



**UNIVERSIDAD CÉSAR VALLEJO**

**FACULTAD DE INGENIERÍA Y ARQUITECTURA**

**ESCUELA PROFESIONAL DE INGENIERÍA CIVIL**

**Evaluación del Pavimento Flexible y Rehabilitación Mediante el Método  
Whitetopping, Avenida General Hoyos Rubio – Villa María del Triunfo, 2021.**

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

**AUTOR**

Gutierrez Celis, Jose Alonso (ORCID: 0000-0003-3176-2318)

**ASESOR**

Mg. Sigüenza Abanto, Robert Wilfredo (ORCID: 0000-0001-8850-8463)

**LÍNEA DE INVESTIGACIÓN**

Diseño de Infraestructura Vial

LIMA – PERÚ

2021

## **DEDICATORIA**

A Dios, por guiarme e iluminarme en cada paso que doy.

A mi madre, Milagros Celis, por motivarme a persistir y lograr mis propósitos.

A mi abuela, Gladys Manrique, por el apoyo en todo momento de mi vida.

## **AGRADECIMIENTO**

En primera instancia agradezco a mis formadores, personas de gran sabiduría quienes se han esforzado por ayudar a llegar al punto en el que me encuentro.

Sencillo no ha sido el proceso, pero gracias a las ganas de transmitirme sus conocimientos y dedicación que los ha regido, he logrado importantes objetivos como culminar el desarrollo de mi proyecto de investigación con éxito y obtener una afable titulación profesional.

## ÍNDICE DE CONTENIDOS

<b>DEDICATORIA</b> .....	<b>ii</b>
<b>AGRADECIMIENTO</b> .....	<b>iii</b>
<b>ÍNDICE DE CONTENIDOS</b> .....	<b>iv</b>
<b>ÍNDICE DE TABLAS</b> .....	<b>v</b>
<b>ÍNDICE DE FIGURAS</b> .....	<b>vi</b>
<b>RESUMEN</b> .....	<b>vii</b>
<b>ABSTRACT</b> .....	<b>viii</b>
<b>I. INTRODUCCIÓN</b> .....	<b>1</b>
<b>II. MARCO TEÓRICO</b> .....	<b>5</b>
<b>III. METODOLOGÍA</b> .....	<b>15</b>
3.1. Tipo y diseño de investigación .....	15
3.2. Variables y operacionalización .....	16
3.3. Población, muestra, muestreo .....	16
3.4. Técnicas e instrumentos de recolección de datos .....	16
3.5. Procedimientos .....	17
3.6. Método de análisis de datos .....	19
3.7. Aspectos éticos .....	19
<b>IV. RESULTADOS</b> .....	<b>20</b>
<b>V. DISCUSIÓN</b> .....	<b>52</b>
<b>VI. CONCLUSIONES</b> .....	<b>54</b>
<b>VII. RECOMENDACIONES</b> .....	<b>56</b>
<b>REFERENCIAS</b> .....	<b>57</b>
<b>ANEXOS</b> .....	<b>65</b>

## ÍNDICE DE TABLAS

Tabla 1. Índice de Condición del Pavimento – avenida General Hoyos Rubio.....	21
Tabla 2. Cantidad de fallas en UM-01.....	22
Tabla 3. Cantidad de fallas en UM-02.....	22
Tabla 4. Cantidad de fallas en UM-03.....	23
Tabla 5. Cantidad de fallas en UM-04.....	23
Tabla 6. Cantidad de fallas en UM-05.....	23
Tabla 7. Cantidad de fallas en UM-06.....	24
Tabla 8. Cantidad de fallas en UM-07.....	24
Tabla 9. Cantidad de fallas en UM-08.....	24
Tabla 10. Cantidad de fallas en UM-09.....	25
Tabla 11. Cantidad de fallas en UM-10.....	25
Tabla 12. Cantidad de fallas en UM-11.....	25
Tabla 13. Cantidad de fallas en UM-12.....	26
Tabla 14. Cantidad de fallas en UM-13.....	26
Tabla 15. Cantidad de fallas en UM-14.....	26
Tabla 16. Cantidad de fallas totales en el pavimento flexible – avenida General Hoyos Rubio.....	27
Tabla 17. Resumen de estudio de mecánica de suelos.....	32
Tabla 18. Conteo vehicular – IMDa – IMDs según el tipo de vehículo.....	33
Tabla 19. Ejes equivalentes según el tipo de vehículo.....	34
Tabla 20. Cálculo de ESAL.....	34
Tabla 21. Resumen de las variables de la ecuación para el diseño del pavimento rígido según AASHTO 93.....	35
Tabla 22. Slump del concreto.....	37
Tabla 23. Resumen de ensayos a compresión a los 14 y 28 días, con adición de fibra de polipropileno.....	42
Tabla 24. Resumen de ensayos a flexión a los 14 y 28 días, con adición de fibra de polipropileno.....	47
Tabla 25. Resumen de ensayos a flexión a los 14 y 28 días, con adición de fibra de polipropileno.....	50
Tabla 26. Resumen de ensayos a flexión a los 14 y 28 días, con adición de fibra de polipropileno.....	51

## ÍNDICE DE FIGURAS

Figura 1. Índice de condición del pavimento, escala de clasificación y colores sugeridos.....	9
Figura 2. Capa de refuerzo con hormigón no adherido de pavimento asfálticos.....	12
Figura 3. Ubicación del proyecto de investigación, avenida General Hoyos Rubio.....	20
Figura 4. Contenido de arena de la calicata 1 y calicata 2, expresada en porcentaje.....	28
Figura 5. Contenido de finos de la calicata 1 y calicata 2, expresada en porcentaje.....	29
Figura 6. Contenido de humedad de la calicata 1 y calicata 2, expresada en porcentaje .....	29
Figura 7. Óptimo contenido de humedad de la calicata 1 y calicata 2, expresada en porcentaje...30	
Figura 8. Máxima densidad seca de la calicata 1 y calicata 2.....	30
Figura 9. Máxima densidad seca al 95% de la calicata 1 y calicata 2.....	31
Figura 10. California bearing ratio de la calicata 1 y calicata 2.....	31
Figura11. Dosificación del volumen por bolsa de cemento pie <sup>3</sup> , para mezcla de concreto f'c= 280 kg/cm <sup>2</sup> .....	36
Figura12. Resistencia a la compresión a los 14 y 28 días, para mezcla de concreto f'c= 280 kg/cm <sup>2</sup> sin adición de fibra de polipropileno.....	38
Figura 13. Resistencia a la compresión a los 14 y 28 días, para mezcla de concreto f'c= 280 kg/cm <sup>2</sup> con adición de 200 gr de Fpp/m <sup>3</sup> .....	39
Figura 14. Resistencia a la compresión a los 14 y 28 días, para mezcla de concreto f'c= 280 kg/cm <sup>2</sup> con adición de 400 gr de Fpp/m <sup>3</sup> .....	40
Figura 15. Resistencia a la compresión a los 14 y 28 días, para mezcla de concreto f'c= 280 kg/cm <sup>2</sup> con adición de 600 gr de Fpp/m <sup>3</sup> .....	41
Figura 16. Resistencia a la flexión a los 14 y 28 días, para mezcla de concreto f'c= 280 kg/cm <sup>2</sup> sin adición de fibra de polipropileno.....	43
Figura 17. Resistencia a la flexión a los 14 y 28 días, para mezcla de concreto f'c= 280 kg/cm <sup>2</sup> con adición de 200 gr de Fpp/m <sup>3</sup> .....	44
Figura 18. Resistencia a la flexión a los 14 y 28 días, para mezcla de concreto f'c= 280 kg/cm <sup>2</sup> con adición de 400 gr de Fpp/m <sup>3</sup> .....	45
Figura 19. Resistencia a la flexión a los 14 y 28 días, para mezcla de concreto f'c= 280 kg/cm <sup>2</sup> con adición de 600 gr de Fpp/m <sup>3</sup> .....	46

## RESUMEN

El presente proyecto de investigación tiene como objetivo determinar la influencia de la técnica Whitetopping en la rehabilitación del pavimento flexible de la avenida General Hoyos Rubio, Villa María del Triunfo. La metodología para el proyecto de investigación, se trabajó bajo un enfoque cuantitativo con un tipo de investigación aplicada y un diseño experimental. Se realizó una evaluación del pavimento con el objetivo de determinar la condición actual y las fallas presentes, además de ello, se elaboró un estudio de mecánica de suelos y estudio de tráfico con el fin de realizar el diseño de la sobrecarpeta Whitetopping, Se realizó una recopilación de estudios referentes al diseño de mezcla del concreto, ensayos de compresión y flexión con adiciones de fibra de polipropileno. Se obtuvo como resultados un índice de condición del pavimento de 32.5, de acuerdo al estudio de mecánica de suelos se determinó un CBR promedio de 21.95%, para el diseño de la sobrecarpeta de concreto Whitetopping  $f'c = 280 \text{ kg/cm}^2$ , se determinó que la dosificación para 1 pie<sup>3</sup> de cemento, 2.536 pie<sup>3</sup> de agregado grueso, 1.816 pie<sup>3</sup> de agregado fino y 17.330 Lt de agua, se calculó un espesor de losa de concreto de 13 cm.

**Palabras clave:** whitetopping, pavimento flexible, evaluación superficial.

## ABSTRACT

The objective of this research project is to determine the influence of the Whitetopping technique in the rehabilitation of the flexible pavement of General Hoyos Rubio Avenue, Villa María del Triunfo. The methodology for the research project was worked under a quantitative approach with a type of applied research and an experimental design. An evaluation of the pavement was carried out in order to determine the current condition and the present faults, in addition to this, a study of soil mechanics and traffic study was elaborated in order to carry out the design of the Whitetopping overlay. compilation of studies carried out regarding the design of concrete mix, compression and bending tests with polypropylene fiber additions. The results were a pavement condition index of 32.5, according to the soil mechanics study, an average CBR of 21.95% was determined, for the design of the concrete overlay Whitetopping  $f'c = 280 \text{ kg / cm}^2$ , it was determined since the dosage for 1 ft<sup>3</sup> of cement, 2,536 ft<sup>3</sup> of coarse aggregate, 1,816 ft<sup>3</sup> of fine aggregate and 17,330 Lt of water, a concrete slab thickness of 13 cm was calculated.

**Keywords:** whitetopping, flexible pavement, surface evaluation.



## I. INTRODUCCIÓN

La realización de pavimentos es de suma trascendencia debido a que favorece el crecimiento socio – económico de un país, por ello es de gran importancia que la carretera durante su vida útil presente un comportamiento óptimo y acorde a lo diseñado o previsto, esto conlleva a la elaboración de un estudio a fin de conocer el estado actual de la vía. Si bien existen diversos procedimientos, se empleará el método Índice de condición del pavimento, según la Sociedad Estadounidense para Pruebas y Materiales (2020) indicaron que dicho método otorga una medida del estado de la vía acorde a las fallas observadas, además permite la identificación de las intervenciones necesarias de reparación.

El distrito de Villa María del Triunfo en los últimos años ha tenido un incremento en lo que respecta a infraestructura vial, pero se ha observado que ciertas carreteras muestran características desfavorables o indicios que a futuro incrementen y sean perjudiciales para la circulación del transporte. Existiendo diversas causas tales como la antigüedad de la vía, inadecuado diseño estructural, déficit en el desarrollo constructivo, materiales carentes de calidad, sobrecargas debido a vehículos pesados y demás.

Es por ello la realización del proyecto de investigación en la avenida General Hoyos Rubio, una vía que desde su construcción no ha sido sometida a ningún tipo de mantenimiento, resultando perjudicial para el usuario y población aledaña. Con el fin de otorgar una solución eficiente y haciendo uso de nuevas tecnologías, se utilizará el método Whitetopping, el cual consiste en la colocación de una carpeta de concreto sobre el pavimento flexible, tal como Seehra (2020) indicó que la superposición de concreto se emplea habitualmente cuando los huecos o baches son frecuentes en pavimentos flexibles. Los revestimientos de hormigón ofrecen el potencial de una vida útil prolongada, una mayor capacidad estructural y funcional, menores requisitos de mantenimiento y menores costos de ciclo de vida.

En la presente investigación se desarrolló en primer lugar la evaluación del pavimento de la avenida General Hoyos Rubio mediante la aplicación de la Norma ASTM D6433-20, en la cual se determinó la condición actual de la vía, los tipos de fallas y su respectivo grado de severidad. Habiéndose determinado dicha información, mediante la técnica del Whitetopping se propuso la rehabilitación del pavimento, el diseño de la sobrecarpeta de concreto a través del método ASSHTO 93, por último, se recopiló información referente al diseño de mezcla, ensayos a compresión y flexión del tipo de concreto de la sobrecarpeta, con adiciones de fibra de polipropileno.

En base a la realidad problemática, se estableció el siguiente problema general: ¿Cómo influye la utilización de la técnica Whitetopping en la rehabilitación del pavimento flexible de la avenida General Hoyos Rubio, Villa María del Triunfo?

Asimismo, se planteó los siguientes problemas específicos: ¿Cuál es el estado actual del pavimento de la avenida General Hoyos Rubio, Villa María del Triunfo?

¿Cuáles son las fallas existentes en el pavimento de la avenida General Hoyos Rubio, Villa María del Triunfo?

¿Cuáles son las propiedades mecánicas del suelo para el diseño del Whitetopping en el pavimento de la avenida General Hoyos Rubio, Villa María del Triunfo?

¿Cuál es la dosificación del concreto para el diseño del Whitetopping en el pavimento de la avenida General Hoyos Rubio, Villa María del Triunfo?

¿Cuáles son los efectos en el comportamiento mecánico de un concreto con adición de fibras de polipropileno en el diseño del Whitetopping en el pavimento de la avenida General Hoyos Rubio, Villa María del Triunfo?

La investigación tiene justificación teórica, puesto que se desarrolló la norma ASTM D6433-20, mediante el cual se obtuvo el estado operativo del pavimento de la avenida General Hoyos Rubio y los tipos de daños presentes, además de ello se contribuyó al conocimiento acerca del método Whitetopping para la rehabilitación de pavimentos. Sánchez (2017) explicó que el método PCI proporciona la evaluación de pavimentos rígidos y flexibles, significando un indicador de la integridad estructural de la vía y de la condición operativa del pavimento.

Respecto a la justificación social, determinado el estado operativo de la vía e identificado las fallas, se utilizó el método Whitetopping para una adecuada rehabilitación del pavimento, sumado a ello, la presente investigación significa un análisis eficiente de reducido costo y tiempo, la cual contribuye para que las entidades correspondientes la empleen como referencia en trabajos de mejoramiento o complemento para estudios exhaustivos, beneficiando principalmente al usuario y población aledaña.

La justificación económica para la investigación de acuerdo a la utilización del método Whitetopping como propuesta de rehabilitación, presentó un beneficio económico puesto que dicho método emplea una capa de concreto sobre el pavimento flexible, lo cual garantiza una mayor durabilidad y a su vez, Ureta (2018) indicó que la utilización de un pavimento asfáltico conlleva una inversión inicial menor en comparación a un pavimento rígido, sin embargo en el aspecto del rendimiento, el pavimento de concreto posee un mayor tiempo estimado de vida útil e implica menores gastos de mantenimiento, en conclusión un pavimento rígido posee un mayor costo inicial, pero un ahorro significativo a los largo de su vida de servicio.

La investigación presentó justificación práctica puesto que existe la necesidad de mejorar el pavimento de la avenida General Hoyos Rubio, asimismo se propone la utilización del método Whitetopping como una solución adecuada a la problemática existente. García, Luna y Orta (2019) indicaron que el método Whitetopping es una tecnología utilizada en diversos estados desarrollados, otorgando un restablecimiento de la condición de servicio de las carreteras de forma práctica y con una inversión menor en comparación a una reconstrucción.

Se determinó por objetivo general: Determinar la influencia de la técnica Whitetopping en la rehabilitación del pavimento flexible de la avenida General Hoyos Rubio, Villa María del Triunfo.

En base al objetivo general establecido, se planteó por objetivos específicos:

Determinar el estado actual del pavimento de la avenida General Hoyos Rubio, Villa María del Triunfo.

Identificar las fallas existentes en el pavimento de la avenida General Hoyos Rubio, Villa María del Triunfo.

Analizar las propiedades mecánicas del suelo para el diseño del Whitetopping en el pavimento de la avenida General Hoyos Rubio, Villa María del Triunfo.

Determinar la dosificación del concreto para el diseño del Whitetopping en el pavimento de la avenida General Hoyos Rubio, Villa María del Triunfo.

Establecer los efectos en el comportamiento mecánico de un concreto con adición de fibras de polipropileno en el diseño del Whitetopping en el pavimento de la avenida General Hoyos Rubio, Villa María del Triunfo.

## II. MARCO TEÓRICO

Respecto a los antecedentes nacionales investigados son: Correa y del Carpio (2019) evaluaron la vía mediante el método PCI con el fin de proponer intervenciones de acuerdo con los resultados obtenidos. Se utilizó como muestra el pavimento del jirón Los Incas, ubicado entre las avenidas D y Andrés Avelino Cáceres. Se concluyó que el sector 1 requiere una rehabilitación, el sector 2 un mantenimiento rutinario y periódico, por último, el sector 3 un mantenimiento rutinario. Se recomienda a la Municipalidad Provincial de Piura, desarrollar y ejecutar un plan de mantenimiento, con el propósito de prevenir el agravamiento de las fallas en el pavimento.

LLonquecha y Quispe (2019) desarrolló la técnica de restauración Whitetopping en la evaluación del pavimento asfáltico de avenida Central de San Juan de Lurigancho. Se utilizó como muestra 1km de la avenida Central, ubicado entre Cruz de Motupe y avenida Ampliación Oeste. Se obtuvo por conclusión para el diseño del pavimento de concreto por el método AASHTO 93, un espesor 6" con una resistencia de  $f'c=280$  kg/cm<sup>2</sup>. Se recomendó para que el método Whitetopping sea factible, los daños del pavimento existente deben ser únicamente superficiales, ya que servirá de soporte de la nueva carpeta de concreto.

Almeida y Santur (2019) aplicó el método Whitetopping en la evaluación del pavimento asfáltico del centro poblado Mallares – centro poblado Samán – Piura. La muestra utilizada fue el tramo localizado entre la progresiva 0+000 Km – 1+000 Km. Se concluyó mediante el estudio de mecánica de suelos y tráfico un espesor de 7 pulgadas con dimensiones de losa 3.50 x 3.50 m, con una resistencia de concreto de  $f'c= 280$  kg/cm<sup>2</sup>. Se recomendó que la aplicación de la sobrecarpeta Whitetopping se utilice en pavimentos asfálticos con una carpeta asfáltica mínima de 5 cm.

Rodríguez y Tacza (2018) proporcionaron opciones de intervención que mejoren la condición de la carretera. Se empleó como muestra el carril segregado del corredor Javier Prado, el cual se ubica entre las avenidas Los Frutales y La Molina, el cual consta de 828 m de largo y 3.5 m de ancho. El enfoque del estudio adopta un nivel de investigación descriptiva. Por conclusión, las intervenciones sugeridas refieren

a mantenimientos del tipo menor, correspondientes a los siguientes trabajos: bacheo superficial y profundo, sellado superficial y de grietas. Se recomienda realizar un plan de conservación vial, el cual consiste en una inspección constante de fallas y realización de un mantenimiento tipo preventivo.

Ureta (2018) propuso el método Whitetopping para la restauración de pavimentos flexibles en el distrito de Tacna. Se empleó de muestra las calles Modesto Molina y Arias y Aragüez. Se concluyó que el diseño de mezcla es un aspecto indispensable en la trabajabilidad y colocación del concreto, por lo que, factores como el slump, el aditivo y la cantidad de aire incorporado son fundamentales en el proceso de colocación de la sobrecarpeta de concreto. Se recomendó tener en cuenta la importancia del espaciamiento de juntas, las cuales contribuyen de manera segura en la transmisión de carga de losa a losa.

Watanabe y Cantuarias (2017) aplicaron la metodología PCI con el fin de proponer la intervención más apropiada. Se tomó como muestra la avenida Camino Real, de la urbanización La Rinconada, distrito de Trujillo. La investigación es de tipo descriptivo, no experimental. Por conclusión se determina que el pavimento en estudio posee un estado excelente, con valor PCI de 87.52. Se recomendó la realización de una intervención inmediata por parte de las entidades encargadas, con el propósito de prevenir que las fallas acrecienten.

Leguía y Pacheco (2016) evaluaron superficialmente la carretera mediante el método PCI. La muestra utilizada son las avenidas Cincuentenario, Colón y Miguel Grau. Se obtuvo por conclusión que la condición de la avenida Cincuentenario es regular, presentando índice de condición de 51.84, la avenida Colón y Miguel Grau un estado bueno, con un índice de 59.29. Se recomendó a la Municipalidad distrital de Huacho realizar una intervención inmediata de aquellas vías que se encuentren en mal estado.

De igual manera, los antecedentes internacionales son: Zárate (2019) determinó los factores que originan el desgaste prematuro en el pavimento de la vía Biblián – Zhud, y desarrolló propuestas de solución. Se estudió la documentación perteneciente a la vía y evaluó mediante el método PCI. Por conclusión se obtuvo las causas para el deterioro temprano, entre ellas la ineficiente calidad del drenaje,

la ausencia de mantenimiento, la omisión de diversos parámetros de diseño. Se recomendó el sellado de grietas como acción inmediata preventiva frente al aumento de fallas en el pavimento.

García, Luna y Orta (2019) aplicó el método Whitetopping en la vía Circuito Sur - Topes de Collantes. Se utilizó como muestra 1.5km de la vía. Se diseñó un pavimento de 20cm de espesor, el hormigón de 30 MPa y el proceso de compactación mediante vibradores de inmersión. Por conclusión, se logró reducir los costos totales al aumentarse significativamente la vida útil del pavimento en el tramo de carretera entre 15 y 20 años, aumentarse el ciclo inter reparatorio, en comparación con la utilización de la técnica usualmente empleada de recapeo del pavimento flexible.

Duque, Orrego y Vásquez (2019) evaluó el cemento como aditivo estabilizante en la capa de subrasante para la vía Llano Grande. Se estudió la subrasante con el propósito de mejorar el comportamiento mediante la estabilización con cemento. Se llegó a la conclusión, mediante ensayos de resistencia, que el porcentaje óptimo de cemento de mayor eficiencia fue de 13%. Se recomendó tener sumo cuidado con el porcentaje de humedad previo a realizar la estabilización, en caso de material que presente mayor cohesividad se trabaja con un 30% de humedad mínima, en material más friccionante se sugiere un 40% mínimo de humedad.

González (2018) optimizó la reparación de las vías, utilizando los procedimientos más apropiados de restauración. Se utilizó como muestra las fallas de ahuellamiento y bache en el pavimento flexible. Se concluye que existen 3 posibles soluciones para las fallas en estudio; reparación en todo el espesor, repavimentación con hormigón y, reposición de carpeta asfáltica y base granular. Respecto a los procedimientos de restauración más económicos, para la falla de bache es la reparación de todo el espesor y para el ahuellamiento, es la restitución de capa asfáltica y base granular.

Los conceptos relacionados al proyecto de investigación. De acuerdo con la investigación, la avenida en estudio posee un pavimento flexible. Según la Dirección General de Reglamentos y Sistemas (2016) explicaron que los pavimentos flexibles se encuentran constituidos por una carpeta asfáltica situada sobre la base y subbase, la cuales se encuentran compuestas por elementos granulares o estabilizaciones mediante cal, material bituminoso, cemento, etc.

Las capas que conforman un pavimento flexible

Superficie de rodadura, según Loría (2017) explicó que la carpeta asfáltica es la capa exterior en fricción con el tráfico, soporta las cargas vehiculares, otorga una superficie uniforme, impermeable y resistente al deslizamiento.

Base, según Saravia y Vejarano (2019) indicaron que es la capa de material pétreo construida sobre la subbase, proporciona un apoyo uniforme a la carpeta asfáltica y rigidez necesaria para prevenir deformaciones desproporcionadas, además de ello drenar el agua que se pueda infiltrar e impedir el ascenso capilar del agua.

Sub-base, González (2018) dijo que es una capa granular que funciona como filtro para que las fracciones de material fino no ingresen perjudicando la subrasante, la subbase transfiere aún más disgregadas las cargas que intervienen en el pavimento.

Subrasante, según Duque, Vásquez y Orrego (2019) explicaron que puede estar constituida por suelos en estado natural o con ciertos trabajos de estabilización, de la calidad de la subrasante depende que los espesores en el pavimento sean de menor tamaño.



Respecto al método Índice de Condición del Pavimento. La Sociedad Estadounidense para Pruebas y Materiales (2020) indicaron que es un índice numérico del estado de la vía, que varía de cero a 100, con cero siendo el pésimo estado y 100 el mejor posible. El PCI proporciona los procedimientos de conservación conforme al estado del pavimento.



*Figura 1.* Índice de condición del pavimento, escala de clasificación y colores sugeridos. Adaptado de “Standard Practice for Roads and Parking Lots Pavement Condition Index Surveys”, por Sociedad Estadounidense para Pruebas y Materiales, 2020, p. 2.

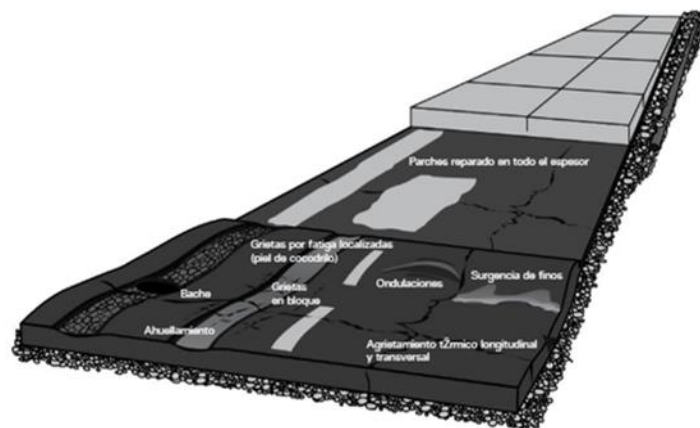
La Sociedad Estadounidense para Pruebas y Materiales (2020) describió las fallas situadas en un pavimento flexible.

1. Piel de cocodrilo: Corresponde a un conjunto de grietas, la cuales se originan por fatiga de la capa asfáltica, debido a las cargas reiterativas de tránsito. Dichas grietas se juntan creando un modelo similar a la piel de cocodrilo.
2. Exudación: Es una capa fina de componente bituminoso, se localiza en el estrato exterior de la vía y presenta un aspecto brillante, reflectante y habitualmente viscoso. Esta falla se produce por demasía de asfalto en la mezcla, colocación excesiva de un sellante asfáltico o una mínima capacidad de vacíos de aire.

3. Agrietamiento en bloque: Son una serie de grietas asociadas, que seccionan la vía en fragmentos semejantes a un rectángulo. Los bloques modifican sus dimensiones en un rango de 0.30 m x 0.3 m a 3.0 m x 3.0 m.
4. Abultamientos y Hundimientos: Los abultamientos responden a reducidos levantamientos situados en la capa exterior del pavimento. Los hundimientos consisten en desplazamientos en dirección a los estratos inferiores del pavimento.
5. Corrugación: Consiste en una serie de ondas y crestas, las cuales presentan habitualmente un espaciamiento menor a los 3 metros. Dichas fallas se presentan en dirección perpendicular a la circulación vehicular, principalmente son originadas por las cargas reiterativas de tránsito y un estado inadecuado del pavimento.
6. Depresión: Se encuentran en la capa exterior de la vía, presentando un nivel levemente menor al del pavimento. En la mayoría de los casos, las depresiones suaves son notorias luego de las precipitaciones pluviales, debido a que se forma un estancamiento de agua. La falla se produce debido a una construcción deficiente o al asentamiento de la subrasante.
7. Grietas de borde: Se encuentran paralelas y, usualmente se ubican a una longitud entre 0.30 y 0.60 m del margen del pavimento. Este daño incrementa a causa de las cargas vehiculares, se origina normalmente por el desgaste producido por factores climatológicos.
8. Grieta de reflexión de junta: Se manifiestan en carreteras conformadas por una superficie asfáltica sobre losas de concreto. Es originado debido al desplazamiento de la losa, producto de variaciones en humedad o temperatura.
9. Desnivel carril/berma: Es la desigualdad entre el nivel de la berma y el margen de la carretera.
10. Grietas transversales y longitudinales: Las grietas longitudinales se ubican en sentido del tránsito vial, por otra parte, las grietas transversales se encuentran perpendiculares al eje del pavimento.
11. Parcheo: Se produce cuando una sección de la losa es retirada y cambiada por un elemento nuevo.

12. Pulimiento de agregados: Esta falla se produce por la atribución reiterativa de cargas producto del tránsito vehicular. En la situación que los agregados mediante el tacto se sienten lisos, reduce la adherencia con las ruedas de los vehículos.
13. Huecos: Son pequeños hundimientos ubicados en la capa exterior de la vía, tiene forma de tazón y poseen frecuentemente un diámetro menor a 0.90 m. Las dimensiones de los huecos incrementan producto del almacenamiento de agua en el mismo.
14. Cruce de vía férrea: Las fallas debido a la presencia de vía férrea se determinan por hundimiento o protuberancia próximos a los rieles.
15. Ahuellamiento: Consiste de un hundimiento en la extensión de las huellas de las llantas. Se presenta una elevación de la vía alrededor de la falla. Un ahuellamiento de gran consideración posiblemente derive a una deficiencia estructural de la carretera.
16. Desplazamiento: Es un deslizamiento horizontal de la capa exterior del pavimento. La falla se produce debido al empuje vehicular contra la vía. Ocurre en carreteras con mezcla de asfalto líquida o cuando pavimentos de asfalto confinan pavimentos de concreto.
17. Grieta parabólica: Son grietas de similar apariencia a una media luna. Se originan en el momento del frenado o giro del vehículo, provocando un desplazamiento de la capa superficial de la vía. La falla sucede por deficiencia en la mezcla asfáltica o inadecuada adherencia entre la carpeta asfáltica y el estrato inferior.
18. Hinchamiento: Es un tipo de curvatura, la cual sobresale de la capa exterior de la vía, una onda extensa y continua de un largo mayor a 3 m. Frecuentemente, esta falla se presenta junto a un agrietamiento superficial.
19. Desprendimiento de agregados: Consiste en la pérdida de material de la carpeta asfáltica, producto de elementos disgregados del pavimento o deficiencia del ligante asfáltico.
20. Meteorización: El desgaste del aglutinante de asfalto y la matriz de agregado fino.

Se realizó como propuesta de rehabilitación, la utilización del método Whitetopping de capa de refuerzo no adherida, según American Concrete Pavement Association (ACPA, 2014) indicó que la finalidad de la sobrecarpeta de concreto no adherida es restablecer el rendimiento estructural de un pavimento existente que posee un estado de desperfecto entre regular y severo. La utilización de sobrecarpeta no adherida son consideradas métodos de rehabilitación, la terminación no adherida implica significa simplemente que la adherencia de la capa de concreto y el pavimento inferior no es indispensable para alcanzar el comportamiento estimado; es decir, dicha capa de refuerzo no incluye al pavimento subyacente como elemento estructural de la carpeta superficial. En consecuencia, la sobrecarpeta whitetopping actúa como un pavimento nuevo, mientras que el pavimento actual otorga una base soporte.



*Figura 2.* Capa de refuerzo con hormigón no adherido de pavimento asfálticos. Adaptado de “Guide to Concrete Overlays” por American Concrete Pavement Association, 2014, p. 38.

Actualmente existen 3 tipos de Whitetopping de acuerdo al espesor de la sobrecarpeta de concreto. En pavimentos completamente dañados que requieran una rehabilitación mayor, propone el whitetopping convencional con un espesor de sobrecarpeta de concreto de 20 centímetros a más. En pavimentos donde no se encuentren daños estructurales severos, sugiere una capa delgada con un espesor entre 10 y menor a 20 cm. De acuerdo a pavimentos que requieran un mantenimiento preventivo, recomienda una capa ultradelgada que presenta de 5 a 10 cm de espesor (“Construcción Latinoamericana”, 2019)

García et al. (2019) indicó las ventajas que presenta el método Whitetopping:

- Es aplicable a pavimentos flexibles que muestren daños a nivel de la carpeta de rodadura, necesiten algún tipo de rehabilitación o retiro total de la carpeta superficial.
- La capa de concreto otorga una superficie más resistente y perdurable, donde los esfuerzos a los que es sometido no producen surcos ni deformaciones, se conservan altos estándares de fricción entre el pavimento y el vehículo.
- Respecto a los costos, la sobrecarpeta de concreto posee un costo total inferior en comparación a una restauración mediante capas asfálticas, esto incluye la etapa de construcción y los trabajos periódicos de mantenimiento.
- El tiempo estimado de servicio aumenta en 15 o 20 años, incluyendo que las actividades de conservación son mínimas.
- En circunstancias desfavorables mejora la luminosidad del pavimento.
- La losa de concreto es capaz de conservar superiormente y con mayor margen de seguridad los esfuerzos a los que es sometido producto del tráfico.
- Las cualidades de la capa de concreto como la dureza y su capacidad de resistencia ante lubricantes y combustibles, los considera adecuados para conservar una carpeta superficial en correctas condiciones.
- Es una técnica que puede tener una ejecución más rápida que la tradicional.

Las fibras de polipropileno, según Cuenca y Solórzano (2018) es una fibra sintética de alta tenacidad, compuesta por la fusión de monofilamentos reticulados y enrollados. En el proceso de mezclado se fraccionan aleatoriamente en el concreto originando una red tridimensional sistemática. El uso de estas fibras reemplaza a la armadura que tiene por función recibir las tensiones que se producen en el proceso de fraguado, otorgando rendimientos considerables, como resistencia al impacto, menor desarrollo de fisuras por retracción, mayor índice de tenacidad del concreto y un beneficio notable respecto a la resistencia a la tracción y a la comprensión, disminuye la fragilidad y no perjudica el procedimiento de hidratación del cemento.

De acuerdo a un concreto reforzado con fibras, según Blazy y Blazy (2021) el hormigón reforzado con fibras es un material compuesto cementoso con un refuerzo disperso en forma de fibras. Las fibras de polipropileno tienen influencia en las características mecánicas y físicas del concreto, como la trabajabilidad; módulo de elasticidad; resistencia a la tracción, flexión, compresión y abrasión; tenacidad; impacto; absorción de agua; porosidad y permeabilidad. Las fibras de polipropileno son muy efectivas en la reducción de las grietas por contracción plástica en los primeros días de vida del concreto y mejoran significativamente el comportamiento post-agrietamiento del concreto.

### **III. METODOLOGÍA**

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

El presente proyecto de investigación es de tipo aplicada, según los especialistas de la Biblioteca Duoc UC (2018) explicaron que las investigaciones que tengan como objetivo la utilización de conocimientos o teorías para dar respuesta a un problema o necesidad concreta será de tipo aplicada”

La investigación es aplicada ya que el presente proyecto posee como propósito la utilización de la normativa ASTM D6433-20 y la aplicación del método Whitetopping como propuesta de rehabilitación del pavimento y mediante ello plantear soluciones a la problemática de la transitabilidad vehicular en el pavimento de la avenida General Hoyos Rubio

El enfoque cuantitativo, según Cadena, Rendón, Aguilar, Salinas, de la Cruz y Sangerman (2017) son los hechos o sucesos que se necesitan investigar mediante procedimientos verificables, cuantificación y se dan a conocer o se utilizan de alguna manera.

En la presente investigación la recolección de información se realiza a través del conteo y la medición, el cálculo de la condición del pavimento y el diseño del Whitetopping mediante un cálculo numérico. Además de ello, mediante el estudio de mecánica de suelos se obtuvieron datos cuantificables.

La investigación pertenece a un diseño experimental ya que mediante el estudio de la subrasante se realizó el diseño de la sobrecarpeta de concreto. Ureta (2018) desarrolló una investigación experimental, ya que planificó realizar un diseño a través de la utilización de las variables con el propósito de desarrollar los objetivos del proyecto de investigación.

A su vez, corresponde a un diseño transversal descriptivo, ya que la toma de datos respecto a dichas fallas se realiza en momento dado. Tal como Manterola, Quiroz, Salazar y García (2018) explicaron que los estudios de corte transversal se caracterizan principalmente donde la recopilación de datos se efectúa en momento determinado, donde no se realizan diversas etapas de análisis u observación.

### **3.2. Variables y operacionalización**

Evaluación del pavimento flexible: Variable independiente, que concierne a un enfoque de investigación cuantitativa.

Rehabilitación mediante el método Whitetopping: Variable dependiente, la cual pertenece a un enfoque de investigación cuantitativa.

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

Población: Según Danel (2015) indicó que es el conjunto del cual vamos a obtener conclusiones y sobre el que realizaremos inferencias.

Se determina que la población es el pavimento flexible de la avenida General Hoyos Rubio, situada en el distrito de Villa María del Triunfo. Constituido por 1 calzada, la cual posee 2 carriles.

El pavimento consta de una longitud de 561 m y un ancho de 6.10 m, resultando un área total de  $3,422.10 m^2$ .

Muestra: Según Ventura (2017) definió que una muestra es entendida como un subconjunto de la población conformado por unidades de análisis.

La muestra utilizada es el total de la población.

Muestreo: Según Manterola y Otzen (2017) indicaron que, en las técnicas de muestreo de tipo no probabilístico, la elección de los elementos a estudiar se encuentra sujeto a ciertos aspectos, apreciaciones que el autor estime.

Se empleó la técnica de muestreo no probabilístico, ya que se evaluó el total y de forma directa los daños presentes en la avenida General Hoyos Rubio.

### **3.4. Técnicas e instrumentos de recolección de datos**

Las técnicas empleadas para la investigación son: la encuesta, la observación y recopilación de estudios previos.

De acuerdo con los instrumentos empleados, se empleó la encuesta de ficha de observación de campo, la cual se valida mediante la norma ASTM D6433-20 (Práctica estándar para encuestas de índice de condición de pavimento de caminos y estacionamientos).

A su vez, el estudio de la subrasante contribuirá al diseño de la sobrecarpeta de concreto.



### 3.5. Procedimientos

Los pasos que se llevaron a cabo para el desarrollo de la investigación:

- Estudios previos

Estudio de tráfico.

Estudio de mecánica de suelos.

Mediciones de la vía.

- Evaluación del pavimento flexible y metodología Índice de Condición del Pavimento.

