



UNIVERSIDAD CÉSAR VALLEJO

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

**Evaluación de la carpeta de rodadura y la optimización aplicando
el ultra-thin whitetopping como método de rehabilitación en la
Av. Gerardo Unger, Comas – Lima 2019**

**TESIS PARA OBTENER EL TÍTULO PROFESIONAL DE:
Ingeniero Civil**

AUTOR:

Riojas Rios, Brandon Junior (ORCID: 0000-0002-0734-0396)

ASESOR:

Mgtr. Benites Zúñiga, José Luis (ORCID: 0000-0003-4459-494X)

LÍNEA DE INVESTIGACIÓN:

Diseño de Infraestructura Vial

LIMA - PERÚ

2020

Dedicatoria

Este presente Informe de Investigación va dedicado para muchas personas de lo cual me brindaron su apoyo y confiaron en mi hasta el final para así llegar a cumplir mis metas, es por ello que en primer lugar va dedicado a Dios, a mi madre Bertha Rios Cardenas, a mi hermana Abigayl y sobre todo a mi hija Eylin, de lo cual me brindaron fuerzas y motivos día a día, y es por eso que sus apoyos fueron gran parte de esto para así culminar con éxito este gran paso de mi vida.

Agradecimiento

Quiero dar el agradecimiento a las personas que me apoyaron en todo momento en especial al Ing. José Luis Benites Zúñiga, que me brindo con su amplia y experto conocimiento como asesor y así mismo a mi madre Bertha Ríos Cárdenas, a mis tías, primas que me dieron de su apoyo incondicional

ÍNDICE DE CONTENIDOS

Carátula	i
Dedicatoria.....	ii
Agradecimiento	iii
Índice de Contenidos	iv
Índice de Tablas.....	v
Índice de Figuras	vi
Resumen	viii
Abstract	ix
I. INTRODUCCIÓN	1
II. MARCO TEÓRICO	6
III. METODOLOGÍA	49
3.1- Tipo y Diseño Metodológico	49
3.2- Variable, Operacionalización	50
3.3- Población, Muestra y muestreo	50
3.4- Técnicas e instrumentos de recolección de datos, validez y confiabilidad.	51
3.5- Procedimiento.....	52
3.6- Método de Análisis de datos.....	52
3.7- Aspectos Éticos	53
IV. RESULTADOS	54
V. DISCUSIÓN.....	78
VI. CONCLUSIONES	82
VII. RECOMENDACIONES.....	83
REFERENCIAS	84
ANEXOS	88

ÍNDICE DE TABLAS

Tabla 1 Código y descripción de fallas.....	22
Tabla 2 Clasificación del pavimento según su PCI.....	36
Tabla 3 Longitudes de unidades de muestreo asfaltias.....	36
Tabla 4 Datos de las investigaciones a comparar	58
Tabla 5 Datos de la Compresión sin aditivo	59
Tabla 6 Datos de la resistencia a la compresión del concreto con aditivo Sikament 306 y Plastiment TM-12.....	62
Tabla 7 Datos del asentamiento Slump sin aditivo	68
Tabla 8 Datos del asentamiento del Slump con aditivo Sikament 306 y Plastiment TM-12	69
Tabla 9 Resumen de las variables de la ecuación fundamental para el diseño del pavimento rígido según AASHTO 93 sin aditivo	71
Tabla 10 Dosificación de concreto F´c 280 sin aditivo.....	73
Tabla 11 Resumen de las variables de la ecuación fundamental para el diseño del pavimento rígido según AASHTO 93 con aditivo Sikament 306 y Plastiment TM-12	74
Tabla 12 Dosificación de concreto F´c 280 con aditivo Sikament 306 y Plastiment TM-12	75

ÍNDICE DE FIGURAS

Figura 1 Estructura típica de pavimento rígido	20
Figura 2 Etapas de deterioro en el pavimento flexible	21
Figura 3 Falla tipo piel de cocodrilo	23
Figura 4 Falla tipo exudación.....	23
Figura 5 Falla por agrietamiento en bloque	24
Figura 6 Falla tipo abultamiento	24
Figura 7 Falla tipo hundimiento	25
Figura 8 Falla por corrugación.....	25
Figura 9 Falla por depresión.....	26
Figura 10 Falla por grieta en borde.....	26
Figura 11 Falla por grieta de reflexión de junta	27
Figura 12 Falla por desnivel carril/berma	27
Figura 13 Falla por grietas longitudinales	28
Figura 14 Falla por grieta transversales.....	28
Figura 15 Falla tipo parches	29
Figura 16 Falla tipo pulimento de agregados.....	29
Figura 17 falla tipo huecos	30
Figura 18 falla tipo cruce de vía férrea	30
Figura 19 Falla por ahuellamiento	31
Figura 20 Falla por desplazamiento.....	31
Figura 21 Falla por grietas parabólicas.....	32
Figura 22 Falla tipo hinchamiento.....	32
Figura 23 Falla tipo desprendimiento de agregado	33
Figura 24 Formato de exploración para condición de carreteras con superficie asfáltica.....	39
Figura 25 Formato para las iteraciones del cálculo del VDC.....	40
Figura 26 Ensayo de compresión	41

Figura 27 Mapa político de la provincia de Lima.....	54
Figura 28 Mapa político del Perú.....	54
Figura 29 Provincia de Lima	55
Figura 30 Distrito de Comas	55
Figura 31 Ubicación del distrito	56
Figura 32 Ubicación de la zona vista satelital	57
Figura 33 Resumen de promedio de roturas de probetas sin aditivo	60
Figura 34 Resumen de roturas de probetas por sin aditivo en porcentaje (%) ...	61
Figura 35 Resumen de roturas de probetas con aditivo Sikament 306 y Plastiment TM-12	63
Figura 36 Resumen de roturas de probetas con aditivo Sikament 306 y Plastiment TM-12 en porcentaje (%).....	64
Figura 37 Comparación de resumen de roturas de probetas sin aditivo y con aditivo Sikament 306 y Plastiment TM-12 día 7 en Kg/cm ²	65
Figura 38 Comparación de resumen de roturas de probetas sin aditivo y con aditivo Sikament 306 y Plastiment TM-12 día 14 en Kg/cm ²	66
Figura 39 Comparación de roturas de probetas sin aditivo y con aditivo Sikament 306 y Plastiment TM-12 día 28 en Kg/cm ²	67
Figura 40 Asentamiento del concreto sin aditivo.....	68
Figura 41 Asentamiento del concreto con aditivo Sikament 306 y Plastiment TM-12.....	69
Figura 42 Comparación del asentamiento del concreto sin aditivo y con aditivo Sikament 306 y Plastiment TM-12.....	70
Figura 43 Diseño de Pavimento Rígido Software Dipar 2.0	72
Figura 44 Diseño de Pavimento Rígido Software Dipar 2.0 – con aditivo Sikament 306 y Plastiment TM-12 2	75
Figura 45 Comparación de espesores de la sobrecarpeta en pulgadas.....	76
Figura 46 Comparación de espesores de la sobrecarpeta en centímetro	76
Figura 47 Diferencia en aumento de la máxima resistencia a la compresión	78
Figura 48 Comparaciones de espesores de la sobrecarpeta	81

RESUMEN

Este actual Informe de Investigación tuvo como objetivo general usar como una técnica de rehabilitación sobre la carpeta de rodadura luego de su evaluación con el uso del Ultra Thin Whitetopping en el pavimento flexible. El diseño es no experimental transversal, de tipo aplicada, de nivel correlacional – causal y enfoque cuantitativo. La técnica se basa en la recolección documental de datos de dos tesis de tal manera de que una de ella es sin aditivo y la otra es aplicando aditivos llamadas Sikament -306 y Plastiment TM-12 en los ensayos de asentamiento del concreto, ensayo a su máxima resistencia a la compresión ya que esto nos ayuda a tener un mejor resultado para el diseño de la estructura. Como resultado se obtuvo que implementado estos aditivos mencionados nos ayuda a dar un mejor asentamiento (Slump) del concreto obteniendo 7 ½” llevando a clasificar como una consistencia fluida, así mismo una mayor resistencia a la compresión elevando un 22% de su resistencia requerida y brindado un menor espesor de la sobrecarpeta, dando como 7” (18 cm) llevándolo a ser clasificado como un Thin Whitetopping, lo cual la gran mayoría de expertos aplican la adherencia entre el pavimento dañado y el pavimento nuevo con esta clasificación, ya que ambas estructuras trabajan monolíticamente y comparten sus cargas para así tener un funcionamiento como una sola sección compuesta. Se concluye que adicionando aditivos podemos garantizar una mayor resistencia al diseño de mezcla, da como buen resultado al ensayo de su máxima resistencia a la compresión y sobre todo un buen diseño de estructura, pero esto siempre va depender también el nivel en que se encuentre el pavimento dañado.

Palabras clave: compresión, Asentamiento, diseño de estructura.

ABSTRACT

The present research work had the general objective of using the treadmill as a rehabilitation technique after its evaluation with the use of Ultra Thin Whitetopping on flexible pavement. The design is cross-sectional, applied type, non-experimental, correlational-causal level and quantitative approach. The technique is based on the documentary data collection of two theses in such a way that one of them is without additive and the other is by applying additives called Sikament - 306 and Plastiment TM-12 in the concrete settlement tests, test to their maximum resistance to compression as this helps us to have a better result for the design of the structure. As a result, it was obtained that the implementation of these additives mentioned helps us to give a better settlement (Slump) of the concrete, obtaining 7 ½ "leading to classify as a fluid consistency, as well as a greater resistance to compression, raising 22% of its required resistance and provided a smaller thickness of the overlay, giving as 7 "(18 cm) leading to it being classified as a Thin Whitetopping, which the vast majority of experts apply the adhesion between the damaged pavement and the new pavement with this classification, since both Structures work monolithically and share their loads in order to function as a single composite section. It is concluded that adding additives we can guarantee a greater resistance to the mixture design, gives as a good result the test of its maximum resistance to compression and, above all, a good structure design, but this will always depend on the level in which the damaged pavement.

Keywords: compression, settlement and structure design.

I. INTRODUCCIÓN

Desde los inicios antiguos los caminos son significativos para el avance de la población, por eso es muy obligatorio los mantenimientos en la carretera y esto es una de las responsabilidades que tiene el MTC para que estos tengan un resultado óptimo; mientras el tiempo avanza la evolución del pavimento mejora con nuevas innovaciones, una de ellas es el concreto hidráulico adaptado a la rehabilitación de los pavimentos (whitetopping), para aumentar la condición y el periodo de mantenimiento de la carretera, esto es un nuevo método para poder mejorar la vida útil y sobre todo reducir grandes presupuestos que se invierten en las rehabilitaciones y a su vez mejorar y obtener un tránsito seguro.

En el país de la Republica Dominicana establecen una proporción total de carreteras en donde está obligado ejecutar reparaciones del pavimento asfaltico cada 5 años. En el país de España el 99% de la Red de Carreteras del Estado establecen al pavimento flexible. En Estados Unidos ya se usa este método exactamente en el año 1918 en el cual la fue en el Estado de India, donde se ha modernizado el afecto de emplear el Whitetopping en los 10 años atrás, como conclusión de muchos proyectos de valioso perfil de celebridad.

