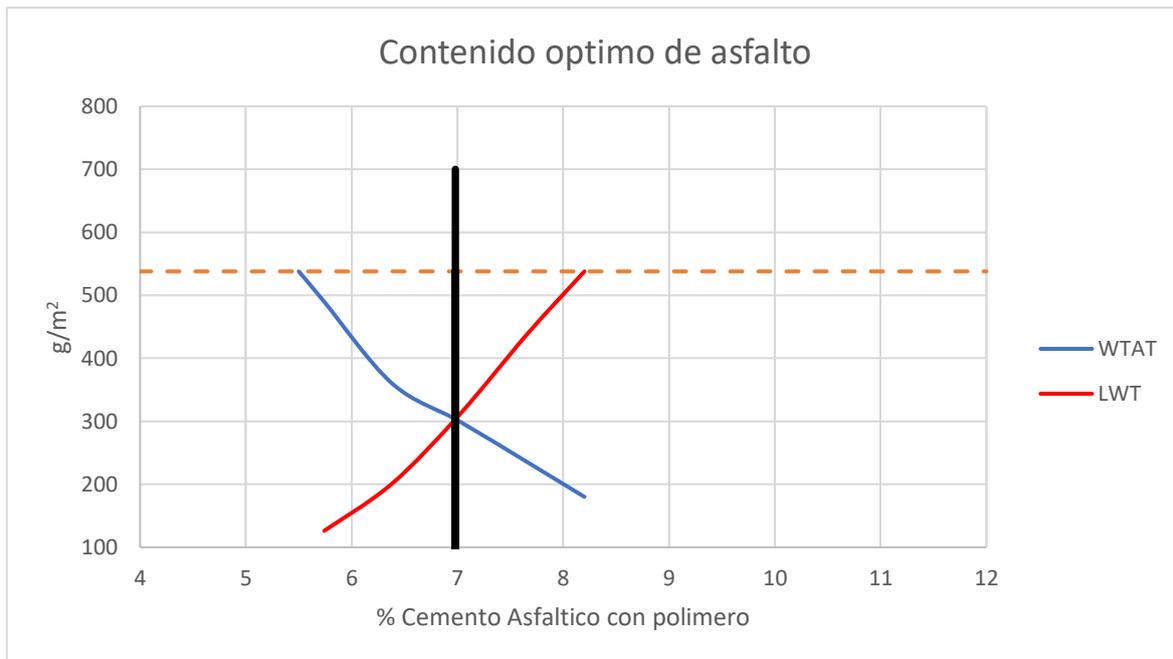


Gráfico 6. Contenido óptimo de asfalto en la investigación de Barrionuevo

Como se puede apreciar en cada grafico se presenta una diferente cantidad óptimo de asfalto, siendo el de mi trabajo de investigación un 8.1% +/- 1% dándonos un porcentaje de emulsión de 13.1%; mientras que Rodríguez obtuvo un 7.8% +/- 0.5% dándole un porcentaje de emulsión de 12.5% y por otro lado Barrionuevo obtuvo 6.98% y un porcentaje de emulsión de 11%. Ante esto se ve que Barrionuevo tuvo mejores resultados minimizando los porcentajes de asfalto utilizando la emulsión CSS 1H.

Para el ensayo de **cohesión húmeda**, en mi trabajo de investigación obtuve los siguientes resultados, utilizando la emulsión CQS – 1HP se tiene que para los minutos 30, 60, 90 y 120 se tuvo una resistencia de torsión de 15 Kg-cm, 20 Kg-cm, 21 Kg-cm y 21 Kg-cm. Así mismo, Rodríguez (2019) quien también uso el mismo tipo de emulsión obtuvo una resistencia de torsión de 18 Kg-cm, 21 Kg-cm, 22 Kg-cm y 24 Kg-cm para los minutos 30, 60, 90 y 120 respectivamente. Por otro lado, Barrionuevo (2012) quien uso la emulsión asfáltica CSS – 1H obtuvo una resistencia de torsión de 9 Kg-cm, 12 Kg-cm, 22 Kg-cm y 25 Kg-cm para los minutos 30, 60, 90 y 120 respectivamente. Además, como nos indica ISSA TB 139, un sistema de fraguado rápido alcanza un torque mínimo de 12 Kg-cm a los 30 min y un sistema de transito rápido alcanza un torque mínimo de 20 Kg-cm a los 60 min.

Ante esto se puede decir que tanto en mi trabajo de investigación como en el de Rodríguez se dará una apertura al tránsito a los 60 minutos, mientras que en el trabajo de Barrionuevo se dará una apertura al tránsito vehicular a los 90 minutos de colocado la mezcla asfáltica. Por ello se ve que la emulsión CQS – 1HP nos origina un rápido tiempo de curado y de apertura al tránsito vehicular en comparación con la emulsión CSS – 1H.

VI. CONCLUSIONES

1. El micropavimento influye de manera positiva en el mantenimiento de la carpeta asfáltica, sin embargo, para lograr óptimos resultados es necesario que este sea aplicado en el tiempo adecuado y de manera correcta. Es por ello, la importancia de una constante evaluación del pavimento, para conocer las condiciones en la que este se encuentra, identificando las fallas en su etapa inicial y poder dar la solución adecuada. Además, que, al tener esta información, el diseño del micropavimento será más exacto y preciso cumpliendo con los requerimientos específicos del pavimento. También se debe tener mucho cuidado en la selección de los materiales a utilizar, para que estos cumplan con todas las exigencias de la norma, otro paso fundamental es una eficaz supervisión durante la ejecución.
2. La resistencia a la abrasión del micropavimento influye positivamente en el mantenimiento de la carpeta asfáltica, ya que esta previene o mejora el desgaste de la carpeta de rodadura, brindándole mayor tiempo de vida útil. Pero para lograr cumplir con este propósito es muy importante la compatibilidad del agregado pétreo con la emulsión asfáltica, para evitar desprendimiento con el paso de los vehículos, el cual genera fricción de los neumáticos.
3. La resistencia a la deformación del micropavimento influye de manera positiva en el mantenimiento de la carpeta asfáltica, ya que al ser esta una capa adicional al pavimento le brinda mayor cobertura y protección de los factores climáticos y además disminuye los efectos que se producen por presión que se produce por las cargas del tráfico.
4. La cohesión del micropavimento influye de manera conveniente en el mantenimiento de la carpeta asfáltica, brindándole a esta una mayor durabilidad, ya que le ayuda a mantener por mayor tiempo las características iniciales con las que fue diseñado el pavimento. También en la ejecución nos da el beneficio de lograr la apertura del tráfico en un menor tiempo a comparación de otros métodos de rehabilitación de vía

VII. RECOMENDACIONES

1. A las autoridades municipales encargados de obras y transportes, revisar y tomar medidas en vías que presenten fallas en etapa inicial o intermedio, con el propósito de dar mantenimiento a estas vías, siendo la aplicación de micropavimento una técnica con la cual se puede resarcir los daños en las vías.
2. Para el diseño de micropavimento se recomienda tener una correcta elaboración de los ejemplares para poder establecer el contenido mínimo y máximo de asfalto en la mezcla y así obtener datos con mayor precisión. Además, se recomienda usar como mínimo cuatro porcentajes de asfalto en la mezcla para la ejecución de los ensayos.
3. Comparando los resultados hallados en nuestra investigación y la investigación de Barrionuevo, se recomienda usar la emulsión asfáltica CQS – 1HP, ya que genera un fraguado rápido en la mezcla asfáltica comparado con otros tipos de emulsión, generando esto una rápida apertura al tránsito vehicular.

REFERENCIAS

BARRIONUEVO, Luis. *Diseño del micropavimento utilizando emulsión asfáltica modificada con polímero con agregado procedente de la Cantera Calagua de la Ciudad de San Miguel, Provincia de Bolívar* [en línea]. Tesis titulada. Universidad Central del Ecuador, 2012. [Consultado 28 septiembre 2020]. Disponible en: <http://www.dspace.uce.edu.ec/handle/25000/457>

BROUGHTON, Ben; LEE, Soon-Jae y KIM, Yoo-Jae. 30 Years of Microsurfacing: A Review. *International Scholarly Research Notices* [en línea]. 2012 [Fecha de consulta: 28 septiembre 2020]. DOI: <https://doi.org/10.5402/2012/279643>

CASIA, Juan. *Evaluación estructural de pavimentos flexibles usando el deflectómetro de impacto en la carretera Tarma – La Merced* [en línea]. Tesis titulada. Universidad Nacional del Centro del Perú. 2015. [Consultado 21 septiembre 2020]. Disponible en: <http://repositorio.uncp.edu.pe/handle/UNCP/413>

CASTIBLANCO, John. *Uso de micropavimento para adecuación de vías municipales* [en línea]. Tesis titulada. Universidad Militar Nueva Granada, 2015. [Consultado 21 septiembre 2020]. Disponible en: <http://hdl.handle.net/10654/13990>

ORTIZ, Lorena. *Evaluación en laboratorio del desempeño de morteros asfálticos y micropavimentos con agregados naturales del proyecto: mantenimiento de carretera Interoceánica Norte*. Tesis titulada. Universidad Nacional de Ingeniería, 2014. [Consultado 5 mayo 2021]. Disponible en: <https://docplayer.es/77660062-Universidad-nacional-de-ingenieria-facultad-de-ingenieria-civil.html>

International Slurry Surfacing Association – ISSA A 105. *Recommended Performance Guidelines for Emulsified Asphalt Slurry Seal*. 2010.

International Slurry Surfacing Association – ISSA A 143. *Recommended Performance Guideline for Micro Surfacing A 143*. 2010.

International Slurry Surfacing Association – ISSA TB 100. *Laboratory Test Method for Wet Track Abrasion of Slurry Surfacing Systems*. 2020.

International Slurry Surfacing Association – ISSA TB 109. *Test Method for Measurement of Excess Asphalt in Bituminous Mixtures by Use of a Loaded Wheel Tester and Sand Adhesion*. 2018.

International Slurry Surfacing Association – ISSA TB 111. *Outline Guide Design Procedure for Slurry Seal*. 2005.

International Slurry Surfacing Association – ISSA TB 139. *Test Method to Determine Set and Cure Development of Slurry Surfacing Systems by Cohesion Tester*. 2017.

Ji, Yigong et al. Evaluation for Microsurfacing as Pavement Preservation Treatment. *Journal of Materials in Civil Engineering* [en línea]. 2013 Vol. 25 (4). pp 540 - 547 [Fecha de consulta: 28 septiembre 2020]. ISSN 0899-1561. DOI: 10.1061/(ASCE)MT.1943-5533.0000568

JUGO, Augusto. *Manual de Mantenimiento y Rehabilitación de Pavimentos Flexibles*. Caracas, 2005.