La Sociedad Estadounidense para Pruebas y Materiales (2020) explicaron los procedimientos a desarrollarse:

1. División del pavimento en unidades de muestra: Se fraccionó el total del pavimento en unidades de muestra. En caso de pavimentos flexibles, la sección de unidad de muestra tendrá un rango de  $225 \pm 90 m^2$ . Es conveniente que el total de las unidades de muestra sean de medidas similares para garantizar la precisión en el cálculo del PCI.
2. Determinación de las unidades de muestra a evaluar: Se inspeccionó el total de las unidades de muestra para determinar el Índice de condición del pavimento promedio de la sección. Además de ello, el muestreo total es deseable para determinar las cantidades de mantenimiento y reparación requeridas.
3. Registro de las patologías presentes en el pavimento: Se estableció la cantidad de fallas, de acuerdo con la clase y nivel de severidad, utilizando el instrumento de recolección de datos del Anexo 2.
4. Cálculo de la densidad de los daños: La cantidad de fallas calculada en el ítem anterior es dividida entre el área total de la unidad de muestra, el resultado se expresa en porcentaje.
5. Valores deducidos: Dependiendo de la clase de daño, se situó el grado de severidad y la densidad dentro de las curvas de valor deducido para pavimentos asfálticos, especificados en el Anexo 6.

6. Número máximo permisible de valores deducidos: Los valores deducidos hallados, se colocaron en orden descendente. Se calculó el número máximo permisible de valores deducidos empleando:

$$\text{Ecuación: } m = 1 + \frac{9}{98} (100 - \text{HDVi})$$

Donde:

m: Número máximo permisible de valores deducidos

HDVi: Valor deducido mayor

7. Valor deducido corregido máximo: Se determinó la cantidad de valores deducidos (q) superiores a 2. A su vez, se redujo a 2 el mínimo valor deducido mayor que 2, realizando nuevamente hasta conseguir q= 1.

Se calculo el valor deducido total (VDT) a través de la sumatoria de los valores deducidos obtenidos.

Se estableció el valor deducido corregido (CDV) haciendo uso del “VDT” y “q”, especificados en la curva de “CDV” del Anexo 7.

El valor deducido corregido máximo (CDV máx.) es el mayor “CDV”.

8. Índice de condición del pavimento

$$\text{Ecuación: } \text{PCI} = 100 - \text{CDV máx.}$$

Donde:

PCI: Índice de condición del pavimento

CDV máx.: Valor deducido corregido máximo

- Aplicación del método Whitetopping

Mediante los datos obtenidos del estudio la subrasante y el estudio de tráfico, se realizó el diseño de la sobrecarpeta de concreto mediante el método AASHTO 93. Habiéndose obtenido la resistencia diseño del concreto, se calculó la dosificación de mezcla y realizó comparativas del comportamiento del concreto, ensayos de compresión y flexión, con adiciones de fibra de polipropileno.

### **3.6. Método de análisis de datos**

Según Leguía y Pacheco (2016) indicaron que el procesamiento de la información se desarrolló mediante una hoja de cálculo siguiendo los lineamientos de la metodología PCI, y los resultados mediante gráficos de columnas, barras y tablas barras, empleando el programa Microsoft Excel.

El proceso y análisis de la información recolectada de campo, se desarrolló mediante una hoja de cálculo siguiendo el método establecido por la norma ASTM D6433-20 y el diseño del Whitetopping. Se utilizará el programa Microsoft Excel con el propósito de hacer factible el almacenamiento de la información y la elaboración de tablas y gráficos respecto a los resultados conseguidos.

### **3.7. Aspectos éticos**

La presente tesis principalmente respeta la propiedad intelectual de los autores como son las teorías y conocimientos, realizando adecuadamente el parafraseo, las citas textuales y referencias bibliográficas.

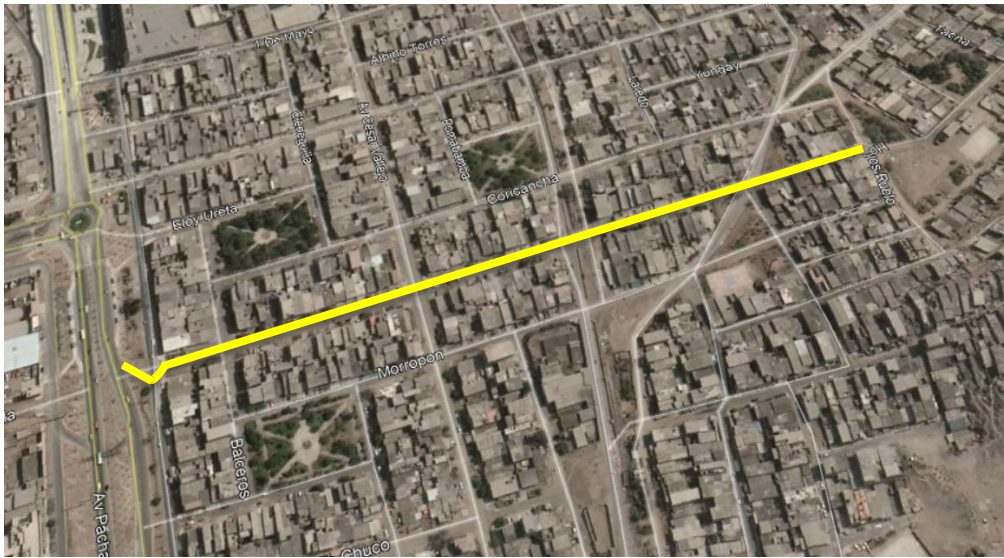
La investigación cumple con los principios de bioética, ya que mediante el desarrollo de la investigación se otorgará un beneficio, no provoca daño o perjuicio alguno, por último, busca proporcionar la seguridad y salud de las personas.

Además de ello, la investigación respeta íntegramente lo establecido en el código de ética del Colegio de Ingenieros del Perú.

## IV. RESULTADOS

### Ubicación

La zona donde se realizó la propuesta de rehabilitación mediante el método Whitetopping, se situó en el distrito de Villa María del Triunfo, provincia de Lima, departamento de Lima, específicamente limítrofe al distrito de Villa el Salvador.



*Figura 3.* Ubicación del proyecto de investigación, avenida General Hoyos Rubio. Adaptado de "Google Earth Pro".

### Característica de la zona de estudio

La vía está constituida por una calzada de 2 carriles, la cual presenta 561 m de longitud con 6.10 m de ancho, constituida por un pavimento flexible, se utilizó como muestra el total de la longitud, correspondiente a la avenida General Hoyos Rubio.

## Índice de Condición del Pavimento

Se evaluó el pavimento flexible de la avenida General Hoyos Rubio, el cual fue dividido en 14 unidades de muestra para la utilización de la metodología PCI.

Tabla 1

### Índice de Condición del Pavimento – avenida General Hoyos Rubio

Índice de Condición del Pavimento - avenida General Hoyos Rubio				
Unidad de muestra	Progresiva Inicial	Progresiva Final	Índice de Condición del Pavimento	Condición
UM-01	0+000	0+040	96	Excelente
UM-02	0+040	0+080	14	Muy malo
UM-03	0+080	0+120	8	Fallado
UM-04	0+120	0+160	8	Fallado
UM-05	0+160	0+200	8	Fallado
UM-06	0+200	0+240	8	Fallado
UM-07	0+240	0+280	9	Fallado
UM-08	0+280	0+320	10	Fallado
UM-09	0+320	0+360	63	Bueno
UM-10	0+360	0+400	52	Regular
UM-11	0+400	0+440	40	Malo
UM-12	0+440	0+480	78	Muy bueno
UM-13	0+480	0+520	15	Muy malo
UM-14	0+520	0+561	46	Regular
Índice de Condición promedio			32.5	Malo

*Nota.* Índice de condición del pavimento de cada unidad de muestra e índice de condición promedio de la avenida General Hoyos Rubio, el cual se obtiene un total de 32.5, ubicándose como un pavimento de estado Malo. Elaboración propia.

## Cantidad de fallas en las unidades de muestra

Se determinó la cantidad de fallas, de acuerdo al tipo y nivel de severidad localizadas en las 14 unidades de muestra del pavimento flexible de la avenida General Hoyos Rubio.

*Tabla 2*

*Cantidad de fallas en UM-01*

Unidad de muestra 01				
Fallas	Severidad	Medición	Cantidad	
Grietas longitudinales y transversales	baja	m	2.87	
Pulimiento de agregados	baja	m <sup>2</sup>	1.73	
Grieta parabólica	baja	m <sup>2</sup>	1.66	

*Nota.* Cantidad de fallas halladas en la unidad de muestra 1. Elaboración propia.

*Tabla 3*

*Cantidad de fallas en UM-02*

Unidad de muestra 02				
Fallas	Severidad	Medición	Cantidad	
Meteorización	media	m <sup>2</sup>	43.32	
Grieta de borde	media	m	10.06	
Piel de cocodrilo	media	m <sup>2</sup>	8.87	
Huecos	alta	und	6.00	
Grietas longitudinales y transversales	alta	m	6.83	
Grietas longitudinales y transversales	media	m	15.20	
Grieta de borde	alta	m	9.08	

*Nota.* Cantidad de fallas halladas en la unidad de muestra 2. Elaboración propia.

*Tabla 4*

*Cantidad de fallas en UM-03*

Unidad de muestra 03				
Fallas	Severidad	Medición	Cantidad	
Piel de cocodrilo	media	m <sup>2</sup>	10.78	
Piel de cocodrilo	baja	m <sup>2</sup>	9.74	
Meteorización	media	m <sup>2</sup>	20.13	
Grietas longitudinales y transversales	media	m	7.25	
Parcheo	media	m <sup>2</sup>	10.50	
Huecos	alta	und	9.00	
Grieta de borde	alta	m	44.35	

*Nota.* Cantidad de fallas halladas en la unidad de muestra 3. Elaboración propia.

*Tabla 5*

*Cantidad de fallas en UM-04*

Unidad de muestra 04				
Fallas	Severidad	Medición	Cantidad	
Desprendimiento de agregados	alta	m <sup>2</sup>	9.12	
Corrugación	alta	m <sup>2</sup>	11.71	
Huecos	media	und	5.00	
Grieta de borde	alta	m	16.30	
Huecos	alta	und	3.00	
Meteorización	media	m <sup>2</sup>	12.43	
Meteorización	alta	m <sup>2</sup>	9.25	

*Nota.* Cantidad de fallas halladas en la unidad de muestra 4. Elaboración propia.

*Tabla 6*

*Cantidad de fallas en UM-05*

Unidad de muestra 05				
Fallas	Severidad	Medición	Cantidad	
Grietas longitudinales y transversales	media	m	17.05	
Grietas longitudinales y transversales	alta	m	10.69	
Huecos	alta	und	6.00	
Huecos	media	und	10.00	
Meteorización	media	m <sup>2</sup>	29.17	
Grieta de borde	alta	m	14.08	

*Nota.* Cantidad de fallas halladas en la unidad de muestra 5. Elaboración propia.

*Tabla 7*

*Cantidad de fallas en UM-06*

Unidad de muestra 06				
Fallas	Severidad	Medición	Cantidad	
Grietas longitudinales y transversales	media	m	24.79	
Grietas longitudinales y transversales	baja	m	14.38	
Piel de cocodrilo	media	m <sup>2</sup>	20.28	
Huecos	media	und	6.00	
Huecos	alta	und	5.00	
Desprendimiento de agregados	media	m <sup>2</sup>	28.02	

*Nota.* Cantidad de fallas halladas en la unidad de muestra 6. Elaboración propia.

*Tabla 8*

*Cantidad de fallas en UM-07*

Unidad de muestra 07				
Fallas	Severidad	Medición	Cantidad	
Grietas longitudinales y transversales	media	m	7.36	
Grietas longitudinales y transversales	alta	m	25.73	
Huecos	media	und	9.00	
Meteorización	media	m <sup>2</sup>	22.46	
Piel de cocodrilo	media	m <sup>2</sup>	17.60	
Huecos	baja	und	4.00	

*Nota.* Cantidad de fallas halladas en la unidad de muestra 7. Elaboración propia.

*Tabla 9*

*Cantidad de fallas en UM-08*

Unidad de muestra 08				
Fallas	Severidad	Medición	Cantidad	
Piel de cocodrilo	media	m <sup>2</sup>	23.23	
Grietas longitudinales y transversales	media	m	21.22	
Grietas longitudinales y transversales	alta	m	13.97	
Parqueo	baja	m <sup>2</sup>	18.26	
Huecos	media	und	10.00	
Huecos	baja	und	4.00	
Agrietamiento en bloque	baja	m <sup>2</sup>	8.45	

*Nota.* Cantidad de fallas halladas en la unidad de muestra 8. Elaboración propia.



*Tabla 10*

*Cantidad de fallas en UM-09*

Unidad de muestra 09				
Fallas	Severidad	Medición	Cantidad	
Meteorización	baja	m <sup>2</sup>	12.15	
Grietas longitudinales y transversales	baja	m	8.30	
Huecos	baja	und	2.00	
Piel de cocodrilo	baja	m <sup>2</sup>	13.47	

*Nota.* Cantidad de fallas halladas en la unidad de muestra 9. Elaboración propia.

*Tabla 11*

*Cantidad de fallas en UM-10*

Unidad de muestra 10				
Fallas	Severidad	Medición	Cantidad	
Parqueo	baja	m <sup>2</sup>	2.44	
Parqueo	media	m <sup>2</sup>	3.75	
Grietas longitudinales y transversales	baja	m	8.52	
Piel de cocodrilo	baja	m <sup>2</sup>	11.95	
Huecos	baja	und	6	

*Nota.* Cantidad de fallas halladas en la unidad de muestra 10. Elaboración propia.

*Tabla 12*

*Cantidad de fallas en UM-11*

Unidad de muestra 11				
Fallas	Severidad	Medición	Cantidad	
Grietas longitudinales y transversales	baja	m	6.40	
Piel de cocodrilo	baja	m <sup>2</sup>	9.49	
Meteorización	baja	m <sup>2</sup>	10.21	
Huecos	baja	und	7.00	
Parqueo	baja	m <sup>2</sup>	8.86	
Piel de cocodrilo	media	m <sup>2</sup>	8.19	

*Nota.* Cantidad de fallas halladas en la unidad de muestra 11. Elaboración propia.

*Tabla 13*

*Cantidad de fallas en UM-12*

Unidad de muestra 12			
Fallas	Severidad	Medición	Cantidad
Meteorización	baja	m <sup>2</sup>	12.66
Piel de cocodrilo	baja	m <sup>2</sup>	6.68
Meteorización	media	m <sup>2</sup>	3.60

*Nota.* Cantidad de fallas halladas en la unidad de muestra 12. Elaboración propia.

*Tabla 14*

*Cantidad de fallas en UM-13*

Unidad de muestra 13			
Fallas	Severidad	Medición	Cantidad
Huecos	media	und	16.00
Meteorización	media	m <sup>2</sup>	26.07
Piel de cocodrilo	baja	m <sup>2</sup>	14.84
Grieta de borde	media	m	4.75
Parqueo	baja	m <sup>2</sup>	9.86

*Nota.* Cantidad de fallas halladas en la unidad de muestra 13. Elaboración propia.

*Tabla 15*

*Cantidad de fallas en UM-14*

Unidad de muestra 14			
Fallas	Severidad	Medición	Cantidad
Piel de cocodrilo	media	m <sup>2</sup>	11.07
Parqueo	media	m <sup>2</sup>	14.15
Meteorización	media	m <sup>2</sup>	18.14
Piel de cocodrilo	baja	m <sup>2</sup>	11.14

*Nota.* Cantidad de fallas halladas en la unidad de muestra 14. Elaboración propia.

Cantidad de daños presentes en el total del pavimento asfáltico de la avenida General Hoyos Rubio.

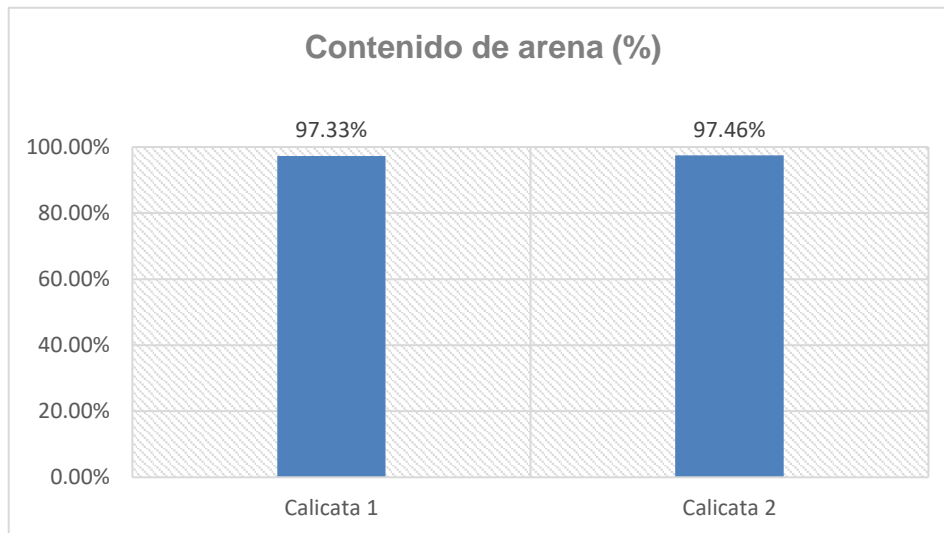
*Tabla 16*

*Cantidad de fallas totales en el pavimento flexible – avenida General Hoyos Rubio*

Fallas Totales en el pavimento flexible – avenida General Hoyos Rubio				
Fallas	Severidad	Medición	Cantidad	
Piel de cocodrilo	baja	m <sup>2</sup>	77.31	
Piel de cocodrilo	media	m <sup>2</sup>	100.02	
Agrietamiento en bloque	baja	m <sup>2</sup>	8.45	
Corrugación	alta	m <sup>2</sup>	11.71	
Grieta de borde	media	m	14.81	
Grieta de borde	alta	m	83.81	
Grietas longitudinales y transversales	baja	m	40.47	
Grietas longitudinales y transversales	media	m	92.87	
Grietas longitudinales y transversales	alta	m	57.22	
Parcheo	baja	m <sup>2</sup>	39.42	
Parcheo	media	m <sup>2</sup>	28.4	
Pulimiento de agregados	baja	m <sup>2</sup>	1.73	
Huecos	baja	und	23	
Huecos	media	und	56	
Huecos	alta	und	29	
Grieta parabólica	baja	m <sup>2</sup>	1.66	
Desprendimiento de agregados	media	m <sup>2</sup>	28.02	
Desprendimiento de agregados	alta	m <sup>2</sup>	9.12	
Meteorización	baja	m <sup>2</sup>	35.02	
Meteorización	media	m <sup>2</sup>	131.11	
Meteorización	alta	m <sup>2</sup>	9.25	

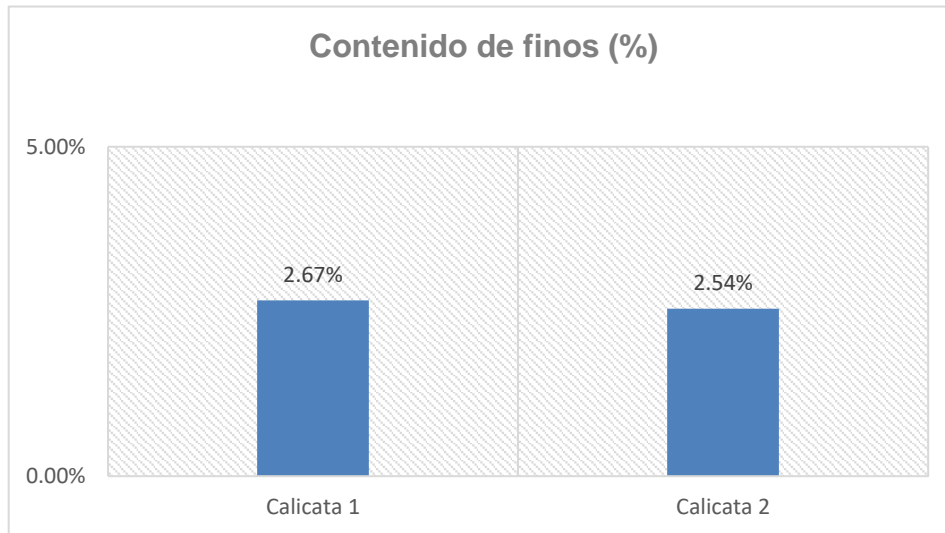
*Nota.* Cantidad de fallas totales en el pavimento flexible de la avenida General Hoyos Rubio. Elaboración propia.

Se ejecutaron 2 calicatas en la avenida General Hoyos Rubio con el propósito de realizar estudio de mecánica de suelos. Para los ensayos de análisis granulométrico por tamizado, se obtuvo de ambas calicatas que no poseen presencia de grava.



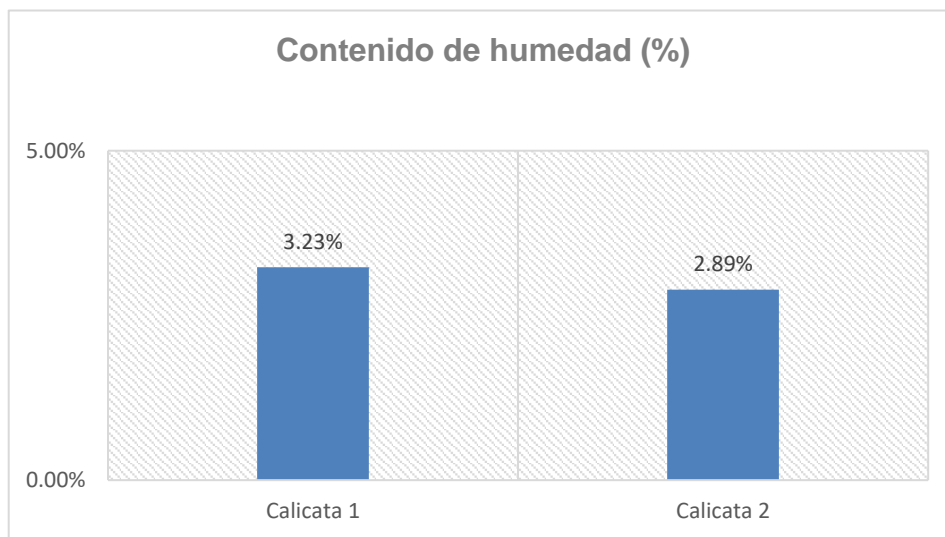
*Figura 4.* Contenido de arena de la calicata 1 y calicata 2, expresada en porcentaje. Elaboración propia.

De acuerdo al ensayo de análisis granulométrico por tamizado, se obtuvo que la calicata 1 presenta 97.33% de contenido de arena, la calicata 2 presenta 97.46% de contenido de arena.



*Figura 5.* Contenido de finos de la calicata 1 y calicata 2, expresada en porcentaje. Elaboración propia.

De acuerdo al ensayo de análisis granulométrico por tamizado, se obtuvo que la calicata 1 presenta 2.67% de contenido de finos, la calicata 2 presenta 2.54%.



*Figura 6.* Contenido de humedad de la calicata 1 y calicata 2, expresada en porcentaje. Elaboración propia.

Se realizaron ensayos de acuerdo a la normativa ASTM D2216 – 19, donde se obtuvo que la calicata 1 presenta 3.23% de contenido de humedad, la calicata 2 presenta 2.89%.

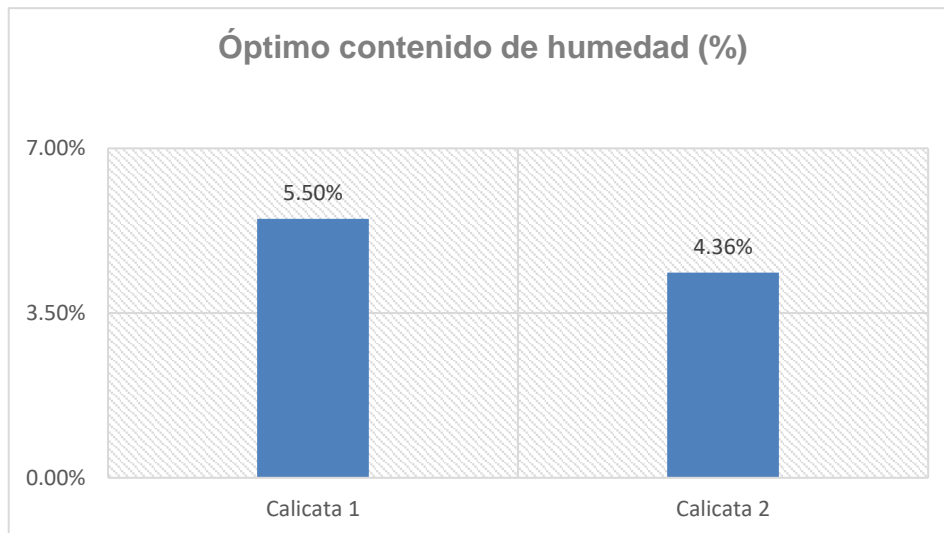


Figura 7. Óptimo contenido de humedad de la calicata 1 y calicata 2, expresada en porcentaje. Elaboración propia.

Se obtuvo que la calicata 1 presenta 5.50% de contenido de humedad óptimo, la calicata 2 presenta 4.36% de contenido de humedad óptimo.

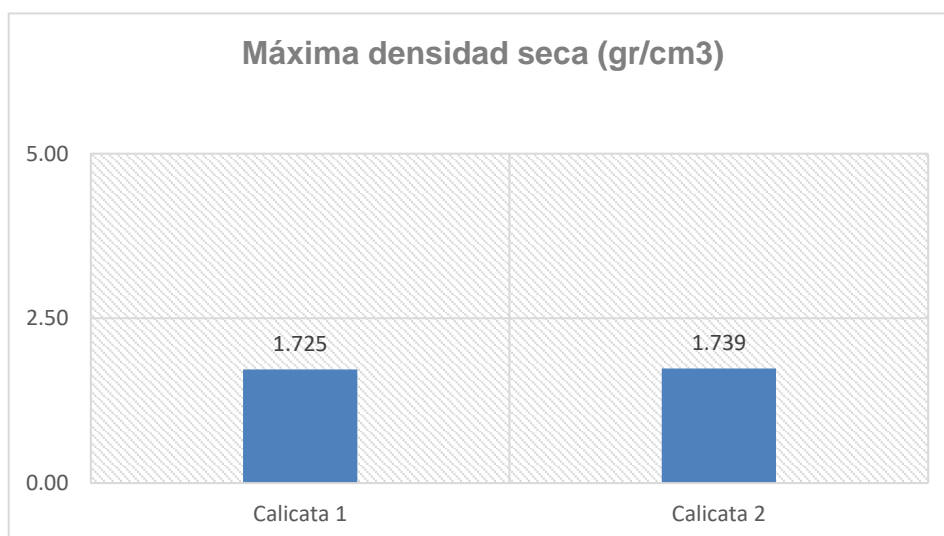


Figura 8. Máxima densidad seca de la calicata 1 y calicata 2. Elaboración propia.

Se obtuvo que la calicata 1 presenta 1.725 gr/cm<sup>3</sup> de máxima densidad seca, la calicata 2 presenta 1.739 gr/cm<sup>3</sup> de máxima densidad seca.

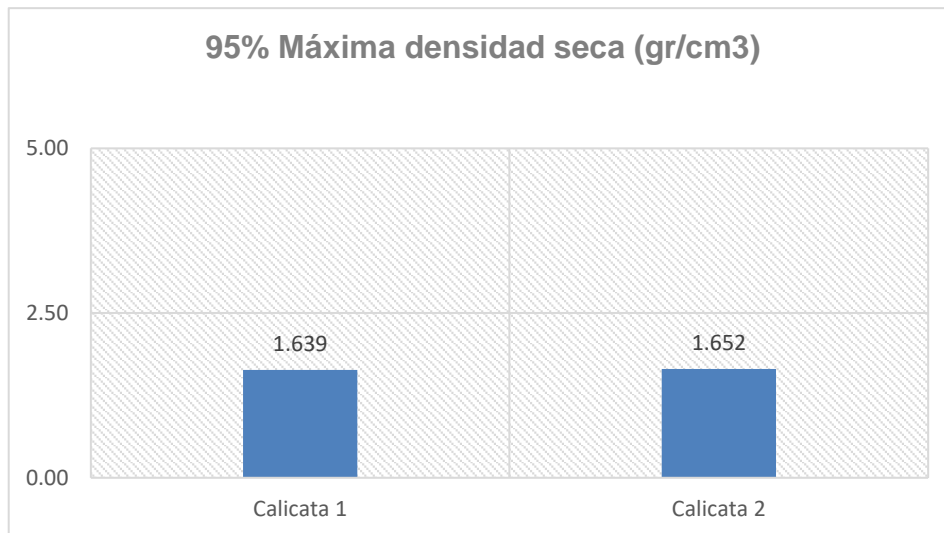


Figura 9. Máxima densidad seca al 95% de la calicata 1 y calicata 2. Elaboración propia.

Se obtuvo que la calicata 1 presenta 1.639 gr/cm<sup>3</sup> de máxima densidad seca al 95%, la calicata 2 presenta 1.652 gr/cm<sup>3</sup> de máxima densidad seca al 95%.

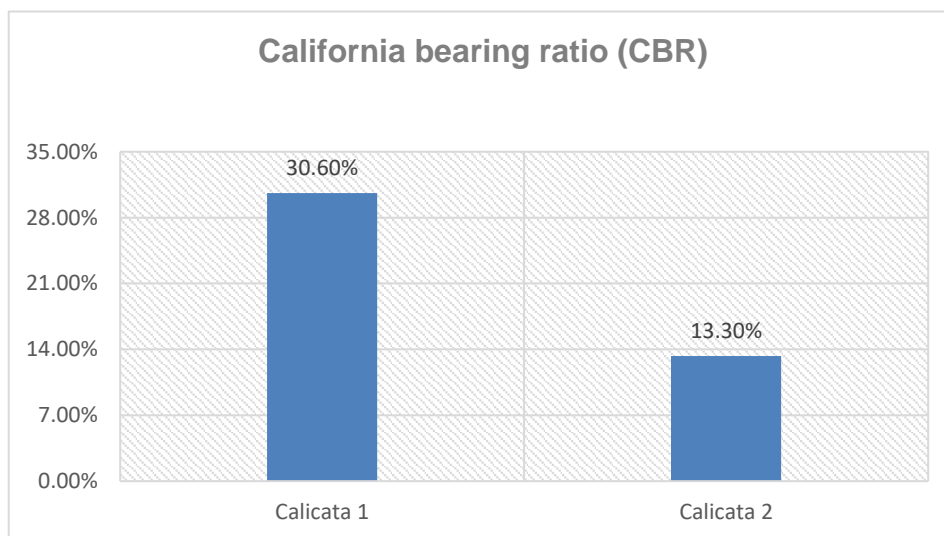


Figura 10. California bearing ratio de la calicata 1 y calicata 2. Elaboración propia.

De acuerdo a la aplicación de la normativa ASTM D1883 – 16 se obtuvo que la calicata 1 presenta un CBR de 30.60% y la calicata 2 presenta un CBR de 13.30%. Para fines del diseño del sobrecarpeta de concreto mediante la técnica Whitetopping se utilizó el promedio del CBR obtenido en la calicata 1 y calicata 2, el cual se obtuvo 21.95%.

*Tabla 17*

*Resumen de estudio de mecánica de suelos*

Calicatas	Calicata 1	Calicata 2
Granulometría	SP	SP
Grava (%)	0	0
Arena (%)	97.33	97.46
Finos (%)	2.67	2.54
Límite líquido (%)	N.P	N.P
Límite plástico (%)	N.P	N.P
Óptimo contenido de humedad (%)	5.50	4.36
Máxima densidad seca (gr/cm <sup>3</sup> )	1.725	1.739
95% Máxima densidad seca (gr/cm <sup>3</sup> )	1.639	1.652
CBR (%)	26.00	13.50
Clasificación AASHTO	A-3	A-3

*Nota.* Síntesis de estudio de mecánica de suelos de la calicata 1 y calicata 2. Elaboración propia.



*Tabla 18*

*Conteo vehicular – IMDa – IMDs según el tipo de vehículo*

Vehículo/días	Lunes	Martes	Miércoles	Jueves	Viernes	Sábado	Domingo	IMDs	IMDa (2021)	IMDa (2025)
Moto lineal	144	199	207	180	210	238	151	189.98	306	306.19
Mototaxi	983	1196	1230	1200	1246	1414	909	1168.33	1882	1882.97
Automóvil	276	291	323	345	327	371	221	307.72	496	495.95
Station wagon	97	105	113	121	135	129	80	111.37	179	179.49
pick up	57	60	71	75	79	85	46	67.51	109	108.81
panel	26	28	29	32	29	33	21	28.16	45	45.39
Rural combi	15	19	26	30	23	34	14	23.06	37	37.17
Micro	11	25	21	17	26	17	19	19.42	31	31.30
Camión 2E	9	11	7	15	11	10	8	10.08	11	10.65
Camión 3E	11	7	9	12	15	19	5	11.19	12	11.82

*Nota.* Conteo vehicular de los 7 días de la semana, cálculo del IMDa – IMDs de acuerdo al tipo de vehículo. Elaboración propia.

De acuerdo al estudio de tráfico, se determinó que el pavimento flexible de la avenida General Hoyos Rubio pertenece a una carretera de segunda clase.

Tabla 19

Ejes equivalentes según el tipo de vehículo

Tipo de vehículo	IMDA 2024	Tipo Eje	Número Llantas	Carga Eje Tn	"f" P. Flexible	"f". IMDA Flexible	
Vehículos ligeros	Automóvil	simple	2	1	0.000436	0.2164	
		simple	2	1	0.000436	0.2164	
	S. Wagon	simple	2	1	0.000436	0.0783	
		simple	2	1	0.000436	0.0783	
	Pick Up	simple	2	1	0.000436	0.0475	
		simple	2	1	0.000436	0.0475	
	Panel	simple	2	1	0.000436	0.0198	
		simple	2	1	0.000436	0.0198	
	Rural	simple	2	1	0.000436	0.0162	
		simple	2	1	0.000436	0.0162	
	Micro	simple	2	1	0.000436	0.0137	
		simple	2	1	0.000436	0.0137	
	Camión	2E	simple	2	7	1.272834	13.5571
			simple	4	11	3.334826	35.5197
3E		simple	2	7	1.272834	15.0426	
		tándem	8	18	3.458004	40.8675	

Nota. Ejes equivalentes de acuerdo al tipo de vehículo. Elaboración propia.

Tabla 20

Cálculo de ESAL

Cálculo de ejes equivalentes		
Tasa anual de crecimiento Vehículos pesados	r	3.69%
Tiempo de vida útil de pavimento (años)	n	20
Factor Fca vehículos pesados	Fca	28.83827
N° de calzadas, sentidos y carriles por sentido	1 calzada, 2 sentidos, 1 carril por sentido	
Factor direccional * Factor carril	Fd * Fc	0.50
Número de ejes equivalentes (ESAL)	#EE= 365 * (Σf.IMDA) * Fd * Fc * Fca	
	ESAL	556669.5488

Nota. Número de repeticiones de ejes equivalentes. Elaboración propia.

De acuerdo al estudio de tráfico realizado se obtiene un ESAL de 556669.5488.

Tabla 21

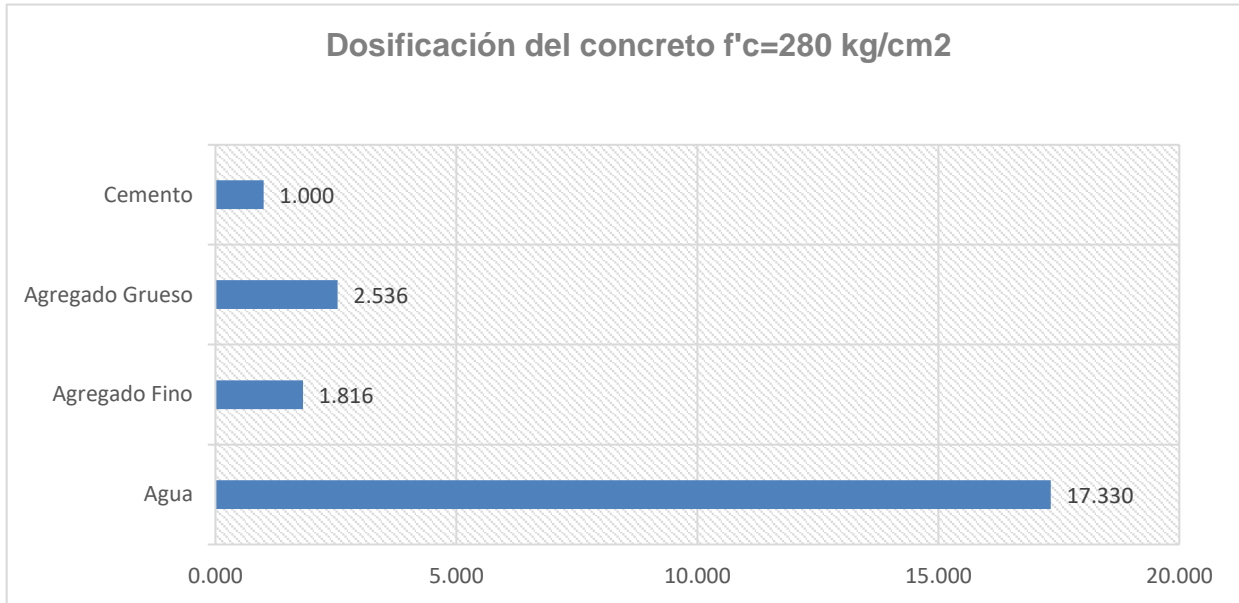
Resumen de las variables de la ecuación para el diseño del pavimento rígido según AASHTO 93.

Parámetros	Unidad	Valor
Número de ejes equivalentes (W18)	EE	556669.55
CBR de la subrasante	%	21.95
Resistencia del concreto (F'c)	Kg/cm2	280
Módulo de reacción de la subrasante (K <sub>o</sub> )	Mpa/m	75.46
Desviación normal estándar (Z <sub>R</sub> )		-0.842
Desviación estándar combinado (S <sub>O</sub> )		0.39
Diferencia entre los índices de servicio inicial y final ( $\Delta$ PSI)		2.10
Índice de servicialidad inicial (P <sub>i</sub> )		4.10
Índice de servicialidad final (P <sub>t</sub> )		2.00
Módulo de rotura del concreto (M <sub>r</sub> )	Mpa	3.922
Coefficiente de drenaje (C <sub>d</sub> )		1.00
Coefficiente de transmisión de carga en las juntas (J)		2.8
Módulo de elasticidad del concreto (E <sub>c</sub> )	Mpa	24801.27
Coefficiente de reacción combinado (K <sub>c</sub> )	Mpa	83.87

Nota. Parámetros utilizados en el cálculo del espesor de la carpeta de concreto. Elaboración propia.