En nuestro país tenemos muchos problemas y desventajas con respecto al tema de tránsito vehicular ya que esto ocurre con mucha frecuencia en estas últimas décadas, por conclusión es muy importante la seguridad de nuestro carretera que está conformada por el pavimento ya que la mayoría de los accidentes son producidos por las malas condiciones que se encuentran dicho pavimento y el cambio climático que no es muy considerado en algunas ocasiones para el diseño del pavimento que hace el efecto de dañar la carpeta asfáltica

Lo consistente de un pavimento para resistir las causas como la desintegración del agregado, alteraciones de las características de asfalto (polimerización y oxidación y segregación en las partículas de la carpeta de rodadura, esto se podría ocasionar por los factores como el clima, el aumento de tránsito y cargas no consideradas en el diseño o las combinaciones de las mencionadas.

En la realidad observamos las diferentes tipos de fallas que tiene la avenida Gerardo Unger en el distrito de Comas, así el pavimento corresponda ser flexible, rígido o mixto siempre encontraremos fallas como fisura, hendidura, baches,

huecos, hinchamientos y entre otros que perjudican al transeúnte y los daños que causan a los vehículos al circular por los sectores o tramos con dichas fallas mencionadas y entre estas causas existe un motivo por las cuales se producen, entre ellos tenemos: por el mal proceso y errores constructivos, pésima condición de los materiales, los distintos modelos o clases de vehículos con cargas muy elevadas que transitan, los cambios climáticos y entre otros hacen que la avenida tenga estos tipos de falla, pero si bien observamos que estas fallas toman un inicio y lo más apropiado sería tomar medidas correspondientes de inmediato para poder repararlas, como por ejemplo tenemos los mantenimientos rutinarios, periódicos y la rehabilitación, pero si bien se sabe es que no resuelven la conducta del pavimento con paso del tiempo y en casi la gran mayoría por no decir todas se sabe que solo actúan cuando el daño del pavimento es muy grave, por lo tanto en esta ocasión se evaluara y optimizara la avenida Gerardo Unger en el distrito de Comas exactamente la carpeta asfáltica. Es muy importante tener la determinación de los defectos de pavimento dañado de rodadura para poder tener un mejor análisis completo con el fin de determinar o concluir una decisión adecuada para un método de rehabilitación del pavimento de dicha avenida

Estas investigaciones tienen la intención de seguir evaluando y mejorando la carpeta asfáltica al tener diferentes tipos de fallas producidas por los cambios climáticos, pésimo estado de los materiales, el pésimo procedimiento de construcción y entre otros, y con el tiempo tener nuevos métodos y formas para una mejor rehabilitación en un pavimento ya realizado y a su vez tomar las decisiones y conclusiones adecuadas de dicha alternativa y así tener una mejor calidad de vida de dicha carpeta asfáltica y también para un buen uso de los transeúntes.

Formulación del Problema

El problema debe ser esencial para esta investigación ya que se desarrollará, es por ello que esta investigación debe ser breve, concisa y muy clara para la comprensión de los futuros lectores.

Problema general

¿Cómo solucionar la evaluación de la carpeta de rodadura mediante el uso del Ultra Thin Whitetopping en el pavimento flexible?

Problemas específicos

- 1) ¿De qué manera la resistencia a compresión del Ultra Thin Whitetopping influye en la carpeta de rodadura en la avenida Gerardo Unger?
- 2) ¿De qué manera el asentamiento del Ultra Thin Whitetopping influye en la carpeta de rodadura en la avenida Gerardo Unger?
- 3) ¿De qué manera el diseño de estructura del Ultra Thin Whitetopping influye en la carpeta de rodadura en la avenida Gerardo Unger?

La **Justificación de Investigación social** para esta tesis es una nueva recomendación de un método de rehabilitación de menor costo para poder realizar y aplicar en los pavimentos que se encuentren afectados por las diferentes fallas que habitualmente se originan, en este estudio se realizara el proyecto de la sobrecarpeta de refuerzo con el método de AASHTO 93 en la avenida Gerardo Unger del distrito de Comas

La **Justificación de Investigación practica** para esta tesis se realiza porque existe la necesidad de mejorar la carpeta asfáltica que es dañada por diferentes factores, con el uso de la sobre carpeta ultra thin whitetopping

La **Justificación de Investigación teórica** para esta investigación tiene como finalidad aportar el conocimiento existente sobre el uso de la sobrecarpeta Ultra Thin Whitetopping cuyos resultados podrán sintetizarse en una propuesta como un método de rehabilitación.

La Justificación de Investigación metodológica de los resultados de la presente investigación sobre los diseños de la sobrecarpeta Ultra Thin Whitetopping podrán ser utilizados en otros trabajos de investigación luego de la aprobación de su validez y confiabilidad.

[...]Los **objetivos** deben estar claramente establecidos para evitar cualquier desviación en el proceso de investigación y deben ser alcanzables. son las guías de estudio y debes tenerlas en cuenta durante tu desarrollo.¹

Objetivo General

Usar como una técnica de rehabilitación sobre la carpeta de rodadura luego de su evaluación con el uso del Ultra Thin whitetopping en el pavimento flexible.

Objetivo Específicos

- 1) Identificar la influencia entre el ensayo de su compresión con la evaluación de la carpeta de rodadura de un pavimento flexible.
- 2) Identificar la influencia entre el asentamiento (slump) con la evaluación de la carpeta de rodadura de un pavimento flexible.
- 3) Identificar la influencia entre el diseño de estructura con la evaluación de la carpeta de rodadura de un pavimento flexible.

“La **hipótesis** es el vínculo necesario entre la teoría y la investigación que nos lleva al descubrimiento de nuevos hechos. Por lo tanto, se debe proponer una explicación de ciertos hechos y la investigación dirigida a otros.”.²

Hipótesis General

Existe un vínculo entre el Ultra Thin-Whitetopping y la evaluación de la carpeta de rodadura en un pavimento flexible

¹ (BEHAR, 2008 pág. 38)

² (BEHAR, 2008 pág. 31)

Hipótesis Específicas

- 1) Existe un vínculo entre el ensayo de compresión con la evaluación de la carpeta de rodadura de un pavimento flexible.
- 2) Existe un vínculo entre el asentamiento (Slump) con la evaluación de la carpeta de rodadura de un pavimento flexible.
- 3) Existe un vínculo entre el diseño de estructura con la evaluación de la carpeta de rodadura de un pavimento flexible.

II. MARCO TEÓRICO

Mallma (2018) en su tesis para optar el título profesional de ingeniero civil titulada *“Evaluación de la carpeta asfáltica del pavimento flexible aplicando el método Índice de Condición de del Pavimento”* de la Universidad Peruana Los Andes tuvo como **objetivo de investigación** determinar la capa de rodadura que en si llega a ser la carpeta asfáltica aplicando el PCI en la Av. Mártires del periodismo, e hipótesis general: El análisis de la carpeta asfáltica está relacionado con la utilidad del método índice condición pavimento. Respecto a la metodología, el **tipo** de investigación es adaptada de un nivel descriptivo correlacionar, así mismo el diseño es no experimental, su **población** fue la Av. Mártires del Periodismo – San Carlos y la técnica sería su **muestra** – observación, sus **instrumentos** fueron la cámara fotográfica, una plantilla de recopilación de información y hoja de cálculo en Excel para análisis de los datos. Como **resultado** se consiguió llegar al análisis que la carpeta evaluada en la sección 01 presento un PCI de 53.11 correspondiente a una condición de pavimento regular, mientras que en la sección 02 determinada presento un PCI de 53.09 correspondiente a la condición de pavimento regular. Como **conclusión**, la carpeta asfáltica de dicho pavimento en la avenida Mártires del periodismo se encuentra con una situación de condición del 53.10% conllevando a una clasificación regular, ya que requiere ser sometido lo más antes posible ya que con el pasar de las fechas esta condición reducirá llegando al punto de malo, así mismo se concluye que las causas que originaron las fallas presentes en la carpeta asfáltica se debe al tráfico proyectado de forma inadecuada, al drenaje inadecuado, al envejecimiento de la estructura por acciones del clima, a las labores inadecuadas de mantenimiento que ejecuta la municipalidad y trabajos realizados por las empresas de agua – desagüe y a la mala compactación de la densidad de junta longitudinal, los defectos identificadas en la pavimento flexible de la avenida mártires del periodismo con mayor presencia es la perdida de áridos en un 87.31% y nivel de severidad medio, mientras que fisura longitudinal y transversal en un 8.52% con nivel de severidad bajo, así mismo parches deterioradas en un 3.17% con nivel de severidad bajo, así mismo grietas por fatiga con un 0.36% con un nivel de severidad bajo, mientras que ondulación con un 0.28% con un nivel de severidad bajo, mientras que baches en un 0.22% con nivel de severidad bajo, seguidamente por grietas por bloque en un 0.10% con

nivel de severidad bajo, por otro lado hundimiento, reflejados, y grietas de borde están por debajo del 0.10% y niveles de severidad variables.

Nuñez (2018) en su tesis para optar el título profesional de ingeniero civil titulada “**Propuesta de rehabilitación de pavimento de concreto utilizando sobrecapas de refuerzo en la avenida Todos Los Santos de la ciudad de Chota**” de la Universidad Nacional de Cajamarca tuvo como **objetivo de investigación** mejorar con una propuesta de rehabilitación utilizando pavimento de concreto como sobrecapa de soporte o de refuerzo aplicándola en la avenida todos los Santos de la Ciudad de Chota, en la primera etapa de esta tesis abarca el análisis y evaluación del pavimento rígido y para ello se utilizó los métodos VIZIR y PCI . En la segunda etapa se usó el método de diseño para calcular el espesor del pavimento de concreto hidráulico que es muy necesario para reconstruir el tramo que se encuentra en mal estado y así mismo calcular el espesor de la sobrecapa de refuerzo que se utilizara en la rehabilitación sobre el pavimento que se encuentra en estado regular. Su **población** fue considerada toda Avenida Todos los Santos de Chota, su **muestra** fue el tramo en estudio de la Avenida Todos Los Santos de Chota. Sus **instrumentos** fueron... Se halló los **resultados** siguientes: En el PCI dio como un resultado de 35.83, estando entre el rango de (25-) el cual especifica que se encuentra en un mal estado y por otro lado calculando por el método VIZIR también nos brinda con la información de que el pavimento se encuentra en un mal estado, posterior de haber calculado la situación del pavimento en la avenida que se ha mencionado de acuerdo a los resultados obtenidos se llegó a una **conclusión** de que en hay tramos muy deteriorados y esto se encuentra en la progresiva 0+160 por conclusión necesita una reconstrucción de la misma y en el tramo de la progresiva 0+000 - +160 y 0+720 se encuentran en regular deterioro, en ese caso colocaremos sobrecapas asfálticas para la rehabilitación de la avenida, utilizando el método AASHTO 93. Dando como resultado para el pavimento de concreto hidráulico de espesor de 8 pulgadas para la Avenida Todos los Santos, ya que se obtiene más del 60% del pavimento en mal estado. Por último, se brinda la propuesta de volver a realizar la construcción de la losa de concreto hidráulico con un espesor de 8 pulgadas para la avenida

Todos los Santos, debido a que más del 60% de la misma se encuentra malas condiciones.