LABI, Samuel et al. *Long-term Benefits of Microsurfacing Applications in Indiana – Methodology and Case Study*. [en línea]. 2006 [Fecha de consulta: 28 septiembre 2020]. Disponible en: <http://citeseerx.ist.psu.edu/viewdoc/download?doi=10.1.1.453.6099&rep=rep1&type=pdf>

Ministerio de Transportes y Comunicaciones. *Manual de Carreteras Conservación Vial*. Lima, Perú. 2013.

Ministerio de Transportes y Comunicaciones. *Manual de Carreteras Especificaciones Técnicas Generales para Construcción*. Lima, Perú 2015.

Ministerio de Transportes y Comunicaciones. *Manual de Ensayo de Materiales*. Lima, Perú 2016.

ROBATI, Masoud; CARTER, Alan y PERRATON, Daniel. Evaluation of a modification of current microsurfacing mix design procedures. *Canadian Journal of Civil Engineering* [en línea]. 2016 Vol. 42 (5). pp 319 - 328 [Fecha de consulta: 28 septiembre 2020]. ISSN 0315-1468. DOI: 10.1139/cjce-2013-0578

RODRIGUEZ, Euclides. *Aplicación de micropavimentos para la conservación de la carpeta asfáltica de la avenida San Remo del distrito de Puente Piedra* [en línea]. Tesis titulada. Universidad César Vallejo, 2019. [Consultado 21 septiembre 2020]. Disponible en: <http://repositorio.ucv.edu.pe/handle/20.500.12692/45691>

VARGAS, Alejandro. *Experiencia de diseño de micropavimentos en El Salvador* [en línea]. Tesis titulada. Universidad de Piura, 2016. [Consultado 21 septiembre 2020]. Disponible en: <https://hdl.handle.net/11042/2622>

RUJEL, Carlos y SOLÓRZANO, Karol. *Importancia de la determinación de un micropavimento en frío como capa de rodadura de alta performance para el proyecto Conococha – Recuay* [en línea]. Tesis titulada. Universidad Ricardo Palma, 2015. [Consultado 21 septiembre 2020]. Disponible en: <https://repositorio.urp.edu.pe/handle/URP/2187>

TOSCANO, Luis. *Diseño de Micro-pavimento aplicado como tratamiento superficial para el control de la Variación Térmica en el pavimento flexible de la vía Pifo-Cusubamba, como parte del mantenimiento preventivo* [en línea]. Tesis titulada. Universidad Internacional del Ecuador, 2014. [Consultado 21 septiembre 2020]. Disponible en: <https://repositorio.uide.edu.ec/handle/37000/2222>

URGILES, Luis y BOADA, Luis. *Diseño y Evaluación de Micropavimentos con emulsión asfáltica modificada con polímeros, para agregados de canteras de Guayllabamba, Pintag, Pifo, San Antonio y Nayón en el Distrito Metropolitano de Quito* [en línea]. Tesis titulada. Escuela Politécnica del Ejército, 2011. [Consultado

21 septiembre 2020]. Disponible en:
<http://repositorio.espe.edu.ec/xmlui/handle/21000/3087>

UZAROWSKI, L and BASHIR, I. Rational Approach for Selecting the Optimum Asphalt Pavement Preventive and Rehabilitation Treatments - Two Practical Examples from Ontario. *Annual Conference of the Transportation Association of Canada* [en línea]. 2007 [Fecha de consulta: 28 septiembre 2020].

VASQUEZ, Luis. *Pavement Condition Index (PCI) para pavimentos asfálticos y de concreto en carreteras*. Manizales, Colombia: Ingepav, 2002. 90pp.

BAENA, Guillermina. *Metodología de la Investigación*. 3ra ed. México: Grupo Editorial Patria. 2017.

CORROS, Maylin; URBAEZ, Ernesto y CORREDOR, Gustavo. *Manual de Evaluación de Pavimentos. Módulo III: Universidad Nacional de Ingeniería*.

ASPHALT INSTITUTE. *Manual básico de emulsiones asfálticas M.S. no. 19*. USA, 2001.

ISBN: 978-1934154243

Centro de Estudios y Experimentación de Obras Públicas (CEDEX). *Normas NLT*. España.

ISSN: 1130-0639

MONTEJO, Alfonso. *Ingeniería de Pavimentos*. 2da ed. Colombia: Universidad Católica de Colombia.

ISBN: 958-96036-2-9

American Society for Testing and Materials. *Norma ASTM D5340 Índice de Condición de Pavimentos en Aeropuertos*. 2004

RODRIGUEZ, Jose y TELLO, Mario. Opciones de política económica en el Perú: 2011 – 2015. Lima: Fondo Editorial de la Pontificia Universidad Católica del Perú. 2010.

ISBN: 978-9972-42-943-9

RAMIREZ, Andrés. Inversión en infraestructura vial y su impacto en el desarrollo económico: Un análisis al caso Colombia (1993-2014) [en línea]. Tesis (Magister en Ingeniería Administrativa). Medellín: Universidad Nacional de Colombia. 2015.

VALDERRAMA, Santiago. Pasos para elaborar proyectos de investigación científica. 2da ed. Lima: Editorial San Marcos. 2015

ISBN: 978-612-302-878-7

ALMEIDA, Alexandre. Lima, el tercer peor tráfico del mundo [en línea]. RPP Noticias. 2 de agosto del 2019. [Fecha de consulta: 21 de septiembre de 2020].

Disponible en: <https://rpp.pe/columnistas/alexandrealmeida/lima-el-tercer-peor-trafico-del-mundo-noticia-1212423>

CORONADO, Jorge. *Manual Centroamericano para diseño de pavimentos*. Guatemala, 2002.

HERRA, Luis. *Tratamientos Superficiales como alternativa en rutas de lastre*. Universidad de Costa Rica, 2017.

TAHUIITE, Ismael. Metodología, diseño y aplicación de un mortero asfáltico (Microsurfacing) para el Proyecto M-30-2009 [en línea]. Tesis titulada. Guatemala: Universidad de San Carlos. 2011.

BEHAR, Daniel. Metodología de la Investigación. Colombia: Editorial Shalom. 2018. ISBN: 978-959-212-783-7

MOREA, Francisco. Deformaciones permanentes en mezclas asfálticas. Tesis (Doctorado en Ingeniería). Argentina: Universidad Nacional de La Plata. 2011

ANEXOS

ANEXO 1

Matriz de operacionalización de variable					
VARIABLES	DEFINICIÓN CONCEPTUAL	DEFINICIÓN OPERACIONAL	DIMENSIONES	INDICADORES	ESCALA DE MEDICIÓN
Micropavimento	El micropavimento es una mezcla asfáltica emulsionada modificada con polímeros, se aplica sobre el pavimento de manera uniforme con la finalidad de dar mantenimiento, también sirve para cubrir baches. <i>(ISSA 2010)</i>	El micropavimento es una mezcla de emulsión asfáltica modificada con polímeros y materiales pétreos, que se aplica sobre la carpeta asfáltica cumpliendo con las especificaciones en el MTC e ISSA.	Resistencia a la abrasión húmeda	Wet Track Abrasion Test	Intervalo
			Resistencia a la deformación	Rueda cargada (LWT)	
			Cohesión húmeda	Ensayo de cohesión	
Mantenimiento del pavimento flexible	Es un proceso el cual se lleva a cabo desde el inicio del diseño del pavimento con el fin de prevenir el daño irreversible, y de esta manera y a bajo costo lograr la su rehabilitación oportuna. <i>(Manual de evaluación de pavimentos)</i>	Es un proceso que tiene como objetivo la prolongación de vida útil del pavimento, existen diversos tipos y se determinan de acuerdo a la necesidad de la vía de estudio.	Índice de condición	Método del PCI	Intervalo
			Tipos de fallas	Manual de PCI	
			Índice de serviciabilidad	Método del PSI	

Matriz de consistencia

Título: Diseño del micropavimento para el mantenimiento del pavimento flexible de la Avenida Guillermo Billinghurst en San Juan de Miraflores - 2020

Autores: Jose Enrique Laguna Ticona – Yajaira Lorena Suárez Rojas

Problema	Objetivos	Hipótesis	Variables e Indicadores			Tipo y diseño de investigación			
<p>Problema general:</p> <p>¿De qué manera influye el micropavimento en el mantenimiento del pavimento flexible en la avenida Guillermo Billinghurst en San Juan de Miraflores?</p> <p>Problemas específicos:</p> <p>¿De qué manera influye la resistencia de la abrasión húmeda del micropavimento para el mantenimiento del pavimento flexible en la avenida Guillermo Billinghurst en San Juan de Miraflores?</p> <p>¿De qué manera influye la resistencia a la deformación del micropavimento para el mantenimiento del pavimento flexible en la avenida Guillermo Billinghurst en San Juan de Miraflores?</p> <p>¿De qué manera influye la cohesión húmeda del micropavimento para el mantenimiento del pavimento flexible en la avenida Guillermo Billinghurst en San Juan de Miraflores?</p>	<p>Objetivo general:</p> <p>Determinar la influencia del micropavimento en el mantenimiento del pavimento flexible en la avenida Guillermo Billinghurst en San Juan de Miraflores.</p> <p>Objetivos específicos:</p> <p>Determinar la influencia de la resistencia a la abrasión húmeda del micropavimento en el mantenimiento del pavimento flexible en la avenida Guillermo Billinghurst en San Juan de Miraflores.</p> <p>Determinar la influencia de la resistencia a la deformación del micropavimento en el mantenimiento del pavimento flexible en la avenida Guillermo Billinghurst en San Juan de Miraflores.</p> <p>Determinar la influencia de la cohesión húmeda del micropavimento en el mantenimiento del pavimento flexible en la avenida Guillermo Billinghurst en San Juan de Miraflores.</p>	<p>Hipótesis general:</p> <p>El micropavimento influye de forma positiva en el mantenimiento del pavimento flexible en la avenida Guillermo Billinghurst en San Juan de Miraflores.</p> <p>Hipótesis específicas:</p> <p>La resistencia a la abrasión húmeda del micropavimento influye en el mantenimiento del pavimento flexible en la avenida Guillermo Billinghurst en San Juan de Miraflores.</p> <p>La resistencia a la deformación del micropavimento influye en el mantenimiento del pavimento flexible en la avenida Guillermo Billinghurst en San Juan de Miraflores.</p> <p>La cohesión húmeda del micropavimento influye en el mantenimiento del pavimento flexible en la avenida Guillermo Billinghurst en San Juan de Miraflores.</p>	VARIABLE 1: Micropavimento			<p>Tipo:</p> <p>Aplicada</p> <p>Diseño:</p> <p>Experimental de tipo cuasiexperimental</p>			
			Dimensiones	Indicadores	Instrumentos				
			Resistencia a la abrasión húmeda	Wet Track Abrasion Test	Norma MTC e ISSA Fichas de observación				
			Resistencia a la deformación	Rueda cargada (LWT)					
			Cohesión húmeda	Ensayo de cohesión					
							VARIABLE 2: Mantenimiento del pavimento flexible		
			Índice de condición	Método del PCI	Fichas de observación				
			Tipos de fallas	Manual de PCI	Manual de Carreteras. Sección: Suelos y pavimentos.				
			Índice de serviciabilidad	Método del PSI	Manual de PCI y PSI				