De acuerdo a la metodología de diseño AASHTO 93 y al Manual de Carreteras, se utilizó la ecuación del Anexo 33 y mediante los datos calculados en la Tabla 18, se obtuvo un espesor de la carpeta de concreto de 13 cm.

Para determinar la dosificación del concreto  $f'c= 280 \text{ kg/cm}^2$  se utilizó el método ACI 211. Los resultados obtenidos fueron extraídos del trabajo de pregrado posteriormente indicado.



*Figura 11.* Dosificación del volumen por bolsa de cemento  $\text{pie}^3$ , para mezcla de concreto  $f'c= 280 \text{ kg/cm}^2$ . Adaptado de “Diseño de losa de concreto para pavimento rígido adicionando fibras de polipropileno Av. Áncash El Agustino 2019” por A. I. Hernando, N. J. Huamaní, 2019, p. 43.

De acuerdo a la figura 11, para el diseño del pavimento de concreto  $f'c= 280 \text{ kg/cm}^2$ , se calculó la dosificación del volumen por 1  $\text{pie}^3$  de cemento, 2.536  $\text{pie}^3$  de agregado grueso, 1.816  $\text{pie}^3$  de agregado fino y 17.330 Lt de agua.

*Tabla 22*  
*Slump del concreto*

Slump del concreto	
Identificación	Slump (pulg.)
F'c=280 kg/cm <sup>2</sup> sin fibra	3.9
F'c=280 kg/cm <sup>2</sup> + 200 gr Fpp/m <sup>3</sup>	3.3
F'c=280 kg/cm <sup>2</sup> + 400 gr Fpp/m <sup>3</sup>	3.5
F'c=280 kg/cm <sup>2</sup> + 600 gr Fpp/m <sup>3</sup>	3

*Nota.* Slump del concreto patrón y con adiciones de fibra de polipropileno. Adaptado de “Diseño de losa de concreto para pavimento rígido adicionando fibras de polipropileno Av. Áncash El Agustino 2019” por A. I. Hernando, N. J. Huamaní, 2019, p. 45.

De acuerdo a la tabla 22 se obtuvo que a medida que incrementa la cantidad de fibra de polipropileno, disminuye el slump del concreto. Siendo la adición de 600 gr Fpp/m<sup>3</sup> donde el slump calculado se encuentra en el límite, ya que de acuerdo al diseño del concreto se considera un slump de 3” a 4”.

Respecto a la adición de fibra de polipropileno, se empleó la marca Z aditivos denominada Zpolipropileno. Se realizaron ensayos de compresión y flexión, en los cuales se elaboraron probetas y vigas respectivamente, ensayadas a los 14 y 28 días. Los resultados obtenidos fueron extraídos del trabajo de pregrado posteriormente indicado.

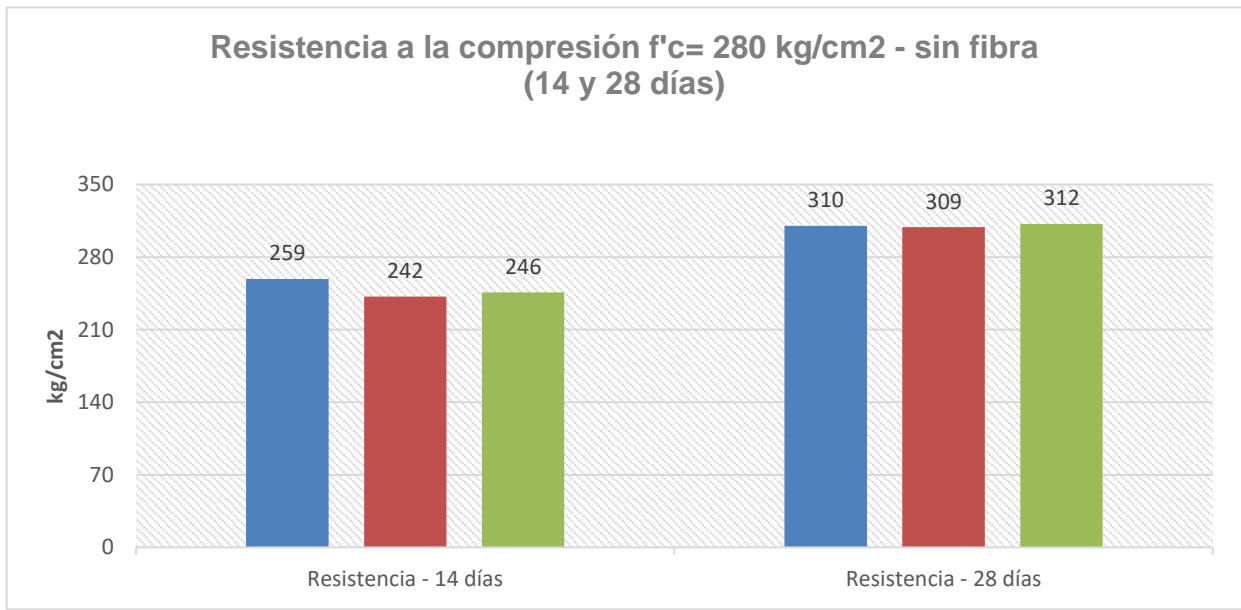
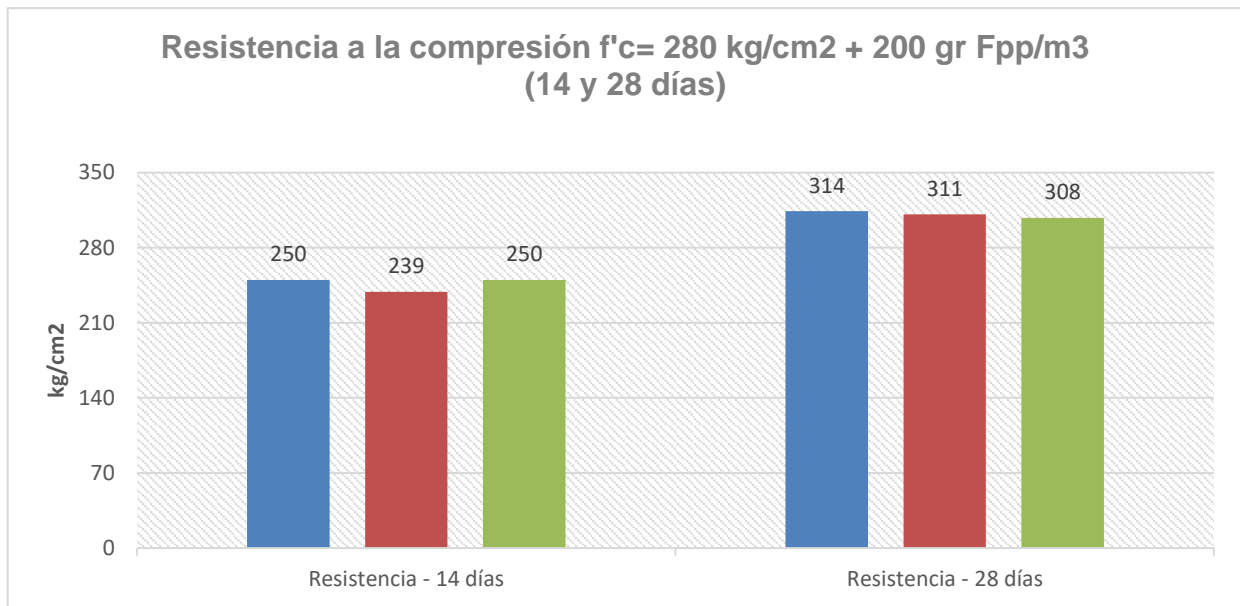


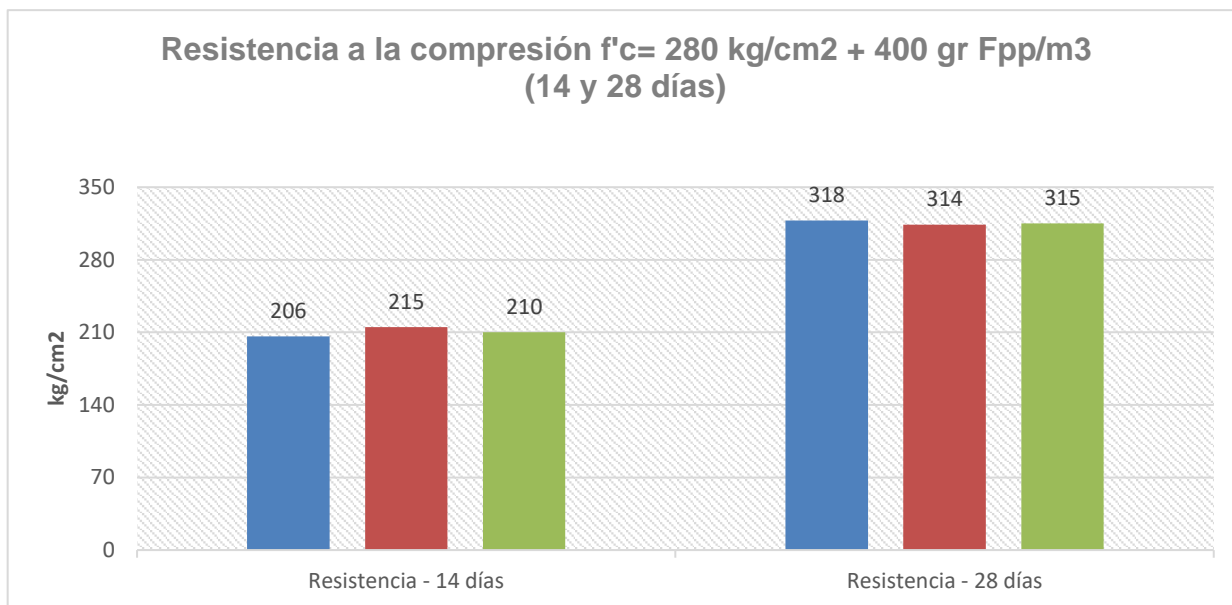
Figura 12. Resistencia a la compresión a los 14 y 28 días, para mezcla de concreto  $f'c= 280 \text{ kg/cm}^2$  sin adición de fibra de polipropileno. Adaptado de "Diseño de losa de concreto para pavimento rígido adicionando fibras de polipropileno Av. Áncash El Agustino 2019" por A. I. Hernando, N. J. Huamaní, 2019, p. 46.

La figura 12 muestra los resultados de acuerdo a los ensayos de compresión realizados en un concreto  $f'c= 280 \text{ kg/cm}^2$  sin adición de fibra de polipropileno, en el cual se ensayaron 3 probetas para cada edad del concreto. Se obtuvo a los 14 días, una resistencia promedio de  $249 \text{ kg/cm}^2$ , y a los 28 días, una resistencia promedio de  $310 \text{ kg/cm}^2$ .



*Figura 13.* Resistencia a la compresión a los 14 y 28 días, para mezcla de concreto  $f'c = 280 \text{ kg/cm}^2$  con adición de  $200 \text{ gr Fpp/m}^3$ . Adaptado de “Diseño de losa de concreto para pavimento rígido adicionando fibras de polipropileno Av. Áncash El Agustino 2019” por A. I. Hernando, N. J. Huamaní, 2019, p. 46.

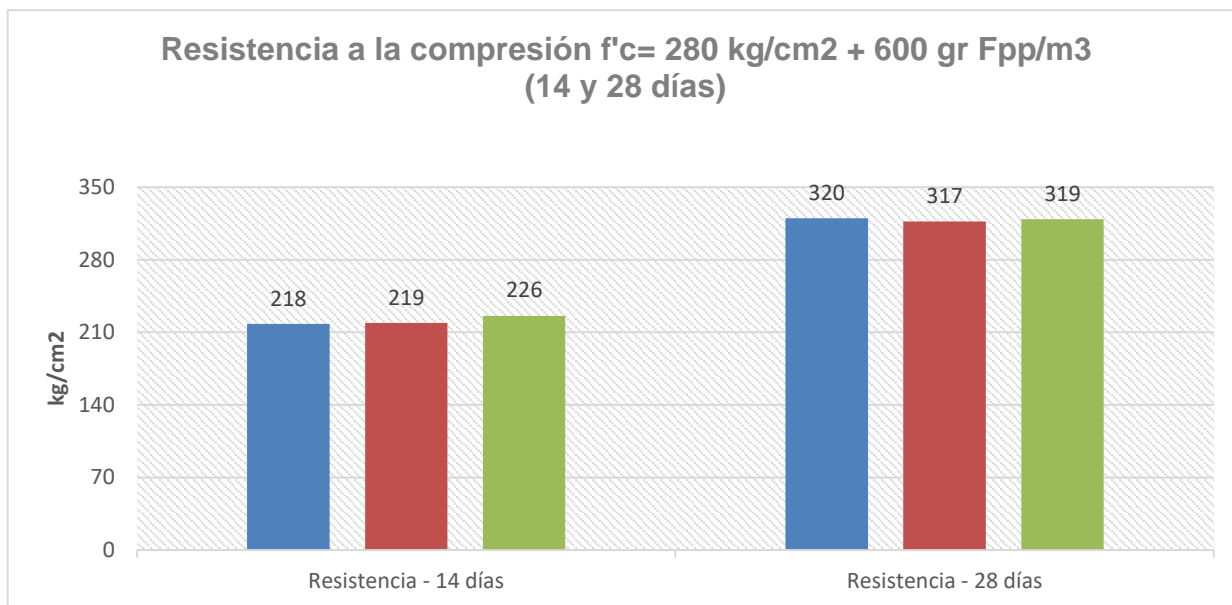
La figura 13 muestra los resultados de acuerdo a los ensayos de compresión realizados en un concreto  $f'c = 280 \text{ kg/cm}^2$  con adición de  $200 \text{ gr Fpp/m}^3$ , en el cual se ensayaron 3 probetas para cada edad del concreto. Se obtuvo a los 14 días, una resistencia promedio de  $246.33 \text{ kg/cm}^2$ , y a los 28 días, una resistencia promedio de  $311 \text{ kg/cm}^2$ .



*Figura 14.* Resistencia a la compresión a los 14 y 28 días, para mezcla de concreto  $f'c = 280 \text{ kg/cm}^2$  con adición de 400 gr de Fpp/m<sup>3</sup>. Adaptado de “Diseño de losa de concreto para pavimento rígido adicionando fibras de polipropileno Av. Áncash El Agustino 2019” por A. I. Hernando, N. J. Huamaní, 2019, p. 46.

La figura 14 muestra los resultados de acuerdo a los ensayos de compresión realizados en un concreto  $f'c = 280 \text{ kg/cm}^2$  con adición de 400 gr de Fpp/m<sup>3</sup>, en el cual se ensayaron 3 probetas para cada edad del concreto. Se obtuvo a los 14 días, una resistencia promedio de 210.33 kg/cm<sup>2</sup>, y a los 28 días, una resistencia promedio de 315.66 kg/cm<sup>2</sup>.





*Figura 15.* Resistencia a la compresión a los 14 y 28 días, para mezcla de concreto  $f'c= 280 \text{ kg/cm}^2$  con adición de 600 gr de Fpp/m<sup>3</sup>. Adaptado de “Diseño de losa de concreto para pavimento rígido adicionando fibras de polipropileno Av. Áncash El Agustino 2019” por A. I. Hernando, N. J. Huamaní, 2019, p. 46.

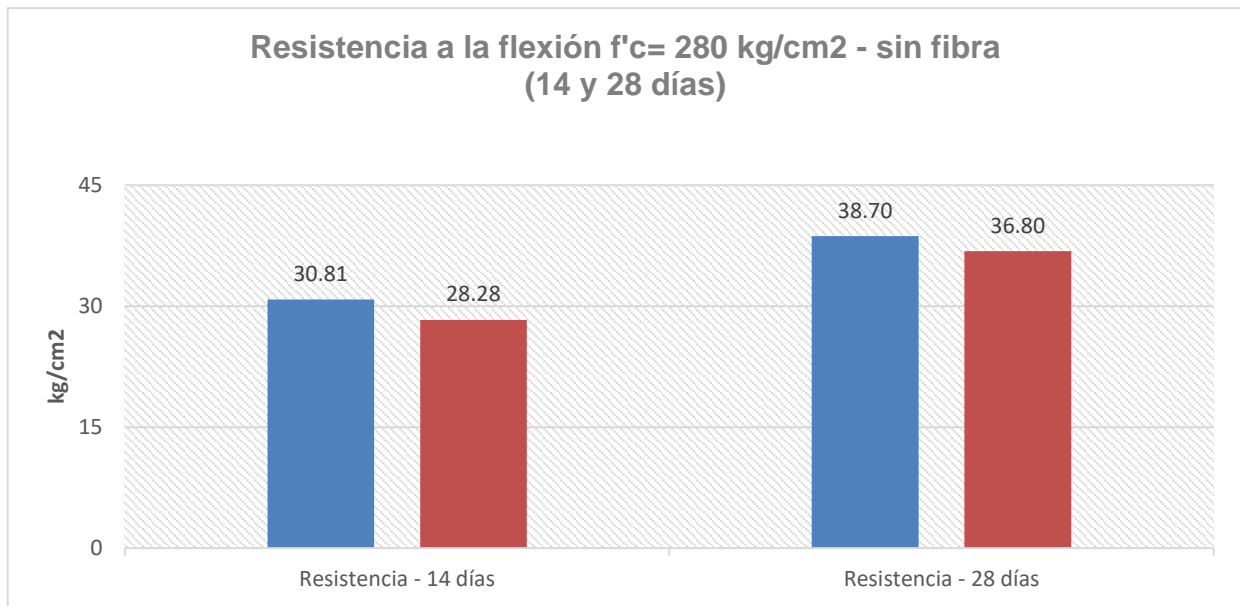
La figura 15 muestra los resultados de acuerdo a los ensayos de compresión realizados en un concreto  $f'c= 280 \text{ kg/cm}^2$  con adición de 600 gr de Fpp/m<sup>3</sup>, en el cual se ensayaron 3 probetas para cada edad del concreto. Se obtuvo a los 14 días, una resistencia promedio de 221.00 kg/cm<sup>2</sup>, y a los 28 días, una resistencia promedio de 318.66 kg/cm<sup>2</sup>.

*Tabla 23*

*Resumen de ensayos a compresión a los 14 y 28 días, con adición de fibra de polipropileno.*

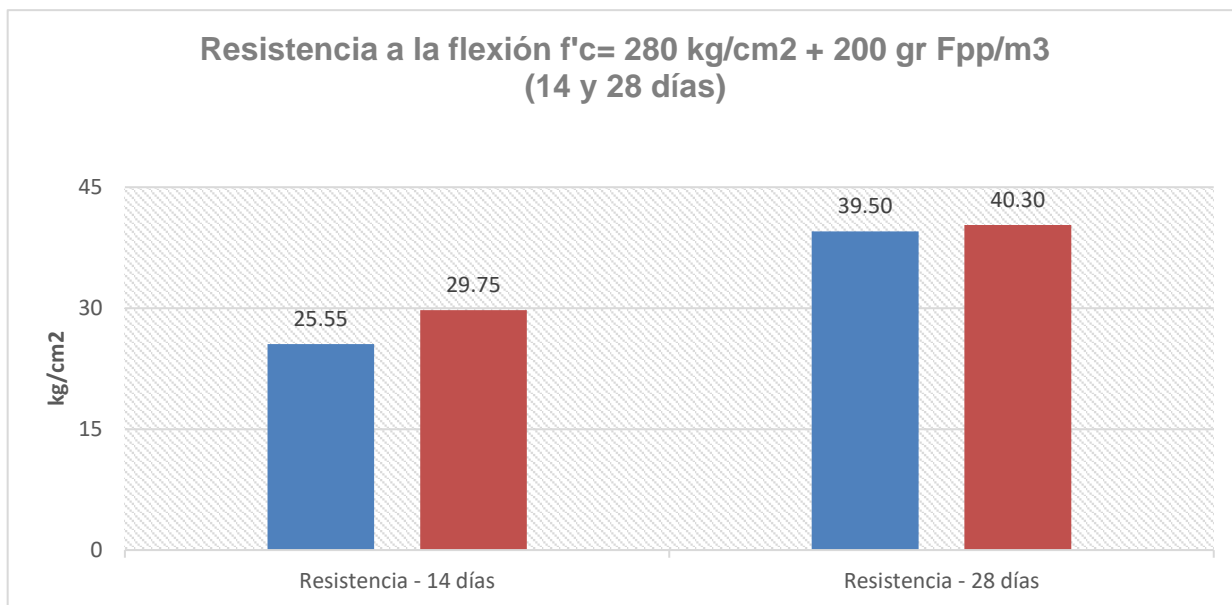
Identificación	Resistencia a compresión kg/cm <sup>2</sup>		Resistencia promedio kg/cm <sup>2</sup>
	14 días	28 días	
F'c= 280 kg/cm <sup>2</sup> sin fibra	259		
F'c= 280 kg/cm <sup>2</sup> sin fibra	242		249.00
F'c= 280 kg/cm <sup>2</sup> sin fibra	246		
F'c= 280 kg/cm <sup>2</sup> + 200 gr Fpp/m <sup>3</sup>	250		
F'c= 280 kg/cm <sup>2</sup> + 200 gr Fpp/m <sup>3</sup>	239		246.33
F'c= 280 kg/cm <sup>2</sup> + 200 gr Fpp/m <sup>3</sup>	250		
F'c= 280 kg/cm <sup>2</sup> + 400 gr Fpp/m <sup>3</sup>	206		
F'c= 280 kg/cm <sup>2</sup> + 400 gr Fpp/m <sup>3</sup>	215		210.33
F'c= 280 kg/cm <sup>2</sup> + 400 gr Fpp/m <sup>3</sup>	210		
F'c= 280 kg/cm <sup>2</sup> + 600 gr Fpp/m <sup>3</sup>	218		
F'c= 280 kg/cm <sup>2</sup> + 600 gr Fpp/m <sup>3</sup>	219		221.00
F'c= 280 kg/cm <sup>2</sup> + 600 gr Fpp/m <sup>3</sup>	226		
F'c= 280 kg/cm <sup>2</sup> sin fibra		310	
F'c= 280 kg/cm <sup>2</sup> sin fibra		309	310.00
F'c= 280 kg/cm <sup>2</sup> sin fibra		312	
F'c= 280 kg/cm <sup>2</sup> + 200 gr Fpp/m <sup>3</sup>		314	
F'c= 280 kg/cm <sup>2</sup> + 200 gr Fpp/m <sup>3</sup>		311	311.00
F'c= 280 kg/cm <sup>2</sup> + 200 gr Fpp/m <sup>3</sup>		308	
F'c= 280 kg/cm <sup>2</sup> + 400 gr Fpp/m <sup>3</sup>		318	
F'c= 280 kg/cm <sup>2</sup> + 400 gr Fpp/m <sup>3</sup>		314	315.66
F'c= 280 kg/cm <sup>2</sup> + 400 gr Fpp/m <sup>3</sup>		315	
F'c= 280 kg/cm <sup>2</sup> + 600 gr Fpp/m <sup>3</sup>		320	
F'c= 280 kg/cm <sup>2</sup> + 600 gr Fpp/m <sup>3</sup>		317	318.66
F'c= 280 kg/cm <sup>2</sup> + 600 gr Fpp/m <sup>3</sup>		319	

*Nota.* Resumen de resistencias a la compresión a los 14 y 28 días, para mezcla de concreto f'c= 280 kg/cm<sup>2</sup>, con adiciones de fibra de polipropileno. Adaptado de "Diseño de losa de concreto para pavimento rígido adicionando fibras de polipropileno Av. Áncash El Agustino 2019" por A. I. Hernando, N. J. Huamaní, 2019, p. 46.



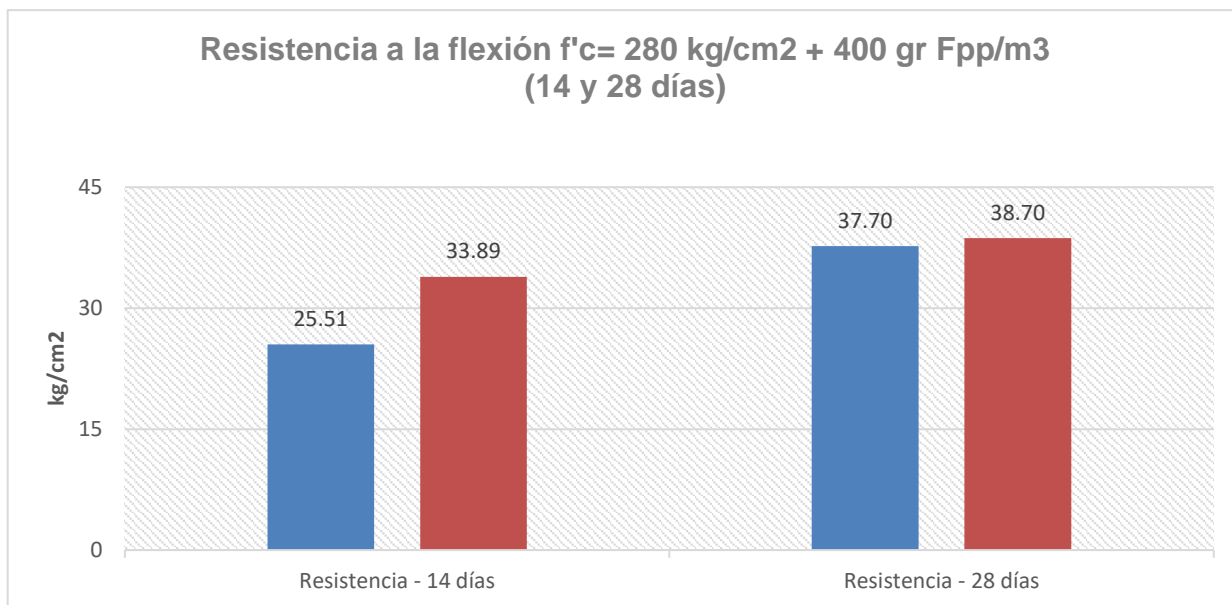
*Figura 16.* Resistencia a la flexión a los 14 y 28 días, para mezcla de concreto  $f'c= 280 \text{ kg/cm}^2$  sin adición de fibra de polipropileno. Adaptado de “Diseño de losa de concreto para pavimento rígido adicionando fibras de polipropileno Av. Áncash El Agustino 2019” por A. I. Hernando, N. J. Huamaní, 2019, p. 48.

La figura 16 muestra los resultados de acuerdo a los ensayos de flexión realizados en un concreto  $f'c= 280 \text{ kg/cm}^2$  sin adición de fibra de polipropileno, en el cual se ensayaron 2 vigas para cada edad del concreto. Se obtuvo a los 14 días, una resistencia promedio de  $29.54 \text{ kg/cm}^2$ , y a los 28 días, una resistencia promedio de  $37.75 \text{ kg/cm}^2$ .



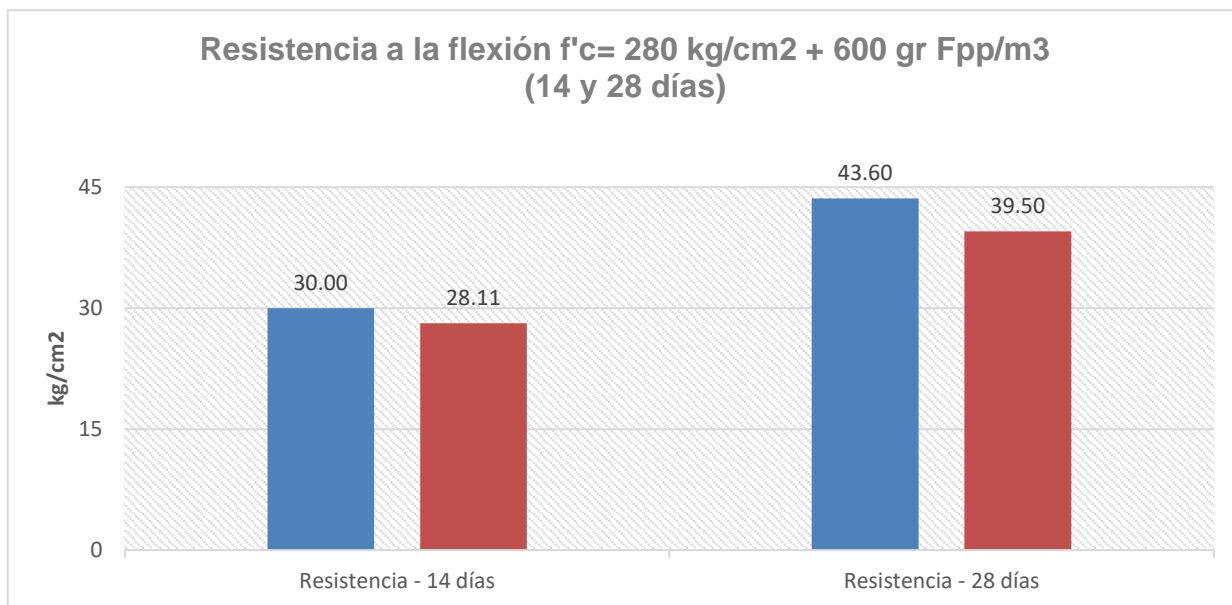
*Figura 17.* Resistencia a la flexión a los 14 y 28 días, para mezcla de concreto  $f'c= 280 \text{ kg/cm}^2$  con adición de 200 gr de Fpp/m<sup>3</sup>. Adaptado de “Diseño de losa de concreto para pavimento rígido adicionando fibras de polipropileno Av. Áncash El Agustino 2019” por A. I. Hernando, N. J. Huamaní, 2019, p. 48.

La figura 17 muestra los resultados de acuerdo a los ensayos de flexión realizados en un concreto  $f'c= 280 \text{ kg/cm}^2$  con adición de 200 gr de Fpp/m<sup>3</sup>, en el cual se ensayaron 2 vigas para cada edad del concreto. Se obtuvo a los 14 días, una resistencia promedio de 27.65 kg/cm<sup>2</sup>, y a los 28 días, una resistencia promedio de 39.90 kg/cm<sup>2</sup>.



*Figura 18.* Resistencia a la flexión a los 14 y 28 días, para mezcla de concreto  $f'c= 280 \text{ kg/cm}^2$  con adición de 400 gr de Fpp/m<sup>3</sup>. Adaptado de “Diseño de losa de concreto para pavimento rígido adicionando fibras de polipropileno Av. Áncash El Agustino 2019” por A. I. Hernando, N. J. Huamaní, 2019, p. 48.

La figura 18 muestra los resultados de acuerdo a los ensayos de flexión realizados en un concreto  $f'c= 280 \text{ kg/cm}^2$  con adición de 400 gr de Fpp/m<sup>3</sup>, en el cual se ensayaron 2 vigas para cada edad del concreto. Se obtuvo a los 14 días, una resistencia promedio de  $29.70 \text{ kg/cm}^2$ , y a los 28 días, una resistencia promedio de  $38.20 \text{ kg/cm}^2$ .



*Figura 19.* Resistencia a la flexión a los 14 y 28 días, para mezcla de concreto  $f'c= 280 \text{ kg/cm}^2$  con adición de 600 gr de Fpp/m<sup>3</sup>. Adaptado de “Diseño de losa de concreto para pavimento rígido adicionando fibras de polipropileno Av. Áncash El Agustino 2019” por A. I. Hernando, N. J. Huamaní, 2019, p. 48.

La figura 19 muestra los resultados de acuerdo a los ensayos de flexión realizados en un concreto  $f'c= 280 \text{ kg/cm}^2$  con adición de 600 gr de Fpp/m<sup>3</sup>, en el cual se ensayaron 2 vigas para cada edad del concreto. Se obtuvo a los 14 días, una resistencia promedio de  $29.05 \text{ kg/cm}^2$ , y a los 28 días, una resistencia promedio de  $41.55 \text{ kg/cm}^2$ .

**Tabla 24**

*Resumen de ensayos a flexión a los 14 y 28 días, con adición de fibra de polipropileno.*

Identificación	Resistencia a flexión kg/cm <sup>2</sup>		Resistencia promedio kg/cm <sup>2</sup>
	14 días	28 días	
F'c= 280 kg/cm <sup>2</sup> sin fibra	30.81		29.54
F'c= 280 kg/cm <sup>2</sup> sin fibra	28.28		
F'c= 280 kg/cm <sup>2</sup> + 200 gr Fpp/m <sup>2</sup>	25.55		27.65
F'c= 280 kg/cm <sup>2</sup> + 200 gr Fpp/m <sup>3</sup>	29.75		
F'c= 280 kg/cm <sup>2</sup> + 400 gr Fpp/m <sup>3</sup>	25.51		29.70
F'c= 280 kg/cm <sup>2</sup> + 400 gr Fpp/m <sup>3</sup>	33.89		
F'c= 280 kg/cm <sup>2</sup> + 600 gr Fpp/m <sup>3</sup>	30		29.05
F'c= 280 kg/cm <sup>2</sup> + 600 gr Fpp/m <sup>3</sup>	28.11		
F'c= 280 kg/cm <sup>2</sup> sin fibra		38.7	37.75
F'c= 280 kg/cm <sup>2</sup> sin fibra		36.8	
F'c= 280 kg/cm <sup>2</sup> + 200 gr Fpp/m <sup>3</sup>		39.5	39.90
F'c= 280 kg/cm <sup>2</sup> + 200 gr Fpp/m <sup>3</sup>		40.3	
F'c= 280 kg/cm <sup>2</sup> + 400 gr Fpp/m <sup>3</sup>		37.7	38.20
F'c= 280 kg/cm <sup>2</sup> + 400 gr Fpp/m <sup>3</sup>		38.7	
F'c= 280 kg/cm <sup>2</sup> + 600 gr Fpp/m <sup>3</sup>		43.6	41.55
F'c= 280 kg/cm <sup>2</sup> + 600 gr Fpp/m <sup>3</sup>		39.5	

*Nota.* Resumen de resistencias a flexión a los 14 y 28 días, para mezcla de concreto f'c= 280 kg/cm<sup>2</sup>, con adiciones de fibra de polipropileno. Adaptado de "Diseño de losa de concreto para pavimento rígido adicionando fibras de polipropileno Av. Áncash El Agustino 2019" por A. I. Hernando, N. J. Huamaní, 2019, p. 48.

Aplicación de la sobrecarpeta de concreto Whitetopping en el pavimento flexible de la avenida General Hoyos Rubio.

- De acuerdo a la inspección del pavimento flexible, se determinó que el espesor de la carpeta asfáltica existente es de 5 cm, y mediante la metodología índice de condición del pavimento se concluyó que el pavimento requiere actividades de rehabilitación.
- Respecto a la evaluación del pavimento y los lineamientos del American Concrete Pavement Association se propuso una sobrecarpeta de concreto no adherida.
- Mediante la aplicación de la metodología AASHTO 93, se determinó un espesor de la sobrecarpeta de 13 cm.
- Previo a la aplicación de la capa de concreto es necesario preparar la superficie mediante trabajos de bacheo, sellado de fisuras y grietas.
- Luego se procede a la limpieza del pavimento asfáltico, mediante el cual se retira toda partícula, dicho proceso puede ser ejecutado a través del uso de aire comprimido o un barrido mecánico.
- Posteriormente, es indispensable realizar trabajos de empañamiento de la superficie con el propósito de reducir la temperatura del pavimento existente y evitar que luego del vaciado de concreto, el agua perteneciente a la mezcla sea absorbida por el pavimento asfáltico.
- Para la etapa de colocación del concreto, se da inicio con el encofrado el cual va consistir en la utilización de moldes fijos, es de suma importancia que se encuentren totalmente asegurados debido al empuje lateral que realizará el concreto. Durante el vaciado, para evitar problemas de segregación es indispensable el uso de la manguera vibratoria, luego de ello se propone el uso de regla vibratoria que van a contribuir a la compactación, otorgar una adecuada nivelación y un acabado liso,
- Una vez vaciado el concreto, se realiza el texturizado final que tiene como propósito otorgar rugosidad al pavimento. Para efectuar dicho proceso se utiliza un cepillo texturizador u otro material rugoso.



- El curado de concreto es fundamental puesto que asegura las condiciones adecuadas de humedad y evita el agrietamiento durante el fraguado.
- Respecto al diseño de juntas, el espaciamiento presenta un rol importante en el comportamiento del pavimento. Para la aplicación del Whitetopping, en el presente proyecto de investigación se propone un espaciamiento de juntas de 1.20 m.

Se emplean barras de transferencia de carga cuando el espesor de la capa de concreto es de 175 mm o más, para el presente proyecto se prescinde del uso de dichas barras y la transferencia de carga se realiza mediante la trabazón de agregados.

Para las barras de amarre en sobrecarpeta de concreto no adherido, es apropiado utilizar las barras N° 4 de 12.7 mm de diámetro.

- En cuanto al aserrado de juntas, el American Concrete Pavement Association propone que se inicie por el aserrado de juntas transversales en un tiempo estimado de 4 a 12 horas de haberse vaciado el concreto, posterior a ello realizar el aserrado de juntas longitudinales. Se recomienda un valor de 1/3 del espesor de la sobrecarpeta para la profundidad de las juntas, para fines del proyecto se tomará 0.045 m.

Tabla 25

Presupuesto total de rehabilitación mediante recapeo asfáltico

Presupuesto				
Proyecto	Rehabilitación del pavimento flexible avenida General Hoyos Rubio			
Lugar	Lima - Lima - Villa María del Triunfo			
Descripción	Und.	Metrado	Precio s/.	Parcial
Bacheo superficial	m <sup>2</sup>	143.78	60.73	8731.76
Bacheo profundo	m <sup>2</sup>	489.54	84.54	41385.71
Sellado de fisuras moderadas	m	42.13	5.66	238.46
Sellado de fisuras severas	m	150.09	8.08	1212.73
Imprimación asfáltica	m <sup>2</sup>	3422.10	8.42	28814.08
Carpeta asfáltica en caliente 2"	m <sup>2</sup>	3422.10	29.95	102491.90
<b>Costo Directo</b>				<b>182,874.63</b>

Nota. Presupuesto total de trabajos de recapeo asfáltico en el pavimento flexible de la avenida General Hoyos Rubio. Elaboración propia.