Ureta (2018) en su tesis para optar el título profesional de ingeniero civil titulada *“Utilización de ultra-thin Whitetopping como método de rehabilitación de pavimentos asfálticos en la ciudad de Tacna”* de la Universidad Privada de Tacna tuvo como **objetivo de investigación** proponer el mencionado método de rehabilitación de pavimentos asfálticos para el distrito de Tacna como una alternativa eficiente y definitiva. Su **tipo** de este informe o proyecto es experimental con nivel descriptivo. Su **población** de estudio fue la Av. Jorge Chavez lo cual consta de 33 paños de 38m x 8m y la Av. Costanera con 32 paños y medio de 26 losas y 12 losas respectivamente. Su **muestra** fue en las vías sobre la cuales se ha realizado la investigación. Su **muestreo** fue todo el distrito, con el fin de dar mayor detalle a los diseños y están ubicadas en las calles Modesto Molina y Arias y Aranguez. Los **resultados** se obtuvieron mediante el diseño del UTW por lo que en esta tesis se elaboraron por 3 distintos métodos con sus softwares correspondientes de los cuales son por el método Aashto-93, American Concrete Pavement Association (ACPA) y por método de Portland Cement Concrete (PCC). Por el método de Aashto 93 se llegó a obtener el espesor del UTW para el caso de Arias y Aranguez llegó a 13 cm de espesor y para el caso de Modesto Molina llegó a 11cm de espesor. Por el método de American Concrete Pavement Association (ACPA) en el caso de Arias y Aranguez llegó a 7.5cm de espesor y para el caso de Modesto Molina llegó igualmente a 7.5cm de espesor. Y para el último método que sería de Portland Cement Concrete (PCC) en el caso de Arias y Aranguez llegó a 5 cm de espesor y para el caso de Modesto Molina llegó a 5cm de espesor. Tras analizar los resultados obtenidos por los tres métodos se optó por tomar el de menor espesor, que vendría ser por el método Portland Cement Concrete. Se **concluyó** que los estudios realizados al Ultra Thin Whitetopping es una alternativa no solo viable sino sumamente sostenible con finalidad de rehabilitar la red vial local en el distrito de Tacna y, en lo posterior, toda la región y el país, así mismo también se demostró de qué manera los beneficiarios del uso del UTW pueden realzar la calidad de la red vial local, también colaborando con el factor de iluminación,

tiempo de reparación y facilidad de proceso constructivo. Se ha observado que la elaboración del diseño de mezcla llega a cumplir una buena trabajabilidad y en la colocación del concreto, por lo que, factores como el Slump, el aditivo y la calidad de aire incorporado son importantísimos en el desarrollo del proyecto dicho.

Mendieta (2016) en su tesis para optar el título profesional de ingeniero civil titulada ***“Aplicación de una metodología para rehabilitación de pavimento mediante sobrecapas de refuerzo, utilizando AASHTO 93”*** de la Universidad del AZUAY tuvo como **objetivo de investigación** diseñar una sobrecapa de refuerzo flexible sobre un pavimento de concreto o asfalto parcialmente destruido, garantizando con un buen diseño para obtener una mejor calidad de vida útil, obteniendo los mejores resultados económicos. La metodología nos da como inclusión de AASHTO 93, las **conclusiones** tomadas son de las vías en estudio fueron construidas en el año 2012, así el número de ejes equivalentes de diseño (ESAL'S) fueron calculados para 10 años, es decir, para el año 2022, año en el que debería hacer la rehabilitación con el espesor calculado. El deterioro de la vía está evaluado por el IRI, nos dice que presenta un mayor desgaste en el carril izquierdo con respecto al carril derecho. Según tablas expuestas por el MTOP el promedio por tramo en la calzada determina un índice superior a lo reglamentado, por lo que concluimos que mayormente la estructura presenta una superficie rugosa y no confortable a los usuarios. Para analizar el valor de la macrotextura el MTOP también nos presenta tablas de valores mínimos a cumplirse, pero notablemente el carril derecho presenta un coeficiente mayor a 90 mm, lo cual estimula a que los neumáticos se vean desgastados con mayor rapidez y por ende aumenten los costos de circulación a los usuarios. Los módulos elásticos del hormigón en general presentan valores aceptables, lo cual conduciría a suponer que la mezcla fue conformada por buenos materiales y con la dosificación adecuada. En general la transferencia de carga entre la losa está calificada como regular, la cual no es aconsejable para la correcta operación de la vía, esto produce mayores esfuerzos a soportar en las losas, al no haber un sistema efectivo de traspaso de carga.

Orell (2017) en su tesis para optar el título profesional de ingeniero civil titulada **“Rehabilitación de pavimentos asfálticos con capas delgadas de hormigón Whitetopping”** de la Universidad Austral de Chile tuvo como **objetivo de investigación** describió la tecnología Whitetopping cómo una alternativa de solución diferente frente a las continuas operaciones de conservación realizadas a los pavimentos asfálticos, se reunirá información de los principales fallas que causan el deterioro de los pavimentos asfálticos, dificultando el buen transitar, y en virtud de ello da a conocer la técnica Whitetopping, como una nueva alternativa de rehabilitación de este tipo de pavimento, que nace como una solución a los constantes mantenimientos que requieran estos pavimentos, la metodología consiste en la recopilación de antecedentes y ordenamiento de datos de estudios y experiencias extranjeras encontradas en sitios de internet en la cual se haya implementado la tecnología Whitetopping, además de toda la información necesaria que ayuden a cumplir con los objetivos planteados. El **tipo** de investigación fue en la recopilación de antecedentes y ordenamientos de datos de estudio y experiencia extranjera encontradas la **población** está compuesta por los distintos tipos de fallas o defectos hallado en la parte superior de la estructura del pavimento a lo largo de la calle y la **muestra** será un tramo con diferentes defectos en la parte superior de la estructura del pavimento que sería la carpeta de rodadura comprendido entre 200 metros de largo de la vía. Los **instrumentos** usados fueron recopilación de datos de campo, normas técnicas y software. Como resultado se obtuvo considerar líneas de investigación a seguir que permitan poder disponer de esta alternativa de rehabilitación en nuestro país y llegó a la **conclusión** de entregar después de su manejo en un pavimento con excelente condición, que permitirá proyectar la duración en servicio del pavimento existente en buenas condiciones de operación, disminuyendo así las constantes intervenciones de mantenimientos y sus correspondientes costos. Basándose en la información recopilada de acuerdo a los contenidos entregados sobre la tecnología Whitetopping se puede obtener como conclusión general considerar líneas de investigación a seguir que permitan poder disponer de esta alternativa de rehabilitación en nuestro país, ya que constituye una técnica versátil con mucho éxito en experiencias extranjeras, brindando un adecuado nivel de servicio

durante más tiempo que las sobrecapas de asfalto, y además ayuda a corregir los problemas que se presentan en las vías requiriendo un mantenimiento mínimo durante su vida útil, evitando de esta manera las constantes operaciones de mantenimientos. Respaldada por estudios y experiencias empíricas para así poder incluirla entre las distintas técnicas de rehabilitación que hoy se conocen y que están presentes en el Manual de Carreteras.

De la Cruz (2016), en la tesis titulada “**Caracterización de la adherencia en refuerzo de Ultra-Thin Whitetopping**”, tesis para obtener el título de master en Ingeniería Estructural y de la Construcción – España, esta investigación tiene como **objetivo de investigación** producir diferentes tipos de técnicas de adherencia para determinar la posesiones de la resistencia que en este caso fue entre el concreto y el asfalto. Como resultado global del proyecto se calculó con veracidad el soporte al adaptar diferentes métodos de adherencia entre el concreto y el asfalto. Al ejecutar las pruebas o ensayos se dio como **resultado** lo siguiente: Sant Shear, con un registro mayor de soporte con promedio de 6.23Mpa de las probetas abujardadas. “Pull – Out”, registro mayor con soporte a tracción de 0.56MPa en probetas sin régimen, la prueba LCB, se registró con mayor soporte de corte con 1.12MPa en probetas de Asfalto sin tratamiento. Luego de ejecutar las pruebas indicados, con estas conclusiones se desarrolló una correlación entre los 3 métodos de pruebas. Para comprobar si en realidad esto dependen entre ellos; se llega a la **conclusión** que son independientes entre sí. Después de analizar los métodos de ensayos se llegó también a la conclusión que el ensayo o prueba más indicado sería el LCV con resistencia al corte de las probetas asfálticas en su régimen. Como conclusión general a este trabajo, puede decirse que mediante a los ensayos realizados, se pudo obtener con éxito la determinación de las propiedades resistentes de las diferentes técnicas de adherencia entre la mezcla bituminosa y el hormigón de refuerzo. El capítulo 4 de este documento, muestra el análisis de los resultados, para la obtención de la mejor técnica durable, donde se realizaron ensayos de Pull-Out, LCB y Slant Shear En el caso del ensayo “Pull-Out”, las probetas sin tratamiento fueron las que presentaron mayor resistencia a tracción de 0,56 MPa. Así mismo en el ensayo LCB, las probetas de Asfalto-Sin tratamiento presenta rotura resistencia mayor de corte de 1,12 MPa. Para el ensayo

Slant Shear, las probetas abujardadas presentaron una resistencia mayor con un promedio de 6,23.

Nen (2016), in the thesis entitled “**Precast Ultra-Thin Whitetopping (PUTW) in Singapore and its Application for Electrified Roadways**” by Technische Universität München, thesis to obtain the title of Engineering – Germany. Extended road closure for rigid pavement maintenance and rehabilitation at heavy traffic road sections in Singapore leads to a significantly high user delay cost. Also, an electrified roadway, which allows charging of EVs while they are in operation using inductive power transfer, has good potential to be widely adopted in the near future and is an attractive approach to switch mobility from conventional fossil fuel traction to future electric traction. However, research is still ongoing to find an applicable road pavement for the broad implementation of the electrified roadways. Therefore, this research focuses on developing a high performance and economic pavement system called Precast Ultra-Thin Whitetopping (PUTW). PUTW is an innovative pavement system that applies the very fast construction characteristic of the precast concrete pavement for the ultra-thin whitetopping. The research considered pavement structural and functional performance, and economic factors with the help of a wide range of theoretical simulations and laboratory tests. Singapore rigid pavement structural performance of 25 years is the targeted design life for PUTW. The structural performance of PUTW pavement system depends on material properties, interface bonding in composite layer, slabs dimensions and joint performance. A new version of Engineered Cementitious Composite (ECC) with ingredients that can be easily obtained in Singapore locally was developed. This ECC has a very high flexural strength and performs very well under fatigue tests. The laboratory tests of interface bond strength indicated that the required bond strengths are fulfilled. The design of PUTW was studied using calibrated non-linear finite element models. The proposed PUTW and PUTW with integrated culvert for electrified roadways with slab sizes of 3600 mm x 2400 mm and hexagon slab (1800 mm internal diameter) provide long service life that exceeds the targeted design life by 25% even with just 50 mm thick slab. The functional performance of PUTW is decided by the surface roughness and skid resistance. The roughness of PUTW is achievable by the proposed manufacture and

installation process. The use of corundum aggregate in ECC mixture significantly increases surface skid resistance. The extrapolated results from a 5 to 10 years of equivalent traffic simulation indicated that the Singapore skid resistance requirement is fulfilled for the whole pavement lifetime without any further intervention.