ANEXO 1

INSTRUMENTO DE RECOLECCIÓN DE DATOS

- Validación 1: Ing. Orlando Salhuana Armas

ANÁLISIS DE LOS AGREGADOS						
Proyecto: Diseño del micropavimento para el mantenimiento del pavimento flexible de la Avenida Guillermo Billinghurst en San Juan de Miraflores - 2020						
Autores: - Laguna Ticona, Jose Enrique - Suárez Rojas, Yajaira Lorena						
Análisis Granulométrico de Agregados por tamizado (ASTM C-136)				Características del Agregado		
Mallas	Abertura (mm)	Pasa (%)	Especificación Tipo II ISSA	Ensayo	Especificación	Resultado
3/8"	9.5		100 - 100	Equivalente de Arena	Min 60%	
#4	4.75		90 - 100	Azul de Metileno	Max 8.0 mg/g	
#8	2.38		65 - 90	Peso unitario suelto		
#16	1.18		45 - 70	Durabilidad al sulfato de magnesio	Max 12%	
#30	0.6		30 - 50			
#50	0.3		18 - 30	Desgaste de los angeles	Max 25%	
#100	0.15		10 - 21	Riedel Weber	Min 4	
#200	0.075		5 - 15	Adherencia metodo estatico	Min 95%	
DATOS DEL ESPECIALISTA				PUNTAJE		FIRMA Y SELLO
Nombre: Orlando Salhuana Armas						
Especialidad: Ingeniería Civil						
C.I.P N°: 10776						

ANALISIS DEL MICROPAVIMENTO

Proyecto: Diseño del micropavimento para el mantenimiento del pavimento flexible de la Avenida Guillermo Billinghurst en San Juan de Miraflores - 2020

Autores: - Laguna Ticona, Jose Enrique
- Suárez Rojas, Yajaira Lorena

CARACTERISTICAS DE LA EMULSION ASFALTICA

ENSAYO	METODO	ESPECIFICACION	RESULTADOS
Tiempo de Mezclado	ISSA TB 113	Min 120 seg.	
Consistencia	ISSA TB 106	2 - 3 cm	
Cohesion humeda	ISSA TB 139	30 min Min. 12 Kg-cm	
		60 min Min. 20 Kg-cm	
Recubrimiento	ISSA TB 114	Min. 90%	
Desplazamiento lateral	ISSA TB 147	5% maximo	
WTAT	ISSA TB 100	Maximo 538 g/m2	
LWT	ISSA TB 109	Maximo 538 g/m3	

DATOS DEL ESPECIALISTA	PUNTAJE	FIRMA Y SELLO
Nombre: Orlando Salhuana Armas		 ORLANDO SALHUANA ARMAS Ing. CIVIL CIP 10776
Especialidad: Ingeniería Civil		
C.I.P N°: 10776		

- Validación 2: Ing. Edgar Yomar Mas Rojas

ANALISIS DE LOS AGREGADOS						
Proyecto: Diseño del micropavimento para el mantenimiento del pavimento flexible de la Avenida Guillermo Billinghurst en San Juan de Miraflores - 2020						
Autores: - Laguna Ticona, Jose Enrique - Suárez Rojas, Yajaira Lorena						
Análisis Granulométrico de Agregados por tamizado (ASTM C-136)				Características del Agregado		
Mallas	Abertura (mm)	Pasa (%)	Especificación Tipo II ISSA	Ensayo	Especificación	Resultado
3/8"	9.5		100 - 100	Equivalente de Arena	Min 60%	
#4	4.75		90 - 100	Azul de Metileno	Max 8.0 mg/g	
#8	2.38		65 - 90	Peso unitario suelto		
#16	1.18		45 - 70	Durabilidad al sulfato de magnesio	Max 12%	
#30	0.6		30 - 50			
#50	0.3		18 - 30	Desgaste de los angeles	Max 25%	
#100	0.15		10 - 21	Riedel Weber	Min 4	
#200	0.075		5 - 15	Adherencia metodo estatico	Min 95%	
DATOS DEL ESPECIALISTA				PUNTAJE		FIRMA Y SELLO
Nombre: Edgar Yomar Mas Rojas						 EDGAR YOMAR MAS ROJAS INGENIERO CIVIL Reg. CIP N° 197798
Especialidad: Ingeniería Civil						
C.I.P N°: 197798						

ANALISIS DEL MICROPAVIMENTO

Proyecto: Diseño del micropavimento para el mantenimiento del pavimento flexible de la Avenida Guillermo Billinghurst en San Juan de Miraflores - 2020

Autores: - Laguna Ticona, Jose Enrique
- Suárez Rojas, Yajaira Lorena

CARACTERISTICAS DE LA EMULSION ASFALTICA

ENSAYO	METODO	ESPECIFICACION	RESULTADOS
Tiempo de Mezclado	ISSA TB 113	Min 120 seg.	
Consistencia	ISSA TB 106	2 - 3 cm	
Cohesion humeda	ISSA TB 139	30 min Min. 12 Kg-cm	
		60 min Min. 20 Kg-cm	
Recubrimiento	ISSA TB 114	Min. 90%	
Desplazamiento lateral	ISSA TB 147	5% maximo	
WTAT	ISSA TB 100	Maximo 538 g/m2	
LWT	ISSA TB 109	Maximo 538 g/m3	

DATOS DEL ESPECIALISTA	PUNTAJE	FIRMA Y SELLO
Nombre: Edgar Yomar Mas Rojas		 EDGAR YOMAR MAS ROJAS INGENIERO CIVIL Reg. CIP N° 197798
Especialidad: Ingeniería Civil		
C.I.P N°: 197798		

- Validación 3: Ing. Ana Isabel Luza Flórez

ANALISIS DE LOS AGREGADOS						
Proyecto: Diseño del micropavimento para el mantenimiento del pavimento flexible de la Avenida Guillermo Billinghurst en San Juan de Miraflores - 2020						
Autores: - Laguna Ticona, Jose Enrique - Suárez Rojas, Yajaira Lorena						
Análisis Granulométrico de Agregados por tamizado (ASTM C-136)				Características del Agregado		
Mallas	Abertura (mm)	Pasa (%)	Especificación Tipo II ISSA	Ensayo	Especificación	Resultado
3/8"	9.5		100 - 100	Equivalente de Arena	Min 60%	
#4	4.75		90 - 100	Azul de Metileno	Max 8.0 mg/g	
#8	2.38		65 - 90	Peso unitario suelto		
#16	1.18		45 - 70	Durabilidad al sulfato de magnesio	Max 12%	
#30	0.6		30 - 50	Desgaste de los angeles	Max 25%	
#50	0.3		18 - 30	Riedel Weber	Min 4	
#100	0.15		10 - 21	Adherencia metodo estatico	Min 95%	
#200	0.075		5 - 15			
<p style="font-size: small; text-align: center;">El gráfico muestra una curva granulométrica con el eje vertical etiquetado como 'PORCENTAJE QUE PASA' (0-100) y el eje horizontal como 'ABERTURA (mm)' (0.075-100). Se observan dos líneas que representan los límites superior e inferior de especificación, y una línea azul que representa el resultado del ensayo, la cual se encuentra dentro de los límites permitidos.</p>						
DATOS DEL ESPECIALISTA			PUNTAJE		FIR	
Nombre:						
Especialidad:					ANA ISABEL LUZA FLOREZ	
C.I.P N°:					INGENIERA CIVIL Reg. CIP N° 145910	

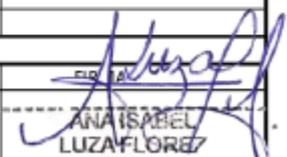
ANALISIS DEL MICROPAVIMENTO

Proyecto: Diseño del micropavimento para el mantenimiento del pavimento flexible de la Avenida Guillermo Billinghurst en San Juan de Miraflores - 2020

Autores: - Laguna Ticona, Jose Enrique
- Suárez Rojas, Yajaira Lorena

CARACTERISTICAS DE LA EMULSION ASFALTICA

ENSAYO	METODO	ESPECIFICACION	RESULTADOS
Tiempo de Mezclado	ISSA TB 113	Min 120 seg.	
Consistencia	ISSA TB 106	2 - 3 cm	
Cohesion humeda	ISSA TB 139	30 min Min. 12 Kg-cm	
		60 min Min. 20 Kg-cm	
Recubrimiento	ISSA TB 114	Min. 90%	
Desplazamiento lateral	ISSA TB 147	5% maximo	
WTAT	ISSA TB 100	Maximo 538 g/m2	
LWT	ISSA TB 109	Maximo 538 g/m3	

DATOS DEL ESPECIALISTA	PUNTAJE	
Nombre:		 ANAISABEL LUZAFLOREZ INGENIERA CIVIL
Especialidad:		
C.I.P N°:		

Reg. CIP N° 145010

ANEXO 3

PANTALLAZO DEL TURNITIN

 **UNIVERSIDAD CÉSAR VALLEJO**

FACULTAD DE INGENIERÍA Y ARQUITECTURA
ESCUELA PROFESIONAL DE INGENIERÍA CIVIL

'Diseño del micropavimento para el mantenimiento del pavimento flexible de la Avenida Guillermo Billinghurst en San Juan de Miraflores - 2020'

TESIS PARA OBTENER EL TÍTULO PROFESIONAL DE INGENIERO CIVIL

AUTORES:
Laguna Ticona, Jose Enrique
<https://orcid.org/0000-0001-8693-3446>
Suárez Rojas, Yajaira Lorena
<https://orcid.org/0000-0003-0612-7324>

ASESOR:
Mg. Benites Zuñiga Jose Luis
<https://orcid.org/0000-0003-4459-464X>

LÍNEA DE INVESTIGACIÓN
Diseño de infraestructura vial

LIMA - PERÚ
2021

Resumen de coincidencias ✕

13 %

Se están viendo fuentes estándar

[Ver fuentes en inglés \(Beta\)](#)

Coincidencias

1	repositorio.ucv.edu.pe Fuente de Internet	3 %	>
2	creativecommons.org Fuente de Internet	3 %	>
3	Entregado a Universida... Trabajo del estudiante	1 %	>
4	www.dge.gob.pe Fuente de Internet	1 %	>
5	Entregado a Universida... Trabajo del estudiante	1 %	>
6	docplayer.nl Fuente de Internet	1 %	>
7	repositorio.urp.edu.pe Fuente de Internet	<1 %	>