Respecto al costo total de una rehabilitación convencional de pavimento flexible de la avenida General Hoyos Rubio, mediante recapeo asfáltico se obtiene s/.182,874.63 nuevos soles.

Tabla 26

*Presupuesto total de rehabilitación mediante aplicación de sobrecarpeta*

*Whitetopping*

Presupuesto				
Proyecto	Rehabilitación mediante sobrecarpeta de concreto en el pavimento flexible avenida General Hoyos Rubio			
Lugar	Lima - Lima - Villa María del Triunfo			
Descripción	Und.	Metrado	Precio s/.	Parcial
Limpieza manual del pavimento	m <sup>2</sup>	3422.10	0.91	3114.11
Bacheo superficial	m <sup>2</sup>	143.78	60.73	8731.76
Bacheo profundo	m <sup>2</sup>	489.54	84.54	41385.71
Sellado de fisuras moderadas	m	42.13	5.66	238.46
Sellado de fisuras severas	m	150.09	8.08	1212.73
Concreto f'c=280 kg/m <sup>2</sup>	m <sup>3</sup>	3422.10	438.83	1501720.14
Encofrado y desencofrado	m <sup>2</sup>	149.52	53.12	7942.50
<b>Costo Directo</b>				<b>1,564,345.41</b>

*Nota.* Presupuesto total de trabajos de aplicación de la técnica Whitetopping en el pavimento flexible de la avenida General Hoyos Rubio. Elaboración propia.

Respecto a los trabajos de aplicación de la sobrecarpeta Whitetopping en el pavimento flexible de la avenida General Hoyos Rubio se obtiene un costo de s/.1,564,345.41 nuevos soles.

## V. DISCUSIÓN

Respecto a la evaluación superficial del pavimento flexible, se obtuvo un total de 14 unidades de muestra, en las cuales las fallas predominantes fueron grietas longitudinales y transversales (190.56 m), meteorización (175.38 m<sup>2</sup>) y piel de cocodrilo (177.33 m<sup>2</sup>), huecos (108 und). En cuanto a la utilización del índice de condición del pavimento, se obtuvo una condición de 32.5, ubicándose como un pavimento malo. De acuerdo Watanabe y Cantuarias (2017) habiendo empleado el método PCI, evaluaron un total de 80 unidades de muestra, teniendo mayor presencia fallas como pulimiento de agregados (563.82 m<sup>2</sup>) y depresión (368.72 m<sup>2</sup>), obteniendo un PCI de 87.52 indicando un pavimento excelente.

El estudio de mecánica de suelos realizado, según SUCS SP es una arena pobremente graduada, conforme a la clasificación AASHTO pertenece A-3. Se obtiene un CBR promedio de 21.95%, la cual se encuentra como una subrasante muy buena. Por su parte Almeida y Santur (2019) mediante el estudio de la subrasante determinó sus características, según SUCS SC-SM (arcillas y arena limosa), de acuerdo AASHTO A-4 (1) y un CBR promedio de 11.9%.

Para determinar el comportamiento mecánico del concreto mediante la adición de fibras de polipropileno, Hernando y Huamaní (2019) realizaron ensayos a compresión a los 28 días donde se alcanzaron las siguientes resistencias, el concreto patrón obtuvo 310 kg/cm<sup>2</sup>; mediante la adición de 200 gr  $F_{pp}/m^3$  se obtuvo 311 kg/cm<sup>2</sup>; para una adición de 400 gr  $F_{pp}/m^3$  se obtuvo 315.66 kg/cm<sup>2</sup> y mediante la adición de 600 gr  $F_{pp}/m^3$  se obtuvo 318.66 kg/cm<sup>2</sup>. Por otra parte, Chapoñan y Quispe (2017) de acuerdo a los ensayos de compresión a los 28 días, el concreto patrón obtuvo una resistencia de 316.02 kg/cm<sup>2</sup>, para una adición de 450 gr  $F_{pp}/m^3$  se obtuvo 302.82 kg/cm<sup>2</sup>, con adición de 600 gr  $F_{pp}/m^3$  se obtuvo 320.19 kg/cm<sup>2</sup>, con adición de 690 gr  $F_{pp}/m^3$  se obtuvo 332.24 kg/cm<sup>2</sup> y con adición de 750 gr  $F_{pp}/m^3$  se obtuvo 336.02 kg/cm<sup>2</sup>. De acuerdo a lo mencionado por el autor y lo recaudado en la presente investigación, se utilizó Sikafiber PE y Zpolipropileno como aditivos del concreto respectivamente, se obtienen resistencias similares cuando la adición de fibra es de 600 gr  $F_{pp}/m^3$ .

Para determinar las propiedades mecánicas del concreto mediante la adición de fibras de polipropileno, Hernando y Huamaní (2019) realizaron ensayos a flexión a los 28 días donde se alcanzaron las siguientes resistencias, el concreto patrón obtuvo una resistencia de 37.75 kg/cm<sup>2</sup>, con adición de 200 gr  $F_{pp}/m^3$  se obtuvo 39.90 kg/cm<sup>2</sup>, con adición de 400 gr  $F_{pp}/m^3$  se obtuvo 38.20 kg/cm<sup>2</sup> y para la adición de 600 gr  $F_{pp}/m^3$ , una resistencia de 41.55 kg/cm<sup>2</sup>. Por otra parte, Chapoñan y Quispe (2017) de acuerdo a los ensayos de compresión a los 28 días, el concreto patrón obtuvo una resistencia de 44.84 kg/cm<sup>2</sup>, con adición de 450 gr  $F_{pp}/m^3$  se obtuvo 44.56 kg/cm<sup>2</sup>, con adición de 600 gr  $F_{pp}/m^3$  se obtuvo 48.05 kg/cm<sup>2</sup>, con adición de 690 gr  $F_{pp}/m^3$  una resistencia de 45.92 kg/cm<sup>2</sup> y para un concreto con adición de 750 gr  $F_{pp}/m^3$  una resistencia de 43.73 kg/cm<sup>2</sup>. De acuerdo a lo mencionado por el autor y lo recaudado en la presente investigación, se utilizó Sikafiber PE y Zpolipropileno como aditivos del concreto respectivamente.

Respecto al valor económico de la sobrecarpeta de concreto, según Esteban (2018) el costo - beneficio de la técnica Whitetopping, determinó que la utilización de la sobrecarpeta tiene un precio inicial mayor a causa del empleo de concreto, sin embargo, a largo tiempo otorga mayores beneficios ya que a diferencia de la carpeta de asfalto tradicional, los trabajos de mantenimiento son en intervalos prolongados de tiempo en contraste con el pavimento flexible que los trabajos de conservación son periódicos.

## VI. CONCLUSIONES

1. Para la evaluación del pavimento asfáltico de la avenida General Hoyos Rubio mediante la metodología Índice de Condición del Pavimento, se registró un total de 14 unidades de muestra, resultando un índice de condición promedio de 32.5, el cual pertenece a un pavimento de estado Malo, donde se determina actividades correctivas pertenecientes a una Rehabilitación del pavimento.
2. Conforme a la evaluación del pavimento flexible, se determinó la cantidad de fallas de acuerdo al nivel de severidad: piel de cocodrilo de severidad baja (77.31 m<sup>2</sup>), piel de cocodrilo de severidad media (100.02 m<sup>2</sup>), agrietamiento en bloque de severidad baja (8.45 m<sup>2</sup>), corrugación de severidad alta (11.71 m<sup>2</sup>), grieta de borde de severidad media (14.81 m), grieta de borde de severidad alta (83.81 m), grietas longitudinales y transversales de severidad baja (40.47 m), grietas longitudinales y transversales de severidad media (92.87 m), grietas longitudinales y transversales de severidad alta (57.22 m), parcheo de severidad baja (39.42 m<sup>2</sup>), parcheo de severidad media (28.40 m<sup>2</sup>), pulimiento de agregados de severidad baja (1.73 m<sup>2</sup>), huecos de severidad baja (23 und), huecos de severidad media (56 und), huecos de severidad alta (29 und), grieta parabólica de severidad baja (1.66 m<sup>2</sup>), desprendimiento de agregados de severidad media (28.02 m<sup>2</sup>), desprendimiento de agregados de severidad alta (9.12 m<sup>2</sup>), meteorización de severidad baja (35.02 m<sup>2</sup>), meteorización de severidad media (131.11 m<sup>2</sup>), meteorización de severidad alta (9.25 m<sup>2</sup>).
3. De acuerdo al estudio de mecánica de suelos realizado, la subrasante según SUCS es una arena pobremente graduada, conforme a la clasificación AASHTO pertenece A-3. Para la calicata 1, presenta un contenido de arena de 97.33%, finos en 2.67% y un contenido de humedad en 3.23%. Para la calicata 2, presenta un contenido de arena de 97.46%, finos en 2.54% y un contenido de humedad en 2.89%. Se obtiene un CBR promedio de 21.95%, la cual se encuentra como una subrasante muy buena.

4. Para el diseño de la sobrecarpeta de concreto Whitetopping  $f'c = 280 \text{ kg/cm}^2$ , se determinó que la dosificación de acuerdo a  $1 \text{ pie}^3$  de cemento,  $2.536 \text{ pie}^3$  de agregado grueso,  $1.816 \text{ pie}^3$  de agregado fino y  $17.330 \text{ Lt}$  de agua. De acuerdo a la metodología AASHTO 93, se determinó un espesor de losa de concreto de  $13 \text{ cm}$ .
5. Conforme a los ensayos de resistencia a compresión a los 28 días, para un concreto  $f'c = 280 \text{ kg/cm}^2$ . Se obtuvo para el concreto patrón una resistencia de  $310 \text{ kg/cm}^2$ , con adición de  $200 \text{ gr } F_{pp}/\text{m}^3$  se obtuvo  $311 \text{ kg/cm}^2$ , para la adición de  $400 \text{ gr } F_{pp}/\text{m}^3$  se obtuvo  $315.66 \text{ kg/cm}^2$  y mediante la adición de  $600 \text{ gr } F_{pp}/\text{m}^3$  se obtuvo  $318.66 \text{ kg/cm}^2$ .
6. Conforme a los ensayos de resistencia a flexión a los 28 días, para un concreto  $f'c = 280 \text{ kg/cm}^2$ . Se obtuvo para el concreto patrón una resistencia de  $37.75 \text{ kg/cm}^2$ , con adición de  $200 \text{ gr } F_{pp}/\text{m}^3$  se obtuvo  $39.90 \text{ kg/cm}^2$ , con adición de  $400 \text{ gr } F_{pp}/\text{m}^3$  se obtuvo  $38.20 \text{ kg/cm}^2$  y para la adición de  $600 \text{ gr } F_{pp}/\text{m}^3$  una resistencia de  $41.55 \text{ kg/cm}^2$ .
7. Respecto al análisis de costos, en cuanto a una rehabilitación mediante recapeo asfáltico en el pavimento flexible de la avenida General Hoyos Rubio se obtiene un costo total de  $\text{s}/.182,874.63$  nuevos soles. Para los trabajos de aplicación de la técnica Whitetopping, en el pavimento flexible de la avenida General Hoyos Rubio se obtuvo un costo total de  $\text{s}/.1,564,345.41$  nuevos soles. Si bien el costo total de la aplicación de la técnica whitetopping es mayor en comparación a una rehabilitación mediante recapeo asfáltico, es indispensable tomar en consideración el tiempo de vida útil de cada uno de los métodos de rehabilitación.

## VII. RECOMENDACIONES

Es de gran consideración realizar un análisis de costos total acerca de la utilización del método Whitetopping. Si bien presenta un costo inicial mayor, a largo plazo resulta beneficioso tanto en el aspecto estructural como el económico, se recomienda profundizar en dichos temas.

Es indispensable que previo a la colocación de la sobrecarpeta de concreto el asfalto muestre una condición adecuada, las fallas que presente el actual pavimento no deben localizarse a nivel estructural, sino superficialmente en la carpeta de rodadura.

Tener en cuenta que para la ejecución de la sobrecarpeta Whitetopping no adherida, el actual pavimento flexible debe contar con un mínimo espesor de 2”.

Respecto a las juntas, el espaciamiento es un aspecto importante, para capas de concreto con un espesor igual o menor a 150 mm, el espaciamiento máximo será 18 veces el espesor, por otra parte, para espesores de concreto mayor a 150 mm, el espaciamiento máximo será de 24 veces dicho espesor. Para el aserrado de juntas, la profundidad debe ser hasta  $\frac{1}{3}$  del espesor de la sobrecarpeta de concreto.

Es recomendable realizar un seguimiento al ejecutar la técnica Whitetopping, puesto que este tipo de rehabilitación no es ampliamente utilizado en el Perú, es por ello que es aconsejable realizar inspecciones in situ para conocer el desarrollo y comportamiento de la sobrecarpeta de concreto Whitetopping.



## REFERENCIAS

- Almeida, A. I., & Santur, G. E. (2019). *Aplicación de la técnica whitetopping en la evaluación del pavimento flexible en el C. P Mallaes-C. P Saman-Sullana-Piura, 2018* (Tesis de pregrado). Recuperado de Repositorio Institucional Universidad Cesar Vallejo:  
<https://repositorio.ucv.edu.pe/handle/20.500.12692/32036>
- American Association of State Highway and Transportation Officials. (2001). *Guide for design of pavement structures*. Recuperado de:  
<https://habib00ugm.files.wordpress.com/2010/05/aashto1993.pdf>
- American Concrete Institute. (2002). *Standard Practice for Selecting Proportions for Normal, Heavyweight, and Mass Concrete*. Recuperado de:  
[https://kashanu.ac.ir/Files/aci%20211\\_1\\_91.pdf](https://kashanu.ac.ir/Files/aci%20211_1_91.pdf)
- American Society for Testing and Materials. (2021). *Standard Test Methods for Laboratory Compaction Characteristics of Soil Using Modified Effort*. Recuperado de: [http://www.astm.org/cgi-bin/resolver.cgi?D1557-12\(2021\)](http://www.astm.org/cgi-bin/resolver.cgi?D1557-12(2021))
- American Society for Testing and Materials. (2020). *Standard Test Method for California Bearing Ratio (CBR) of Laboratory-Compacted Soils*. Recuperado de: <http://www.astm.org/cgi-bin/resolver.cgi?D1883-16>
- American Society for Testing and Materials. (2020). *Standard Practice for Roads and Parking Lots Pavement Condition Index Surveys*. Recuperado de:  
<http://www.astm.org/cgi-bin/resolver.cgi?D6433-20>

- American Society for Testing and Materials. (2019). *Standard Test Methods for Laboratory Determination of Water (Moisture) Content of Soil and Rock by Mass*. Recuperado de: <http://www.astm.org/cgi-bin/resolver.cgi?D2216-19>
- American Society for Testing and Materials. (2017). *Standard Test Methods for Liquid Limit, Plastic Limit, and Plasticity Index of Soils*. Recuperado de: <http://www.astm.org/cgi-bin/resolver.cgi?D4318-17e1>
- Bibliotecas Duoc UC. (2018). Formato de entrega: Proyecto de Investigación. *Centro de Recursos para el Aprendizaje e Investigación*. Recuperado de <http://www.duoc.cl/biblioteca/crai/definicion-y-proposito-de-la-investigacion-aplicada>
- Blazy, J., & Blazy, R. (2021). Polypropylene fiber reinforced concrete and its application in creating architectural forms of public spaces. *Case Studies in Construction Materials*, 14. doi: <https://doi.org/10.1016/j.cscm.2021.e00549>
- Cadena, P., Rendón, R., Aguilar, J., Salinas, E., De la Cruz, F. R., & Sangerman, D. M. (2017). Métodos cuantitativos, métodos cualitativos o su combinación en la investigación: un acercamiento en las ciencias sociales. *Revista Mexicana de Ciencias Agrícolas*, 8(7), 1615. Recuperado de: <https://www.redalyc.org/pdf/2631/263153520009.pdf>
- Cantuarias, L. C., & Watanabe, J. R. (2017). *Aplicación del método PCI para la evaluación superficial del pavimento flexible de la avenida camino real de la urbanización la rinconada del distrito Trujillo* (Tesis de pregrado). Recuperado de Repositorio Digital de la Universidad Privada Antenor Orrego: <http://repositorio.upao.edu.pe/handle/20.500.12759/3589>

Chapoñan, J. M., & Quispe, J. (2017). *Análisis del comportamiento en las propiedades del concreto hidráulico para el diseño de pavimentos rígidos adicionando fibras de polipropileno en el A.A.H.H Villamaría-Nuevo Chimbote* (Tesis de pregrado). Recuperado de Repositorio Institucional de la Universidad Nacional del Santa:  
<http://repositorio.uns.edu.pe/handle/UNS/2724>

Correa, M. A., & Del Carpio, L. G. (2019). *Evaluación PCI y propuesta de intervención para el pavimento flexible del jirón los Incas de Piura* (Tesis de pregrado). Recuperado de Repositorio Institucional PIRHUA:  
<https://pirhua.udep.edu.pe/handle/11042/4162>

Cuenca, E. L., & Solórzano, C. S. (2018). *Efecto de las fibras de acero y polipropileno en la resistencia a la flexión del concreto, Trujillo 2018* (Tesis de pregrado). Recuperado de Repositorio Institucional Universidad Cesar Vallejo: <https://repositorio.ucv.edu.pe/handle/20.500.12692/31442>

Danel, O. O. (4 de noviembre de 2015). Metodología de la investigación. Población y muestra [Documento en web]. Recuperado el 7 de julio de 2021 de:  
[https://www.researchgate.net/publication/283486298\\_Metodologia\\_de\\_la\\_investigacion\\_Poblacion\\_y\\_muestra](https://www.researchgate.net/publication/283486298_Metodologia_de_la_investigacion_Poblacion_y_muestra)

De la Cruz, J. M. (2016). *Caracterización de la adherencia en refuerzos de ultra-thin whitetopping (UTW)* (Tesis de maestría). Recuperado de UPCommons:  
<https://upcommons.upc.edu/handle/2117/83867?locale-attribute=es>

- Duque, J., Orrego, J. F., & Vásquez, B. S. (2019). *Mejoramiento de subrasante en vías de tercer orden* (Tesis de pregrado). Recuperado de Repositorio Institucional Unilibre: Repositorio Institucional Unilibre  
<https://repository.unilibre.edu.co/handle/10901/17878?show=full>
- Esteban, A. (2017). *Rehabilitación de pavimentos asfálticos con la aplicación de capas de concreto whitetopping - calle moquegua, omate - moquegua, 2017* (Tesis de pregrado). Recuperado de Repositorio Institucional Universidad Cesar Vallejo:  
<https://repositorio.ucv.edu.pe/handle/20.500.12692/22742>
- Fick, G., & Harrington, D. (2014). Guide to concrete overlays: sustainable solutions for resurfacing and rehabilitating existing pavements. *American Concrete Pavement Association*, (3), 38-41. Recuperado de:  
[https://issuu.com/ich\\_mkt/docs/overlays\\_3rd\\_edition\\_spanish](https://issuu.com/ich_mkt/docs/overlays_3rd_edition_spanish)
- González, D. E. (2018). *Metodologías de reparación para pavimentos flexibles de mediano y bajo tránsito* (Tesis de pregrado). Recuperado de DSpace Universidad Andrés Bello: <http://repositorio.unab.cl/xmlui/handle/ria/7090>
- Hernando, A. I., & Huamaní, N, J. (2019). *Diseño de losa de concreto para pavimento rígido adicionando fibras de polipropileno Av. Áncash El Agustino 2019* (Tesis de pregrado). Recuperado de Repositorio Institucional Universidad Cesar Vallejo:  
<https://repositorio.ucv.edu.pe/handle/20.500.12692/49292>

- Leguía, P. B., & Pacheco, H. F. (2016). *Evaluación superficial del pavimento flexible por el método Pavement Condition Index (PCI) en las vías arteriales: Cincuentenario, Colón y Miguel Grau – (Huacho Huaura Lima)* (Tesis de pregrado). Recuperado de DSpace Universidad de San Martín de Porres: <https://repositorio.usmp.edu.pe/handle/20.500.12727/2311>
- Llonquecha, J. A. R., & Quispe, S. A. (2019). *Evaluación superficial del pavimento flexible planteando una rehabilitación por el método whitetopping avenida central de San Juan de Lurigancho 2019* (Tesis de pregrado). Recuperado de Repositorio Institucional Universidad César Vallejo: <https://repositorio.ucv.edu.pe/handle/20.500.12692/47161>
- Loría, L. G. (2017). *Estructura de Pavimento Flexible Convencional* [Archivo de video]. Recuperado el 7 de julio de 2021 de: <https://youtu.be/WEtYGLpKZTA>
- Luna, M.A., García, R.A., & Orta, P.A. (2019). Aplicación de la tecnología Whitetopping en un tramo de la carretera: Circuito Sur - Topes de Collantes. *Revista de Arquitectura e Ingeniería*, 13, 3-4. Recuperado de: <https://www.redalyc.org/articulo.oa?id=193961007003>
- Manterola, C., & Otzen, T. (2017). Técnicas de muestreo sobre una población a estudio. *International Journal of Morphology*, 35(1), 228. doi: <http://dx.doi.org/10.4067/S0717-95022017000100037>

Manterola, C., Quiroz, G., Salazar, P., & García, N. (2018). Metodología de los tipos y diseños de estudio más frecuentemente utilizados en investigación clínica. *Revista médica clínica las Condes*, 30. doi: <https://doi.org/10.1016/j.rmclc.2018.11.005>

Ministerio de Obras Públicas y Comunicaciones. (2016). *Identificación de fallas en pavimentos y técnicas de reparación*. República Dominicana: Dirección General de Reglamentos y Sistemas.

Ministerio de Transportes y Comunicaciones. (2014). *Manual de Carreteras Suelos, Geología, Geotecnia y Pavimentos: Sección Suelos y Pavimentos*. Recuperado de [http://transparencia.mtc.gob.pe/idm\\_docs/P\\_recientes/4515.pdf](http://transparencia.mtc.gob.pe/idm_docs/P_recientes/4515.pdf)

Ministerio de Transportes y Comunicaciones. (2016). *Manual de ensayo de materiales*. Recuperado de [http://transparencia.mtc.gob.pe/idm\\_docs/normas\\_legales/1\\_0\\_3729.pdf](http://transparencia.mtc.gob.pe/idm_docs/normas_legales/1_0_3729.pdf)

Oliveira, F. (Marzo, 2019). Whitetopping. *Construcción latinoamericana*. Recuperado el 7 de julio de 2021 de <https://www.construccionlatinoamericana.com/news/Whitetopping/4137253.article>

Rodríguez, B. O., & Tacza, E, B. (2018). *Evaluación de fallas mediante el método PCI y planteamiento de alternativas de intervención para mejorar la condición operacional del pavimento flexible en el carril segregado del corredor Javier Prado* (Tesis de pregrado). Recuperado de Repositorio Académico UPC:  
<https://repositorioacademico.upc.edu.pe/handle/10757/624556>

Sánchez, J. C. (2017). *Evaluación del estado del pavimento de la av. Ramón Castilla, Chulucanas, mediante el método PCI* (Tesis de pregrado). Recuperado de Repositorio Institucional PIRHUA:  
[https://pirhua.udep.edu.pe/bitstream/handle/11042/2919/ICI\\_234.pdf?sequence=1&isAlloisA=y](https://pirhua.udep.edu.pe/bitstream/handle/11042/2919/ICI_234.pdf?sequence=1&isAlloisA=y)

Saravia, P. E., & Vejarano, F. G. (2019). *Influencia de la adición de policloruro de vinilo reciclado sobre la compactación, capacidad de soporte y resistencia a la abrasión de un material granular para capa base del pavimento flexible de la carretera huanchaco – santiago de cao* (Tesis de pregrado). Recuperado de DSpace Universidad Nacional de Trujillo:  
<https://dspace.unitru.edu.pe/handle/UNITRU/13160>

Seehra, S.S. (Marzo, 2020). Thin Whitetopping Cement Concrete Overlays on Bituminous Pavements. *Infra Construction & Equipment Magazine*. Recuperado el 7 de julio de 2021 de <https://www.nbmcw.com/articles-reports/infrastructure-construction/roads-and-pavements/thin-whitetopping-cement-concrete-overlays-on-bituminous-pavements.html>

Ureta, Y. C. (2018). *Utilización de ultra-thin whitetopping como método de rehabilitación de pavimentos asfálticos en la Ciudad de Tacna, Chulucanas, mediante el método PCI* (Tesis de pregrado). Recuperado de Repositorio de la Universidad Privada de Tacna:  
<http://repositorio.upt.edu.pe/handle/UPT/605>

Ventura, J. L. (2017). ¿Población o muestra?: Una diferencia necesaria. *Revista Cubana de Salud Pública*, 43(4), 648-649. Recuperado de:  
[http://scielo.sld.cu/scielo.php?script=sci\\_arttext&pid=S0864-34662017000400014](http://scielo.sld.cu/scielo.php?script=sci_arttext&pid=S0864-34662017000400014)

Z Aditivos. (2019). Fibra Z de polipropileno [Documento en web]. Recuperado el 7 de julio de 2021 de:  
<https://www.zaditivos.com.pe/wp-content/uploads/2019/05/Fibra-Z-de-Polipropileno.pdf>

Zárate, J. P. (2019). *Plan de mantenimiento vial para la vía Biblián – Zhud, en los tramos de pavimento rígido* (Tesis de maestría). Recuperado de Repositorio Institucional Universidad de Cuenca:  
<http://dspace.ucuenca.edu.ec/handle/123456789/32164>




# **ANEXOS**

## Anexo 1 Matriz de operacionalización de variable

Variable	Definición conceptual	Definición operacional	Dimensiones	Indicadores
<b>Variable Dependiente</b>  Rehabilitación mediante el método Whitetopping.	Es una capa de concreto sobre la antigua superficie de asfalto, es ideal para rehabilitación de pavimentos flexibles que no han completado su periodo de servicio y tiene una mayor economía en su construcción. (De la Cruz, 2016)	Esta técnica es similar a los pavimentos de concreto, el cual consiste en aplicar placas de concreto tomando como base la estructura del pavimento asfáltico, para que sea viable el pavimento existente deberá presentar solo fallas superficiales. (Esteban, 2018)	Estudios básicos	Estudio de mecánica de suelos
				Estudio de tráfico
				Mediciones de la vía
			Diseño del Whitetopping	Espesor de la sobrecarpeta de concreto
				Diseño de concreto
				Restauración del pavimento existente
<b>Variable Independiente</b>  Evaluación del pavimento flexible.	Es aquella evaluación realizada en una vía con el objetivo de determinar los deterioros que afectan al pavimento y al usuario, y conocer el estado en el que se encuentra el mismo. (Watanabe y Cepeda, 2017)	Corresponde a la inspección de fallas presentes en el pavimento, midiendo el tipo de severidad de cada falla registrada. (ASTM D6433-20, 2020)	Índice de condición del pavimento	Excelente
				Muy Bueno
				Bueno
				Regular
				Malo
				Muy Malo
				Fallado
			Fallas en el pavimento flexible	Fisuras y grietas
				Deformaciones superficiales
				Desprendimientos
	Afloramiento y otras fallas			

## Anexo 2 Instrumento de recolección de datos

		EVALUACIÓN SUPERFICIAL DEL PAVIMENTO FLEXIBLE						
		MÉTODO ÍNDICE DE CONDICIÓN DEL PAVIMENTO						
<b>Proyecto</b>		<b>Evaluación del pavimento flexible y rehabilitación mediante el método Whitetopping, Avenida General Hoyos Rubio – Villa María del Triunfo, 2021.</b>						
Nombre de la vía		Evaluador						
Unidad de muestra								
Progresiva inicial		Ancho de vía (m)						
Progresiva final		Área de unidad de muestra (m <sup>2</sup> )						
<b>TIPO DE FALLAS EN EL PAVIMENTO FLEXIBLE</b>								
1. Piel de cocodrilo	6. Depresión	11. Parcheo			16. Desplazamiento			
2. Exudación	7. Grieta de borde	12. Pulimiento de agregados			17. Grieta parabólica			
3. Agrietamiento en bloque	8. Grieta de reflexión de junta	13. Huecos			18. Hinchamiento			
4. Abultamiento y hundimiento	9. Desnivel carril/berma	14. Cruce de vía férrea			19. Despredimiento de agregados			
5. Corrugación	10. Grietas longitudinales y transversales	15. Ahuellamiento			20. Meteorización			
<b>Falla</b>	<b>Severidad</b>	<b>Cantidades parciales</b>				<b>Total</b>	<b>Densidad (%)</b>	<b>Valor deducido</b>
<b>Nº</b>	<b>Valores Deducidos</b>					<b>VDT</b>	<b>q</b>	<b>VDC</b>
<b>Max. VDC</b>								
<b>Índice de Condición del Pavimento (100 - Max. VDC)</b>								

### Anexo 3 Matriz de consistencia

Evaluación del pavimento flexible y rehabilitación mediante el método Whitetopping, Avenida General Hoyos Rubio – Villa María del Triunfo, 2021.											
Problema	Objetivo	Hipótesis	Variables	Dimensiones	Indicadores	Métodos	Técnicas	Instrumentos			
<p><b>Problema General</b> ¿Como influye la utilización de la técnica Whitetopping en la rehabilitación del pavimento flexible de la avenida General Hoyos Rubio, Villa María del Triunfo?</p> <p><b>Problemas Específicos</b></p> <p><b>PE.1</b> ¿Cuál es el estado actual del pavimento de la avenida General Hoyos Rubio, distrito de Villa María del Triunfo?</p> <p><b>PE.2</b> ¿Cuáles son las fallas existentes en el pavimento de la avenida General Hoyos Rubio, Villa María del Triunfo?</p> <p><b>PE.3</b> ¿Cuáles son las propiedades mecánicas del suelo para el diseño del Whitetopping en el pavimento de la avenida General Hoyos Rubio, Villa María del Triunfo?</p> <p><b>PE.4</b> ¿Cuál es la dosificación del concreto para el diseño del Whitetopping en el pavimento de la avenida General Hoyos Rubio, Villa María del Triunfo?</p> <p><b>PE.5</b> ¿Cuáles son los efectos en el comportamiento mecánico de un concreto con adición de fibras de polipropileno en el diseño del Whitetopping en el pavimento de la avenida General Hoyos Rubio, Villa María del Triunfo?</p>	<p><b>Objetivo General</b> Determinar la influencia de la técnica Whitetopping en la rehabilitación del pavimento flexible de la avenida General Hoyos Rubio, Villa María del Triunfo.</p> <p><b>Objetivos Específicos</b></p> <p><b>OE.1</b> Determinar el estado actual del pavimento de la avenida General Hoyos Rubio, Villa María del Triunfo.</p> <p><b>OE.2</b> Identificar las fallas existentes en el pavimento de la avenida General Hoyos Rubio, Villa María del Triunfo.</p> <p><b>OE.3</b> Analizar las propiedades mecánicas del suelo para el diseño del Whitetopping en el pavimento de la avenida General Hoyos Rubio, Villa María del Triunfo.</p> <p><b>OE.4</b> Determinar la dosificación del concreto para el diseño del Whitetopping en el pavimento de la avenida General Hoyos Rubio, Villa María del Triunfo.</p> <p><b>OE.5</b> Establecer los efectos en el comportamiento mecánico de un concreto con adición de fibras de polipropileno en el diseño del Whitetopping en el pavimento de la avenida General Hoyos Rubio, Villa María del Triunfo.</p>	<p><b>Hipótesis General</b> El método Whitetopping influye favorablemente en la rehabilitación del pavimento flexible de la avenida General Hoyos Rubio, distrito de Villa María del Triunfo.</p>	<p><b>Variable Independiente</b> Evaluación del pavimento flexible.</p>	<p>Fallas en el pavimento flexible</p>	Fisuras y grietas	<p><b>Enfoque</b> Cuantitativo</p>	<p>Encuesta</p>	<p>Ficha de observación de campo</p>			
					Deformaciones superficiales						
					Desprendimientos						
					Afloramiento y otras fallas						
					Excelente				<p><b>Tipo de Investigación</b> Descriptivo</p>	<p>Observación</p>	<p>Hoja de excel</p>
					Muy Bueno						
					Bueno						
					Regular						
					Malo						
				Muy Malo							
				Fallado							
				<p>Índice de condición del pavimento</p>	Estudio de mecánica de suelos	<p><b>Población de estudio</b> El pavimento flexible de la avenida General Hoyos Rubio</p>					
					Mediciones de la vía						
					Estudio de tráfico						
					<p>Diseño del Whitetopping</p>		Espesor de la sobrecarpeta de concreto				
Diseño de concreto											
Restauración del pavimento existente											
<p><b>Variable Dependiente</b> Rehabilitación mediante el método Whitetopping.</p>	<p>Estudios Básicos</p>	<p><b>Población de estudio</b> El pavimento flexible de la avenida General Hoyos Rubio</p>									
			Estudio de mecánica de suelos								
			Mediciones de la vía								
	<p>Diseño del Whitetopping</p>		Espesor de la sobrecarpeta de concreto								
			Diseño de concreto								
			Restauración del pavimento existente								

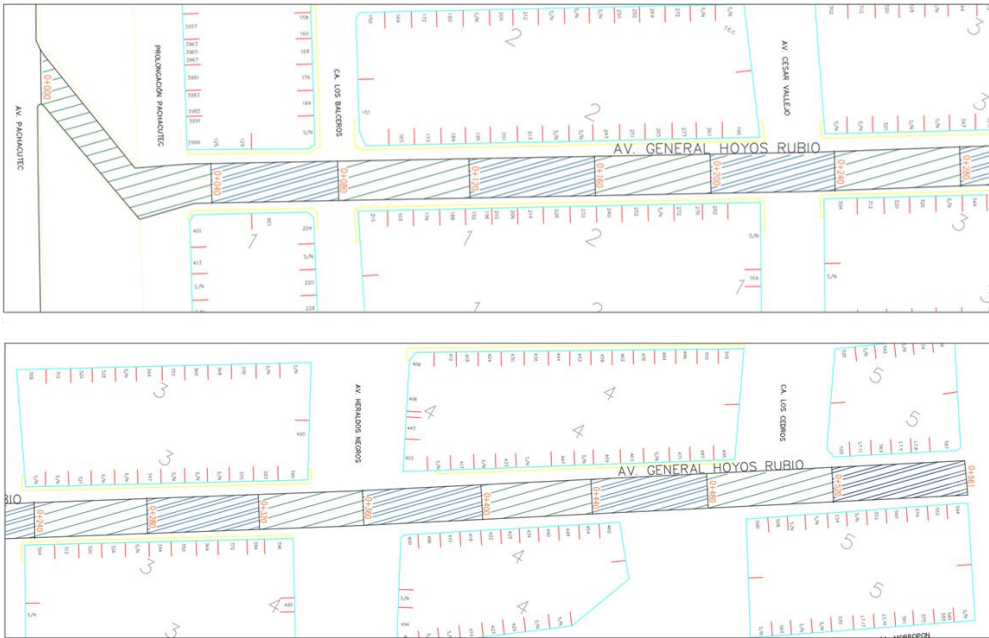
## Anexo 4 Plano de ubicación de la avenida General Hoyos Rubio



PLANO DE UBICACIÓN - AVENIDA GENERAL HOYOS RUBIO

PROYECTO: EVALUACIÓN DEL PAVIMENTO FLEXIBLE Y REHABILITACIÓN MEDIANTE EL MÉTODO WHITETOPPING, AVENIDA GENERAL HOYOS RUBIO - VILLA MARÍA DEL TRIUNFO, 2021.

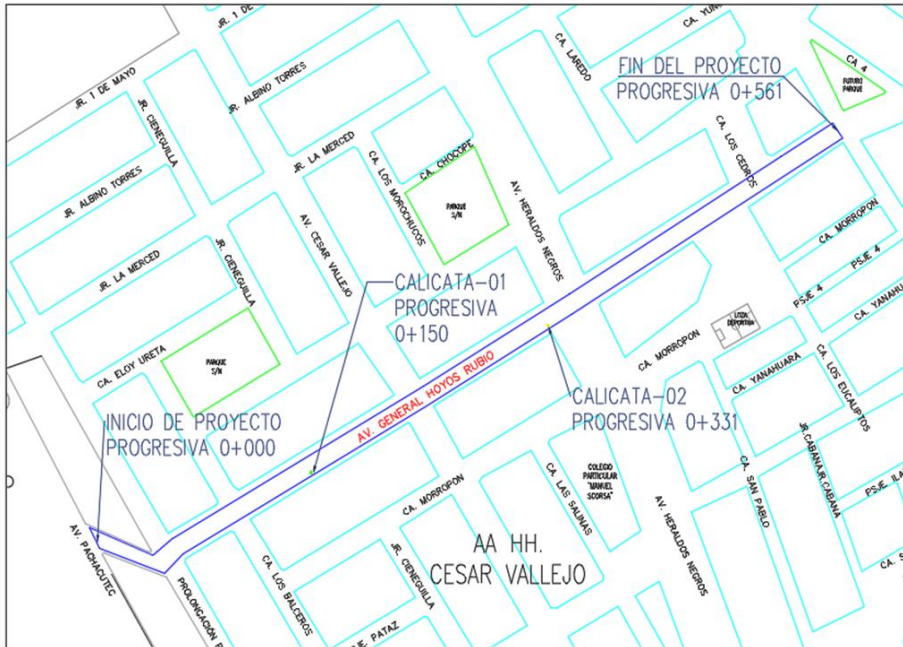
## Anexo 5 Plano de división del pavimento en unidades de muestra



PLANO: DIVISI3N DEL PAVIMENTO EN UNIDADES DE MUESTRA

PROYECTO: EVALUACI3N DEL PAVIMENTO FLEXIBLE Y REHABILITACI3N MEDIANTE EL M3TOD0 WHITETOPPING, AVENIDA GENERAL HOYOS RUBIO-VILLA MARÍA DEL TRIUNFO, 2021.