Silva (2016), in the thesis entitled *“Ultra-thinwhite topping concrete mix with sustainable concrete materials – a literature review”* by College, Bapatia, India, thesis to obtain the title of Engineering – India explains in his thesis that the India is an agriculture-based country in which preserving the life of existing bituminous pavements connecting rural areas is very much important along with development of National highways and Expressways. Ultra-thin white topping is a thin concrete overlay of 50 mm–100 mm which can be constructed on bituminous pavement with surface failures, which provides long life and low life cycle cost. Incorporation of sustainable concrete materials in these pavements will improve flexural strength, abrasion resistance and solar reflectance and reduces carbon footprint. This paper discusses the key factors affecting the performance of ultra-thin white topping pavement, UTW Concrete mix blended with binary, ternary supplementary cementitious materials from the projects executed and recent research. The importance of research on quaternary blended SCM concrete in UTW overlays for bituminous roads makes pavement economic, enhances long-term performance and durability and increased sustainability were discussed. Further finite element modelling of ultra-thin white topping was done using the ANSYS software with the results obtained from the laboratory and it is observed that for concrete mix C3 UTW pavement with thickness 100 mm and 1000 mm, joint spacing as modulus of rupture is higher than critical Corner stress.

Limon and Zamora (2019), in the thesis entitled *“Bonding Evaluation of Asphalt Emulsions used as Tack Coats through Shear Testing”* by Guadalajara University, thesis to obtain the title of Engineering – Mexico Asphalt pavements are widely used due to their characteristics, advantages, and versatility. In fact, as a way of making pavements more economical, less polluting, and with less energy consumption, emulsions can be used; these

are dispersed systems made up of two immiscible liquids united by an emulsifier. Additive components such as stabilizers, adhesion enhancers, coating enhancers, or breakage control agents could also be part of these. An emulsion's viscosity and stability depend on several variables. Viscosity is controlled by the water/oil ratio, droplet size, and surfactant, where the water/oil ratio is very important, i.e., when the water/oil ratio decreases (at higher asphalt concentrations), the viscosity increases. Schuster affirmed that an emulsion was more stable when the droplet coalescence rate was slower. On the other hand, asphalt–solid adhesion depends on the electrical charge of the emulsion (anionic or cationic) and the pH of the aggregate; for example, if an anionic emulsion is mixed with an alkaline aggregate, it can produce a reaction that improves adhesion. In contrast, if the anionic emulsion is mixed with an acid aggregate, the adhesion is compromised. On the other hand, cationic emulsions have improved adhesion when mixed with either alkaline or acid aggregates, so they have been preferred. A poor bond between the layers constituting an asphalt pavement can cause structural problems such as slippage, delamination, and top-down cracking. These are consequences of the pavement being unable to act as a continuous element and to properly transmit the effects of the traffic to underlying layers. The aim of this research was to characterize an asphalt emulsion with low asphalt content using the Mexican standard and to evaluate its performance through the Laboratorio de Caminos de Barcelona (LCB) shear testing. Cationic slow setting (SS) and cationic rapid setting (RS) asphalt emulsions were tested by varying the asphalt contents, dosages, and cure times. The slow set emulsions presented a greater fracture energy than did the rapid set emulsions; a dose of 0.3 L/m² provided the same level of resistance as a 0.5 L/m² dose; and a 55% asphalt content provided greater resistance than the 60% asphalt content.

Torrijos, Morea, Giaccio y Zerbino (2016) en su artículo científico ***“Respuesta mecánicas e elementos mixtos representativos del uso de hormigón con fibras como refuerzo tipo Whitetopping”*** en el VII Congreso Internacional del Repositorio Institucional Comisión de Investigación Científica público que: Uno de

los empleos más considerables de fibra de hormigón es el diseño de losas, de los pisos industriales y pisos. En el último suceso, entre las soluciones que se da para restaurar su nivel de carga, una vez deteriorado, es el uso de "superposiciones". Así como en el concreto asfáltico como en el concreto Portland dañado, el concreto de fibra permite el uso efectivo de capas de refuerzo delgadas conocidas como recubrimiento blanco. Las fibras ejercen una acción de costura sobre juntas de contracción y posibles grietas, reduciendo el grosor del refuerzo, aumentando la vida útil y el rendimiento general del piso. Cómo las condiciones ambientales pueden variar significativamente, este trabajo estudia el efecto de la temperatura en la respuesta de los testículos compuestos de sustrato de hormigón con fibra de asfalto; Los **resultados** muestran alteraciones considerables en la capacidad de carga residual, la rigidez y la adhesión entre las capas, llegando a las conclusiones de que debido a la mayor rigidez del concreto asfáltico a medida que disminuye la temperatura crece la capacidad portante post fisuración. Las probetas compuestas ensayadas a 10 °C (W10) presentaron inicialmente mayor capacidad residual que las ensayadas a 20 °C (W20); al elevar la temperatura (W50) la caída en capacidad residual fue notoriamente mayor. La disminución en la capacidad residual de las muestras ensayadas a temperaturas del orden de 50°C fue de más del 50% con respecto a las ensayadas a temperatura ambiente. Si bien las muestras ensayadas a 10°C presentaron la menor caída en la capacidad portante, se observó la aparición y propagación de fisuras en la zona de interfaz sustrato-overlay y es importante destacar que la temperatura adoptada para el grupo W50, si bien supera los valores en servicio usuales en las obras, se seleccionó como valor extremo de laboratorio con el fin obtener datos para el ajuste del modelo numérico de predicción del comportamiento de compuestos sustrato asfáltico-hormigón con fibras.

Alonso y Valdes (2017) en su Catálogo "***Deterioros de Pavimentos flexibles en aeropuertos para Cuba***" – Cuba La evaluación de un pavimento permite determinar la condición en la misma área y detectar el deterioro que puede ocurrir dentro de su vida útil. El único de los puntos de partida que se evalúa en un pavimento es a través de la inspección óptica o visual. Para realizarlo, se utilizan catálogos de degradación. Este trabajo tiene como objetivo proponer un catálogo para la identificación de los deterioros en aeropuertos en Cuba, puesto

que en la actualidad no se cuenta con esta herramienta para realizar las inspecciones en los aeródromos. Se toma como referencia el catálogo establecido en el método PCI y se adecúa teniendo en cuenta las características de Cuba. La propuesta permitirá una mejor evaluación de los pavimentos flexibles en aeropuertos. El terminal de los aeropuertos es donde se inician y terminan los recorridos de transportes aéreos. El cargo de los aeropuertos es diverso, una de estas es el descenso y aterrizaje y despegue de los aviones o aeronaves, embarque y desembarque de los viajeros, equipajes y mercancías, resuministro de combustible y mantenimiento de aeronaves, así como lugar de estacionamiento para aquellas que no están en servicio. Los aeropuertos sirven para aviación militar, aviación comercial o aviación general. Los pavimentos en aeropuertos se clasifican en: pavimentos rígidos, flexibles y mixtos, estos últimos se conforman extendiendo material asfáltico, que actúa como capa de rodaje sobre una capa de hormigón rígido llegando a la **conclusión** Garantizar una superficie segura desde el punto de vista operacional, garantizando las operaciones de las aeronaves, así como la seguridad y confort de los pasajeros. Ya que un pavimento deteriorado trae afectaciones para el movimiento de las aeronaves en el área de maniobra atentando contra la seguridad de las operaciones en el aeropuerto, así como afectaciones a los explotadores de aeronaves en consumo de combustibles y deterioro de las misma. Además de establecer demoras en las operaciones debido al cierre de la pista, calles de rodajes y plataformas de estacionamiento trayendo esto como consecuencia la premisa de un accidente o incidente.

Beltran (2016) en su revista ***“Evaluación de Pavimentos y dimensiones de conservación con base en sistemas de inferencia difusos”*** Publicado por la Universidad Nacional Autónoma de México menciona: Las determinaciones del mantenimiento y la existencia de la estructura o del pavimento en sistema, necesita en buen ámbito del estado estructural que se requiere dentro de la ejecución. De manera de proporcionar un método que acceda calificar la estructura o pavimento de modo dinámico, con las posiciones de determinación que se condicionan, acerca de este trabajo o proyecto se proporciona tres procedimientos justificado en la lógica difusa, para argumentar la circunstancia o

estado de rigidez y desgaste, justamente como las determinaciones de mantenimiento. Por lo tanto, se emplearon referencias de auscultación no destructiva consignado en un procedimiento de pavimento de tres y cuatro capas, incorporando sistema invertidas (con la parte superior de la sub base totalmente rígido). Los principios de los antecedentes incorporan datos acerca de magnitud y severidad de deterioro arquitectónico y parámetros e indicadores de la rigidez, obtenido de estudios de deflexiones por impacto. Los sistemas avanzados, autorizaron componer inmediatamente en la caracterización estructural de los pavimentos, así como el entendimiento y el método de expertos, como las variables de carácter subjetivo y cualitativo, que se emplea usualmente para especificar los avances de severidad de las fallas. De igual forma, autorizaron declarar las conclusiones, por las expresiones o adjetivos cuantificadores del lenguaje, permitiendo su aclaración y comprensión. Sus **instrumentos** utilizados fueron propuestos por Mandami y Assilian. En capacidad de las **conclusiones** o resultados obtenidos, concluye prudente que los sistemas sugeridos logren emplearse con confianza para análisis dinámicas y determinaciones a nivel completo o minucioso en corredores viales llegando a la conclusión de En general, se obtuvieron acciones de conservación acordes con la condición: en los sectores con deterioro severo a medio, el SID asignó calificaciones asociadas con intervenciones mayores; en aquéllos con daños ligeros se plantearon soluciones de restauración, excepto donde la rigidez se caracterizó como mala a pésima. No se evidenció la necesidad de reconstrucción inmediata en ningún sector. Cabe resaltar que no existen criterios rígidos para optar por alguna de las acciones sugeridas y queda abierta la posibilidad para involucrar más soluciones en el sistema diseñado.

