



UNIVERSIDAD CÉSAR VALLEJO

FACULTAD DE INGENIERÍA Y ARQUITECTURA

ESCUELA ACADÉMICO PROFESIONAL DE INGENIERÍA CIVIL

Whitetopping en el pavimento flexible de la av. Central progresiva 00+00 al 04+300 en
San Juan de Lurigancho, 2019.

TRABAJO DE INVESTIGACIÓN PARA OBTENER EL GRADO ACADÉMICO DE:

Bachiller en Ingeniería Civil

AUTORES:

Lázaro Zeta, Paul Martin (ORCID: 0000-0002-0258-1334)

Ortiz Morón, Mildred Priscilla (ORCID: 0000-0002-9877-3313)

Rojas Sempertegui, Joselito (ORCID: 0000-0003-4521-5278)

ASESORA:

García Alvarez, María Ysabel (ORCID: 0000-0001-8529-878X)

LÍNEA DE INVESTIGACIÓN:

Diseño de Infraestructura Vial

LIMA – PERÚ

2019

DEDICATORIA

A Dios, por darnos los dones y talentos que nos permitieron emprender esta carrera.

A nuestros padres, por el esfuerzo y apoyo que nos brindan día a día para seguir adelante.

A nuestros amigos que, con su ayuda, aliento y perseverancia, nos enseñaron a que sí se puede lograr los objetivos planteados.

ÍNDICE

Dedicatoria	ii
Índice	iii
Resumen	iv
Abstract	v
Introducción	1
Marco metodológico	15
Matriz de operacionalización	18
Población, muestra y muestreo	23
Resultados	26
Discusiones	38
Conclusiones	41
Bibliografía	42
Anexos	46

RESUMEN

La presente investigación que tiene como título “WHITETOPPING EN EL PAVIMENTO FLEXIBLE DE LA AV. CENTRAL PROGRESIVA 00+00 AL 04+300 EN SAN JUAN DE LURIGANCHO, 2019”.se desarrolló con el propósito de plantear una alternativa eficiente para la rehabilitación del pavimento flexible existente en la Av. Central San Juan de Lurigancho empleando el whitetopping, que ayudará a la rehabilitación en la vía que puede presentar fallas funcionales y estructurales en el pavimento flexible existente, incrementando su vida útil, minimizando el alto precio en mantenimientos, mejorando las alteraciones ya sea en los contornos longitudinales y transversales, perfeccionando el nivel de servicio, por ello, llegando a una máxima facilidad de los beneficiados y por consiguiente la minimización de los precios en operación.

Para mejor detalle, para el diseño de la sobre carpeta de concreto “whitetopping” primordialmente va a depender de qué tipo de intervención se va a realizar, ya que se puede diseñar la sobre carpeta por dos tipos: whitetopping adherido y no adherido, la elección del tipo de whitetopping se empleará en basa al tipo de intervención que se realizará en la vía. Es de mucha importancia mencionar que para la presente investigación hemos obtenido como fundamental el uso del primer grupo de la selección mencionada, whitetopping, para aplicada a la realidad en la av. Central progresiva 00+00 - 04+0300 San Juan de Lurigancho, para realizar un diseño de la carpeta con el propósito de dar una solución de mejora según lo propuesto inicialmente.

El presente trabajo se realizó a un análisis preliminar, que consta en la evaluación del pavimento asfáltico (existente), para saber el tipo de intervención que se realizará y también el tipo de sobre carpeta que se usará, para ello se realizó el método del PCI, el cual nos dio como resultado la rehabilitación. Gracias a ello se pudo determinar el tipo de whitetopping a emplear que será de tipo no adherido ya que la intervención de la vía es una rehabilitación. Para el diseño de la sobre carpeta se empleó la metodología AASHTO y un breve detalle de la dosificación de mezcla, esto nos permitirá conocer el procedimiento anticipado que se realizará para la colocación de la sobre carpeta.

Palabras clave: WHITETOPPING, PCI, AASHTO 93, A.C.I

ABSTRACT

This research is entitled “WHITETOPPING EN EL PAVIMENTO FLEXIBLE DE LA AV. CENTRAL PROGRESIVA 00+00 AL 04+300 EN SAN JUAN DE LURIGANCHO, 2019” Was developed with the purpose of proposing an efficient alternative for the rehabilitation of the existing flexible pavement in Av. Central San Juan de Lurigancho using the whitetopping, which will help the rehabilitation in the road that can present functional and structural failures in the existing flexible pavement, increasing its useful life, minimizing the high price in maintenance, improving the alterations either in the longitudinal and transverse contours, improving the level of service, therefore, reaching a maximum ease of the beneficiaries and consequently the minimization of operating prices.

For better detail, for the design of the whitetopping concrete folder envelope, it will primarily depend on what type of intervention is going to be performed, since the folder envelope can be designed by two types: whitetopping adhered and not adhered, the choice The type of whitetopping will be used based on the type of intervention that will be performed on the road. It is very important to mention that for the present investigation we have obtained as fundamental the use of the first group of the mentioned selection, whitetopping, for applied to the reality in the av. Central progressive 00 + 00 - 04 + 0300 San Juan de Lurigancho, to make a design of the folder with the purpose of giving an improvement solution as initially proposed.

The present work was carried out to a preliminary analysis, which consists in the evaluation of the asphalt pavement (existing), to know the type of intervention that will be carried out and also the type of envelope folder that will be used, for this the PCI method was performed, which resulted in rehabilitation. Thanks to this, it was possible to determine the type of whitetopping to be used that will be of the non-adhered type since the intervention of the route is a rehabilitation. For the design of the folder envelope, the AASHTO methodology was used and a brief detail of the mixing dosage, this will allow us to know the anticipated procedure that will be carried out for the placement of the folder envelope.

Keywords: WHITETOPPING, PCI, AASHTO 93, A.C.I

INTRODUCCIÓN

Con el pasar de los años, en diferentes países se ha visto variedades de factores que afectan las vías que como el clima, el tránsito, etc.; siendo su principal causa su empleo a lo largo del tiempo, generando diversos tipos de deterioros, como: los agrietamientos, ahuellamientos, entre otros; que afectan directamente a la vida útil de la vía y principalmente a la viabilidad de la misma. En la actualidad, existen varios daños que se pueden apreciar en los pavimentos asfálticos existentes, en la cual, hoy en día se cuenta con nuevas técnicas para dar una solución eficiente a los diversos tipos de deterioros que pueden presentar las vías. Un recurso que se está empezando a emplear para mejorar las fallas mencionadas anteriormente, es el recapeo o sobre carpetas de concreto en la totalidad de la arteria afectada, teniendo en cuenta que esta técnica se aplica en vías que funcionalmente no estén en buen estado, pero estructuralmente sí.

En el presente trabajo nos enfocaremos en la Av. Central del distrito de San Juan de Lurigancho, siendo una vía que actualmente se encuentra en deplorable situación, presentando zonas dañadas y parchadas el cual dificulta el idóneo tránsito vehicular generando diversas complicaciones para: el tráfico, las personas que se ven afectados por el polvo que estas generan en la vía según su condición, también por el ruido de las bocinas que causan estos vehículos por querer avanzar y llegar pronto a su destino, como se aprecia en lo anteriormente mencionado, el mal estado de la vía ocasiona daños tanto al vehículo como a las personas, el cual generan gastos que se pueden evitar, entre otros.

Teniendo en cuenta las dificultades que causan los diversos tipos de fallas en la vía estudiada, se hace una propuesta de manera descriptiva que la técnica “whitetopping” es la más eficiente alternativa para la intervención de la vía, siendo un boom de mejora continua y puede ser usado tanto como en carreteras primarias y secundarias, aeropuertos, parqueos, etc. Este tipo de rehabilitación en pavimentos flexibles existentes, consiste en una sobre carpeta de concreto rígido que se coloca sobre el asfalto existente, ya que este ha sufrido daños por presencia de agrietamientos causados por los vehículos, o mal diseño de asfaltos, también por factores como el agua o las condiciones climáticas, entre otros. En la presente investigación se presenta el whitetopping para su solución eficaz y novedosa en nuestro país, ya que es en su mayor aplicación es para los pavimentos flexibles degradados o deteriorado en el cual se coloca el sistema whitetopping, garantizando la viabilidad y mejora en las partes beneficiadas.

OBJETIVO GENERAL:

- Detallar el diseño de la sobre carpeta whitetopping en el pavimento flexible de la Av. central km 00+00 al 04+300 en san juan de Lurigancho, 2019.

OBJETIVOS ESPECÍFICOS:

- Plantear el whitetopping como una alternativa de rehabilitación solución eficiente en la Av. central en San Juan de Lurigancho.
- Desarrollar un estudio de las ventajas para la utilización de la del whitetopping en el pavimento flexible de la Av. central en San Juan de Lurigancho.
- Precisar la dosificación a emplear para la utilización de la técnica whitetopping para esta vía
- Especificar los tipos de fallas que existen en el tramo a estudiar

PROBLEMÁTICA:

Problemática general:

¿Cómo mejorar de forma eficiente las fallas que se presenta en el pavimento asfáltico existente en la Av. Central, San Juan de Lurigancho?

Problemas específicos:

¿Cómo beneficiaría la aplicación del whitetopping en la Av. Central, San Juan Lurigancho?

¿Cuáles son los tipos de desperfectos considerables que afecta el pavimento asfáltico existente?

¿Cómo llevar a cabo el diseño de mezcla para la aplicación del whitetopping?

¿De qué forma funcionaría la aplicación del whitetopping en el pavimento asfáltico existente?

HIPÓTESIS GENERAL:

Se puede observar la realidad de la vía de estudio que no se encuentra en un adecuado estado, por ende, una opción de rehabilitación para dicha vía es el Whitetopping, que es una alternativa innovadora y eficiente que brinda una solución oportuna frente a las deficiencias como las fallas existentes de la vía.

ANTECEDENTES NACIONALES

ANGÉLICA & GEYLI, 2018) en su investigación que lleva como título. Aplicación de la técnica whitetopping en la evaluación del pavimento flexible. Estableció como objetivo general; empleo de la técnica de Whitetopping en el estado del pavimento flexible. Este estudio presenta un enfoque cuantitativo de tipo explicativa aplicada tanto como para en campo y laboratorio. Con la necesidad de obtener el diseño del grosor, en primer lugar, se tenía que saber en qué situación estaba el pavimento ya existente, para ello se ejecutó la evaluación de deflectometría por medio de las deflexiones con el equipo de Benkelman. Por otro lado; se realizó el estudio de tráfico, la cual nos indica que el día de mayor flujo de vehículos fue martes 11 de septiembre del 2018, cuya información preliminar nos permitió determinar el Índice Medio Diario. Las conclusiones finales fueron las siguientes: se precisó que los factores físicos y mecánicos de la superficie se obtuvo una subrasante según SUCS SC-SM (Arcilla Arcillosa y Arena Limosa) y según AASHTO A-4 (1). Con un contenido de humedad natural de 10.1% y un CBR promedio de 11.9%. Con respecto al estudio de tráfico, se procedió con el conteo vehicular por cada dirección de la vía, donde se obtuvo un ESAL 2'492,375.27 EE o 2.5 x 10⁶ EE.

(Ureta, 2018) En su investigación que lleva por título: Utilización de ultra-thin whitetopping como método de rehabilitación de pavimentos asfálticos en la ciudad de Tacna. Teniendo por finalidad, plantear la recuperación total de la carretera de esta misma localidad, por medio de la técnica whitetopping a los pavimentos asfálticos que se encuentren en situaciones no adecuadas, estando como la mejor opción viabl. El estudio, se encuentra enfocada en una evaluación por ende es cuantitativa y experimental mediante sus variables con el fin de cumplir los objetivos propuestos. Entre sus resultados podemos resaltar que la el whitetopping es una manera de rehabilitación sostenible, también se llegó a demostrar por diversos estudios los beneficios que presenta dicho sistema constructivo y que es aplicable en la ciudad de Tacna.

Según Leguia Loarte & Pacheco Risco (2016), en su investigación reciente: Evaluación del pavimento flexible por el método PCI en las vías arteriales: Cincuentenario, Colón y Miguel Grau (Lima/Huaura/Huacho). Dicho informe tiene como objetivo principal revisar y analizar una evaluación de manera superficial del pavimento asfáltico de las vías referidas en el título, con la finalidad de conocer el estado de dichas arterias. El enfoque de este estudio es mixto debido a que es de tipo cualitativo y cuantitativo debido a que se obtendrán resultados descriptivos y numéricos. Entre sus resultados más destacados resaltantes son: las avenidas presentan los tres tipos de severidad en la cual se desarrolló en el pavimento asfáltico, además empleando el método PCI nos indica que son vías que se encuentran en un estado regular.