ANEXO 4

RESULTADOS DEL PCI

Tramo	Unidad de Muestra	Progresiva	Área (m2)	PCI	Condición	Promedio PCI	Estado Actual
1	UM 01	0+080 a 0+115	238	79	Muy Bueno	79.6	Muy Bueno
	UM 02	0+420 a 0+455	238	84	Muy Bueno		
	UM 03	0+770 a 0+805	238	80	Muy Bueno		
	UM 04	1+120 a 1+155	238	77	Muy Bueno		
	UM 05	1+660 a 1+695	238	78	Muy Bueno		
2	UM 06	0+080 a 0+115	238	68	Bueno	73	Muy Bueno
	UM 07	0+420 a 0+455	238	70	Muy Bueno		
	UM 08	0+770 a 0+805	238	75	Muy Bueno		
	UM 09	1+120 a 1+155	238	78	Muy Bueno		
	UM 10	1+660 a 1+695	238	74	Muy Bueno		

CALCULO DE WTAT Y LWT

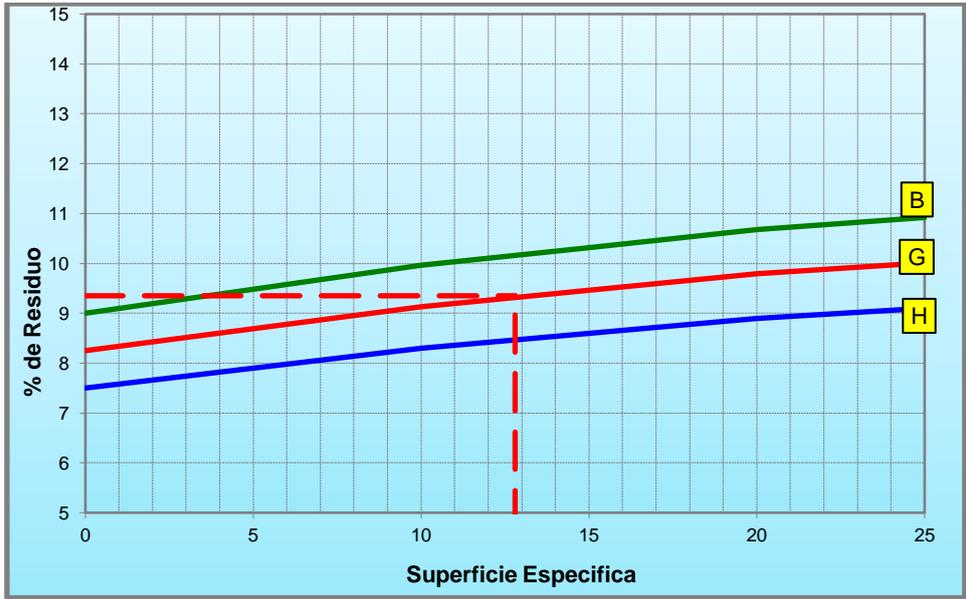
Datos: **Residuo** : 62.0 %
 Equiv. Arena : 75.0 %
 P.U.S.
 Azul de Metil. : 7.0 mg/gr

W inicial	965.8				
Mallas	mm	Peso retenido	% Retenido	% Retenido acumulado	% Pasa
2"	50.800				
1 1/2"	38.100				
1"	25.400				
3/4"	19.000				
1/2"	12.700				
3/8"	9.530				100
N°4	4.760	109.3	11.3	11.3	89
N°8	2.360	199.0	20.6	31.9	68
N°16	1.180	150.2	15.6	47.5	53
N°30	0.600	122.9	12.7	60.2	40
N°50	0.300	100.3	10.4	70.6	29
N°100	0.150	122.3	12.7	83.2	17
N°200	0.074	94.9	9.8	93.1	7
Mat. < N°200		66.9	6.9	100.0	0
Residuo	9.4				
Superficie Especifica	12.8				

Fórmula = ((0,342*A)+(1,92*B)+(15,33*C)+(118*D))/100

A = % Retenido entre 3/8 y N°4
 B = % Retenido entre N° 4 y N° 50
 C = % Retenido entre N° 50 y N° 200
 D = % Pasa N° 200

Residuo	9.4	B	BAJO E.A	45 - 55
		G	PPROMEDIO	55 - 75
		H	ALTO E.A	75 - 100



(%) Asfalto	(%) Emulsión	(%) Agua	(%) Aditivo	(%) Filler	WTAT (g/m ²)	LWT (g/m ²)
6.9	11.1	8.0	0	0.5	348.7	311.1
8.1	13.1	7.0	0	0.5	220.4	394.1
9.4	15.1	6.0	0	0.5	141.5	467.3
10.6	17.1	5.0	0	0.5	108.6	526.2

$$WTAT = (PI - PF) * K$$

32.9

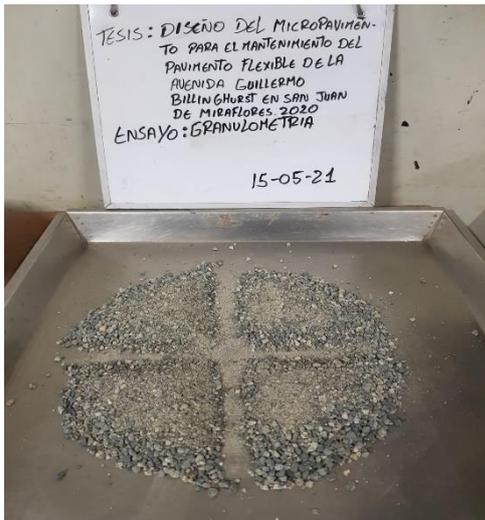
Peso inicial	Peso final
1353.6	1343.0
1321.1	1314.4
1299.6	1295.3
1408.6	1405.3

$$LWT = ((PF - PI) / \text{AREA RODADURA}) * 10000$$

Área rodadura A x L		Área rodadura	
Peso inicial	Peso final	Ancho	Largo
422.5	425.8	3.4	31.2
537.7	542.1	3.5	31.9
530.4	535.8	3.6	32.1
536.8	542.9	3.6	32.2

ANEXO 5

PANEL FOTOGRAFICO



Fotografía 1. Granulometría



Fotografía 2. Partículas fracturadas



Fotografía 3. Durabilidad al sulfato de sodio



Fotografía 4. Azul de metileno



Fotografía 5. Durabilidad al sulfato de sodio



Fotografía 6. Mezcla asfáltica



Fotografía 7. Ensayo de consistencia



Fotografía 8. Muestras en el horno



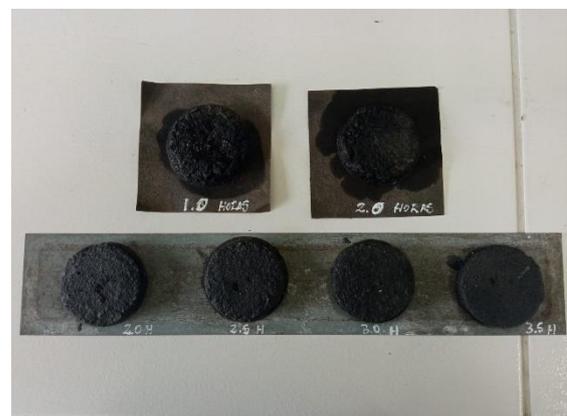
Fotografía 9. Máquina de Rueda cargada



Fotografía 10. Pesado de muestras



Fotografía 9. Equipo de cohesión



Fotografía 10. Cohesión húmeda

ANEXO 6

CERTIFICADOS DE LABORATORIO

 <p>HIS ASESORES Y CONSULTORES S.A.C. R.U.C. 20601148464</p>	<p>HIS ASESORES Y CONSULTORES S.A.C.</p> <p>COMUNICACIONES EXTERNAS</p>	<p>CF: Ing - IF - TA - PN</p> <p>VF: 02</p> <p>FEF: 01/06/2021</p>
--	---	--

Informe Ing - IF - TA - JELT/YLSR - 2021 / GG-HISAYC S.A.C.

Para : Jose Enrique Laguna Ticona y Yajaira Lorena Suárez Rojas
Tesis de Ing. Civil - Universidad César Vallejo

De : Ing. Naya Zapata Cuadros
Gerente General HIS ASESORES Y CONSULTORES S.A.C.

Asunto : Informe de resultados de ensayos de laboratorio para tesis

Fecha : 07 de junio de 2021

Tengo a bien dirigirme a ustedes para saludarlos y en atención al asunto indicarles que el alcance del presente documento corresponde a la emisión de los resultados de ensayos de laboratorio e informe de diseño de tratamiento superficial micropavimento Ing - IF - TA - JELT/YLSR - 2021-09 realizados para la tesis de investigación cuyo título es "Diseño de micropavimento para el mantenimiento del pavimento flexible de la Avenida Guillermo Billinghurst en San Juan de Miraflores - 2020". A continuación, la lista de los resultados de ensayos de laboratorio para el presente:

N.º	Código de los ensayos	Número de páginas
01	Ing - IF - TA - JELT/YLSR - 2021-01	01 (Página 01)
02	Ing - IF - TA - JELT/YLSR - 2021-02	01 (Página 01)
03	Ing - IF - TA - JELT/YLSR - 2021-03	01 (Página 01)
04	Ing - IF - TA - JELT/YLSR - 2021-04	01 (Página 01)
05	Ing - IF - TA - JELT/YLSR - 2021-05	01 (Página 01)
06	Ing - IF - TA - JELT/YLSR - 2021-06	01 (Página 01)
07	Ing - IF - TA - JELT/YLSR - 2021-07	01 (Página 01)
08	Ing - IF - TA - JELT/YLSR - 2021-08	01 (Página 01)

N.º	Código informe de diseño	Número de páginas
01	Ing - IF - TA - JELT/YLSR - 2021-09	06 (Página 01-06)

El presente se emite para efectos del control interno de documentos de HIS ASESORES Y CONSULTORES S.A.C. Sin otro particular, quedo de usted.

Atentamente,


NAYA ZAPATA CUADROS
 GERENTE GENERAL
 HIS ASESORES Y CONSULTORES SAC

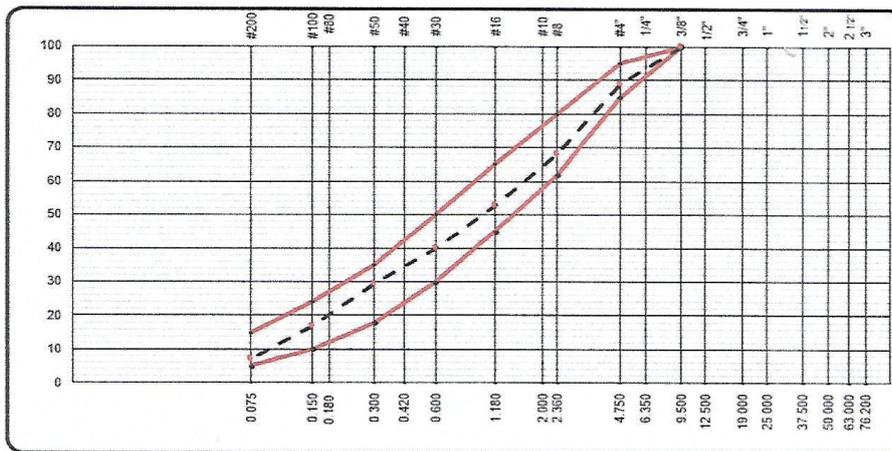
INFORME DE DISEÑO DE TRATAMIENTO SUPERFICIAL MICROPAVIMENTO

1. CARACTERIZACIÓN DE AGREGADOS

Procedencia de la muestra : Cantera "Excalibur".
Referencia : Diseño de Micropavimento Tipo II.
Observaciones : Agregado muestreado por los interesados.