[...]El **Pavimento** está conformado por varias capas construida sobre la subrasante y esta da como objetivo de soportar la carga total y distribuir los esfuerzos ocasionados por los distintos modelos de transportes que circulen. En conclusión, el pavimento permanece conformado por la base, la subbase y la capa de rodadura, esta última podría ser de asfalto o de concreto (2013, p 23).³

[...]Hay diferentes tipos de **Pavimentos** y a su vez diferentes medidas de espesores para cada capa, los materiales también hay mucha o distintas propiedades y apropiadamente compactados, que se edifican para poder soportar las distintas cargas que se presentan en el tránsito de los vehículos durante varios años sin presencia de fallas que dañen la comodidad y seguridad de la población o de la misma estructura (2002, p. 1).⁴

[...] el Pavimento está conceptuado como la estructura integral de capas superpuestas, generalmente horizontales, denominadas sub rasante, la que continua y está por encima es la sub base, por posterior continua la base y por último la carpeta sfáltica o de hormigón, que se colocan hasta coronar la rasante y destinada a permitir el tránsito vehicular. Se diseñan y construyen técnicamente con materiales apropiados y adecuadamente compactados (2008, p. 27).⁵

[...]Esta Subrasante es la parte superior de la carretera terminada con una nivelación de desplazamiento de tierras (corte y relleno), referente a esto le colocan las demás capas estructurales del pavimento. Su construcción se realiza con suelos clasificados de propiedades aceptables, que se compactan en cada capa, para establecer una estructura estable con excelente estado, para que no sea afectada por las cargas que se transitaran. La resistencia de apoyo de la sub rasante influye en diseño de las capas superiores.⁶

[...]Es la que está por encima de la sub rasante y está construida a base de componentes granulométricos ($CBR \geq 40\%$) que soporta a capa de la base y carpeta de rodadura. Tiene como función de servir como drenaje y capaz de controlar la capilaridad del agua. Además, en algunos casos se puede pasar por alto esta capa y eso dependerá del tipo, diseño y dimensionamiento.⁷

³ (Ministerio de Transportes y Comunicaciones, 2013 pág. 23)

⁴ (Mortejo, 2002 pág. 1)

⁵ (Corea y Asociados S.A, 2008 pág. 27)

⁶ (Ministerio de Transportes y Comunicaciones, 2013 pág. 23)

⁷ (Ministerio de Transportes y Comunicaciones, 2013 pág. 24)

Estos elementos para la edificación de la sub base granular deberán complacer las obligaciones granulométricas y ejecutar con las propiedades químicas y físico mecánicas.

[...]Es la que se encuentra por debajo de la capa de rodadura, construida a base de componentes granulométricos drenante (CBR \geq 80%). Su objetivo es de sostener, distribuir y trasladar las cargas producidas por el tránsito (2013, p. 24).⁸

Los elementos para esta edificación que es la base granular deberán complacer las obligaciones granulométricas y cumplir con ciertas características físico mecánicas y químicas

“La parte superior de la parte superior del pavimento, la parte que tiene como función, la de sostener directamente el tránsito. Además, esto puede ser de asfalto o de concreto, eso dependerá del diseño, lugar y presupuesto”⁹

[...]cumple como objetivo de impermeabilizar en la capa de rodadura para así poder evitar la filtración de agua que podría causar la descomposición de las capas inferiores. Así también, cuando tiene un espesor mayor a 2,5 cm, contribuye a resistir las diferentes cargas y dosificarlas. Además, por estar más expuesta a la intemperie y al desgaste ocasionado por los vehículos, requiere de mantenimientos periódicos que garanticen su adecuado funcionamiento.¹⁰

[...]es aún **pavimento rígido** establecido por un conjunto de paños de concreto de cemento que, dependiendo las sollicitaciones de esfuerzos, logran presentar acero de refuerzo. Está permitido diseñar directamente en la sub base o la subrasante preparada. Es mencionado pavimento rígido por las características que conlleva la parte superior diseñada con concreto, ya que esto amortigua en considerables condiciones de esfuerzo ocasionado por los vehículos. El presupuesto entre el pavimento rígido es superior por el pavimento flexible, pero por otro lado el costo del mantenimiento es lo mínimo.¹¹

⁸ (Ministerio de Transportes y Comunicaciones, 2013 pág. 24)

⁹ (Ministerio de Transportes y Comunicaciones, 2013 pág. 24)

¹⁰ (BOLAÑOS, 2015 pág. 14)

¹¹ (SANCHEZ, 2009 pág. 86)

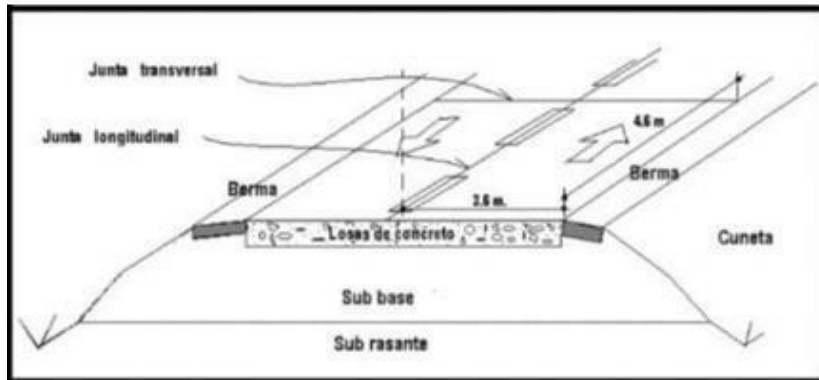


Figura 1. Estructura típica de pavimento rígido

[...] **Pavimento Semirrígido**, composición compuesta por la capa de asfalto (en caliente) teniendo ya como base de asfalto, concreto o cal. Esto se debe considerar que, para sobre proponer esta medida esta solución, la sub rasante tiene que ser $CBR \geq 20\%$. Así mismo, los pavimentos adoquinados, también han sido considerados como pavimentos semirrígidos.¹²

[...] **Pavimento flexible**, composición de la base, y la que se encuentra por debajo la sub base (capas granulares) y la que se encuentra por encima de la base llegaría a ser la carpeta de rodadura y está compuesta por agregados, materiales bituminosos (aglomerantes) y aditivos (en algunas ocasiones). Asimismo, son estimados tanto asfalto: mortero asfáltico, procedimiento en la parte superficial bicapa, micro pavimentos, composición asfáltica frío, la composición asfáltica caliente.¹³

[...] **Ciclo de vida deseable de los Pavimentos**. Las estructuras del pavimento sufren fallas o deterioros por las causas del cambio climático, el tipo de tránsito, condiciones ambientales, etc., que causan un efecto permanente y conlleva a un pavimento difícil de transitar. El pavimento tiene un tiempo de vida que se organiza en cuatro clases, desde una clase inicial donde el deterioro es casi imperceptible, hasta una clase final donde el deterioro es total. Sin embargo, los pavimentos son diseñados y proyectados para un largo número de años que se designa como vida útil.¹⁴

¹² (Ministerio de Transportes y Comunicaciones, 2013 pág. 24)

¹³ (Ministerio de Transportes y Comunicaciones, 2013 pág. 24)

¹⁴ (GAMBOA, 2009 pág. 12)



Figura 2. Etapas de deterioro en el pavimento flexible.

[...]las **Fallas** que existen o se producen en un **Pavimento** son por la influencia complejas de, mal proceso constructivo, diseño, el medio ambiente y cargas no consideradas. Estos son las causas que hacen que se produzcan las fallas o el deterioro y esto se podría agravar más si no se da un mantenimiento a tiempo adecuado.¹⁵

[...]influye en la reacción del pavimento es las diferentes cargas que se adapta y la velocidad con que ello se hace. Esto debido a que los pavimentos se someten a las cargas de los vehículos, y la acción de que las cargase actuantes sea constantes, afecta a la resistencia de la estructura del pavimento de relativa rigidez, generalmente se presenta en el pavimento flexible y bases estabilizadas.¹⁶

[...]Estas **fallas estructurales** comprenden la deficiencia de la parte superior de la estructura (pavimento) de lo cual las fallas son originadas en una o todas las capas de la estructura, ocasionando el quebrado de este. Pueden detectarse a través de inspección ocular o visual, pero, en determinados sucesos es necesario proceder a las pruebas destructivas y pruebas no destructivas.¹⁷

[...]Este tipo de **fallas superficiales** interpreta la deficiencia de la carpeta de rodadura a causa de estas mismas de la carpeta asfáltica y no tengan un vínculo con

¹⁵ (RODRIGUEZ, 2009 pág. 11)

¹⁶ (RABANAL, 2014 pág. 20)

¹⁷ (MONTEJO, 2002 pág. 506)

la composición del pavimento. Estos tipos de defectos se influyen con detectar por simple inspección visual.¹⁸

“Afirma que los **Tipos de Fallas en un Pavimento Flexible** detalla el procedimiento del método PCI, incluye los 19 fallas para la carpeta asfáltica”¹⁹

Tabla 1 Código y descripción de fallas

N°	Nombre de falla	Medida
1	Piel de cocodrilo	m ²
2	Exudación	m ²
3	Agrietamiento en bloque	m ²
4	Abultamientos (bumps) y hundimientos (sags)	m
5	Corrugación	m ²
6	Depresión	m ²
7	Grieta de borde	m
8	Grieta de reflexión de junta (de losas de concreto)	m
9	Desnivel carril/berma	m
10	Grietas longitudinales y transversales (no son de reflexión de losas de concreto)	m
11	Parchado y acometidas de servicios públicos	m ²
12	Pulimento de agregados	m ²
13	Huecos	m ²
14	Cruce de vía férrea	m ²
15	Ahuellamiento	m ²
16	Desplazamiento	m ²
17	Grietas Parabólicas o por Deslizamiento	m ²
18	Hinchamiento	m ²
19	Meteorización / Desprendimiento de agregados	m ²

Fuente: Vasquez Valera

[...]Estas fisuras o también conocidas como **piel de cocodrilo** es mediante la sucesión de las hendiduras o fisuras donde el principio pertenece a la fisura por debilidad del pavimento asfáltico a causa de constante transitividad de los vehículos o cargas que se produce. Esta fisura da inicio en la zona subordinado de la carpeta de

¹⁸ (MONTEJO, 2002 pág. 506)

¹⁹ (ASTM Norma 6433-03, 2006 pág. 8)

rodadura en el que los trabajos y anomalías adjuntas de rigidez son superiores por la contribución del neumático. Posteriormente de constantes cargas de movimiento de los vehículos, las fisuras se enlazan estableciendo figuras con unos ángulos agudos que extienden un seguimiento que da apariencia como la piel de cocodrilo. Este tipo de falla se valora como un deterioro estructural muy considerable y a menudamente esto produce junto a causa del ahuellamiento.²⁰



Figura 3 Falla tipo piel de cocodrilo

[...] La **exudación** es el desarrollo de la lámina con un elemento oleoso y esto se encuentra situado por la zona superior del pavimento, por lo general da un efecto brillante y reflectora y toma un aspecto pegajoso. Esto es ocasionado por el abundante material (asfalto) en la composición, así mismo del sellante asfáltico o una baja capacidad de vacíos de aire. Esto sucede en el momento de que el asfalto ocupa los vacíos de las composiciones que se dan dentro de elevadas temperaturas ambientales por lo tanto esto llega a extenderse dentro de la parte superior del pavimento.²¹



Figura 4 Falla tipo exudación

²⁰ (VASQUEZ, 2016 pág. 10)

²¹ (VASQUEZ, 2016 pág. 12)

[...]Estas fallas que son las **grietas en bloque**, son fisuras enlazadas y estas parten la estructura en partes más o menos cuadrangulares. El tamaño de estos grupos puede alterarse de 0.30m x0.30m a3.0m x3.0m. Estas fallas son causadas primordialmente por la conmoción o contracción de la capa del asfalto y los ciclos diarios de temperatura. Así mismo estas fallas no están incorporadas con cargas y señalan que el asfalto se fortalece significativamente. Este efecto pospone de la piel de cocodrilo, ya que así crea piezas de forma más pequeñas, con inmensos bordes y con ángulos acentuados.²²



