



UNIVERSIDAD CÉSAR VALLEJO

FACULTAD DE INGENIERÍA Y ARQUITECTURA

ESCUELA PROFESIONAL DE INGENIERÍA CIVIL

“Evaluación del pavimento flexible para la implementación de la técnica whitetopping en la avenida Dominicos-San Martín de Porres, Lima - 2021”

TESIS PARA OBTENER EL TÍTULO PROFESIONAL DE:

Ingeniero Civil

AUTORA:

Sanchez Piedra, Yulisa Lisbet ([ORCID: 0000-0002-7744-3884](https://orcid.org/0000-0002-7744-3884))

ASESOR:

Mg. Minaya Rosario, Carlos Danilo ([ORCID: 0000-0002-0655-523X](https://orcid.org/0000-0002-0655-523X))

LÍNEA DE INVESTIGACIÓN:

Diseño de infraestructura vial

LIMA – PERÚ

2021

DEDICATORIA

Este presente trabajo se lo dedico a Dios por ser mi fortaleza y guiar mis pasos para alcanzar este pequeño gran paso en mi vida profesional.

A mis padres quienes son mi mayor motivación para seguir cumpliendo mis objetivos.

AGRADECIMIENTOS

Eternamente agradecida con Dios y con la vida, por haberme permitido lograr una de mis metas en mi vida profesional.

A mis padres quienes me brindan su apoyo en todo momento, y con ello hacer posible este logro.

Mi gratitud también a mis maestros, quienes con su apoyo y enseñanzas son base de mi formación como profesional.

¡A ellos, gracias totales!

Índice

Dedicatoria	i
Agradecimiento.....	ii
Índice.....	iii
Índice de tablas.....	iv
Índice de figuras.	v
Resumen	vi
Abstract.....	vii
I. INTRODUCCIÓN.....	11
II. MARCOTEÓRICO.....	16
III.METODOLOGÍA.....	27
3.1. Tipo y Diseño de Investigación	30
3.2. Variables y operacionalización	30
3.3. Población, Muestra y Muestreo.....	30
3.4. Técnicas e Instrumentos de recolección de datos.....	30
3.5. Procedimientos.....	31
3.6. Métodos de Análisis de datos.....	32
3.7. Aspectos Éticos.....	32
IV. RESULTADOS	33
V. DISCUSIÓN.....	60
VI. CONCLUSIÓN... ..	62
VII. RECOMENDACIONES	63
REFERENCIAS.....	64
ANEXOS	70

Índice de tablas

Tabla 1. Evaluación estructural del pavimento flexible, registro de campo del carril izquierdo, Con la Viga Benkelman	34
Tabla 2. Evaluación estructural del pavimento flexible, registro de campo del carril derecho, Con la Viga Benkelman	35
Tabla 3. Valor admisible y característico de deflexión	35
Tabla 4. Identificación de deflexiones en ambos carriles con la Viga Benkelman	36
Tabla 5. Evaluación de pavimento PCI, carril derecho	38
Tabla 6. Cálculo por la unidad de muestra PCI, carril derecho	38
Tabla 7. Evaluación de pavimento PCI, carril izquierdo	39
Tabla 8. Cálculo por la unidad de muestra PCI, carril izquierdo	39
Tabla 9. Unidad de peaje	41
Tabla 10. Calculo Índice diario medio anual (IMDA)	42
Tabla 11. Ejes equivalentes – MTC -” Sección Suelos y Pavimentos”	44
Tabla 12. Tasa de crecimiento poblacional	45
Tabla 13. Producto Bruto Interno (PBI) Departamento de Lima	45
Tabla 14. Tráfico normal proyectado	49
Tabla 15. Tráfico generado proyectado	45
Tabla 16. Tráfico total proyectado	45
Tabla 17. Cálculo de ESAL factor de carga	51

Tabla 18. Resultados ESAL (periodo de diseño 20 años)	52
Tabla 19. Categorías de la Subrasante	55
Tabla 20. Resumen de diseño de losa Whitetopping.....	55
Tabla 22. Valores de Resistencia del concreto según ESAL	56
Tabla 22. Parámetros de diseño, según metodología ASHTOO	57
Tabla 23. Espesor de losa Whitetopping según AASHTO 93.....	57
Tabla 24. Longitudes de dowells recomendados - AASHTO.....	58
Tabla 025. Representación gráfica de juntas.	58

Índice de Figuras

Figura 1. Mapa del Perú	30
Figura 2. Mapa del distrito de San Martín de Porres	40
Figura 3. Localización	31
Figura 4. Ensayo con la Viga Benkeman.....	32
Figura 5. Ensayo con la Viga Benkelman.....	37
Figura 6. Inspección superficial del pavimento flexible.....	40
Figura 7. Inspección superficial del pavimento flexible.....	42
Figura 8. Zona de estudio de tráfico.....	45
Figura 9. Conteo Vehicular.....	46
Figura 10. Conteo Vehicular.....	46

Índice de gráficos

Gráfico 1. Deflectograma	37
Gráfico 2. Representación gráfica de juntas	58

Resumen

En la presente tesis tuvo como objetivo principal evaluar el pavimento flexible para la implementación de la técnica whitetopping en la avenida Dominicos-San Martín de Porres, Lima – 2021, la metodología utilizada para dicha evaluación es el Manual de Carreteras (MTC) – sección suelos y pavimentos R.D N°10 – 2014 – MTC /14, y la metodología ASHTO 93, para ello se identificó las deflexiones máximas y mínimas del pavimento existente, el tramo de análisis fue entre la Av. Dominicos y Santa Rosa, en el distrito de San Martín de Porres, para ello se utilizó la Viga Benkelman, en la cual, según el deflectograma arrojó que en las progresivas 0+190 y 0+150 de ambos carriles de la zona deflexiones de: 68mm (carril izquierdo) y 54mm (carril derecho) respectivamente, de la misma manera se inspeccionó la zona en la cual se observaron fallas superficiales tales como: piel de cocodrilo, fisuras longitudinales y transversales, de mediana severidad y agregado pulido de baja severidad, obteniendo una clasificación promedio de 60 como “bueno” según el cálculo de PCI (Índice de condición del pavimento) según la norma ASTM D6433-03.

Asimismo, se determinó el ESAL de resultando $1.31E+07$, para el posterior diseño de pavimento, para el cual la capacidad portante del suelo existente de %CBR = 10.69%, el cual clasifica como “bueno” según en MTC recomendado una resistencia del concreto de 280 kg/cm² para diseño y de esta manera haciendo posible la implementación de la técnica de rehabilitación whitetopping.

Palabras clave: Whitetopping, condición de pavimento, pavimento flexible, rehabilitación, durabilidad.

Abstract

The main objective of this thesis was to evaluate the flexible pavement for the implementation of the whitetopping technique in Dominicos-San Martin de Porres avenue, Lima - 2021, the methodology used for this evaluation is the Highway Manual (MTC) - soil section and pavements RD N ° 10 - 2014 - MTC / 14, and the ASHTO 93 methodology, for this the maximum and minimum deflections of the existing pavement were identified, the analysis section was between Av. Dominicos and Santa Rosa, in the district of San Martin de Porres, for this the Benkelman Beam was used, in which, according to the deflectogram, it showed that in the progressive 0 + 190 and 0 + 150 of both lanes in the area deflections of: 68mm (left lane) and 54mm (lane right) respectively, in the same way the area was inspected in which superficial flaws were observed such as: crocodile skin, longitudinal and transverse fissures, of medium severity and polished aggregate of low severity, obtaining a 60 average rating as "good" based on the PCI (Pavement Condition Index) calculation based on ASTM D6433-03.

Likewise, the ESAL was determined, resulting in $1.31E + 07$, for the subsequent pavement design, for which the bearing capacity of the existing soil of $\% \text{ CBR} = 10.69\%$, which classifies as "good" according to the recommended MTC a resistance of 280 kg / cm² concrete for design and thus making possible the implementation of the whitetopping rehabilitation technique.

Keywords: Whitetopping, pavement condition, flexible pavement, rehabilitation, durability.

I. INTRODUCCIÓN:

La infraestructura vial, es un aporte esencial para garantizar el desarrollo de un país ya que de esta manera se promueve el turismo y por ende el crecimiento socioeconómico, cabe mencionar que, mediante la implementación de mencionada estructura genera la facilidad de movilidad en transporte permitiendo a los ciudadanos realizar sus actividades cotidianas tal como, comercio nacional, transporte público y privado, en este sentido el hecho de mantener el pavimento en estado operativo es cada vez es más deficiente ya que dichas infraestructuras son construidas y no tienen el mantenimiento correspondiente.

Es importante señalar que, el deterioro que se origina en una carpeta estructural de pavimento a raíz del incremento de cargas vehiculares para las cuales este pavimento no ha sido diseñado, es por ello que, respecto al estado situacional de pavimentos en países como Cuba, España y Ecuador entre otros, evalúan el estado situacional de los pavimentos para una posible rehabilitación cuando estos lo requieran y de tal forma poder ejecutar la reconstrucción total de una vía, con el fin de poder prolongar la vida útil del pavimento, en este caso cabe mencionar que las condiciones de los pavimentos existentes han sido determinados por el método de supervisión norteamericana PCI, Deflectometría, a través de la Viga Benkelman y la determinación del espesor de la carpeta estructural del pavimento y así determinan las deficiencias superficiales de los pavimentos que se encuentran en análisis, en base a la información recopilada de una inspección visual.

En el Perú el incremento del flujo vehicular cada día es más significativo según la estadística vehicular de INEI (Instituto Nacional de Estadística), por la cual la iniciativa de las entidades públicas y privadas encargadas de realizar proyectos que mejoren la calidad de infraestructura vial es cada vez más frecuente.¹

Con respecto a lo anterior y con el propósito de buscar e implementar nuevas técnicas y alternativas novedosas para la rehabilitación de un pavimento han sido más frecuentes, por ejemplo, en lugares del Perú como Trujillo, Piura y Tacna, han evaluado la alternativa de rehabilitación de un pavimento asfáltico llamado

“WHITETOPPING” determinaron que es eficaz hacer la utilización de este método ya que mediante

En lo concerniente a nivel local, el distrito de San Martín de Porres de la provincia de Lima, la Avenida Dominicos, la cual se clasifica como una vía arterial, actualmente es una de las vías con más transitabilidad y por ende de más importancia para el tránsito de Lima Metropolitana, la cual al paso de los años la vía ha presentado deterioros en ambos sentidos, como piel de cocodrilo, fisuras longitudinales y transversales, etc, por efecto conllevando a un índice bajo en la serviciabilidad de las calzadas, dificultando la libre transitabilidad de transeúntes y conductores, es por ello que, es de gran importancia que se realice trabajos de mantenimiento de la infraestructura vial (calzada, veredas, jardín y cruces peatonales), para este caso ya no se aplicaría el método habitual de incorporación de asfalto, en su lugar se utilizaría capas de concreto para su rehabilitación de tal forma que garantice y prolongue su vida útil del pavimento existente.

Formulación del problema

En el distrito de San Martín de Porres en la Avenida Dominicos existen vías de pavimento flexible que con el paso de los años sufrieron fallas, sin embargo son de uso cotidiano de todos sus habitantes, por tal motivo se requiere que esta vía este en un funcionamiento constante y para ello se viene evaluando las condiciones del pavimento flexible de modo que se evidencie la deflexión en la vía, deficiencias superficiales de la vía, precisar la cantidad de vehículos que pasan por día y con ello hacer posible la implementación de la técnica whitetopping.

Problema general:

¿De qué manera influye la Evaluación del pavimento flexible para la implementación de la técnica whitetopping en la avenida Dominicos - San Martín de Porres, Lima - 2021?

Problemas específicos

Los problemas específicos para la presente investigación son:

¿Cuánto influye evaluar las condiciones estructurales del pavimento flexible para la implementación de la técnica whitetopping en la avenida Dominicos-San Martín de Porres, Lima – 2021?

¿Cuánto influye determinar el estudio de tráfico para la implementación de la técnica whitetopping en la avenida Dominicos - San Martín de Porres, Lima – 2021?

¿Cuánto influye determinar el espesor de la losa de concreto para la implementación de la técnica whitetopping en la avenida Dominicos - San Martín de Porres, Lima – 2021?

Justificación de la Investigación

La presente investigación se reforzó mediante los estudios realizados de los tesis mencionados en la presente, de tal manera que se determinó la importancia que implica el estado situacional del pavimento flexible y en las condiciones existentes en que se encuentre para la implementación de la técnica Whitetopping, ya que el uso se determina una vez diagnosticado el estado situacional del pavimento flexible.

justificación teórica,

La implementación de la técnica Whitetopping es una alternativa de rehabilitación que fue muy eficiente en cuanto a la restructuración de un pavimento en condiciones deterioradas, garantizando la prolongación de la vida útil de un pavimento, sin embargo para determinar su aplicación se evaluará las condiciones del paquete estructural mediante diversos métodos como , PCI, deflectometría, determinar las condiciones estructurales y superficiales del y así para identificar las condiciones y la resistencia estructural del pavimento.

justificación metodológica

considerado en el presente proyecto de investigación tiene como metodología cuantitativa para la cual será basado en ser lo más objetivo posible, de tal forma que las variables dependientes e independientes sean medibles de acuerdo a lo señalado, no obstante, con el fin de contribuir con los interesados, los cuales el presente proyecto de investigación sea de su importancia y se considera este en la rehabilitación en obras.

Justificación Técnica

Mediante el cual el objetivo práctico es, señalar que al evaluarse el pavimento existente se podrá implementar la técnica de Whitetopping identificando la resistencia estructural del pavimento, de tal forma que se considere como posible esta técnica de rehabilitar pavimentos, los cuales se encuentren en condiciones desfavorables hoy en día.

Justificación social

En este aspecto, la problemática de infraestructura vehicular y peatonal en la Av. Dominicos involucra daños a las viviendas en consecuencia del polvo que ingresa por el deficiente estado estructural del pavimento, dañando las fachadas, pisos y cielo raso de estas. La evaluación del pavimento flexible en la Av. Dominicos nace como resultado de una necesidad prioritaria para realizar la rehabilitación de mencionada avenida ya que genera malestar para los medios de transporte público y privado y por lo que dificulta el acceso a los peatones ocasionando una deficiente atención social y pérdida de horas hombre.

justificación económica

La implementación de la técnica Whitetopping se determinará que tan viable es la aplicación de dicha técnica pues de esta manera se evitará posibles daños a corto plazo y en lo que implica la reducción del mantenimiento de la infraestructura vial y dar la mejor alternativa de solución en cuanto a una rehabilitación del paquete de la infraestructura vial, asimismo indicar que se ahorraría en los trabajos preliminares como movimiento de tierras para construir las bases de los pavimentos, pues esta técnica se utiliza en base de concreto flexible siempre y cuando cumpla con los parámetros de resistencia.

Justificación ambiental

La implementación de la técnica whitetopping, por tratarse de la superposición de una losa de concreto, ya no incurrirá en la colocación de asfalto el tiene contaminaciones peligrosas ya que está compuesto por mezclas de compuestos orgánicos, inclusive después de que pase tiempo.

Objetivo general

Determinar el estado estructural del pavimento flexible para la implementación de la técnica Whitetopping en la avenida Dominicos - San Martin de Porres, Lima – 2021

Objetivos específicos

Evaluar las condiciones estructurales del pavimento flexible para implementa la técnica whitetopping en la avenida Dominicos-San Martin de Porres, Lima - 2021

Determinar las cargas de transitabilidad vehicular para la implementación de la técnica whitetopping en la avenida Dominicos - San Martin de Porres, Lima – 2021

Determinar el espesor de la losa de concreto para la implementación de la técnica whitetopping en la avenida Dominicos - San Martin de Porres, Lima – 2021

Hipótesis general

Evaluación del pavimento flexible para la implementación de la técnica whitetopping en la avenida Dominicos-San Martin de Porres, Lima – 2021

Hipótesis específicas

Para Prado (2012), define a las hipótesis como hechos que se plantean de las razones de forma clara de modo que para el investigador cree que es posible como soluciones u alternarias de solución, en base a ello se estableció la siguiente:

La evaluación del pavimento flexible determinará la implentación de la técnica whitetopping determina en la avenida Dominicos-San Martin de Porres, Lima - 2021

El estudio de tráfico determinará las cargas vehiculares que recibe el pavimento flexible para la implementación de la técnica whitetopping en la avenida Dominicos - San Martin de Porres, Lima - 2021

Determinar el espesor de sobrecapa de concreto para la implementación de la técnica whitetopping en la avenida Dominicos - San Martin de Porres, Lima - 2021

II. MARCO TEÓRICO

ANTECEDENTES

De la Cruz (2016), en su tesis titulada “*Caracterización de la adherencia en refuerzos de Ultra – Thin Whitetopping*”, proviene de la universidad UPC de Barcelona, proyecto de investigación para obtener el título de master en Ingeniería Estructural de la construcción - **España**, tuvo como objetivo primordial hacer uso de diversas técnicas de adherencia para determinar las propiedades de resistencia entre el cemento portland y una mezcla asfáltica, de un tipo experimental se empleó 3 tipos de ensayos como: Slant Shear, el cual registro una resistencia aproximada de (6, 23 MPa) en las probetas abujardadas. “Pull – Out”, resultado mayor resistencia a tracción (0.56 MPa) en probetas sin ningún tratamiento, finalmente se realizó el ensayo LCB, del cual resultó notablemente técnica con mayor resistencia a corte con (1,12 MPa) que en los otros ensayos, en las probetas de asfalto sin tratamiento, después de haber obtenido los 3 resultados se sometió a una evaluación de adherencia (ECR1 - emulsión catiónica de rotura rápida), donde se concluye que dichos ensayos son independientes entre sí, y además se determinó mediante el criterio de Morh-Coulomb, criterio de rotura, Griffith una interpolación lineal, que el ensayo más adecuado era el LCB (con una mayor resistencia al corte).⁵

Esteban (2018) en su tesis titulada “*Rehabilitación de pavimentos asfálticos con la aplicación de capas de concreto “WHITETIPPING” – Calle Moquegua, Omate – Moquegua, 2017*” proveniente de la universidad privada Cesar Vallejo, para obtener el título profesional de Ingeniero Civil, **Lima- Perú**, en el cual como objetivo principal fue determinar cómo influye la aplicación de capas de concreto Hidraulico Whitetopping en la rehabilitación de un pavimento asfáltico, los ensayos que se utilizaron para determinar dicho objetivo fue usando la Viga Benkelman, ensayos de rotura del concreto y posterior a ello el análisis de precios unitarios de concreto y de asfalto, mediante los cuales se llegó a concluir que, mediante la deflectometría a través de la Viga Benkelman se determinó que si se encuentra en condiciones para la aplicación de las capas de concreto propuestas ya que los resultados de la V.B están en proporción de 1 en 4 dando como resultado por debajo de límite

máximo permitido de deflexión, es decir se encuentra dentro de los parámetros permitidos, dando 68mm de deflexión, para determinar la Resistencia a la compresión en el cual se utilizaron moldes de $F'C=280$ kg/kn supera al 100% según norma de 7, 14 y 28 días de rotura aumenta al 100% la resistencia a la compresión, módulo de rotura según ASHTO 93 se utilizó moldes de concreto $F'C=280$ Kg/cm² en el cual aumenta su módulo de rotura en este caso siendo su Mr. Mín. de 452.20 y su Mr. máx. 756.84 y finalmente en el costo se determinó que, la aplicación de las capas de concreto tiene un costo inicial elevado por el mismo uso de concreto para esta acción pero a lo largo de su vida útil ya no se provee pagar por su mantenimiento como el pavimento asfáltico así lo requiere para su conservación, pues este nuevo requiere un mantenimiento periódico. ⁶

Parra y Quizpi (2019), en su tesis titulada "*Análisis de retrocálculo para la determinación de las propiedades del pavimento Whitetopping de la vía Biblián-Zhud*" proveniente de la Universidad de Cuenca, **Ecuador**, para obtener el título de Ingeniero Civil, tiene como objetivo determinar resultados al evaluar la estructura del pavimento por medio de tres metodologías de retrocálculo las cuales son: a través del deflectómetro de impacto de (FWD) PRIMAX 2100, la metodología racional de AASHTO, el Software Elmod 6 adicionalmente a ello, el método de la distancia crítica, para los cuales se utilizó 36.094 metros para este análisis por 2 carriles y 18 calicatas extraídas y obtenidas de cada 200m en el eje de la vía, en total se llegaron a realizar 737 ensayos, en el cual el método AASHTO 93 resultó que el módulo de reacción de la subrasante califica con el 35% como medio y 29% como alto, un módulo de rotura de 39 kg/cm² para la losa de hormigón el cual la eficiencia de carga es de un 70% lo que indica que no es eficiente para la transferencia de cargas con el 94% de probabilidad, con el Software ELMOD 6, quedó mostrado que, después de haber analizado 3 modelos de estructura diferente, con estos 2 primeros modelos se obtuvieron un módulo de rotura promedio de 39 kg/cm² con un 94% y finalmente el modelo 3 el cual obtuvo un módulo de rotura promedio de 39 kg/cm² concerniente a 90% de probabilidad, la última metodología empleada fue el de la distancia crítica la que se adaptó al campo con 95% de relación con más factibilidad en el cálculo de retrocálculo para la evaluación de una estructura compuesta por Whitetopping, con la que se obtuvo un módulo de rotura de losa de 40 kg/cm². ⁷

Moinul, Zhong and Rupnow (2020) whit name "Evaluation of bonded concrete overlays on asphalt under accelerated loading" **EE.UU - Louisiana** from Transportation Research Register 2675 (1), pp. (235-244), was carried out with the objective of evaluating and identifying the behavior and load capacity of the asphalt pavement by means of the superposition of agglomerated asphalt concrete (BCOA) and also called ultrafine whitetopping (UTW), since this method has been widely used due to high maintenance costs, 3 test runs of (BCOA) were made with different thicknesses of 6, 4 and 2 inches of portland cement concrete (PCC) on an aged asphalt pavement under accelerated test load in southern Louisiana, where each section exhibited cracking faults along the way. of, under load magnitudes 9 and 16 kips of the wheel load of two tires, where the tensile deformations presented cracks, also finding a criterion of failure due to fatigue and adhesion efforts, for this it was concluded from that, that in 6 inches. A medium-to-high design of heavy weight to overloaded 4-inch trucks should be used with medium volume traffic, respectively.⁸

Hungary, Hassan and Bogus (2020) white name "*Evaluation of a new ultra-thin white coating overlay of seamless engineering cementitious composite (ECC-UTW)*" from the **University of California**, the main objective of this research is to determine how the Traffic and the environment impact the Concrete-Asphalt bond this was possible through the collection of experimental data, where 15 sections were used thin sections of BCOA were built in the research center of the University of California and the accelerated testing center of pavements in Davis, the design was to complete a factorial experiment which contains 8 factors: slab thickness, asphalt base thickness, asphalt surface texturing technique, type of asphalt mix, type of concrete, slab size , shoulder type and healing procedure. Of which 11 were tested with heavy vehicle simulators (HSV) and the other 4 were monitored under environmental conditions, in which it was concluded that the traffic load did not affect the concrete-asphalt bond in the sections of 6x6 slabs at HVS change from 100 kn (22.5 ft) loads on a single wheel as the impact was recorded at the corners and had no negative impact on performance or on 12x12 slabs the 100 load Kn vertical deformations in the slab resulted in asphalt tensile failure just below the interface, up to 450 mm (18 in.) wide along the perimeter of the slabs. Because of this, the concrete and the asphalt worked as two independent layers. in combination with water, although this damage was less than that produced by environmental actions

due to the deformation of the hygrothermal slab, finally According to laboratory tests, neither milling nor micro-milling improved the bond between the concrete It is strongly recommended to adopt slab sizes small (1.8 × 1.8 m, 6 × 6 ft) to provide concrete-asphalt bond, particularly in dry climates such as California.⁹

Szydo and Mackiewicz (2018) whit name "Influence of temperature on fatigue life or pavement reinforced by formwork" The IOP conference series: Materials science and engineering 356 (1), 012015, aims to analyze the variations in climatic conditions and temperature distribution. in concrete pavement and these results are useful in the design of new concrete pavements and especially in the bearing capacity of the existing pavement, for this the 3DFEM model was used that includes elements of contact, friction and gravity to approximate the best temperature behavior , the analysis was based on conventional formwork of plates with a thickness of 20 to 30 cm less than 10 cm, the analysis determined that the repeatability of thermal stresses significantly reduces the durability of the concrete in the impact period even at low temperature, in the tensile stresses were found for the 25cm slab.¹⁰