Análisis granulométrico de agregados (ASTM C-136)			
Serie Americana	Abertura (mm)	Pasa %	Especificación Micropavimento Tipo II
3/8"	9.525	100.00	100
# 4	4.760	88.68	85 95
# 8	2.380	68.08	62 80
# 16	1.190	52.53	45 65
# 30	0.590	39.80	30 50
# 50	0.297	29.42	18 35
# 100	0.149	16.75	10 24
# 200	0.074	6.93	5 15
< # 200	(ASTM C-117)	0.00	

CURVA GRANULOMÉTRICA



Ensayo	Método	Especificación	Resultado
Equivalente de Arena	ASTM D 2419	65% Mínimo	75 %
Azul de Metileno	AASHTO TP 57	8.0 mg/gr Máximo	7.0 mg/gr
Peso Unitario Suelto	ASTM C 29	-----	1624 kg/m ³

 <p>HIS ASESORES Y CONSULTORES S.A.C. R.U.C. 20601148464</p>	RESULTADOS DE ENSAYO DE LABORATORIO PARA TESIS <u>Ing - IF - TA - JELT/ YLSR - 2021 - 09</u>	CF: Ing - IF - TA - PN VF: 02 FEF: 01/06/2021

2. CARACTERÍSTICAS DE LA EMULSIÓN ASFÁLTICA

Tipo de emulsión : Emulsión Cationica modificada con polímero de Rotura Controlada (CQS-1hp).

: Porcentaje de Polímero 2.5 %

Ensayo	Método	Unidades	Especificación	Resultado
Viscosidad Saybolt Furol (25°C)	MTC E 403	sSf	20 - 100	28
Sedimentación (7 días)	MTC E 404	%	5.0 Máximo	2.8
Prueba de Tamiz	MTC E 405	%	0.1 Máximo	0.02
Carga de partícula	MTE C 407	+/-	Positiva / Negativa	Positiva
Residuo Asfáltico	MTC E 411	%	62.0 Mínimo	62.0
Prueba sobre el Residuo de Evaporación				
Penetración, 25°C. 100 g. 5 s, 0,1 mm	MTC E 304	%	50 – 90	60
Ductilidad 5°C	MTC E 306	Cm.	≥ 10 cm	75
Recuperación elástica, 25°C, 20 cm	ASTM D 6084	%	30 Mínimo	40

3. ANÁLISIS DE AGUA

Procedencia	Especificación		Resultado	
	PH	Dureza	PH	Dureza
Agua Potable	(6 - 8)	380 ppm Máximo	7.5	250 ppm

4. CONTENIDO TEÓRICO DE ASFALTO

Asfalto teórico en base a la granulometría : 9.0 %

Emulsión asfáltica teórica calculada :14.5 %

(%) Emulsión teórica	(%) Agua	(%) Aditivo	(%) Filler
14.5	6.0	0.0	0.25

5. CALIDAD DE LA MEZCLA

A partir del contenido teórico de emulsión y teniendo en cuenta la manejabilidad de la mezcla con el agregado y la compatibilidad se fabricaron moldes para someterlos a las pruebas de :

- Rueda cargada (ISSA TB 109)
- Abrasión en humedo (ISSA TB 100)
- El porcentaje de agua que se indica es la añadida al agregado.
- Filler : Cemento Portland (Tipo I)
- Tiempo de mezclado >120 segundos.
- Porcentajes en peso del agregado seco.

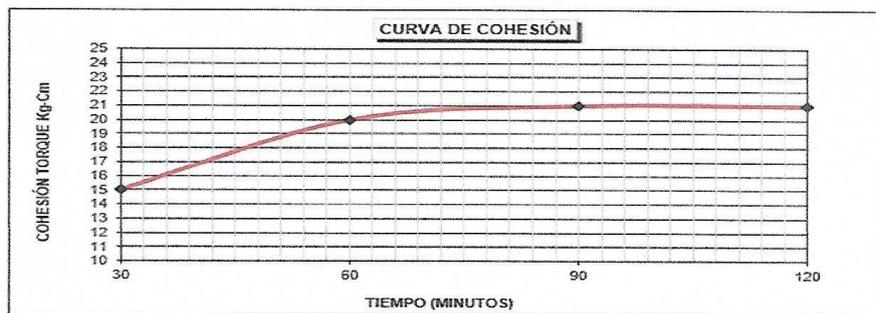
	RESULTADOS DE ENSAYO DE LABORATORIO PARA TESIS	CF: Ing - IF - TA - PN
	<u>Ing - IF - TA - JELT/ YLSR - 2021 - 09</u>	VF: 02
		FEF: 01/06/2021

6. ESPECIFICACIONES

Ensayo	Método	Especificación	Resultado
Tiempo de mezclado	ISSA TB 113	Mínimo 120 seg.	130 seg.
Cohesión húmeda	ISSA TB 139	30 min., 12 kg-cm, Mínimo	15 kg-cm
		60 min., 20 kg-cm, Mínimo	20 kg-cm
Recubrimiento (Wet Stripping)	ISSA TB 114	10 % Máximo	< 10.0 %
Desplazamiento	ISSA TB 147	5 % Máximo	2.0 %
Compatibilidad (Shulze Breuer & Ruck)	ISSA TB 144	11 puntos Mínimo (AAA / BAA)	11
WTAT	ISSA TB 100	1 hora 538 g/m2, Máximo	200
		6 días 807 g/m2, Máximo	220
LWT	ISSA TB 109	538 g/m2 Máximo	415

7. COHESIÓN

Temperatura de laboratorio	% Emulsión	% Agua	% Aditivo	% Filler	Tiempo de mezclado (Segundos)	Cohesión (kg-cm)	
						30 min	60 min
22 - 25°C aprox.	13.1	6.0	0.0	0.5	>120	15	20



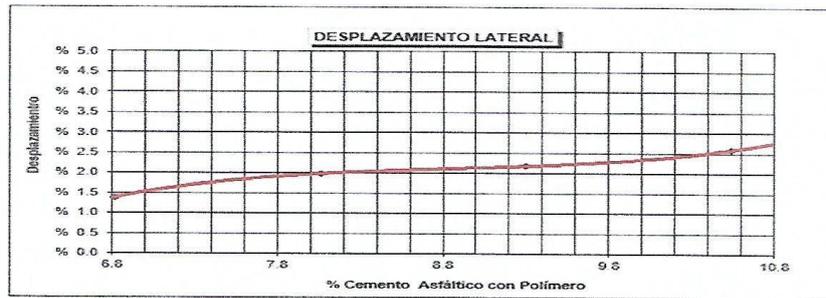
8. RECUBRIMIENTO

Menor a 10.0 %

9. DESPLAZAMIENTO LATERAL

Resultado 2.0 %

(% Emulsión	Residuo Asfáltico	Desplazamiento lateral		
		Ancho inicial cm	Ancho final cm	% Desplazamiento
11.0	6.8	5.03	5.10	1.4
13.0	8.1	5.04	5.14	2.0
15.0	9.3	5.05	5.16	2.2
17.0	10.5	5.02	5.15	2.6



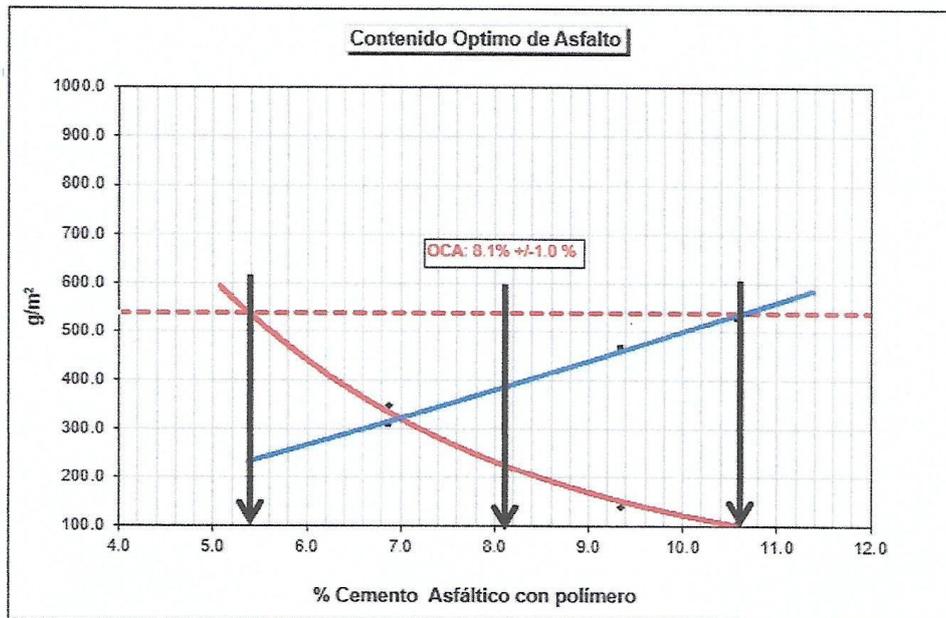
10. COMPATIBILIDAD

Peso inicial seco	Peso inicial saturado con superficie seca (6 días de inmersión)	Absorción (%)	Peso después de abrasión.	Pérdida de peso después de abrasión (g)	Cohesión a alta temperatura luego de 30' de hervido	Integridad después de hervido (%)	Peso saturado superficialmente seco, luego de 24 horas	(%) Adhesión	Grado de desprendimiento
40.99	41.40	1.00	40.79	0.61	41.30	99.76	41.28	99.71	A
40.56	41.00	1.00	40.33	0.67	40.77	99.44	40.77	99.44	A
40.73	41.15	1.03	40.41	0.74	40.80	99.15	40.80	99.15	B

Grado desprendimiento	Puntos	Pérdida de peso después de abrasión (g)	Adherencia después de 30' de hervido (%)	Integridad después de hervido (%)
A	4	0 - 0.7	90 - 100	90 - 100
B	3	0.7 - 1.0	75 - 90	75 - 90
C	2	1.0 - 1.3	50 - 75	50 - 75
D	1	1.3 - 2.0	10 - 50	10 - 50

11. RESULTADOS

(%) Asfalto	(%) Emulsión	WTAT (g/m ²)	LWT (g/m ²)
6.9	11.1	348,7	311,1
8.1	13.1	220,4	394,1
9.4	15.1	141,5	467,3
10.6	17.1	108,6	526,2



12. CONCLUSIONES

- Diseño de micropavimento Tipo II.
- Cantidad óptima de emulsión asfáltica CQS-1hp : 13.1 %
(Rango de tasa de aplicación: 11.5 % a 14.7 %)
- Cantidad de agua : 6.0 %
- Cantidad de filler (Cemento Portland Tipo I) : 0.5 %
- Cantidad de aditivo : 0.0 %

	RESULTADOS DE ENSAYO DE LABORATORIO PARA TESIS <u>Ing - IF - TA - JELT/ YLSR - 2021 - 09</u>	CF: Ing - IF - TA - PN VF: 02 FEF: 01/06/2021
---	--	---

Observación:

El agregado cumple con la gradación granulométrica, de la especificación EG – 2013 Micropavimento – Sección 425 (tabla 425-01).