## Anexo 6 Plano de ubicación de calicatas

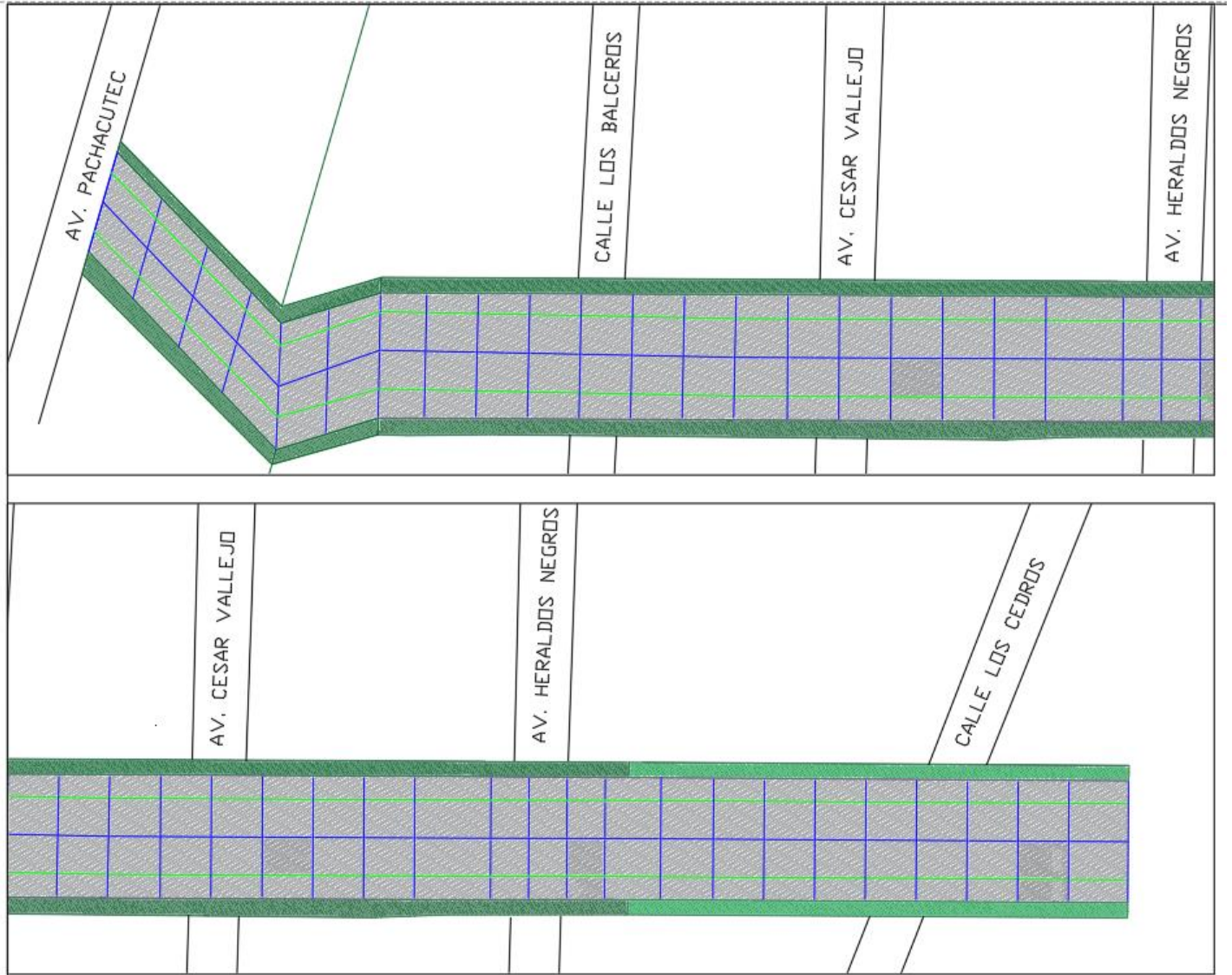


LEYENDA	
	Manzanas
	Carretera
	Calicatas
	Parques

PLANO: UBICACIÓN DE CALICATAS

PROYECTO: EVALUACIÓN DEL PAVIMENTO FLEXIBLE Y REHABILITACIÓN MEDIANTE EL MÉTODO WHITETOPPING. AVENIDA GENERAL HOYOS RUBIO - VILLA MARÍA DEL TRIUNFO. 2021.

## Anexo 7 Aplicación de la técnica Whitetopping

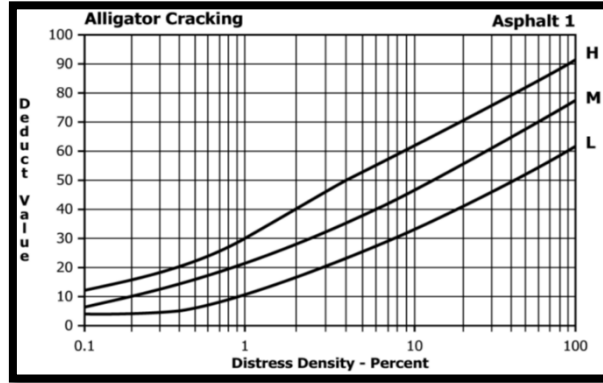


PROYECTO: <b>EVALUACIÓN DEL PAVIMENTO FLEXIBLE Y REHABILITACIÓN MEDIANTE EL MÉTODO WHITETOPPING, AVENIDA GENERAL HOYOS RUBIO - VILLA MARÍA DEL TRIUNFO, 2021</b>		LAMINA: <b>A-1</b>
PLANO DE PLANTEAMIENTO: <b>APLICACIÓN DE LA SOBRECARPETA WHITETOPPING</b>		
UBICACIÓN: DISTRITO: <b>VILLA MARÍA DEL TRIUNFO</b> PROVINCIA: <b>LIMA</b> REGION: <b>LIMA</b>		
DIBUJO: <b>ARQUITECTURA</b>	FECHA: <b>JULIO 2021</b>	

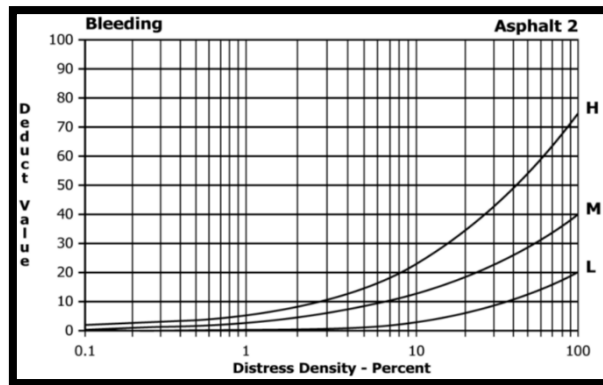


## Anexos 8 Curvas para determinar valores deducidos de pavimentos asfálticos

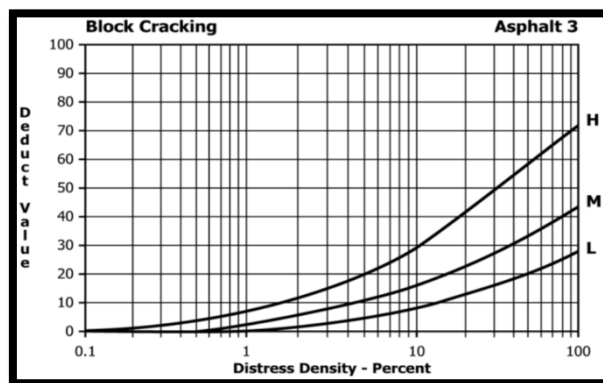
Piel de cocodrilo



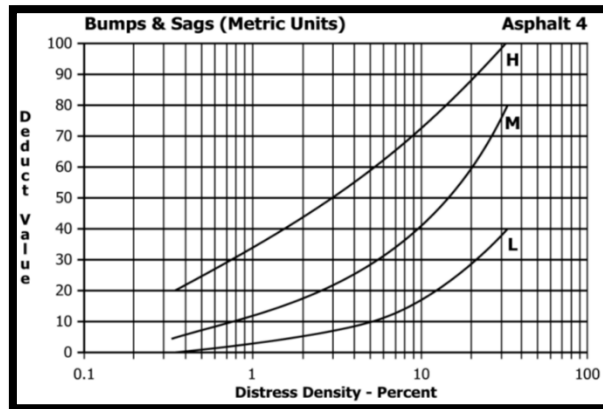
Exudación



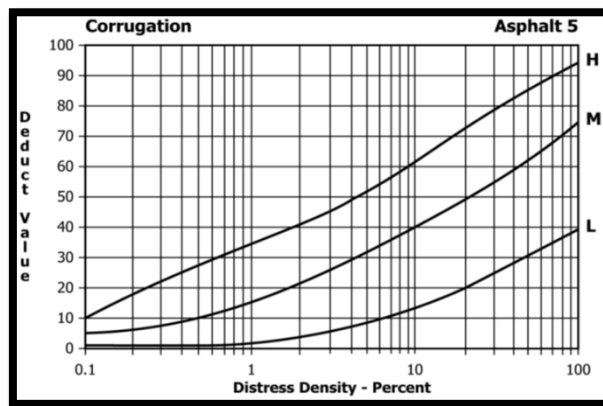
Agrietamiento en bloque



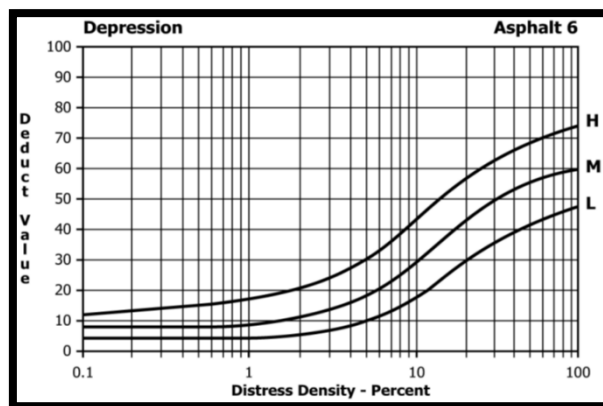
## Abultamientos y Hundimientos



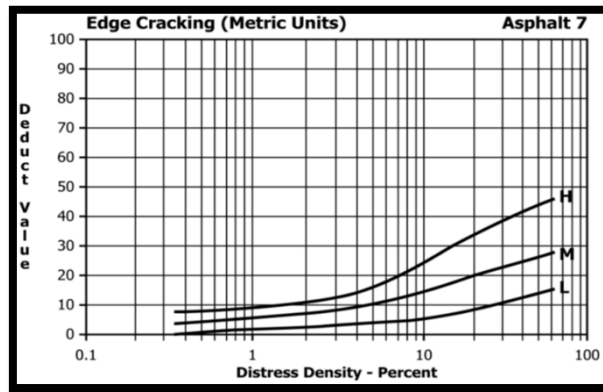
## Corrugación



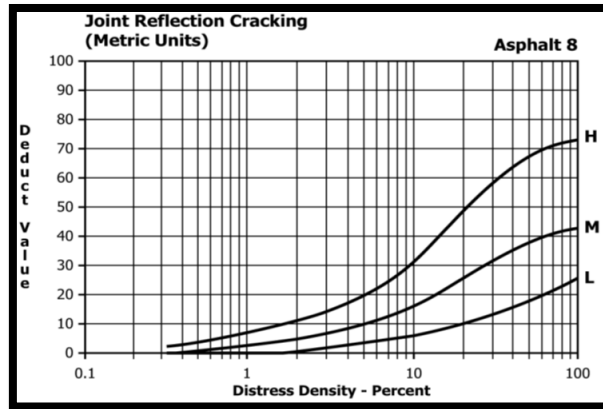
## Depresión



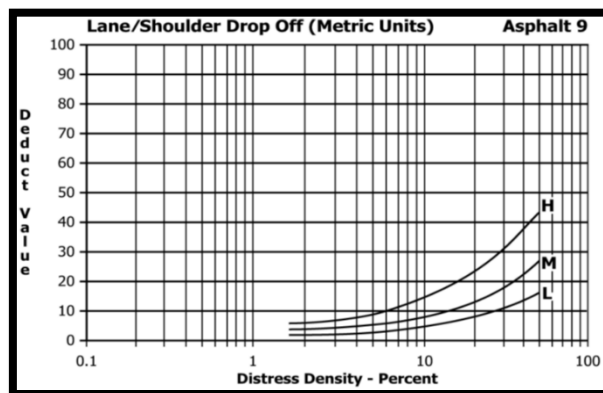
Grieta de borde



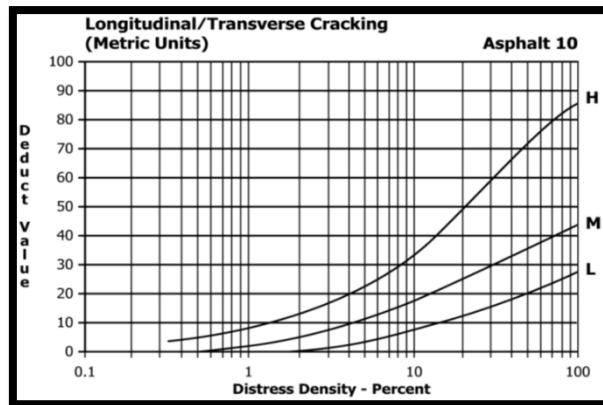
Grieta de reflexión de junta



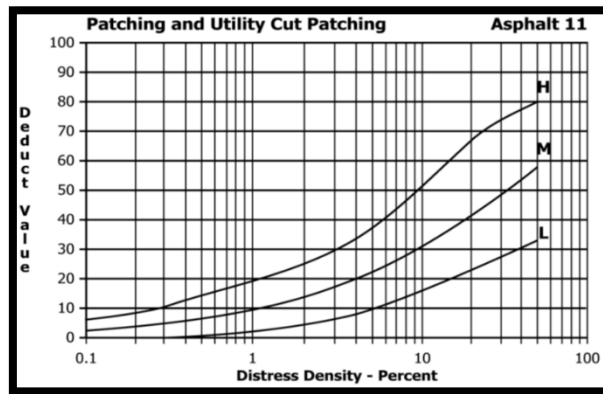
Desnivel carril/berma



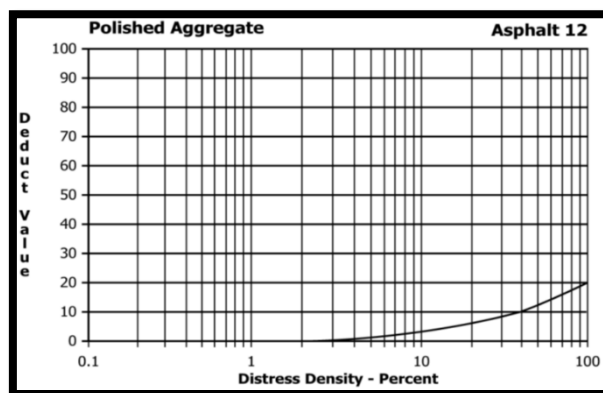
## Grietas longitudinales y transversales



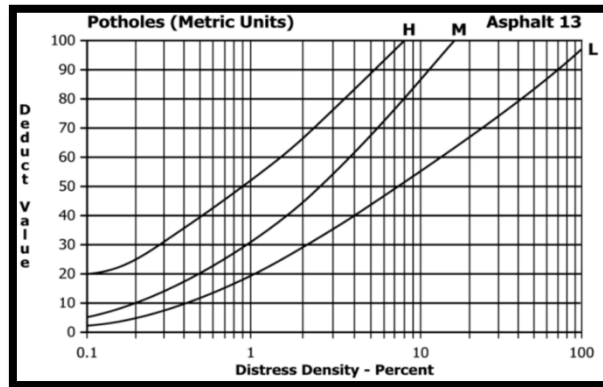
## Parqueo



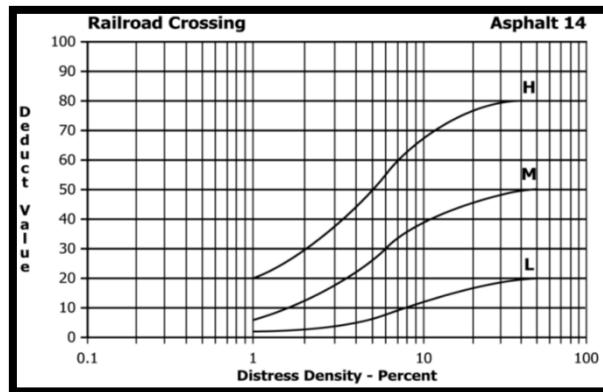
## Pulimiento de agregados



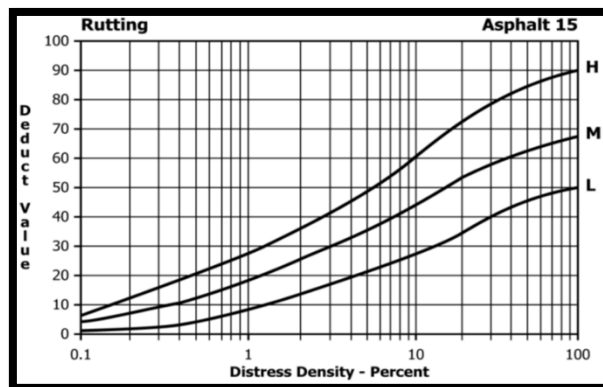
Huecos



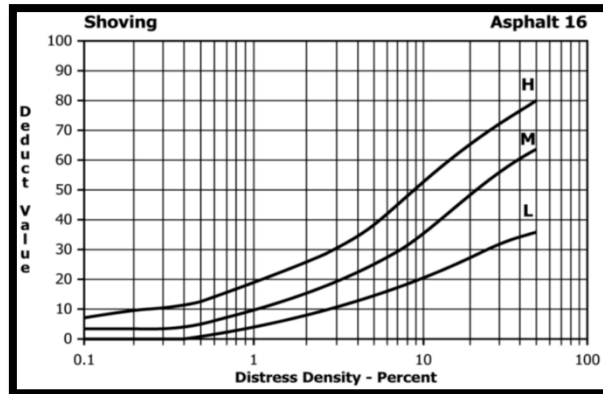
Cruce de vía férrea



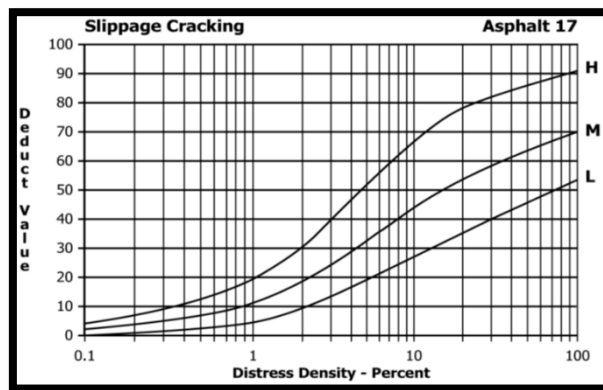
Ahuellamiento



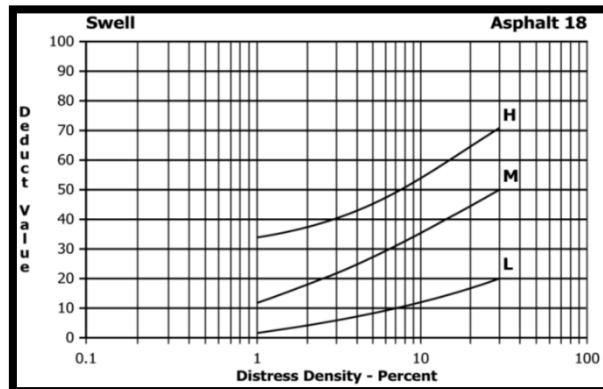
Desplazamiento



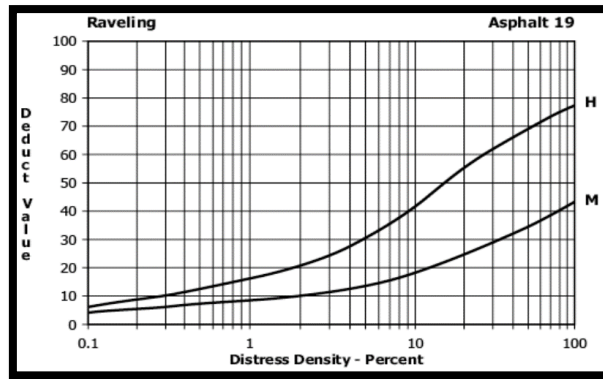
Grietas parabólicas



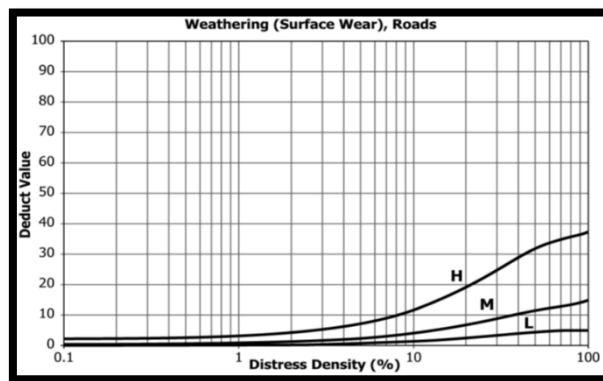
Hinchamiento



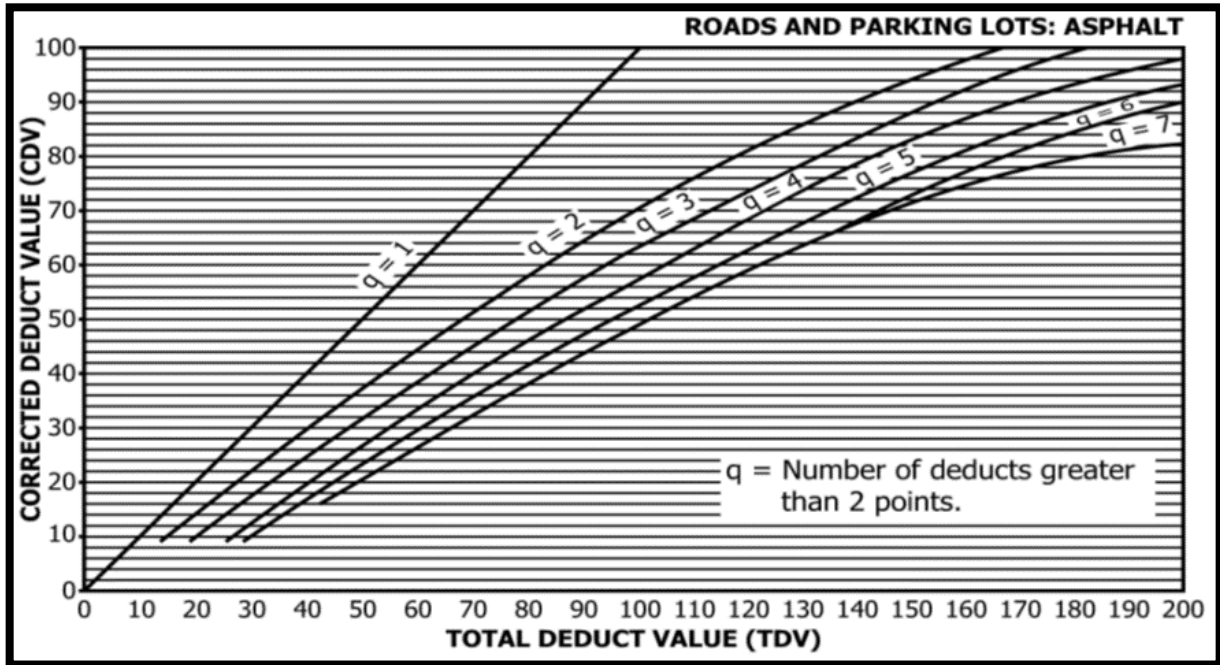
## Desprendimiento de agregados



## Meteorización




Anexo 9 Curva de valores deducidos corregidos







## Anexo 10 Índice de Condición del Pavimento – unidad de muestra 01

		EVALUACIÓN SUPERFICIAL DEL PAVIMENTO FLEXIBLE							
		MÉTODO ÍNDICE DE CONDICIÓN DEL PAVIMENTO							
Proyecto		Evaluación del pavimento flexible y rehabilitación mediante el método Whitetopping, Avenida General Hoyos Rubio – Villa María del Triunfo, 2021.							
Nombre de la vía	Av. General Hoyos Rubio	Evaluador			Gutierrez Celis, Jose Alonso				
Unidad de muestra	UM-01								
Progresiva inicial	0+000	Ancho de vía (m)			6.10				
Progresiva final	0+040	Área de unidad de muestra (m2)			244				
TIPO DE FALLAS EN EL PAVIMENTO FLEXIBLE									
1. Piel de cocodrilo	6. Depresión	11. Parcheo			16. Desplazamiento				
2. Exudación	7. Grieta de borde	12. Pulimiento de agregados			17. Grieta parabólica				
3. Agrietamiento en bloque	8. Grieta de reflexión de junta	13. Huecos			18. Hinchamiento				
4. Abultamiento y hundimiento	9. Desnivel carril/berma	14. Cruce de vía férrea			19. Despredimiento de agregados				
5. Corrugación	10. Grietas longitudinales y transversales	15. Ahuellamiento			20. Meteorización				
Falla	Severidad	Cantidades parciales				Total	Densidad (%)	Valor deducido	
10	B	1.47	0.58	0.82		2.87	1.18	0	
12	B	0.53	1.2			1.73	0.71	0	
17	B	0.35	0.14	1.17		1.66	0.68	4	
Nº	Severidad	Valores Deducidos				VDT	q	VDC	
10	B	4				4	1	4	
<b>Max. VDC</b>						<b>4</b>			
<b>Índice de Condición del Pavimento (100 - Max. VDC)</b>						<b>96</b>			
<b>EXCELENTE</b>									


## Anexo 11 Índice de Condición del Pavimento – unidad de muestra 02

		EVALUACIÓN SUPERFICIAL DEL PAVIMENTO FLEXIBLE										
		MÉTODO ÍNDICE DE CONDICIÓN DEL PAVIMENTO										
Proyecto		Evaluación del pavimento flexible y rehabilitación mediante el método Whitetopping, Avenida General Hoyos Rubio – Villa María del Triunfo, 2021.										
Nombre de la vía		Av. General Hoyos Rubio				Evaluador			Gutierrez Celis, Jose Alonso			
Unidad de muestra		UM-02										
Progresiva inicial		0+040				Ancho de vía (m)			6.10			
Progresiva final		0+080				Área de unidad de muestra (m2)			244			
TIPO DE FALLAS EN EL PAVIMENTO FLEXIBLE												
1. Piel de cocodrilo		6. Depresión				11. Parcheo			16. Desplazamiento			
2. Exudación		7. Grieta de borde				12. Pulimiento de agregados			17. Grieta parabólica			
3. Agrietamiento en bloque		8. Grieta de reflexión de junta				13. Huecos			18. Hinchamiento			
4. Abultamiento y hundimiento		9. Desnivel carril/berma				14. Cruce de vía férrea			19. Despredimiento de agregados			
5. Corrugación		10. Grietas longitudinales y transversales				15. Ahuellamiento			20. Meteorización			
Falla	Severidad	Cantidades parciales						Total	Densidad (%)	Valor deducido		
20	M	5.57	16.2	8.1	13.45			43.32	17.75	5		
7	M	6.3	3.76					10.06	4.12	10		
1	M	6.37	2.5					8.87	3.64	34		
13	A	2	3	1				6	2.46	70		
10	A	4.45	2.38					6.83	2.80	16		
10	M	7.19	4.26	3.75				15.2	6.23	12		
7	A	5.83	3.25					9.08	3.72	12		
Nº	Severidad	Valores Deducidos							VDT	q	VDC	
20	M	70	34	16	12	12	10	5	159	7	73	
7	M	70	34	16	12	12	10	2	156	6	75	
1	M	70	34	16	12	12	2	2	148	5	86	
13	A	70	34	16	12	2	2	2	138	4	81	
10	A	70	34	16	2	2	2	2	128	3	76	
10	M	70	34	2	2	2	2	2	114	2	72	
7	A	70	2	2	2	2	2	2	82	1	82	
Max. VDC								86				
Índice de Condición del Pavimento (100 - Max. VDC)								14				
MUY MALO												


## Anexo 12 Índice de Condición del Pavimento – unidad de muestra 03

		EVALUACIÓN SUPERFICIAL DEL PAVIMENTO FLEXIBLE										
		MÉTODO ÍNDICE DE CONDICIÓN DEL PAVIMENTO										
Proyecto		Evaluación del pavimento flexible y rehabilitación mediante el método Whitetopping, Avenida General Hoyos Rubio – Villa María del Triunfo, 2021.										
Nombre de la vía		Av. General Hoyos Rubio				Evaluador			Gutierrez Celis, Jose Alonso			
Unidad de muestra		UM-03										
Progresiva inicial		0+080				Ancho de vía (m)			6.10			
Progresiva final		0+120				Área de unidad de muestra (m2)			244			
TIPO DE FALLAS EN EL PAVIMENTO FLEXIBLE												
1. Piel de cocodrilo		6. Depresión				11. Parcheo			16. Desplazamiento			
2. Exudación		7. Grieta de borde				12. Pulimiento de agregados			17. Grieta parabólica			
3. Agrietamiento en bloque		8. Grieta de reflexión de junta				13. Huecos			18. Hinchamiento			
4. Abultamiento y hundimiento		9. Desnivel carril/berma				14. Cruce de vía férrea			19. Despredimiento de agregados			
5. Corrugación		10. Grietas longitudinales y transversales				15. Ahuellamiento			20. Meteorización			
Falla	Severidad	Cantidades parciales						Total	Densidad (%)	Valor deducido		
1	M	3.58	7.20					10.78	4.42	36		
1	B	9.74						9.74	3.99	22		
20	M	14.35	5.78					20.13	8.25	6		
10	M	7.25						7.25	2.97	4		
11	M	10.5						10.5	4.30	21		
13	A	3	2	4				9	3.69	80		
7	A	25.60	18.75					44.35	18.18	31		
Nº	Severidad	Valores Deducidos								VDT	q	VDC
1	M	80	36	31	22	21	6	4	200	7	82	
1	B	80	36	31	22	21	6	2	198	6	87	
20	M	80	36	31	22	21	2	2	194	5	92	
10	M	80	36	31	22	2	2	2	175	4	92	
11	M	80	36	31	2	2	2	2	155	3	89	
13	A	80	36	2	2	2	2	2	126	2	84	
7	A	80	2	2	2	2	2	2	92	1	92	
Max. VDC									92			
Índice de Condición del Pavimento (100 - Max. VDC)									8			
FALLADO												


## Anexo 13 Índice de Condición del Pavimento – unidad de muestra 04

		EVALUACIÓN SUPERFICIAL DEL PAVIMENTO FLEXIBLE									
		MÉTODO ÍNDICE DE CONDICIÓN DEL PAVIMENTO									
Proyecto		<b>Evaluación del pavimento flexible y rehabilitación mediante el método Whitetopping, Avenida General Hoyos Rubio – Villa María del Triunfo, 2021.</b>									
Nombre de la vía		Av. General Hoyos Rubio				Evaluador			Gutierrez Celis, Jose Alonso		
Unidad de muestra		UM-04									
Progresiva inicial		0+120				Ancho de vía (m)			6.10		
Progresiva final		0+160				Área de unidad de muestra (m2)			244		
TIPO DE FALLAS EN EL PAVIMENTO FLEXIBLE											
1. Piel de cocodrilo		6. Depresión				11. Parcheo			16. Desplazamiento		
2. Exudación		7. Grieta de borde				12. Pulimiento de agregados			17. Grieta parabólica		
3. Agrietamiento en bloque		8. Grieta de reflexión de junta				13. Huecos			18. Hinchamiento		
4. Abultamiento y hundimiento		9. Desnivel carril/berma				14. Cruce de vía férrea			19. Despredimiento de agregados		
5. Corrugación		10. Grietas longitudinales y transversales				15. Ahuellamiento			20. Meteorización		
Falla	Severidad	Cantidades parciales						Total	Densidad (%)	Valor deducido	
19	A	3.20	5.92					9.12	3.74	24	
5	A	5.46	6.25					11.71	4.80	52	
13	M	2	3					5	2.05	44	
7	A	16.30						16.3	6.68	19	
13	A	1	2					3	1.23	53	
20	M	12.43						12.43	5.09	2	
20	A	5.75	3.50					9.25	3.79	6	
Nº	Severidad	Valores Deducidos							VDT	q	VDC
19	A	53	52	44	24	19	6	2	200	7	82
5	A	53	52	44	24	19	6	2	200	6	89
13	M	53	52	44	24	19	2	2	196	5	91
7	A	53	52	44	24	2	2	2	179	4	92
13	A	53	52	44	2	2	2	2	157	3	90
20	M	53	52	2	2	2	2	2	115	2	78
20	A	53	2	2	2	2	2	2	65	1	64
<b>Max. VDC</b>								<b>92</b>			
<b>Índice de Condición del Pavimento (100 - Max. VDC)</b>								<b>8</b>			
<b>FALLADO</b>											


## Anexo 14 Índice de Condición del Pavimento – unidad de muestra 05

		EVALUACIÓN SUPERFICIAL DEL PAVIMENTO FLEXIBLE								
		MÉTODO ÍNDICE DE CONDICIÓN DEL PAVIMENTO								
Proyecto		Evaluación del pavimento flexible y rehabilitación mediante el método Whitetopping, Avenida General Hoyos Rubio – Villa María del Triunfo, 2021.								
Nombre de la vía	Av. General Hoyos Rubio			Evaluador			Gutierrez Celis, Jose Alonso			
Unidad de muestra	UM-05									
Progresiva inicial	0+160			Ancho de vía (m)			6.10			
Progresiva final	0+200			Área de unidad de muestra (m2)			244			
TIPO DE FALLAS EN EL PAVIMENTO FLEXIBLE										
1. Piel de cocodrilo	6. Depresión			11. Parcheo			16. Desplazamiento			
2. Exudación	7. Grieta de borde			12. Pulimiento de agregados			17. Grieta parabólica			
3. Agrietamiento en bloque	8. Grieta de reflexión de junta			13. Huecos			18. Hinchamiento			
4. Abultamiento y hundimiento	9. Desnivel carril/berma			14. Cruce de vía férrea			19. Despredimiento de agregados			
5. Corrugación	10. Grietas longitudinales y transversales			15. Ahuellamiento			20. Meteorización			
Falla	Severidad	Cantidades parciales					Total	Densidad (%)	Valor deducido	
10	M	9.25	7.80				17.05	6.99	14	
10	A	6.17	4.52				10.69	4.38	21	
13	A	6.00					6	2.46	70	
13	M	8.00	2.00				10	4.10	62	
20	M	7.39	15.50	6.28			29.17	11.95	13	
7	A	8.25	5.83				14.08	5.77	18	
Nº	Severidad	Valores Deducidos						VDT	q	VDC
10	M	70	62	21	18	14	13	198	6	87
10	A	70	62	21	18	14	2	187	5	89
13	A	70	62	21	18	2	2	175	4	91
13	M	70	62	21	2	2	2	159	3	92
20	M	70	62	2	2	2	2	140	2	90
7	A	70	2	2	2	2	2	80	1	80
<b>Max. VDC</b>							<b>92</b>			
<b>Índice de Condición del Pavimento (100 - Max. VDC)</b>							<b>8</b>			
FALLADO										


## Anexo 15 Índice de Condición del Pavimento – unidad de muestra 06

 UNIVERSIDAD CESAR VALLEJO		EVALUACIÓN SUPERFICIAL DEL PAVIMENTO FLEXIBLE									
		MÉTODO ÍNDICE DE CONDICIÓN DEL PAVIMENTO									
<b>Proyecto</b>		<b>Evaluación del pavimento flexible y rehabilitación mediante el método Whitetopping, Avenida General Hoyos Rubio – Villa María del Triunfo, 2021.</b>									
Nombre de la vía	Av. General Hoyos Rubio	Evaluador			Gutierrez Celis, Jose Alonso						
Unidad de muestra	UM-06										
Progresiva inicial	0+200	Ancho de vía (m)			6.10						
Progresiva final	0+240	Área de unidad de muestra (m2)			244						
TIPO DE FALLAS EN EL PAVIMENTO FLEXIBLE											
1. Piel de cocodrilo	6. Depresión	11. Parcheo			16. Desplazamiento						
2. Exudación	7. Grieta de borde	12. Pulimiento de agregados			17. Grieta parabólica						
3. Agrietamiento en bloque	8. Grieta de reflexión de junta	13. Huecos			18. Hinchamiento						
4. Abultamiento y hundimiento	9. Desnivel carril/berma	14. Cruce de vía férrea			19. Despredimiento de agregados						
5. Corrugación	10. Grietas longitudinales y transversales	15. Ahuellamiento			20. Meteorización						
Falla	Severidad	Cantidades parciales					Total	Densidad (%)	Valor deducido		
10	M	12.67	4.82	7.30			24.79	10.16	18		
10	B	5.80	8.58				14.38	5.89	4		
1	M	7.45	12.83				20.28	8.31	43		
13	M	2.00	3.00	1.00			6	2.46	49		
13	A	3.00	2.00				5	2.05	65		
19	M	8.30	19.72				28.02	11.48	21		
Nº	Severidad	Valores Deducidos						VDT	q	VDC	
10	M	65	49	43	21	18	4	200	6	82	
10	B	65	49	43	21	18	2	198	5	88	
1	M	65	49	43	21	2	2	182	4	90	
13	M	65	49	43	2	2	2	163	3	92	
13	A	65	49	2	2	2	2	122	2	82	
19	M	65	2	2	2	2	2	75	1	74	
<b>Max. VDC</b>							<b>92</b>				
<b>Índice de Condición del Pavimento (100 - Max. VDC)</b>							<b>8</b>				
<b>FALLADO</b>											

## Anexo 16 Índice de Condición del Pavimento – unidad de muestra 07


		EVALUACIÓN SUPERFICIAL DEL PAVIMENTO FLEXIBLE								
		MÉTODO ÍNDICE DE CONDICIÓN DEL PAVIMENTO								
Proyecto		Evaluación del pavimento flexible y rehabilitación mediante el método Whitetopping, Avenida General Hoyos Rubio – Villa María del Triunfo, 2021.								
Nombre de la vía	Av. General Hoyos Rubio			Evaluador			Gutierrez Celis, Jose Alonso			
Unidad de muestra	UM-07									
Progresiva inicial	0+240			Ancho de vía (m)			6.10			
Progresiva final	0+280			Área de unidad de muestra (m2)			244			
TIPO DE FALLAS EN EL PAVIMENTO FLEXIBLE										
1. Piel de cocodrilo	6. Depresión			11. Parcheo			16. Desplazamiento			
2. Exudación	7. Grieta de borde			12. Pulimiento de agregados			17. Grieta parabólica			
3. Agrietamiento en bloque	8. Grieta de reflexión de junta			13. Huecos			18. Hinchamiento			
4. Abultamiento y hundimiento	9. Desnivel carril/berma			14. Cruce de vía férrea			19. Despredimiento de agregados			
5. Corrugación	10. Grietas longitudinales y transversales			15. Ahuellamiento			20. Meteorización			
Falla	Severidad	Cantidades parciales					Total	Densidad (%)	Valor deducido	
10	M	7.36					7.36	3.02	9	
10	A	16.48	9.25				25.73	10.55	41	
13	M	2.00	1.00	6.00			9	3.69	58	
20	M	13.96	8.50				22.46	9.20	4	
1	M	10.28	7.32				17.6	7.21	42	
13	B	1.00	3.00				4	1.64	26	
Nº	Severidad	Valores Deducidos						VDT	q	VDC
10	M	58	42	41	26	9	4	180	6	84
10	A	58	42	41	26	9	2	178	5	86
13	M	58	42	41	26	2	2	171	4	91
20	M	58	42	41	2	2	2	147	3	86
1	M	58	42	2	2	2	2	108	2	74
13	B	58	2	2	2	2	2	68	1	66
Max. VDC								91		
Índice de Condición del Pavimento (100 - Max. VDC)								9		
FALLADO										