(Abel, 2017) en su trabajo de investigación que tiene como título “Rehabilitación de pavimentos asfálticos con la aplicación de capas de concreto “whitotopping” en la calle Moquegua, distrito Omate– Moquegua, 2017” teniendo como objetivo principal: Desarrollar cómo interviene el empleo de concreto hidráulico más conocido como Whitotopping con la finalidad de rehabilitar los pavimentos asfálticos en la Calle Moquegua del distrito de Omate. La actual investigación es cuantitativa se optará por un estudio de datos, los cuales servirán para efectuar las valoraciones referentes de los resultados adquiridos en el laboratorio. Entre los resultados se consiguió precisar que el pavimento de la vía señalada se encuentra en una mala condición, por lo tanto, se realizó la utilización de capas de concreto Whitotopping en la Calle Moquegua del distrito de Omate – 2017”.

ANTECEDENTES INTERNACIONALES:

(Romero, 2018) en su tesis titulada. Caracterización de la adherencia en refuerzos de Ultra-Thin Whitotopping (UTW) (Master's thesis, Universitat Politècnica de Catalunya). Presentó como propósito principal: precisar las propiedades más resistentes de diferentes técnicas de adherencia entre mezcla bituminosa y el hormigón, para lograr asegurar una prolongada vida útil en los pavimentos whitotopping. Este documento se precisó una campaña experimental en laboratorio de tecnología de estructuras para construir un pavimento de hormigón sobre asfalto. Entre los productos obtenidos de la información más relevantes se logró el ensayo pull-out en el cual se precisó el esfuerzo máximo a tracción donde se sujeta a la deformación longitudinal. La conclusión principal tenemos: las probetas que no tuvieron tratamiento fueron las que

mostraron alta resistencia a la tracción de 0,56 MPa. En el caso de las probetas de Asfalto-Sin tratamiento presentaron una gran resistencia mayor de corte de 1,12 MPa.

(Mateos, Harvey, & Paniagua, 2015) En su investigación titulada. Desarrollo de pautas y diseños mejorados para el pavimento Whitetopping. Estableció como objetivo: identificar elementos críticos en el diseño de enlaces delgados superposiciones de hormigón sobre asfalto. Sus Elementos de investigación fue un del Plan Estratégico del Centro de Investigación del Pavimento a Desarrollar las mejoras de Diseño. Entre sus resultados más resaltantes tenemos: La capa blanca delgada, también conocida como superposición de concreto aglomerado delgado sobre asfalto (BCOA), es una rehabilitación alternativa que consiste en una superposición de concreto portland cemento (PCC) de 0.33 a 0.58 pies (100 a 175 mm) de espesor de un pavimento existente flexible o compuesto. Se ha utilizado en carreteras y caminos convencionales en varios Estados. Se concluyó: La diferencia viene de Acción compuesta de la superposición de PCC y la base de asfalto. Aunque existe esta diferencia en la mecánica, no tiene condujo al uso de diferentes mezclas de PCC para BCOA delgado.

(PEDRO, 2015) En su investigación titulada. Análisis del tráfico vehicular en la av. la ferroviaria desde el distribuidor de tráfico (tren) hasta la parroquia el cambio. Estableció como objetivo: Precisar la cuantificación del tráfico vehicular por medio de estaciones de conteo para ser empleado en el diseño geométrico y estructural de la arteria. Este documento se planteó el estudio de tráfico vehicular basada en la medición. Entre sus resultados se obtuvo 7474 vehículos livianos al día y 1825 vehículos pesados al día. Se concluyó que la gran mayoría de vehículos pesados son de 2 ejes con doble llanta como buses volquetes y tanqueros de agua registrados por la estación de la vía ferroviaria.

(ENCISO, 2017) En su investigación titulada. Alternativas de rehabilitación vial para la CL 144 entre CR 51 y CR 53, localidad Suba- Bogotá. Precisó como objetivo: determinar que opciones para la solución para la rehabilitación de la vía de la CL 144 entre CR 51 y CR 53 son más factibles. La presente investigación es de tipo cuantitativa se optará una evaluación de los datos, el cual permitió determinar si requiere una rehabilitación. Entre sus resultados que presentan mayor relevancia del contenido, fue la rehabilitación básicamente de concreto (Whitetopping),

señalando que es la alternativa más costosa y de construcción un poco complicada, por lo cual implica cierre de la vía durante el tiempo de curado del concreto, pero se dijo q esta rehabilitación tendría más tiempo de vida o durabilidad. La tesis finalizó, que la alternativa que se emplee para la rehabilitación no solo depende de una única variable, sino de un estudio en conjunto para lograr una mejor utilidad y calidad.

(MENESES y CASTRO, 2012) en su investigación titulada. Seguimiento al diseño y construcción de super whitetopping en la vía calle 81 entre carrera 7 a 11 en la ciudad de Bogotá d.c. Estableció como objetivo: Ejecutar un seguimiento al diseño y de la técnica constructiva en las diversas actividades que presente la construcción, con los diversos documentos, presentando un parte, donde quede precisado los antecedentes por cada etapa. “monitoreo al diseño y construcción de super whitetopping en la vía calle 81 entre carrera 7 a 11 en la capital de Bogotá d.c.”. La presente investigación de enfoque cuantitativo ya se realizará un análisis que se obtendrán mediante ensayos para aplicarlo en su ejecución final. En sus resultados que sostiene de la investigación es que su espesor final de la carpeta rígida se obtuvo un espesor de 19 cm, con pasador de 4.3 Mpa. Concluyó que el Whitetopping necesita para que ser eficaz en su empleo, que los deterioros de la estructura ya existente se encuentren en la superficie, por ende, esto permitirá servir como un soporte al pavimento rígido. La rehabilitación a través del whitetopping teniendo un costo inicial elevado, pero la intervención menor como los mantenimientos es muy poco, lo que resulta principalmente favorable en lugares donde los deterioros del pavimento flexible ocasionados principalmente por los vehículos que frenan y arrancan repetidamente, afectan la vida útil del pavimento en estudio.

JUSTIFICACIÓN

Teórica: Según Bernal, (2012). Se realiza cuando la finalidad de un determinado estudio es causar recomendación, generando así el debate académico sobre el conocimiento que existe. Comparar una teoría, verificar resultados. En nuestro trabajo se realiza una comparación de la carpeta asfáltica y rígida para observar cual tiene mejor resistencia y durabilidad, el cual se dedujo que la capeta rígida es más consistente y tiene de 20 a 30 años de vida útil.

Práctica: Según Bernal, (2012). Se debe de realizar cuando el avance de la investigación apoya a solucionar un problema o lo mínimo, plantea estrategias que al emplearse ayuden a solucionarlo. En nuestra investigación según los estudios realizados, obtuvimos como resultado diseñar el whitetopping ya que es una carpeta rígida que va a solucionar los problemas encontrados para garantizar la viabilidad y su calidad económica la cual va a tener una vida útil de 20 años.

Metodológica: Según Bernal, (2012). Se realiza cuando la investigación que se va estudiar se plantea en un nuevo proceso o nueva forma para adquirir conocimiento verdadero y confiable. En nuestra investigación se hizo uso de herramientas como instrumento para realizar y validar datos del objeto de estudio para poder dar énfasis del criterio y que nuestros resultados tengan validez, estos parámetros están incluidos la norma AASHTO.

VIABILIDAD

El presente proyecto es factible porque va a beneficiar a la población en cuando a la calidad de vida, y a que este tipo de pavimento no requiere de mucho trabajo por lo que se aplica sobre el pavimento existente, excepto en las zonas donde la capa existente está muy deteriorada el cual se mejorara sus propiedades, también tiene un tiempo de vida útil de 20 hasta los 30 años aproximadamente y requiere de poco mantenimiento debido a su propiedad, por otro lado también es un pavimento reflectivo que no requiere de mucha luminosidad por ende es un ahorro.

TEORÍAS RELACIONADAS AL TEMA.

Gestión de la infraestructura vial de carreteras: según (Ministerio de Transporte y Comunicaciones, 2016). Es la actividad de verificar la infraestructura vial del SINAC, mediante de las actividades de diseño, ejecución, mantenimiento, y operación, incluso la conservación de la integridad física del derecho de vía (DS 034-2008-MTC, Art 6°), esto quiere decir que las carreteras en funcionamiento deben estar en un buen estado ya que para esto se realiza durante su vida operacional mantenimientos el cual son necesarias para que estas estén conservadas, en el caso que presenten fallas se realizaran ensayos, estudios otros para diagnosticar si se realiza un mantenimiento, rehabilitación o en todo caso su reconstrucción. Nuestra línea de investigación diseño de infraestructura vial está relacionado con mi tema de investigación por lo que realizaremos un nuevo diseño de la carpeta y tenga más durabilidad y un buen servicio.

Método del PCI. (Rondón y Reyes, 2015) indica que “La evaluación del pavimento con este método está basada en la inspección de manera visual, brindando confiabilidad estadística de datos obtenidos y suministrando información verídica sobre las fallas que observa en el pavimento, Tipifica por medio de escalas que varía 1 desde 0 (muy mal estado) hasta 100 (perfecto estado).

Este método permite evaluar el pavimento de manera visual las fallas en el pavimento deteriorado; rescatar la profundidad de la falla, así como también la longitud y el ancho para luego con cálculos numéricos llegamos a verificar él es estado que se encuentra el pavimento en estudio.

Método del diseño AASHTO 93. (Manual de Carreteras, 2013) indica que la metodología AASHTO nos señala que, para una ejecución nueva, el pavimento empieza a presentar un servicio de alto nivel. Con el paso del tiempo, y con el aumento de la carga vehicular, el ras de servicio bajo. En el proceso se presenta un nivel de servicio final, donde se debe conservar al terminar el periodo de diseño. Por medio de un método preciso, se logran espesores de la carpeta rígida hasta que la ecuación AASHTO 93 alcance al equilibrio.

ESALs: (Manual de Carreteras, 2013) El periodo esta junto a la medida del tránsito mezclado en ese ciclo para la calzada a diseñar. El ciclo de diseño mínimo adecuado es de 20 años de vida útil.

La particularidad propia del procedimiento de la metodología AASHTO 93 es la disminución del producto del tránsito comenzando por la definición de ejes equivalentes. En resumen, varía la totalidad de las cargas para cada tipo de vehículo que transitan para la vía a tratar.

Estudio del tránsito vehicular: (Sánchez y Campagnoli, 2016) nos indica que “Para determinar el estudio de tránsito se requiere calcular la cantidad de ejes equivalentes que transitan por cada carril a diseñar; por lo tanto, los vehículos escogidos para el diseño de los vehículos de carga pesada (buses y camiones) son denominados los comerciales por la ingeniería de pavimentos” P, 77.

Realizar un monitoreo vehicular es sustancial para la ejecución de una vía, porque así, se podrá precisar qué tipo y cantidad automóviles que soportará el pavimento a diseñar.

Conteo vehicular: (Ibáñez, 2012) señala que “para el diseño se coloca personal en cada estación de conteo señaladas, en el cual se obtendrá los datos requeridos de cada modelo de vehículo por calzada, dentro de un tiempo de 24 horas por día en la vía.” P. 16.

El estudio vehicular es una manera de cuantificar el número de vehículos que transitan en la carretera a estudiar, adicionalmente se especifica qué modelo de vehículo es y cual es modo de carga que se traslada.

se especifica qué tipo de vehículo es y cual es tipo de carga que se traslada.

Estimación del tránsito promedio diario anual: El TPDA representa la totalidad de carros circulantes por la carretera en el transcurso de un año en ambas direcciones dividido por los 365 días del año. (Sánchez y Campagnoli, 2016, P.82).

Estimación del tránsito promedio diario semanal: TPDS significa el número final de vehículos que circulan por la vía provenientes de ambas direcciones durante una semana. (Sánchez y Campagnoli, 2016, P.8).

Vida útil: es en el periodo de tiempo que el pavimento va a soportar con las óptimas condiciones. Ministerio de Transportes y Comunicaciones (2018) afirma que. “vida útil es el periodo de tiempo pronosticado en la fase de diseño de una vía, el cual debe facilitar el servicio en óptimas condiciones mediante un plan de mantenimiento acoplado (p.51). En su diseño se tomará en cuenta los años correspondientes de duración del pavimento en la avenida central.