Acero (2020) en su **investigación** titulada "*Utilización del proceso whitetopping para la protección de las capas inferiores en la construcción del peaje pipiral en la vía Bogotá – Villavicencio*" proveniente de la universidad abierta a distancia para obtener el título de tecnólogo en gestión de obras civiles y construcciones, en dicho trabajo de investigación se realizó con la finalidad de diagnosticar el método de recuperación del pavimento asfáltico con desgastes funcionales y estructurales, y garantizando una durabilidad de 30 años, para ello se consideran 2 tipos de análisis para el pavimento AASHTO y PCA, en el cual se recomienda concreto MR45 (cm) 29.0, Mezcla asfáltica MDC-10 (cm) 4, Sub -Base Granular (cm) 25, Subrasante CBR > 10% para modificar las imperfecciones de perfil longitudinal y transversal, además utilizó un Software BS-PCA, en el cual se configura la estructura para la utilización de Whitetopping tendiendo como resultados: Carga en ejes simples, tándem y tridem esfuerzos de 11.00tn,22.00 tn y de 24tn respectivamente, posterior unión de MR con la vía asfáltica continua el proceso de curado y fraguado del cemento hasta pasar los 7 días y obtenga su resistencia.¹¹

Jorquera (2018) en su **investigación** titulada “*Análisis técnico – económico para la aplicación de pavimentos delgados en losas cortas en la carretera el cobre de la división el teniente de Codelco*” proveniente de la Universidad Técnica Federico Santa María de Chile, con el objetivo de poder determinar la factibilidad de poder emplear losas cortas de hormigón en pavimentos y presenten conservación y rehabilitación para obtener un mejor desempeño y durabilidad a menor costo, para ello se empleó softwares OptiPave2 y MEPDG para el diseño en losas cortas mientras que para asfalto se realizó con la guía ASHHTO 2008, el análisis de estudio se realizó en un 1km, además se realizó un análisis comparativo de costos iniciales en losas cortas y hormigón tradicional diseñados con ASHHTO 98, en el cual presenta un ahorro por ciclo de vida de 57% respecto a un recapado de asfalto de 15 cm de espesor y de 10,7% respecto a una reconstrucción de asfalto. ¹²

Peláez, A (2019) en su tesis titulada “*Propuesta del diseño con whitetopping para la rehabilitación del pavimento asfáltico de la avenida federico villa real ubicado entre las avenidas Kunturwasi y Pucara de la ciudad de Trujillo*” proveniente de la universidad privada Antenor Orrego para obtener el título de ingeniero Civil, cuyo objetivo principal fue hacer de conocimiento la propuesta innovadora para la rehabilitación de un pavimento existente deteriorado que presenta tránsito excesivo y con recepción de cargas pesadas, para la implementación de la técnica en mención se realizó un estudio de tránsito vehicular en este proceso se extrajo muestra para ser evaluadas para determinar la adherencia, en este sentido se procedió a calcular el Índice de Condición de Pavimento (PCI) en la cual se identificó deterioros como, ahuellamiento mayor de 5mm, baches piel de cocodrilo, etc., en este sentido se procedió a emplear el método de Fatiga de la Asociación de Cemento Portland (PCA) donde se determinó el espesor de la losa siendo está igual a 18cm se empleó también la Norma del Ministerio de Transporte y Comunicaciones para determinar la dosificación adecuada para los componentes de un concreto de 350 kg/cm² siendo: Arena Gruesa, Agua, iguales a 1:1,16: 3, 18: 0.34 en la cual concluyo que la construcción de la técnica Whitetopping es viable debido al buen estado ante los esfuerzos y mediante su implementación garantizar la prolongada vida útil del pavimento. ¹³

Zapata, Balarezo (2017) en su tesis titulada “Evaluación estructural usando viga Benkelman aplicada a un pavimento”, presentado por la Universidad de Piura de **Piura**, para obtener la licenciatura en Ingeniería Civil, el cual tuvo como objetivo principal es determinar el estado estructural del pavimento flexible y determinar la carencia de la capacidad portante el pavimento, mediante la evaluación estructural a través de la Viga Benkelman se definirá en estado situacional de la subrasante donde se obtiene un módulo de elasticidad (Esg) y su CBR, pues mencionada evaluación se realizó en un tramo del pavimento flexible considerando el incremento del flujo vehicular de 20 años, donde se concluyó que la deflexión característica es menor que la admisible, donde el pavimento evaluado presenta fallas que consideran un mantenimiento y rehabilitación, en este sentido se buscó motivar a la implantación del ensayo de la Viga Benkelman para futuras evaluaciones y ensayos en laboratorio. ¹⁴

Silva, Jordán (2020) en su tesis titulada “ Evaluación visual y estructural del pavimento flexible de la Urbanización los jardines, Brranca-2017” de la Universidad Nacional Santiago Antúnez de Mayolo en **Huaraz-Perú** para poder obtener el título de Ingeniero Civil, cuyo objetivo principal es identificar las fallas que los pavimentos tienen, dichas fallas son identificadas mediante la metodología PCI, que involucra a análisis de inspección visual y evidencias el nivel de severidad de dichas fallas y proponiendo soluciones u opciones de reparación estructural, de tal manera que también se evidenció dichas fallas mediante métodos científicos como Viga Benkelman, modelo de Hogg y finalmente poder conocer las definiciones de evaluación estructural de pavimentos flexibles. ¹⁵

Eyzaguirre O y Ureta (2018) en su tesis titulada “*Utilización de Ultra-Thin Whitetopping como Método de Rehabilitación de Pavimentos Asfálticos en la Ciudad de Tacna*” proveniente de la Universidad de Tacna para obtener el título de Ingeniero Civil, se realizó con el objetivo de proponer una alternativa de rehabilitación mediante la técnica Whitetopping ultra delgado ya que se adapta a la realidad problemática del distrito de Tacna, la investigación se enfocó en realizar el análisis previo del pavimento existente para la implementación de la técnica whitetopping-ultra, para ello se hizo uso de la metodología AASHTO, ya que principalmente se enfocan en los factores de adherencia de hormigón con la

superficie asfaltada, teniendo en cuenta el tránsito para su diseño de la próxima capa de UTW, en este sentido determinando que el indicador de falla no se de en la zona de adherencia si no en pavimento existente deteriorado de tal forma que garantice una mayor durabilidad, para ello se utilizó 3 metodologías de diseño en el cual contempla la capa Ultra – thin Whitetopping, estas son; AASHTO, ACPA y PCA que toman como principales factores de adherencia y adicional a ello se consideró el transito actual ya que con este factor se definiría el espesor de la nueva capa UTW y adicionalmente se hizo uso de la extracción de testigos (DIAMANTINAS) con la finalidad de ser ensayados como control de calidad en la adherencia Asfalto-UTW, en los cuales los estándares estaban dentro de lo admisible para la nueva capa UTW, para ello se adicionó fibras (SIKA) la cual su aplicación mejora la resistencia a tracción del concreto disminuyendo las fisuras del concreto y disminuyendo costos de la mano de obra.

Técnica de Rehabilitación Whitetopping:

Según Alvarado. G (2014) define que: La técnica whitetopping (carpeta blanca) es una tecnología de rehabilitación, las características representativas son de un recubrimiento de concreto realizado con cemento Portland, aplicado sobre un pavimento asfáltico existente, en aeropistas, carreteras y calles con buenos resultados, ya que este hace que el tiempo de durabilidad de un pavimento se amplíe considerablemente ¹⁷, la cual la característica principal de la técnica es que su espesor es de losa de 20cms, mencionando que esta técnica es aplicada en pavimentos que mantengan la resistencia estructural de la losa.

Dentro de las ventajas que la tecnología whitetopping:

- La vida útil se incrementa hasta por 20 años, la cual reduce los costos considerablemente y por ende su mantenimiento, inclusive se ahorra gastos en luminaria nocturna para las carretas ya que esta cuenta con un recubrimiento blanco de puro concreto
- La sobre losa de concreto es capaz de soportar amplios márgenes de seguridad y además de soportar las cargas de vehículos pesados de carga.

En la que también describe y especifica la clasificación de categorías whitetopping, estas son: **Whitetopping convencional (CWT)**, es la que la implementación de la

capa tiene un espesor construido de 20cm de hormigón a más, a diferencia del **Ultra Whitetopping (UWT)** que es la clase más delgada de hormigón este tiene con un espesor de 5 a 10 cm y finalmente el **Whitetopping delgado (TWT)** que la capa de hormigón consiste en 10cm a 20cm de espesor siendo este el espesor intermedio, en la que incrementan la vida útil del pavimento whitetopping, el paquete estructura whitetopping.

Concreto tipo Whitetopping

Según la norma brasileña DNIT 068/2004 – ES, define como whitetopping como una capa de concreto Portland superpuesta a un pavimento flexible existente, teniendo en cuenta la función óptima de la sub base, asimismo también indica que para este no se considera el sistema de conexión de transmisión para cargas por juntas longitudinales y transversales. ¹⁸

Viga Benkelman

la viga Benkelman funciona como palanca y es completamente mecánico, que hasta la fecha sigue en vigencia, para la deflectometría, definiendo así las deflexiones máximas, y finalmente concluyendo que las entidades encargadas de la ejecución de los proyectos de infraestructura vial deberán optar como primera opción el uso de la Viga Benkelman para la evaluación estructural por de un sistema eficiente en cuanto a las condiciones del pavimento. ¹⁹

PCI (Índice de Condición del Pavimento)

Según Vásquez. L (2002) Permite identificar el deterioro de una estructura de pavimento, respecto a su severidad y cantidad o densidad que presente, la obtención de un índice con respecto a los 3 indicadores mencionados se tornó dificultosa y para solución a este inconveniente se introdujo grados de afectación considerando los 3 indicadores correspondientes, este varía en un rango desde 0 a 10 y en su clasificación de fallado hasta excelente, el cálculo es basado en resultados de una inspección visual en campo que van relacionadas a la carga y clima del centro de estudio, como procedimiento estandarizado y ha sido publicado por la ASTM como método de análisis y aplicación (Procedimiento estándar para la inspección del índice de condición del pavimento en caminos y estacionamientos ASTM D6433-03). ¹⁸

Teorías y enfoques conceptuales donde se basa la información:

Para conocer la finalidad del presente proyecto de investigación denominado “La evaluación del pavimento flexible para la implementación de la técnica whitetopping convencional en la avenida Dominicos en el Distrito de San Martín de Porres, tiene como conceptos relacionados al tema los siguientes y así también como conocer a fondo otras teorías y trabajos que se hacen relación al tema.

El Pavimento como elementos compuestos por capas, diseñadas horizontalmente y construidas técnicamente con materiales adecuados y posteriormente compactados y objetivamente diseñado para recibir cargas repetitivas del tránsito que son transmitidas durante el proceso del día.²⁰

Orell. P (2009) en su tesis titulada “Rehabilitación de pavimentos asfálticos con capas delgadas de hormigón Whitetopping” cuyo objetivo primordial es dar a conocer una nueva alternativa de rehabilitación tras conocer los constantes mantenimientos a las vías deterioradas lo que conlleva un desgaste económico, la cual desarrolla el uso de la tecnología Whitetopping, donde identificar las fallas mediante una inspección visual a las que clasifican como: fallas funcionales, fallas estructurales.²¹

Evaluación de Pavimento flexible

Donde la evaluación de un pavimento flexible consiste en la determinación e identificación de fallas superficiales o estructurales de una infraestructura vial mediante métodos científicos y estudios físicos y en base a esto conlleva a la toma de decisiones para su rehabilitación una vez conocida la falla, Por consecuente existen los

Tipos de Pavimentos:

Pavimento flexible: está conformado por una carpeta asfáltica en la superficie de rodadura, base subbase, terraplén o subrasante mejorada, subrasante, sub drenaje longitudinal, revestimiento, subbase de hombreras,

Pavimento rígido: este tipo de pavimento también es conocida como pavimento hidráulico, que comprende de una subrasante, base o subbase y losa, estas a

veces usan acero de refuerzo que va sobre la base o subbase este tipo de pavimentos no permiten deformaciones.

Pavimento híbrido o mixto: este tipo de pavimento es una la combinación de un pavimento flexible y un rígido, es decir, en lugar de colocar la carpeta asfáltica se colocan bloquetas cuyo objetivo es disminuir la velocidad limite vehículos a lo que le obliga a los conductores viajar a una velocidad máxima de 60 Km/h ideal para zonas urbanas lo que garantiza comodidad para los usuarios.

Clasificación del paquete estructural de un Pavimento

as cuales son las siguientes **Carpeta Asfáltica**, la carpeta asfáltica es aquella que está elaborada con material pétreo previamente seleccionado, así mismo su componente adicional aglomerante que es el asfalto, conocer el contenido óptimo de asfalto que va a ser utilizado es de suma importancia para garantizar la recepción de cargas sometidas que recibe esta estructura y que esta resista, pues en consecuencia el uso desmedido del asfalto puede ocasionar la pérdida de estabilidad o hacer resbalosa la superficie estructural, así como la **Base** la cual es la capa implementada por debajo de la superficie de rodadura y como función principal tiene soportar y transmitir cargas a la subbase ubicada en la parte inferior del paquete estructural, los componentes con los que está elaborada esta capa es piedra chancada o triturada y la mezcla natural como agregado y suelo, pero este también puede contener cemento Portland cal o materiales bituminosos y de tal forma que son denominado base estabilizada, **Subbase** en la cual La subbase es la capa del paquete estructural de un pavimento que es diseñada a soportar transmitir y distribuir distribuida y uniformemente las cargas recibidas por la carpeta asfáltica, elaborado con materiales granulares que permiten trabajar como capa de drenaje previniendo fallas reproducidas por el hinchamiento del agua, Además de controlar las variaciones de volúmenes y elasticidad del material de fundición que son dañinos para el pavimento para su funcionalidad para ello **Subrasante**, Es la capa del terreno que tienen como función primordial soportar el paquete estructural que tiene una profundidad cuya longitud no influyen en las cargas de tránsito y dependiendo a las características físicas del terreno estas pueden estar constituidas en corte y relleno, una vez ejecutado y compactado estas deben tener secciones transversales y pendientes.

Para la identificación de la carga vehicular que recibe el pavimento se calcula **IMDA (Índice Medio Diario Anual)** Según el Ministerio de transportes y comunicaciones (2014), el Índice Medio Diario Anual, es aquel que da una idea cuantitativa de promedio arimétrico de los volúmenes diarios dados en una vía respecto a la factibilidad de cálculo económico, en tal sentido que dicho volumen es considerado para el diseño de una carretera hasta el final de un periodo diseño.

3. METODOLOGÍA

3.1 Tipo de diseño de investigación

Tipo de investigación:

La investigación de tipo aplicada tiene como objetivo principal resolver problemas en un periodo de tiempo corto, esto es en cuanto vaya dirigido a la aplicación inmediata mediante acciones inmediatas las cuales consisten en acciones concretas para enfrentar el inconveniente, es decir a la acción y no al desarrollo de la teoría propuesta. ²¹

El presente proyecto de investigación fue de tipo aplicada, ya que ha sido realizado mediante ensayos en los cuales cada uno de ellos definirán la capacidad estructural en la que se encuentra el pavimento flexible existente en Avenida Dominicos del distrito de San Martín de Porres, y de este modo se logró dar alternativas de solución para la mejora de la deficiencia del pavimento existente que actualmente se encuentra deteriorado.

Diseño de Investigación:

El diseño de investigación cuasi - experimental es aquella que consta de un proceso el cual consiste en un procedimiento en la que se somete a un objeto a determinadas condiciones (Variable Independiente) y de esta manera poder observar los efectos o reacciones que estos producen (variable dependiente). ²²

Esta investigación fue de diseño cuasi - experimental ya que las variables no son manipulables, pues el centro de estudio se analiza sin modificarlo o cambiarlo.

Nivel de investigación:

El nivel de investigación es de nivel descriptivo, es aquel que comprende de una debida descripción, registro, análisis e interpretación del entorno natural actual de procesos, pues el enfoque se realiza a través de conclusiones dominantes. ²³

Esta investigación será nivel descriptivo, pues se describirá los hechos como ocurren en el análisis obtenido de los resultados en la investigación, asimismo se dará a conocer el análisis e interpretación de los mencionados resultados.

3.2 Variables y operacionalización:

3.2.1 Variables:

Pino, R (2010) Manifiesta que la variable independiente es aquella que al ser evaluada se identifica si esta provoca o no cambios en las otras variables, en tal efecto que también se denomina Variable Causa, respuesta, salida en cambio la variable dependiente es aquella que responde como efecto de una causa y determinar si la variable independiente finalmente genera cambios. (p. 135).

Definición conceptual:

El método constructivo conocido mundialmente por su denominación en inglés whitetopping, es la alternativa de solución para la rehabilitación de pavimentos asfálticos que requieran reparación con el propósito de garantizar la durabilidad y por ende más años de vida útil. (Oliveira, 2019)

Variable Independiente: Implementación de la Técnica Whitetopping Convencional

Definición conceptual:

La evaluación de un pavimento flexible nace a partir de la necesidad o iniciativa de mejorar la estructura en mal estado, este se determinará mediante métodos y ensayos que justifiquen el estado situacional de un pavimento. (Palacios, A. 2015)

Variable dependiente: Evaluación del pavimento Flexible

3.3 Población, muestra y muestreo:

Población:

Gómez, Villasis y Miranda (2016) sostiene que “la población o universo a investigar es aquel que se encuentra definido, mediante el cual tiene un fácil acceso y tiene un fin, la cual cumple con ciertos requisitos específicos definidos” (p.201), es decir una población vendría ser un conjunto donde todos sus componentes tienen ciertas especificaciones técnicas”

El presente proyecto de investigación la población está conformada por el estado situacional actual del pavimento flexible ubicado en San Martín de San Martín de Porres.

Muestra:

Hernández (2008) define que “la muestra en la investigación es un proceso cualitativo, mediante el cual se recolecta datos, sin que necesariamente sea representativo del universo o población en la que se estudia”

En el presente proyecto a estudiar la muestra de estudio fue en 1 km en el distrito San Martín de Porres.

En el presente proyecto de investigación se tomó como criterios de inclusión o exclusión respecto a la evaluación del estado situacional del pavimento existente actual lo siguiente

Criterios de inclusión:

- La implementación de la técnica whitetopping mediante la evolución del estado actual del paquete estructural del pavimento.
- El estado estructural del pavimento debe cumplir con los requisitos que se requiere para aplicación de la técnica.

Criterios de exclusión:

- La implementación de la técnica Whitetopping no puede ser viable si la la resistencia estructural del pavimento se encuentra severamente afectado por factores agresivos del paquete estructural.
- La implementación de la técnica whitetopping debe ser aplicada respetando el diseño geométrico actual.

Muestreo:

Para Balestrini (2006) “el muestreo es una parte representativa de una población, donde las características principales deben reproducirse en la misma, asemejándose a los más exacto posible”

Muestreo aleatorio, para ello las características serán evidenciadas en la investigación que amerite conveniente en esta investigación.

Unidas de análisis:

3.4 Técnicas e instrumentos de recolección de datos:

3.4.1 Técnicas de recolección de datos:

Las técnicas de recolección de datos como “conjunto de procesos y metodologías que se utilizarán durante el proceso de investigación, con el fin de conseguir información puntual respecto a los objetivos trazados en un proyecto de investigación.”²⁴

en tanto a la descripción del autor señala que para el proceso de investigación se realizará con el propósito de alcanzar los fines trazados mediante las técnicas de recolección de datos.

Es por ello que para esta investigación se realizó mediante una inspección visual donde de manera conceptual se evidenció el reconocimiento del terreno y así como también el estado situacional de la carpeta asfáltica que fue clasificada por medio del método PCI.

3.4.2 Instrumentos de recolección de datos:

El instrumento de recolección de datos es aquel que sintetiza toda la labor previa de una investigación, mediante materiales que se emplean para recoger y almacenar información donde se podrá pasar a la siguiente fase el cual consiste en procesamiento de datos, es decir a lo que se pretende responder en los indicadores de estudio.²⁵

Validez del instrumento:

La validez en términos generales intenta determinar en qué medida un instrumento de manera que sea conceptual respecto con la teoría de investigación y sustentar la misma, las cuales pueden ser aplicados mediante técnicas de valides que cumplen ciertos criterios que se basan a los ítems del instrumento.²⁶

Es por ello que la valides de este proyecto a estudiar se obtendrá de forma técnica cumpliendo con los criterios de evaluación del instrumento para su validez del mismo, por medio del ensayo de la viga de Benkelman e identificar la deflectometría.

Confiabilidad:

La confiabilidad de un instrumento de medición se llevará a cabo mediante diversas técnicas para poder determinarla y se refieren al grado en el que al comparar el grado de afectación obtienen los mismos resultados, es decir la confiabilidad hace alusión la congruencia con el que miden las variables. ²⁷

En este sentido el presente proyecto de investigación está sujeta a fichas técnicas las cuales están bajo reglamento según el tipo de evaluación que se determinara en el proyecto de investigación.

3.5 Procedimiento:

Para dar inicio con el proyecto de investigación denominado “Evaluación del pavimento flexible para la implementación de la técnica whitetopping en la avenida Dominicos-San Martín de Porres, Lima – 2021”, se realiza en primera instancia los estudios de tránsito en cual cumple un rol imperioso en el diseño del pavimento pues de este consiste en realizar unos conteos vehiculares donde se proyectará el tránsito futuro con el fin de determinar el periodo de diseño de la vía en seguida del mencionado ensayo se realizara la evaluación de la deflectometría a través de la viga de Benkelman, el cual consiste en evaluar el soporte proporcionado por las capas existentes, del mismo modo se hará uso de la ficha técnica del PCI (Pavement Condition Index) en sus siglas en inglés y nacionalmente conocido por el índice de condición de un pavimento existente, el cual consiste en la clasificación del pavimento mediante una inspección visual donde la condición del pavimento será diagnosticado por daños estructurales, daños superficiales, (huecos o baches abiertos, piel de cocodrilo, fisuras grietas, etc.), de esta manera se podrá concluir la implementación de la técnica whitetopping si es viable como método de rehabilitación, en la cual también se determinó el tipo de whitetopping a través de los resultados obtenidos en los ensayos antes mencionados.

Asimismo, se realizó el diseño de pavimento whitetopping mediante el método Ashhito 93, para lo cual fue indispensable contar con el porcentaje de capacidad portante del suelo y en la cantidad de ejes equivalentes de la vía, en esta acción tuvimos como resultado un espesor de losa de 20cm de espesor, esta capa de concreto es la que recubriría el pavimento flexible existente.

3.6 Método de análisis de datos:

La finalidad de investigar los fundamentos, en las metodologías mixtas existe una credibilidad por parte del investigador respecto a las programaciones cuantitativas y cualitativas. ²⁸

3.7 Aspectos éticos:

En la investigación científica se considerada como aspectos éticos, las hipótesis sean razonables y aptas para el desarrollo honesto para obtener respuestas las cuales tengan una menor incidencia de riesgo. ²⁹

Para ello el presente trabajo a estudiar se hará mediante lo cual se evidencie los nombres de los profesionales encargados de realizar los ensayos y estudios que se vean involucrados en campo y laboratorio por medio de fichas técnicas, planos y documentos de certificación para la evaluación del pavimento y de la técnica whitetopping, con respecto a esto cabe resaltar que el presente proyecto de investigación está realizado bajo bases complementarias de la ISO 690 debidamente referenciadas y finalmente cabe resaltar que los resultados obtenidos serán demostrados en el análisis de la discusión de los mismos.

En condición de futuros ingenieros la presente investigación da la conformidad de mantener el respeto y la veracidad de la información obtenida ayudando a contribuir con el cumplimiento de los objetivos trasados para esta investigación.

IV: RESULTADOS

Nombre de la tesis:

Evaluación del pavimento flexible para la implementación de la técnica whitetopping en la avenida Dominicos-San Martín de Porres, Lima – 2021

Ubicación:

Departamento : Lima

Provincia : Lima

Distrito : San Martín de Porres

Ubicación : Av. Dominicos



Figura N°1 : Mapa del Perú

Fuente: Google maps



Figura N°2 : Mapa del distrito de San Martín de Porres.

Fuente: Google maps

Localización:



Figura N° 3: Ubicación de la Av. Dominicos

Fuente: Google Earth

El estudio se realizó en el distrito de San Martín de Porres, que está ubicado en la Av. Dominicos, en la cual se realizó una inspección visual para determinar el estado situacional del pavimento.

Se optó esta zona de estudio ya que es el segundo distrito más poblado del área metropolitana de la provincia de Lima, por ende, es una vía con transitabilidad vehicular y peatonal concurrida, de tal manera el flujo vehicular y la recepción de cargas pesadas ha ocasionado daños en el pavimento existente, y en consecuencia genera un mal estar en los ciudadanos al momento de transitar por esta, por tal motivo se propone dar una alternativa de solución a esta población de manera que el pavimento dañado sea rehabilitado y garantizando una mayor durabilidad de lo previsto con la vía existente.

Vías de acceso:

Para acceder al distrito de San Martín de Porres se deberá que dirigir por el panamericano norte, una de las referencias más cercanas es el centro comercial Plaza Norte de Lima Norte, siendo este un referente para poder dirigirse a cualquier otro punto en este distrito.

Clima:

El distrito de San Martín de Porres se considera con un clima árido, ya que las precipitaciones anuales llegan a los 19 mm, la cual tiene una temperatura anual de 25°C.