## Anexo 17 Índice de Condición del Pavimento – unidad de muestra 08


		EVALUACIÓN SUPERFICIAL DEL PAVIMENTO FLEXIBLE									
		MÉTODO ÍNDICE DE CONDICIÓN DEL PAVIMENTO									
Proyecto		Evaluación del pavimento flexible y rehabilitación mediante el método Whitetopping, Avenida General Hoyos Rubio – Villa María del Triunfo, 2021.									
Nombre de la vía		Av. General Hoyos Rubio				Evaluador			Gutierrez Celis, Jose Alonso		
Unidad de muestra		UM-08									
Progresiva inicial		0+280				Ancho de vía (m)			6.10		
Progresiva final		0+320				Área de unidad de muestra (m2)			244		
TIPO DE FALLAS EN EL PAVIMENTO FLEXIBLE											
1. Piel de cocodrilo		6. Depresión				11. Parcheo			16. Desplazamiento		
2. Exudación		7. Grieta de borde				12. Pulimiento de agregados			17. Grieta parabólica		
3. Agrietamiento en bloque		8. Grieta de reflexión de junta				13. Huecos			18. Hinchamiento		
4. Abultamiento y hundimiento		9. Desnivel carril/berma				14. Cruce de vía férrea			19. Despredimiento de agregados		
5. Corrugación		10. Grietas longitudinales y transversales				15. Ahuellamiento			20. Meteorización		
Falla	Severidad	Cantidades parciales						Total	Densidad (%)	Valor deducido	
1	M	7.35	15.88					23.23	9.52	45	
10	M	9.50	11.72					21.22	8.70	15	
10	A	13.97						13.97	5.73	23	
11	B	18.26						18.26	7.48	12	
13	M	2.00	5.00	1.00			2.00	10	4.10	62	
13	B	1.00	3.00					4	1.64	36	
3	B	8.45						8.45	3.46	8	
Nº	Severidad	Valores Deducidos						VDT	q	VDC	
1	M	62	45	36	23	15	12	8	201	7	82
10	M	62	45	36	23	15	12	2	195	6	88
10	A	62	45	36	23	15	2	2	185	5	90
11	B	62	45	36	23	2	2	2	172	4	86
13	M	62	45	36	2	2	2	2	151	3	90
13	B	62	45	2	2	2	2	2	117	2	78
3	B	62	2	2	2	2	2	2	74	1	74
Max. VDC							90				
Índice de Condición del Pavimento (100 - Max. VDC)							10				
FALLADO											




## Anexo 18 Índice de Condición del Pavimento – unidad de muestra 09

		EVALUACIÓN SUPERFICIAL DEL PAVIMENTO FLEXIBLE							
		MÉTODO ÍNDICE DE CONDICIÓN DEL PAVIMENTO							
Proyecto		Evaluación del pavimento flexible y rehabilitación mediante el método Whitetopping, Avenida General Hoyos Rubio – Villa María del Triunfo, 2021.							
Nombre de la vía	Av. General Hoyos Rubio	Evaluador			Gutierrez Celis, Jose Alonso				
Unidad de muestra	UM-09								
Progresiva inicial	0+320	Ancho de vía (m)			6.10				
Progresiva final	0+360	Área de unidad de muestra (m2)			244				
TIPO DE FALLAS EN EL PAVIMENTO FLEXIBLE									
1. Piel de cocodrilo	6. Depresión	11. Parcheo			16. Desplazamiento				
2. Exudación	7. Grieta de borde	12. Pulimiento de agregados			17. Grieta parabólica				
3. Agrietamiento en bloque	8. Grieta de reflexión de junta	13. Huecos			18. Hinchamiento				
4. Abultamiento y hundimiento	9. Desnivel carril/berma	14. Cruce de vía férrea			19. Despredimiento de agregados				
5. Corrugación	10. Grietas longitudinales y transversales	15. Ahuellamiento			20. Meteorización				
Falla	Severidad	Cantidades parciales				Total	Densidad (%)	Valor deducido	
20	B	7.25	4.90			12.15	4.98	2	
10	B	8.30				8.3	3.40	4	
13	B	1.00	1.00			2	0.82	18	
1	B	13.47				13.47	5.52	28	
Nº	Severidad	Valores Deducidos				VDT	q	VDC	
20	B	28	18	4	2	52	4	28	
10	B	28	18	4	2	52	3	34	
13	B	28	18	2	2	50	2	37	
1	B	28	2	2	2	34	1	34	
Max. VDC						37			
Índice de Condición del Pavimento (100 - Max. VDC)						63			
						BUENO			


## Anexo 19 Índice de Condición del Pavimento – unidad de muestra 10

		EVALUACIÓN SUPERFICIAL DEL PAVIMENTO FLEXIBLE								
		MÉTODO ÍNDICE DE CONDICIÓN DEL PAVIMENTO								
Proyecto		Evaluación del pavimento flexible y rehabilitación mediante el método Whitetopping, Avenida General Hoyos Rubio – Villa María del Triunfo, 2021.								
Nombre de la vía	Av. General Hoyos Rubio	Evaluador			Gutierrez Celis, Jose Alonso					
Unidad de muestra	UM-10									
Progresiva inicial	0+360	Ancho de vía (m)			6.10					
Progresiva final	0+400	Área de unidad de muestra (m2)			244					
TIPO DE FALLAS EN EL PAVIMENTO FLEXIBLE										
1. Piel de cocodrilo		6. Depresión		11. Parcheo		16. Desplazamiento				
2. Exudación		7. Grieta de borde		12. Pulimiento de agregados		17. Grieta parabólica				
3. Agrietamiento en bloque		8. Grieta de reflexión de junta		13. Huecos		18. Hinchamiento				
4. Abultamiento y hundimiento		9. Desnivel carril/berma		14. Cruce de vía férrea		19. Despredimiento de agregados				
5. Corrugación		10. Grietas longitudinales y transversales		15. Ahuellamiento		20. Meteorización				
Falla	Severidad	Cantidades parciales				Total	Densidad (%)	Valor deducido		
11	B	2.44				2.44	1.00	3		
11	M	3.75				3.75	1.54	12		
10	B	8.52				8.52	3.49	2		
1	B	3.75	8.20			11.95	4.90	25		
13	B	6				6	2.46	33		
Nº	Severidad	Valores Deducidos					VDT	q	VDC	
11	B	33	25	12	3	2	75	5	38	
11	M	33	25	12	3	2	75	4	44	
10	B	33	25	12	2	2	74	3	48	
1	B	33	25	2	2	2	64	2	47	
13	B	33	2	2	2	2	41	1	41	
Max. VDC						48				
Índice de Condición del Pavimento (100 - Max. VDC)						52				
						REGULAR				


## Anexo 20 Índice de Condición del Pavimento – unidad de muestra 11

		EVALUACIÓN SUPERFICIAL DEL PAVIMENTO FLEXIBLE								
		MÉTODO ÍNDICE DE CONDICIÓN DEL PAVIMENTO								
Proyecto		Evaluación del pavimento flexible y rehabilitación mediante el método Whitetopping, Avenida General Hoyos Rubio – Villa María del Triunfo, 2021.								
Nombre de la vía	Av. General Hoyos Rubio	Evaluador			Gutierrez Celis, Jose Alonso					
Unidad de muestra	UM-11	Ancho de vía (m)			6.10					
Progresiva inicial	0+400	Área de unidad de muestra (m2)			244					
Progresiva final	0+440									
TIPO DE FALLAS EN EL PAVIMENTO FLEXIBLE										
1. Piel de cocodrilo	6. Depresión	11. Parcheo			16. Desplazamiento					
2. Exudación	7. Grieta de borde	12. Pulimiento de agregados			17. Grieta parabólica					
3. Agrietamiento en bloque	8. Grieta de reflexión de junta	13. Huecos			18. Hinchamiento					
4. Abultamiento y hundimiento	9. Desnivel carril/berma	14. Cruce de vía férrea			19. Despredimiento de agregados					
5. Corrugación	10. Grietas longitudinales y transversales	15. Ahuellamiento			20. Meteorización					
Falla	Severidad	Cantidades parciales					Total	Densidad (%)	Valor deducido	
10	B	6.40					6.4	2.62	2	
1	B	3.88	5.61				9.49	3.89	23	
20	B	7.25	2.96				10.21	4.18	2	
13	B	3.00	2.00	2.00			7	2.87	34	
11	B	3.66	5.20				8.86	3.63	7	
1	M	8.19					8.19	3.36	33	
Nº	Severidad	Valores Deducidos					VDT	q	VDC	
10	B	34	33	23	7	2	2	101	6	50
1	B	34	33	23	7	2	2	101	5	54
20	B	34	33	23	7	2	2	101	4	58
13	B	34	33	23	2	2	2	96	3	60
11	B	34	33	2	2	2	2	75	2	54
1	M	34	2	2	2	2	2	44	1	44
Max. VDC							60			
Índice de Condición del Pavimento (100 - Max. VDC)							40			
MALO										


## Anexo 21 Índice de Condición del Pavimento – unidad de muestra 12

		EVALUACIÓN SUPERFICIAL DEL PAVIMENTO FLEXIBLE							
		MÉTODO ÍNDICE DE CONDICIÓN DEL PAVIMENTO							
Proyecto		Evaluación del pavimento flexible y rehabilitación mediante el método Whitetopping, Avenida General Hoyos Rubio – Villa María del Triunfo, 2021.							
Nombre de la vía	Av. General Hoyos Rubio	Evaluador			Gutierrez Celis, Jose Alonso				
Unidad de muestra	UM-12								
Progresiva inicial	0+440	Ancho de vía (m)			6.10				
Progresiva final	0+480	Área de unidad de muestra (m2)			244				
TIPO DE FALLAS EN EL PAVIMENTO FLEXIBLE									
1. Piel de cocodrilo	6. Depresión	11. Parcheo			16. Desplazamiento				
2. Exudación	7. Grieta de borde	12. Pulimiento de agregados			17. Grieta parabólica				
3. Agrietamiento en bloque	8. Grieta de reflexión de junta	13. Huecos			18. Hinchamiento				
4. Abultamiento y hundimiento	9. Desnivel carril/berma	14. Cruce de vía férrea			19. Despredimiento de agregados				
5. Corrugación	10. Grietas longitudinales y transversales	15. Ahuellamiento			20. Meteorización				
Falla	Severidad	Cantidades parciales				Total	Densidad (%)	Valor deducido	
20	B	7.25	5.41			12.66	5.19	2	
1	B	4.5	2.18			6.68	2.74	19	
20	M	3.60				3.6	1.48	2	
Nº	Severidad	Valores Deducidos				VDT	q	VDC	
20	B	19	2	2		23	3	12	
1	B	19	2	2		23	2	16	
20	M	19	2	2		23	1	22	
<b>Max. VDC</b>						<b>22</b>			
<b>Índice de Condición del Pavimento (100 - Max. VDC)</b>						<b>78</b>			
<b>MUY BUENO</b>									

## Anexo 22 Índice de Condición del Pavimento – unidad de muestra 13

		EVALUACIÓN SUPERFICIAL DEL PAVIMENTO FLEXIBLE								
		MÉTODO ÍNDICE DE CONDICIÓN DEL PAVIMENTO								
<b>Proyecto</b>		<b>Evaluación del pavimento flexible y rehabilitación mediante el método Whitetopping, Avenida General Hoyos Rubio – Villa María del Triunfo, 2021.</b>								
Nombre de la vía	Av. General Hoyos Rubio	Evaluador			Gutierrez Celis, Jose Alonso					
Unidad de muestra	UM-13									
Progresiva inicial	0+480	Ancho de vía (m)			6.10					
Progresiva final	0+520	Área de unidad de muestra (m2)			244					
<b>TIPO DE FALLAS EN EL PAVIMENTO FLEXIBLE</b>										
1. Piel de cocodrilo	6. Depresión	11. Parcheo			16. Desplazamiento					
2. Exudación	7. Grieta de borde	12. Pulimiento de agregados			17. Grieta parabólica					
3. Agrietamiento en bloque	8. Grieta de reflexión de junta	13. Huecos			18. Hinchamiento					
4. Abultamiento y hundimiento	9. Desnivel carril/berma	14. Cruce de vía férrea			19. Despredimiento de agregados					
5. Corrugación	10. Grietas longitudinales y transversales	15. Ahuellamiento			20. Meteorización					
Falla	Severidad	Cantidades parciales				Total	Densidad (%)	Valor deducido		
13	M	10.00	6.00			16	6.56	75		
20	M	12.58	7.30	6.19		26.07	10.68	3		
1	B	5.24	9.60			14.84	6.08	28		
7	M	4.75				4.75	1.95	4		
11	B	8.37	1.49			9.86	4.04	8		
Nº	Severidad	Valores Deducidos					VDT	q	VDC	
13	M	75	28	8	4	3	118	5	62	
20	M	75	28	8	4	2	117	4	67	
1	B	75	28	8	2	2	115	3	72	
7	M	75	28	2	2	2	109	2	74	
11	B	75	2	2	2	2	83	1	85	
<b>Max. VDC</b>						<b>85</b>				
<b>Índice de Condición del Pavimento (100 - Max. VDC)</b>						<b>15</b>				
						MUY MALO				

## Anexo 23 Índice de Condición del Pavimento – unidad de muestra 14

		EVALUACIÓN SUPERFICIAL DEL PAVIMENTO FLEXIBLE							
		MÉTODO ÍNDICE DE CONDICIÓN DEL PAVIMENTO							
Proyecto		Evaluación del pavimento flexible y rehabilitación mediante el método Whitetopping, Avenida General Hoyos Rubio – Villa María del Triunfo, 2021.							
Nombre de la vía	Av. General Hoyos Rubio	Evaluador				Gutierrez Celis, Jose Alonso			
Unidad de muestra	UM-14								
Progresiva inicial	0+520	Ancho de vía (m)				6.10			
Progresiva final	0+561	Área de unidad de muestra (m2)				250.10			
TIPO DE FALLAS EN EL PAVIMENTO FLEXIBLE									
1. Piel de cocodrilo		6. Depresión		11. Parcheo			16. Desplazamiento		
2. Exudación		7. Grieta de borde		12. Pulimiento de agregados			17. Grieta parabólica		
3. Agrietamiento en bloque		8. Grieta de reflexión de junta		13. Huecos			18. Hinchamiento		
4. Abultamiento y hundimiento		9. Desnivel carril/berma		14. Cruce de vía férrea			19. Despredimiento de agregados		
5. Corrugación		10. Grietas longitudinales y transversales		15. Ahuellamiento			20. Meteorización		
Falla	Severidad	Cantidades parciales				Total	Densidad (%)	Valor deducido	
1	M	3.25	7.82			11.07	4.43	37	
11	M	9.47	4.68			14.15	5.66	23	
20	M	12.80	5.34			18.14	7.25	3	
1	B	6.95	4.19			11.14	4.45	24	
Nº	Severidad	Valores Deducidos				VDT	q	VDC	
1	M	37	24	23	3	87	4	50	
11	M	37	24	23	2	86	3	54	
20	M	37	24	2	2	65	2	48	
1	B	37	2	2	2	43	1	45	
<b>Max. VDC</b>						<b>54</b>			
<b>Índice de Condición del Pavimento (100 - Max. VDC)</b>						<b>46</b>			
						<b>REGULAR</b>			

# Anexo 24 Ensayo estándar de clasificación de calicata 1

TESIS : "Evaluación del pavimento flexible y rehabilitación mediante el método Whitetopping, Avenida General Hoyos Rubio - Villa María del Triunfo, 2021"

SOLICITADO : Tesista: Gutierrez Celis, Jose Alonso  
 UBICACION : Villa Maria del Triunfo - Lima

ARCHIVO N°: C-1 M-1  
 REALIZADO : E.Q.I  
 FECHA : Junio del 2021  
 REV. : '01

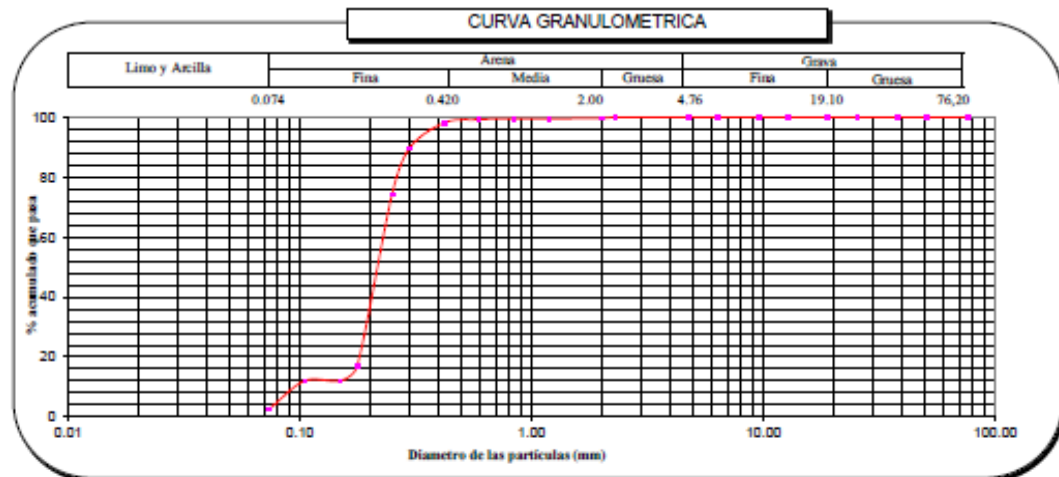
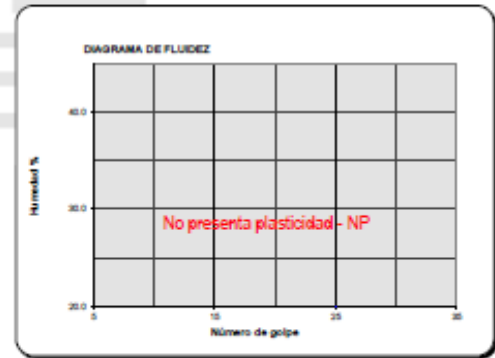
## ENSAYOS ESTANDAR DE CLASIFICACION: (ASTM D422 - D2216 - D854 - D4318 - D427 - D3282 - D2487)

Calicata y/o Ubicación		C-1			
Muestra		M-1			
Profundidad (m)		--			
ANÁLISIS GRANULOMÉTRICO POR TAMIZADO	PORCENTAJE ACUMULADO QUE PASA (%)	Malla		% que pasa	
		Nº	Abertura (mm)		
		3"	76.200		100.00
		2"	50.800		100.00
		1 1/2"	38.100		100.00
		1"	25.400		100.00
		3/4"	19.000		100.00
		1/2"	12.700		100.00
		3/8"	9.500		100.00
		1/4"	6.350		100.00
		Nº 4	4.760		100.00
		Nº 8	2.300		100.00
		Nº 10	2.000		99.67
		Nº 16	1.190		99.54
		Nº 20	0.840		99.48
		Nº 30	0.590		99.29
		Nº 40	0.420		98.14
		Nº 50	0.297		89.67
		Nº 60	0.250		74.25
		Nº 80	0.177		17.02
Nº 100	0.149	12.07			
Nº 140	0.105	12.07			
Nº 200	0.074	2.67			
Contenido de Humedad		(%)	3.23		
Límite Líquido (LL)		(%)	0.00		
Límite Plástico (LP)		(%)	NP		
Índice Plástico (IP)		(%)	NP		
Clasificación (S.U.C.S.)			SP		
Clasificación (AASHTO)			A-3		
Índice de Grupo			0		

Nombre de grupo **Arena pobremente gradada**

DESCRIPCION DE LA MUESTRA	
TAMAÑO MAX. :	Nº 10
PESO TOTAL :	1267.0
FRACC. <#4 :	
DENSIDAD MAX. :	
K :	

% Grava	GG%	0.00	0.00
	GF%	0.00	
% Arena	AG%	0.33	97.33
	AM%	1.53	
	AF%	95.47	
% Finos			2.67



Archivo: Clasificacion/Reporte

Descripción (AASHTO)

BUENO

*Carfeja*  
 CARLOS A. CORNEJO QUISPE  
 INGENIERO CIVIL  
 CIP. 108787

## Anexo 25 Ensayo estándar de clasificación de calicata 2

TESIS : "Evaluación del pavimento flexible y rehabilitación mediante el método Whitetopping, Avenida General Hoyos Rubio - Villa María del Triunfo, 2021"

SOLICITADO : Tesista: Gutierrez Celis, Jose Alonso  
UBICACIÓN : Villa María del Triunfo - Lima

ARCHIVO N°: C-2 M-1

REALIZADO : E.Q.I

FECHA : Junio del 2021

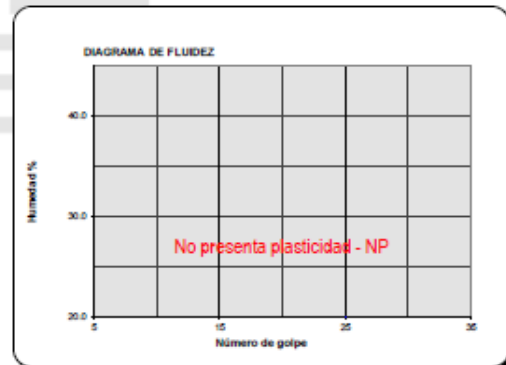
REV. : '01

### ENSAYOS ESTANDAR DE CLASIFICACION: (ASTM D422 - D2216 - D854 - D4318 - D427 - D3282 - D2487)

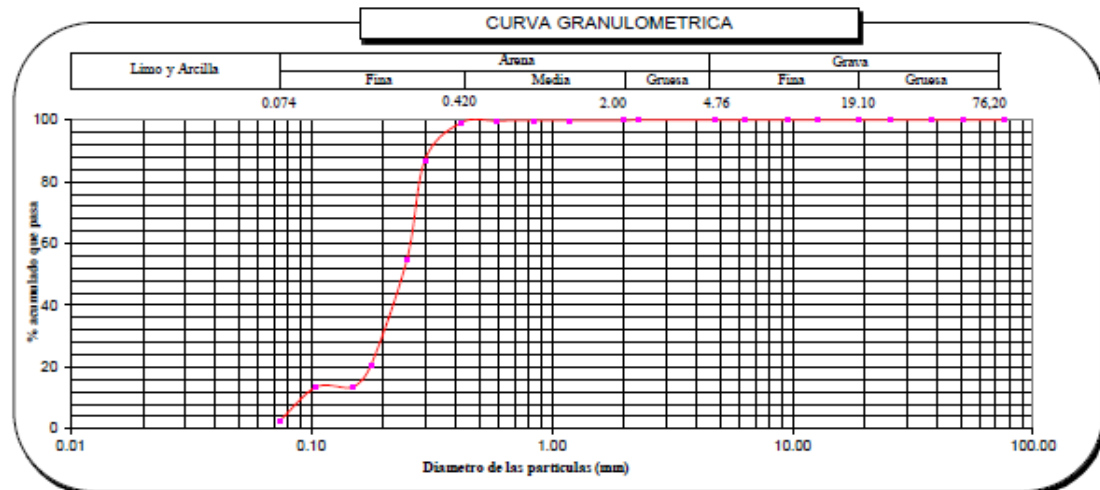
Calicata y/o Ubicación		C-2		
Muestra		M-1		
Profundidad (m)		--		
ANÁLISIS GRANULOMÉTRICO POR TAMIZADO	Malla		% que pasa	
	N°	Abertura (mm)		
	3"	76.200		100.00
	2"	50.800		100.00
	1 1/2"	38.100		100.00
	1"	25.400		100.00
	3/4"	19.000		100.00
	1/2"	12.700		100.00
	3/8"	9.500		100.00
	1/4"	6.350		100.00
	N° 4	4.760		100.00
	N° 8	2.300		100.00
	N° 10	2.000		99.96
	N° 16	1.190		99.90
	N° 20	0.840		99.85
	N° 30	0.590		99.78
	N° 40	0.420		99.18
	N° 50	0.297		87.07
	N° 60	0.250		54.83
	N° 80	0.177		20.48
N° 100	0.149	13.51		
N° 140	0.105	13.51		
N° 200	0.074	2.54		
Contenido de Humedad (%)		2.89		
Límite Líquido (LL) (%)		-		
Límite Plástico (LP) (%)		NP		
Índice Plástico (IP) (%)		-		
Clasificación (S.U.C.S.)		SP		
Clasificación (AASHTO)		A-3		
Índice de Grupo		0		

DESCRIPCIÓN DE LA MUESTRA	
TAMANO MAX. :	N° 10
PESO TOTAL :	1414.5
FRACC. <#4 :	
DENSIDAD MAX. :	
K :	

% Grava	GG%	0.00	0.00
	GF%	0.00	
% Arena	AG%	0.04	97.46
	AM%	0.78	
	AF%	96.64	
% Finos			2.54



Nombre de grupo **Arena pobremente gradada**



Archivo: Clasificación/Reporte


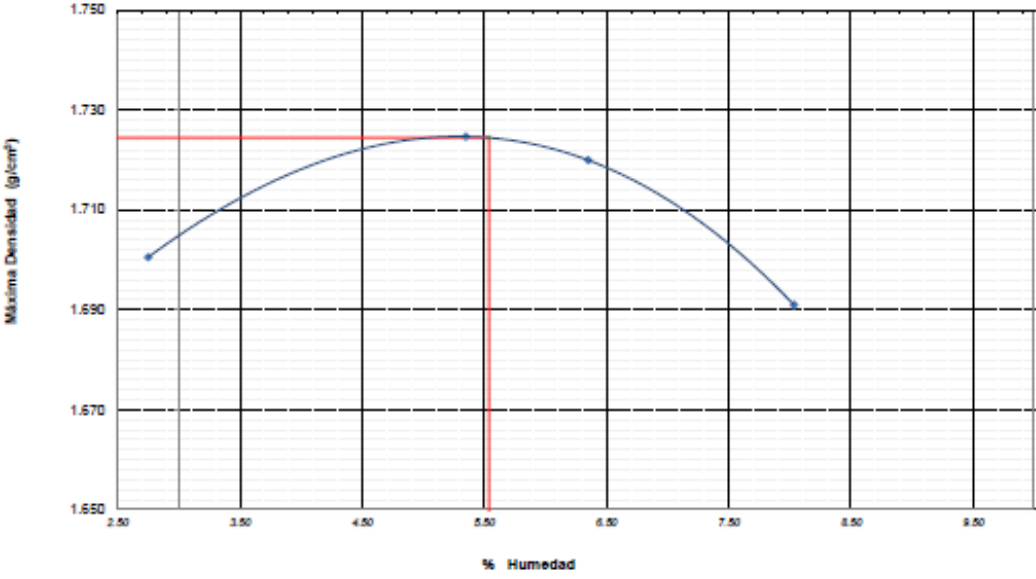
Descripción (AASHTO)

BUENO


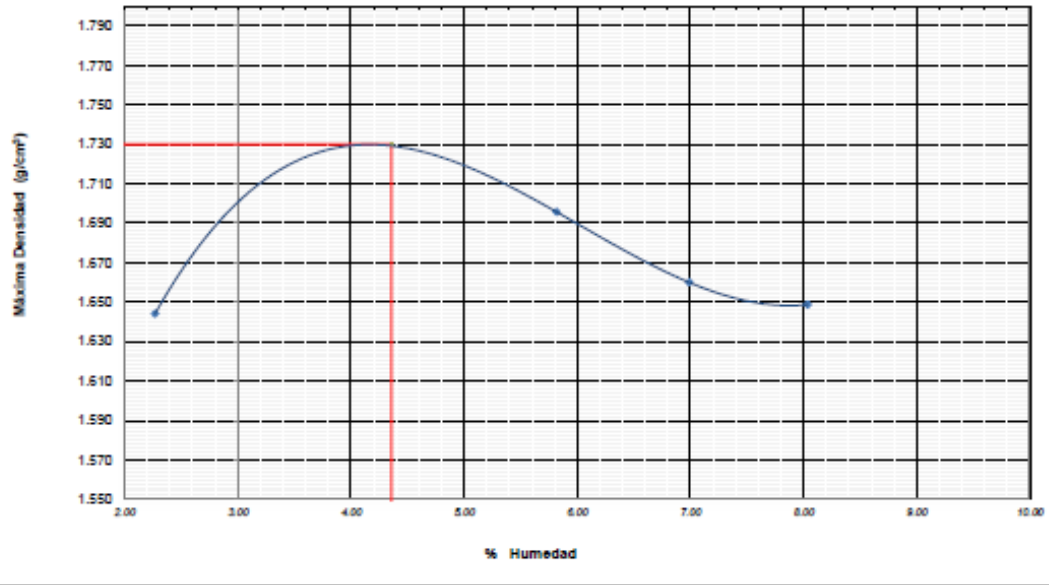
*Ecotex*  
CARLOS A. CORDERO QUISEP  
INGENIERO CIVIL  
C.I.P. 198789



## Anexo 26 Máxima densidad / humedad de calicata 1

		<b>Máxima Densidad / Humedad ASTM D 1557</b>				SGC.810.PC.0003 - F6	
						Revisión	: 0
Cliente:	TESIS "Evaluación del pavimento flexible y rehabilitación mediante el método Whitelopping, Avenida General Hoyos Rubio - Villa María del Triunfo, 2021"				Muestra N°:	M-1	
Proyecto					Muestreado en:		
N° Proyecto:	Villa Maral del Triunfo				Muestreado por:	G.C.J	
Material:	Sub-Rasante				Ensayado por:	E.Q.I.	
Tramo:					Fecha de Ensayo:	Junio del 2021	
Fecha de Muestreo:	Junio del 2021				Coordenadas	Norte Este	
Cota:	0					0 0	
<b>Datos del Ensayo</b>		1	2	3	4	<b>Método</b>	A
Porcentaje de Agua	2	4	6	8		Molde N° Ø	6"
Suelo Húmedo + Molde (g)	9996	10144	10170	10165		Número de Capas	5
Peso del Molde (g)	6283	6283	6283	6283		Número de Golpes	25
Suelo Húmedo (g)	3713	3861	3887	3882			
Volumen del Molde (cm <sup>3</sup> )	2126	2126	2126	2126			
Densidad Húmeda (g/cm <sup>3</sup> )	1.747	1.817	1.829	1.827			
<b>Ensayo Humedad ASTM D 2218</b>		1	2	3	4	<b>Datos de la Granulometría</b>	
N° de Recipiente	T-05	T-010	T-2	T-07		Material Grueso > N° 4 :	0.0
Recipiente + Suelo Húmedo (g)	111.32	153.54	136.01	124.44		Arena	97.5
Recipiente + Suelo Seco (g)	108.84	146.67	128.99	116.68		Limos	2.5
Peso de Recipiente (g)	18.80	18.25	18.45	20.10			
Peso de Agua (g)	2.5	6.9	7.0	7.8		<b>Otros Datos</b>	
Peso Suelo Seco (g)	90.0	128.4	110.5	96.6		Temperatura de Secado	110.0
Contenido de Humedad (%)	2.75	5.35	6.35	8.03		Método de Compactación	manual
Densidad Seca (g/cm <sup>3</sup> )	1.701	1.725	1.720	1.691			
<b>Curva de Densidad</b>							
							
<b>Resultados Obtenidos del Ensayo</b>							
Máxima Densidad Seca (g/cm <sup>3</sup> )	1.725			Óptimo Contenido de Humedad	6.5		
<b>Resultados Corregidos (ASTM D-4718)</b>							
Retenido Tamiz 3/4" (%)				Peso Específico de la Grava			
Máxima Densidad Seca				Óptimo Contenido de Humedad			

## Anexo 27 Máxima densidad / humedad de calicata 2

		<b>Máxima Densidad / Humedad ASTM D 1557</b>				SGC.810.PC.0003 - F6	
						Revisión	Fecha
Cliente:	TESIS "Evaluación del pavimento flexible y rehabilitación mediante el método Whitetopping, Avenida General Hoyos Rubio - Villa María del Triunfo, 2021"				Muestra N°:	M-2	
Proyecto:					Muestreado en:	00/01/1900	
N° Proyecto:	Villa Maral del Triunfo				Muestreado por:	G.C.J.	
Material:	Sub-Rasante				Ensayado por:	E.Q.I.	
Tramo:					Fecha de Ensayo:	Junio del 2021	
Fecha de Muestreo:	Junio del 2021				Coordenadas	Norte	
Cota:	0					Este	0
Datos del Ensayo		1	2	3	4	Método	A
Porcentaje de Agua	2	4	6	8		Molde N° Ø	6"
Suelo Húmedo + Molde (g)	9856	10096	10057	10068		Número de Capas	5
Peso del Molde (g)	6283	6283	6283	6283		Número de Golpes	25
Suelo Húmedo (g)	3573	3813	3774	3785			
Volumen del Molde (cm <sup>3</sup> )	2126	2126	2126	2126			
Densidad Húmeda (g/cm <sup>3</sup> )	1.681	1.794	1.776	1.781			
Ensayo Humedad ASTM D 2218		1	2	3	4	Datos de la Granulometría	
N° de Recipiente	T-08	T-07	T-1	T-03		Material Grueso > N° 4 :	0.0
Recipiente + Suelo Húmedo (g)	143.95	135.48	141.28	124.44		Arena	97.5
Recipiente + Suelo Seco (g)	141.28	129.02	133.22	116.68		Limos	2.5
Peso de Recipiente (g)	23.60	17.95	17.91	20.10			
Peso de Agua (g)	2.7	6.5	8.1	7.8			
Peso Suelo Seco (g)	117.7	111.1	115.3	96.6		Otros Datos	
Contenido de Humedad (%)	2.3	5.8	7.0	8.0		Temperatura de Secado	110.0
Densidad Seca (g/cm <sup>3</sup> )	1.644	1.696	1.660	1.649		Método de Compactación	manual
Curva de Densidad							
							
Resultados Obtenidos del Ensayo							
Máxima Densidad Seca (g/cm <sup>3</sup> )	1.730			Óptimo Contenido de Humedad	4.4		
Resultados Corregidos (ASTM D-4718)							
Retenido Tamiz 3/4" (%)				Peso Específico de la Grava			
Máxima Densidad Seca				Óptimo Contenido de Humedad			

  
 CARLOS A. CORNEJO QUISEP  
 INGENIERO CIVIL  
 C.I.P. 108787

# Anexo 28 Relación de soporte de califonia (C.B.R.) de calicata 1



FORMATO L-004

LABORATORIO DE MECANICA DE SUELOS

## RELACION DE SOPORTE DE CALIFORNIA (C.B.R.)

**COD. PROYECTO :** Testista: Gutierrez Celis, Jose Alonso  
**PROYECTO :** "Evaluación del pavimento flexible y rehabilitación mediante el método Whitetopping, Avenida General Hoyos Rubio - Villa Maria del Triunfo, 2021"  
**UBICACION :** Villa Maria del Triunfo - Lima Dpto. Lima  
**TRAMO :** '-

**ARCHIVO N°:** Proctor-CBR - TI - C-1  
**REALIZADO :** E.Q.I  
**REV. :** 1  
**FECHA :** Junio del 2021

### DATOS DE LA MUESTRA

**CALICATA :** C-1  
**MUESTRA :** M-1  
**PROF. (m) :**

**PROGRESIVA :** km --  
**CLASF. (SUCS) :** SP  
**CLASF. (AASHTO) :** A-3 (0)

### COMPACTACION

Molde N°	13		14		15	
	NO SATURADO	SATURADO	NO SATURADO	SATURADO	NO SATURADO	SATURADO
Capas N°	5		5		5	
Golpes por capa N°	56		25		12	
Condición de la muestra	NO SATURADO	SATURADO	NO SATURADO	SATURADO	NO SATURADO	SATURADO
Peso de molde + Suelo húmedo (g)	11747.00	11747.00	11686.00	11686.00	11373.00	11373.00
Peso de molde (g)	7696.00	7696.00	7942.00	7942.00	7942.00	7942.00
Peso del suelo húmedo (g)	4051.00	4051.00	3744.00	3744.00	3431.00	3431.00
Volumen del molde (cm <sup>3</sup> )	2180.00	2180.00	2147.00	2147.00	2162.00	2162.00
Densidad húmeda (g/cm <sup>3</sup> )	1.875	1.875	1.744	1.733	1.587	1.588
Tara (N°)						
Peso suelo húmedo + tara (g)	334.34	334.34	355.21	355.21	301.93	301.93
Peso suelo seco + tara (g)	315.74	315.74	334.70	334.70	370.01	370.01
Peso de tara (g)	26.71	26.71	26.69	26.69	31.84	31.84
Peso de agua (g)	18.50	18.50	20.51	20.51	21.92	21.92
Peso de suelo seco (g)	289.03	289.03	308.01	308.01	338.17	338.17
Contenido de humedad (%)	6.40	6.40	6.66	6.66	6.48	6.48
Densidad seca (g/cm <sup>3</sup> )	1.763	1.763	1.635	1.635	1.490	1.490

### EXPANSION

FECHA	HORA	TIEMPO	DIAL	EXPANSION		DIAL	EXPANSION		DIAL	EXPANSION	
				mm	%		mm	%		mm	%
08/06/2021	09:20	0	0.000	0.000	0.0	0.000	0.0	0.000	0.000	0.000	0.0
09/06/2021	10:30	24	0.000	0.000	0.0	0.000	0.0	0.000	0.000	0.000	0.0
10/06/2021	10:00	48	0.000	0.000	0.0	0.000	0.0	0.000	0.000	0.000	0.0
11/06/2021	11:30	72	0.000	0.000	0.0	0.000	0.0	0.000	0.000	0.000	0.0
<b>Observación :</b> Suelo no se somete a inmersión, debido a que es un SP (arena pobremente gradada)											