Serviciabilidad: (Manual de Carreteras, 2013). Se refiere a un indicador que sintetiza la opinión del diseño AASHTO: beneficio y serviciabilidad. La metodología AASHTO 93 califica el servicio por medio de dos indicadores: índice de servicio inicial (Pi) y índice de servicio final o terminal (Pt). Para la simplificación se incorpora la resta entre los valores de beneficio inicial y final, precisando la alteración que diferencia entre los dos índices (PSI).

Confiabilidad: (Manual de Carreteras, 2013). Señala que la confiabilidad es adicionada con la finalidad de determinar la veracidad propia de todos los materiales, periodos constructivos que conforman los pavimentos apropiadamente ejecutados y de similar modo representa métodos de desperfecto distinto.

Módulo de Rotura:(Manual de Carreteras, 2013). Debido a que los pavimentos rígidos producen inicialmente a flexión es que ingresando este método en la formula con la metodología AASHTO 93. El módulo de rotura (MR) es generalizado por ASTM C -78. En la fórmula del concreto en vigas. La evaluación el ensayo se requiere hacer a los 28 días introduciendo las cargas en los tercios, y comprimiendo la falla en el tercio principal de la viga.

Módulo Elástico: Según (Manual de Carreteras, 2013). Indica que es un método principal en el correcto dimensionamiento de una estructura de concreto. El posible resultado del mismo se puede ejecutar en el instante de la fortaleza al ser comprimido, sobre las correlaciones que están actualmente actas.

Drenaje: (Manual de Carreteras, 2013). Indica que la visibilidad del agua y humedad en la vía se pueden presentar causas como: la erosión, degeneración de la carpeta asfáltica, saturación prolongada, deformación y fisuración. De tal manera, el método AASHTO 93 excede el coeficiente de drenaje (Cd) el cual se puede considerar para el diseño.

Transferencias de cargas (J): (Manual de Carreteras, 2013). Es una metodología empleada en el adecuado diseño de carpetas principalmente rígidas que modela la resistencia de los carriles así también la encargada de transmitir el peso entre las juntas tanto de contracción y fisuras. Los resultados básicamente dependerán del tipo de carpetas rígidas a ejecutar, su valor que es representada por J es directamente equivalente al resultado del espesor final de la carpeta del pavimento rígida, en otras palabras, a un resultado menor de J, mínimo va ser el grosor del pavimento rígido.

Dowells: (manual de carreteras, 2013). Son básicamente barras de acero que amplían de manera mecánica la transferencia de cargas proporcionada por la cantidad de agregados, para esto, es vital que el pavimento rígido presenta la cantidad de repeticiones por ejes equivalentes mayor a 4 millones en su tiempo de vida. Los dowells tienen de diámetro es 1/8 del grosor de losa aproximadamente, son colocadas en el centro de las juntas con la finalidad de transportar las cargas sin reducir el desplazamiento de las mismas y acceder al alineamiento tanto horizontal y vertical. El uso de los dowells minimiza en parte deformaciones y esfuerzos de la carpeta rígida, minorando el escalonamiento, bombeo y daños en las esquinas.

Dosificación de mezclas: En la dosificación de mezcla del concreto se debe precisar la composición más rápida y económicamente rentable de los materiales al alcance como: cemento, agua, agregados y algunos casos aditivos, con la finalidad de obtener una mezcla con el grado necesario de trabajabilidad, que al secar velozmente obtenga la forma de resistencia y durabilidad requeridas que se utilizara en el tipo de construcción. Esto nos quiere decir que para realizar una dosificación correcta se realizaran pasos en el cual se obtendrán los datos correctos de cada material a utilizar, y estos son los siguientes:

Cemento portland: Es el resultado elaborado por medio de la pulverización del clinker portland con una agregación ligera de yeso natural. Montalvo (2015) indica que “Es uno del componente más imprescindible para la productividad de concreto, es un material aglomerante en la mezcla que con el agua tiene la modalidad de juntar a todos los agregados para luego obtener la pasta. El cemento portland contiene distintos compuestos, siendo el primordial el silicato de tricalcio, dicálcico, aluminato tricálcico y ferroaluminato tetracálcico” (p. 8). El cemento es un material indispensable para la elaboración del concreto ya que este; nos brinda la resistencia, durabilidad, adherencia; lo cual es lo más importante en una vía.

Agua: el agua es un material hidratante para el concreto produciendo así la pasta, ayuda a aumentar la trabajabilidad de la mezcla. El agua que se va utilizar en el concreto se sugiere que sea potable, que no contenga presencia de sales, álcalis, ácidos, materias orgánicas. (Montalvo 2015, p.9).

Agregados: Es un material granular conformado de mineralogía como grava, arena, roca triturada, o escoria, el cual estos son mezclados con diferentes tamaños. Montalvo (2015) afirma que “es la union de partículas que proviene de manera natural y artificial los cuales pueden ser producidos de diferentes dimensiones los cuales están fijados los límites por la norma ITINTEC 400.037 (Ministerio de Viviendo, Construcción y Saneamiento 2006:242) estos agregados están determinados por agregado finos y agregado grueso (Montalvo 2015 p.9).

Agregado fino: es un material procedente de la trituración natural o artificial de residuos, estos materiales su granulometría está delimitada por normas establecidas. Por lo usual estos materiales pasa por la malla n° 4 (4.75mm) y contiene finos (Ministerio de Transportes y Comunicaciones, 2018, p. 3).

Agregado grueso: Es un componente procedente de la separación natural o artificial de residuos, por lo general el agregado grueso son las partículas que es retenida en la malla n° (4.75mm) (Ministerio de Transportes y Comunicaciones, 2018, p. 3).

MARCO METODOLÓGICO

Tipo y diseño de investigación

Enfoque cuantitativo

El enfoque cuantitativo, denominada también investigación cuantitativa emplea variedad de instrumentos confiables y válidos como pruebas, entrevistas, cuestionarios, entre otros, para poder adjuntar datos que nos permita tener una medición con la finalidad de poder probar la hipótesis. Cordova, Isaac (2012, p.10) nos hace referencia sobre la investigación cuantitativa como: “Aquel tipo de investigación que se encarga de analizar los fenómenos desde lo externo, buscando la medición y cuantificar las variables por medio de herramientas validados y confiables, para determinar el comportamiento de los mismos”. En relación a lo que nos hace referencia el autor, podemos concluir que es la explicación del investigador de manera objetiva gracias a la obtención de datos por medio de fuentes validadas.

Diseño: No experimental

Para el presente estudio se observó claramente la variable seleccionada que es whitetopping, a pesar de ello, no se ha inspeccionado de forma directa con respecto a esta, ni fue extraída del entorno en el que se localiza, de tal forma el diseño de investigación es no experimental. Para ello, Valderrama (2007, p.74) nos hace referencia que: “es la que se desempeña sin dirigir expresamente las variables. En otras palabras, en nuestra investigación no alteramos bruscamente la variable. Para lo cual, en la investigación no experimental se responsabiliza de los fenómenos tal y como se exhiben en su ambiente común, para después interpretar y estudiar”.

Diseño Transeccional o Transversal.

El estudio transversal es aquel en que se ejecutan los distintos componentes que afectan o forman una variable en un solo ciclo de tiempo, examinando los datos obtenidos. Según Valderrama (2007, p.74) “refiere que los diseños de investigación transeccional o transversal almacenan información para un determinado instante del tiempo, teniendo como finalidad explicar variables, y observar su frecuencia e interrelación en un punto definido y de manera

concurrente. Es por esto que, para el presente trabajo, se observaron y recolectaron los datos pertenecientes al sistema whitetopping de la Av. Central, San Juan de Lurigancho, en una oportunidad y se logró obtener la información importante de manera precisa.

Sub tipo de diseño: Descriptivo

La investigación descriptiva o también denominado método descriptivo es el procedimiento empleado en las investigaciones para detallar las particularidades de un fenómeno, sujeto o población a investigar. Se ajusta solo a estudiar lo que sucede sin buscar una justificación. Con respecto Hernández (2017, p.92) nos puntualiza: “Con la investigación descriptiva se busca detallar las particularidades, propiedades y perfiles ya sea de individuos, conjuntos, procesos o cualquier ejemplo que se sujeta a un estudio. En otras palabras, solamente busca calcular o recolectar datos de forma independiente o conjunta sobre las definiciones de las variables”. Por lo señalado anteriormente, este tipo de estudio solo va a describir sucesos y acontecimientos, es decir, como es y cómo se expresa determinados fenómenos, evalúan con la mayor precisión posible los diversos aspectos, dimensiones de dicho fenómeno a estudiar.

POBLACIÓN, MUESTRA Y MUESTREO

Población

Es en grupo de personas o elementos de los que se pretende comprender algo en una investigación o estudio. Al respecto, Hernández (2014, p.174) hace referencia: “Es el agrupamiento del total de los casos que encajan con definidos detalles”. Se puede argumentar de lo mencionado anteriormente que, la población está seleccionada en relación al conjunto de individuos del que se pretende analizar. Para nuestro trabajo de investigación la población es la Av. Central de la progresiva 00+00 al 04+0300 que se localiza en el distrito de San Juan de Lurigancho.

Muestra poblacional

Es el subconjunto en la cual se desarrollará un estudio o una investigación requerida. En relación a lo aludido anteriormente Gómez, Sergio (2015, p. 85) nos precisa: “La muestra es la parte más

característica de la población”. La muestra poblacional se escogió en la progresiva 01+0700 - 01+0900 de la Av. Central, localizado en el distrito de San Juan de Lurigancho.

Muestreo no probabilístico

La técnica de muestreo que se desarrolló es el muestreo de tipo no probabilístico, debido a que es el que se acomodaba mejor al método de observación que se empleó para el desarrollo de esta investigación. El muestreo no probabilístico es un método de muestreo donde el investigador selecciona las muestras argumentadas en criterios de manera subjetiva en un definido lugar donde se efectúa la elección al azar. Según Hernández, Roberto (2015, p. 189) nos hace énfasis: “Llamadas también muestras dirigidas, consiste en un método de selección enfocado por las particularidades de la investigación, más que por una valoración estadística de generalización. De lo anteriormente aludido, se puede entender, que el muestreo no probabilístico presenta una forma no tan rigurosa, debido a que depende básicamente de la propia experiencia del investigador, que por lo general se lleva a cabo a través de los métodos de observación.

Muestreo no probabilístico por conveniencia

Para la actual investigación, el muestreo es no probabilístico, de tipo de conveniencia, debido a que se seleccionó la muestra en relación a la viabilidad que se tuvo en el acceso de la zona debido a lo sencillo y a su vez por lo provechoso. Para esto, Otzen y Manterola (2017, p.230) precisa: “El muestreo por conveniencia es del tipo de muestreo no probabilístico, en la cual la totalidad de las muestras de la población se eligen únicamente porque están adecuadamente utilizable para el investigador”. De lo referido, se puede señalar que la totalidad de las muestras seleccionadas debido a que son más manejables y viables al momento de reclutar información para el investigador.

TÉCNICAS E INSTRUMENTOS DE RECOLECCIÓN DE DATOS, VALIDEZ Y CONFIABILIDAD.

Técnica de observación

Se refiere a la técnica de estudio que se puede emplear en la totalidad de especialidades de la ciencia. Para ello, su servicio está representado por alguna hipótesis y está indicada por alguna posible solución y esta especifica las causas que se observan. Según Gómez (2012, p.60) define la observación como la más frecuente de los métodos de investigación, la observación incita y causa los problemas y dirige a la precisión de estructurar los datos. Por ende, la observación científica debe extenderse una cadena de restricciones y obstáculos los cuales podemos entender por el subjetivismo.

Instrumento – La observación

Es un método que principalmente radica en analizar por medio de la observación detalladamente el fenómeno, acción o algún caso en particular, para luego recaudar la información y registrarla para su análisis, para esta investigación el instrumento es la matriz de operacionalización. Según Hernández, Roberto (2015, p.199) nos precisa: “Un adecuado instrumento de cuantificación que registra la información que interpreta realmente las definiciones o variables que el investigador tiene pensado analizar. De lo expuesto se puede concluir que, el tipo de instrumento de observación es el que se va a encargar de registrar los datos que se aprecien, de manera que representen verdídicamente las variables del investigador.

Validez del instrumento

La validez señala la jerarquía con la que puede deducir conclusiones a partir de resultados a partir de soluciones o resultados obtenidos. Al respecto Hernández, Roberto (2015, p. 201) nos puntualiza: La validez es puntualmente el grado en el que el instrumento se refleja un tema particular de lo que se evalúa. De lo expuesto anteriormente, se puede añadir que la validez del instrumento para nuestra investigación se realizó por medio de juicio de expertos.