Resultados de los ensayos de laboratorio:

Tesis: “Evaluación del pavimento flexible para la implementación de la técnica whitetopping en la avenida Dominicos-San Martín de Porres, Lima – 2021”

Deflectometría usando la Viga Benkelman

El presente ensayo es muy importante para determinar y evaluar el estado situacional del pavimento existente, mediante la deflexión de la deflexión usando el equipo denominado Viga Benkelman, asimismo indicar que la toma de datos de deflexiones se ha realizado en base a la norma MTC – 1002, obteniendo la deflexión característica por tramos estructuralmente homogéneos.

Objetivo específico 1: “Evaluar la condición estructural del pavimento flexible para implementa la técnica whitetopping en la avenida Dominicos-San Martín de Porres, Lima – 2021”

Evidencia Fotográfica:



Figura N° 04: Ensayo de deflectometría

Fuente: Propia



Figura N°05: Ensayo de deflectometría con la Viga Benkelman

Fuente: Propia

Ensayos con Viga Benkelman – Nivel Carpeta Asfáltica

Para los estudios en campo se ha utilizado el siguiente equipo:

- Viga Benkelman de dos brazos.
- Dos Diales (deformímetros), con lecturas de 0.01mm, de presión para medir la deflexión máxima y la deflexión a 25 cms.
- Camión Volquete de un solo eje trasero.
- Carga en el camión volquete:

Eje trasero	:	8,200 kg.
Rueda dual	:	4, 100 kg
- Presión de inflado de las llantas traseras del camión volquete de 80 libras/pulg².

Después de haber obtenido la información, se emplea el concepto de deflexión característica (D_c), la misma que presenta a una sección de comportamiento

estructural homogéneo; siguiendo el criterio adoptado normalmente en análisis estadísticos, logra establecer como deflexión característica, esta es la siguiente:

$$D_c = D + 1.645 * S$$

Dc = Deflexión Característica

X = promedio de la deflexión característica

Z = 1.645 (Manual de Carreteras)

S= Desviación estándar

Finalmente, se halla el valor de la deflexión admisible, con la finalidad de identificar la capacidad estructural del pavimento.

$$D \text{ admisible} = (1.15 / N^{25})$$

D Admisible = Deflexión admisible del pavimento

N = Numero de Ejes equivalentes

EVALUACION ESTRUCTURAL DEL PAVIMENTO REGISTRO DE CAMPO												
Ensayos con Viga Benkelman - Nivel Terreno: CAPA ASFALTICA												
PROYECTO : Evaluación del pavimento flexible para la implementación de la técnica whitelopping en la avenida Dominicos-San Martín de Porres, Lima - 2021									Carga Eje : 4150 Kg			
SOLICITANTE : 0+050 - 0+500									Presión : 80 psi			
CARRIL : Derecho									Fecha : 6/06/2021			
Progresiva (km)	LECTURAS DEL DIAL								Hora	TEMPERATURAS		Espesor SR (m)
	PRIMER DIAL						SEGUNDO DIAL			Amb °C	Pista °C	
	L-0 0.01 mm	L-25 0.01 mm	L-50 0.01 mm	L-75 0.01 mm	L-100 0.01 mm	L-500 0.01 mm	L ₁ 0.01 mm	L ₂ 0.01 mm				
0+050	0.0	4.0	6.0	8.0	12.0	13.0	0.0	8.0	09:30	28.0	24.0	0.05
0+070	0.0	3.0	7.0	9.0	12.0	14.0	0.0	7.0	09:31	28.0	24.0	0.05
0+090	0.0	4.0	6.0	8.0	11.0	15.0	0.0	8.0	09:32	28.0	24.0	0.05
0+110	0.0	4.0	6.0	8.0	11.0	14.0	0.0	7.0	09:33	28.0	24.0	0.05
0+130	0.0	3.0	5.0	9.0	10.0	15.0	0.0	5.0	09:34	28.0	24.0	0.05
0+150	0.0	4.0	7.0	9.5	13.0	15.0	0.0	5.0	09:35	28.0	24.0	0.05
0+170	0.0	5.0	4.0	10.0	12.0	16.0	0.0	8.0	09:36	28.0	24.0	0.05
0+190	0.0	4.0	5.0	7.0	12.0	17.0	0.0	9.0	09:37	28.0	24.0	0.05
0+210	0.0	4.0	5.0	9.0	13.0	14.0	0.0	8.0	09:38	28.0	24.0	0.05
0+230	0.0	3.0	7.0	9.0	11.0	13.0	0.0	9.0	09:39	28.0	24.0	0.05
0+250	0.0	3.0	6.0	8.0	10.0	15.0	0.0	7.0	09:40	28.0	24.0	0.05
0+270	0.0	2.0	5.0	8.0	10.0	15.0	0.0	8.0	09:41	28.0	24.0	0.05
0+290	0.0	3.0	5.0	7.0	12.0	13.0	0.0	8.0	09:42	28.0	24.0	0.05
0+310	0.0	3.0	5.0	10.0	12.0	15.0	0.0	9.0	09:43	28.0	24.0	0.05

Tabla N° 01: Evaluación estructural del pavimento, registro de campo.

Fuente: Laboratorio Matestlab.

Interpretación: con respecto al grafico anterior, las deflexiones producidas de un pavimento flexible, por la acción de las cargas vehiculares transitorias, estas pueden ser determinadas haciendo uso de electrómetros tales como la viga Benkelman, al respecto se evaluó las deflexiones tomando en cuenta las condiciones ambientales y de la pista de 28°C y 24°C respectivamente.

EVALUACION ESTRUCTURAL DEL PAVIMENTO REGISTRO DE CAMPO Ensayos con Viga Benkelman - Nivel Terreno: CAPA ASFALTICA												
PROYECTO : Mejoramiento de la Carretera Tramo: Quistococha - Zungarococha - Llanchama, Distrito de san Juan Bautista, Provincia de maynas, Departamento de Loreto. SOLICITANTE : 0 + 050 - 0+ 500 CARRIL : Izquierdo									Carga Eje : 4160 Kg Presión : 80 psi Fecha : 6/06/2021			
Progresiva (km)	LECTURAS DEL DIAL								Hora	TEMPERATURAS		Espesor SR (m)
	PRIMER DIAL						SEGUNDO DIAL			Amb °C	Pista °C	
	L-0 0.01 mm	L-25 0.01 mm	L-50 0.01 mm	L-75 0.01 mm	L-100 0.01 mm	L-500 0.01 mm	L ₁ 0.01 mm	L ₂ 0.01 mm				
0+050	0.0	3.0	7.0	8.0	11.0	13.0	0.0	6.0	10:10	28.0	24.0	0.05
0+070	0.0	4.0	6.5	8.5	12.0	14.0	0.0	9.0	10:12	28.0	24.0	0.05
0+090	0.0	3.0	7.5	9.0	11.0	14.0	0.0	7.0	10:14	28.0	24.0	0.05
0+110	0.0	4.0	6.0	9.0	11.0	13.0	0.0	7.0	10:16	28.0	24.0	0.05
0+130	0.0	3.0	6.0	10.0	13.0	13.5	0.0	6.0	10:18	28.0	24.0	0.05
0+150	0.0	4.0	5.0	10.5	13.0	14.0	0.0	8.0	10:20	28.0	24.0	0.05
0+170	0.0	4.0	6.5	8.5	11.0	14.5	0.0	7.0	10:22	28.0	24.0	0.05
0+190	0.0	3.0	6.5	9.5	12.0	14.0	0.0	6.0	10:24	28.0	24.0	0.05
0+210	0.0	4.0	7.0	9.0	12.0	13.5	0.0	6.0	10:26	28.0	24.0	0.05
0+230	0.0	3.0	7.0	9.0	13.0	14.0	0.0	7.0	10:28	28.0	24.0	0.05
0+250	0.0	4.0	6.0	8.0	14.0	14.0	0.0	8.0	10:30	28.0	24.0	0.05
0+270	0.0	3.0	5.0	8.0	14.0	14.5	0.0	7.0	10:32	28.0	24.0	0.05
0+290	0.0	2.0	6.5	9.0	12.0	13.0	0.0	6.0	10:34	28.0	24.0	0.05

Tabla N°02: Evaluación estructural del pavimento, registro de campo con la Viga Benkelman

Fuente: Laboratorio Mateslab

Interpretación: Con respecto a la tabla anterior se muestra que las deflexiones características son aceptables, debido a que se encuentran por debajo de la deflexión admisible, siendo esta 70.0 y el valor característico 63.2 respectivamente.

N						27	27	27
S						1532	784	3173
PROMEDIO:						56.7	29.0	117.5
MINIMO						52	20	78
MAXIMO						68	36	195
DESVIACION ESTÁNDAR						3.9	4.7	25.6
VARIANZA						15.4	21.7	656.0
COEFICIENTE DE VAR.						6.9	16.0	21.8
VALOR CARACTERISTICO						63.2		
VALOR ADMISIBLE						70.0		

Tabla N° 03: Valor admisible y característico de deflexión.

Fuente: Laboratorio Matestlab.

Interpretación: de la figura anterior los resultados de las deflexiones características son aceptables ya que se encuentran por debajo de la deflexión admisible.

Progresiva (km)	Carril	LECTURAS DEL DIAL								PARÁMETROS DE EVALUACION			TEMPERATURAS		Espesor (mm)
		PRIMER DIAL				SEGUNDO DIAL				D ₀ =	D ₂₅ =	P ₀ =	Arriba °C	Plata °C	
		L. 0 0.01 mm	L. 25 0.01 mm	L. 50 0.01 mm	L. 75 0.01 mm	L. 100 0.01 mm	L. 500 0.01 mm	L _s 0.01 mm	L _s 0.01 mm	0.01 mm	0.01 mm	(m)			
0+00	DERECHO	0	3	5	7	9	13	0	8	32	32	156	20.0	22.0	0.1
0+050	IZQUIERDO	0	3	5	7	9	13	0	8	32	28	112	20.0	22.0	0.1
0+070	DERECHO	0	4	6	8	10	14	0	7	46	28	112	20.0	24.0	0.1
0+075	IZQUIERDO	0	4	6	8	10	14	0	8	58	36	156	20.0	24.0	0.1
0+080	DERECHO	0	5	7	9	11	15	0	8	68	32	112	20.0	24.0	0.1
0+090	IZQUIERDO	0	4	6	8	10	14	0	7	58	28	112	20.0	24.0	0.1
0+110	DERECHO	0	4	6	8	10	14	0	7	58	28	112	20.0	24.0	0.1
0+115	IZQUIERDO	0	3	5	7	9	13	0	7	32	28	130	20.0	24.0	0.1
0+130	DERECHO	0	0	7	9	11	15	0	6	68	20	78	20.0	24.0	0.1
0+130	IZQUIERDO	0	2.5	3.5	7.5	9.5	13.5	0	6	54	24	124	20.0	24.0	0.1
0+150	DERECHO	0	0	7	9	11	15	0	5	68	20	78	20.0	24.0	0.1
0+160	IZQUIERDO	0	4	6	8	10	14	0	8	58	32	130	20.0	24.0	0.1
0+170	DERECHO	0	5	9	10	12	16	0	8	64	32	98	20.0	24.0	0.1
0+170	IZQUIERDO	0	4.5	6.5	8.5	10.5	14.5	0	7	58	28	124	20.0	24.0	0.1
0+180	DERECHO	0	7	9	11	13	17	0	9	68	36	98	20.0	24.0	0.1
0+180	IZQUIERDO	0	4	6	8	10	14	0	6	58	24	98	20.0	24.0	0.1
0+210	DERECHO	0	4	6	8	10	14	0	8	58	32	130	20.0	24.0	0.1
0+210	IZQUIERDO	0	3.5	5.5	7.5	9.5	13.5	0	6	54	28	124	20.0	24.0	0.1
0+230	DERECHO	0	3	5	7	9	13	0	8	62	36	195	20.0	24.0	0.1
0+230	IZQUIERDO	0	4	6	8	10	14	0	7	58	28	112	20.0	24.0	0.1
0+250	DERECHO	0	5	7	9	11	15	0	7	68	28	98	20.0	24.0	0.1
0+250	IZQUIERDO	0	4	6	8	10	14	0	8	58	32	130	20.0	24.0	0.1
0+270	DERECHO	0	5	7	9	11	15	0	8	68	32	112	20.0	24.0	0.1
0+270	IZQUIERDO	0	4.5	6.5	8.5	10.5	14.5	0	7	58	28	124	20.0	24.0	0.1
0+290	DERECHO	0	3	5	7	9	13	0	8	62	32	155	20.0	24.0	0.1
0+290	IZQUIERDO	0	3	5	7	9	13	0	6	52	24	112	20.0	22.0	0.1
0+310	DERECHO	0	5	7	9	11	15	0	8	68	36	130	20.0	22.0	0.1

Tabla N°04: Identificación de deflexiones en ambos carriles con la Viga Benkelman.

Fuente: Laboratorio Mateslab

Interpretación: Con respecto a la tabla anterior se puede observar la combinación de ambos carriles evaluados, en este sentido cabe mencionar que se ha tomado 500m en los 2 sentidos de la zona de estudio, dando como resultado en D₀= 0.01 mm, alcanzando una deflexión en el carril derecho de 68 como máxima y en el carril izquierdo en la progresiva 0+290 alcanzando una deflexión máxima de 58, asimismo las deflexiones mínimas se evidenciaron en las progresivas 0+290 y 0+230 con una deflexión mínima de 52 respectivamente.



Gráfico N 01° Deflectograma

Fuente: Laboratorio Matestlab.

Interpretación: Del grafico anterior, se evidencia el Deflectograma, en el cual incluye los datos a evaluar, mismo que han sido obtenidos después de la evaluación, obteniendo deflexiones mínimas y máximas y deflexiones admisibles, mismos que han sido evaluados en las progresivas de medición, logrando así una visión completa de los datos en análisis de campo, para este caso se evidencia que la curva resultante de deflexiones se encuentra por debajo de la deflexión máxima ya que como resultado proporcionan los siguientes valores: Deflexión máxima 68mm la cual se encuentra dentro de los estándares permitidos de deflexión ya que no supera los 70 de deflexión admisible.

Finalmente, cabe resaltar que el deflectograma es empleado para determinar las fallas y deflexiones que pueda tener un pavimento, por ende, después de haber identificado las deflexiones esta otorga a ambos carriles como en estado bueno, según la Viga Benkelman.

Índice de condición del pavimento (PCI)

Para el análisis del PCI se tomará el pavimento actual del Tramo Av. Dominicos y la Av. Sata Rosa, tenido en cuenta lo siguiente:

Niveles de severidad

Dentro de los tres niveles de severidad tenemos: alto (L), Medio (M) y bajo (H); con respecto a cada falla identificada, las cuales son representativas por resultado que se obtiene en la transitabilidad, asimismo, se menciona la unidad de medida con las cuales respectivamente de las fallas, ya sean m², ml, etc, propio de la evaluación superficial.

Categorización:

Rango	Class
85-100	Excelente
70-85	Muy Bueno
55-70	Bueno
40-55	Regular
25-40	Malo
10-25	Muy Malo
0-10	Fallado

Tabla N 05^a

Fuente: PCI ASTM D6433 y ASTM D5340.5

Interpretación: de la tabla anterior se puede evidenciar la clasificación de PCI, indicando así que un PCI por debajo de 40, la vía no es posible utilizarlo, ya que estos valores son exteriores del deterioro del pavimento ocasionado por las cargas vehiculares, impacto ambiental, deficiencias en la construcción, o una mezcla de mencionadas causas.

Para determinar el número de deducciones permisibles, “m”, se hizo uso de la siguiente fórmula:

$$m = 1 + \left(\frac{9}{98} \right) (100 - HDV) \leq 10 \dots$$

m = número máximo admisible de valores deducidos incluyendo fracciones, el mismo que fue menor de 10.

HDV = mayor valor deducido individual para el uso de la unidad de muestra.

Evidencias fotográficas



Figura N°06 : Inspección superficial del pavimento flexible

Fuente: Elaboración propia

Interpretación: Después de haber inspeccionado la zona de estudio, se encontraron las siguientes fallas superficiales existentes en pavimento, las cuales se clasificarán según la metodología PCI.



Figura N° 07: Inspección superficial del pavimento flexible

Fuente: Elaboración propia

Interpretación: En la imagen anterior se observa fallas estructurales en el pavimento flexible, la cuales serán identificadas según la clasificación de la metodología de PCI.

METODO PCI				Evaluación del pavimento flexible para la implementación de la técnica whitetopping en la avenida Dominicos-San Martín de Porres, Lima - 2021			
INDICE DE CONDICION DEL PAVIMENTO FLEXIBLE EN VIAS				HOJA DE REGISTRO			
NOMBRE VIA: AV. DOMINICOS		SECCION: KM 0+000.00 KM 0+000.00		UNIDAD DE MUESTRA: M02			
TESISTA: SANCHEZ PIEDRA YULISA		FECHA: 15/05/2021		AREA: 225.00			
1. Piel de Cocodrilo	6. Depresión	11. Parches y parches de cortes utilitarios		16. Fisura parabólica o por deslizamiento			
2. Exudación	7. Fisura de Borde	12. Agregado Pulido		17. Hinchamiento			
3. Fisuras en bloque	8. Fisura de Reflexión de junta	13. Baches		18. Peladura por intemperismo y desprendimiento de agregados			
4. Abultamientos y Hundimiento	9. Desnivel carril-berma	14. Ahueflamiento					
5. Corrugación	10. Fisuras longitudinales y transversales	15. Desplazamiento					
NIVEL DE FALLA:	LEVE(L)	MEDIA (M)	ALTA (H)	TOTAL m2 (I)	DENSIDAD (I) / A*100	VALOR DEDUCIDO VER TABLA ANEXO A	
FALLA	CANTIDAD						
11L	6.80			6.80	3.02	8.40	
10L	8.00	10.00	4.00	22.00	9.78	9.60	
12L	22.00	6.20	6.80	37.00	16.44	6.50	
1M	9.20			9.20	4.09	36.20	

Tabla N° 05 : Evaluación superficial del pavimento a través de la metodología PCI

Fuente: Elaboración propia.

Interpretación: En la tabla anterior, se identificó las siguientes fallas: 11L (parches de cortes utilitarios de baja severidad en 6m², 10L (Fisuras longitudinales y transversales de baja severidad) en 22m², 12 L (agregado pulido de baja severidad) en 37m² y 1M (piel de cocodrilo de mediana severidad) en 9.20m².

CALCULO DEL PCI DE LA UNIDAD DE MUESTRA										M02	
#	Valor Deducido								Total	q	CDV
1	36.20	9.60	8.40	6.50					60.70	4	36
2	36.20	9.60	8.40	2.00					56.20	3	34
3	36.20	9.60	2.00	2.00					49.80	2	38
4	36.20	2.00	2.00	2.00					42.20	1	42
5											
6											
7											
8											
9											

Máx CDV= <u>42</u>
PCI = <u>58</u>
Rating= <u>BUENO</u>

Rango	Clasificación
100-85	Excelente
85-70	Muy Bueno
70-55	Bueno
55-40	Regular
40-25	Malo
25-10	Muy Malo
10-0	Fallado

Tabla N°06: Calculo de PCI de la unidad de muestra

Fuente: Elaboración propia

Interpretación: Después de haber calculado el PCI de la unidad de muestra se determinó que, esta se encuentra en buen estado, esto significa que esta vía es un candidato ideal para la tecnología whitetopping, siendo este 58 clasificando como bueno el índice de condición de pavimento a nivel superficial.

Estudio de tráfico

según el Ministerio de Transportes y Comunicaciones (MTC), establece claramente, para ello, se realizó el estudio en 2 estaciones que comprenden en Av., Dominicos –Av. Santa Rosa y la Av. Dominicos – Santa Rosa en 7 días continuos, se realizó, utilizando el peaje más cercano a la zona de estudio, siendo este Prialé.

Objetivo específico 2: Determinar el estudio de tráfico para la implementación de la técnica whitetopping en la avenida Dominicos - San Martín de Porres, Lima – 2021



Figura N°08: Zona de estudio de tráfico

Fuente: Elaboración propia



Figura N° 09: Conteo Vehicular

Fuente: Elaboración propia



Figura N° 10: Conteo Vehicular

Fuente: Elaboración propia



Para el presente estudio se ha considerado como factor de corrección de los vehículos ligeros y vehículos pesados, teniendo la unidad de peaje RAMIRO PRIALE que responde al mes de OCTUBRE respectivamente, el cual es más cercano a la zona de estudio.

Unidad de Peaje	Mes	Ligero	Pesado
RAMIRO PRIALE	Octubre	0.996099152435606	0.907957873745872

TABLA N° 09: Unidad de Peaje

Fuente: Propia

Asimismo, después de haber realizado y obtenido el conteo vehicular respectivamente y dicho volumen convertirlo en Índice Medio Diario (IMD), se hizo uso de la siguiente fórmula:

$$IMDs = \frac{Vi}{7} \text{ Conteo de 7 días}$$

$$IMDa = IMDs \times FC$$

Dónde:

IMDs = Índice Medio Diario Semanal de la Muestra vehicular tomada

IMDa = Índice Medio Diario Anual.

Vi = Volumen vehicular diario de cada uno de los 7 días de conteo.

F.C. = Factor de Corrección Estacional normada – peajes del país - priale

Evaluación del pavimento flexible para la implementación de la técnica whitetopping en la avenida Dominicos-San Martín de Porres, Lima - 2021					
Vehículo	E-O	O-E	IMDA	Distribución por Tipo de Vehículo	Distribución por Capacidad de Vehículo
Automóvil	789	548	1337	24.1%	85.2%
Station Wagon	354	238	592	10.7%	
Pick Up	146	137	283	5.1%	
Panel	45	21	66	1.2%	
C. Rural	606	527	1133	20.5%	
Moto	651	482	1133	20.5%	
Microbús	92	82	174	3.1%	
Bus 2E	96	89	185	3.3%	
Bus 3E	4	4	8	0.1%	
Camión 2E	247	202	449	8.1%	
Camión 3E	54	67	121	2.2%	14.8%
Camión 4E	4	10	14	0.3%	
Semitrayler 2S1/2S2	10	3	13	0.2%	
Semitrayler 2S3	1	3	4	0.1%	
Semitrayler 3S1/3S2	2	1	3	0.1%	
Semitrayler >=3S3	4	10	14	0.3%	
Trayler 2T2	0	0	0	0.0%	
Trayler 2T3	1	0	1	0.0%	
Trayler 3T2	0	0	0	0.0%	
Trayler 3T3	8	1	9	0.2%	
TOTAL	3114	2425	5539	100%	100%

Tabla N° 10: Calculo IMDA

Fuente: Elaboración propia

Interpretación: Como se muestra en la tabla anterior son los resultados de cada día y cada hora durante 1 semana y en ambos sentidos de la vía, la cual resultó siendo un total de 5539 IMDA igual al 100%, respectivamente de la distribución en los tipos de vehículos y en un 85.2% de vehículos livianos y 14.8 % de vehículos pesados y transitando en su mayoría automóviles de 789 correspondientes al 100%.

ESAL

Para el diseño de pavimento, concierne la consideración importante de los vehículos de carga pesada, como por ejemplo camiones, tráileres, etc, para ello según AASHTO 93 el producto de tránsito se mide en ejes equivalente (EE) los cuales son acumulados mientras se realiza el análisis para el pedido de diseño que se considera, asimismo mencionar que, AASHTO define como EE al impacto de

desgaste presentado por un eje simple de 2 ruedas convencionales cargado con 8.2 tn sobre el pavimento, con neumáticos a la presión de 80 lb/pulg², Los Ejes Equivalentes (EE), mismos que presentan un factor destructivo por las distintas cartas, por clasificación de eje correspondiente al tipo de vehículo, sobre la arteria, cabe resaltar que, para este estudio se procede a realizar el diseño en 20 años.

Tipo de Eje	Eje Equivalente (EE _{8.2 tn})
Eje Simple de ruedas simples (EE _{S1})	$EE_{S1} = [P / 6.6]^{4.0}$
Eje Simple de ruedas dobles (EE _{S2})	$EE_{S2} = [P / 8.2]^{4.0}$
Eje Tándem (1 eje ruedas dobles + 1 eje rueda simple) (EE _{TA1})	$EE_{TA1} = [P / 14.8]^{4.0}$
Eje Tándem (2 ejes de ruedas dobles) (EE _{TA2})	$EE_{TA2} = [P / 15.1]^{4.0}$
Ejes Tridem (2 ejes ruedas dobles + 1 eje rueda simple) (EE _{TR1})	$EE_{TR1} = [P / 20.7]^{3.9}$
Ejes Tridem (3 ejes de ruedas dobles) (EE _{TR2})	$EE_{TR2} = [P / 21.8]^{3.9}$
P = peso real por eje en toneladas	

Tabla N°011: Ejes equivalentes

Fuente: Manual de Carreteras: Sección Suelos y Pavimentos, de Caminos y Ferrocarriles – Perú

Interpretación: del grafico anterior, se evidencia los parámetros de ejes equivalentes concernientes al diseño de losa para pavimentos rígidos, los cuales servirán para el diseño de losa y estudio de tráfico.