### PENETRACION

PENETRACION mm	CARGA STAND. kg/cm <sup>2</sup>	MOLDE N° 28				MOLDE N° 40				MOLDE N° 85			
		CARGA		CORRECCION		CARGA		CORRECCION		CARGA		CORRECCION	
		Dial (div)	kg	kg	%	Dial (div)	kg	kg	%	Dial (div)	kg	kg	%
0.000		0	0			0	0			0	0		
0.635		49	48.9			70	69.9			42	41.9		
1.270		123	122.9			159	158.9			88	87.9		
1.905		239	238.9			256	255.9			160	159.9		
2.540	70.455	394	394.0	453.3	33.2	355	355.0	352.9	26.9	237	236.9	304.2	22.3
3.810		695	695.1			512	512.0			392	392.0		
5.080	105.682	860	860.1	737.1	36.0	585	585.0	559.1	27.3	503	503.0	529.0	26.9
6.350		848	848.1			567	567.0			557	557.0		
7.620		743	743.1			520	520.0			533	533.0		
10.180		662	662.0			480	480.0			418	418.0		
12.700		615	615.0			490	490.0			400	400.0		

**Observación :** Suelo ensayado a penetración en la condición NO SATURADA, debido a que es un SP (arena pobremente gradada)

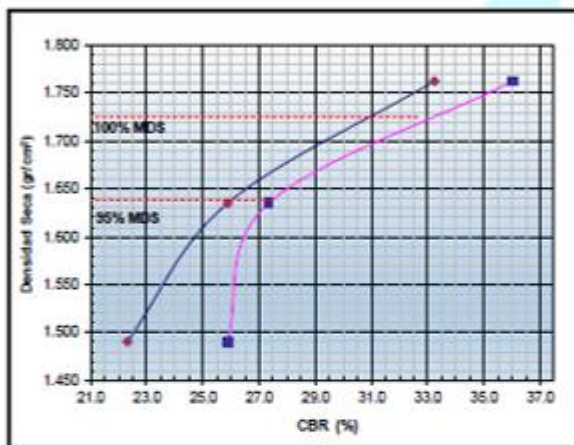
*E. Q. I.*  
 CARLOS ALBERTO WISPI  
 INGENIERO CIVIL  
 C.P. 100187

**RELACION DE SOPORTE DE CALIFORNIA (C.B.R.)**  
AST D-1883 - MTC E-132

SOLICITANTE : Tesista: Gutierrez Celis, Jose Alonso  
 TESIS : "Evaluación del pavimento flexible y rehabilitación mediante el método Whitetopping, Avenida General Hoyos Rubio - Villa Maria del Triunfo, 2021"  
 UBICACIÓN : Villa Maria del Triunfo - Lima Dpto. Lima  
 TRAMO : --  
 CALICATA : C-1  
 MUESTRA : M-1  
 PROF. (m) :

ARCHIVO N°: Proctor-CBR - T1 - C-1  
 TECNICO : E.Q.J  
 REVISADO : 1  
 FECHA : Junio del 2021

PROGRESIVA : km --  
 CLASF. (SUCS) : SP  
 CLASF. (AASHTO) : A-3 (0)



METODO DE COMPACTACION : ASTM D1557  
 MAXIMA DENSIDAD SECA (g/cm³) : 1.725  
 OPTIMO CONTENIDO DE HUMEDAD (%) : 5.5  
 95% MAXIMA DENSIDAD SECA (g/cm³) : 1.639

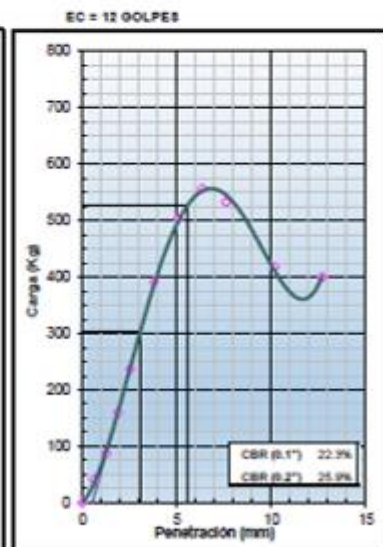
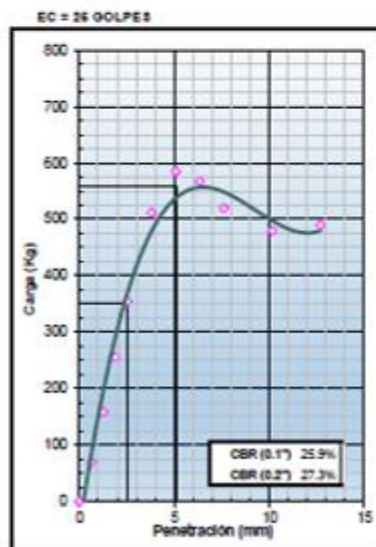
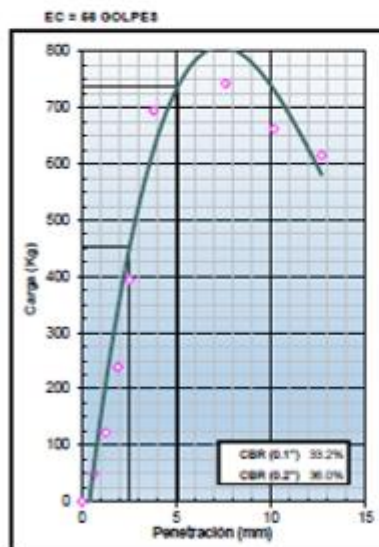
C.B.R. al 100% de M.D.S. (%)	0.1"	30.6	0.2"	32.8
C.B.R. al 95% de M.D.S. (%)	0.1"	26.0	0.2"	27.6

**RESULTADOS:**

Valor de C.B.R. al 100% de la M.D.S. = 32.8 (%)  
 Valor de C.B.R. al 95% de la M.D.S. = 27.5 (%)

**OBSERVACIONES:**

El material no presenta expansión a la inmersión  
 Los resultados son obtenidos directamente, sin someter a expansión.



Observación : Suelo ensayado a penetración en la condición NO SATURADA, debido a que es un SP (arena pobremente gradada)

*E. Q. J.*  
 CARLOS GUANDUQUI  
 INGENIERO CIVIL  
 C.I.P. 189782

## Anexo 29 Relación de soporte de california (C.B.R.) de calicata 2



FORMATO L-004

LABORATORIO DE MECANICA DE SUELOS

### RELACION DE SOPORTE DE CALIFORNIA (C.B.R.) ASTM D-1883 - MTC E-132

COD. PROYECTO : Tesista: Gutierrez Celis, Jose Alonso

PROYECTO : "Evaluación del pavimento flexible y rehabilitación mediante el método Whitetopping, Avenida General Hoyo: Rubio - Villa Maria del Triunfo, 2021"

UBICACION : Villa Maria del Triunfo - Lima Dpto. Lima

TRAMO : -

ARCHIVO N°: Proctor-CBR - TI - C-2

REALIZADO : E.Q.I

REV. : 1

FECHA : Junio del 2021

#### DATOS DE LA MUESTRA

CALICATA : C-2

MUESTRA : M-1

PROF. (m) :

PROGRESIVA : km -

CLASF. (SUCS) : SP

CLASF. (AASHTO) : A-3 (0)

#### COMPACTACION

Molde N°	13		14		15	
Capas N°	5		5		5	
Golpes por capa N°	56		25		12	
Condicion de la muestra	NO SATURADO	SATURADO	NO SATURADO	SATURADO	NO SATURADO	SATURADO
Peso de molde + Suelo humedo (g)	11695.00	12155.00	11642.00	12122.00	11335.00	11834.00
Peso de molde (g)	7696.00	7696.00	7942.00	7942.00	7942.00	7942.00
Peso del suelo humedo (g)	3999.00	4459.00	3700.00	4180.00	3393.00	3892.00
Volumen del molde (cm <sup>3</sup> )	2160.00	2160.00	2147.00	2147.00	2162.00	2162.00
Densidad humeda (g/cm <sup>3</sup> )	1.851	2.064	1.723	1.935	1.569	1.802
Tara (N°)						
Peso suelo humedo + tara (g)	216.19	629.74	235.62	649.83	243.11	662.60
Peso suelo seco + tara (g)	209.34	607.10	228.00	628.20	233.22	632.10
Peso de tara (g)	26.71	26.71	26.69	26.69	31.80	31.80
Peso de agua (g)	6.85	22.64	7.62	23.63	9.89	30.50
Peso de suelo seco (g)	182.63	580.39	201.31	599.51	201.42	600.30
Contenido de humedad (%)	3.75	3.90	3.79	3.94	4.91	5.08
Densidad seca (g/cm <sup>3</sup> )	1.784	1.987	1.660	1.873	1.496	1.713

#### EXPANSION

FECHA	HORA	TIEMPO	DIAL	EXPANSION		DIAL	EXPANSION		DIAL	EXPANSION	
				mm	%		mm	%		mm	%
08/06/2021	09:20	0	0.000	0.000	0.0	0.000	0.000	0.0	0.000	0.000	0.0
09/06/2021	10:30	24	0.000	0.000	0.0	0.000	0.000	0.0	0.000	0.000	0.0
10/06/2021	10:00	48	0.000	0.000	0.0	0.000	0.000	0.0	0.000	0.000	p
11/06/2021	11:30	72	0.000	0.000	0.0	0.000	0.000	0.0	0.000	0.000	0.0
Observacion : Suelo no presenta expansion, debido a que es un SP (arena pobremente gradu)											

#### PENETRACION

PENETRACION mm	CARGA STAND. kg/cm <sup>2</sup>	MOLDE N° 28				MOLDE N° 40				MOLDE N° 85			
		CARGA		CORRECCION		CARGA		CORRECCION		CARGA		CORRECCION	
		Dial (div)	kg	kg	%	Dial (div)	kg	kg	%	Dial (div)	kg	kg	%
0.000		0	0			0	0			0	0		
0.635		12	11.9			27	26.9			31	30.9		
1.270		30	29.9			72	71.9			61	60.9		
1.905		55	54.9			124	123.9			87	86.9		
2.540	70.455	80	79.9	176.9	13.0	181	180.9	183.7	13.5	128	127.9	169.8	12.5
3.810		175	174.9			289	288.9			212	211.9		
5.080	105.682	285	284.9	350.9	17.2	418	418.0	304.3	14.9	305	304.9	345.6	16.9
6.350		370	370.0			150	149.9			380	380.0		
7.620		481	481.0			490	490.0			470	470.0		
10.160		450	450.0			490	490.0			538	538.0		
12.700		460	460.0			518	518.0			515	515.0		

Observacion : Suelo sometido a penetracion en condiciones SATURADAS, estado critico.

*Ecorfejos*  
 CARLOS ALBERTO QUISPE  
 INGENIERO CIVIL  
 C.P. 108787

**RELACION DE SOPORTE DE CALIFORNIA (C.B.R.)**

AST D-1883 - MTC E-132

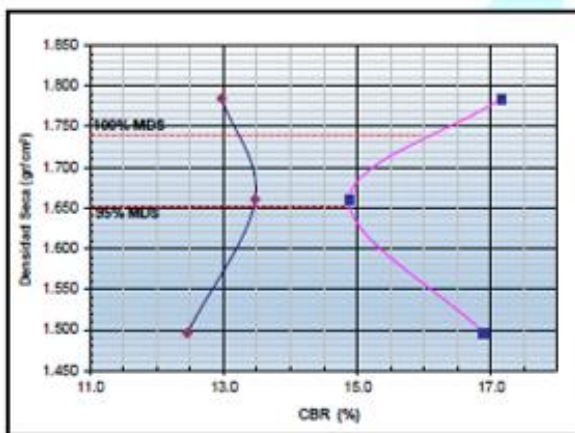
**SOLICITANTE :** Tesista: Gutierrez Celis, Jose Alonso  
**TESIS :** "Evaluación del pavimento flexible y rehabilitación mediante el método Whitetopping, Avenida General Hoyos Rubio - Villa María del Triunfo, 2021"

**ARCHIVO N°:** Proctor-CBR - T1 - C-2  
**TECNICO :** E.Q.I  
**REVISADO :** 1  
**FECHA :** Junio del 2021

**UBICACIÓN :** Villa María del Triunfo - Lima Dpto. Lima  
**TRAMO :** ...

**CALICATA :** C-2  
**MUESTRA :** M-1  
**PROF. (m) :**

**PROGRESIVA :** km --  
**CLASF. (SUCS) :** SP  
**CLASF. (AASHTO) :** A-3 (0)

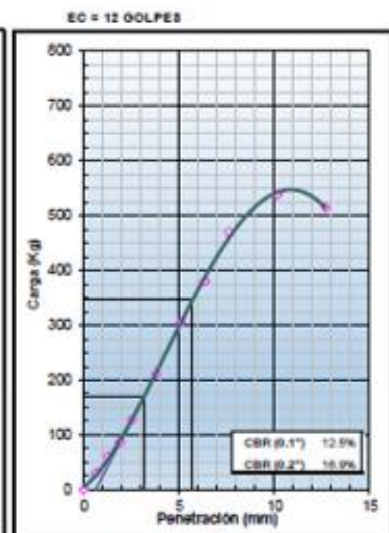
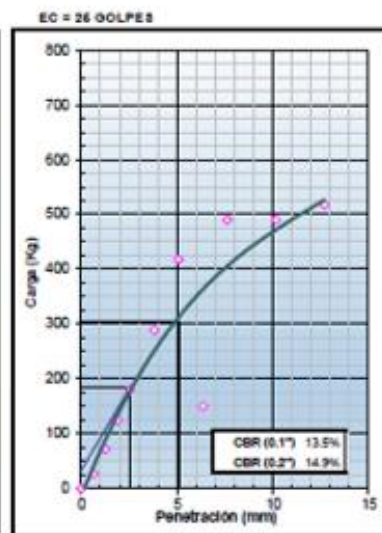
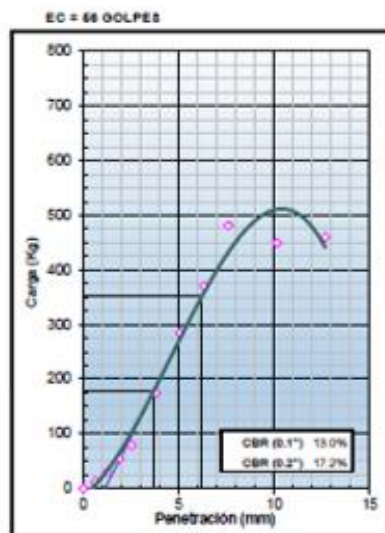


**METODO DE COMPACTACION :** ASTM D1557  
**MAXIMA DENSIDAD SECA (g/cm³) :** 1.739  
**OPTIMO CONTENIDO DE HUMEDAD (%) :** 4.36  
**95% MAXIMA DENSIDAD SECA (g/cm³) :** 1.652

C.B.R. al 100% de M.D.S. (%)	0.1"	13.3	0.2"	16.3
C.B.R. al 95% de M.D.S. (%)	0.1"	13.5	0.2"	14.8

**RESULTADOS:**  
 Valor de C.B.R. al 100% de la M.D.S. = 15.3 (%)  
 Valor de C.B.R. al 95% de la M.D.S. = 14.8 (%)


**OBSERVACIONES:**  
 El material no presenta expansión a la inmersión  
 Los resultados son obtenidos con suelo saturado.



Observación : Suelo sometido a penetración en condiciones SATURADAS, estado crítico.

CARLOS EDUARDO VESPI  
 INGENIERO CIVIL  
 C.I. 108727

## Anexo 30 Informe de ensayos de laboratorio – estudio de mecánica de suelos

	<b>INFORME DE ENSAYOS DE LABORATORIO</b>	Reporte: 001
	Atención: Gutiérrez Celis, José Alonso	Fecha: Enero 2021
	Proyecto Tests: "Evaluación del pavimento flexible y rehabilitación mediante el método Whitetopping, Avenida General Hoyos Rubio – Villa María del Triunfo, 2021"	Página: 1 de 2

<b>INFORME – Ensayos de laboratorio</b>	Reporte: O-18-DM-I-01
Atención: Gutiérrez Celis, José Alonso	Fecha: Junio 2021
Tests: "Evaluación del pavimento flexible y rehabilitación mediante el método Whitetopping, Avenida General Hoyos Rubio – Villa María del Triunfo, 2021"	Página: 1 de 2

**1. OBJETIVO Y GENERALIDADES:**

Hacer de conocimiento, los ensayos realizados en laboratorio, reporte de los resultados del suelo recepcionado en laboratorio de dos (02) muestras de calicatas, herméticas en sacos de plástico y costal, de las cuales se realizó los respectivos ensayos y cálculos de sus propiedades físicas y mecánicas de acuerdo a las normas ASTM (American Society for Testing and Materials), AASHTO (American Association of State Highway and Transportation Officials) indicados por el cliente y las normas del MTC manual de ensayo de materiales.

**2. ALCANCES:**

De acuerdo a las indicaciones dadas y necesidad del cliente, se indica los análisis y ensayos del material proporcionado con las respectivas evidencias (fotografía):

- Humedad natural ASTM D-2216
- Análisis granulométrico por tamizado ASTM D-422
- Clasificación de suelos método SUCS y AASHOTO
- Limite líquido ASTM D-4318
- Limite plástico ASTM D-4318
- Proctor modificado ASTM D-1557
- CBR (Ensayo Razón de Soporte California) ASTM D-1883

**3. DATOS DE LOS AGREGADOS:**

**3.1 Humedad natural ASTM D-2216**  
Propiedad física del suelo y es de gran utilidad en la ingeniería y su obtención es sencillo, ya que la resistencia y comportamiento de los suelos, están regidos por la cantidad de agua que contenga dicho suelo.

**3.2 Análisis granulométrico por tamizado ASTM D-422**  
La granulometría o distribución de los tamaños de grano que constituyen el suelo. El tamaño de las partículas va desde los tamaños granulares conocidos como bolonera, gravas, arenas, hasta los finos como los limos y arcillas.

**3.3 Clasificación de suelos método SUCS y AASHOTO**  
La clasificación constituyente de los suelos según su tamaño de partículas es establece muchos sistemas de clasificación granulométrica. Aceptando términos de grava, arena, limo y arcilla, pero difieren en los valores de los límites establecidos para definir cada clase. Teniendo denominaciones según el sistema.

**3.4 Limite de consistencia ASTM D-4318**  
Los estados de consistencia son fases generales por las que pasa el suelo al irse secando y los límites de consistencia son las fronteras convencionales entre estos estados y están definidos por un contenido de humedad.  
La consistencia de un suelo se define como su resistencia al esfuerzo cortante, es la oposición que presenta la masa de suelo a que se le deforme. La plasticidad se considera que no es una propiedad permanente de las arcillas, sino circunstancial y dependiente de su contenido de agua. En el estado líquido el suelo tiene propiedades y una apariencia de una suspensión.

**3.5 Proctor modificado ASTM D-1557**

RUC: 10439657770	E-mail: eder.quispe.i@gmail.com Móvil: 984778385
------------------	---

La compactación es la estabilización mecánica del suelo que mejora sus propiedades. También la compactación de suelos aumenta la capacidad de soporte, reduciendo los vacíos y soportando cargas mayores, debido al incremento de densidad.

El objetivo de la norma es determinar el contenido de humedad para el cual el suelo alcanza su máxima densidad seca. Basado en la relación entre, contenido de humedad y peso unitario seco compactado. La importancia de este ensayo radica en su energía de compactación alcanzando una densidad mayor a la del proctor estándar y esta densidad está íntimamente relacionada con el contenido de agua incidiendo en elevadas densidad o bajas densidades, considerando de acuerdo al tipo de suelo que método utilizar.

### 3.6 CBR (Ensayo Razón de Soporte California) ASTM D-1883

Se emplea para el diseño de pavimentos y para evaluar la resistencia al corte de materiales que conforman las capas de un pavimento. El CBR es la relación de esfuerzos requeridos, entre una muestra de suelo y una muestra patrón.

El CBR en suelos cohesivos; es to le afecta la humedad de compactación y la densidad obtenida, por lo que se ensaya cada muestra después de colocarse en agua durante 04 días. El CBR para suelos no cohesivos; tales como arenas y gravas arenosas, no se ven afectados por la humedad de compactación dándose que estos suelos se compactan grandemente, bajo el tráfico. El ensayo se efectúa inmediatamente después de compactarlas a su máxima densidad.

A continuación en la tabla se presenta valores referenciales de CBR, para su uso e interpretación de los suelos.

		Sistema de Clasificación		
CBR	Clasific. general	Usos	Unificado	AASHTO
0 – 3	Muy pobre	Sub rasante	OH, CH, MH, OL	A5, A6, A7
3 – 7	Muy pobre a regular	Sub rasante	OH, CH, MH, OL	A4, A5, A6, A7
7 – 20	Regular	Sub base	OL, CL, ML, SC, S, M, SP	A2, A4, A6, A7
20 - 50	Bueno	Sub base y base	GM, GC, SW, SM, SP, GP	A-1b, A2-5, A-3, A2-6
> 50	Excelente	Base	GW, GM	A1a, A2-4, A-3

Con los resultados del CBR se puede clasificar los suelos mediante la tabla que se muestra a continuación.

C BR	Clasificación
0 - 5	Subrasante muy mala
5 - 10	Subrasante mala
10 - 20	subrasante regular a buena
20 - 30	Subrasante muy buena
30 - 50	Subbase buena
50 - 80	Base buena
80 - 100	Base muy buena

Junio del 2021.



CARLOS CORNEJO QUISPE  
INGENIERO CIVIL  
CIP. 198787

Mg Ing. Carlos Cornejo Quispe



## Anexo 31 Ecuación para el cálculo del pavimento rígido - AASHTO 93

$$\text{Log}_{10}W_{8.2} = Z_R S_O + 7.35 \text{Log}_{10}(D + 25.4) - 10.39 + \frac{\text{Log}_{10}\left(\frac{\Delta \text{PSI}}{4.5 - 1.5}\right)}{1 + \frac{1.25 \times 10^{19}}{(D + 25.4)^{8.46}}} + (4.22 - 0.32 P_i) \times \text{Log}_{10} \left( \frac{M_r C_d (0.09 D^{0.75} - 1.132)}{1.51 \times J \left( 0.09 D^{0.75} - \frac{7.38}{(E_c / k)^{0.25}} \right)} \right)$$

$W_{8.2}$  = número previsto de ejes equivalentes de 8.2 toneladas métricas, a lo largo del periodo de diseño

$Z_R$  = desviación normal estándar

$S_O$  = error estándar combinado en la predicción del tránsito y en la variación del comportamiento esperado del pavimento

$D$  = espesor de pavimento de concreto, en milímetros

$\Delta \text{PSI}$  = diferencia entre los índices de servicio inicial y final

$P_i$  = índice de serviciabilidad o servicio final

$M_r$  = resistencia media del concreto (en Mpa) a flexo tracción a los 28 días (método de carga en los tercios de luz)


$C_d$  = coeficiente de drenaje

$J$  = coeficiente de transmisión de carga en las juntas

$E_c$  = módulo de elasticidad del concreto, en Mpa

$K$  = módulo de reacción, dado en Mpa/m de la superficie (base, subbase o subrasante) en la que se apoya el pavimento de concreto.

# Anexo 32 Ensayo estándar de clasificación del agregado fino

	<b>FORMULARIO</b>	Código : D-06
	<b>INFORME DE RESULTADOS DE ENSAYOS</b>	Revisión : 1
		Fecha : 22/04/19
		Página : 1 de 1

## ENSAYOS ESTANDAR DE CLASIFICACIÓN

ASTM D422 - D2216 - D4318 - D2487 - D3282

MTC E 107 - E 108 - E 110 - E 111

**Informe** : JCH 19-061  
**Solicitante** : Hernando Tazza Angelo Israel & Huamani Quispe Nahum Jeremías  
**Proyecto** : Evaluación Técnica del la Losa Concreto en Pavimento Rígido Adicionando Fibras de Polipropileno Av Ancash - El Agustino  
**Ubicación** : Av Ancash - El Agustino  
**Fecha** : Junio, 2019

**Calicata** : Tres Montes La Molina **Fecha de Recepción** : 21/06/2019  
**Muestra** : Arena **Fecha de Ejecución** : 22/06/2019  
**Prof.(m.)** : -

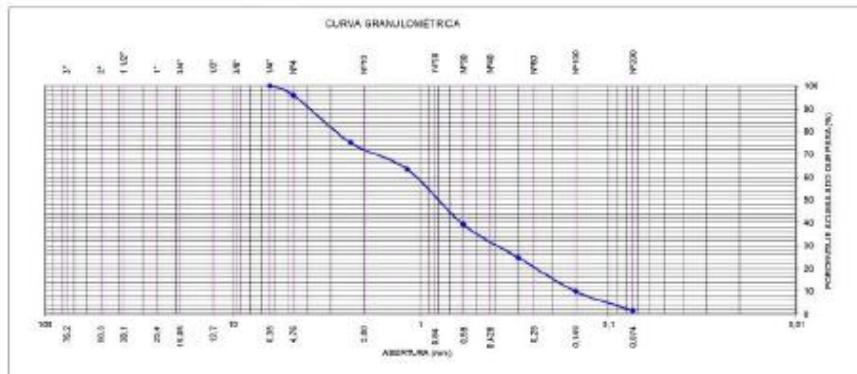
### ANÁLISIS GRANULOMÉTRICO POR TAMIZADO - ASTM D422

Tamiz	Abertura (mm)	(%) Parcial Retenido	(%) Acumulado Retenido	Pasa
3"	76,200	-	-	
2"	50,300	-	-	
1 1/2"	38,100	-	-	
1"	25,400	-	-	
3/4"	19,050	-	-	
1/2"	12,700	-	-	
3/8"	9,525	-	-	
1/4"	6,350	-	-	100,0
Nº4	4,760	4,1	4,1	95,9
Nº8	2,360	20,8	24,9	75,1
Nº16	1,180	11,6	36,6	63,4
Nº30	0,590	24,3	60,9	39,1
Nº50	0,300	14,5	75,4	24,6
Nº100	0,149	14,7	90,1	9,9
Nº200	0,074	8,4	98,5	1,5
- Nº200		1,5		

% Grava [ Nº 4 < f < 3" ]	4,1
% Arena [ Nº 200 < f < Nº 4 ]	94,4
% Finos [ < Nº 200 ]	1,5

Contenido de Humedad ASTM D-2216-05	
Humedad (%)	4,65


Mofulo de Finura	2,92
------------------	------



**Observación** : Muestra remitida e identificada por el Solicitante  
**Ejecutado por** : Téc. J.Ch.

**Equipos Usados**  
 - Bal-TA-1001-Nº1 - Bandejas de acero inoxidable  
 - Hor-01-jch - Taras de aluminio  
 - Equipo de Casagrande ELE - Vidrio esmerilado  
 - Bal-SE-602F-Nº2 - Juego de tamices ELE

# Anexo 33 Ensayo estándar de clasificación del agregado grueso

	<b>FORMULARIO</b>	Código : D-06
	<b>INFORME DE RESULTADOS DE ENSAYOS</b>	Revisión : 1 Fecha : 22/04/19 Página : 1 de 1

**ENSAYOS ESTANDAR DE CLASIFICACIÓN**  
 ASTM D422 - D2216 - D4318 - D2487 - D3282  
 MTC E 107 - E 108 - E 110 - E 111

**Informe** : JCH 19-061  
**Solicitante** : Hernando Tazze Angelo Israel & Huamani Quispe Nahum Jeremías  
**Proyecto** : Evaluación Técnica del la Losa Concreto en Pavimento Rígido Adicionando Fibras de Polipropileno Av Ancash El Agustino  
**Ubicación** : Av Ancash - El Agustino  
**Fecha** : Junio, 2019

**Calicata** : Tres Montes La Molina  
**Muestra** : Piedra  
**Prof.(m.)** : -  
**Fecha de Recepción** : 21/06/2019  
**Fecha de Ejecución** : 22/06/2019

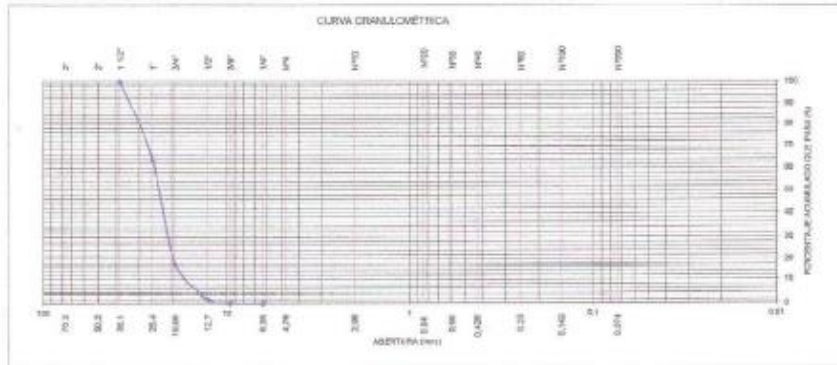
**ANÁLISIS GRANULOMÉTRICO POR TAMIZADO - ASTM D422**

Tamiz	Abertura (mm)	(% )	
		Parcial Retenido	Acumulado Retenido Pasa
3"	76,200	-	-
2"	50,300	-	-
1 1/2"	38,100	-	100,0
1"	25,400	36,1	36,1 63,9
3/4"	19,050	46,4	82,5 17,5
1/2"	12,700	15,7	98,2 1,8
3/8"	9,525	1,7	99,8 0,2
1/4"	6,350	0,2	100,0 0,0
Nº4	4,750	-	-
Nº8	2,360	-	-
Nº16	1,180	-	-
Nº30	0,590	-	-
Nº50	0,300	-	-
Nº100	0,149	-	-
Nº200	0,074	-	-
- Nº200		-	-

% Grava [Nº 4 < f < 3"]	: ---
% Arena [Nº 200 < f < Nº 4]	: 100,0
% Finos [ < Nº 200]	: ---

Contenido de Humedad ASTM D-2216-05	
Humedad (%)	: 0,28

Módulo de Finura	: 7,82
------------------	--------




**Observación** : Muestra remitida e identificada por el Solicitante  
**Ejecutado por** : Téc. J.Ch.

- Equipos Usados**
- Bal-TA4001-Nº1
  - Bal-01-jh
  - Equipo de Casagranja ELE
  - Bal-SE402F-Nº2
  - Bandejas de acero inoxidable
  - Tazas de aluminio
  - Vidrio esmerilado
  - Juego de tamices ELE

  
**JAVIER FRANCISCO**  
**INGENIERO CIVIL**  
 REG. CIP Nº 155307



## Anexo 35 Peso unitario del agregado grueso

	<b>FORMULARIO</b>		Código : C-09	
	<b>INFORME DE RESULTADOS DE ENSAYOS</b>		Revisión : 1	
				Fecha : 24/04/19
				Página : 1 de 1

### PESO UNITARIO AGREGADO GRUESO ASTM C-29 - NTP 400.017 - MTC E-203

**Informe** : JCH 19-061  
**Solicitante** : Hernando Tazza Angelo Israel & Huamani Quispe Nahum Jeremias  
**Proyecto** : Evaluación Técnica del la Losa Concreto en Pavimento Rígido Adicionando Fibras de Polipropileno Av Ancash El Agustino  
**Ubicación** : Av Ancash - El Agustino  
**Fecha** : Junio, 2019

Cantera	: Tres Montes La Molina	Progresiva	: -
Calicata	: -	Lado	: -
Muestra	: -		
Prof. (m.)	: -		

Peso Unitario Varillado (gr/cm <sup>3</sup> )	: 1,611
Peso Unitario Suelto (gr/cm <sup>3</sup> )	: 1,489
Peso del molde (gr)	: 2251
Volumen molde (cm <sup>3</sup> )	: 9113,1


	P.U.C. (gr)	Densidades (gr/cm3)
Peso de Molde+Agregado (gr)	16920	1,610
Peso de Molde+Agregado (gr)	16942	1,612
Peso de Molde+Agregado (gr)	16936	1,611
	P.U.S. (gr)	Densidades (gr/cm3)
Peso de Molde+Agregado (gr)	15840	1,491
Peso de Molde+Agregado (gr)	15822	1,489
Peso de Molde+Agregado (gr)	15802	1,487

**Nota.-** La muestra fue remitida e identificada por el Solicitante.  
**Ejecución :** JCH

**Equipos Usados**  
 - Bal-101P30-NP2

  
**JUAN FRANCISCO ULLOA CLAVIJO**  
 INGENIERO CIVIL  
 Reg. CIP Nº 199687

## Anexo 36 Gravedad específica y absorción del agregado fino

	FORMULARIO	Código : C-08
	INFORME DE RESULTADOS DE ENSAYOS	Revisión : 1 Fecha : 24/04/19 Página : 1 de 1

### GRAVEDAD ESPECÍFICA Y ABSORCIÓN DEL AGREGADO FINO ASTM C-128 - NTP 400.022 - MTC E-205

**INFORME** : JCH 19-061  
**SOLICITANTE** : Hernando Tazza Angelo Israel & Huamani Qulspe Nahum Jeremías  
**PROYECTO** : Evaluación Técnica del la Losa Concreto en Pavimento Rígido Adicionando Fibras de Polipropileno Av Ancash El Agustino  
**UBICACIÓN** : Av Ancash - El Agustino  
**FECHA** : Junio, 2010

**Cantera** : Tres Montes La Molina  
**Calicata** : -  
**Muestra** : -  
**Prof. (m.)** : -


Muestra N°	1	2	3
Peso Mat. Sat. Sup. Seco en aire (gr.)	500,0		
Peso de Frasco + H2O (gr)	643,2		
Peso de Frasco + H2O + A (gr)	1143,2		
Peso del mat. + H2O en el frasco (gr)	950,9		
Vol. De Masa + Vol de Václio=C-D	192,3		
Peso del mat. Seco en estufa (105°C) (g)	494,7		
Vol. De Masa=E-(A-F)	187		
P.e. BULK (BASE SECA)	2,573		
P.e. BULK (BASE SATURADA)	2,600		
P.e. APARENTE (BASE SECA)	2,645		
% DE ABSORCIÓN	1,1		

*Nota. Muestra remitida e identificada por el Solicitante*  
 Ejecución : JCH

**EQUIPOS USADOS**  
 Cono-abe-PyS105  
 Bal-TAJ4001-NP1

  
**JULIO CLAVIJO**  
 INGENIERO CIVIL  
 Reg. CIP Nº 193967

## Anexo 37 Gravedad específica y absorción del agregado grueso

	FORMULARIO	Código : C-07
	INFORME DE RESULTADOS DE ENSAYOS	Revisión : 1
		Fecha : 24/04/19
		Página : 1 de 1

### GRAVEDAD ESPECÍFICA Y ABSORCIÓN DEL AGREGADO GRUESO NORMA ASTM C-127 - NTP 400.021 - MTC E-206

**N° Informe** : JCH 19-061  
**SOLICITANTE** : Hernando Tazza Angelo Israel & Huamaní Quiupe Nahum Jeronías  
**PROYECTO** : Evaluación Técnica del la Losa Concreto en Pavimento Rígido Adicionando Fibras de Polipropileno Av Ancash El Agustino  
**UBICACIÓN** : Av Ancash - El Agustino  
**FECHA** : Junio.-2019

**Calicata** : - **Cantera** : Tres Montes La Molina  
**Muestra** : - **Progresiva** : -  
**Prof.(m)** : - **Lado** : -

Temperatura de Ensayo	23 °C			PROMEDIO
	1	2	3	
Muestra N°				
Peso mat. Sat. Superf. seca en aire (gr)	3443,1			
Peso mat. Sat. Superf. seca en agua (gr)	2214,3			
Volumen de masa + volumen de vacios (gr)	1228,8			
Peso de material seco (105°C) (gr)	3418,1			
Volumen de masa (gr)	1203,8			
Peso Bulk (base seca)	2,782			
Peso Bulk (base saturada)	2,802			
Peso aparente (base seca)	2,839			
Porcentaje de absorción (%)	0,73			

Observaciones :

  
 FRANCISCO  
 LA LOA CLAVIJO  
 INGENIERO CIVIL  
 Soc. CIP N° 108267

Realizado : Táo, JCh

**Equipos Usados**  
 Can-LA-3925  
 Bal-R31P30-Nº3

## Anexo 38 Diseño de mezcla

---

### Datos para el diseño de mezcla

---

#### Diseño requerido

Selección de la resistencia F'cr	364 kg/cm <sup>2</sup>
Peso específico del cemento	3150 kg/m <sup>3</sup>
Slump	3" a 4"
Tamaño máximo del agregado	1"
Peso específico del agua	1000 kg/m <sup>3</sup>

#### Características físicas de la arena

Peso específico	2600 kg/m <sup>3</sup>
Módulo de fineza	2.92
% de absorción	1.10%
% de humedad	4.65%

#### Características físicas de la piedra

Peso específico	2802 kg/m <sup>3</sup>
Peso volumétrico compactado seco	1611 kg/m <sup>3</sup>
% de absorción	0.73%
% de humedad	0.26%

---

---

### Diseño de concreto en base a un metro cubico sin corrección de porcentaje de humedad.

---

Elemento	Volumen absoluto	Peso Específico	Peso	Proporción (en peso)
Cemento	0.134 m <sup>3</sup>	3150 kg/m <sup>3</sup>	422.10 kg	1.00
Arena (seca)	0.280 m <sup>3</sup>	2600 kg/m <sup>3</sup>	728.00 kg	1.72
Piedra (seca)	0.378 m <sup>3</sup>	2802 kg/m <sup>3</sup>	1059.16 kg	2.51
Agua	0.193 m <sup>3</sup>	1000 kg/m <sup>3</sup>	193.00 kg	19.43 Lt/saco
Aire	0.015 m <sup>3</sup>			
	1.000 m <sup>3</sup>		2402.26 kg	

---



---

**Diseño final corregido por humedad y absorción concreto f'c 280 kg/cm2**

---

<b>Elemento</b>	<b>Peso absoluto</b>	<b>Corrección</b>	<b>Peso Corregido</b>	<b>Proporción (en peso)</b>
Cemento	422.10 kg		422.10 kg	1.00
Arena	728.00 kg	1.05	761.85 kg	1.80
Piedra	1059.16 kg	1.00	1061.91 kg	2.52
Agua	193.00 kg	-20.86 kg	172.14 kg	17.33 Lt/saco
	2402.26 kg		2418.00 kg	

---

---

**Dosificación para 1m3 de concreto**

---

<b>Material</b>	<b>Unidad</b>	<b>Cantidad</b>
Cemento	bol	9.930
Arena	m3	0.280
Piedra	m3	0.378
Agua	m3	0.193

---

## Anexo 39 Ensayo de compresión en probetas standard de concreto



UNIVERSIDAD RICARDO PALMA

LICENCIAMIENTO INSTITUCIONAL RESOLUCION DEL CONSEJO DIRECTIVO N° 046-2016-S/UNEPAL

Facultad de Ingeniería

Acreditada por ABET - ICACIT - SINEACE



Laboratorio de  
Ensayo de Materiales

INFORME N° 1286 - 2019

### ENSAYOS DE COMPRESIÓN EN PROBETAS STANDARD DE CONCRETO

SOLICITANTE: NAHUN JEREMIAS HUAMANÍ QUISPE

OBRA: ESTUDIO DE INVESTIGACION DE CONCRETO

N°	Identificación	Fecha de vaciado	Fecha de rotura	Sección cm <sup>2</sup>	Resistencia kg/cm <sup>2</sup>
1	PROBETA 1 SIN FIBRA f'c = 280 kg/cm <sup>2</sup>	17/05/2019	04/06/2019	177	259
2	PROBETA 2 SIN FIBRA f'c = 280 kg/cm <sup>2</sup>	17/05/2019	04/06/2019	177	242
3	PROBETA 3 SIN FIBRA f'c = 280 kg/cm <sup>2</sup>	17/05/2019	04/06/2019	177	246
4	PROBETA 4 + 200 gr F.P f'c = 280 kg/cm <sup>2</sup>	23/05/2019	05/06/2019	177	250
5	PROBETA 5 + 200 gr F.P f'c = 280 kg/cm <sup>2</sup>	23/05/2019	05/06/2019	177	239
6	PROBETA 6 + 200 gr F.P f'c = 280 kg/cm <sup>2</sup>	23/05/2019	05/06/2019	177	250
7	PROBETA 7 + 400 gr F.P f'c = 280 kg/cm <sup>2</sup>	23/05/2019	05/06/2019	177	206
8	PROBETA 8 + 400 gr F.P f'c = 280 kg/cm <sup>2</sup>	23/05/2019	05/06/2019	177	215
9	PROBETA 9 + 400 gr F.P f'c = 280 kg/cm <sup>2</sup>	23/05/2019	05/06/2019	177	210
10	PROBETA 10 + 600 gr F.P f'c = 280 kg/cm <sup>2</sup>	24/05/2019	06/06/2019	177	218
11	PROBETA 11 + 600 gr F.P f'c = 280 kg/cm <sup>2</sup>	24/05/2019	06/06/2019	177	219
12	PROBETA 12 + 600 gr F.P f'c = 280 kg/cm <sup>2</sup>	24/05/2019	06/06/2019	177	226
13	PROBETA 13 + 200 gr F.P f'c = 280 kg/cm <sup>2</sup>	25/05/2019	21/06/2019	177	314
14	PROBETA 14 + 200 gr F.P f'c = 280 kg/cm <sup>2</sup>	25/05/2019	21/06/2019	177	311
15	PROBETA 15 + 200 gr F.P f'c = 280 kg/cm <sup>2</sup>	25/05/2019	21/06/2019	177	308
16	PROBETA 16 SIN FIBRA f'c = 280 kg/cm <sup>2</sup>	28/05/2019	24/06/2019	177	310
17	PROBETA 17 SIN FIBRA f'c = 280 kg/cm <sup>2</sup>	28/05/2019	24/06/2019	177	309
18	PROBETA 18 SIN FIBRA f'c = 280 kg/cm <sup>2</sup>	28/05/2019	24/06/2019	177	312
19	PROBETA 19 + 600 gr F.P f'c = 280 kg/cm <sup>2</sup>	29/05/2019	25/06/2019	177	320
20	PROBETA 20 + 600 gr F.P f'c = 280 kg/cm <sup>2</sup>	29/05/2019	25/06/2019	177	217

INFORME N° 1286 - 2019  
MUESTREO: SOLICITANTE  
NORMA DE ENSAYO: ASTM - C 39

HECHO POR: C.Morales M.  
REVISADO POR : J. La Cruz A.