EXPERTOS	SITUACIÓN
Ing. Maguiña	Aplicable después de corregir
Ing. Filios Ramos	Aplicable después de corregir
Ing. Arriola Prieto	Aplicable después de corregir

Confiabilidad

La confiabilidad, se puede definir como la confianza o el grado de certeza con el cual se pueden reconocer los productos que se obtienen para un determinado investigador basándose en determinados procesos empleados para ejecutar el estudio. Para ello Hernández (2015, p. 200) nos señala: “La confiabilidad de un determinado instrumento hace referencia al grado en la cual su desarrollo o empleo repetido al mismo objeto de estudio o investigación reproduciendo la obtención de resultados iguales”.

Procedimiento

En el desarrollo y explicación de la actual investigación se acudió al lugar o zona en donde se realiza la investigación, en donde primero se realizó una evaluación del estado en la que se encontraba el pavimento asfáltico de la vía existente para poder determinar el tipo de intervención que se realizará, para ello se hizo una inspección visual del tramo en estudio, para poder hacer las respectivas mediciones de las fallas y poder determinar el estado de la vía realizando el método del PCI en la cual nos arrojó que la vía necesita una rehabilitación, y a partir de ello se determinó que el tipo de “whitetopping” que se empleará será el no adherido. Asimismo, para realizar el diseño del whitetopping, se desarrolló la metodología de diseño, para ello se empleó el método AASHTO, tomando el diseño de la sobre carpeta como si fuera un pavimento rígido y finalmente se realizó la dosificación de mezcla de la sobre carpeta.

Se empleó la matriz de observación para por extraer los datos que se requieran para luego poder hacer una breve explicación del diseño de mezcla, la dosificación y del porqué la técnica whitetopping es una alternativa eficiente, en este caso para la rehabilitación de una vía de pavimento asfáltico.

MATRIZ DE OPERACIONALIZACIÓN

VARIABLE DE INVESTIGACIÓN	DEFINICIÓN CONCEPTUAL	DEFINICIÓN OPERACIONAL	DIMENSIÓN	INDICADORES
WHITETOPPING	<p>MATERIAL PREMEZCLADO QUE PRESENTA UNA RESISTENCIA CONTROLADA, QUE ESTA CONFORMADA POR CEMENTO PORTLAND, GRAVA, ARENA, AGUA</p> <p>Y FIBRAS SINTÉTICAS (GUTIERREZ, 2012)</p>	<p>ES UNA TÉCNICA DE RECUBRIMIENTO, QUE RADICA EN UNA CAPA DE CONCRETO QUE SE ENCUENTRA UBICADO ENCIMA DE LA CARPETA ASFÁLTICA DE UN PAVIMENTO FLEXIBLE EXISTENTE (VIDAUD, 2014)</p>	CARACTERIZACIÓN DEL PAVIMENTO	<p>MÉTODO DEL PCI</p> <p>FALLAS EXISTENTES</p>
			<p>DISEÑO DE SOBRECARPETA (AASHTO)</p> <p>Manual de carreteras</p>	<p>ESALS</p> <p>SERVICIABILIDAD</p> <p>CONFIABILIDAD</p> <p>MÓDULO DE ROTURA</p> <p>MÓDULO ELÁSTICO</p> <p>DRENAJE</p> <p>TRANSFERENCIA DE CARGAS</p>
			DISEÑO DE LA MEZCLA	<p>AGREGADOS</p> <p>CEMENTO</p> <p>RELACIÓN A/C</p>

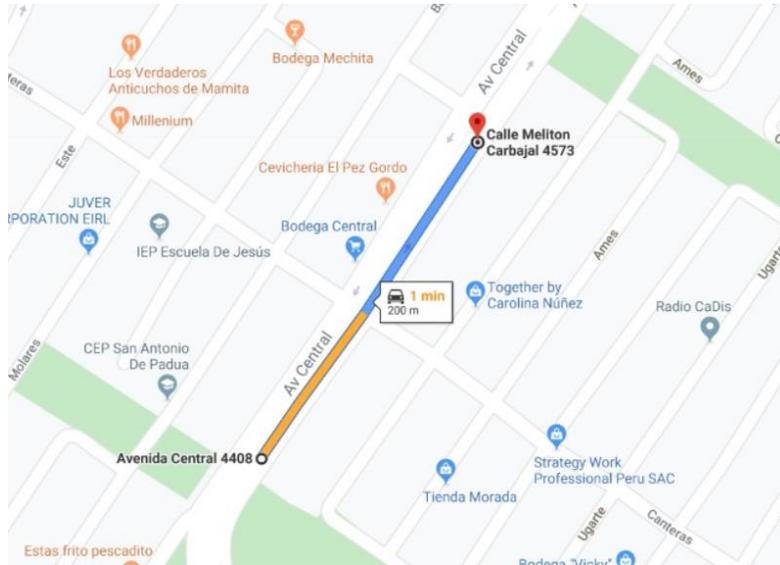
MATRIZ DE CONSISTENCIA

PROBLEMA DE INVESTIGACIÓN	OBJETIVOS	HIPÓTESIS	VARIABLES	DIMENSIONES
Problema General:	Objetivo General:	Hipótesis General:	WHITETOPPING	CARÁCTERIZACIÓN DEL PAVIMENTO
¿Cómo mejorar de forma eficiente las fallas que se presenta en el pavimento asfáltico existente en la Av. Central, San Juan de Lurigancho?	Detallar el diseño de la sobre carpeta whitetopping en el pavimento flexible de la Av. central km 00+00 al 04+300 en san juan de Lurigancho, 2019.	Se puede observar la realidad de la vía de estudio que no se encuentra en un adecuado estado, por ende una opción de rehabilitación para dicha vía es la técnica Whitetopping, que es una alternativa innovadora y eficiente que brinda una solución oportuna frente a las deficiencias como las fallas existentes de la vía.		
Problemas Específicos:	Objetivo Específicos:	Hipótesis Específicos:		DISEÑO DE MESCLA (AASHTO)
¿Cómo beneficiaría la aplicación de la técnica whitetopping en la Av. Central, San Juan Lurigancho?	Desarrollar un estudio de las ventajas de utilización de la técnica del whitetopping para la rehabilitación de la Av. central en San Juan de Lurigancho.	Con el empleo de la técnica whitetopping logramos disminuir con los gastos continuos en mantenimientos de la vía.		
¿Cuáles son los tipos de fallas considerables que afecta el pavimento asfáltico existente?	Especificar los tipos de fallas que existen en el tramo a estudiar			
¿Cómo llevar a cabo el diseño de mezcla para la aplicación de la técnica whitetopping?	Detallar los componentes para el diseño de mezcla de la sobrecarpeta	Se comprobará la facilidad del proceso constructivo y de esa manera, se evitará inconvenientes con el desvío del tráfico en la vía a subsanar.		
¿De qué forma funcionaría la aplicación de la técnica whitetopping en el pavimento asfáltico existente?	Precisar los parámetros del proceso constructivo para la aplicación de la técnica whitetopping.		DOSIFICACIÓN DE LA MEZCLA	

ANÁLISIS DE RESULTADOS

Ubicación y accesibilidad a la zona de estudio:

La carretera en estudio se encuentra localizada en el distrito de San Juan de Lurigancho, del tramo que presenta la progresiva 01+0700 - 01+0900



Fuente: google maps

CARACTERÍSTICA DE LA CARRETERA

Longitud total de la carretera	200 m
Ancho de la carretera	6.50 m
Área	230 m ²
Tipo de vía	urbana

MÉTODO DEL PCI:

Se empleó esta metodología para evaluar el estado en el que se encuentra el pavimento existente y determinar qué tipo de whitetopping se empleará.

1. División del pavimento asfáltico en unidades de muestra:

Longitud total de la carretera	200 m
Ancho de la carretera	6.50 m
Longitud de la muestra	35.40 m
Área	230 m ²

- Para la vía, que es de pavimento asfáltico, el área de muestreo debe estar en el rango de 93 – 230 m² y cómo podemos apreciar en la anterior tabla cumple.
2. Especificación de las unidades de muestreo para la evaluación:

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

Dónde: $N = \frac{200 \text{ m}}{35.40 \text{ m}} = 5.65 \approx 6$

$$n = \frac{6 \times 10^2}{\frac{5^2}{4} \times (6 - 1) + 10^2} = 4.57 \approx 5$$

Por lo tanto, se obtiene 6 unidades de muestra, de las cuales 5 deberán ser evaluadas.

3. Elección de las unidades de muestreo requeridas para la inspección:

$$i = \frac{N}{n} = \frac{6}{5} = 1.2$$

Por lo tanto, el intervalo de muestreo será igual a 1.

Por lo tanto el intervalo de muestreo será igual a 2.



En la sección anterior se muestra las secciones de color azul las cuales serán evaluadas para calcular el PCI. Para efectos académicos solo se levantó información de una unidad, ya que de la inspección visual pudimos apreciar que a lo largo y ancho del tramo se presenta uniformidad en el tipo de fallas.

ÁREA DE MUESTRA: 230 m²

FALLA	SEVERIDAD	CANTIDADES				TOTAL	DENSIDAD	VALOR DEDUCIDO
14	B, M, A	0.85*0.9	0.95*1.05	0.4*0.65		2.02	0.155	23.64
1	A	0.8*1.5	2.1*1.4			4.41	0.32	18.84
11	M	0.95*0.52	0.45*0.5	0.95*0.45	0.65*0.25	1.31	0.1	13.68
4	B	0.85*0.9	0.75*0.85			1.4	0.11	3.68
TOTAL VD								59.84

#	VALORES DEDUCIDOS				TOTAL	q	CDV
1	23.64	18.84	13.68	3.68	59.84	4	30.5
2	23.64	18.84	13.68	2	58.16	3	30
3	23.64	18.84	2	2	46.48	2	30.4
4	23.64	2	2	2	29.64	1	20.8
MÁXIMO CVD							30.5
PCI=100-MÁXIMO CVD							69.5

De los resultados obtenidos en el PCI, nos salió 69 donde el rango nos dice que el pavimento necesita una rehabilitación. En la cual se empleará el whitetopping no adherido.

DISEÑO DE LA SOBRECARPETA DE CONCRETO

Metodología AASHTO 93

Factores de distribución direccional y de carril

Número de Calzadas :	2 Calzadas
Número de Sentidos :	2 Sentidos
Número de Carriles :	4 Carriles

✓ Factor de Dirección (FD) = 0.50

✓ Factor de Carril (FC) = 0.50

Tasa de crecimiento y proyección

- periodo de diseño (n) = 20 Años

$$Fca = \frac{(1 + r)^n - 1}{r}$$

Crecimiento poblacional (INEI):

Tasa de crecimiento poblacional (r1) = 3.60% 28.572

Crecimiento económico:

Tasa de crecimiento económico (r2) = 2.22% 24.837

Cálculo de ejes equivalentes

- Para el cálculo de ejes equivalentes en Pavimentos Rígidos

$$\log\left(\frac{1}{FEE}\right) = 4.62 \times \log(18 + 1) - 4.62 \times \log(L_x + L_2) + 3.28 \times \log(L_2) + \frac{G_t}{\beta_x} - \frac{G_t}{\beta_{18}}$$

$$G_t = \log\left(\frac{4.5 - P_t}{4.5 - 1.5}\right)$$

$$\beta_x = 1.00 + \frac{3.63 \times (L_x + L_2)^{5.20}}{(D + 1)^{8.46} \times L_2^{3.52}}$$

Dónde:

$FEE =$ factor de ejes equivalentes

$L_x =$ peso del eje en kips (kilo Libras)

$L_2 =$ código del eje: (simple = 1, tandem = 2, Tridem = 3)

$\beta_x =$ Factor que depende del tipo y código de eje y del número estructural

$P_t =$ Índice de serviciabilidad final

$D =$ Espesor de la losa en pulgadas

✓ Serviciabilidad:

– $P_t = 2.5$

✓ Espesor del pavimento (asumido)

– $D = 4.0$ pulg

• Cálculo de repeticiones de ejes equivalentes

ESAL = 5002685

Fórmula para determinar el espesor de pavimento

$$\text{Log}_{10} W_{82} = Z_r S_o + 7.35 \text{Log}_{10} (D + 25.4) - 10.39 + \frac{\text{Log}_{10} \left(\frac{\Delta \text{PSI}}{4.5-1.5} \right)}{1 + \frac{1.25 \times 10^{19}}{(D + 25.4)^{8.46}}} + (4.22 - 0.32P_t) \times \text{Log}_{10} \left(\frac{M_r C_{dx} (0.09D^{0.75} - 1.132)}{1.51 \times J \left(0.09D^{0.75} - \frac{7.38}{(E_c/k)^{0.25}} \right)} \right)$$

Dónde:

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

Z_R = Desviación estándar

S_0 = Error estándar combinado en la predicción del tránsito y en la variación del comportamiento del pavimento esperado.