Proyección de tráfico Normal

Para lograr la proyección del tráfico normal hasta el año 2041 se utilizó los indicadores macroeconómicos establecidos por el Ministerio de Economía y Finanzas, considerando en esta ocasión los indicadores de la Región Lima. La tasa de crecimiento del Producto Bruto Interno interregional dada por el valor de 4.83% y la tasa de crecimiento poblacional del área de influencia es de 1.17%.

$$T_n = T_o * (1+r)^n$$

- Tn : Tránsito proyectado al año n
 To : Tránsito actual (año base)
 n : Periodo de diseño (años)
 r : Tasa anual de crecimiento

Tasa de Crecimiento Poblacional (TCP) 2007 - 2017 – Departamento de Lima (área de influencia)

Tabla N° 012: Tasa de crecimiento poblacional

Fuente: Instituto nacional de estadística e informática (INEI)

PRODUCTO BRUTO INTERNO DEL DEPARTAMENTO DE LIMA

Departamento	2007	2008	2009	2010	2011	2012	2013	2014	2015	2016	2017	2018	2019
LIMA	136,238,703	148,415,981	148,910,138	164,623,842	178,742,876	189,597,321	200,400,691	208,022,491	214,469,326	220,241,329	224,691,974	234,336,656	240,023,903
Total	136,238,703	148,415,981	148,910,138	164,623,842	178,742,876	189,597,321	200,400,691	208,022,491	214,469,326	220,241,329	224,691,974	234,336,656	240,023,903
Δ% anual		8.94%	0.33%	10.55%	8.58%	6.07%	5.70%	3.80%	3.10%	2.69%	2.02%	4.29%	2.43%
Δ% periodo		8.94%	4.55%	6.51%	7.02%	6.83%	6.64%	6.23%	5.84%	5.48%	5.13%	5.05%	4.83%

Tabla N°013: Producto bruto interno

Fuente: Instituto nacional de estadística e informática

Interpretación: se ha tomado datos del instituto nacional de estadística e informática INEI, los cuales serán considerados para el cálculo de tráfico total

proyectado, siendo el crecimiento poblacional para vehículos livianos y siendo el producto bruto para vehículos pesados = 4.83 %.

Proyección de tráfico generado

Evaluación del peaje flexible para la implementación de la técnica whelppping en la avenida Dosmasc-San Martín de Porres, Lima - 2021, Tramo E-O																											
		2021	2022	2023	2024	2025	2026	2027	2028	2029	2030	2031	2032	2033	2034	2035	2036	2037	2038	2039	2040	2041	2042	2043	2044	2045	
Tráfico Normal Proyectado																											
Tasa de Crecimiento Vehículo Livianos																											
Tasa de Crecimiento Vehículo Omnibus																											
Tasa de Crecimiento Vehículo Pesados																											
Tráfico Generado																											
Autosmil	1.17%	1332	1352	1368	1384	1401	1417	1434	1450	1467	1485	1502	1519	1537	1555	1573	1590	1610	1629	1648	1668	1687	1707	1727	1747	1767	1788
Station Wagon	1.17%	802	806	806	813	822	827	835	842	850	857	865	873	881	889	897	905	913	921	930	938	947	956	965	974	983	992
Pick Up	1.17%	283	286	290	293	296	300	303	307	311	314	318	322	325	329	333	337	341	345	348	353	357	361	366	370	374	378
Panel	1.17%	86	87	88	88	89	90	91	92	93	94	95	96	97	98	99	100	101	102	103	104	105	106	107	108	109	110
C. Rural	1.17%	1133	1148	1160	1173	1187	1201	1215	1229	1243	1258	1273	1288	1303	1318	1333	1348	1365	1381	1397	1413	1430	1448	1466	1484	1501	1519
Moto	1.17%	1133	1148	1160	1173	1187	1201	1215	1229	1243	1258	1273	1288	1303	1318	1333	1348	1365	1381	1397	1413	1430	1448	1466	1484	1501	1519
Microbus	1.17%	174	176	178	180	182	184	187	189	191	193	195	198	200	202	204	207	210	212	215	217	220	222	225	227	230	232
Bus 2E	1.17%	183	187	189	192	194	196	198	201	203	205	208	210	213	215	218	220	223	225	228	231	233	236	239	242	245	248
Bus 3E	1.17%	8	8	8	8	8	8	8	9	9	9	9	9	9	9	10	10	10	10	10	10	10	10	10	10	11	
Camion 2E	4.83%	448	471	483	517	542	568	596	625	656	689	724	754	791	829	868	911	952	1001	1053	1108	1153	1205	1257	1309	1363	1418
Camion 3E	4.83%	121	127	133	139	146	153	161	168	176	185	194	203	213	223	234	246	257	270	283	296	311	326	342	358	375	
Camión 4E	4.83%	14	15	15	16	17	18	19	20	21	22	24	25	26	27	29	30	31	33	34	36	38	40	41	43	45	
Semitrailer 251252	4.83%	13	14	14	15	16	16	17	18	19	20	21	22	23	24	25	26	28	29	30	32	33	35	37	38	40	
Semitrailer 263	4.83%	4	4	4	5	5	5	5	6	6	6	7	7	7	8	8	8	9	9	10	10	11	11	12	12		
Semitrailer 351562	4.83%	3	3	3	3	4	4	4	4	5	5	5	5	6	6	6	7	7	7	8	8	8	9	9	9		
Semitrailer >=363	4.83%	14	15	15	16	17	18	19	20	21	22	24	25	26	27	29	30	31	33	34	36	38	40	41	43		
Trailer 2T2	4.83%	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0		
Trailer 2T3	4.83%	1	1	1	1	1	1	1	1	2	2	2	2	2	2	2	2	2	2	2	2	3	3	3	3		
Trailer 3T2	4.83%	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0		
Trailer >=3T3	4.83%	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0		
TOTAL		1018	1027	1033	1040	1048	1056	1064	1072	1081	1090	1099	1108	1117	1126	1135	1144	1154	1164	1174	1184	1194	1204	1214	1224	1234	

Tabla N°014 : Trafico normal proyectado

Fuente: Elaboración propia

Interpretación: En la tabla anterior se puede evidenciar que, se calculó el tráfico normal proyectado reemplazando los valores de la formula $T_n = T_o * (1+r)^n$ y tomando como referencia el producto bruto item de lima, para el periodo de vida para vehículos pesados para un periodo de diseño de 20 años.

Tráfico Generado Proyectado																											
		2021	2022	2023	2024	2025	2026	2027	2028	2029	2030	2031	2032	2033	2034	2035	2036	2037	2038	2039	2040	2041	2042	2043	2044	2045	
Autosmil	5.00%					70	71	72	73	74	75	76	77	78	79	80	81	81	82	83	84	85	86	87	88		
Station Wagon	5.00%					31	31	32	32	33	33	34	34	35	35	36	36	37	37	38	38	39	39	40	40		
Pick Up	5.00%					15	15	15	16	16	16	16	17	17	17	17	18	18	18	18	19	19	19	19	19		
Panel	5.00%					3	4	4	4	4	4	4	4	4	4	4	4	4	4	4	4	4	4	4	4		
C. Rural	5.00%					24	24	24	25	25	25	26	26	26	27	27	27	28	28	28	29	29	29	30	30		
Moto	5.00%					24	24	24	25	25	25	26	26	26	27	27	27	28	28	28	29	29	29	30	30		
Microbus	5.00%					9	9	9	9	10	10	10	10	10	10	10	10	11	11	11	11	11	11	11	11		
Bus 2E	5.00%					10	10	10	10	10	10	11	11	11	11	11	11	11	11	12	12	12	12	12	12		
Bus 3E	5.00%					0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0		
Camion 2E	5.00%					27	28	29	31	33	34	36	38	40	41	43	46	48	50	53	55	58	60	63	66		
Camion 3E	5.00%					7	8	8	8	9	9	10	10	11	11	12	12	13	14	14	15	16	16	17	18		
Camión 4E	5.00%					1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	2	2	2	2	2	2	2	2		
Semitrailer 251252	5.00%					1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	2	2	2	2	2	2	2		
Semitrailer 263	5.00%					0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0		
Semitrailer 351562	5.00%					0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0		
Semitrailer >=363	5.00%					1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	2	2	2	2	2	2	2	2		
Trailer 2T2	5.00%					0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0		
Trailer 2T3	5.00%					0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0		
Trailer 3T2	5.00%					0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0		
Trailer >=3T3	5.00%					1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1		
TOTAL		0	0	0	0	104	106	108	110	112	114	116	117	119	121	123	125	127	129	131	133	135	137	139	141		

Tabla N° 015: Tráfico generado proyectado

Fuente: Elaboración propia

Interpretación: Con respecto a lo anterior, el tráfico generado proyectado se calculó como un porcentaje del tráfico normal, debido a información de proyectos anteriores. En el caso de conservación y mejoramiento de carreteras en zonas con altas potencialidades productivas, se asume un crecimiento del 5% del tráfico en conservación y un 20 a 70% del tráfico en mejoramiento.

Tráfico Total Proyectado																					
Tasa de Crecimiento Vehículo Livianos	1.17%																				
Tasa de Crecimiento Vehículo Omnibus	1.17%																				
Tasa de Crecimiento Vehículo Pesados	4.83%																				
Tráfico Generado	5.00%																				
Vehículo	Tasa Crecim.	2011	2012	2013	2014	2015	2016	2017	2018	2019	2020	2021	2022	2023	2024	2025	2026	2027	2028	2029	2030
Autobus		1317	1353	1389	1424	1459	1494	1529	1564	1599	1634	1669	1704	1739	1774	1809	1844	1879	1914	1949	1984
Studen Wagon		582	589	596	603	610	617	624	631	638	645	652	659	666	673	680	687	694	701	708	715
Pick Up		283	289	295	301	307	313	319	325	331	337	343	349	355	361	367	373	379	385	391	397
Panel		66	67	68	69	70	71	72	73	74	75	76	77	78	79	80	81	82	83	84	85
C. Rural		1133	1146	1159	1172	1185	1198	1211	1224	1237	1250	1263	1276	1289	1302	1315	1328	1341	1354	1367	1380
Moto		1133	1148	1163	1178	1193	1208	1223	1238	1253	1268	1283	1298	1313	1328	1343	1358	1373	1388	1403	1418
Microbus		174	175	176	177	178	179	180	181	182	183	184	185	186	187	188	189	190	191	192	193
Bus 3E		185	187	189	191	193	195	197	199	201	203	205	207	209	211	213	215	217	219	221	223
Bus 3E		8	8	8	8	8	8	8	8	8	8	8	8	8	8	8	8	8	8	8	8
Camion 2E		449	471	493	517	540	564	588	612	636	660	684	708	732	756	780	804	828	852	876	900
Camion 3E		121	127	133	139	145	151	157	163	169	175	181	187	193	199	205	211	217	223	229	235
Camion 4E		14	15	15	16	16	17	17	18	18	19	19	20	20	21	21	22	22	23	23	24
Semitrailer 28/1252		13	14	14	15	15	16	16	17	17	18	18	19	19	20	20	21	21	22	22	23
Semitrailer 283		4	4	4	5	5	5	6	6	6	6	7	7	7	7	8	8	8	9	9	9
Semitrailer 38/1352		3	3	3	3	4	4	4	4	4	5	5	5	5	6	6	6	6	7	7	7
Semitrailer >=383		14	15	15	16	16	17	17	18	18	19	19	20	20	21	21	22	22	23	23	24
Trailer 2T2		0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
Trailer 2T3		1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1
Trailer 3T2		0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
Trailer >=3T3		0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
TOTAL		8139	8421	8718	9026	9334	9642	9950	10258	10566	10874	11182	11490	11798	12106	12414	12722	13030	13338	13646	13954

Tabla N°016 : Tráfico total proyectado

Fuente: Elaboración proyectado

Interpretación: En la figura anterior, se evidencia el tráfico total proyectado, este es la sumatoria del tráfico normal y el tráfico generado.

Calculo de los Ejes Standard de Carga Equivalente (ESALs) ESAL FACTOR DE CARGA

Tramo														
De														
AV. DOMINICOS														
A														
AV. SANTA ROSA														
Factores Destructivos	Buses		Camiones			Semitraylers			Traylers				TOTAL	
Tipo de vehículo	2E	>=3E	2E	3E	4E	2S1 / 2S2	2S3	3S1 / 3S2	>=3S3	2T2	2T3	3T2		3T3
Factor de Carga	4.50365	2.52596	4.50365	3.28458	2.78652	7.74194	6.20968	6.62287	4.99081	10.98023	9.76115	9.76115	8.54208	
Factor Direccional	0.5													
Factor Carril	0.8													
IMD (Vehiculos Pesados) 2021	185	8	449	121	14	13	4	3	14	0	1	0	0	821
Tasas de Crecimiento (%)														
Transporte de Pasajeros	1.17%													
Transporte de Carga	4.65%													
Tráfico Generado (%)														
Nivel de Intervencion	Inversion 5%													

Tabla N°017: Cálculo de ESAL factor de carga.

Fuente: Elaboración propia

Interpretación: en el cuadro anterior se evidencia que se ha considera los vehículos de proyección pesados, desde buses hasta trailers, así mismo los valores de carga que se evidencian, son valores dados por el Manual de Carreteras, tomando en cuenta los vehículos pesados correspondiente para el diseño de pavimento.

Ejes Equivalentes	Años	Buses		Camiones			Semitraylers				Traylers				EAL Anual	EAL Acumulado
		2E	>=3E	2E	3E	4E	2S1 / 2S2	2S3	3S1 / 3S2	>=3S3	2T2	2T3	3T2	3T3		
2021	0	274	0	355	18	0	0	0	0	0	0	0	0	0	527,776	5.278E+05
2022	1	277	0	372	19	0	0	0	0	0	0	0	0	0	544,813	5.448E+05
2023	2	280	0	390	20	0	0	0	0	0	0	0	0	0	562,673	1.107E+06
2024	3	284	0	409	21	0	0	0	0	0	0	0	0	0	582,176	1.690E+06
2025	4	301	0	450	23	0	0	0	0	0	0	0	0	0	631,047	2.321E+06
2026	5	305	0	473	24	0	0	0	0	0	0	0	0	0	653,838	2.975E+06
2027	6	309	0	496	25	0	0	0	0	0	0	0	0	0	676,629	3.651E+06
2028	7	312	0	520	26	0	0	0	0	0	0	0	0	0	699,420	4.351E+06
2029	8	316	0	545	27	0	0	0	0	0	0	0	0	0	723,855	5.074E+06
2030	9	319	0	571	29	0	0	0	0	0	0	0	0	0	748,890	5.823E+06
2031	10	323	0	599	30	0	0	0	0	0	0	0	0	0	775,790	6.599E+06
2032	11	327	0	628	32	0	0	0	0	0	0	0	0	0	804,112	7.403E+06
2033	12	331	0	658	34	0	0	0	0	0	0	0	0	0	833,257	8.237E+06
2034	13	335	0	690	35	0	0	0	0	0	0	0	0	0	863,445	9.100E+06
2035	14	338	0	723	37	0	0	0	0	0	0	0	0	0	894,233	9.994E+06
2036	15	342	0	758	39	0	0	0	0	0	0	0	0	0	927,486	1.092E+07
2037	16	347	0	795	40	0	0	0	0	0	0	0	0	0	962,606	1.188E+07
2038	17	351	0	834	42	0	0	0	0	0	0	0	0	0	999,148	1.288E+07
2039	18	355	0	875	44	0	0	0	0	0	0	0	0	0	1,037,333	1.392E+07
2040	19	359	0	917	46	0	0	0	0	0	0	0	0	0	1,076,340	1.500E+07
2041	20	363	0	961	48	0	0	0	0	0	0	0	0	0	1,116,991	1.31E+07
2042	20	368	0	1008	51	0	0	0	0	0	0	0	0	0	1,161,529	1.426E+07
2043	20	372	0	1056	54	0	0	0	0	0	0	0	0	0	1,206,067	1.547E+07
2044	20	376	0	1108	56	0	0	0	0	0	0	0	0	0	1,253,293	1.672E+07
2045	20	380	0	1161	59	0	0	0	0	0	0	0	0	0	1,301,941	1.802E+07

Tabla N°018: Resultados ESAL (periodo de diseño 20 años)

Figura: Elaboración propia

Interpretación: en la tabla anterior, se evidencian las proyecciones por año, para ello, se tomará el ESAL para un periodo de 20 años es de 1.31E+07, como se muestra en la imagen, el cual servirá para el diseño de pavimento proyectado para 20 años.

Diseño de pavimento según la Metodología AASHTO-93

$$\log(ESAL's) = Z_r S_0 + 7,35 \log(e-1) - 0,06 + \frac{\log \left[\frac{\Delta PSI}{4,5-1,5} \right]}{1 + \frac{1,624 \cdot 10^7}{(e+1)^{8,46}}} + (4,22 - 0,32 p_i) \log \left[\frac{MR \cdot C_d \left[e^{0,75} - 1,132 \right]}{215,63 J \left[e^{0,75} - \frac{18,42}{\left(\frac{E_c}{k} \right)^{0,25}} \right]} \right]$$

Dónde:

- W18 : Numero proyectado de c de la aplicación de carga axial simple equivalente de 18 kip (18000 lb)
- Zr : Área bajo la curva de distribución estandarizada para una confiabilidad de 85%.
- So : Error estándar combinado del tráfico proyectado y del comportamiento proyectado.
- Δ PASI: Diferencia entre índice de Serviciabilidad inicial (po), y el índice de Serviciabilidad Terminal (pt).
- MR : Módulo Resiliente (psi).
- D : Espesor de la losa del pavimento en pulgadas.
- S'c : Módulo de rotura del concreto en psi
- Cd : Coeficiente de drenaje
- Ec : Módulo de elasticidad del concreto en psi
- K : Módulo de reacción de la subrasante (coeficiente de balastro), en pci (psi/pulg)

Módulo de rotura

$$Mr = a \sqrt{f'c} \text{ valores en } kg/cm^2 \text{ segun el ACI 363}$$

Nota: a varia entre 1.99 y 3.18

$$Mr = 3.8 \sqrt{280} = 43.17 \text{ } kg/cm^2 \approx 783.204 \text{ PSI}$$

Ec = Módulo de elasticidad del concreto.

$$f'c = 280 \text{ } kg/cm^2 = 3983 \text{ PSI}$$

$$E = 57,000 \times (f'c)^{0.5}; (f'c \text{ en PSI})$$

$$E = 57000 \times (3983)^{0.5} = 3.60E + 06 \text{ PSI}$$

J = Coeficiente de transferencia de carga según la MTC, establece que, para una losa de concreto hidráulico con pasadores el J sea igual a 2.7.

Cd = Coeficiente de drenaje es igual a 1.20 para pavimentos rígidos según la Manual de Carretera, para pavimentos rígidos.

K = Módulo de reacción donde se determinó un k de 58 PSI.

CATEGORÍAS DE SUBRASANTE	CBR
S ₀ : Subrasante Inadecuada	CBR < 3%
S ₁ : Subrasante Pobre	De CBR ≥ 3% A CBR < 6%
S ₂ : Subrasante Regular	De CBR ≥ 6% A CBR < 10%
S ₃ : Subrasante Buena	De CBR ≥ 10% A CBR < 20%
S ₄ : Subrasante Muy Buena	De CBR ≥ 20% A CBR < 30%
S ₅ : Subrasante Extraordinaria	CBR ≥ 30%

Figura N°019: Categorías de la Subrasante

Fuente: Manual de carreteras, sección suelos y pavimentos R.D N° 10-2014-MTC/14

Interpretación: De acuerdo a la figura anterior las categorías de la subrasante se clasifican en 6 categorías, esto en base a la capacidad portante, con respecto a la presente tesis la capacidad portante del suelo es de 10.69% = CBR %, el cual califica como sub rasante buena., cabe mencionar que el presente dato se tomo en cuenta de estudios preliminares de la zona de estudio.

Periodo diseño (años)	Losa de Concreto f'c = 280 kg/cm ² (cm)	Base Granular (cm)
20	20	20

Tabla N° 020: Resumen de diseño de losa Whitetopping

Fuente: Elaboración propia

Interpretación: Una vez realizada el cálculo correspondiente, se cumple con el tercer objetivo planteado en la presente tesis, lo cual se obtuvo para la losa de concreto 20cm, y 20 cm para la base granular, dichos espesores cumplen con las condiciones mínimas conforme lo establece el MTC, sección suelos y pavimentos, diseño de pavimentos rígidos, a continuación, se representa gráficamente.

RANGOS DE TRÁFICO PESADO EXPRESADO EN EE	RESISTENCIA MÍNIMA A LA FLEXOTRACCIÓN DEL CONCRETO (MR)	RESISTENCIA MÍNIMA EQUIVALENTE A LA COMPRESIÓN DEL CONCRETO (F'C)
≤ 5'000,000 EE	40 kg/cm ²	280 kg/cm ²
> 5'000,000 EE ≤ 15'000,000 EE	42 kg/cm ²	300 kg/cm ²
> 15'000,000 EE	45 kg/cm ²	350 kg/cm ²

Tabla N°021: Valores de Resistencia del concreto según ESAL

Fuente: Manual de carreteras, sección suelos y pavimentos R.D N° 10-2014-MTC/14

Interpretación: Conforme a la tabla anterior del cual otorga valores recomendados de resistencia de concreto (F'C), según rango de tráfico, el cual para la presente tesis se evidencia una resistencia de 280 kg/cm² ya que en número de EE es igual a 1.31E+07.

Para el cálculo del espesor del pavimento flexible, se realiza el siguiente procedimiento en base a la metodología aashto-93.

Tabla: Resumen de datos para el diseño de pavimento según Metodología ASHHTO- 93.

Fuente: Elaboración propia

Interpretación: El resumen de datos de la tabla anterior servirá para calcular el espesor de losa de concreto según el método de diseño de la metodología ASHHTO 93, en la sección de diseño de pavimentos rígidos.

Parámetros de diseño	
PERIODO DE DISEÑO (Años)	20 años
NUMERO DE EJES EQUIVALENTES TOTAL (W18)	1.31E+07
SERVICIABILIDAD INICIAL (pi)	4,3
SERVICIABILIDAD FINAL (pt)	2.5
FACTOR DE CONFIABILIDAD (R)	85%
DESVIACION ESTANDAR NORMAL (Zr)	-1,282
DESVIACION ESTANDAR GENERAL (So)	0,35
CBR	10.69 %
RESISTENCIA A LA COMPRESION DEL CONCRETO f'c (kg/cm ²)	280
RESISTENCIA A LA COMPRESION DEL CONCRETO f'c (psi)	4267
MODULO DE ELASTICIDAD DEL CONCRETO Ec (psi)	3719441
MODULO DE ROTURA S'c (psi)	783.204
MODULO DE REACCION DE LA SUBRASANTE- Kc (psi)	184.18
TRANSFERENCIA DE CARGA (J) – REFORZADO CON JUNTAS	2.7
COEFICIENTE DE DRENAJE (Cd)	1.20

Tabla N°022: Parámetros de diseño, según metodología ASHTOO

Fuente: Elaboración propia

Interpretación: Según la tabla anterior, se puede observar los parámetros de diseño según la metodología AASHTO 93, para ello los datos obtenidos son obtenidos de las tablas señaladas en el Manual de Carreteras, en base al estudio de trafico y al porcentaje de CBR, el mismo que se obtuvo de estudios existentes, como se puede evidenciar en los anexos adjuntos.

TRAMOS WHITETOPPING	
Losa de concreto F'c 280kg/cm ²	0.20m
Pavimento asphaltico existente	0.05m
Base existente	0.20m
Subbase existente	0.20m
Subrasante	existente

Tabla N°23: Espesor de losa Whitetopping según AASHTO 93

Fuente: elaboración propia.

Interpretación: De la tabla de resumen, se logra apreciar el espesor de la losa whitetopping, siendo esta 20cm lo que significa que se encuentra dentro de los parámetros de clasificación whitetopping de tipo convencional, con una resistencia de $F'c=280 \text{ kg/cm}^2$, sobre un pavimento flexible existente, la misma que está conformada por una carpeta estructural de 65cm de espesor.

RANGO DE ESPESOR DE LOSA (MM)	DIÁMETRO		LONGITUD DEL PASADOR O DOWELLS (MM)	SEPARACIÓN ENTRE PASADORES (MM)
	MM	PULGADA		
150 - 200	25	1"	410	300
200 - 300	32	1 ¼"	460	300
300 - 430	38	1 ½"	510	380

Tabla N°24: Longitudes de dowells recomendados - AASHTO

Fuente: MTC- sección: suelos y pavimentos.

Interpretación: Se recomienda para losas de $h=0.20\text{m}$, acero Liso ASTM A 36 diámetro de pasadores: 1 plg Longitud 46 centímetros y espaciamiento a 30 cms.