Figura 5 Falla por agrietamiento en bloque

[...]Los **abultamientos** son pequeñas compensaciones, ubicadas en la superficie (pavimento). Las causas podría ser por diferentes componentes, que actúan: elevación y/o torsión de losas hecho de concreto, ensanchamiento debido a la congelación, infusión y aumento del material, etc. Por otro lado, la carcasa esta baja, pequeñas y repentinos alejamientos de la superior de la estructura ²³



Figura 6 Falla tipo abultamiento

²² (VASQUEZ, 2016 pág. 14)

²³ (VASQUEZ, 2016 pág. 16)



Figura 7 Falla tipo hundimiento

[...]La **corrugación** es un suceso de cimas y de desnivel que son muy cercanas que suceden a distancia muy regulares, generalmente por lo bajo de 3.0. Estas cimas son perpendiculares al rumbo del tráfico. Esto generalmente se origina por la causa de tráfico conjuntamente con una carpeta asfáltica inestable. Ya que las protuberancias suceden en un suceso que está por debajo de 3.0m de alejamiento, el daño se llama ondulación.²⁴

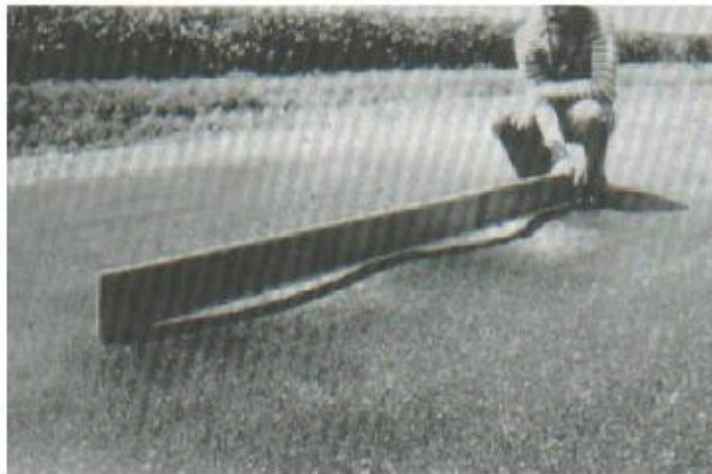


Figura 8 Falla por corrugación

²⁴(VASQUEZ, Corrugación. 2016, pag.22)

[...]Hay áreas ubicadas en un pavimento de parte superior de la estructura con asentamiento. En varias oportunidades, la **depresión** leve muestra visibilidad luego de la lluvia. Los pavimentos secos, estos desniveles se localizan por ayuda a las manchas producidas por la humedad o el agua acumulada. Las profundidades se forman a causa del establecimiento en el mal proceso constructivo. Causan cierta aspereza, en el momento que lo proporcionalmente sea profundos o se encuentren llenos de agua, podrían ocasionar hidro alas. Subsistencia, a disconformidad de los hundimientos, estas serían los fuertes hundimientos del nivel.²⁵



Figura 9 Falla por depresión

[...]Las **grietas en los bordes** son paralelas y frecuentemente se encuentran dentro de 0,30y0,60m de la parte externa de la calzada. El efecto es acelerado a consecuencia de cargas por tráfico y esto es causa del debilitamiento por los efectos climáticos en la parte de la capa de la base o la sub rasante cerca del extremo de la estructura del pavimento. La zona entre la falla y la parte externa de la estructura se ordenan de manera de cómo se quiebra (algunos casos llegan a que se pueden quitar las partes o piezas).²⁶



Figura 10 Falla por grieta en borde

²⁵ (VASQUEZ, 2016 pág. 20)

²⁶ (VASQUEZ, 2016 pág. 24)

[...] Este tipo de falla sucede solo en las superficies de las estructuras de pavimentación de asfalto creados con concreto (Portland). Estas **Grieta de Reflexión de Junta** son producidas a causa de los desplazamientos de la losa creada de concreto, inducida a causa de la humedad, por debajo de las capas de pavimento de concreto. Este efecto no está vinculado a los cargos; no obstante, los esfuerzos que se ocurren por el tráfico pueden hacer que el concreto asfáltico se rompa cerca de la grieta.²⁷



Figura 11 Falla por grieta de reflexión de junta

[...]La pendiente de la pista/berma es una desigualdad de la altura entre la acera y la berma. El efecto es ocasionado al desgaste de la berma, el cierre de la berma o el emplazamiento de carpetas en la vía sin adaptar la altura de la berma.²⁸

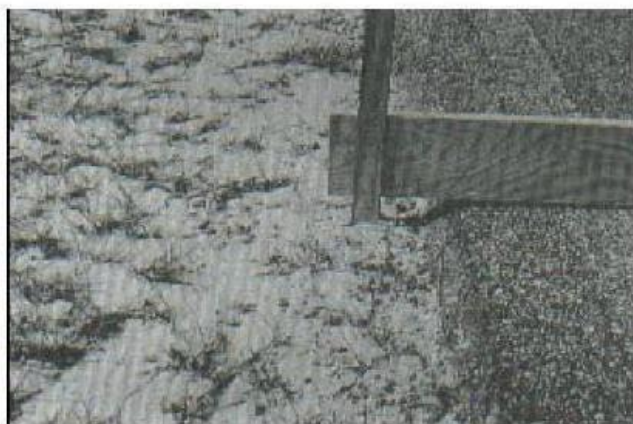


Figura 12 Falla por desnivel carril/berma

²⁷ (VASQUEZ, 2006 pág. 24)

²⁸ (VASQUEZ, 2006 pág. 26)

[...]Estas **Grietas Longitudinales y Transversales** son fallas que son largas y a su vez paralelas al eje de la estructura de la pavimentación o en dirección de lo construido, las razones de las fallas pueden ser: Una junta de riel del pavimento con un mal proceso constructivo, la convulsión en la parte superior de la estructura del pavimento de concreto, una falla de reflexión hecha por grietas por debajo de la capa de la base, que se incorporan fallas como las grietas en la calzada de concreto, no obstante en las juntas de del piso de concreto. Las fallas torcidas se expanden por medio de la calzada en ángulos rectos a su dirección o eje.²⁹



Figura 13 Falla por grietas longitudinales



Figura 14 Falla por grieta transversales

²⁹ (VASQUEZ, 2006 pág. 28)

Vásquez menciona sobre

[...]Estas **Parches y Acometidas de Servicio Público** que son largas y a su vez paralelas al eje de la estructura de la pavimentación o en dirección de lo construido, las razones de las fallas pueden ser: Una junta de riel del pavimento con un mal proceso constructivo, la convulsión que está por encima de la estructura del pavimento de concreto, una falla de reflexión hecha por grietas por debajo de la capa de la base, que se incorporan fallas como las grietas en la calzada de concreto, no obstante en las juntas de del piso de concreto. Las fallas torcidas se expanden por medio de la calzada en ángulos rectos a su dirección o eje³⁰



Figura 15 Falla tipo parches

“La causa de esta falla es por la sobrecarga al tránsito constante. A medida que el adherido en la parte superior de la estructura se convierte sedoso a la percepción, la adhesión contra el neumático se aminora significativamente”³¹.



Figura 16 falla tipo pulimento de agregados

³⁰ (VASQUEZ, 2006 pág. 30)

³¹ (VASQUEZ, 2006 pág. 32)

[...]Los **Huecos** son diminutos recesos que se encuentra por encima de las capas del pavimento que ocurren cuando el tráfico comienza a cascarear pequeñas secciones de la superficie del pavimento, acelerando su crecimiento por el acopio de agua en él. Estas fallas son daños asociados con la estructura.³²



Figura 17 Falla tipo huecos

Se refiere a **Cruce de Vía Férrea** como “Depresiones o abultamientos alrededor o entre los rieles”³³

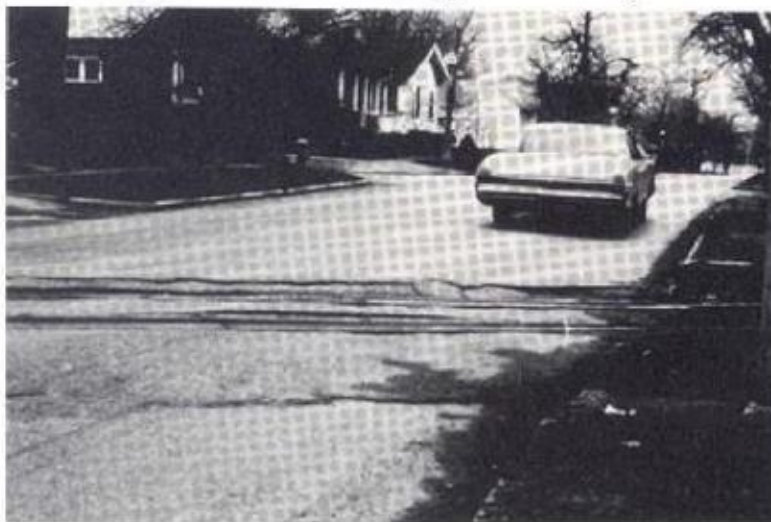


Figura 18 Falla tipo cruce de vía férrea

³² (VASQUEZ, 2006 pág. 33)

³³ (VASQUEZ, 2006 pág. 35)

[...]El **ahuellamiento** o colapso es un receso en la superficie del camino de la rueda. La acera se puede elevar lo amplio de los bordes huecos, sin embargo, en abundantes sucesos no se da con claridad hasta después de la lluvia, en el momento que la calzada esté llena de agua. La depresión es causa a una alteración duradera en distintas de las capas de la estructura de un pavimento o subrasante. Un colapso considerable puede llevar a una falla del arquitectónico significativa de la estructura del pavimento. La distancia se calcula en m² y su gravedad se determina por la depresión de la huella.³⁴



Figura 19 Falla por ahuellamiento

[...]es un **deslizamiento** de manera longitudinal y continuo de una zona local en la parte superior del pavimento creada en la congestión por el tráfico. En el momento en que el tráfico impulsa hacia la acera, realiza una ola reducida que es repentina en la parte superior. Habitualmente, la causa ocurre únicamente en las aceras con combinaciones de asfalto deducido inestable.³⁵



Figura 20 Falla por desplazamiento

³⁴ (VASQUEZ, 2006 pág. 37)

³⁵ (VASQUEZ, 2006 pág. 39)

[...]Las **grietas parabólicas** deslizantes son fisuras crecientes. Se producen en el momento en que los neumáticos hacen los frenos o hacen giros, causan escurrimiento o alteraciones en la parte superior del pavimento. Por lo general, el efecto es causado cuando la dosificación de la mezcla del asfalto es de muy baja capacidad o mala fusión entre la parte superior que llegaría ser la capa de la base del pavimento.³⁶



Figura 21 Falla por grietas parabólicas

[...]La **hinchazón** se proporciona por la forma de un bombeo de la parte superior del pavimento, es una ola extensa y escalonada de una medida mayor de 3.0m. La hinchazón está acompañada en las grietas superficiales. Generalmente esto es producido a causa de la congelación en parte del subsuelo o expansión potencial de los suelos.³⁷



Figura 22 Falla tipo hinchamiento

³⁶ (VASQUEZ, 2006 pág. 41)