D = espesor de pavimento de concreto en milímetros

ΔPSI = Diferencia entre los índices de servicio inicial y final

P_t = Índice de serviciabilidad o servicio final

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

C_d = Coeficiente de drenaje

J = coeficiente de transmisión de cargas en las juntas

E_c = Módulo de elasticidad del concreto, en Mpa

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

- ✓ **Número de repeticiones acumuladas del eje equivalente 8.2 t en el carril de diseño**

$$ESAL \text{ o } W_{8.2} = 5002685$$

$$500000 < tp8 \leq 7500000$$

$$\therefore tp8$$

- ✓ **Confiabilidad**

$$R = 90\%$$

- ✓ **Desviación normal estándar (ZR)**

$$ZR = -1.282$$

✓ **Error estándar combinado en la predicción del tráfico (So)**

$$S_o = 0.35$$

✓ **Resistencia media del concreto (MR)**

Datos de la sub base: CBR = 60.00 %

Ecuación Guía Mecánica Empírica NCHRP (2002)

$$MR = 2555 (CBR)^{0.64}$$

$$MR = 35108.1305 \text{ psi} = 242.25 \text{ Mpa}$$

✓ **Módulo de reacción (K)**

Datos de la subbase: CBR = 60.00 % Espesor: 24.00 cm

Si CBR > 10

$$K = 46 + 9.08 (\text{LOG} (CBR))^{4.34}$$

$$K = 156.40 \text{ Mpa/m}$$

✓ **Índice de serviciabilidad inicial (Po)**

$$P_o = 4.30$$

✓ **Índice de serviciabilidad final (Pt)**

$$P_t = 2.50$$

✓ **Diferencia entre los índices de servicio inicial y final (Δ PSI)**

$$\Delta \text{PSI} = P_o - P_t = 1.8$$

✓ **Drenaje (Cd)**

$$C_d = 1.00$$

✓ **coeficiente de transmisión de carga (J)**

$$J = 3.80$$

✓ **Módulo de elasticidad del concreto (Ec)**

Concreto $f_c = 280.00 \text{ kg/cm}^2$

$$E_c = 57000 (f_c)^{0.5}$$

$$E_c = 3597088.02 \text{ psi} = 24819.9 \text{ Mpa}$$

Remplazando los datos:

$$K = 156.40 \text{ Mpa/m}$$

$$S_o = 0.35$$

$$E_c = 24820 \text{ Mpa}$$

$$R = 90 \% \Rightarrow ZR = -1.282$$

$$S'_c = M_r = 242.25 \text{ Mpa}$$

$$P_t = 2.5$$

$$J = 3.80$$

$$\Delta PSI = 1.8$$

$$C_d = 1.00$$

$$W_{80} = 5002655.00$$



$$D = 240.00 \text{ mm}$$

Resolviendo:

$$\text{1er miembro} = \text{Segundo miembro}$$

$$12.70 = -0.4487 + 7.425671751 + -0.213527989 + 5.923460376$$

$$12.70 = 12.7 \text{ OK cumple}$$

DISEÑO DE MEZCLA

Método A.C.I

✓ **Paso 1:** selección de asentamiento (revenimiento)

– Tipo de construcción: pavimento y losa

∴ SLUMP (Revestimiento) = 7.5 cm = 3"

✓ **Paso 2:** selección del tamaño máximo del agregado

– Dimensión mínima del elemento: 19-29 cm

– Tipo de estructura: pavimento y losa (no reforzada)

∴ Tamaño máximo nominal = 19 mm - 3/4"

✓ **Paso 3:** Aproximación del agua de mezclado

– SLUMP: 7.5 cm – 3"

– Tamaño máximo del agregado: 19 mm – 3/4"

– sin aire incorporado

∴ Agua en kg/m³ de concreto = 205 kg/m³

✓ **Paso 4:** selección de la relación agua -cemento (a/c)

∴ Factor k = 1.25

• f_c requerido = 280 kg/cm²

$f_{cr} = 280 * 1.25 = 350$ kg/cm²

– $f_{cr} = 250$ kg/cm²

∴ Relación a/c = 0.48

✓ **Paso 5:** cálculo del contenido de cemento

$$\text{contenido de cemento} \frac{gk}{m^2} = \frac{\text{agua de concreto}}{\text{relacion a/c}}$$

– Agua en kg/m³ de concreto = 205 kg/m³

– Relación a/c = 0.48

∴ Contenido de cemento = 482.35 kg/m²

✓ **Paso 6:** estimación del contenido de agregado grueso

Tabla E (ACI 211)

- Módulo de fineza = 2.60
- Tamaño máximo del agregado = 19 mm - 3/4"

∴ Volumen de agregado grueso varillado en seco = 0.64

Cantidad de agregado grueso kg = (volumen de agregado grueso de la tabla E m³) x 1600 kg/m³

- Peso unitario seco y compactado del agregado grueso es de 1600 kg/cm³

∴ Agregado grueso = 0.64 x 1600 = 1024 kg

✓ **Paso 7:** estimación del contenido del agregado fino

Tabla F (ACI 211)

- Tamaño máximo de agregados = 19 mm - 3/4"
- concreto sin aire incluido

∴ Peso del concreto kg/m³ = 2345 kg/m³

Luego:

Peso de agregado fino kg = peso del concreto kg - (AG + CC + Peso del agua kg)

- peso del concreto = 2345 kg
- agregado grueso = 1024 kg
- cemento = 482.35 kg
- peso del agua = 205 kg

Peso de agregado fino kg = 2345 kg/m³ - (1024 kg + 482.35 kg/m² + 205 kg/m³)

∴ Peso de agregado fino kg = 633.65 kg

 Proporciones

Cemento	Arena	Piedra
1	2	2

¿Ventajas de la aplicación del whitetopping en la Av. Central, San Juan de Lurigancho?

Como la sobre carpeta realizada por el whitetopping lo estamos considerando como si fuera un pavimento rígido, por ende, se desarrollará las ventajas del pavimento concreto.

Costos totales: para un mismo período de diseño, al sumar la totalidad de costos que genera cada tipo de pavimento, el rígido es el más rentable económicamente. Esto se debe primordialmente a que los costos de mantenimiento en el caso de pavimento de hormigón son mínimos, además de tener una vida más extensa a diferencia del pavimento asfáltico

Costo de operación de la carretera: para los pavimentos rígidos al contar con una superficie plana, no daña los vehículos.

Facilidad de construcción: Se ha logrado hoy en día, disminuir los costos y el tiempo de construcción de pavimentos de hormigón, por lo que se ha incrementado grandes plantas de hormigón de concreto premezclado de alto rendimiento y una infinidad de estrategias y herramientas especializadas para hacer cada vez más fácil su construcción.

Durabilidad: las superficies de concreto presentan mayor durabilidad, debido a que el concreto gana resistencia con el paso del tiempo, mientras tanto el asfalto no.

Resistencia: El hormigón mejora significativamente la resistencia de las cargas transmitidas por los ejes de los vehículos pesados, además, con el transcurso del tiempo el concreto gana mayor resistencia a diferencia del asfalto que pierde algunas emulsiones de petróleo, cambiando su color de negro a gris y se vuelve más frágil.

Resistencia a altas temperaturas: el concreto a diferencia del asfalto, no es afectado por el calor.

Drenaje: al no presentar deformación ni ensanchamiento de la superficie del concreto proporciona un mejor drenaje superficial para el agua de lluvia.

DISCUSIÓN

En el resultado de la investigación se observa la importancia de saber la caracterización del pavimento existe, para saber en qué estado se encuentra, que tipos de fallas presenta; para poder determinar qué tipo de intervención se realizará y así determinar qué tipo de whitetopping se empleará para la rehabilitación en dicha vía.

Con respecto a la investigación de Ureta, en su tesis titulada “utilización de ultra-thin whitetopping como método de Rehabilitación de pavimentos asfálticos en la ciudad de Tacna”, tuvo como resultados que el whitetopping es una alternativa eficiente para la intervención de una vía debido a las diversas ventajas que presenta, comparando a nuestra investigación, concordamos que dicha técnica es una alternativa adecuada para la rehabilitación, para aquellas vías que presentan daños superficiales .

En el resultado de la investigación se precisa la importancia de los estudios que se deben efectuar como el estudio de tráfico que es uno de los componentes para determinar el espesor del pavimento, así mismo el periodo de diseño para lo cual se va diseñar la carretera, entre otros indicadores para el proceso constructivo para la vía, teniendo como base al Manual de Carreteras. Para ello la tesis de Meneses y Castro titulada: “Seguimiento al diseño y construcción de super whitetopping en la vía calle 81 entre carrera 7 a 11 en la ciudad de Bogotá” respalda el criterio mencionado anteriormente, en la cual toma en cuenta los mismos criterios para poder realizar el proceso constructivo.

CONCLUSIONES

- Del presente trabajo una vez realizados los estudios se concluye que el Whitetopping es una alternativa muy viable ya que permite la rehabilitación la av. Central progresiva 00+00 – 04+0300 en San Juan de Lurigancho.
- Se infiere que, el whitetopping es una alternativa viable para la intervención de la vía, debido a que la sobre carpeta, que es de concreto presenta más ventajas o beneficios que el asfalto.
- Se observó que en la elaboración del diseño de mezcla cumple con los parámetros requeridos ya que nos basamos al método del ACI.
- Se concluye en la presente investigación que el tipo de whitetopping a emplear es un pavimento no adherido ya que su espesor es mayor de lo 200mm, los refuerzos no adheridos sobre el asfalto existente no necesitan de varios trabajos previos, ya que son para mejorar las posibles fallas.
- En la av. Central se encontraron diversas fallas como: piel de cocodrilo, ahuellamiento, huecos de poca profundidad, entre otros.

RECOMENDACIONES

- Se recomienda que para satisfacer con los objetivos de la rehabilitación y mejora en el pavimento existente se debe poner el Whitetopping, ya que si se realiza un mal estudio este no cumpliría con su diseño, por eso es muy importante realizar todos los estudios requeridos.
- Para este método de intervención no solo se puede utilizar para tramos pequeños como es la av. Central también se puede utilizar en vial de gran envergadura, aeropuertos, etc. Ya que en la presente investigación se dan las ventajas que tiene el whitetopping.
- Es muy importante tener conocimiento del método PCI para poder entender y comprender en qué estado se encuentra la vía, para poder determinar qué tipo de intervención se empleará en la vía, además de determinar el tipo de whitetopping a emplear para cada tipo de vía.

REFERENCIAS

- Almeida, P. y Santur, G. Aplicación de la técnica whitetopping en la evaluación del pavimento flexible en el c. p Mallaresc. p Saman-Sullana- Piura, 2018. Tesis para obtener el título profesional de Ingeniero Civil. Universidad César Vallejo. Recuperada de [file:///C:/Users/OMEN/Downloads/Almeida_SAI-Santur_MGE%20\(4\).pdf](file:///C:/Users/OMEN/Downloads/Almeida_SAI-Santur_MGE%20(4).pdf).
- Bernal, C. Metodología de la investigación. Tercera edición. PEARSON EDUCACION, Colombia, 2010. Recuperado de <https://www.soloejemplos.com/ejemplos-de-justificacion-teorica-practica-y-metodologica/>
- De la Cruz, J. (2018). Caracterización de la adherencia en refuerzos de Ultra-Thin Whitetopping (UTW), 2016. Tesis para el grado de master. UPC BarcelonaThec. Recuperado de [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).
- ENCISO, (2017). Alternativas de rehabilitación vial para la CL 144 entre CR 51 y CR 53, localidad Suba- Bogotá. Tesis para obtener el título de Ingeniero Civil. Universidad Nacional de Bogotá.
- Esteban, A. (2017). En su trabajo de investigación titulada: “rehabilitación de pavimentos asfálticos con la aplicación de capas de concreto “whitetopping” – calle Moquegua, Omate– Moquegua, 2017”. Tesis para obtener el título profesional de: Ingeniero Civil. Universidad César Vallejo. Recuperado de [file:///C:/Users/OMEN/Downloads/Esteban_JA%20\(6\).pdf](file:///C:/Users/OMEN/Downloads/Esteban_JA%20(6).pdf).
- Espinoza, M. (2016, 16 de marzo). Capas de refuerzo con hormigón adheridas como alternativa para la rehabilitación de pavimentos asfálticos. Revista Infraestructura Vial. Recuperado de <file:///C:/Users/OMEN/Downloads/REVISTA%20WHITETOPPING.pdf>.