Nota :

Este diseño podrá sufrir cambios de acuerdo a las condiciones y al proceso constructivo al momento de la ejecución de obra, el cual será ajustado en la ejecución de los trabajos.

Elaborado por:
Miguel Angel Alfaro Huayanay
Especialista en Laboratorio de Suelos, Concreto y Asfalto
HIS ASESORES Y CONSULTORES S.A.C.
Firma:



Revisado por:
Juan Carlos Zapata Silva
Ing. Civil CIP 56346
HIS ASESORES Y CONSULTORES S.A.C.
Firma:



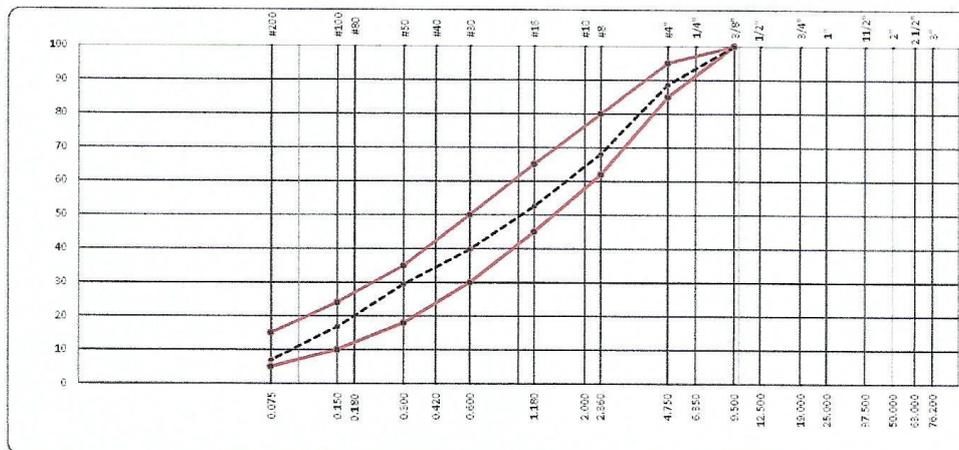

 <p>HIS ASESORES Y CONSULTORES S.A.C. R.U.C. 2060148464</p>	<p>RESULTADOS DE ENSAYO DE LABORATORIO PARA TESIS</p> <p>Ing - IF - TA - JELT/ YLSR - 2021 - 01</p>	<p>CF: Ing - IF - TA - PN</p> <p>VF: 02</p> <p>FEF: 01/06/2021</p>
	<p>Solicitante: Jose Enrique Laguna Ticona Yajaira Lorena Suárez Rojas</p> <p>Institución: Universidad César Vallejo</p> <p>Especialidad: Ingeniería Civil</p>	<p>Tema de tests: "Diseño de micropavimento para el mantenimiento del pavimento flexible de la Avenida Guillermo Billinghurst en San Juan de Miraflores - 2020"</p> <p>Fecha emisión informe: 07/06/2021</p> <p>Ubicación: San Juan de Miraflores - Lima</p>

Tipo de muestra : Material para diseño de tratamiento superficial Micropavimento.
 Identificación : Cantera "Excalibur"
 Descripción : Arena triturada

ANÁLISIS GRANULOMÉTRICO (ASTM C136)

Tamiz ASTM	Abertura mm	Peso Retenido	Porcentajes			Micropavimento (Tabla 425-01) Tipo M-II	Descripción de la muestra
			Retenido	Acumulado	Pasante		
3"	76.200						Peso húmedo 973.6 g Peso seco 965.8 g
2 1/2"	63.000						
2"	50.000						Contenido de humedad 0.8 % Limite líquido Limite plástico Azul de metileno 5.0 mg/g
1 1/2"	37.500						
1"	25.000						Observaciones Especificaciones Técnicas MTC "EG - 2013" Micropavimento (Sección 425)
3/4"	19.000						
1/2"	12.500						
3/8"	9.500			100.0	100	100	
1/4"	6.350						
# 4	4.750	109.30	11.32	11.32	88.68	85 95	
# 8	2.360	199.00	20.60	31.92	68.08	62 80	
# 10	2.000						
# 16	1.180	150.20	15.55	47.47	52.53	45 65	
# 20	0.840						
# 30	0.600	122.90	12.72	60.20	39.80	30 50	
# 40	0.420						
# 50	0.300	100.30	10.38	70.58	29.42	18 35	
# 60	0.250						
# 100	0.150	122.30	12.66	83.25	16.75	10 24	
# 200	0.075	94.93	9.83	93.07	6.93	5 15	
>200		66.89	6.93	100.00	0.00		

CURVA GRANULOMÉTRICA



Elaborado por:
Miguel Angel Alfaro Huayanay
Especialista en Laboratorio de Suelos, Concreto y Asfalto
HIS ASESORES Y CONSULTORES S.A.C.

Firma: 

Revisado por:
Juan Carlos Zapata Silva
Ing. Civil CIP 56346
HIS ASESORES Y CONSULTORES S.A.C.

Firma: 



 HIS ASESORES Y CONSULTORES S.A.C. R.U.C. 20501148464	RESULTADOS DE ENSAYO DE LABORATORIO PARA TESIS <u>Ing - IF - TA - JELT/ YLSR - 2021 - 02</u>	CF: Ing - IF - TA - PN VF: 02 FEF: 01/06/2021
	Solicitante: Jose Enrique Laguna Ticona Yajaira Lorena Suárez Rojas	Institución: Universidad César Vallejo
Tema de tesis: "Diseño de micropavimento para el mantenimiento del pavimento flexible de la Avenida Guillermo Billinghurst en San Juan de Miraflores - 2020" Fecha emisión informe: 07/06/2021 Ubicación: San Juan de Miraflores - Lima		

Tipo de muestra Identificación Descripción	: Material para diseño de tratamiento superficial Micropavimento. : Cantera "Excalibur" : Arena triturada
EQUIVALENTE DE ARENA (MTC E514)	

Descripción	Ensayos			
	1	2	3	4
Tamaño máximo (pasa malla N° 4) mm	4.76	4.76		
Hora de entrada a saturación	08:30	08:38		
Hora de salida de saturación (10')	08:40	08:48		
Hora de entrada a decantación	08:42	08:50		
Hora de salida de decantación (20')	09:02	09:10		
Lectura Inicial pulg	5.0	5.0		
Lectura Final pulg	3.3	3.2		
Equivalente de Arena %	66.0	64.0		
Promedio	65.0 %			

Observaciones:

Elaborado por:
 Miguel Angel Alfaro Huayanay
 Especialista en Laboratorio de Suelos, Concreto y Asfalto
 HIS ASESORES Y CONSULTORES S.A.C.

Firma:



Revisado por:
 Juan Carlos Zapata Silva
 Ing. Civil CIP 56346
 HIS ASESORES Y CONSULTORES S.A.C.

Firma:




 <p>HIS ASESORES Y CONSULTORES S.A.C. R.U.C. 20601148464</p>	<p>RESULTADOS DE ENSAYO DE LABORATORIO PARA TESIS</p> <p><u>Ing - IF - TA - JELT/ VLSR - 2021 - 03</u></p>	<p>CF: Ing - IF - TA - PN</p> <p>VF: 02</p> <p>FEF: 01/06/2021</p>
	<p>Solicitante: Jose Enrique Laguna Ticona Yajaira Lorena Suárez Rojas</p> <p>Institución: Universidad César Vallejo</p> <p>Especialidad: Ingeniería Civil</p> <p>Tema de tesis: "Diseño de micropavimento para el mantenimiento del pavimento flexible de la Avenida Guillermo Billinghurst en San Juan de Miraflores - 2020"</p> <p>Fecha emisión informe: 07/06/2021</p> <p>Ubicación: San Juan de Miraflores - Lima</p>	
<p>Tipo de muestra : Material para diseño de tratamiento superficial Micropavimento.</p> <p>Identificación : Cantera "Excalibur"</p> <p>Descripción : Arena triturada</p>		
<p>AZUL DE METILENO (AASHTO TP 57)</p>		

Muestra	Especificación	Resultado
Arena triturada	Máximo 8.0 mg/g	5.0 mg/g

Observaciones :

- Determinada en el laboratorio despues de la entrega de la muestra.

Elaborado por:
Miguel Angel Alfaro Huayanay
Especialista en Laboratorio de Suelos, Concreto y Asfalto
HIS ASESORES Y CONSULTORES S.A.C.

Firma:



Revisado por:
Juan Carlos Zapata Silva
Ing. Civil CIP 56346
HIS ASESORES Y CONSULTORES S.A.C.

Firma:




 <p>HIS ASESORES Y CONSULTORES S.A.C. R.U.C. 20601148464</p>	RESULTADOS DE ENSAYO DE LABORATORIO PARA TESIS Ing - IF - TA - JELT/ YLSR - 2021 - 04		CF: Ing - IF - TA - PN VF: 02 FEF: 01/06/2021
	Solicitante: Jose Enrique Laguna Ticona Yajaira Lorena Suárez Rojas	Institución: Universidad César Vallejo	Especialidad: Ingeniería Civil
Tema de tesis: "Diseño de micropavimento para el mantenimiento del pavimento flexible de la Avenida Guillermo Billinghurst en San Juan de Miraflores - 2020" Fecha emisión informe: 07/06/2021 Ubicación: San Juan de Miraflores - Lima			

Tipo de muestra	: Material para diseño de tratamiento superficial Micropavimento.
Identificación	: Cantera "Excalibur"
Descripción	: Arena triturada

ABRASIÓN LOS ÁNGELES (MTC E207)

Muestra	1	2	3	4	5
Gradación	"D"	"D"			
Peso muestra	5004.1	5001.6			
1.1/2" - 1"					
1" - 3/4"					
3/4" - 1/2"	-	-			
1/2" - 3/8"	-	-			
3/8" - 1/4"	-	-			
1/4" - Nº 4	-	-			
Nº 4 - Nº 8	5004.1	5001.6			
Retenido Nº12	4400	4409			
Pasa Nº 12	604.1	592.6			
% Desgaste	12.1	11.8			

Promedio	12.0 %
-----------------	---------------

Observaciones :

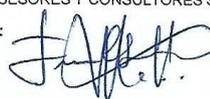
Elaborado por:
 Miguel Angel Alfaro Huayanay
 Especialista en Laboratorio de Suelos, Concreto y Asfalto
 HIS ASESORES Y CONSULTORES S.A.C.