³⁷ (VASQUEZ, 2006 pág. 43)

“La meteorización y el desprendimiento es el extravió de la parte superior de la estructura a efecto de la extravió del liante del asfalto y también con moléculas libres de agregado”.³⁸



Figura 23 Falla tipo desprendimiento de agregado

[...]La **evaluación de un pavimento** flexible o rígido llega a ser la acción de considerar y evaluar los estados útiles y auxiliares, a fin de obtener datos y proponer respuestas para las desintegraciones encontradas. Además, la condición o estado del pavimento después de un tiempo depende de las técnicas elegidas, por ejemplo, el tipo y la posibilidad de uso de ejercicios de conservación y recuperación, por lo tanto, es importante tener registrado detalladamente la base. El análisis de la estructura se compone de algunos puntos de vista clave: evaluación utilitaria, evaluación del límite auxiliar y evaluación visual del pavimento actual (2017, p. 16).³⁹

[...]Las evaluaciones tanto funcionales como estructurales nos determinan todos los posibles deterioros tanto de severidad leve, media o alta que se encuentran presentes en el pavimento, dependiendo al modelo de la estructura al que necesita someter un análisis de realizar diferentes tipos de estudios en su estructura.⁴⁰

³⁸ (VASQUEZ, 2006 pág. 44)

³⁹ (DAVILA, 2017 pág. 16)

⁴⁰ (QUINTANA, 2018 pág. 29)

[...]La **Evaluación Funcional** consta en la indagación que se encuentra por encima de la estructura del pavimento para calcular el daño que afecta la regularidad de la superficie del pavimento, en si perjudica la cualidad de la capa de donde pasan los vehículos, que está relacionada con las consecuencias de los movimientos, la probabilidad de daños a los bienes transportados, el desgaste de los vehículos y el aumento del tiempo de viaje.⁴¹

[...]En la actualidad, existen varios indicadores (expresados por fórmulas) para determinar el revestimiento de la superficie de una acera. Además, en diferentes indicadores hay cuadros en las que se otorgan datos que según los límites establecidos por cada país en la norma respectiva señalan el estado que se califica el pavimento. En Perú, no existe una regla específica con razón a estos itinerarios. Sin embargo, existen determinaciones tecnológicas universalmente en las edificaciones de carreteras: EC-2013, que menciona algunas técnicas de rehabilitación de superficies para pavimentación de asfalto. (2017, p. 17).⁴²

[...] La **evaluación estructural** se fundamenta en la valorización de los intervalos de carretera, en lo cual la forma de las fallas de la estructura, baja su rendimiento de aportar las cargas; y otro sistema de conservación habitual ya no es viable. A consecuencia, estas secciones deberán estar rehabilitadas nuevamente para que sea transitables. La meta primordial del análisis o evaluación estructural es calcular la amplitud estructural efectiva del pavimento ya diseñada, ya que dependerá del refuerzo adecuado del refuerzo. Se presentan pruebas destructivas y no destructivas (2017, p. 19).⁴³

[...]En este tipo de **Ensayos Destructivos**, la integridad del sistema se altera al perforar el pavimento. Entre las pruebas destructivas más conocidas se encuentran los calicadores, que también permiten la visualización de la estructura de la estructura, brindan la oportunidad de realizar pruebas "in situ" y extracción de muestras para pruebas de laboratorio. Estos diagnósticos acceden conseguir la condición real de la figura mediante las cualidades reales de los elementos que los constituyen.⁴⁴

⁴¹ (DAVILA, 2017 pág. 17)

⁴² ibidem

⁴³ (DAVILA, 2017 pág. 19)

⁴⁴ (DAVILA, 2017 pág. 20)

[...]Estos **Ensayos no Destructivos** son pruebas que se realizan midiendo y analizando las deflexiones flexibles determinadas en la parte superior de la calzada, lo que no cambia la integridad del medio. La deflexión es la forma que se emplea para calificar el soporte estructural de un piso y se puede medir con equipos como Benkelman Beam o Impact Deflectometer (FWD).⁴⁵

[...]La **evaluación visual** de una acera se puede definir como la observación periódica de la misma para determinar la naturaleza y el alcance del daño a la acera existente. La evaluación de la superficie intenta reflejar la condición de la estructura de forma de las propiedades de superficie, actuales en el presente del análisis o la evaluación. Se encuentran diferentes métodos o formas que son utilizados para el análisis o evaluación visual de las aceras. Los más conocidos son: PCI la forma o el método que se desarrolla es por Laboratoire Central des Ponts et Chaussées - VIZIR, Evaluación y calificación de la superficie del pavimento - Superficies, evaluación y calificación de la estructura del pavimento (PASER). Consorcio de rehabilitación vial (CONREVIAL).⁴⁶

[...]la **metodología PCI** es desarrollada por el Cuerpo de Ingeniería de la Fuerza Aérea de los Estados Unidos entre 1974 y 1976 para proporcionar un procedimiento de gestión del mantenimiento del pavimento. Actualmente se considera el más completo para la evaluación del pavimento y es aprobado y favorecido como un medio estándar por agencias como el Departamento de Defensa de los Estados Unidos (Fuerza Aérea de EE. UU. 1981 y el Ejército de EE. UU. 1982), la APWA (Asociación Estadounidense de Obras Públicas). Se detalla en ASTM D6433-03 (procedimiento estándar para la inspección del índice de condición del pavimento en carreteras y estacionamientos).⁴⁷

[...] **PCI** considera que el pavimento se deteriora debido al tipo, la gravedad y la extensión del daño, por lo que proporciona un indicador numérico que proporciona una clasificación de las circunstancias de la parte superior del pavimento, como una limitación de la medición de lo calificado estructural de la estructura y también la determinación de su rugosidad.⁴⁸

⁴⁵ ibidem

⁴⁶ (MUÑOZ, 2018 pág. 42)

⁴⁷ (RABANAL, 2014 pág. 45)

⁴⁸ (ROBLES, 2015 pág. 36)

Tabla 2 Clasificación del pavimento según su PCI

Rango	Clasificación
100 – 85	Excelente
85 – 70	Muy bueno
70 – 55	Bueno
55 – 40	Regular
40 – 25	Pobre
25 – 10	Muy pobre
10 - 0	Fallado

Fuente: ASTM

Procedimiento para evaluación del índice de condición del pavimento

La metodología del PCI especifica en forma detallada el procedimiento tanto para los pavimentos flexibles como para el rígido, siendo la secuencia como sigue

[...] **Unidades De Muestreo** se divide en cifras de muestreo, de lo cual, las capacidades cambian dependiendo con los modelos de vía y el diseño de la capa de rodadura; por ejemplo, para carreteras con calzada asfáltica y de ancho menor que 7.30m, la zona de la unidad de muestreo debe estar en el rango $230,0 \pm 93,0\text{m}^2$, y para carreteras con capa de rodadura en losas de concreto de cemento Portland y losas con inferior a 7,60m, el área de la unidad de muestreo debe estar en el rango 20 ± 8 losas.⁴⁹

Tabla 3 Longitudes de unidades de muestreo asfálticas.

Ancho de calzada	Longitud de la unidad de muestreo (m)
5.0	46,0
5.5	41,8
6.0	38,3
6.5	35,4
7,3 (máximo)	31,5

Fuente: Vasquez Valera

⁴⁹ (VASQUEZ, 2006 pág. 3)

[...]Al evaluar un proyecto, todas las unidades de muestreo deben ser inspeccionadas, lo que requerirá tiempo y recursos considerables para realizar la inspección; por lo tanto, es necesario aplicar un proceso de muestreo para obtener un número mínimo de unidades de muestreo a evaluar, que se obtiene mediante la

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

Ecuación nº 01: Determinación de unidades de muestreo

Dónde:

n: Número mínimo de unidades de muestreo a evaluar.

N: Número total de unidades de muestreo en la sección del pavimento.

e: Error admisible en el estimativo del PCI de la sección (e = 5%)

σ : Desviación estándar del PCI entre las unidades.

Ecuación 1, que produce una estimación de la ICP media verdadera ± 5 con un 95% de confiabilidad.⁵⁰

[...]De tal que, cuando se requiere una suma de daño precisa para proyectos de rehabilitación, todas y cada una de las unidades de muestreo deberá ser inspeccionada, por lo que para el desarrollo del presente trabajo no fue necesario determinar las unidades mínimas de muestreo, ni calcular el espaciamiento entre dichas unidades⁵¹.

Selección de las muestras inspeccionadas “Se sugiere que las unidades seleccionadas estén de igual forma espaciadas a lo largo del trato o sección de pavimento, eligiendo la primera de ellas al azar”, para ello se utiliza la siguiente expresión:

⁵⁰ (VASQUEZ, 2006 pág. 5)

⁵¹ (VASQUEZ, 2006 pág. 5)

$$i = \frac{N}{n} \text{ Ecuación 2.}$$

Donde:

N: Número total de unidades de muestreo disponible.

n: Número mínimo de unidades para evaluar.

i: Intervalo de muestreo, se redondea al número entero inferior (por ejemplo, 3.7 se redondea a 3)

[...] La **Evaluación de la condición** cambia de tal manera que la especie de la parte superior de la estructura sea evaluada. Esto debe ir a mano de los manuales para tener una buena definición de los daños o fallas que se obtendrá un dato del PCI confiable. Así mismo, el análisis o evaluación de la condición comprenden los aspectos.

Equipos

El odómetro manual sirve para dar las medias y longitudes, en este caso servirá para la medición de las áreas de las fallas, también se utilizarán reglas y cinta métrica para así mismo medir profundidades de otros tipos de fallas. Para el PCI se utilizarán manuales con los formatos correspondientes y el número apto para el progreso de la actividad.

Procedimiento de inspección

Se evaluará una unidad de muestreo para tomar el tipo, cantidad y severidad de las causas, efectos o daños de acuerdo con el Manual de Daños, y se asentará los datos en el formato que sea correspondiente. Se deben conocer y seguir estrictamente los conceptos y métodos de medida los efectos o daños. En esta investigación se usará un formulario para cada y distintas unidades de muestreo y en los formatos cada renglón se usa para anotar cada daño, su extensión y su nivel de severidad

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

EXPLORACIÓN DE LA CONDICIÓN POR UNIDAD DE MUESTREO				ESQUEMA		
ZONA	ABSCISA INICIAL	UNIDAD DE MUESTREO				
<input style="width: 100%;" type="text"/>	<input style="width: 100%;" type="text"/>	<input style="width: 100%;" type="text"/>				
CÓDIGO VÍA	ABSCISA FINAL	ÁREA MUESTREO (m ²)				
<input style="width: 100%;" type="text"/>	<input style="width: 100%;" type="text"/>	<input style="width: 100%;" type="text"/>				
INSPECCIONADA POR			FECHA			
<input style="width: 100%;" type="text"/>			<input style="width: 100%;" type="text"/>			
No.	Daño	No.	Daño			
1	Piel de cocodrilo.	11	Parqueo.			
2	Exudación.	12	Pulimento de agregados.			
3	Agrietamiento en bloque.	13	Huecos.			
4	Abultamientos y hundimientos.	14	Cruce de vía férrea.			
5	Corrugación.	15	Ahuellamiento.			
6	Depresión.	16	Desplazamiento.			
7	Grieta de borde.	17	Grieta parabólica (slippage)			
8	Grieta de reflexión de junta.	18	Hinchamiento.			
9	Desnivel carril / berma.	19	Desprendimiento de agregados.			
10	Grietas long y transversal.					
Daño	Severidad	Cantidades parciales		Total	Densidad (%)	Valor deducido

Figura 24 Formato de exploración para condición de carreteras con superficie asfáltica.