- Harrington, D. & Fick, G. (2014). Guía para capas de refuerzo con hormigón: soluciones sustentables para capas de refuerzo y rehabilitación de pavimentos existentes (3^{ra} edición).
- Leguia, P. y Pacheco, H. (2016). Evaluación del pavimento flexible por el método pavement condition index (PCI) en las vías arteriales: cincuentenario, Colón y Miguel Grau (Huacho-Huaura-Lima). Tesis para optar el título profesional de Ingeniero Civil. Universidad San Martín de Porres. Recuperado de file:///C:/Users/OMEN/Downloads/leguia_pacheco.pdf
- Meneses, J. y Castro, J. (2012). Seguimiento al diseño y construcción de súper whitetopping en la vía calle 81 entre carrera 7 a 11 en la ciudad de Bogotá d.c. Tesis para optar el título de Especialista en Ingeniería de Pavimentos. Universidad Militar Nueva Granada. Recuperado de <https://repository.unimilitar.edu.co/bitstream/handle/10654/9300/MenesesGuzmanElkinAlexander2012.pdf?sequence=2&isAllowed=y>.
- Ministerio de transporte y comunicaciones (2013). Manual de carreteras suelos, geología, geotecnia y pavimentos. Sección suelos y pavimentos. Perú, Lima.
- Rivera, E., Rojas, J., Darce, M., Arauz, C. & Navarro, H. (2011). Gestión de la Conservación Vial. Medición del PCI en el pavimento. Universidad Nacional de Ingeniería.
- Sanchez, F. y Campagnoli, S. (2016). Pavimentos asfálticos de carreteras: guía práctica para los estudios y diseños. Colombia: E: Colombiana de Ingeniería.
- Ureta, Y. (2018). Utilización de ultra-thin whitetopping como método de rehabilitación de pavimentos asfálticos en la ciudad de Tacna. Tesis para optar el título profesional de Ingeniero Civil. Universidad Privada de Tacna.

- Vidaud, E. (2014, octubre). Capas ultradelgadas de concreto sobre el concreto asfáltico. Construcción y Tecnología en concreto. Recuperado de file:///C:/Users/OMEN/Downloads/REVISTA%20DEFINICION%20WHITETOPPING.pdf.
- Zambrano, P. y Palomeque, W. (2015). Análisis del tráfico vehicular en la av. la ferroviaria desde el distribuidor de tráfico (tren) hasta la parroquia el cambio. Tesis obtener título de Ingeniero Civil. Universidad técnica de Machala. Recuperado de <http://repositorio.utmachala.edu.ec/handle/48000/5009>.

ANEXOS

MÉTODO PCI				ESQUEMA						
INDICE DE CONDICIÓN DE PAVIMENTOS EN VÍAS DE PAVIMENTO FLEXIBLE				200*6.5						
HOJA DE REGISTRO										
NOMBRE DE LA VÍA: AV. CENTRAL, SAN JUAN DE LURIGANCHO				SECCIÓN:						
EJECUTORES: LÁZARO, ORTIZ Y ROJAS.				FECHA:	25/11/2019					
1. PIEL DE COCODRILO	6. DEPRESIÓN	11. PARCHES	16. FISURA PARÁBOLICA O POR DESLIZAMIENTO							
2. EXUDACIÓN	7. FISURA DE BORDE	12. AGREGADO PÚLIDO	17. HINCHAMIENTO							
3. FISURAS EN BLOQUE	8. FISURA DE REFLEXIÓN DE JUNTA	13. BACHES	18. DESPRENDIMIENTO DE AGREGADOS							
4. AHUELLAMIENTOS Y HUNDIMIENTOS	9. DESNIVEL CARRIL-BERMA	14. HUECO								
5. CORRUGACIÓN	10. FISURAS LONGITUDINALES	15. DESPLAZAMIENTO								
FALLA	CANTIDAD				TOTAL	DENSIDAD	VALOR DEDUCIDO			
1A	0.8*1.5	2.1*1.4			4.41	0.32	18.84			
14 B. M, A	0.85*0.9	0.95*1.05	0.4*0.65		2.02	0.155	23.64			
4B	0.85*0.9	0.75*0.85			1.4	0.11	3.68			
11 M	0.95*0.52	0.45*0.5	0.95*0.45	0.65*0.25	1.31	0.1	13.38			

Fuente: Elaboración Propia

FALLAS QUE SE OBSERVARON EN EL TRAMO DE ESTUDIO

FALLA	DESCRIPCIÓN
	<p>TIPO DE FALLA: PIEL DE COCODRILO GRIETAS INTERCONECTADAS UNIDAD: m^2 MEDIDA: 0.8m*1.5m 2.1*1.4 NIVEL DE SEVERIDAD: ALTO (H) REPARACIÓN: PARCHEO</p>
	<p>TIPO DE FALLA: HUECO DEPRESIONES PEQUEÑAS UNIDAD: m^2 MEDIDA: 0.85*0.9 0.95*1.05 0.4*0.65 NIVEL DE SEVERIDAD: ALTO (H) REPARACIÓN: PARCHEO</p>
	<p>TIPO DE FALLA: AHUELLAMIENTO DEPRESIÓN LONGITUDINAL CONTINUA UNIDAD: m^2 MEDIDA: 0.85*0.9 0.58*0.8 SEVERIDAD: LEVE (L) REPARACIÓN: FRESADO</p>
	<p>TIPO DE FALLA: PARCHEO ÁREA DE PAVIMENTO LA CUAL A SIDO REEMPLAZADA CON MATERIAL NUEVO UNIDAD: m^2 MEDIDA: 0.95*0.52 0.45*0.5 0.85*0.35 0.38*0.25 SEVERIDAD: MEDIO (M) REPARACIÓN: SUSTITUCIÓN DEL PARCHEO</p>

Fuente: Elaboración Propia

Tabla 1:

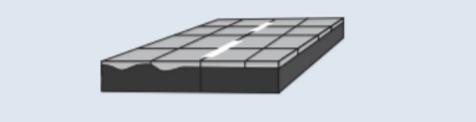
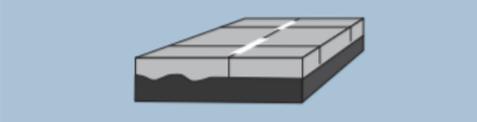
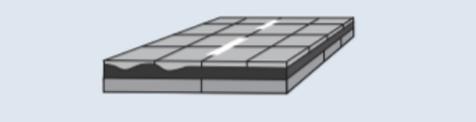
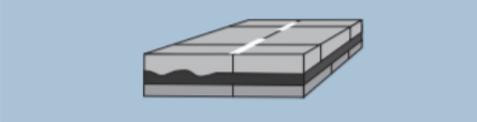
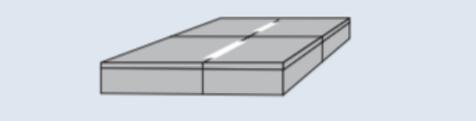
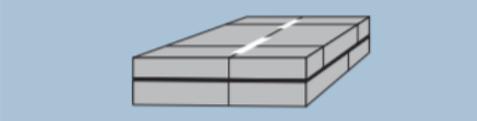
Determinación del PCI

RANGO DEL PCI	CLASIFICACIÓN	INTERVENCIÓN
85-100	EXCELENTE	MANTENIMIENTO
70-85	MUY BUENO	MANTENIMIENTO
55-70	BUENO	REHABILITACIÓN
40-55	REGULAR	REHABILITACIÓN
25-40	MALO	REHABILITACIÓN
10-25	MUY MALO	RECONSTRUCCIÓN
0-10	FALLADO	RECONSTRUCCIÓN

Fuente: (2015) libro de pavimentos materiales, construcción y diseño.

Figura 1:

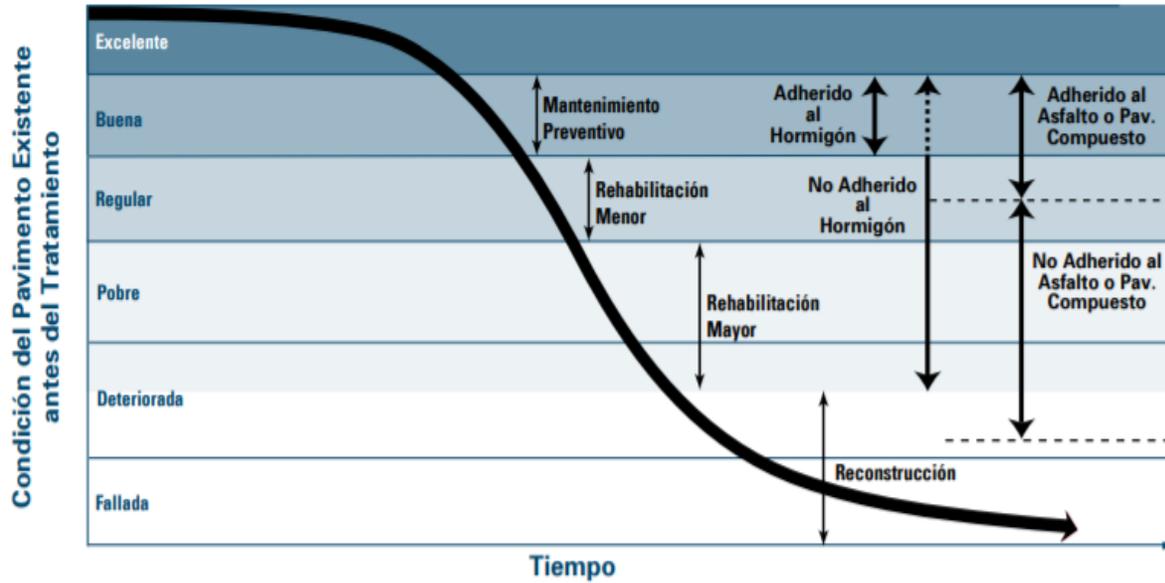
tipos de capa de refuerzo con hormigón o whitetopping

<p>Opción de Capa de Refuerzo Adherida (Mantenimiento preventivo/Rehabilitación menor)</p> <p>En general, las capas adheridas se utilizan para eliminar deterioros superficiales cuando el pavimento existente presenta buenas condiciones estructurales.</p> <p>La adherencia es esencial, de manera que es necesaria una cuidadosa preparación de la superficie antes de colocar la capa.</p>	<p>Opción de Capa de Refuerzo no Adherida (Rehabilitación Mayor/ Menor)</p> <p>En general, las capas no adheridas son altamente confiables, proporcionando vidas de diseño mayores que una rehabilitación con asfalto.</p> <p>Se necesita un mínimo de reparaciones previas a la colocación de la capa no adherida.</p>
SOBRE ASFALTO	
	
SOBRE PAVIMENTO COMPUESTO	
	
SOBRE HORMIGÓN	
	

Fuente: (2014) Guía para capas de refuerzo con hormigón.

Figura 2:

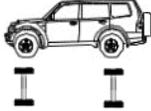
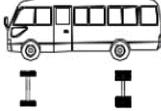
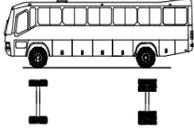
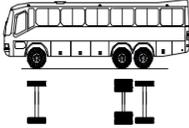
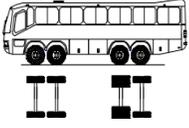
Típicas soluciones con hormigón adherido y no adherido en diferentes etapas de la vida de servicio de un pavimento

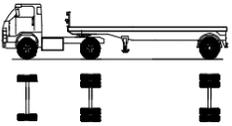
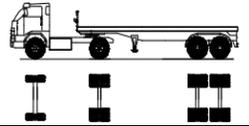
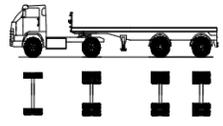


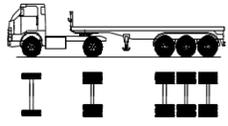
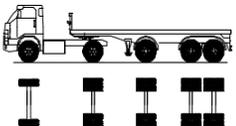
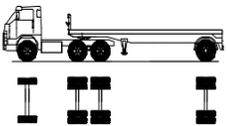
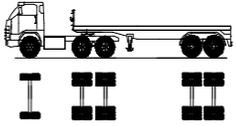
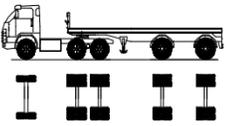
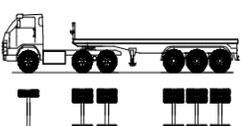
Fuente: (2014) Guía para capas de refuerzo con hormigón.