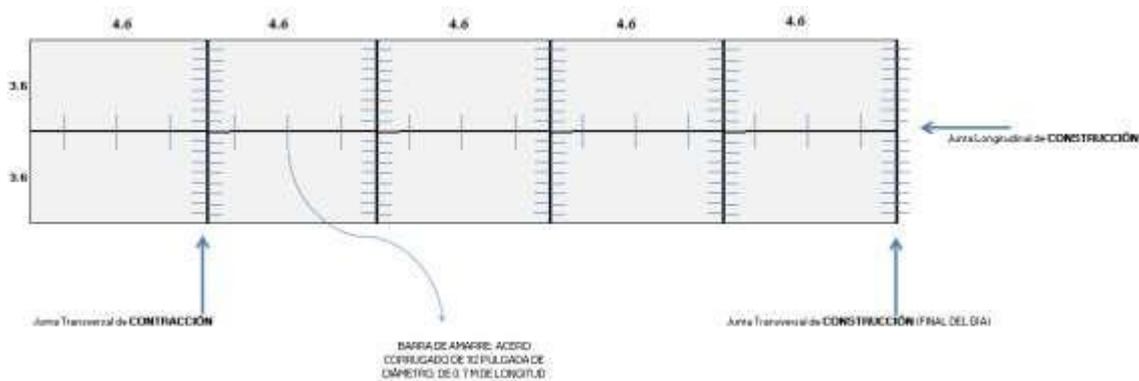


Gráfico N°02: Representación gráfica de juntas.

Fuente: Elaboración propia

Interpretación: con respecto al grafico anterior a lo largo de esta junta están dispuestas las barras de amarre cuyas características y disposición se determinan de acuerdo a las especificaciones AASHTO en base al espesor del pavimento y el ancho de carril.

V: DISCUCIONES

Objetivo específico 1: Evaluar las condiciones estructurales del pavimento flexible para la implementación de la técnica whitetopping en la avenida Dominicos-San Martin de Porres, Lima – 2021

Antecedente, Esteban (2018), en su investigación logró determinar las condiciones estructurales del pavimento existente mediante el uso de la Viga Benkelman, dando como resultado una deflexión permitida para la aplicación de la técnica whitetopping.

Resultados: En la presente investigación, se realizó el ensayo de deflectometría mediante el uso de la viga Benkelman donde la toma de datos se realizó en cada 25m a lo largo de la zona de estudio tomando los puntos más críticos de la deflexión.

Comparación: las condiciones estructurales del pavimento flexible existente fueron determinadas mediante el uso de la Viga Benkelman arrojando resultados en el deflectograma resultados similares, ya que cumplió con los parámetros permitidos ya que las deflexiones máximas tomadas en el carril izquierdo y derecho fueron de 68mm, siendo así que no llegó a su valor admisible.

Objetivo específico 2: Cuánto influye el estudio de tráfico para la implementación de la técnica whitetopping en la avenida Dominicos - San Martin de Porres, Lima - 2021

Antecedente: Almeida y Santuer (2019) en su investigación, lograron determinar la carga vehicular en un 1km de estudio, el cual se realizó en 2 estaciones, teniendo como procedimiento de estudio el MTC (Manual de transporte y comunicaciones)

Resultados: realizaron el estudio de tráfico como estudio fundamental para aplicar la técnica whitetopping en el cual se obtuvieron los siguientes resultados, $IMDA = ESAL = 2'492,375.27 EE$ o $2.5 \times 10^2 EE$, los mismos que se tomaron para un periodo de diseño de 20 años, cabe resaltar que dichos valores determinaron el espesor de su diseño de loza siendo este de 7plg. para la implementación de la técnica Whitetopping.

Comparación: de acuerdo con los antecedentes la evaluación de estudio de tráfico en una vía la cual será rehabilitada dicho estudio es indispensable, dicho estudio los resultados que obtuvieron ayudaron a determinar el espesor de la losa para la técnica de rehabilitación whitetopping, esto demuestra que en nuestra presente investigación el estudio de tráfico ya que de esta manera se determina el espesor de losa según el pavimento de estudio.

Objetivo específico 3: Determinar el espesor de la losa de concreto para la implementación de la técnica whitetopping en la avenida Dominicos - San Martín de Porres, Lima – 2021

Antecedente: Acero (2020) en su tesis titulada “utilización del proceso whitetopping para la protección de las capas inferiores en la construcción del peaje piperál en la vía Bogotá – Villavicencio” lograron determinar el espesor de la técnica de la capa de concreto usando la metodología ASHTO 93, en la cual se obtuvo 20cm de recubrimiento whitetopping.

Resultados: En el presente trabajo se realizó el diseño de losa whitetopping, mediante la metodología ASHTO 93, en el cual se obtuvo 20cm de recubrimiento whitetopping

Comparación: dicho espesor de losa son similares ya que dicho vaciado de concreto se realizó en una vía, en la cual el diseño geométrico no afectaba los desniveles de sobre capa whitetopping, por ello cumple con lo esperado de la vía para su rehabilitación.

VI: CONCLUSIONES

Objetivo general: Se determinó el estado situacional del pavimento flexible para la implementación de la técnica whitetopping, mediante el uso de la Viga Benkelman, la cual arrojó las deflexiones máximas y mínimas a lo largo de la zona de estudio, donde se concluyó que las deflexiones características están por debajo de las deflexiones admisibles, siendo estas 68mm y 54 mm en ambos carriles, las mismas que se encuentran en las progresivas 0 + 190 y 0+150 respectivamente, en el cual, se puede observar que en esta zona que existente fallas superficiales del pavimento como: piel de cocodrilo, fisuras longitudinales y transversales, según la clasificación de la metodología PCI (Índice de Condición de pavimento) obteniendo resultados promedio de clasificando como daños de mediana severidad, esto da a conocer que el paquete estructural del pavimento si se encuentra en condiciones de lo requerido para el vaciado de la nueva losa de concreto.

Objetivo específico 2: Se determinó las cargas vehiculares que recibe el pavimento flexible existente, para el diseño del pavimento y de la misma manera se realizó la proyección de tráfico para un periodo de diseño de 20 años, con obtenido un ESAL de $1.31E+07$,

Objetivo específico 3: Se determinó el espesor de la losa de concreto para técnica de rehabilitación para ellos se realizó el diseño del pavimento segunda metodología ASHHTO 93, y se evaluó consecuentemente la capacidad portante del suelo $\%CBR= 10.69\%$, la cual según el MTC – sección suelos y pavimentos, clasifica a esta como buena, de la misma manera también se consideró el ESAL de la vía proyectada, en donde se obtuvo 20 cm de espesor de losa para un periodo de diseño de 20 años.

VII: RECOMENDACIONES

Se recomienda ahondar más en el tema ya que en el Perú aún es una alternativa de rehabilitar pavimentos poco conocida, esto con la finalidad que las entidades ejecutoras de obras civiles de carretas tanto públicas como privadas hagan uso de esta técnica, pues aquellas que ejecutan obras de mejoramiento o rehabilitación de vías, de esta manera estarían reduciendo costos por implementar una nueva vía, garantizando así la oportunidad de construir carretas donde aún no existen, y así incrementar el desarrollo de infraestructura vial en nuestro país.

Asimismo, se recomienda evaluar las condiciones superficiales y estructurales de la vía existente, mediante los estándares que exige la normativa peruana, así como su capacidad portante del suelo ya que la metodología empleada consiste en colocar carga a una vía existente, cabe resaltar que esta técnica es adecuada en pavimentos asfálticos con poco deterioro ya que la estructura existente servirá de soporte.

Finalmente, se recomienda implementar la técnica de whitetopping siempre y cuando se tenga claro el diseño geométrico de la vía, ya que la presente técnica de rehabilitación se realiza en un pavimento ya existente y por ende al colocar el concreto este puede incurrir en desniveles entre vías y veredas en zonas en la zona de rehabilitación.

REFERENCIAS:

1. Álvarez. P. y Pialarissi S. (2016) en su tesis titulada “Caracterización de la adherencia en refuerzos de Ultra – Thin Whitetopping (UTW)” Barcelona Peláez,

2. AMERICAN ASSOCIATION OF STATE HIGHWAY AND TRANSPORTATION OFFICIALS. 1993. AASHTO - Guide for Design of Pavement Structures. Washington :

Washington, DC, 1993. Vol. II. ISBN: 1-56051-055-2.

Disponible en: <https://habib00ugm.files.wordpress.com/2010/05/aashto1993.pdf>

3. Acero, A. Utilización del proceso whitetopping para la protección de las capas inferiores en la construcción del peaje pipiral en la vía Bogotá – Villavicencio. Colombia: la Universidad abierta a distancia.

Disponible en:

<https://repository.unad.edu.co/handle/10596/38641>

4. American Association of State Highway and Transportation Officials. (1993). AASHTO Guide for Design of Pavements Structures 1993. Skokie, Illinois, USA.

Disponible

en:

<https://habib00ugm.files.wordpress.com/2010/05/aashto1993.pdf>

5. Anthony “Propuesta del diseño con whitetopping para la rehabilitación del pavimento asfáltico de la avenida federico villa real ubicado entre las avenidas Kunturwasi y Pucara de la ciudad de Trujillo” Lima- Facultad de ingeniería civil. 2019.108pp.

Disponible

en:

[https://upcommons.upc.edu/bitstream/handle/2117/83867/Caracterizaci%C3%B3n%20de%20la%20adherencia%20en%20refuerzos%20de%20Ultra-Thin%20Whitetopping%20\(UTW\).pdf](https://upcommons.upc.edu/bitstream/handle/2117/83867/Caracterizaci%C3%B3n%20de%20la%20adherencia%20en%20refuerzos%20de%20Ultra-Thin%20Whitetopping%20(UTW).pdf)

6 ARIAS, Fidias. El Proyecto de Investigación. 6.ª ed. Caracas: Episteme, 2012. 143 pp.

ISBN: 9800785299

7. BALAREZO, Zapata y JAVIER, Ivan.. Evaluación estructural usando la viga Benkelman aplicada a un pavimento. Tesis (Bachiller en ingeniería civil), Piura: Universidad de Piura. 2017, pg. 146

Disponible en:

https://pirhua.udep.edu.pe/bitstream/handle/11042/3135/ICI_241.pdf?sequence=1

8. De la cruz, R.. Caracterización de la adherencia en refuerzos de Ultra – Thin Whitetopping. España: universidad UPC de Barcelona.2016, pg.106

Disponible en:

[https://upcommons.upc.edu/bitstream/handle/2117/83867/Caracterizaci%C3%B3n%20de%20la%20adherencia%20en%20refuerzos%20de%20Ultra-Thin%20Whitetopping%20\(UTW\).pdf](https://upcommons.upc.edu/bitstream/handle/2117/83867/Caracterizaci%C3%B3n%20de%20la%20adherencia%20en%20refuerzos%20de%20Ultra-Thin%20Whitetopping%20(UTW).pdf)

9. Eyzaguirre O y Ureta (2018) en su tesis titulada “Utilización de Ultra-Thin Whitetopping como Método de Rehabilitación de Pavimentos Asfálticos en la Ciudad de Tacna”

Disponible en: <http://repositorio.upt.edu.pe/handle/UPT/605>

10. HERNÁNDEZ SAMPIERI, ROBERTO. 2014. Metodología de la Investigación.

México : McGRAW-HILL, 2014. ISBN: 978-1-4562-2396-0.

Disponible en:

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

11. Esteban, A. Rehabilitación de pavimentos asfálticos con la aplicación de capas de concreto “WHITETIPPING. Perú: Universidad Cesar Vallejo. 2018, pg.89.

Disponible en.

<https://es.scribd.com/document/409330160/Manual-PCI-ASTM-D-6433-pdf>

12. INSTITUTO NACIONAL DE ESTADÍSTICA, peajes 2021

Disponible en:

<https://www.inei.gob.pe/>

13. MINISTERIO DE TRANSPORTES Y COMUNICACIONES (MTC). 2014.
"Manual de Carreteras, sesión: Suelos, Geología, Geotecnia y Pavimentos" -
Sección Suelos y Pavimentos. Perú : s.n., 2014.

Disponible en:

https://portal.mtc.gob.pe/transportes/caminos/normas_carreteras/MTC%20NORMAS/ARCH_PDF/MAN_7%20SGGP-2014.pdf

14. MINISTERIO DE VIVIENDA CONSTRUCCIÓN Y SANEAMIENTO. 2010.

Reglamento Nacional de Edificaciones - Norma CE. 010 "Pavimentos Urbanos". Lima : s.n., 2010

Disponible en:

<https://docplayer.es/29698193-Proyecto-de-norma-ce-010-pavimentos-urbanos-del-reglamento-nacional-de-edificaciones-rne-inicio-de-discusion-publica.html>

15. MARTINEZ, Víctor. Una alternativa de interés. Revista construcción y tecnología. (273): 62-65, febrero 2011.

ISSN: 01877895

Disponible en:

<https://www.educacionyfp.gob.es/revista-de-educacion/dam/jcr:53757342-b6a2-4ea8-ae82-be4b35f72ab4/re19960500455-pdf.pdf>

16. Silva, Jordán (2020) en su tesis titulada "Evaluación visual y estructural del pavimento flexible de la Urbanización los jardines, Brranca-2017

Disponible en:

repositorio.unasam.edu.pe/bitstream/handle/UNASAM/3654/T033_47794810_T.pdf?sequence=1&isAllowed=y

17 Manual PCI, ADTM D6433 , Procedimiento Estándar para la Inspección del Índice de Condición del Pavimento en Caminos y Estacionamientos

Disponible en: <http://repositorio.ucv.edu.pe/handle/UCV/22742> y <http://repositorioslatinoamericanos.uchile.cl/handle/2250/2993636>

18. NORMA DNIT 068/2004 – ES DNIT Pavimento Rígido - Execução de camada superposta de concreto do tipo whitetopping por meio mecânico - Especificação de serviço

Disponible en:

https://www.gov.br/dnit/pt-br/assuntos/planejamento-e-pesquisa/ipr/coletanea-de-normas/coletanea-de-normas/especificacao-de-servicos/dnit_068_2004_es.pdf

19. Ministerio de Vivienda, Construcción y Saneamiento. Norma técnica C.E 010, Pavimentos urbanos, 2010

Disponible en:

https://cdn-web.construccion.org/normas/files/tecnicas/Pavimentos_Urbanos.pdf

20. Joquera, C. Análisis técnico – económico para la aplicación de pavimentos delgados en losas cortas en la carretera el cobre de la división el teniente de codelco. Chile: Universidad la Universidad Técnica Federico Santa María. 2018, pg.152

Disponible en:

<https://1library.co/document/y4gkg4ky-analisis-tecnico-economico-aplicacion-pavimentos-delgados-carretera-division.html>

21. NUÑEZ, María. Las variables: estructura y función en la hipótesis. Revista Investigación educativa, 11 (20): 163 – 179, julio y diciembre 2007.

ISSN: 1728 – 5852

22 . HERNANDEZ, Fernández, y Baptista, M. Metodología de la Investigación científica, Mexico, C GRAW HILL INTERAMERICANA

ISBN: 9781456223690 Y ISBN 10: 1456223968

Disponible en:

https://cdnweb.construccion.org/normas/files/tecnicas/Pavimentos_Urbanos.pdf

23. Orell, P. Rehabilitación de pavimentos asfálticos con capas delgadas de hormigón Whitetopping, Chile: Universidad Austral de Chile. 2009, pg. 72.

Disponible en:

<http://cybertesis.uach.cl/tesis/uach/2009/bmficio.66r/doc/bmficio.66r.pdf>

24. Parra, M (2019) en su tesis titulada “Análisis de retrocálculo para la determinación de las propiedades del pavimento Whitetopping de la vía Biblián-Zhud”

Disponible en:

https://www.academia.edu/42952420/ANALISIS_DE_RETROCALCULO_EN_PAVIMENTOS_WHITETOPPING

25. Programa del Gobierno Regional, Creacion de infraestructura vial en la AV, Dominicos Santa Rosa – Limite con Canta Callao- Distrito de San Martin de Porres, 2020

26. VALDERRAMA, Santiago. Pasos para Elaborar Proyectos de Investigación Científica Cuantitativa, cualitativa y Mixta. 5.ª reimpresión. Lima: San Marcos, 2013.

ISBN: 978-612-302-878-7

27. INICIARTE, Carmen. Análisis comparativo de métodos de diseño y construcción de pavimentos de concreto hidráulico según normas aplicadas en México, Reino Unido y España”. Tesis (Magister en Ingeniería civil – Construcción), México: Universidad Nacional Autónoma de México, 2012.

Disponible en:

<http://www.ptolomeo.unam.mx:8080/xmlui/bitstream/handle/132.248.52.100/5180/Tesis.pdf?sequence=1>

28. Luna M. García Rene. y Orta P. (2019) en su tesis titulada “Aplicación de la tecnología Whitetopping en un tramo de la carretera: Circuito sur – topes de Collantes” Cuba

Disponible en:

<https://www.redalyc.org/jatsRepo/1939/193961007003/html/index.html>

29. American Concrete Pavement Association. (1998). Whitetopping-State of the Practice. Skokie

Disponible en:

<https://journals.sagepub.com/doi/10.3141/1610-07>

30. Tipos Whitetopping [en línea]. LIMA CONSTRUCCIÓN TECNOLOGICA

Disponible en:

<http://www.imcyc.com/revistacyt/feb11/pavimentos.htm>

31. Hungary, Hassan and Bogus. Evaluation of a new ultra-thin white coating overlay of seamless engineering cementitious composite (ECC-UTW. California. Universidad de California, 2020. Pp.42

Disponible en:

<https://journals.sagepub.com/doi/abs/10.3141/2577-10>

33. Qureshi, A (2020) en su tesis titulada "Experimental analysis of White topping & Bitumen Roads in Sagar"

Disponible en:

https://www.researchgate.net/publication/339723449_EXPERIMENTAL_ANALYSIS_OF_WHITE_TOPPING_BITUMEN_ROADS_IN_SAGAR

34. Whitetopping, una innovación tecnológica [en línea]. Mayo 2017, [fecha de consulta_ 14 de mayo del 2021]

Disponible en:

<https://trid.trb.org/view/950553>

ANEXOS

VARIABLES DE LA INVESTIGACIÓN	DEFINICIÓN CONCEPTUAL	DEFINICIÓN OPERACIONAL	DIMENSIONES	INDICADORES	ESCALA DE MEDICIÓN	METODOLOGÍA
(Variables. Independiente) (Y) Implementación de la técnica Whitetopping	La técnica de whitetopping es una alternativa de solución para la reconstrucción o rehabilitación de un pavimento diagnosticado con deficiencias estructurales y/o superficiales (DNIT, 2004, P.13)	El espesor de la losa para la alternativa de rehabilitación Whitetopping es fundamental para adecuarse al sistema estructural existe para su rehabilitación, en aspectos como carga de tráfico, resistencia, rigidez y las propiedades del hormigón.	Técnica whitetopping	Estudio de tráfico MTC	Razón	Método: Científico Tipo de investigación: Aplicada Nivel de investigación Enfoque Diseño de Investigación: Cuasi experimental Población: Estado situacional del pavimento Muestreo: Aleatoria Muestra: 1km de la Av. Dominicos Técnica: Observación directa Instrumento de Investigación: Fichas técnicas (PCI – Deflectometría)
				Diseño de la losa	Razón	
(Variables. dependiente) (X) Evaluación del pavimento flexible	la evaluación de un pavimento es correspondiente a una primera etapa de identificación de daños ya sean superficiales o estructurales, esto es correspondiente a una primera etapa, así como definir los comportamientos de resistencia. Coy J. (2017, p. 23)	Comprende en un análisis determinado de daños para identificar los daños como agrietamientos, deformaciones, que pueden ser recuperables según conclusiones de estudio.	Estado situacional del Pavimento	Deflectometría MTC E 1002	Razón	
				Índice de condición del pavimento PCI	Razón	

PROBLEMA GENERAL	OBJETIVO GENERAL	HIPÓTESIS	VARIABLE	DIMENSIONES	INDICADORES	INSTRUMENTO
¿De qué manera influye la Evaluación del pavimento flexible para la implementación de la técnica whitetopping en la avenida Dominicos - San Martin de Porres, Lima - 2021?	Determinar el estado estructural del pavimento flexible para la implementación de la técnica Whitetopping en la avenida Dominicos - San Martin de Porres, Lima – 2021	Evaluación del pavimento flexible para la implementación de la técnica whitetopping en la avenida Dominicos-San Martin de Porres, Lima – 2021	Variable Independiente(Y): Técnica whitetopping	Técnica Whitetopping	Estudio de tráfico MTC	Ficha Técnica (MTC)
Problemas específicos	Objetivos específicos	Hipótesis específicas			Diseño de la losa	Hoja de Calculo (Metodología Ashto 93)
¿Cuánto influye evaluar las condiciones estructurales del pavimento flexible para la implementación de la técnica whitetopping en la avenida Dominicos-San Martin de Porres, Lima – 2021?	Evaluar las condiciones estructurales del pavimento flexible para implementa la técnica whitetopping en la avenida Dominicos-San Martin de Porres, Lima - 2021	La evaluación del pavimento flexible determinará la implementación de la técnica whitetopping determina en la avenida Dominicos-San Martin de Porres, Lima – 2021	Variable dependiente(X): Evaluación del pavimento flexible	Estado situacional del pavimento	deflectrometría	Viga benkelman (MTC E 1002 ASTM D 6433)
¿Cuánto influye determinar el estudio de tráfico para la implementación de la técnica whitetopping en la avenida Dominicos - San Martin de Porres, Lima – 2021?	Determinar las cargas de transitabilidad vehicular para la implementación de la técnica whitetopping en la avenida Dominicos - San Martin de Porres, Lima – 2021	El estudio de tráfico determinará las cargas vehiculares que recibe el pavimento flexible para la implementación de la técnica whitetopping en la avenida Dominicos - San Martin de Porres, Lima – 2021			Método PCI (Índice de condición del Pavimento (Ficha técnica (ASTM D6433)
¿Cuánto influye determinar el espesor de la losa de concreto para la implementación de la técnica whitetopping en la avenida Dominicos - San Martin de Porres, Lima – 2021?	Determinar el espesor de la losa de concreto para la implementación de la técnica whitetopping en la avenida Dominicos - San Martin de Porres, Lima – 2021	Determinar el espesor de sobrecapa de concreto para la implementación de la técnica whitetopping en la avenida Dominicos - San Martin de Porres, Lima - 2021				



UNIVERSIDAD CÉSAR VALLEJO

FACULTAD DE INGENIERÍA Y ARQUITECTURA

ESCUELA PROFESIONAL DE INGENIERÍA CIVIL

Ficha de recolección de datos: Evaluación del pavimento flexible para la implementación de la tecnología Whitetopping

Evaluación del pavimento flexible para la implementación de la técnica whitetopping en la avenida Dominicos-San Martín de Porres, Lima – 2021

Parte A: Datos generales

Tesista: Sanchez Piedra, Yulisa Lisbet

Fecha: Lima, 16 de julio de 2021

VARIABLE INDEP 1: Implementación de la técnica whitetopping

	Diseño de losa
	Estudio de tráfico

Tesis: Esteban, J (2018) Rehabilitación de pavimentos asfálticos con la aplicación de capas de concreto "WHITETOPPING". **Espesor de capas de concreto**

Tesis: Uretra, C. (2018): Utilización de ultra-thin whitetopping como método de rehabilitación de pavimentos asfálticos. **Estudio de tráfico**

VARIABLE DEPENDIENTE: Evaluación del pavimento flexible

	Fallas superficiales
	Deflectometría

Tesis: Arcaya, W (2018): diseño de la rehabilitación del pavimento flexible mediante la técnica whitetopping: **Índice de condición de un pavimento flexible**

Tesis: Balarezo, J (2017): Evaluación estructural usando viga Benkelman aplicada a un pavimento flexible: **Deflectometría**

Observaciones: _____

Apellidos y Nombre(s) del juez evaluador: *Edgar Raul Pineda Magino*

Especialista: Metodólogo [] Temático []

Grado: Ingeniero [] Maestro [] Doctor []

Título Profesional: Ingeniero Civil -

N° de Registro CIP: *221499*

EDGAR RAUL
PINEDA MAGINO
INGENIERO CIVIL
Reg. CIP N° 221499

Firma y Sello



UNIVERSIDAD CÉSAR VALLEJO

FACULTAD DE INGENIERÍA Y ARQUITECTURA

ESCUELA PROFESIONAL DE INGENIERÍA CIVIL

Ficha de recolección de datos: Evaluación del pavimento flexible para la implementación de la tecnología Whitetopping

Evaluación del pavimento flexible para la implementación de la técnica whitetopping en la avenida Dominicos-San Martín de Porres, Lima – 2021

Parte A: Datos generales

Tesista: Sanchez Piedra, Yulisa Lisbet

Fecha: Lima, 16 de julio de 2021

VARIABLE INDEP 1: Implementación de la técnica whitetopping

	Diseño de losa
	Estudio de tráfico

Tesis: Esteban, J (2018) Rehabilitación de pavimentos asfálticos con la aplicación de capas de concreto "WHITETOPPING". **Espesor de capas de concreto**

Tesis: Uretra, C. (2018): Utilización de ultra-thin whitetopping como método de rehabilitación de pavimentos asfálticos. **Estudio de tráfico**