Firma:



Revisado por:
 Juan Carlos Zapata Silva
 Ing. Civil CIP 56346
 HIS ASESORES Y CONSULTORES S.A.C.

Firma:




 <p>HIS ASESORES Y CONSULTORES S.A.C. R.U.C. 20601148464</p>	<p>RESULTADOS DE ENSAYO DE LABORATORIO PARA TESIS</p> <p>Ing - IF - TA - JELT/ YLSR - 2021 - 05</p>	<p>CF: Ing - IF - TA - PN</p> <p>VF: 02</p> <p>FEF: 01/06/2021</p>
	<p>Solicitante: Jose Enrique Laguna Ticona Yajaira Lorena Suárez Rojas</p> <p>Institución: Universidad César Vallejo</p> <p>Especialidad: Ingeniería Civil</p> <p>Tema de tesis: "Diseño de micropavimento para el mantenimiento del pavimento flexible de la Avenida Guillermo Billinghurst en San Juan de Miraflores - 2020"</p> <p>Fecha emisión informe: 07/06/2021</p> <p>Ubicación: San Juan de Miraflores - Lima</p>	

Tipo de muestra	: Material para diseño de tratamiento superficial Micropavimento.
Identificación	: Cantera "Carapongo"
Descripción	: Arena triturada
PORCENTAJE DE CARAS FRACTURADAS EN LOS AGREGADOS (MTC E210)	

Porcentaje con una cara fracturada						
Tamaño del Agregado		A	B	C	D	E
Pasa Tamiz	Retenido T.	(g)	(g)	(B/A)*100	% Parcial	CxD
1 1/2"	1"					
1"	3/4"					
3/4"	1/2"					
1/2"	3/8"					
3/8"	1/4"	200	0.0	0.0	100.00	0.00
Porcentaje con una cara fracturada					TOTAL	0.0 %

Porcentaje con dos o más caras fracturadas						
Tamaño del Agregado		A	B	C	D	E
Pasa Tamiz	Retenido T.	(g)	(g)	(B/A)*100	% Parcial	CxD
1 1/2"	1"					
1"	3/4"					
3/4"	1/2"					
1/2"	3/8"					
3/8"	1/4"	200.0	200.0	100.0	100.00	100.00
Total:						
Porcentaje con dos caras fracturada					TOTAL	100.00 %

Observaciones: El porcentaje con una a más caras fracturadas = 100%

Elaborado por:
Miguel Angel Alfaro Huayanay
Especialista en Laboratorio de Suelos, Concreto y Asfalto
HIS ASESORES Y CONSULTORES S.A.C.

Firma:



Revisado por:
Juan Carlos Zapata Silva
Ing. Civil CIP 56346
HIS ASESORES Y CONSULTORES S.A.C.

Firma:




 HIS ASESORES Y CONSULTORES S.A.C.	RESULTADOS DE ENSAYO DE LABORATORIO PARA TESIS <u>Ing - IF - TA - JELT/ YLSR - 2021 - 06</u>	CF: Ing IF - TA PN
		VF: 02
R.U.C. 20601148464		FEF: 01/06/2021
Solicitante: Jose Enrique Laguna Ticona Vajaira Lorena Suárez Rojas		Institución: Universidad César Vallejo Especialidad: Ingeniería Civil
Tema de tesis: "Diseño de micropavimento para el mantenimiento del pavimento flexible de la Avenida Guillermo Billinghurst en San Juan de Miraflores - 2020" Fecha emisión informe: 07/06/2021 Ubicación: San Juan de Miraflores - Lima		

Tipo de muestra	: Material para diseño de tratamiento superficial Micropavimento.
Identificación	: Cantera "Excalibur"
Descripción	: Arena triturada
DURABILIDAD AL SULFATO DE SODIO Y MAGNESIO (MTC E209)	

ANÁLISIS CUANTITATIVO

AGREGADO GRUESO										
Tamaño		Gradación Original (%)	Peso requerido (g)	Peso fracción ensayada	Nº de partículas	Peso ret. después de ensayo (g)	Pérdida		Pérdida corregida (%)	Nº de partículas
Pasa	Retiene						Peso (gr)	%		
2 1/2"	2"									
2"	1 1/2"									
1 1/2"	1"									
1"	3/4"									
3/4"	1/2"									
1/2"	3/8"									
3/8"	Nº 4									
TOTALES										

AGREGADO FINO										
TAMAÑO		Gradación Original (%)	Peso mín. requerido (g)	Peso fracción ensayada	Nº de partículas	Peso ret. después de ensayo (g)	Pérdida		Pérdida corregida (%)	Nº de partículas
Pasa	Retiene						Peso (gr)	%		
3/8"	Nº 04	11.3	100	100	--	91.2	8.8	8.8	1.0	--
Nº 04	Nº 08	20.6	100	100	--	91.1	8.9	8.9	1.8	--
Nº 08	Nº 16	15.6	100	100	--	92.5	7.5	7.5	1.2	--
Nº 16	Nº 30	12.7	100	100	--	95.6	4.4	4.4	0.6	--
Nº 30	Nº 50	10.4	100	100	--	94.4	5.6	5.6	0.6	--
Nº 50	Nº 100	12.7	100	100	--	93.6	6.4	6.4	0.8	--
TOTALES										

Observaciones: - Solución en Sulfato de Sodio

Elaborado por:
 Miguel Angel Alfaro Huayanay
 Especialista en Laboratorio de Suelos, Concreto y Asfalto
 HIS ASESORES Y CONSULTORES S.A.C.

Firma:



Revisado por:
 Juan Carlos Zapata Silva
 Ing. Civil CIP 56346
 HIS ASESORES Y CONSULTORES S.A.C.

Firma:




 <p>HIS ASESORES Y CONSULTORES S.A.C. R.U.C. 20601148464</p>	RESULTADOS DE ENSAYO DE LABORATORIO PARA TESIS <u>Ing - IF - TA - JELT/ YLSR - 2021 - 07</u>	CF: Ing - IF - TA - PN VF: 02 FEF: 01/06/2021
	Solicitante: Jose Enrique Laguna Ticona Yajaira Lorena Suárez Rojas	Institución: Universidad César Vallejo
Tema de tesis: "Diseño de micropavimento para el mantenimiento del pavimento flexible de la Avenida Guillermo Billinghurst en San Juan de Miraflores - 2020" Fecha emisión informe: 07/06/2021 Ubicación: San Juan de Miraflores - Lima		

Tipo de muestra	: Material para diseño de tratamiento superficial Micropavimento.
Identificación	: Cantera "Excalibur"
Descripción	: Arena triturada
ADHERENCIA RIEDEL WEBER (MTC E220)	

Solución de ensayo	Indice de adhesividad Riedel weber	Molaridad	Desplazamiento	
			Parcial	Total
Agua destilada	0			
Carbonato sódico disolución de concentración	1	M/256		
	2	M/128		
	3	M/64		
	4	M/32		
	5	M/16		
	6	M/8	X	
	7	M/4		
	8	M/2		X
	9	M/1		
	10			

Indice de Adhesividad (Parcial)	5.0
---------------------------------	-----

Grado Riedel Weber (Total)	8.0
----------------------------	-----

Observaciones :

Elaborado por:
Miguel Angel Alfaro Huayanay
Especialista en Laboratorio de Suelos, Concreto y Asfalto
HIS ASESORES Y CONSULTORES S.A.C.

Firma:



Revisado por:
Juan Carlos Zapata Silva
Ing. Civil CIP 56346
HIS ASESORES Y CONSULTORES S.A.C.

Firma:




 <p>HIS ASESORES Y CONSULTORES S.A.C. R.U.C. 20691148464</p>	RESULTADOS DE ENSAYO DE LABORATORIO PARA TESIS <u>Ing - IF - TA - JELT/ YLSR - 2021 - 08</u>	CF: Ing - IF - TA - PN
		VF: 02
		FEF: 01/06/2021
Solicitante: Jose Enrique Laguna Ticona Yajaira Lorena Suárez Rojas		
Institución: Universidad César Vallejo		
Especialidad: Ingeniería Civil		
Tema de tesis: "Diseño de micropavimento para el mantenimiento del pavimento flexible de la Avenida Guillermo Billinghurst en San Juan de Miraflores - 2020"		
Fecha emisión informe: 07/06/2021		
Ubicación: San Juan de Miraflores - Lima		

ANÁLISIS DE EMULSIÓN CQS-1hP

ENSAYOS SOBRE EMULSIÓN	MÉTODO	UNIDADES	RESULTADO	ESPECIFICACIONES	
				MÍNIMO	MÁXIMO
VISCOSIDAD SAYBOLT FURCOL, 25 °C	MTC E403-00	ssf	30	20	100
RESIDUO POR EVAPORACIÓN	MTC E411-00	%	62.0	62	--
SEDIMENTACION A LOS 7 DIAS	MTC E404-00	%	1.5	--	5
PRUEBA DEL TAMIZ Nº 20	MTC E405-00	%	0.02	--	0.1
MEZCLA CON CEMENTO	MTC E410-00	%	0	--	2
CARGA DE PARTÍCULA	MTC E407-00		POSITIVO		POSITIVO

ENSAYOS SOBRE EL RESIDUO DE EMULSIÓN					
PENETRACIÓN, 25°C, 100 g, 5 s	MTC E304-00	dmm	61	50	90
PUNTO DE ABLANDAMIENTO	MTC E307-00	°C	56	45	--
DUCTILIDAD, 5°C, 5 cm/min	MTC E306-00	cm	45	10	--
RECUPERACIÓN ELÁSTICA, 25°C	ASTM D 6084	%	43	30	--

Observaciones:

- Muestra analizada según Especificación técnica EG-2013 (tabla 425-05).

Elaborado por:
 Miguel Angel Alfaro Huayanay
 Especialista en Laboratorio de Suelos, Concreto y Asfalto
 HIS ASESORES Y CONSULTORES S.A.C.

Firma:



Revisado por:
 Juan Carlos Zapata Silva
 Ing. Civil CIP 56346
 HIS ASESORES Y CONSULTORES S.A.C.