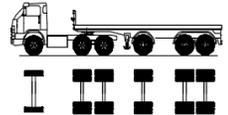
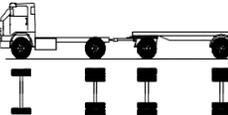
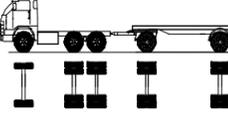
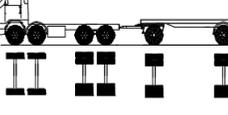
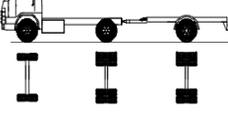
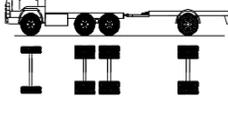
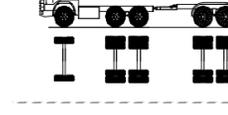
Tabla 2:

DISEÑO DE LA CARPETA MÉTODO AASSTHO93

CONTEO VEHICULAR												
VEHÍCULO		CONTEO								TOTAL	IMDs	%
COD	GRÁFICO	DIR	D	L	M	M	J	V	S			
VHL1_		IDA	166	212	245	211	201	230	209	1474	418	50.43%
		VUE.	153	198	209	212	231	230	216	1449		49.57%
VHL2_		IDA	97	104	97	106	95	103	106	708	203	50.00%
		VUE.	99	102	97	105	97	106	102	708		50.00%
B2_		IDA	71	81	76	88	83	77	81	557	159	50.23%
		VUE.	70	78	83	81	77	83	80	552		49.77%
B3_1		IDA	3	2	3	3	2	2	3	18	5	54.55%
		VUE.	1	2	3	4	2	1	2	15		45.45%
B4_1		IDA	2	2	2	1	2	3	0	12	3	63.16%
		VUE.	0	1	1	0	2	1	2	7		36.84%
_C2		IDA	41	66	61	58	61	63	62	412	117	50.55%
		VUE.	41	63	65	59	56	57	62	403		49.45%
_C3		IDA	15	22	21	33	22	25	24	162	50	46.69%
		VUE.	19	27	30	23	29	27	30	185		53.31%
_C4		IDA	4	7	7	8	7	4	8	45	14	46.39%
		VUE.	6	7	9	9	6	8	7	52		53.61%
_8X4		IDA	2	5	5	2	2	4	3	23	6	58.97%

		VUE.	4	0	1	3	1	3	4	16		41.03%
T2S1		IDA	1	2	3	2	3	2	0	13	5	40.63%
		VUE.	3	3	2	3	2	4	2	19		59.38%
T2S2		IDA	2	3	2	3	1	2	3	16	5	55.17%
		VUE.	1	3	2	1	3	2	1	13		44.83%
T2Se2		IDA	1	2	2	2	1	2	2	12	4	52.17%
		VUE.	2	2	1	3	1	2	0	11		47.83%

T2S3		IDA	0	4	2	1	2	3	1	13	4	54.17%
		VUE.	1	2	1	1	1	2	3	11		45.83%
T2Se3		IDA	2	2	2	2	1	3	1	13	4	50.00%
		VUE.	1	2	3	3	2	2	0	13		50.00%
T3S1		IDA	2	2	2	1	2	2	0	11	4	50.00%
		VUE.	0	2	2	0	2	3	2	11		50.00%
T3S2		IDA	1	2	2	1	1	0	1	8	3	44.44%
		VUE.	2	1	2	2	1	0	2	10		55.56%
T3Se2		IDA	1	2	1	1	2	2	3	12	3	57.14%
		VUE.	0	1	2	1	2	3	0	9		42.86%
T3S3		IDA	0	2	2	1	2	1	1	9	3	52.94%
		VUE.	2	2	2	0	2	0	0	8		47.06%

T3Se3		IDA	0	2	0	2	0	2	1	7	3	38.89%
		VUE.	1	2	1	2	1	2	2	11		61.11%
_C2R2		IDA	1	0	2	1	2	0	1	7	2	50.00%
		VUE.	0	2	0	1	2	0	2	7		50.00%
_C3R2		IDA	1	2	1	2	0	2	0	8	3	40.00%
		VUE.	2	0	2	3	2	1	2	12		60.00%
_8X4R2		IDA	0	1	2	1	0	1	0	5	2	38.46%
		VUE.	1	2	1	0	1	2	1	8		61.54%
_C2RB1		IDA	0	2	2	2	1	0	3	10	4	41.67%
		VUE.	1	2	1	1	3	2	4	14		58.33%
_C3RB1		IDA	1	0	2	1	0	2	1	7	2	70.00%
		VUE.	0	2	0	0	1	0	0	3		30.00%
_C3RB2		IDA	2	2	0	0	0	1	4	9	3	47.37%
		VUE.	1	2	1	2	1	2	1	10		52.63%

Fuente: elaboración propia en base a los datos de la guía AASSHTO93

Tabla 3:

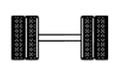
Factores de distribución direccional y de carril para determinar el tráfico en el carril de diseño

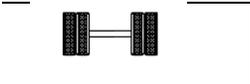
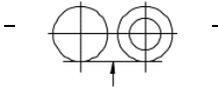
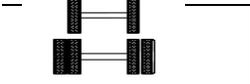
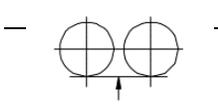
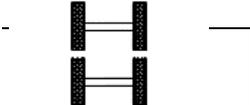
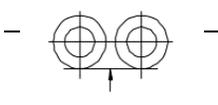
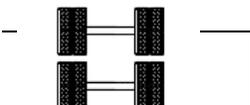
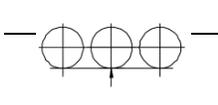
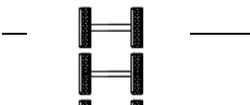
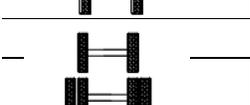
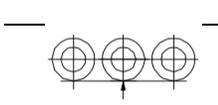
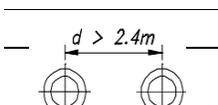
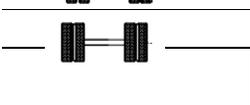
Número de calzadas	Número de sentidos	Número de carriles por sentido	Factor Direccional (Fd)	Factor Carril (Fc)	Factor Ponderado Fd x Fc para carril de diseño
1 calzada (para IMDa total de la calzada)	1 sentido	1	1.00	1.00	1.00
	1 sentido	2	1.00	0.80	0.80
	1 sentido	3	1.00	0.60	0.60
	1 sentido	4	1.00	0.50	0.50
	2 sentidos	1	0.50	1.00	0.50
	2 sentidos	2	0.50	0.80	0.40
2 calzadas con separador central (para IMDa total de las dos calzadas)	2 sentidos	1	0.50	1.00	0.50
	2 sentidos	2	0.50	0.80	0.40
	2 sentidos	3	0.50	0.60	0.30
	2 sentidos	4	0.50	0.50	0.25

Fuente: Manual de carreteras /suelos, geología, geotecnia y pavimentos

TABLA 4:

Configuración de ejes

NOMENCLATURA	CONJ. DE EJES	SIMBOLOGÍA	Nº DE NEUMATIC.	GRÁFICO	PESO
_1VL	SIMPLE		2		1
_2VL	SIMPLE		2		2
_4VL	SIMPLE		4		4
_1RS	SIMPLE		2		7

_1RD	SIMPLE		4		11
_1RS_1RD	TANDEM		6		16
_2RS	TANDEM		4		12
_2RD	TANDEM		8		18
_3RS	TRIDEM		6		16
_1RS_2RD	TRIDEM		10		23
NOMENCLATURA	CONJ. DE EJES	SIMBOLOGÍA	N° DE NEUMATIC.	GRÁFICO	PESO
_3RD	TRIDEM		12		25
_1RD_1RD	SIMPLE		8		22

Fuente: Manual de carreteras /suelos, geología, geotecnia y pavimentos

Tabla 5:

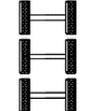
Relación de cargas por eje para determinar ejes equivalentes (EE) para pavimento rígido

Tipo de Eje	Eje Equivalente (EE _{8.2 tn})
Eje Simple de ruedas simples (EE _{S1})	$EE_{S1} = [P / 6.6]^{4.1}$
Eje Simple de ruedas dobles (EE _{S2})	$EE_{S2} = [P / 8.2]^{4.1}$
Eje Tandem (1 eje ruedas dobles + 1 eje rueda simple) (EE _{TA1})	$EE_{TA1} = [P / 13.0]^{4.1}$
Eje Tandem (2 ejes de ruedas dobles) (EE _{TA2})	$EE_{TA2} = [P / 13.3]^{4.1}$
Ejes Tridem (2 ejes ruedas dobles + 1 eje rueda simple) (EE _{TR1})	$EE_{TR1} = [P / 16.6]^{4.0}$
Ejes Tridem (3 ejes de ruedas dobles) (EE _{TR2})	$EE_{TR2} = [P / 17.5]^{4.0}$
P = peso real por eje en toneladas	

Fuente: Manual de carreteras /suelos, geología, geotecnia y pavimentos

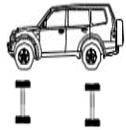
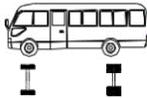
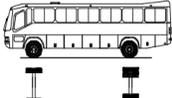
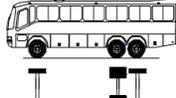
Tabla 6:

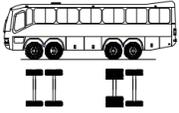
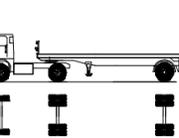
CÁLCULO DE FACTOR DE EJES EQUIVALENTES									
NOMENCLATURA	GRÁFICO	Peso (ton)	Lx kips	L2	β_x	β_{18}	G_t	$\log\left(\frac{1}{FEE}\right)$	FEE
_1VL		1	2.2	1	1.002	20.7760	-0.1761	3.4068	0.0004
_2VL		2	4.4	1	1.029	20.7760	-0.1761	2.3614	0.0044
_4VL		4	8.8	1	1.632	20.7760	-0.1761	1.229	0.059
_1RS		7	15.4	1	10.200	20.7760	-0.1761	0.2865	0.517
_1RD		11	24.2	1	86.882	20.7760	-0.1761	-0.5602	3.6323

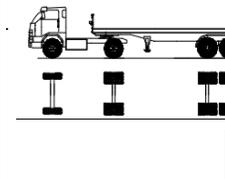
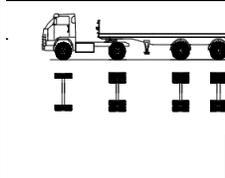
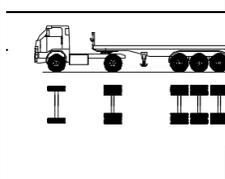
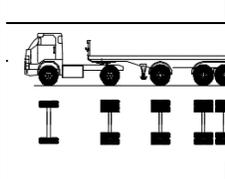
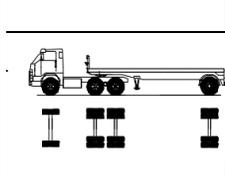
_1RS_1RD		16	35.2	2	57.731	20.7760	-0.1761	-0.3553	2.266
_2RD		18	39.6	2	102.457	20.7760	-0.1761	-0.5782	3.7865
_1RS_2RD		23	50.6	3	91.952	20.7760	-0.1761	-0.5094	3.2313
_3RD		25	55	3	138.082	20.7760	-0.1761	-0.667	4.6456
_1RD_1RD		22	48.4	2	86.882	20.776	-0.176	-0.560	7.265

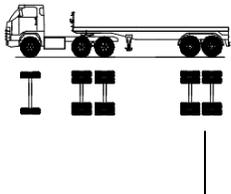
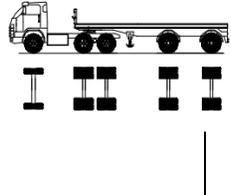
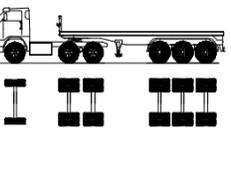
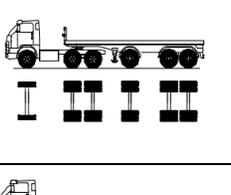
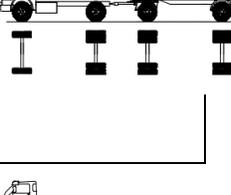
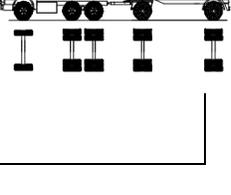
Fuente: elaboración propia en base a los datos y tablas de la guía AASSHTO93