  
JORGE LUIS LA CRUZ AGUIRRE  
INGENIERO CIVIL  
Reg. C.I.P. N° 42896





UNIVERSIDAD RICARDO PALMA

LICENCIAMIENTO INSTITUCIONAL RESOLUCIÓN DEL CONSEJO DIRECTIVO N° 042/2018-SUNEDUC/D

Facultad de Ingeniería

Acreditada por ABET - ICACIT - SINEACE



Laboratorio de Ensayo de Materiales

INFORME N° 1284 - 2019

ENSAYOS DE COMPRESION EN PROBETAS STANDARD DE CONCRETO

SOLICITANTE: NAHUM JEREMIAS HUAMANI QUISPE

OBRA: ESTUDIO DE INVESTIGACION DE CONCRETO

N°	Identificación	Fecha de vaciado	Fecha de rotura	Sección cm²	Resistencia kg/cm²
1	PROBETA 21 + 600 gr F.P f'c = 280 kg/cm2	29/05/2019	25/06/2019	177	319
2	PROBETA 22 + 400 gr F.P f'c = 280 kg/cm2	30/05/2019	26/06/2019	177	318
3	PROBETA 23 + 400 gr F.P f'c = 280 kg/cm2	30/05/2019	26/06/2019	177	314
4	PROBETA 24 + 400 gr F.P f'c = 280 kg/cm2	30/05/2019	26/06/2019	177	315
5	*****	*****	*****	*****	*****
6					
7					
8					
9					
10					
11					
12					
13					
14					
15					
16					
17					
18					
19					
20	*****	*****	*****	***	*****

INFORME N° 1284 - 2019  
MUESTRAS SOLICITANTE  
NORMA DE ENSAYO: ASTM - C 39

HECHO POR: C.Morales M.  
REVISADO POR: J. La Cruz A.

JORGE LUIS LA CRUZ AGUIRRE  
INGENIERO CIVIL  
Reg. C.I.P. N° 42896



# Anexo 40 Ensayo a flexión en vigas de concreto



UNIVERSIDAD RICARDO PALMA  
Facultad de Ingeniería  
Laboratorio de Ensayo de Materiales

INFORME N° 1285- A - 2019

**ENSAYOS DE RESISTENCIA A LA FLEXION EN VIGAS DE HORMIGÓN**  
**SOLICITANTE: NAHUM JEREMIAS HUAMANI QUISPE**  
**OBRA : ESTUDIO DE INVESTIGACION DE CONCRETO**

N°	Identificación de la Probeta	Fecha de Obtencion	Fecha de Ensayo	Ancho (cm)	Altura (cm)	Luz (cm)	Resistencia a flexion (kg/cm2)
1	Viga 1 a flexion sin fibra $f'c = 280 \text{ kg/cm}^2$	04/05/2019	04/05/2019	15.50	15.60	45	30.81
2	Viga 2 a flexion sin fibra $f'c = 280 \text{ kg/cm}^2$	04/05/2019	04/05/2019	15.80	15.50	45	28.25
3	Viga 3 a flexion + 200 Gr. F.P $f'c = 280 \text{ kg/cm}^2$	04/05/2019	05/05/2019	15.40	15.10	45	25.55
4	Viga 4 a flexion + 400 Gr. F.P $f'c = 280 \text{ kg/cm}^2$	04/05/2019	05/05/2019	15.60	15.20	45	29.75
5	Viga 5 a flexion + 200 Gr. F.P $f'c = 280 \text{ kg/cm}^2$	04/05/2019	05/05/2019	15.50	15.50	45	25.51
6	Viga 6 a flexion + 200 Gr. F.P $f'c = 280 \text{ kg/cm}^2$	04/05/2019	05/05/2019	15.10	15.20	45	33.89
7	Viga 7 a flexion + 600 Gr. F.P $f'c = 280 \text{ kg/cm}^2$	04/05/2019	06/05/2019	15.20	15.10	45	30
8	Viga 8 a flexion + 600 Gr. F.P $f'c = 280 \text{ kg/cm}^2$	04/05/2019	21/06/2019	15.40	15.80	45	28.11
9	Viga 9 a flexion + 200 Gr. F.P $f'c = 280 \text{ kg/cm}^2$	04/05/2019	21/06/2019	16.0	15.50	45	39.5
10	Viga 10 a flexion + 200 Gr. F.P $f'c = 280 \text{ kg/cm}^2$	04/05/2019	21/06/2019	16.20	15.80	45	40.3
11	Viga 11 a flexion sin fibra $f'c = 280 \text{ kg/cm}^2$	04/05/2019	24/06/2019	14.80	15.10	45	38.7
12	Viga 12 a flexion sin fibra $f'c = 280 \text{ kg/cm}^2$	04/05/2019	24/06/2019	15.30	15.20	45	36.8

OBSERVACION : LAS MUESTRAS FUERON PROPORCIONADAS POR EL SOLICITANTE

MUESTREO : SOLICITANTE  
NORMA DE ENSAYO: NTP 339.078

HECHO POR C. Morales M  
REVISADO POR J. La Cruz A

JORGE LUIS LA CRUZ AGUIRRE  
INGENIERO CIVIL  
Reg. C.I.P. N° 42896




UNIVERSIDAD RICARDO PALMA  
Facultad de Ingeniería  
Laboratorio de Ensayo de Materiales

INFORME N° 1285 - B - 2019

**ENSAYOS DE RESISTENCIA A LA FLEXION EN VIGAS DE HORMIGÓN**  
**SOLICITANTE : NAHUM JEREMIAS HUAMANI QUISPE**  
**OBRA : ESTUDIO DE INVESTIGACION DE CONCRETO**

N°	Identificación de la Probeta	Fecha de Obtencion	Fecha de Ensayo	Ancho (cm)	Altura (cm)	Luz (cm)	Resistencia a flexion (kg/cm2)
13	Viga 13 a flexion + 600 Gr. F.P $f'c = 280 \text{ kg/cm}^2$	04/05/2019	25/06/2019	15.10	15.40	45	43.6
14	Viga 14 a flexion + 600 Gr. F.P $f'c = 280 \text{ kg/cm}^2$	04/05/2019	25/06/2019	15.00	15.00	45	39.5
15	Viga 15 a flexion + 400 Gr. F.P $f'c = 280 \text{ kg/cm}^2$	04/05/2019	26/06/2019	15.80	15.90	45	37.7
16	Viga 16 a flexion + 400 Gr. F.P $f'c = 280 \text{ kg/cm}^2$	04/05/2019	26/06/2019	15.70	15.80	45	38.7
***	*****	*****	*****	*****	*****	*****	*****

OBSERVACION : LAS MUESTRAS FUERON PROPORCIONADAS POR EL SOLICITANTE

MUESTREO : SOLICITANTE  
NORMA DE ENSAYO : NTP 339.078

HECHO POR C. Morales M  
REVISADO POR J. La Cruz A

JORGE LUIS LA CRUZ AGUIRRE  
INGENIERO CIVIL  
Reg. C.I.P. N° 42896



## Anexo 41 Especificaciones de fibra Z de polipropileno



El mejor amigo del concreto

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

Ficha técnica - Edición 19 - Versión 07,18

Fibra para concreto

### Fibra Z de Polipropileno

**Descripción:** Fibra inerte de polipropileno 100% vírgenes químicamente para la prevención de las rajaduras en el concreto. Cumple con las Normas ASTM C1116 Tipo I - II, ASTM C 1399 y resistencia residual ASTM C 1116-95.

#### Ventajas

- Reduce la permeabilidad.
- Reduce la contracción y resistencia al impacto y la ductilidad.
- Bloquea la propagación de fisura quedando como micro rajaduras.
- Resistente a álcalis.
- No corrosivo.
- Reduce la pérdida de agua en las primeras 3 horas al 50%.
- No afecta el proceso de hidratación del cemento.
- Resistente a la abrasión.

#### Usos

En cualquier hormigón de cemento Portland que necesite tenacidad, resistencia al agrietamiento y mejore el sello contra el agua.

#### Aplicación

- 400gr x m<sup>3</sup>
- 6 a 8kg. Reemplazo de la fibra metálica.
- 400gr x m<sup>3</sup> para concreto menor de  $F_c = 300 \text{ Kg/cm}^2$
- 950gr Concreto mayor de  $F_c = 300 \text{ kg/cm}^2$
- Reemplazo Fierro de temperatura 1,5 a 1,6kg por m<sup>3</sup> de concreto.
- Concreto: 50gr x Bolsa de cemento.
- Mortero: 30gr x Bolsa de cemento.

#### Información técnica

- Absorción: Ninguna.
- Gravedad específica: 0,9.
- Temperatura de encendido: 590°C.
- Conductividad térmica: Menor de 1 BTU-in/hr-ft<sup>2</sup>-°F.
- Conductividad eléctrica: Mayor de  $1e + 10 \text{ ohm-cm}$ .
- Resistencia a ácidos y sales.
- Ácido acético al 10% durante 28 días: Resistente.

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

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

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

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

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

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



El mejor amigo del concreto

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

Ficha técnica - Edición 19 - Versión 07.18

- Salmuera durante 28 días: Resistente.
- Punto de fusión: 160 – 170°C.
- Resistencia antialcalina: 100% resistente.
- Módulo de elasticidad: 15,000 Kg./cm<sup>2</sup>.
- Alargamiento a la rotura: 20 – 30%.
- Resistencia a la tracción: 560 – 765 MPA.

---

#### Resistencia Residual

La resistencia residual media deberá ser mayor a 3 kg/cm<sup>2</sup> con un coeficiente de variación de 10% según la Norma ASTM C-1399.

---

#### Envases

Bolsa 1,6Kg. Medidas de 2' y 2 ¼'.

---

#### Cuidados

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

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

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

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

Piura: Av. Bolognesi 311. Int. 3. Telf: (073) 321 480 / 972 001 351 | Sullana: Av. José de Lama 244. Telf: (073) 509 408 / 923 055 398

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

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

# Anexo 42 Certificado de calibración de equipos - Estudio de mecánica de suelos



**CERTIFICADO DE CALIBRACIÓN**  
N° 925-139-2021

Página 2 de 3

**Arsou Group**

Laboratorio de Metrología

**Patrones e Instrumentos auxiliares**

Trazabilidad	Patrón Utilizado	Certificado de Calibración
Patrones de referencia de INACAL	DIAL DIGITAL - ACCUD	LLA-C-091-2018

**Condiciones ambientales durante la calibración**

Temperatura Ambiental	Inicial: 18,3 °c	Final: 18,4 °C
Humedad Relativa	Inicial: 61 %hr	Final: 62 %hr
Presión Atmosférica	Inicial: 1015 mbar	Final: 1015 mbar

**Resultados**

**TABLA N° 01**

DIAL INDICADOR PATRÓN Pulgada	LECTURA DE DIAL INDICADOR			SERIE PROMEDIO Pulgada
	SERIE (1) Pulgada	SERIE (2) Pulgada	SERIE (3) Pulgada	
0.025	0.024	0.025	0.025	0.0247
0.050	0.049	0.049	0.050	0.0493
0.075	0.074	0.073	0.073	0.0733
0.100	0.099	0.100	0.101	0.1000
0.150	0.148	0.149	0.149	0.1487
0.200	0.199	0.200	0.200	0.1997
0.300	0.300	0.299	0.300	0.2997
0.400	0.401	0.400	0.400	0.4003
0.500	0.500	0.550	0.500	0.5167
0.600	0.599	0.600	0.598	0.5990
0.700	0.699	0.699	0.699	0.6990
0.800	0.799	0.801	0.800	0.8000



**ARSOU GROUP S.A.C.**

Asoc. Viv. Las Flores de San Diego Mz C Lote 01, San Martín de Porres, Lima, Perú  
Telf: +51 301-1680 / Cel: +51 928 196 793 / Cel: +51 925 151 437  
ventas@arsougroup.com  
www.arsougroup.com

ARSOU GROUP S.A.C.  
**Ing. Hugo Luis Arevalo Carnica**  
METROLOGÍA



**CERTIFICADO DE CALIBRACIÓN**  
**N° 925-139-2021**

Página 1 de 3

**Arsou Group**

Laboratorio de Metrología

Fecha de emisión 2021/06/05  
Solicitante **QUISPE ISIDRO EDER MANACES**  
Instrumento de medición **DÍAL INDICADOR**  
Identificación 925-139-20221  
Marca INSIZE  
Modelo 2307-1  
Serie 3151  
Rango 0-1 in  
Sensibilidad 0.001 in  
Procedencia USA

Lugar de calibración LABORATORIO DE ARSOU GROUP S.A.C

Fecha de calibración 2021/06/05

**Método/Procedimiento de calibración**

Se determinó el error de indicación de los Diales por comparación con nuestro Patrón Digital. Se aplicaron tres series de medición al dial mediante el mismo mecanismo de desplazamiento. En cada serie se registraron las lecturas correspondientes.

Este certificado de calibración documenta la trazabilidad a patrones nacionales o internacionales, que realizan las unidades de medida de acuerdo con el Sistema Internacional de Unidades (SI)

Los resultados son válidos en el momento de la calibración. Al solicitante le corresponde disponer en su momento recalibrar sus instrumentos a intervalos regulares, los cuales deben ser establecidos sobre la base de las características propias del instrumento, sus condiciones de uso, el mantenimiento realizado y conservación del instrumento de medición o de acuerdo a reglamentaciones vigentes.

ARSOU GROUP S.A.C. no se responsabiliza de los perjuicios que pueda ocasionar el uso inadecuado de este instrumento después de su calibración, ni de una incorrecta interpretación de los resultados de la calibración declarados en este documento.

Este certificado no podrá ser reproducido o difundido parcialmente sin el consentimiento o autorización previa por escrito de ARSOU GROUP S.A.C.

ARSOU GROUP S.A.C.  
Ing. Hugo Luis Arévalo Carrión  
METROLOGÍA

**ARSOU GROUP S.A.C.**

Asoc. Viv. Las Flores de San Diego M2 C Lote 01, San Martín de Porres, Lima, Perú  
Telf: +51 301-1680 / Cel: +51 928 196 793 / Cel: +51 925 151 437  
ventas@arsougroup.com  
www.arsougroup.com





**CERTIFICADO DE CALIBRACIÓN**  
**N° 920-139-2021**

Página 1 de 2

**Arsou Group**

Laboratorio de Metrología

Fecha de emisión 2021/06/05

Solicitante **QUISPE ISIDRO EDER MANACES**

Instrumento de medición **DISCO ESPACIADOR**

Identificación 920-139-2021

Marca ARSOU

Modelo NO INDICA

Serie 809010

Estructura FIERRO

Acabado ZINCADO

Procedencia PERÚ

Lugar de calibración Laboratorio de ARSOU GROUP S.A.C.

Fecha de calibración 2021/06/05

**Método/Procedimiento de calibración**

La Calibración se realizó por comparación tomando como referencia el método descrito en el PC-012: "Procedimiento de Calibración de Pie de Rey" del SNM-INDECOPI. 5ta Ed., la Norma ASTM D 1883, AASHTO T 193 y MTC E 110.CBR de Suelos.

Este certificado de calibración documenta la trazabilidad a patrones nacionales o internacionales, que realizan las unidades de medida de acuerdo con el Sistema Internacional de Unidades (SI)

Los resultados son válidos en el momento de la calibración. Al solicitante le corresponde disponer en su momento recalibrar sus instrumentos a intervalos regulares, los cuales deben ser establecidos sobre la base de las características propias del instrumento, sus condiciones de uso, el mantenimiento realizado y conservación del instrumento de medición o de acuerdo a reglamentaciones vigentes.

ARSOU GROUP S.A.C. no se responsabiliza de los perjuicios que pueda ocasionar el uso inadecuado de este instrumento después de su calibración, ni de una incorrecta interpretación de los resultados de la calibración declarados en este documento.

Este certificado no podrá ser reproducido o difundido parcialmente, excepto con autorización previa por escrito de ARSOU GROUP S.A.C.



**ARSOU GROUP S.A.C.**

Asoc. Viv. Las Flores de San Diego Mz C Lote 01, San Martín de Porres, Lima, Perú  
Telf: +51 301-1680 / Cel: +51 928 196 793 / Cel: +51 925 151 437  
ventas@arsougroup.com  
www.arsougroup.com

**ARSOU GROUP S.A.C**

**Ing. Hugo Luis Arevalo Carnica**  
**METROLOGÍA**



## Arsou Group

Laboratorio de Metrología  
Patrones e Instrumentos auxiliares

Trazabilidad	Patrón Utilizado	Certificado de Calibración
INACAL	Pie de Rey digital de 300 mm a 0.01 mm	ML-0276-2019 con trazabilidad - LLA-C-040-2019, LLA-397-2018, LLA- 229-2018 - Laboratorio Acreditado Registro N° LC-017.

### Condiciones ambientales durante la calibración

Temperatura Ambiental	Inicial: 21,8 °C	Final: 22,8 °C
Humedad Relativa	Inicial: 65 %hr	Final: 65 %hr
Presión Atmosférica	Inicial: 1015 mbar	Final: 1015 mbar

### Resultados

TABLA N° 01

#### DIÁMETRO

DESCRIPCIÓN	MEDICIÓN	DIÁMETRO ESPECIFICADO	EMP
N° 1	150.36	150.8	+/- 0,8mm
N° 2	151.01	150.8	+/- 0,8mm

PROMEDIO : 150.69 : OK

TABLA N° 02

#### ALTURA MEDIDO

PUNTO	MEDICIÓN	ALTURA ESPECIFICADO	EMP
N° 1	61.10	61.4	+/- 0,2mm
N° 2	61.45	61.4	+/- 0,2mm

PROMEDIO : 61.28 : OK

### Observaciones

1. Antes de la calibración no se realizó ningún tipo de ajuste.
2. (\*) Código indicado en una etiqueta adherida al instrumento.
3. Con fines de identificación se colocó una etiqueta autoadhesiva con la indicación "CALIBRADO"

### ARSOU GROUP S.A.C.

Asoc. Vlv. Las Flores de San Diego Mz C Lote 01, San Martín de Porres, Lima, Perú  
Telf: +51 301-1680 / Cel: +51 928 196 793 / Cel: +51 925 151 437  
ventas@arsougroup.com  
www.arsougroup.com



ARSOU GROUP S.A.C

Ing. Hugo Luis Arevalo Carrión  
METROLOGÍA



## Arsou Group

Laboratorio de Metrología  
Patrones e Instrumentos auxiliares

Trazabilidad	Patrón Utilizado	Certificado de Calibración
INACAL	Pie de Rey digital de 300 mm a 0.01 mm	ML-0276-2019 con trazabilidad - LLA-C-040-2019, LLA-397-2018, LLA- 229-2018 - Laboratorio Acreditado Registro N° LC-017.

### Condiciones ambientales durante la calibración

Temperatura Ambiental	Inicial: 21,8 °C	Final: 22,8 °C
Humedad Relativa	Inicial: 65 %hr	Final: 65 %hr
Presión Atmosférica	Inicial: 1015 mbar	Final: 1015 mbar

### Resultados

TABLA N° 01  
DIÁMETRO INTERIOR

PUNTO	MEDICIÓN	DIÁMETRO ESPECIFICADO	EMP
N° 1	152.69	152.4	+/- 0,66mm
N° 2	153.02	152.4	+/- 0,66mm
N° 3	152.78	152.4	+/- 0,66mm
N° 4	152.64	152.4	+/- 0,66mm

PROMEDIO 152.78 : OK

TABLA N° 02  
ALTURA MEDIDO

PUNTO	MEDICIÓN	ALTURA ESPECIFICADO	EMP
N° 1	177.40	177.8	+/- 0,46mm
N° 2	178.56	177.8	+/- 0,46mm
N° 3	177.95	177.8	+/- 0,46mm
N° 4	177.36	177.8	+/- 0,46mm

PROMEDIO 177.82 : OK

ARSOU GROUP S.A.C.  
Asoc. Viv. Las Flores de San Diego Mz C Lote 01, San Martín de Porres, Lima, Perú  
Telf: +51 901-1680 / Cel: +51 928 196 793 / Cel: +51 925 151 437  
ventas@arsougroup.com  
www.arsougroup.com



ARSOU GROUP S.A.C

Ing. Hugo Luis Arévalo Carnica  
METROLOGÍA



## Arsou Group

Laboratorio de Metrología

Fecha de emisión 2021/06/05  
Solicitante **QUISPE ISIDRO EDER MANACES**

**Instrumento de medición MOLDE CBR**

Identificación 919-139-2021  
Marca ARSOU  
Modelo NO INDICA  
Serie 4037

Estructura FIERRO  
Acabado ZINCADO  
Procedencia PERÚ

Lugar de calibración Laboratorio de ARSOU GROUP S.A.C.

Fecha de calibración 2021/06/05

**Método/Procedimiento de calibración**

La Calibración se realizó por comparación tomando como referencia el método descrito en el PC-012: "Procedimiento de Calibración de Pie de Rey" del SNM-INDECOPI. 5ta Ed., la Norma ASTM D 1883, AASHTO T 193 y MTC E 110.CBR de Suelos.

Este certificado de calibración documenta la trazabilidad a patrones nacionales o internacionales, que realizan las unidades de medida de acuerdo con el Sistema Internacional de Unidades (SI)

Los resultados son válidos en el momento de la calibración. Al solicitante le corresponde disponer en su momento recalibrar sus instrumentos a intervalos regulares, los cuales deben ser establecidos sobre la base de las características propias del instrumento, sus condiciones de uso, el mantenimiento realizado y conservación del instrumento de medición o de acuerdo a reglamentaciones vigentes.

ARSOU GROUP S.A.C. no se responsabiliza de los perjuicios que pueda ocasionar el uso inadecuado de este instrumento después de su calibración, ni de una incorrecta interpretación de los resultados de la calibración declarados en este documento.

Este certificado no podrá ser reproducido o difundido parcialmente, excepto con autorización previa por escrito de ARSOU GROUP S.A.C.



ARSOU GROUP S.A.C.  
Asoc. Viv. Las Flores de San Diego Mz C Lote 01, San Martín de Porres, Lima, Perú  
Telf: +51 301-1680 / Cel: +51 928 196 793 / Cel: +51 925 151 437  
ventas@arsougroup.com  
www.arsougroup.com

ARSOU GROUP S.A.C  
Ing. Hugo Luis Arevalo Carrión  
METROLOGÍA



**Arsou Group**  
Laboratorio de Metrología

TABLA N° 03  
ACCESORIOS

**Sobrecarga Anular**

Diámetro (mm)

148.25	150.3
--------	-------

2265	2269
------	------

Promedio	Tolerancia	Resultado
149.28	150,0 +/- 0,8	OK

2267	2270 +/- 20	OK
------	-------------	----

**Sobrecarga Ranurada**

Diámetro (mm)

151	149.73
-----	--------

Peso (g)

2277	2285
------	------

Promedio	Tolerancia	Resultado
150.37	150,0 +/- 0,8	OK

2281	2270 +/- 20	OK
------	-------------	----

**Placa de Aumento de Volumen**

Diámetro (mm)

148.14	148.14
--------	--------

Promedio	Tolerancia	Resultado
148.14	149,6 + 1,6	OK

**Observaciones**

1. Antes de la calibración no se realizó ningún tipo de ajuste.
2. (\*) Código indicado en una etiqueta adherida al instrumento.
3. Con fines de identificación se colocó una etiqueta autoadhesiva con la indicación "CALIBRADO"



ARSOU GROUP S.A.C

Ing. Hugo Luis Arevalo Carnica  
METROLOGÍA

ARSOU GROUP S.A.C.

Asoc. Viv. Las Flores de San Diego Mz C Lote 01, San Martín de Porres, Lima, Perú

Tel: +51 301-1680 / Cel: +51 928 196 793 / Cel: +51 925 151 437

ventas@arsougroup.com

www.arsougroup.com



CERTIFICADO DE CALIBRACIÓN  
N° 916-139-2021

Página 2 de 3

**Arsou Group**

Laboratorio de Metrología Auxiliares

Trazabilidad	Patrón Utilizado	Certificado de Calibración
Patrones de referencia de PUCP	Celda de Carga de 5 TN	MT-LF-263-2019 con trazabilidad INF-LE 030-19B.

**Condiciones ambientales durante la calibración**

Temperatura Ambiental	Inicial: 18,3 °c	Final: 18,0 °c
Humedad Relativa	Inicial: 87 %hr	Final: 87 %hr
Presión Atmosférica	Inicial: 1015 mbar	Final: 1015 mbar

**Resultados**

**TABLA N° 01**  
**CALIBRACION DE ANILLO DE CARGA**

SISTEMA DIGITAL "A" Kg	SERIES DE VERIFICACIÓN PATRON ( Kg)				PROMEDIO "B" Kg	ERROR Ep %	RPTBLD Rp %
	SERIE (1) Kg	SERIE (2) Kg	ERROR %	ERROR (2) %			
500	500.5	499.3	0.10	-0.14	499.9	-0.02	0.17
1000	1000.1	999.5	0.01	-0.05	999.8	-0.02	0.04
1500	1500.5	1499.8	0.03	-0.01	1500.2	0.01	0.03
2000	2000.8	2000.8	0.04	0.04	2000.8	0.04	0.00
2500	2501.5	2500.5	0.06	0.02	2501.0	0.04	0.03
3000	3001.1	3000.8	0.04	0.03	3001.0	0.03	0.01
3500	3500	3500.5	0	0.01	3500.3	0.01	0.01
4000	4001.5	4000.2	0.04	0.00	4000.9	0.02	0.02

**NOTAS SOBRE CALIBRACION**

1. - La Calibración se hizo según el Método C de la norma ISO 7500-1
- 2.- Ep y Rp son el Error Porcentual y la Repetibilidad definidos en la citada Norma:  
 $Ep = ((A-B) / B) * 100$        $Rp = Error(2) - Error(1)$
3. - La norma exige que Ep y Rp no excedan el +/- 1.0 %



**ARSOU GROUP S.A.C.**

Asoc. de viv. Las Flores de San Diego Mz C Lote 01, San Martín de Porres, Lima, Perú  
Telf: +51 301-1680 / Cel: +51 928 196 793 / Cel: +51 925 151 437  
ventas@arsougroup.com  
www.arsougroup.com

ARSOU GROUP S.A.C.  
**Ing. Hugo Luis Arévalo Carnica**  
METROLOGÍA



CERTIFICADO DE CALIBRACIÓN  
N° 916-139-2021

Página 1 de 3

**Arsou Group**

Laboratorio de Metrología

Fecha de emisión 2021/06/05  
Solicitante **QUISPE ISIDRO EDER MANACES**  
  
Instrumento de medición **PRENSA CBR CON CELDA DE CARGA**  
Identificación 916-139-2021  
Marca Prensa ARSOU  
Modelo PR401  
Serie 220028  
Celda de Carga TIPO S  
Modelo H5-C3 -5.OT-68  
Indicador DIGITAL  
Modelo T31P  
Serie NO INDICA  
Procedencia PERÚ  
Lugar de calibración Laboratorio de ARSOU GROUP S.A.C.  
Fecha de calibración 2021/06/05

**Método/Procedimiento de calibración**

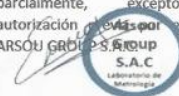
El procedimiento toma como referencia a la norma ISO 7500-1 "Metallic materials - Verification of static uniaxial testing machines", Se aplicaron dos series de carga al Sistema Digital mediante la misma prensa. En cada serie se registraron las lecturas de las cargas.

Este certificado de calibración documenta la trazabilidad a patrones nacionales o internacionales, que realizan las unidades de medida de acuerdo con el Sistema Internacional de Unidades (SI)

Los resultados son válidos en el momento de la calibración. Al solicitante le corresponde disponer en su momento recalibrar sus instrumentos a intervalos regulares, los cuales deben ser establecidos sobre la base de las características propias del instrumento, sus condiciones de uso, el mantenimiento realizado y conservación del instrumento de medición o de acuerdo a reglamentaciones vigentes.

ARSOU GROUP S.A.C. no se responsabiliza de los perjuicios que pueda ocasionar el uso inadecuado de este instrumento después de su calibración, ni de una incorrecta interpretación de los resultados de la calibración declarados en este documento.

Este certificado no podrá ser reproducido o difundido parcialmente, excepto con autorización por escrito de ARSOU GROUP S.A.C.



**ARSOU GROUP S.A.C.**

Asoc. de viv. Las Flores de San Diego Mz C Lote 01, San Martin de Porres, Lima, Perú  
Telf: +51 301-1680 / Cel: +51 928 196 793 / Cel: +51 925 151 437  
ventas@arsougroup.com  
www.arsougroup.com

**ARSOU GROUP S.A.C**  
**Ing. Hugo Luis Arévalo Cármona**  
**METROLOGÍA**

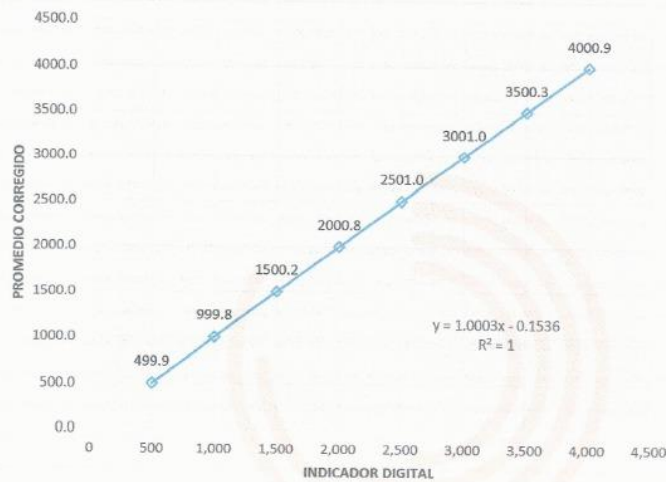


**Arsou Group**

Laboratorio de Metrología

Gráfica (Coeficiente de correlación y Ecuación de Ajuste)

GRAFICO N° 01



Ecuación de ajuste:

Donde:  $y = 1,0003x - 0,1536$

Coefficiente Correlación  $R^2 = 1$

X : Lectura de la pantalla (kg)

Y : fuerza promedio (kg)

**Observaciones**

1. Antes de la calibración no se realizó ningún tipo de ajuste.
2. La incertidumbre de la medición ha sido calculada para un nivel de confianza de aproximadamente del 95 %
3. (\*) Código indicado en una etiqueta adherida al instrumento.
4. Con fines de identificación se colocó una etiqueta autoadhesiva con la indicación "CALIBRADO"



**ARSOU GROUP S.A.C.**

Asoc. de viv. Las Flores de San Diego Mz C Lote 01, San Martín de Porres, Lima, Perú

Tel: +51 301-1680 / Cel: +51 928 196 793 / Cel: +51 925 151 437

ventas@arsougroup.com

www.arsougroup.com

ARSOU GROUP S.A.C

Ing. Hugo Luis Arévalo Carnica  
METROLOGÍA



**Anexo 43** Registro Fotográfico – evaluación del pavimento









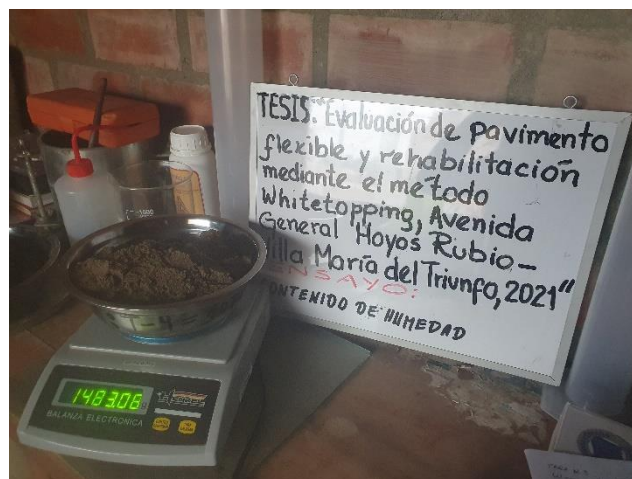


## Anexo 44 Registro Fotográfico – ejecución de calicatas

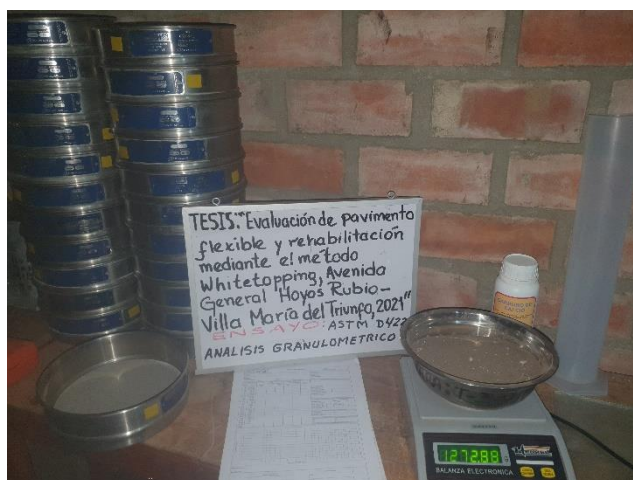




## Anexo 45 Registro Fotográfico – estudio de mecánica de suelos















**UNIVERSIDAD CÉSAR VALLEJO**

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

### **Declaratoria de Originalidad del Autor**

Yo, GUTIERREZ CELIS JOSE ALONSO estudiante de la FACULTAD DE INGENIERÍA Y ARQUITECTURA de la escuela profesional de INGENIERÍA CIVIL de la UNIVERSIDAD CÉSAR VALLEJO SAC - LIMA ESTE, declaro bajo juramento que todos los datos e información que acompañan la Tesis titulada: "EVALUACIÓN DEL PAVIMENTO FLEXIBLE Y REHABILITACIÓN MEDIANTE EL MÉTODO WHITETOPPING, AVENIDA GENERAL HOYOS RUBIO – VILLA MARÍA DEL TRIUNFO, 2021.", es de mi autoría, por lo tanto, declaro que la Tesis:

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

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

<b>Nombres y Apellidos</b>	<b>Firma</b>
GUTIERREZ CELIS JOSE ALONSO <b>DNI:</b> 74780694 <b>ORCID</b> 0000-0003-3176-2318	Firmado digitalmente por: JAGUTIERREZCE el 09-07- 2021 12:13:25

Código documento Trilce: INV - 0288888