VARIABLE DEPENDIENTE: Evaluación del pavimento flexible

	Fallas superficiales
	Deflectometría

Tesis: Arcaya, W (2018): diseño de la rehabilitación del pavimento flexible mediante la técnica whitetopping; **Índice de condición de un pavimento flexible**

Tesis: Balarezo, J (2017): Evaluación estructural usando viga Benkelman aplicada a un pavimento flexible; **Deflectometría**

Observaciones: _____

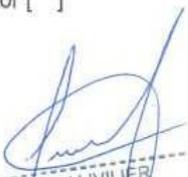
Apellidos y Nombre(s) del juez evaluador: *Ramos Aquino Jerson.*

Especialista: Metodólogo [] Temático []

Grado: Ingeniero [] Maestro [] Doctor []

Título Profesional: Ingeniero Civil -

N° de Registro CIP: *243009*


 JERSON LIVILIER
 RAMOS AQUINO
 Ingeniero Civil
 CIP N° 243009

Firma y Sello

FACULTAD DE INGENIERÍA Y ARQUITECTURA

ESCUELA PROFESIONAL DE INGENIERÍA CIVIL

Ficha de recolección de datos: Evaluación del pavimento flexible para la implementación de la tecnología Whitetopping

Evaluación del pavimento flexible para la implementación de la técnica whitetopping en la avenida Dominicos-San Martín de Porres, Lima – 2021

Parte A: Datos generales

Tesista: Sanchez Piedra, Yulisa Lisbet

Fecha: Lima, 16 de julio de 2021

VARIABLE INDEP 1: Implementación de la técnica whitetopping

	Diseño de losa
	Estudio de tráfico

Tesis: Esteban, J (2018) Rehabilitación de pavimentos asfálticos con la aplicación de capas de concreto "WHITETOPPING". **Espesor de capas de concreto**

Tesis: Uretra, C. (2018): Utilización de ultra-thin whitetopping como método de rehabilitación de pavimentos asfálticos. **Estudio de tráfico**

VARIABLE DEPENDIENTE: Evaluación del pavimento flexible

	Fallas superficiales
	Deflectometría

Tesis: Arcaya, W (2018): diseño de la rehabilitación del pavimento flexible mediante la técnica whitetopping: **Índice de condición de un pavimento flexible**

Tesis: Balarezo, J (2017): Evaluación estructural usando viga Benkelman aplicada a un pavimento flexible: **Deflectometría**

Observaciones: _____

Apellidos y Nombre(s) del juez evaluador:

Especialista: Metodólogo [] Temático []

Grado: Ingeniero [] Maestro [] Doctor []

Título Profesional: Ingeniero Civil -

N° de Registro CIP: 136043



.....
DANIEL BENJAMÍN TRUJILLO M.
INGENIERO CIVIL
Reg. CIP. N° 136043

Firma y Sello



UNIVERSIDAD CÉSAR VALLEJO

FACULTAD DE INGENIERÍA Y ARQUITECTURA

ESCUELA PROFESIONAL DE INGENIERÍA CIVIL

Ficha de recolección de datos: Evaluación del pavimento flexible para la implementación de la tecnología Whitetopping

Evaluación del pavimento flexible para la implementación de la técnica whitetopping en la avenida Dominicos-San Martín de Porres, Lima – 2021

Parte A: Datos generales

Tesista: Sanchez Piedra, Yulisa Lisbet

Fecha: Lima, 16 de julio de 2021

VARIABLE INDEP 1: Implementación de la técnica whitetopping

	Diseño de losa
	Estudio de tráfico

Tesis: Esteban, J (2018) Rehabilitación de pavimentos asfálticos con la aplicación de capas de concreto "WHITETOPPING". **Espesor de capas de concreto**

Tesis: Uretra, C. (2018): Utilización de ultra-thin whitetopping como método de rehabilitación de pavimentos asfálticos. **Estudio de tráfico**

VARIABLE DEPENDIENTE: Evaluación del pavimento flexible

	Fallas superficiales
	Deflectometría

Tesis: Arcaya, W (2018): diseño de la rehabilitación del pavimento flexible mediante la técnica whitetopping: **Índice de condición de un pavimento flexible**

Tesis: Balarezo, J (2017): Evaluación estructural usando viga Benkelman aplicada a un pavimento flexible: **Deflectometría**

Observaciones: _____

Apellidos y Nombre(s) del juez evaluador:

Especialista: Metodólogo [] Temático []

Grado: Ingeniero [] Maestro [] Doctor []

Título Profesional: Ingeniero Civil -

N° de Registro CIP: 243489


 VICTOR
 CABEZAS DULANTO
 Ingeniero Civil
 CIP N° 243489

Firma y Sello



UNIVERSIDAD CÉSAR VALLEJO

FACULTAD DE INGENIERÍA Y ARQUITECTURA

ESCUELA PROFESIONAL DE INGENIERÍA CIVIL

Ficha de recolección de datos: Evaluación del pavimento flexible para la implementación de la tecnología Whitetopping

Evaluación del pavimento flexible para la implementación de la técnica whitetopping en la avenida Dominicos-San Martín de Porres, Lima – 2021

Parte A: Datos generales

Tesista: Sanchez Piedra, Yulisa Lisbet

Fecha: Lima, 16 de julio de 2021

VARIABLE INDEP 1: Implementación de la técnica whitetopping

	Diseño de losa
	Estudio de tráfico

Tesis: Esteban, J (2018) Rehabilitación de pavimentos asfálticos con la aplicación de capas de concreto "WHITETOPPING". **Espesor de capas de concreto**

Tesis: Uretra, C. (2018): Utilización de ultra-thin whitetopping como método de rehabilitación de pavimentos asfálticos. **Estudio de tráfico**

VARIABLE DEPENDIENTE: Evaluación del pavimento flexible

	Fallas superficiales
	Deflectometría

Tesis: Arcaya, W (2018): diseño de la rehabilitación del pavimento flexible mediante la técnica whitetopping: **Índice de condición de un pavimento flexible**

Tesis: Balarezo, J (2017): Evaluación estructural usando viga Benkelman aplicada a un pavimento flexible: **Deflectometría**

Observaciones: _____

Apellidos y Nombre(s) del juez evaluador: Arturo Lopez Cardenas

Especialista: Metodólogo [] Temático []

Grado: Ingeniero [] Maestro [] Doctor []

Título Profesional: Ingeniero Civil -

N° de Registro CIP: 244638


 ARTURO CESAR
 LÓPEZ CARDENAS
 INGENIERO CIVIL
 Reg. CIP N° 204638

Firma y Sello



FACULTAD DE INGENIERÍA Y ARQUITECTURA

ESCUELA PROFESIONAL DE INGENIERÍA CIVIL

Ficha de recolección de datos: Evaluación del pavimento flexible para la implementación de la tecnología Whitetopping

Evaluación del pavimento flexible para la implementación de la técnica whitetopping en la avenida Dominicos-San Martín de Porres, Lima – 2021

Parte A: Datos generales

Tesista: Sanchez Piedra, Yulisa Lisbet

Fecha: Lima, 16 de julio de 2021

VARIABLE INDEP 1: Implementación de la técnica whitetopping

	Diseño de losa
	Estudio de tráfico

Tesis: Esteban, J (2018) Rehabilitación de pavimentos asfálticos con la aplicación de capas de concreto "WHITETOPPING". **Espesor de capas de concreto**

Tesis: Uretra, C. (2018): Utilización de ultra-thin whitetopping como método de rehabilitación de pavimentos asfálticos. **Estudio de tráfico**

VARIABLE DEPENDIENTE: Evaluación del pavimento flexible

	Fallas superficiales
	Deflectometría

Tesis: Arcaya, W (2018): diseño de la rehabilitación del pavimento flexible mediante la técnica whitetopping: **Índice de condición de un pavimento flexible**

Tesis: Balarezo, J (2017): Evaluación estructural usando viga Benkelman aplicada a un pavimento flexible: **Deflectometría**

Observaciones: _____

Apellidos y Nombre(s) del juez evaluador: Jennifer Evelyn, Quispe Bendezú

Especialista: Metodólogo [] Temático []

Grado: Ingeniero [] Maestro [] Doctor []

Título Profesional: Ingeniera Civil – Universidad Ricardo Palma

N° de Registro CIP: 245834

JENNIFER EVELYN
QUISPE BENDEZÚ
Ingeniera Civil
CIP N° 245834

Firma y Sello

EVALUACION ESTRUCTURAL DEL PAVIMENTO REGISTRO DE CAMPO

Ensayos con Viga Benkelman - Nivel CAPA ASFALTICA

PROYECTO : Evaluación del pavimento flexible para la implementación de la técnica whitetopping en la avenida Dominicos-San Martín de Porres, Lima - 2021 SOLICITANTE : 0+050 - 0+500 CARRIL : Izquierdo	Carga Eje : 4160 Kg Presión : 80 psi Fecha : 06/06/2021
--	--

Progresiva (km)	LECTURAS DEL DIAL								Hora	TEMPERATURAS		Espesor SR (m)
	PRIMER DIAL						SEGUNDO DIAL			Amb °C	Pista °C	
	L-0 0.01 mm	L-25 0.01 mm	L-50 0.01 mm	L-75 0.01 mm	L-100 0.01 mm	L-500 0.01 mm	L ₁ 0.01 mm	L ₂ 0.01 mm				
0+050	0,0	3,0	7,0	8,0	11,0	13,0	0,0	6,0	10:10	28,0	24,0	0,05
0+070	0,0	4,0	6,5	8,5	12,0	14,0	0,0	9,0	10:12	28,0	24,0	0,05
0+090	0,0	3,0	7,5	9,0	11,0	14,0	0,0	7,0	10:14	28,0	24,0	0,05
0+110	0,0	4,0	6,0	9,0	11,0	13,0	0,0	7,0	10:16	28,0	24,0	0,05
0+130	0,0	3,0	6,0	10,0	13,0	13,5	0,0	6,0	10:18	28,0	24,0	0,05
0+150	0,0	4,0	5,0	10,5	13,0	14,0	0,0	8,0	10:20	28,0	24,0	0,05
0+170	0,0	4,0	6,5	8,5	11,0	14,5	0,0	7,0	10:22	28,0	24,0	0,05
0+190	0,0	3,0	6,5	9,5	12,0	14,0	0,0	6,0	10:24	28,0	24,0	0,05
0+210	0,0	4,0	7,0	9,0	12,0	13,5	0,0	6,0	10:26	28,0	24,0	0,05
0+230	0,0	3,0	7,0	9,0	13,0	14,0	0,0	7,0	10:28	28,0	24,0	0,05
0+250	0,0	4,0	6,0	8,0	14,0	14,0	0,0	8,0	10:30	28,0	24,0	0,05
0+270	0,0	3,0	5,0	8,0	14,0	14,5	0,0	7,0	10:32	28,0	24,0	0,05
0+290	0,0	2,0	6,5	9,0	12,0	13,0	0,0	6,0	10:34	28,0	24,0	0,05

MATESTLAB SAC					
TECNICO LEM	D:	JEFE LEM	D:	CQC - LEM	D:
Nombre y firma:	M:	Nombre y firma:	M:	Nombre y	M:
		HENRY W. SANTIAGO FLORES INGENIERO CIVIL Reg. CIP N° 205749 MATESTLAB S.A.C.		MATESTLAB S.A.C RUC 20604736572	
			A:	NICOLLE CUMPA BARRETO GERENTE GENERAL	A:

EVALUACION ESTRUCTURAL DEL PAVIMENTO REGISTRO DE CAMPO

Ensayos con Viga Benkelman - Nivel CAPA ASFALTICA

PROYECTO : Evaluación del pavimento flexible para la implementación de la técnica whitetopping en la avenida Dominicos-San Martín de Porres, Lima - 2021 SOLICITANTE : 0 + 050 - 0 + 500 CARRIL : Derecho	Carga Eje : 4160 Kg Presión : 80 psi Fecha : 06/06/2021
--	--

Progresiva (km)	LECTURAS DEL DIAL								Hora	TEMPERATURAS		Espesor SR (m)
	PRIMER DIAL						SEGUNDO DIAL			Amb	Pista	
	L-0	L-25	L-50	L-75	L-100	L-500	L ₁	L ₂		°C	°C	
	0.01 mm	0.01 mm	0.01 mm	0.01 mm	0.01 mm	0.01 mm	0.01 mm	0.01 mm				
0+050	0,0	4,0	6,0	9,0	12,0	13,0	0,0	8,0	9:30	28,0	24,0	0,05
0+070	0,0	3,0	7,0	9,0	12,0	14,0	0,0	7,0	9:31	28,0	24,0	0,05
0+090	0,0	4,0	6,0	8,0	11,0	15,0	0,0	8,0	9:32	28,0	24,0	0,05
0+110	0,0	4,0	6,0	8,0	11,0	14,0	0,0	7,0	9:33	28,0	24,0	0,05
0+130	0,0	3,0	5,0	9,0	10,0	15,0	0,0	5,0	9:34	28,0	24,0	0,05
0+150	0,0	4,0	7,0	9,5	13,0	15,0	0,0	5,0	9:35	28,0	24,0	0,05
0+170	0,0	5,0	4,0	10,0	12,0	16,0	0,0	8,0	9:36	28,0	24,0	0,05
0+190	0,0	4,0	5,0	7,0	12,0	17,0	0,0	9,0	9:37	28,0	24,0	0,05
0+210	0,0	4,0	5,0	9,0	13,0	14,0	0,0	8,0	9:38	28,0	24,0	0,05
0+230	0,0	3,0	7,0	9,0	11,0	13,0	0,0	9,0	9:39	28,0	24,0	0,05
0+250	0,0	3,0	6,0	8,0	10,0	15,0	0,0	7,0	9:40	28,0	24,0	0,05
0+270	0,0	2,0	5,0	8,0	10,0	15,0	0,0	8,0	9:41	28,0	24,0	0,05
0+290	0,0	3,0	5,0	7,0	12,0	13,0	0,0	8,0	9:42	28,0	24,0	0,05
0+310	0,0	3,0	5,0	10,0	12,0	15,0	0,0	9,0	9:43	28,0	24,0	0,05

MATESTLAB SAC					
TECNICO LEM	D:	JEFE LEM	D:	CQC - LEM	D:
M:	M:	Nombre y firma:	M:	Nombre y	M:
A:	A:	HENRY W. SANTIAGO FLORES INGENIERO CIVIL Reg. CIP N° 205749 MATESTLAB S.A.C.	A:	MATESTLAB S.A.C RUC 20004738572 NICOLLE CUMPA BARRETO GERENTE GENERAL	A:

EVALUACION ESTRUCTURAL DEL PAVIMENTO

Empresa con: Viga Similitud - Nivel CAPA ASPHALTICA

PROYECTO:	Evaluación del pavimento flexible para su implementación en la Bodega Whisky en el sector Whisky en la avenida Democracia-Mariátegui Troncal - Lima - 2023	Carga Eq:	4100
SECTOR 1:	0 + 050 - 0+ 500	Profund:	112
CARTEL:	Aranda (Trasada)	Deflexión Admisible:	0.1
TRAMO:	0 + 050 - 0+ 500	Fecha:	14/03/2023
		mm	140
		kg	5100 mm

Programa (mm)	Cantil	LECTURAS DEL DIAL										PUNTEOS DE EVALUACION			TEMPERATURAS		Espesor (mm)	OBSERVACIONES
		L-0 0.01 mm	L-50 0.01 mm	L-100 0.01 mm	L-150 0.01 mm	L-200 0.01 mm	L-300 0.01 mm	L-400 0.01 mm	L-500 0.01 mm	L-600 0.01 mm	L-700 0.01 mm	Da	Def	Rg	Amo	Prom		
D-050	DERECHO	0	3	5	5	7	9	13	0	8	52	32	159	20.0	22.0	0.1	CAMPLE	
D-070	DERECHO	0	4	6	6	8	10	14	0	7	58	20	112	20.0	24.0	0.1	CAMPLE	
D-090	DERECHO	0	4	6	6	8	10	14	0	8	59	36	159	20.0	24.0	0.1	CAMPLE	
D-090	DERECHO	0	4	6	6	8	10	14	0	7	58	32	112	20.0	24.0	0.1	CAMPLE	
D-110	DERECHO	0	4	6	6	8	10	14	0	7	56	28	112	20.0	24.0	0.1	CAMPLE	
D-110	DERECHO	0	3	5	5	7	9	13	0	7	52	28	130	20.0	24.0	0.1	CAMPLE	
D-120	DERECHO	0	3	5	5	7	9	13	0	5	60	20	78	20.0	24.0	0.1	CAMPLE	
D-120	DERECHO	0	3	5	5	7	9	13	0	5	64	34	104	20.0	24.0	0.1	CAMPLE	
D-150	DERECHO	0	4	6	6	8	10	14	0	5	60	20	78	20.0	24.0	0.1	CAMPLE	
D-170	DERECHO	0	4	6	6	8	10	14	0	8	64	32	130	20.0	24.0	0.1	CAMPLE	
D-170	DERECHO	0	4	6	6	8	10	14	0	8	64	32	130	20.0	24.0	0.1	CAMPLE	
D-170	DERECHO	0	4	6	6	8	10	14	0	7	58	28	104	20.0	24.0	0.1	CAMPLE	
D-180	DERECHO	0	4	6	6	8	10	14	0	9	68	36	136	20.0	24.0	0.1	CAMPLE	
D-180	DERECHO	0	4	6	6	8	10	14	0	9	68	36	136	20.0	24.0	0.1	CAMPLE	
D-210	DERECHO	0	4	6	6	8	10	14	0	8	58	28	120	20.0	24.0	0.1	CAMPLE	
D-210	DERECHO	0	3	5	5	7	9	13	0	6	54	24	104	20.0	24.0	0.1	CAMPLE	
D-230	DERECHO	0	4	6	6	8	10	14	0	9	52	36	136	20.0	24.0	0.1	CAMPLE	
D-230	DERECHO	0	4	6	6	8	10	14	0	7	56	28	112	20.0	24.0	0.1	CAMPLE	
D-270	DERECHO	0	4	6	6	8	10	14	0	8	60	28	132	20.0	24.0	0.1	CAMPLE	
D-270	DERECHO	0	4	6	6	8	10	14	0	8	60	32	132	20.0	24.0	0.1	CAMPLE	
D-290	DERECHO	0	3	5	5	7	9	13	0	7	58	28	104	20.0	24.0	0.1	CAMPLE	
D-290	DERECHO	0	3	5	5	7	9	13	0	8	52	32	156	20.0	24.0	0.1	CAMPLE	
D-310	DERECHO	0	3	5	5	7	9	13	0	9	62	24	112	20.0	22.0	0.1	CAMPLE	
D-310	DERECHO	0	3	5	5	7	9	13	0	9	60	30	130	20.0	22.0	0.1	CAMPLE	

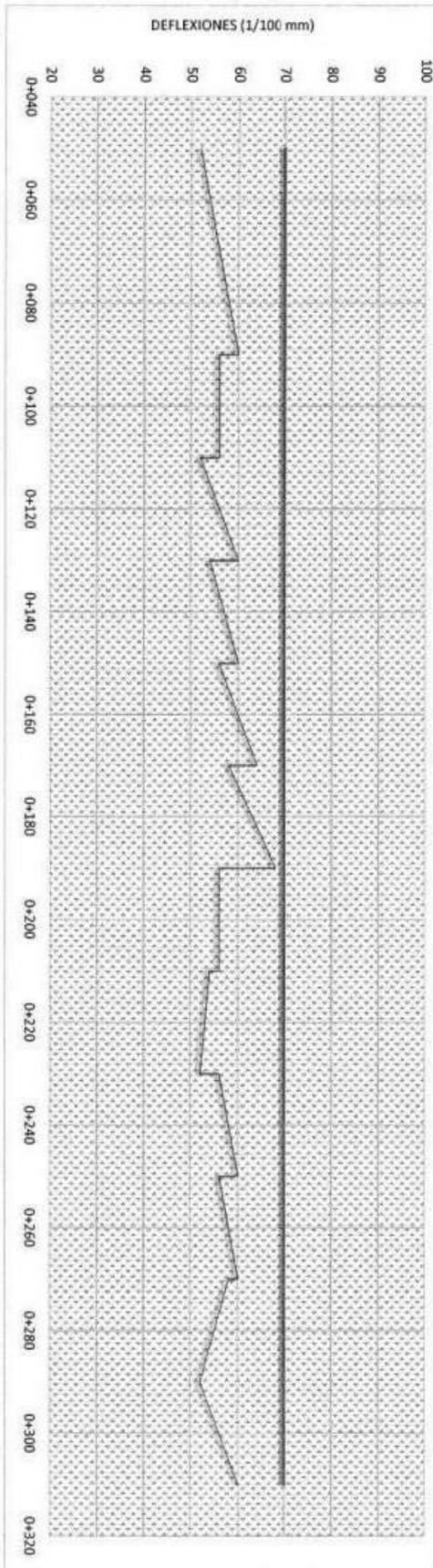
N	27	27	27
\$	1532	784	3173
PROMEDIO:	90.7	28.0	117.5
MINIMO	52	20	78
MAXIMO	88	36	195
DESVIACION ESTANDAR	3.9	4.7	25.6
VARIANZA	15.4	21.7	656.0
COEFICIENTE DE VAR.	6.9	16.0	218
VALOR CARACTERISTICO	63.2		



HENRY W. SANTIAGO FLORES
INGENIERO CIVIL
Reg. CIP N° 205749
MATESTLAB S.A.C.

EVALUACION ESTRUCTURAL DEL PAVIMENTO
 Ensayos con Viga Benkelman - Nivel Terreno: CAPA ASFALTICA

DEFLECTOGRAMA



MATESTLAB SAC		
Nombre y firma:  TECNICO LEM	Nombre y firma:  JEFE LEM	Nombre y firma:  COC - LEM
D: M:	D: M:	D: M:
 MATESTLAB SAC Laboratorio de Ensayos de Materiales	HENRY W. SANTIAGO FLORES INGENIERO CIVIL Reg. CIP N° 205149 MATESTLAB S.A.C.	MATESTLAB S.A.C RUC 2000729072 NICOLLE CUMPA BARRETO GERENTE GENERAL
A:	A:	A:

INFORME DE ENSAYO

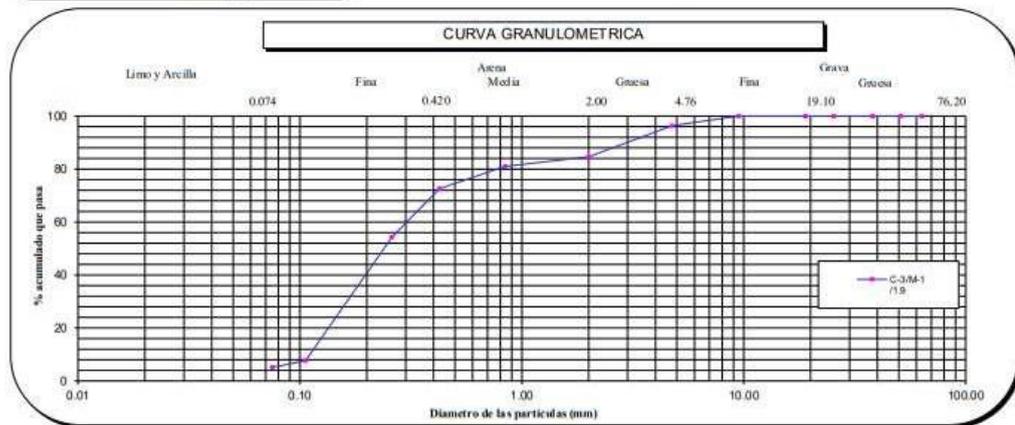
LABORATORIO DE MECÁNICA DE SUELOS, AGREGADOS, CONCRETO Y ASFALTO			
SOLICITANTE	: Sra. Sanchez Piedra, Yulisa Isabel	EXPEDIENTE N°	: 98-2021LAB GECAT INGENIERIA SAC
PROYECTO	: Evaluación del pavimento flexible para la implementación de la técnica whitetopping en la avenida Dominicos - San Martín de Porres, Lima - 2021	FECHA DE RECEPCIÓN	: Lima, 15 de Junio del 2021
ESTUDIO	: Tesis para obtener el título profesional de Ingeniero Civil	UBICACIÓN	: Distrito de San Martín de Porres - Provincia de Lima - Departamento de Lima
REFERENCIA DE LA MUESTRA			
IDENTIFICACIÓN	: C-3M-1	PRESENTACIÓN	: 01 Costal de polietileno
PROFUNDIDAD	: 1.90	CANTIDAD	: 5 kg aprox.