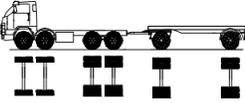
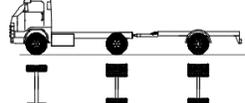
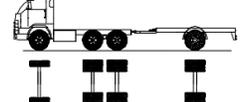
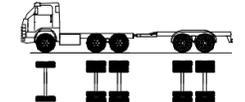
CÁLCULO DE NÚMERO DE REPETICIONES DE EJE EQUIVALENTE

VAHÍCULO		IMDs	FACTORES DE EJE EQUIVALENTE POR EJE			F.E.E. TOTAL	FACTOR DIREC. (FD)	FACTOR CARRIL (FC)	AÑO	(Fca)	ESAL	
TIPO	GRÁFICO		DELANT.	EJE N° 01	EJE N° 02							EJE N° 03
VHL1_		418	0.00039	0.00039			0.0008	50.43%	0.5	365	28.572	862
VHL2_		203	0.00435	0.05902			0.0634	50.00%	0.5	365	28.572	33541
B2_		159	0.51704	3.63229			4.1493	50.23%	0.5	365	28.572	1727836
B3_1		5	0.51704	2.26602			2.7831	54.55%	0.5	365	28.572	39578

B4_1		3	0.66439	2.26602		2.9304	63.16%	0.5	365	28.572	28952
_C2		117	0.51704	3.63229		4.1493	50.55%	0.5	365	24.837	1112403
_C3		50	0.51704	3.78647		4.3035	53.31%	0.5	365	24.837	519989
_C4		14	0.51704	3.23133		3.7484	53.61%	0.5	365	24.837	127515
_8X4		6	0.66439	3.78647		4.4509	58.97%	0.5	365	24.837	71387
T2S1		5	0.51704	3.63229	3.63229	7.7816	59.38%	0.5	365	24.837	104713

												
T2S2		5	0.51704	3.63229	3.78647	7.9358	55.17%	0.5	365	24.837	99230	
T2Se2		4	0.51704	3.63229	3.63229	3.63229	11.4139	52.17%	0.5	365	24.837	107971
T2S3		4	0.51704	3.63229	4.64555	8.7949	54.17%	0.5	365	24.837	86374	
T2Se3		4	0.51704	3.63229	3.63229	3.78647	11.5681	50.00%	0.5	365	24.837	104870
T3S1		4	0.51704	3.78647	3.63229	7.9358	50.00%	0.5	365	24.837	71941	

T3S2		3	0.51704	3.78647	3.78647		8.0900	55.56%	0.5	365	24.837	61116
T3Se2		3	0.51704	3.78647	3.63229	3.63229	11.5681	57.14%	0.5	365	24.837	89888
T3S3		3	0.51704	3.78647	4.64555		8.9491	112.50%	0.5	365	24.837	136902
T3Se3		3	0.51704	3.78647	3.63229	3.78647	11.7223	61.11%	0.5	365	24.837	97412
_C2R2		2	0.51704	3.63229	3.63229	3.63229	11.4139	50.00%	0.5	365	24.837	51736
_C3R2		3	0.51704	3.78647	3.63229	3.63229	11.5681	60.00%	0.5	365	24.837	94383

_8X4R2		2	0.66439	3.78647	3.63229	3.63229	11.7154	61.54%	0.5	365	24.837	65357
_C2RB1		4	0.51704	3.63229	3.63229		7.7816	58.33%	0.5	365	24.837	82301
_C3RB1		2	0.51704	3.78647	3.63229		7.9358	70.00%	0.5	365	24.837	50359
_C3RB2		3	0.51704	3.78647	3.78647		8.0900	52.63%	0.5	365	24.837	57899
ESAL = 5002685.00												

Fuente: elaboración propia en base a los datos y tablas de la guía AASSHTO93

Tabla 4:

Numero de repeticiones acumuladas del eje equivalente 8.2 t en el carril de diseño

Tipos Tráfico Pesado expresado en EE	Rangos de Tráfico Pesado expresado en EE
TP ₀	> 75,000 EE ≤ 150,000 EE
TP ₁	> 150,000 EE ≤ 300,000 EE
TP ₂	> 300,000 EE ≤ 500,000 EE
TP ₃	> 500,000 EE ≤ 750,000 EE
TP ₄	> 750,000 EE ≤ 1'000,000 EE
TP ₅	> 1'000,000 EE ≤ 1'500,000 EE
TP ₆	> 1'500,000 EE ≤ 3'000,000 EE
TP ₇	> 3'000,000 EE ≤ 5'000,000 EE
TP ₈	> 5'000,000 EE ≤ 7'500,000 EE
TP ₉	> 7'500,000 EE ≤ 10'000,000 EE
TP ₁₀	> 10'000,000 EE ≤ 12'500,000 EE
TP ₁₁	> 12'500,000 EE ≤ 15'000,000 EE
TP ₁₂	> 15'000,000 EE ≤ 20'000,000 EE
TP ₁₃	> 20'000,000 EE ≤ 25'000,000 EE
TP ₁₄	> 25'000,000 EE ≤ 30'000,000 EE
TP ₁₅	> 30'000,000 EE

Fuente: Manual de carreteras /suelos, geología, geotecnia y pavimentos

Tabla 5:

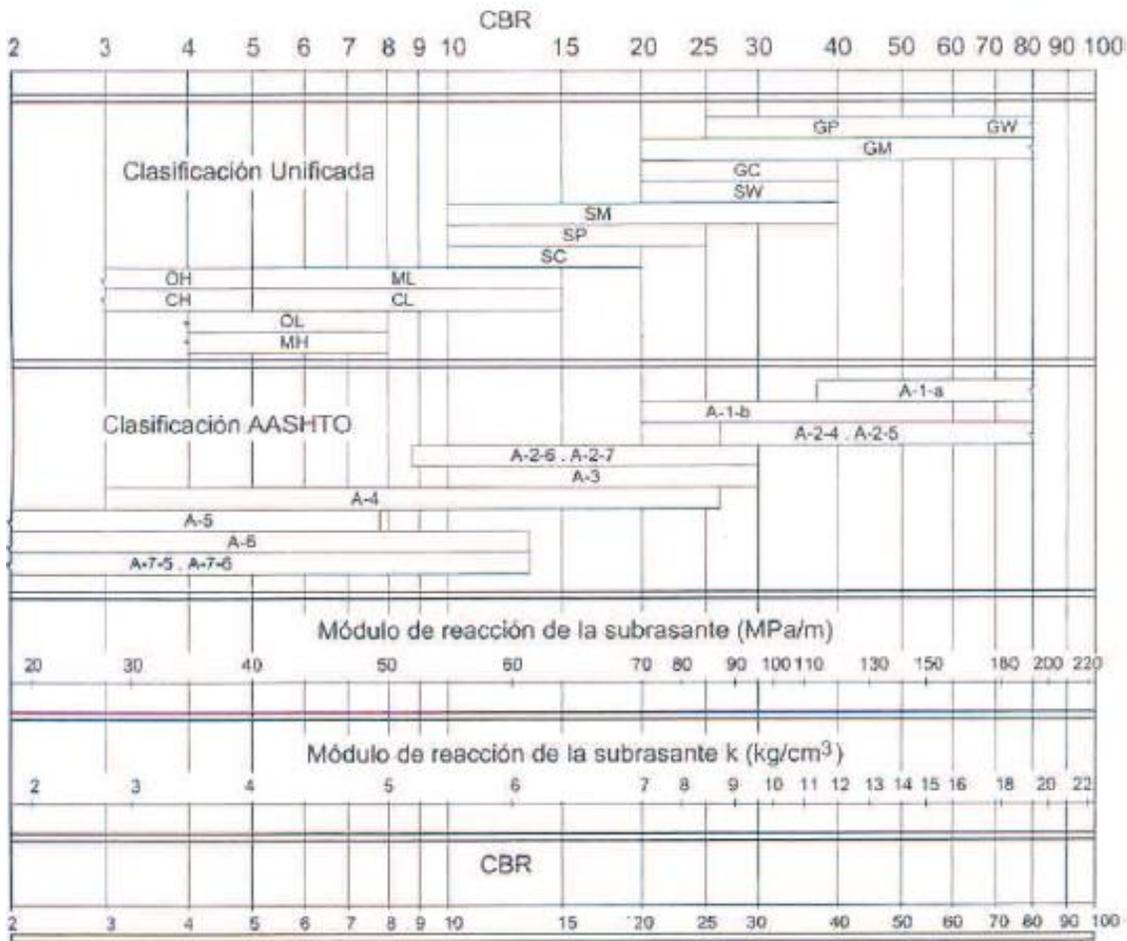
Valores recomendados de Nivel de Confiabilidad (R) y Desviación Estándar Normal (Zr) Para una sola etapa de 20 años según rango de Tráfico

TIPO DE CAMINOS	TRAFICO	EJES EQUIVALENTES ACUMULADOS		ÍNDICE DE SERVICIABILIDAD INICIAL (Pi)	ÍNDICE DE SERVICIABILIDAD FINAL O TERMINAL (Pt)	DIFERENCIAL DE SERVICIABILIDAD (Δ PSI)
Caminos de Bajo Volumen de Tránsito	T _{P1}	150,001	300,000	4.10	2.00	2.10
	T _{P2}	300,001	500,000	4.10	2.00	2.10
	T _{P3}	500,001	750,000	4.10	2.00	2.10
	T _{P4}	750 001	1,000,000	4.10	2.00	2.10
Resto de Caminos	T _{P5}	1,000,001	1,500,000	4.30	2.50	1.80
	T _{P6}	1,500,001	3,000,000	4.30	2.50	1.80
	T _{P7}	3,000,001	5,000,000	4.30	2.50	1.80
	T _{P8}	5,000,001	7,500,000	4.30	2.50	1.80
	T _{P9}	7,500,001	10'000,000	4.30	2.50	1.80
	T _{P10}	10'000,001	12'500,000	4.30	2.50	1.80
	T _{P11}	12'500,001	15'000,000	4.30	2.50	1.80
	T _{P12}	15'000,001	20'000,000	4.50	3.00	1.50
	T _{P13}	20'000,001	25'000,000	4.50	3.00	1.50
	T _{P14}	25'000,001	30'000,000	4.50	3.00	1.50
	T _{P15}	>30'000,000		4.50	3.00	1.50

Fuente: Manual de carreteras /suelos, geología, geotecnia y pavimentos.

Figura 3:

Relación CBR módulo de reacción de la subrasante



Fuente: Manual de carreteras /suelos, geología, geotecnia y pavimentos.

Tabla 6:

Valores recomendados de resistencia de concreto según rango de tráfico

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

Fuente: Manual de carreteras /suelos, geología, geotecnia y pavimentos.

Tabla 7:*Condiciones de drenaje*

Calidad de Drenaje	50% de saturacion en:	85% de saturacion en:
Excelente	2 horas	2 horas
Bueno	1 día	2 a 5 horas
Regular	1 semana	5 a 10 horas
Pobre	1 mes	más de 10 horas
Muy Pobre	El agua no drena	mucho más de 10 horas

Fuente: Manual de carreteras /suelos, geología, geotecnia y pavimentos.

Tabla 8:*Coefficiente de drenaje de las cargas granulares Cd*

Calidad de Drenaje	% del tiempo en que el pavimento esta expuesto a niveles de humedad próximos a la saturación			
	< 1%	1 a 5%	5 a 25%	> 25%
Excelente	1.25 - 1.20	1.20 - 1.15	1.15 - 1.10	1.10
Bueno	1.20 - 1.15	1.15 - 1.10	1.10 - 1.00	1.00
Regular	1.15 - 1.10	1.10 - 1.00	1.00 - 0.90	0.90
Pobre	1.10 - 1.00	1.00 - 0.90	0.90 - 0.80	0.80
Muy Pobre	1.00 - 0.90	0.90 - 0.80	0.80 - 0.70	0.70

Fuente: Manual de carreteras /suelos, geología, geotecnia y pavimentos.

Tabla 9:*Valores de coeficientes de transmisión de carga J*

TIPO DE BERMA	J			
	GRANULAR O ASFÁLTICA		CONCRETO HIDRÁULICO	
VALORES J	SI (con pasadores)	NO (con pasadores)	SI (con pasadores)	NO (con pasadores)
	3.2	3.8 - 4.4	2.8	3.8

Fuente: Manual de carreteras /suelos, geología, geotecnia y pavimentos.

Conteo vehicular en horas puntas



Fuente: *Elaboración propia*



Fuente: *Elaboración propia*



Fuente: *Elaboración propia*