Firma:




ANEXO 7

CERTIFICADOS DE CALIBRACION DE EQUIPOS



Metrotest E.I.R.L.

LABORATORIO DE METROLOGÍA

**CERTIFICADO DE CALIBRACION
CMM-189-2020**

Expediente 00141-2020
Solicitante CONSTRUCCIÓN Y ADMINISTRACIÓN S.A.
Dirección AV. JAVIER PRADO ESTE NRO. 4109 URB. SANTA CONSTANZA - LIMA - SANTIAGO DE SURCO
Equipo de Medición BALANZA NO AUTOMÁTICA
Marca OHAUS
Modelo PAJ2102
Serie 8332050495
Identificación NO INDICA
Procedencia NO INDICA
Capacidad Máxima 2100 g
División de escala (d) 0,01 g
División de verificación (e) 0,1 g
Tipo ELECTRONICA
Ubicación Lab. De Planta de Emulsiones Asfálticas - Cañete
Fecha de Calibración 2020-08-04

Misión:
 Prestar servicios con política de mejoramiento continuo y cumplimiento con las normas y especificaciones técnicas requeridas en máquinas y equipos para medición y ensayos.

Visión:
 Lograr la confianza de nuestros clientes en el desarrollo de sus empresas a través de nuestros servicios.
 Tenemos como objetivo alcanzar el liderazgo en el mercado, y de esta manera obtener para nuestros empleados la consecución de ideales en el plano intelectual y personal, con constante investigación e innovación, en la búsqueda de la máxima exactitud en la medición de ensayos.

Método de Calibración

Comparación Directa. Procedimiento de Calibración de Balanzas de Funcionamiento no Automático Clase I y Clase II. PC - 011 del SNM-INDECOPI, Cuarta Edición abril 2010.

Condiciones Ambientales

	Inicial	Final
Temperatura	19,9 °C	19,6 °C
Humedad Relativa	61 %	62 %

Sello Fecha de emisión Jefe de Metrología



2020-08-10

[Signature]
 Luigi Asenjo G.

Página 1 de 4
 I'M035 01



Metrotest^{E.I.R.L.}

LABORATORIO DE METROLOGÍA

CERTIFICADO DE CALIBRACIÓN CTM-105-2020

Página 1 de 5

Solicitante : CONSTRUCCIÓN Y ADMINISTRACIÓN S.A.
Dirección : AV. JAVIER PRADO ESTE NRO. 4109 URB. SANTA
CONSTANZA - LIMA - SANTIAGO DE SURCO
Equipo de Medición : HORNO ELECTRICO
Marca : MMM GROUP
Modelo : EC222 ECO
Procedencia : NO INDICA
Código de Ident. : 12836
Número de Serie : H182474
T° de trabajo : 160 °C ± 5 °C
Ventilación : Natural
Lugar de Calibración : Lab. De Planta de Emulsiones Asfálticas - Cañete

Misión:
Prestar servicios con política de mejoramiento continuo y cumplimiento con las normas y especificaciones técnicas requeridas en máquinas y equipos para medición y ensayos.

Visión:
Lograr la confianza de nuestros clientes en el desarrollo de sus empresas a través de nuestros servicios.
Tenemos como objetivo alcanzar el liderazgo en el mercado, y de esta manera obtener para nuestros empleados la consecución de ideales en el plano intelectual y personal, con constante investigación e innovación, en la búsqueda de la máxima exactitud en la medición de ensayos.

Instrumento de Medición :

Nombre	Marca	Modelo	Código de Identificación	Alcance de indicación	División mínima	Tipo de Indicación
Termometro controlador	MMM GROUP	NO INDICA	12836	250°C	0,1°C	Digital

Fecha de Calibración : 2020-08-04

Fecha de Emisión : 2020-08-10

Método de Calibración Empleado

La calibración se realizó tomando como referencia el Método de Comparación entre las indicaciones de lectura del termometro controlador del equipo a calibrar con Termometro patrón con 10 termopares utilizando el "Procedimiento de INDECOPI/SNM PC-005 1° Ed. "Procedimiento para la Calibración de Hornos".

Observaciones

- Se colocó una etiqueta con la indicación "CALIBRADO".
 - La periodicidad de la calibración depende del uso, mantenimiento y conservación del instrumento.
- (*) Código asignado por Metrotest E.I.R.L.



Luggi Asenjo G.
Jefe de Metrología

CERTIFICADO DE CALIBRACIÓN
CFM-156-20

Solicitante : CONSTRUCCIÓN Y ADMINISTRACIÓN S.A.
Dirección : AV. JAVIER PRADO ESTE N° 4109 - SANTIAGO DE SURCO
Equipo de Medición : TORQUIMETRO
Marca: : PRECISION INSTRUMENTS
Modelo: : DS1F30CHKM
Serie: : 1127
Identificación: : CM-100
Procedencia: : U.S.A.
Alcance máximo: : 6 lbf.ft a 30 lbf.ft
División mínima: : (1 lbf.ft)
Tipo: : RELOJ
Lugar de Calibración : Lab. Fuerza de Metrotest E.I.R.L.
Fecha de Calibración : 20 -07-13
Fecha de Emisión : 20 -07-14

Método de Calibración Empleado

La calibración se realizó indirectamente usando pesas patrones y una cinta métrica, ambas certificadas

Condiciones Ambientales:

	Inicial	Final
Temperatura	20 °C	20.0 °C
Humedad Relativa	60 %	62 %

Observaciones:

Los resultados indicados en el presente documento son válidos en el momento de la calibración y se refieren exclusivamente al instrumento calibrado, no debe utilizarse como certificado de conformidad de producto.

METROTEST EIRL. No se hace responsable por lo perjuicios que pueda ocasionar el uso incorrecto o inadecuado de este instrumento y tampoco de interpretaciones incorrectas o indebidas del presente documento.

El usuario es responsable de la recalibración de sus instrumentos a intervalos apropiados de acuerdo al uso, conservación y mantenimiento del mismo y de acuerdo con las disposiciones legales vigentes. El presente documento carece de valor sin firmas y sellos.


Luigi Asenjo G.
Jefe de Metrología





ORION LABORATORIOS E.I.R.L.

Calibración, Ensayos de Laboratorio Suelos, Concreto y Asfalto

CERTIFICADO DE CALIBRACIÓN

N° 001-20 MRC

SOLICITANTE : CONSTRUCCION Y ADMINISTRACIÓN S.A.

CERTIFICA QUE : El instrumento de medición con el modelo y nro. de serie indicados líneas abajo, ha sido calibrado, probado y verificado utilizando patrones certificados con trazabilidad en el Instituto Nacional de Calidad INACAL.

Instrumento de medición	MAQUINA RUEDA CARGADA
Marca	-----
Modelo	-----
Serie	-----
Fecha de Calibración	30.01.2020
Próxima Calibración	30.07.2021

MÉTODO DE CALIBRACIÓN

La Calibración se realizó por comparación entre las lecturas del indicador de la maquina con el Tacómetro patrón, se usó una balanza certificada para el peso de las placas. Tomando como referencia el manual de ensayo materiales (MTC E 418-2000) EXUDACION Y DEFORMACION DE LECHADAS ASFALTICAS CON MAQUINA DE RUEDA CARGADA(L.W.T.)

INCERTIDUMBRE DE LA MEDICIÓN

$u = 0.01 \text{ gr.} + 0.0003 \text{ l}$

PATRONES

01 Pesa de 10kg, 01 Pesa de 5 kg, 01 Pesa de 1 kgr, 01 Pesa 500 gr, 01 Jgo de Pesas de 1 mg a 500 gr, CERTIFICADOS LM-195-2020, LM-205-2020, LM-207-2020, LM-194-2020, PE18-C-0476

TRAZABILIDAD

Las pesas tienen trazabilidad a los Patrones Nacionales del Instituto Nacional de la Calidad-INACAL.

CONDICIONES DE CALIBRACIÓN

Temperatura Inicial 26.2°C Final 26.2°C
Humedad Relativa 70%

ORION LABORATORIOS E.I.R.L.

Ing. Luis Taboada Palacios
JEFE DE LABORATORIO
CIP. 56551



ORION LABORATORIOS E.I.R.L.

Calibración, Ensayos de Laboratorio Suelos, Concreto y Asfalto

CERTIFICADO DE CALIBRACIÓN

N° 001-20 AVH

SOLICITANTE : CONSTRUCCION Y ADMINISTRACION S.A.

CERTIFICA QUE : El instrumento de medición con el modelo y nro de serie indicados líneas abajo, ha sido calibrado, probado y verificado utilizando patrones certificados con trazabilidad al Servicio Nacional de Calidad - INACAL.

Instrumento de medición	BATIDOR MECANICO
Marca	HOBART
Modelo	N-50 TIPO PLANETARIO
Serie	31-1445-607
Fecha de Calibración	30.01.2020
Próxima Calibración	: 30.07.2021

MÉTODO DE CALIBRACIÓN

La Calibración se realizó por comparación entre el Batidor Hobart N-50 con el tacómetro patrón.

PATRONES

El Tacómetro Digital marca PRASEK Premium PR-372, de procedencia Japonesa

TRAZABILIDAD

Los Patrones Nacionales del Servicio Nacional de Metrología del INACAL.

CONDICIONES DE CALIBRACIÓN

Temperatura Inicial 25.6°C Final 25.6°C
Húmedad Relativa 70 %

RESULTADO DE LA MEDICION

Los errores encontrados son menores a los errores máximos permitidos por la norma metrológica consultada

ANEXO 8

RECIBO

N° 00001

RECIBO DEL PAGO REALIZADO POR LOS SERVICIOS DE ENSAYOS DE LABORATORIO



HIS ASESORES Y CONSULTORES S.A.C.

RECIBO

S/.2700.00

Recibí de Jose Enrique Laguna Ticona y Yajaira Lorena Suárez Rojas

La cantidad de Dos Mil Setecientos Nuevos Soles

Por concepto de: **Elaboración de ensayo para la tesis de investigación cuyo título "Diseño de micropavimento para el mantenimiento del pavimento flexible de la Avenida Guillermo Billinghurst en San Juan de Miraflores - 2020".**

1.- Análisis granulométrico agregado	S/40.00
2.- Abrasión máquina de los ángeles	S/180.00
3.- Durabilidad en sulfato de sodio	S/200.00
4.- Caras fracturadas	S/30.00
5.- Equivalente de arena	S/40.00
6.- Azul de metileno	S/60.00
7.- Riedel weber	S/150.00
8.- Diseño de tratamiento superficial Micropavimento	S/1550.00
9.- Control de calidad de emulsión (CQS-1HP)	S/550.00

Total, S/2700.00

07 de junio de 2021

Recibí conforme
Jose laguna Ticona y
Yajaira Suárez Rojas


Entregué conforme
Miguel Alfaro Huayanay