NTP 339.128 ANÁLISIS GRANULOMÉTRICO DE SUELOS POR TAMIZADO

ANÁLISIS GRANULOMÉTRICO POR TAMIZADO	Malla		Peso retenido	% Retenido	% Retenido acumulado	% Que pasa	CARACTERÍSTICAS GENERALES
	N°	Abertura (mm)					
	3"	76.200	0.0	0.0	0.0	100.0	ASTM D 2488 "Descripción e identificación de suelos" Grava (Ret N° 4) : 3.6 % Arena : 91.3 % Fino (Pas. N° 200) : 5.1 % NTP 339.127, "Contenido de Humedad" Cont. De humedad : 8.85 % NTP 339.129 "Límites de Atterberg" Límite Líquido (L.L.) : NP Límite Plástico (L.P.) : NP Índice Plástico (I.P.) : NP NTP 339.134, "Clasificación con propósito de ingeniería" (SUCS) SP - SM Arena pobremente gradada con limo ASTM D 3282, "Clasificación para el uso en vías de transporte" (AASHTO) A-3 Descripción (AASHTO) BUENO
	2 1/2"	63.500	0.0	0.0	0.0	100.0	
	2"	50.800	0.0	0.0	0.0	100.0	
	1 1/2"	38.100	0.0	0.0	0.0	100.0	
	1"	25.400	0.0	0.0	0.0	100.0	
	3/4"	19.000	0.0	0.0	0.0	100.0	
	3/8"	9.500	0.0	0.0	0.0	100.0	
	N° 4	4.760	5.6	3.6	3.6	96.4	
	N° 10	2.000	18.1	11.8	15.4	84.6	
	N° 20	0.840	5.6	3.6	19.0	81.0	
	N° 40	0.425	13.0	8.5	27.5	72.5	
	N° 60	0.260	28.0	18.2	45.7	54.3	
	N° 140	0.106	71.7	46.6	92.3	7.7	
	N° 200	0.075	3.9	2.6	94.9	5.1	
	- N° 200	ASTM D 1140	-	5.1	100.0	-	



OBSERVACIONES:
 - Muestra tomada e identificada por personal de laboratorio.
 - Ensayo efectuado al suelo natural.
 - El solicitante asume toda responsabilidad del uso de la información contenida en este documento.



Fecha de emisión : Lima, 30 de Junio del 2021

Tec.: T.G.A.
Rev.: C.G.C

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

Lima 07, Comas - Asociación Vivienda La Paz, Mz.A Lt6,
Celular : 949704705, 987524080

Christóbal Tomás Guerrero Cardenas
 CHRISTÓBAL TOMÁS
 GUERRERO CARDENAS
 Ingeniero Civil
 CIF N° 238905

INFORME DE ENSAYO

LABORATORIO DE MECÁNICA DE SUELOS, AGREGADOS, CONCRETO Y ASFALTO			
SOLICITANTE	: Srta. Sanchez Piedra, Yulisa Lisbet	EXPEDIENTE	: 198-2021/LAB GECAT INGENIERIA SAC
PROYECTO	: Evaluación del pavimento flexible para la implementación de la técnica whitetopping en la avenida Dominicos - San Martín de Porres, Lima - 2021	FECHA RECEPCIÓN	: Lima, 15 de Junio del 2021
ESTUDIO	: Teoría para obtener el título profesional de Ingeniero Civil	UBICACIÓN	: Distrito de San Martín de Porres - Provincia de Lima - Departamento de Lima

REFERENCIA DE LA MUESTRA			
IDENTIFICACION	: C-3M-1	PRESENTACION	: 01 Costal de polistireno
PROFUNDIDAD	: 1.50	CANTIDAD	: 5 kg aprox.

NTP 339.127	DETERMINACIÓN DEL CONTENIDO DE HUMEDAD DE UN SUELO
--------------------	---

DENOMINACIÓN	CONTENIDO DE HUMEDAD	
	E - 1	E - 2
Cápsula N°	415.0	125.0
Peso tara + suelo húmedo (g)	432.4	592.7
Peso tara + suelo seco (g)	402.6	549.4
Peso del Agua (g)	29.8	43.3
Peso de la tara (g)	64.6	62.2
Peso del suelo seco (g)	338.0	487.2
Contenido de Humedad (RESULTADO) (%)	8.81	8.89
	8.85	

OBSERVACIONES:
 - Muestra tomada e identificada por el solicitante.
 - Ensayo efectuado al agregado global natural.


 CHRISTIAN TOMAS
 GUERRERO CARDENAS
 Ingeniero Civil
 CIP 12° 238905

Fecha de emisión : Lima, 30 de Junio del 2021

Tec: T.G.A.
 Rev: C.G.C

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

Lima 07, Comas - Asociación Vivienda La Paz, Mz.A LL6
 Celular : 949704705, 987524080

INFORME DE ENSAYO

LABORATORIO DE MECÁNICA DE SUELOS, AGREGADOS, CONCRETO Y ASFALTO

SOLICITANTE	: Sra. Sanchez Piedra, Yulisa Lisbet	EXPEDIENTE	: 198-2021/LAB GECAT INGENIERIA SAC
PROYECTO	: Evaluación del pavimento flexible para la implementación de la técnica whitetopping en la avenida Dominicos - San Martín de Porres, Lima - 2021	FECHA RECEPCIÓN	: Lima, 15 de Junio del 2021
ESTUDIO	: Tesis para obtener el título profesional de Ingeniero Civil	UBICACIÓN	: Distrito de San Martín de Porres - Provincia de Lima - Departamento de Lima

REFERENCIA DE LA MUESTRA

IDENTIFICACION	: C-3M-1	PRESENTACION	: 01 Costal de polietileno
PROFUNDIDAD	: 1.90	CANTIDAD	: 5 kg aprox.

ASTM D 1140
MTC E 202

METODO DE ENSAYO PARA DETERMINAR LOS MATERIALES FINOS QUE PASAN EL TAMIZ DE 75µm (N 200) - SUELO

DETERMINACION DEL PORCENTAJE PASANTE DEL TAMIZ N°200

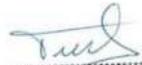
DESCRIPCION	UNIDADES	DATOS
Peso de muestra utilizada seca al horno a 110±5 °C antes del Lavado	(gr)	1269.7
Peso de muestra utilizada seca al horno a 110±5 °C despues del lavado	(gr)	1208.0
Material Pasante del Tamiz N° 200 por Lavado	(%)	5.1

COMENTARIOS:

-Para el desarrollo del Ensayo se empleo el Tamiz N° 200 (apertura 0.074 mm).

OBSERVACIONES:

- Muestra tomada e identificada por personal tecnico de laboratorio.
- Ensayo efectuado al suelo natural.



CHRISTIAN TOMAS
QUERRISNO CARDEÑAS
Ingeniero Civil
CIP N° 238005

Fecha de emisión : Lima, 30 de Junio del 2021

Tec: T.G.A.
Rev: C.G.C.

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

Lima 07, Comas - Asociación Vivienda La Paz, Mz A Lt.6,
Celular: 949704705, 987524080.

INFORME DE ENSAYO

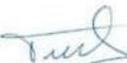
LABORATORIO DE MECÁNICA DE SUELOS, AGREGADOS, CONCRETO Y ASFALTO			
SOLICITANTE	: Sra. Sanchez Piedra, Yulisa Lisbet	EXPEDIENTE	: 198-2021/LAB: GECAT INGENIERIA SAC
PROYECTO	: Evaluación del pavimento flexible para la implementación de la técnica whitetopping en la avenida Dominicos - San Martín de Porres, Lima - 2021	FECHA RECEPCIÓN	: Lima, 15 de Junio del 2021
ESTUDIO	: Tesis para obtener el título profesional de Ingeniero Civil	UBICACIÓN	: Distrito de San Martín de Porres - Provincia de Lima - Departamento de Lima
REFERENCIA DE LA MUESTRA			
IDENTIFICACION	: C-3M-1	PRESENTACION	: 01 Costal de polietileno
PROFUNDIDAD	: 1.90	CANTIDAD	: 5 kg aprox.

NTP 339.129 DETERMINACIÓN DEL LÍMITE LÍQUIDO, LÍMITE PLÁSTICO E ÍNDICE DE PLASTICIDAD (TAMIZ N°40)

DESCRIPCIÓN	LÍMITE LÍQUIDO				LÍMITE PLÁSTICO	
	1	2	3	4	1	2
Ensayo N°	--	--	--	--	--	--
Cápsula N°	--	--	--	--	--	--
Peso cápsula + suelo húmedo (g)	--	--	--	--	--	--
Peso cápsula + suelo seco (g)	--	--	--	--	--	--
Peso del Agua (g)	--	--	--	--	--	--
Peso de la cápsula (g)	--	--	--	--	--	--
Peso del suelo seco (g)	--	--	--	--	--	--
Contenido de humedad (%)	--	--	--	--	--	--
Número de golpes	--	--	--	--		



RESULTADOS DE ENSAYOS	
LÍMITE LÍQUIDO (%)	NP
LÍMITE PLÁSTICO (%)	NP
ÍNDICE DE PLASTICIDAD (%)	NP
COMENTARIOS:	
- Ensayo realizado al material pasante la malla N°40.	
- Ensayo realizado mediante el "MÉTODO DE MULTIPUNTO".	
OBSERVACION:	
- Muestra tomada e identificada por el solicitante.	


 CHRISTIAN TOMAS
 QUERRERO CARDENAS
 Ingeniero Civil
 CIP N° 238605

Fecha de emisión : Lima, 30 de Junio del 2021

Tec.: T.G.A.
Rev.: C.G.C

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

Lima 07, Comas - Asociación Vivienda La Paz, MzA Lt6,
Celular : 949704705, 987524080

INFORME DE ENSAYO

LABORATORIO DE MECÁNICA DE SUELOS, AGREGADOS, CONCRETO Y ASFALTO			
SOLICITANTE	: Sra. Sanchez Piedra, Yulisa Lisbet	EXPEDIENTE	: 198-2021/LAB GECAT INGENIERIA SAC
DIRECCIÓN	: Tesis para obtener el título profesional de Ingeniero Civil	FECHA RECEPCIÓN	: Lima, 15 de Junio del 2021
PROYECTO	: Evaluación del pavimento flexible para la implementación de la técnica whitetopping en la avenida Dominicos - San Martín de Porres, Lima - 2021	UBICACIÓN	: Distrito de San Martín de Porres - Provincia de Lima - Departamento de Lima

REFERENCIAS DE LA MUESTRA			
IDENTIFICACION	: C-3/M-1	PRESENTACION	: 02 Costal de polietileno
PROFUNDIDAD	: 1.90	CANTIDAD	: 50 Kg. Aprox

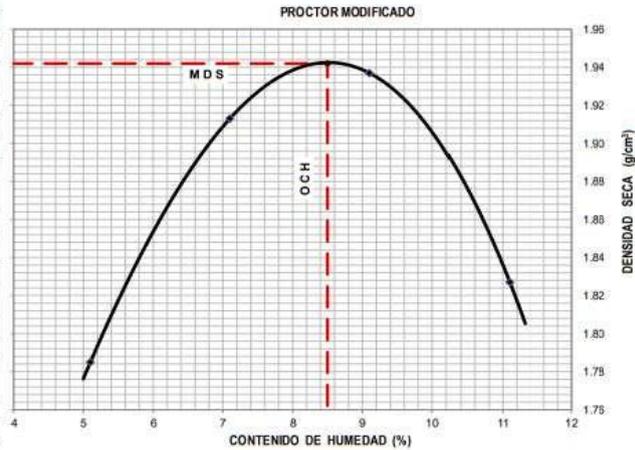
ASTM D 1557 MTC E 115	PROCTOR MODIFICADO
--------------------------	--------------------

ITEM	DESCRIPCION	UNIDAD	ENSAYO							
			E-1	E-2	E-3	E-4				
1	Peso Suelo Humedo + Molde	gr	7223.0	7584.0	7718.0	7546.0				
2	Peso del Molde	gr	3312.0	3312.0	3312.0	3312.0				
3	Peso Suelo Humedo	gr	3911.0	4272.0	4406.0	4234.0				
4	Volumen del Molde	cm ³	2085.2	2085.2	2085.2	2085.2				
5	Densidad Suelo Humedo	gr/cm ³	1.876	2.049	2.113	2.030				
6	Tarro N°	-	352	221	570	502	253	28	267	181
7	Peso Suelo Humedo + Tarro	gr	519.9	664.3	551.0	549.5	535.3	519.9	633.4	532.5
8	Peso Suelo Seco + Tarro	gr	501.4	636.9	518.5	519.9	497.2	484.2	575.8	483.7
9	Peso del Tarro	gr	115.7	127.8	74.4	85.1	73.4	94.7	67.8	86.1
10	Peso del Agua	gr	18.5	27.4	32.5	29.6	38.1	35.7	57.6	43.8
11	Peso Suelo Seco	gr	385.7	509.1	444.1	434.8	423.8	389.5	508.0	402.6
12	Contenido de Humedad	%	4.8	5.4	7.3	6.8	9.0	9.2	11.3	10.9
13	Promedio de Humedad	%	5.1		7.1		9.1		11.1	
14	Densidad del Suelo Seco	gr/cm ³	1.785		1.913		1.937		1.827	

DATOS DESARROLLO DE ENSAYO	
Altura de caída del pisón	45.7 cm
Peso del Pisón	4.5 Kg
Volumen del Molde	2085.24 gr/cm ³
N° de Capas	5
Energía de Compactación Modificada	27.4 kg-cm/cm ²
Número de Golpes /Capa	25

GRADACION DE MUESTRA		
Serie Americana	Ret. Parc. (%)	Pasa (%)
3"	0.0	100.0
2"	0.0	100.0
3/4"	0.0	100.0
3/8"	0.0	100.0
N°4	3.6	96.4
<N°4	96.4	0.0

RESULTADO	
SUCS	SP - SM/Arena pobremente gradada con limo
METODO	A
MDS	1.942 g/cm ³
OCH	8.50 %



DATO:
- M.D.S. = Máxima Densidad Seca; O.C.H. = Óptimo Contenido de Humedad.

OBSERVACIONES:
- Muestra proporcionada e identificada por el Solicitante.

CHRISTIAN TOMÁS
GUERRERO CARDENAS
Ingeniero Civil
CIP N° 238605

Fecha de emisión : Lima, 30 de Junio del 2021

Tec.: T.G.A
Rev.: C.G.C

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

INFORME DE ENSAYO

LABORATORIO DE MECÁNICA DE SUELOS, AGREGADOS, CONCRETO Y ASFALTO

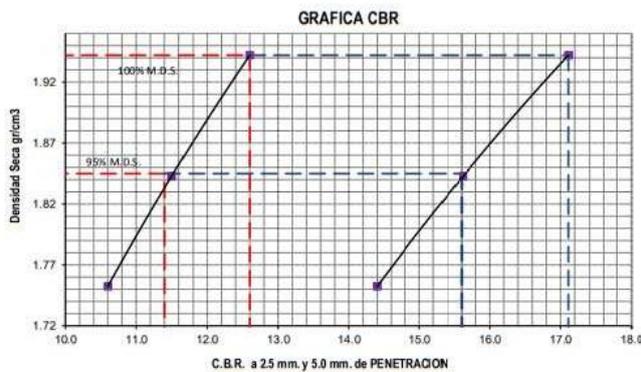
SOLICITANTE	: Srta. Sanchez Piedra, Yulisa Lisbet	EXPEDIENTE	: 199-2021/LAB GECAT INGENIERIA SAC
ESTUDIO	: Tesis para obtener el título profesional de Ingeniero Civil	FECHA DE RECEPCIÓN	: Lima, 15 de Junio del 2021
PROYECTO	: Evaluación del pavimento flexible para la implementación de la técnica whitetopping en la avenida Dominicos - San Martín de Porres, Lima - 2021	UBICACIÓN	: Dentro de San Martín de Porres - Provincia de Lima - Departamento de Lima

REFERENCIA DE LA MUESTRA	EQUIPO DE CBR
IDENTIFICACIÓN : C-3M-1	NOMBRE DE EQUIPO : PRENSA DIGITAL DE CBR
DESCRIPCIÓN : 02 Bolsas de polietileno	MARCA / MODELO : TAMEQU POS (Colombia)
PRESENTACIÓN : 02 Bolsa de polietileno	FACTOR DE CELDA : X + 0
CANTIDAD : 50 kg aprox.	ÁREA DEL PISTÓN : 30 Pulg ² e 1935cm ²

**ASTM D 1883
MTC E 132** **CBR DE SUELOS - LABORATORIO (RELACION DE SOPORTE CALIFORNIA)**

CARACTERÍSTICAS FÍSICAS DE MUESTRA				EXPANSION						
Pasante Tamiz 2"	100.0%	Clasif. SUCS	SP - SM	Horas	Lec. Pulg	Expansion	Lec. Pulg	Expansion	Lec. Pulg	Expansion
Pasante Tamiz 3/4"	100.0%	Clasif. ASTHO	A-3	00:00:00	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000
Pasante Tamiz 3/8"	100.0%	Metodo utilizado	A	24:00:00	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000
Pasante Tamiz N°4	96.4%	Máxima densidad seca (gr/cm ³)	1.942	48:00:00	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000
Límite Líquido (%)	NP	Óptimo contenido humedad (%)	8.5	72:00:00	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000
Índice Plástico (%)	NP	Expansion (%)	S/E	96:00:00	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000

CBR	0.1" PENETRACION	0.2" PENETRACION
100%	12.6	17.1
95%	11.4	15.6



COMENTARIO:

- Capacidad de carga de prensa CBR: 10000 lb.

OBSERVACIONES:

- Muestra tomada e identificada por personal técnico de laboratorio.
- Ensayo efectuado al suelo natural.

CHRISTIANA TOMAS
 Ingeniero Civil
 CIP N° 238905

Fecha de emisión : Lima, 30 de Junio del 2021

Tec.: T.G.A.
Rev.: C.G.C.

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

INFORME DE ENSAYO

LABORATORIO DE MECÁNICA DE SUELOS, AGREGADOS, CONCRETO Y ASFALTO

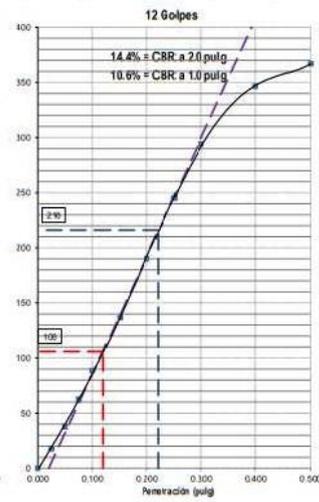
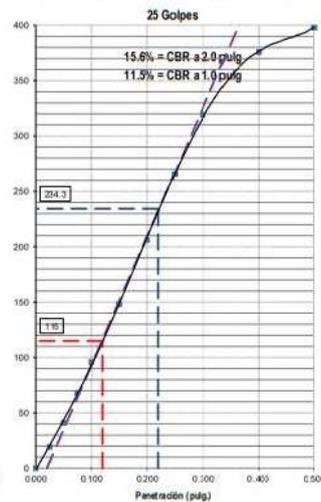
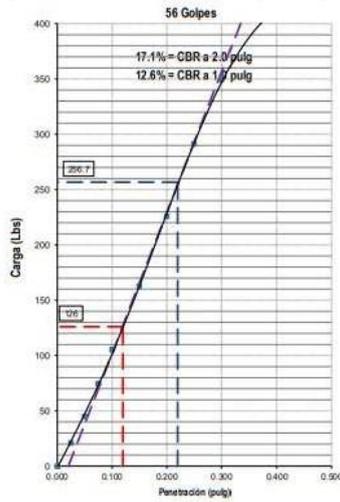
SOLICITANTE : Srta. Sanchez Piedra, Yulisa Lisbet EXPEDIENTE N° : 198-2021/LAB GECAT INGENIERIA SAC
ESTUDIO : Tesis para obtener el título profesional de Ingeniero Civil FECHA RECEPCIÓN : Lima, 15 de Junio del 2021
PROYECTO : Evaluación del pavimento flexible para la implementación de la técnica whitetopping en la avenida Dominicos - San Martín de Porres, Lima - 2021 UBICACIÓN : Distrito de San Martín de Porres - Provincia de Lima - Departamento de Lima

REFERENCIA DE LA MUESTRA	EQUIPO DE CBR
IDENTIFICACIÓN : C-3M-1	NOMBRE DE EQUIPO : PRENSA DIGITAL DE CBR
PROFUNDIDAD : 02 Bolsas de polietileno	MARCA / MODELO : TAMEQUIPOS (Colombia)
PRESENTACIÓN : 02 Bolsa de polietileno	FACTOR DE CELDA : X + 0
CANTIDAD : 50 kg aprox.	AREA DEL PISTON : 3.0 Pulg ² ó 19.35cm ²

ASTM D 1883
MTC E 132

CBR DE SUELOS - LABORATORIO (RELACION DE SOPORTE CALIFORNIA)

DESCRIPCION	COMPACTACION DE ESPECIMENES						PENETRACION DE ESPECIMENES						
	M-10		M-16		M-49		Molde N°	M-10		M-16		M-49	
	Seca	Saturada	Seca	Saturada	Seca	Saturada		Penetra (pulg)	Lec. Dial Lb	Carga Lb/pulg ²	Lec. Dial Lb	Carga Lb/pulg ²	Lec. Dial Lb
N° Golpes por Capa	56 (5 Capas)		25 (5 Capas)		12 (5 Capas)								
Peso Molde + Suelo Humedo	gr	11569	11613	11176	11267	11025	11162	0.000	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0
Peso del Molde	gr	7081	7081	7017	7017	7030.3	7030.3	0.025	62.7	20.9	57.2	19.1	52.7
Peso del Suelo Humedo	gr	4488	4532	4159	4250	3994.7	4131.7	0.050	134.4	44.8	122.7	40.9	113.1
Volumen del Molde	cm ³	2130	2130	2081	2081	2103.9	2103.9	0.075	224.0	74.7	204.5	68.2	188.5
Densidad Humeda	gr/cm ³	2.107	2.128	1.999	2.042	1.899	1.964	0.100	315.5	105.2	287.9	96.0	265.4
Densidad Seca	gr/cm ³	1.942	1.942	1.843	1.843	1.752	1.752	0.150	487.7	162.6	445.1	148.4	410.3
Tarro N°		191	191	297	142	31	453	0.200	677.3	225.8	618.2	206.1	569.8
Tarro + Suelo Humedo	gr	493.7	448.3	479.8	552.7	423.8	548.5	0.250	873.4	291.1	797.2	265.7	734.8
Tarro + Suelo Seco	gr	462.5	417.5	449.8	508.1	399.7	499.7	0.300	1048.1	349.4	956.6	318.9	881.7
Peso del Tarro	gr	95.5	95.5	95.5	95.5	110.3	95.5	0.400	1235.3	411.8	1127.4	375.8	1039.2
Contenido de Humedad	%	8.5	9.6	8.5	10.8	8.3	12.1	0.500	1308.3	436.1	1194.0	398.0	1100.6



COMENTARIO:

- Capacidad de carga de prensa CBR: 10000 lb.

OBSERVACIONES:

- Muestra tomada e identificada por personal técnico de laboratorio.
- Ensayo efectuado al suelo natural.

Fecha de emisión : Lima, 30 de Junio del 2021.

CHRISTIAN TOMAS
GUERRERO CARDENAS
Ingeniero Civil
CIP N° 238605

Tec.: T.G.A.
Rev.: C.G.C.

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

INFORME DE ENSAYO

LABORATORIO DE MECÁNICA DE SUELOS, AGREGADOS, CONCRETO Y ASFALTO

SOLICITANTE	: Sra. Sanchez Piedra, Yulisa Liebet	EXPEDIENTE N°	: 199-3921LAB GECAT INGENIERIA SAC
PROYECTO	: Evaluación del pavimento flexible para la implementación de la técnica whitetopping en la avenida Dominicos - San Martín de Porres, Lima - 2021	FECHA DE RECEPCIÓN	: Lima, 15 de Junio del 2021
ESTUDIO	: Tesis para obtener el título profesional de Ingeniero Civil	UBICACIÓN	: Distrito de San Martín de Porres - Provincia de Lima - Departamento de Lima

REFERENCIA DE LA MUESTRA

IDENTIFICACIÓN	: C-12M-1	PRESENTACIÓN	: 01 Costal de polietileno
PROFUNDIDAD	: 1.80	CANTIDAD	: 5 kg aprox.

NTP 339.128 ANÁLISIS GRANULOMÉTRICO DE SUELOS POR TAMIZADO

Malla	N°	Abertura (mm)	Peso retenido	% Retenido	% Retenido acumulado	% Que pasa
2 1/2"	63.500	0.0	0.0	0.0	100.0	
2"	50.800	0.0	0.0	0.0	100.0	
1 1/2"	38.100	0.0	0.0	0.0	100.0	
1"	25.400	0.0	0.0	0.0	100.0	
3/4"	19.000	0.0	0.0	0.0	100.0	
3/8"	9.500	0.0	0.0	0.0	100.0	
N° 4	4.760	0.0	0.0	0.0	100.0	
N° 10	2.000	0.0	0.0	0.0	100.0	
N° 20	0.840	4.5	0.6	0.6	99.4	
N° 40	0.425	10.6	1.3	1.9	98.1	
N° 60	0.260	22.6	2.8	4.6	95.4	
N° 140	0.106	57.8	7.1	11.8	88.2	
N° 200	0.075	3.2	0.4	12.2	87.8	
- N° 200	ASTM D 1140	-	-	87.8	100.0	-

CARACTERÍSTICAS GENERALES

ASTM D 2488 "Descripción e identificación de suelos"

Grava (Ret N° 4) : 0.0 %
Avena : 12.2 %
Fino (Pas. N° 200) : 87.8 %

NTP 339.127, "Contenido de Humedad"

Cont. De humedad : 23.46 %

NTP 339.129 "Límites de Atterberg"

Límite Líquido (L.L) : 48.66
Límite Plástico (L.P) : 33.33
Índice Plástico (I.P) : 15.52

NTP 339.134, "Clasificación con propósito de ingeniería" (SUCS)

ML
Limo de baja plasticidad

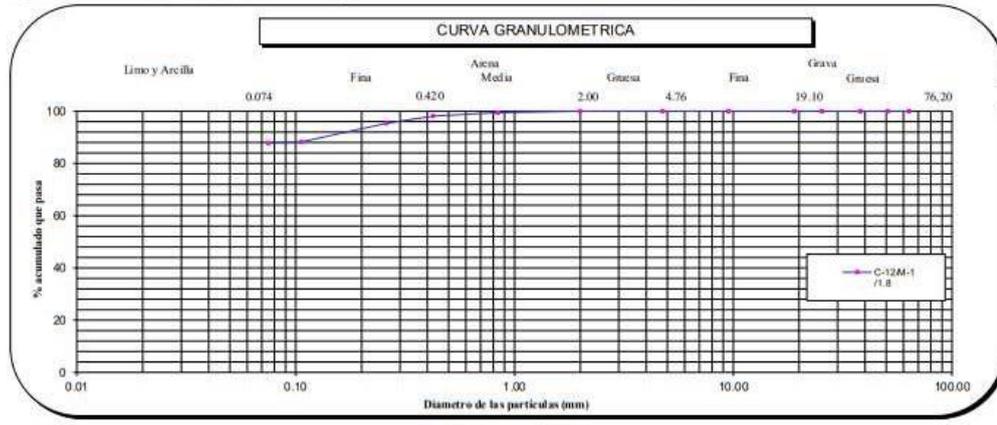
ASTM D 3282, "Clasificación para el uso en vías de transporte" (AASHTO)

A-7-5
Descripción (AASHTO)
MALO



OBSERVACIONES:

- Muestra tomada e identificada por personal de laboratorio.
- Ensayo efectuado al suelo natural.
- El solicitante asume toda responsabilidad del uso de la información contenida en este documento.



Fecha de emisión : Lima, 30 de Junio del 2021 Tec: T.G.A.
Rev: G.G.C

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

Lima 07, Comas - Asociación Vivienda La Paz, Mz.A Lt.6,
Celular : 949704705, 987524080

CHRISTIAN TOMAS
GUERRERO CARDENAS
Ingeniero Civil
CIP N° 238905

INFORME DE ENSAYO

LABORATORIO DE MECÁNICA DE SUELOS, AGREGADOS, CONCRETO Y ASFALTO

SOLICITANTE	: Srta. Sanchez Piedra, Yulisa Lisbet	EXPEDIENTE	: 195-2021/LAB GECAT INGENIERIA SAC
PROYECTO	: Evaluación del pavimento flexible para la implementación de la técnica whitetopping en la avenida Don Nicolás - San Martín de Porres, Lima - 2021	FECHA RECEPCIÓN	: Lima, 15 de Junio del 2021
ESTUDIO	: Tesis para obtener el título profesional de Ingeniero Civil	UBICACIÓN	: Distrito de San Martín de Porres - Provincia de Lima - Departamento de Lima

REFERENCIA DE LA MUESTRA

IDENTIFICACION	: C-12M-1	PRESENTACION	: 01 Costal de polietileno
PROFUNDIDAD	: 1.80	CANTIDAD	: 5 kg aprox.

NTP 339.127 DETERMINACIÓN DEL CONTENIDO DE HUMEDAD DE UN SUELO

DENOMINACIÓN	CONTENIDO DE HUMEDAD	
	E - 1	E - 2
Cápsula N°	320.0	304.0
Peso tara + suelo húmedo (g)	613.8	648.5
Peso tara + suelo seco (g)	509.6	536.9
Peso del Agua (g)	104.2	111.6
Peso de la tara (g)	64.6	62.2
Peso del suelo seco (g)	445.0	474.7
Contenido de Humedad (RESULTADO) (%)	23.42	23.50
	23.46	

OBSERVACIONES:
 - Muestra tomada e identificada por el solicitante.
 - Ensayo efectuado al agregado global natural.


 CHRISTIAN TOMAS
 QUERRERO CARDENAS
 Ingeniero Civil
 CP N° 238505

Fecha de emisión : Lima, 30 de Junio del 2021

Tec: T.G.A.
 Rev: C.G.C.

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

Lima 07, Comas - Asociación Vivienda La Paz, Mz. A Lt. 6,
 Celular : 949704705, 987524080

INFORME DE ENSAYO

LABORATORIO DE MECÁNICA DE SUELOS, AGREGADOS, CONCRETO Y ASFALTO			
SOLICITANTE	: Srta. Sanchez Piedra, Yulsa Libel	EXPEDIENTE	: 198-2021/LAB GECAT INGENIERIA SAC
PROYECTO	: Evaluación del pavimento flexible para la implementación de la técnica whitestopping en la avenida Dominico - San Martín de Porres, Lima - 2021	FECHA RECEPCIÓN	: Lima, 15 de Junio del 2021
ESTUDIO	: Tesis para obtener el título profesional de Ingeniero Civil	UBICACIÓN	: Distrito de San Martín de Porres - Provincia de Lima - Departamento de Lima

REFERENCIA DE LA MUESTRA			
IDENTIFICACION	: C-12/M-1	PRESENTACION	: 01 Costal de polietileno
PROFUNDIDAD	: 180	CANTIDAD	: 5 kg aprox.

ASTM D 1140 MTC E 202	METODO DE ENSAYO PARA DETERMINAR LOS MATERIALES FINOS QUE PASAN EL TAMIZ DE 75µm (N 200) - SUELO
--------------------------	---

DETERMINACION DEL PORCENTAJE PASANTE DEL TAMIZ N°200		
DESCRIPCION	UNIDADES	DATOS
Peso de muestra utilizada seca al horno a 110±5 °C antes del Lavado	(gr)	3716.9
Peso de muestra utilizada seca al horno a 110±5 °C despues del lavado	(gr)	1979.0
Materia Pasante del Tamiz N° 200 por Lavado	(%)	87.8

COMENTARIOS:

- Para el desarrollo del Ensayo se empleo el Tamiz N° 200 (apertura 0.074 mm).

OBSERVACIONES:

- Muestra tomada e identificada por personal tecnico de laboratorio.
- Ensayo efectuado al suelo natural.



CHRISTIAN TOMAS
GUERRERO CARDENAS
Ingeniero Civil
CIP N° 238608

Fecha de emisión : Lima, 30 de Junio del 2021

Tec: T.G.A.
Rev: C.G.C

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

Lima 07, Comas - Asociación Vivienda La Paz, Mz.A L1.6,
Celular : 949704705, 987524080

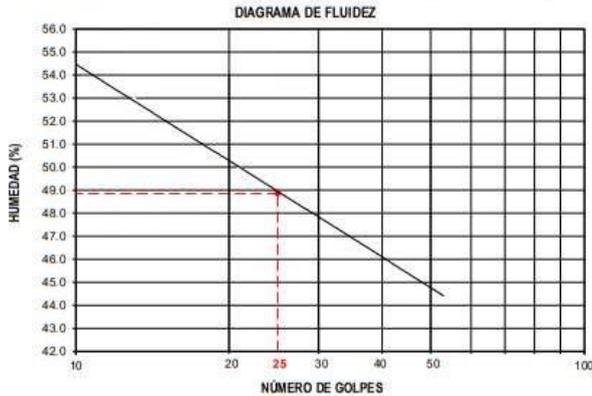
INFORME DE ENSAYO

LABORATORIO DE MECÁNICA DE SUELOS, AGREGADOS, CONCRETO Y ASFALTO			
SOLICITANTE	: Sra. Sanchez Piedra, Yulisa Lisbet	EXPEDIENTE	: 198-2021/LAB GECAT INGENIERIA SAC
PROYECTO	: Evaluación del pavimento flexible para la implementación de la técnica white topping en la avenida Dominicos - San Martín de Porres, Lima - 2021	FECHA RECEPCIÓN	: Lima, 15 de Junio del 2021
ESTUDIO	: Tesis para obtener el título profesional de Ingeniero Civil	UBICACIÓN	: Distrito de San Martín de Porres - Provincia de Lima - Departamento de Lima

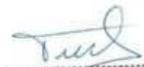
REFERENCIA DE LA MUESTRA			
IDENTIFICACION	: C-12M-1	PRESENTACION	: 01 Costal de polietileno
PROFUNDIDAD	: 1.80	CANTIDAD	: 5 kg aprox.

NTP 339.129 DETERMINACIÓN DEL LÍMITE LÍQUIDO, LÍMITE PLÁSTICO E ÍNDICE DE PLASTICIDAD (TAMIZ N°40)

DESCRIPCIÓN	LÍMITE LÍQUIDO				LÍMITE PLÁSTICO	
	1	2	3	4	1	2
Ensayo N°						
Cápsula N°	182	133	102	94	45	212
Peso cápsula + suelo húmedo (g)	39.12	37.16	36.44	41.7	30.34	33.58
Peso cápsula + suelo seco (g)	31.42	31.01	29.84	34.4	26.33	29.33
Peso del Agua (g)	7.7	6.15	6.6	7.3	4.01	3.75
Peso de la cápsula (g)	16.87	18.69	15.94	18.47	14.45	18.55
Peso del suelo seco (g)	14.55	12.32	13.9	15.93	11.88	11.38
Contenido de humedad (%)	52.9	49.9	47.5	45.8	33.8	33.0
Número de golpes	13	21	32	42		



RESULTADOS DE ENSAYOS	
LÍMITE LÍQUIDO (%)	48.86
LÍMITE PLÁSTICO (%)	33.33
ÍNDICE DE PLASTICIDAD (%)	15.52
COMENTARIOS:	
- Ensayo realizado al material pasante la malla N°40.	
- Ensayo realizado mediante el "MÉTODO DE MULTIPUNTO".	
OBSERVACION:	
- Muestra tomada e identificada por el solicitante.	


 CHRISTIAN TOMAS
 QUERRERO CARDENAS
 Ingeniero Civil
 CIP N° 238805

Fecha de emisión : Lima, 30 de Junio del 2021

Tec: T.G.A.
Rev: C.G.C

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

Lima 07, Comas - Asociación Vivienda La Paz, Mz A Lt 6,
Celular : 949 704705, 987524080

INFORME DE ENSAYO

LABORATORIO DE MECÁNICA DE SUELOS, AGREGADOS, CONCRETO Y ASFALTO			
SOLICITANTE	: Srta. Sanchez Piedra, Yulisa Isabel	EXPEDIENTE	: 188-2021/LAB GECAT INGENIERIA SAC
DIRECCIÓN	: Tesis para obtener el título profesional de Ingeniero Civil	FECHA RECEPCIÓN	: Lima, 15 de Junio del 2021
PROYECTO	: Evaluación del pavimento flexible para la implementación de la técnica white topping en la avenida Dominicos - San Martín de Porres, Lima - 2021	UBICACIÓN	: Distrito de San Martín de Porres - Provincia de Lima - Departamento de Lima

REFERENCIAS DE LA MUESTRA			
IDENTIFICACION	: C-12M-1	PRESENTACION	: 02 Costal de polietileno
PROFUNDIDAD	: 1.80	CANTIDAD	: 50 Kg. Aprox

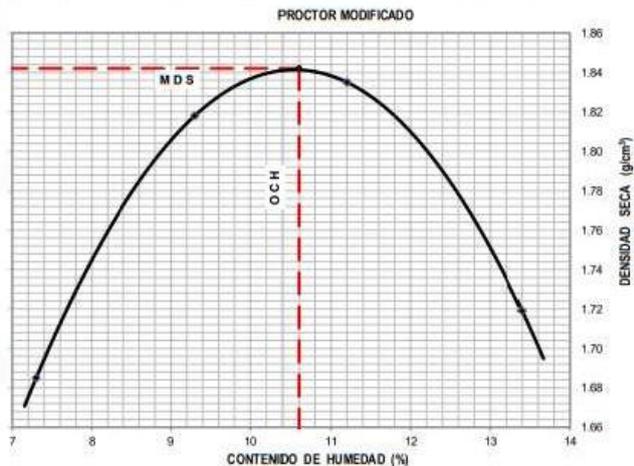
ASTM D 1557 MTC E 115	PROCTOR MODIFICADO
--------------------------	--------------------

ITEM	DESCRIPCION	UNIDAD	ENSAYO							
			E-1		E-2		E-3		E-4	
1	Peso Suelo Humedo + Molde	gr	7083.0		7455.0		7565.0		7377.0	
2	Peso del Molde	gr	3312.0		3312.0		3312.0		3312.0	
3	Peso Suelo Humedo	gr	3771.0		4143.0		4253.0		4065.0	
4	Volumen del Molde	cm ³	2085.2		2085.2		2085.2		2085.2	
5	Densidad Suelo Humedo	gr/cm ³	1.808		1.987		2.040		1.949	
6	Tarro N°	-	252	10	540	294	397	443	54	20
7	Peso Suelo Humedo + Tarro	gr	445.3	510.3	505.0	455.4	620.0	425.3	534.8	469.8
8	Peso Suelo Seco + Tarro	gr	421.2	480.9	470.8	425.9	563.7	389.2	487.5	424.0
9	Peso del Tarro	gr	85.9	85.7	89.1	115.1	57.3	70.7	126.3	86.1
10	Peso del Agua	gr	24.1	29.4	34.2	29.5	56.3	36.1	47.3	45.8
11	Peso Suelo Seco	gr	335.3	395.2	381.7	310.8	506.4	318.5	361.2	337.9
12	Contenido de Humedad	%	7.2	7.4	9.0	9.5	11.1	11.3	13.1	13.6
13	Promedio de Humedad	%	7.3		9.3		11.2		13.4	
14	Densidad del Suelo Seco	gr/cm ³	1.685		1.818		1.835		1.719	

DATOS DESARROLLO DE ENSAYO	
Altura de caída del pistón :	45.7 cm
Peso del Pistón	4.5 Kg
Volumen del Molde	2085.24 gr/cm ³
N° de Capas	5
Energía de Compactación Modificada	27.4 kg-cm/cm ³
Número de Golpes / Capa	25

GRADACION DE MUESTRA		
Serie Americana	Ret. Paric (%)	Pasa (%)
3"	0.0	100.0
2"	0.0	100.0
3/4"	0.0	100.0
3/8"	0.0	100.0
N°4	0.0	100.0
<N°4	100.0	0.0

RESULTADO	
SUCS	ML/Limo de baja plasticidad
MÉTODO	A
MDS	1.842 gr/cm ³
OCH	10.60 %



DATO:
- M.D.S. = Máxima Densidad Seca; O.C.H. = Óptimo Contenido de Humedad.

OBSERVACIONES:
- Muestra proporcionada e identificada por el Solicitante.

CHRISTIAN TOMAS
GUERRERO CARDENAS
Ingeniero Civil
CIP N° 238805

Fecha de emisión : Lima, 30 de Junio del 2021

Tec: T.G.A.
Rev: C.G.C.

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

INFORME DE ENSAYO

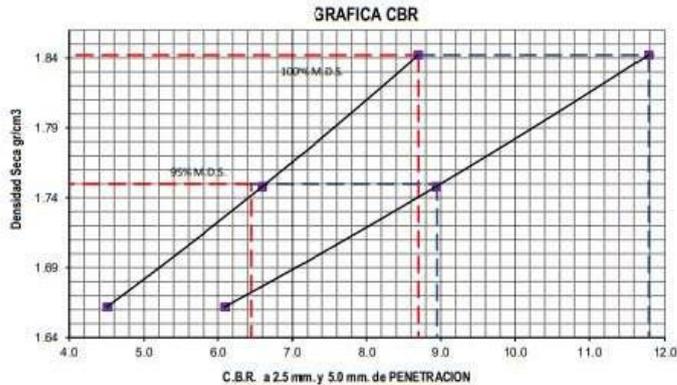
LABORATORIO DE MECÁNICA DE SUELOS, AGREGADOS, CONCRETO Y ASFALTO			
SOLICITANTE	: Srta. Sanchez Piedra, Yulisa Lisbet	EXPEDIENTE	: 198-2021/LAB GECAT INGENIERIA SAC
ESTUDIO	: Tesis para obtener el título profesional de Ingeniero Civil	FECHA DE RECEPCIÓN	: Lima, 15 de Junio del 2021
PROYECTO	: Evaluación del pavimento flexible para la implementación de la técnica whitetopping en la avenida Dominicos - San Martín de Porres, Lima - 2021	UBICACIÓN	: Distrito de San Martín de Porres - Provincia de Lima - Departamento de Lima

REFERENCIA DE LA MUESTRA	EQUIPO DE CBR
IDENTIFICACIÓN : C-12M-1	NOMBRE DE EQUIPO : Prensadigital de CBR
DESCRIPCIÓN : 02 Bolsas de polietileno	MARCA / MODELO : TAMIEQUIPOS (Colombia)
PRESENTACIÓN : 02 Bolsa de polietileno	FACTOR DE CELDA : X = 0
CANTIDAD : 50 kg aprox.	AREA DEL PISTON : 3.0 Pulg ² ó 19.35cm ²

ASTM D 1883 MTC E 132 CBR DE SUELOS - LABORATORIO (RELACION DE SOPORTE CALIFORNIA)

CARACTERISTICAS FISICAS DE MUESTRA				EXPANSION						
				Horas	Lec. Pulg	Expansion	Lec. Pulg	Expansion	Lec. Pulg	Expansion
Pasante Tamiz 2"	100.0%	Clasif. SUCS	ML	00:00:00	0.042	0.000	0.045	0.000	0.032	0.000
Pasante Tamiz 3/4"	100.0%	Clasif. AASTHO	A-7.5	24:00:00	0.049	0.142	0.052	0.159	0.045	0.285
Pasante Tamiz 3/8"	100.0%	Metodo utilizado	A	48:00:00	0.055	0.285	0.060	0.318	0.058	0.569
Pasante Tamiz N°4	100.0%	Maxima densidad seca (gr/cm ³)	1.842	72:00:00	0.062	0.427	0.067	0.476	0.071	0.854
Límite Líquido (%)	48.9	Óptimo contenido humedad (%)	10.6	96:00:00	0.068	0.569	0.074	0.635	0.084	1.139
Índice Plástico (%)	15.5	Expansion (%)	0.57							

CBR	0.1" PENETRACION	0.2" PENETRACION
100%	8.7	11.8
95%	6.5	9.0



COMENTARIO:
- Capacidad de carga de prensa CBR: 10000 lb.

OBSERVACIONES:
- Muestra tomada e identificada por personal técnico de laboratorio.
- Ensayo efectuado al suelo natural.

CHRISTIAN TOMAS
 GUERRERO CARDENAS
 Ingeniero Civil
 CIP N° 238905

Fecha de emisión : Lima, 30 de Junio del 2021

Tec: T.G.A.
Rev: C.G.C.

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

Lima 07, Comas - Asociación Vivienda La Paz, Mz A Lt.6,
Celular : 945704705, 987524080

INFORME DE ENSAYO

LABORATORIO DE MECÁNICA DE SUELOS, AGREGADOS, CONCRETO Y ASFALTO

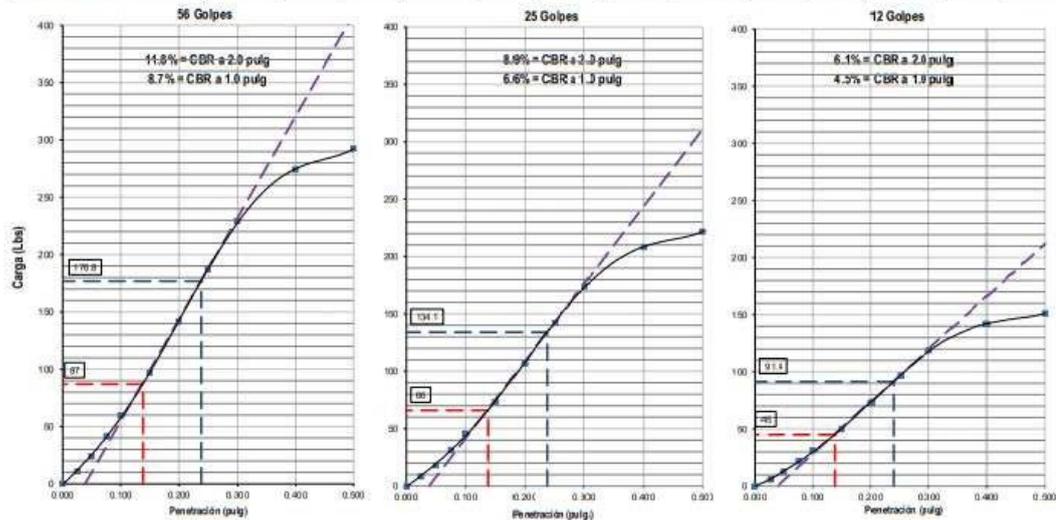
SOLICITANTE	: Sra. Sanchez Pedra, Yulisa Lisbet	EXPEDIENTE N°	: 198-2021/LAB GECAT INGENIERIA SAC
ESTUDIO	: Tesis para obtener el título profesional de Ingeniero Civil	FECHA RECEPCIÓN	: Lima, 15 de Junio del 2021
PROYECTO	: Evaluación del pavimento flexible para la implementación de la técnica whitto pping en la avenida Dominicos - San Martín de Porres, Lima - 2021	UBICACIÓN	: Distrito de San Martín de Porres - Provincia de Lima - Departamento de Lima

REFERENCIA DE LA MUESTRA	EQUIPO DE CBR
IDENTIFICACIÓN : C-12M-1	NOMBRE DE EQUIPO : PRENSA DIGITAL DE CBR
PROFUNDIDAD : 02 Bolsas de polietileno	MARCA/ MODELO : TAMEQUIPOS (Colombia)
PRESENTACIÓN : 02 Bolsas de polietileno	FACTOR DE CELDA : X + 0
CANTIDAD : 50 kg aprox.	AREA DEL PISTON : 3.0 Pulg ² ó 19.35cm ²

ASTM D 1883
MTC E 132

CBR DE SUELOS - LABORATORIO (RELACION DE SOPORTE CALIFORNIA)

DESCRIPCION	COMPACTACION DE ESPECIMENES						PENETRACION DE ESPECIMENES						
	M-9		M-26		M-46		M-9		M-26		M-46		
Condición de la Muestra:	Seca	Saturada	Seca	Saturada	Seca	Saturada	Penetra. (pulg)	Lec. Dial Lb	Carga Lb/pulg ²	Lec. Dial Lb	Carga Lb/pulg ²	Lec. Dial Lb	Carga Lb/pulg ²
N° Golpes por Capa	56 (5 Capas)		25 (5 Capas)		12 (5 Capas)								
Peso Molde + Suelo Humedo gr	11348	11409	11124	11225	10668	11005	0.000	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0
Peso del Molde gr	7058	7058	7039.3	7039.3	7029.1	7029.1	0.025	327	10.9	24.8	8.3	16.9	5.6
Peso del Suelo Humedo gr	4290	4351	4084.7	4185.7	3838.9	3975.9	0.050	719	24.0	54.5	18.2	37.2	12.4
Volumen del Molde cm ³	2105	2105	2113	2113	2090.4	2090.4	0.075	124.9	41.3	94.8	31.6	64.6	21.5
Densidad Humeda g/cm ³	2.038	2.067	1.933	1.981	1.835	1.902	0.100	179.3	69.3	136.0	45.3	92.8	30.9
Densidad Seca g/cm ³	1.842	1.842	1.748	1.748	1.662	1.662	0.150	290.7	96.3	220.5	73.5	150.3	50.1
Tarro N°	577	530	339	266	388	313	0.200	423.6	141.2	321.4	107.1	219.1	73.0
Tarro + Suelo Humedo gr	416.4	531.6	405.6	417.2	397.0	454.4	0.250	561.8	187.3	426.2	142.1	290.6	96.9
Tarro + Suelo Seco gr	385.6	484.1	375.9	379.4	368.4	409.2	0.300	687.6	229.2	521.6	173.9	356.6	118.5
Peso del Tarro gr	95.5	95.5	95.5	95.5	95.5	95.5	0.400	823.4	274.5	624.6	208.2	426.9	142.0
Contenido de Humedad %	10.6	12.2	10.6	13.3	10.5	14.4	0.500	877.2	292.4	665.4	221.8	453.7	151.2



COMENTARIO:

- Capacidad de celda de prensa CBR: 10000 lb.

OBSERVACIONES:

- Muestra tomada e identificada por personal técnico de laboratorio.
- Ensayo efectuado al suelo natural.

Fecha de emisión : Lima, 30 de Junio del 2021

[Firma]
CHRISTIAN TOMAS
QUENREDO CARDENAS
Ingeniero Civil
CIF N° 238805

Téc: T.G.A.
Rev: C.G.C.

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