[...]Al rellenar la información que se hará en el campo, se utiliza los datos recogida de los efectos para **desarrollar el PCI** , lo que se realizará a través de un software o aplicando el siguiente procedimiento.⁵²

Los valores deducidos (VD) por los diferentes daños, están establecidos de forma a la densidad (ecuación n°2) obtenidas y el empleo de la curva “Valor Deducido” correspondiente al tipo de falla y pavimento. Si ninguno o tan solo uno de los valores deducidos es mayor a 2, se utiliza el Valor Deducido Total (TDV) en lugar del Valor Deducido Corregido (CDV), obtenido en la

⁵² (VASQUEZ, 2006 pág. 6)

determinación del PCI; de lo contrario, debe ordenarse los valores deducidos individuales en orden descendente y se determina el “Máximo Número Admisible de Valores Deducidos - m” mediante la ecuación n°03:

Ecuación 3: Determinación del número máximo admisible de valores deducidos

$$m_i = 1.00 + \frac{9}{98} (100 - HDV_i) \text{ Ecuación 3. Carreteras pavimentadas.}$$

Donde:

m_i : Número máximo admisible de “valores deducidos”, incluyendo fracción, para la unidad de muestreo i .

HDV_i : El *mayor valor deducido individual* para la unidad de muestreo i .

Determinación del máximo valor Deducido Corregido (CDV o VDC)

Se calcula el “Valor Deducido Total” (VDT) sumando todos los datos o valores deducidos individuales, asimismo se establece el número de valores deducidos “q” mayores que 2 y se reduce el menor valor deducido individual mayor que 2 a 2, repitiendo el proceso hasta que se cumpla la condición que “q” sea igual a 1

No.	Valores Deducidos										Total	q	CDV
1													
2													
3													
4													

Figura 25. Formato para las iteraciones del cálculo del VDC

Se halla el VDC obteniendo “q” y también “Valor Deducido Total” en la Curva de Valores Deducidos Corregidos para pavimentos de asfalto (ver Figura N° 26) o concreto, según corresponda. El mayor dato deducido mejorado es el más alto de los valores deducidos mejorados en el avance de iteración.

$$PCI_S = \frac{[(N - A) \times PCI_R] + (A \times PCI_A)}{N} \text{ Ecuación 4.}$$

Donde:

PCI_S: PCI de la sección del pavimento.

PCI_R: PCI promedio de las unidades de muestreo aleatorias o representativas.

PCI_A: PCI promedio de las unidades de muestreo adicionales.

N: Número total de unidades de muestreo en la sección.

A: Número adicional de unidades de muestreo inspeccionadas.

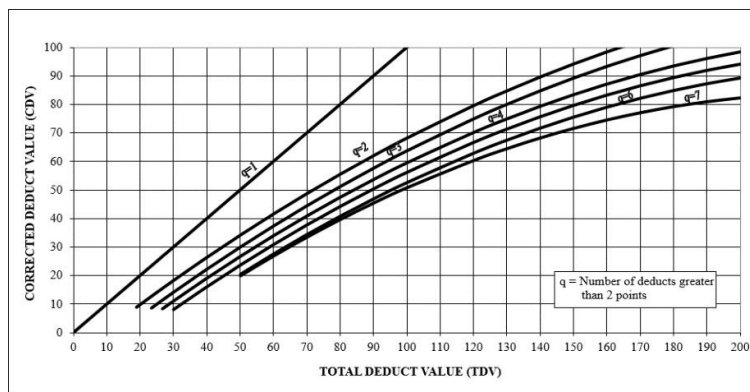


Figura 26 Curvas para la obtención del VCD

[...]Una sección de la estructura del pavimento cubre múltiples unidades de muestreo. Si todos los conjuntos de las unidades de muestreo están inventariados, la sección PCI es el **promedio del PCI** calculado en las unidades de muestreo. Si se empleó la técnica de muestreo, se utiliza otro método. Si la preferencia de las unidades de muestreo para el control se realizó con forma de una técnica aleatoria sistemática o basada en la representatividad de la sección, el PCI será el PCI promedio de las unidades de muestreo inspeccionadas.⁵³

“El estudio de tránsito posee la intención de calcular el valor de servicio de las vías, las cuales en la actualidad atraviesan por problemas de congestión en horas punta”⁵⁴

⁵³ (VASQUEZ, 2006 pág. 8)

⁵⁴ (ANGASPILCO, 2014 pág. 41)

“Para conocer el posible desarrollo de la carga vehicular de ligeros y pesados se debe evaluar y analizar el comportamiento del flujo de vehículos por tipo de transporte de cada tramo del cual se asignará los vehículos respectivos”.⁵⁵

[...] **Estudio de Transito** en una vía está calculado por la multitud de vehículos que circulan por este sector o zona durante un tiempo determinado dado y los datos sobre el tráfico debe intuir la especificación del trafico actual El flujo del tránsito por una carretera esta medido en la cantidad de vehículos que pasan por una determinada estación particular durante un periodo de tiempo dado y la información o aclaraciones sobre tráfico debe intuir la determinación del trafico actual.⁵⁶

Para esta investigación se tomará el estudio de tránsito en la avenida Gerardo Unger del distrito de comas

Cálculo del tráfico medio diario semanal

Este promedio de tráfico diario semanal se puede obtener después del conteo o

$$IMDS = \sum V_i / 7$$

Volumen registrado trabajando con la siguiente formula. En dónde:

(Vi) llegaría ser su dimensión o capacidad vehicular todos los 7 días de conteo. El conteo se realizará comenzando del domingo y culminando sábado con 24 horas diarias, para poder calcular la cantidad de vehículos o el tráfico promedio que pasa por cada hora para así proyectar el tráfico total diario

Para hallar el Índice Medio Diario Semanal (IMDS) se trabajará con lo siguiente:

$$IMDS = \sum \frac{5VDL + 2VFS}{7}$$

Donde:

IMDS: Índice medio diario semanal.

VDL: Volumen vehicular promedio de un día laboral

VFS: Volumen vehicular promedio de un día de fin de semana (Sábado o Domingo).

[...] **Pavimento de concreto hidráulico tipo whitetopping** es una carpeta de hormigón sobre la parte superior del asfalto viejo, preliminarmente molido. Este modo o método ha sido satisfactorio si es que se habla de una rehabilitación, ya que el asfalto que está en la parte inferior no accede que la humedad o el agua se filtre a la estructura, esto llegaría a protegerlo; Asimismo, la capa del asfalto llegaría también a distribuir los esfuerzos o cargas en toda la estructura, y por otro lado, mientras que en el caso del concreto, la misma lechada recibe las cargas, de tal manera que las cargas se transmiten a la estructura reduciendo estas considerablemente, apropiado para una rehabilitación de pavimentos flexibles que no han terminado su etapa de servicio y tienen mayores ahorros en su construcción.⁵⁷

[...] Esta **Técnica de rehabilitación (Aplicación Whitetopping)** es muy práctico ya que esto se usa con la misma metodología de pavimento rígido, por lo cual llega a consistir en poner placas de concreto cogiendo como base la estructura del pavimento asfáltico, para que sea viable el pavimento existente deberá presentar solo fallas en la superficie de la estructura, esta técnica lo avala dándole así más tiempo de vida útil del pavimento aminorando inclusive problemas de contaminación.⁵⁸

Sobre los Tipos de Whitetopping según su espesor “Conforme el espesor de la sobrecapa de concreto sea definido para el diseño, se tiene distintas clasificaciones para esta técnica de rehabilitación; cabe resaltar que el espesor debe responder de los esfuerzos de tráfico esperados”.⁵⁹

[...] **Whitetopping Convencional (WTP)** es aquel que tiene espesor de 20 cm (8 pulgadas) o más, diseñada y construida sin consideración a la adherencia entre la capa de concreto y el pavimento asfáltico (o su terminología en inglés Hot Mix Asphalt, HMA).⁶⁰

[...] **Thin Whitetopping (TWT)** con espesores de más de 10 cm o 4 pulgadas y menores de 20 cm o 8 pulgadas que, en casi toda la ocasión se considera una adherencia entre la carpeta de concreto y el pavimento asfáltico (2007).⁶¹

⁵⁷ (DE LA CRUZ, 2016 pág. 23)

⁵⁸ (OSUNA, 2008 pág. 124)

⁵⁹ (ACI COMMITTEE 325, 2006)

⁶⁰ (KUMAVAT, 2007)

⁶¹ (KUMAVAT, 2007 pág. 42)

[...] **Ultra-Thin Whitetopping (UTW)** con espesores iguales o menores de 10 cm (4 pulgadas) y como mínimo de 5 cm (2 pulgadas) que, para asegurar una buena performance, es necesario asegurar la buena adherencia entre Concreto de Cemento Portland (PCC) y HMA.⁶²

Las **Características de un Ultra-Thin Whitetopping (UTW)** Es muy práctico y sencillo observar las diferencias que existe entre un pavimento rígido convencional y la sobrecarpeta Ultra-Thin Whitetopping debido a diferentes puntos que se mencionara a continuación

1. Los sistemas convencionales de Whitetopping trabajan como sobrecarpetas rehabilitadoras de pavimentos sin necesidad de adherirse al pavimento existente, mientras que, el UTW trabaja conjuntamente con el pavimento existente como una sola estructura compuesta, esto a causa de su bajo espesor.
2. Los espesores para un UTW estarán dentro de un rango de 5 a 10 cm de espesor, lo que favorece su facilidad de colocación y también lo hace más funcional.
3. La separación de juntas cumple un papel importante en su diseño, tomando como rango de espaciamiento de 12 a 18 veces el espesor de la sobrecarpeta UTW.
4. Las juntas necesitan ser por demás estrechas, y debido al espesor de la sobrecarpeta, se anula la necesidad de usar selladores de juntas, reduciendo costos por dichas actividad y mantenimiento de tales.
5. El bajo espesor de sobrecarpeta hace que la colocación de dicho pavimento sea sencilla y práctica, sin necesidad de equipos especiales, aun al grado de solo requerirse usar encofrados o moldes comunes.
6. No es necesario usar dispositivos de transmisión de cargas (barras pasa juntas, dowels), debido a los cortos espaciamientos entre juntas, la losa vecina, por el efecto trabazón de agregados, colabora ante la acción de carga vehículos.

⁶² (KUMAVAT, 2007 pág. 42)

Existen varias **Metodologías De Diseño Para Ultra Thin Whitetopping**, dependiendo del departamento de investigación que lo desarrolle y las variables que tome para dicho el diseño, eso sumado a la experiencia acumulada con el fin de mejorar sus procedimientos y obtener resultados más reales y eficientes.⁶³

Se lograría señalar diversas modificaciones de composiciones de los **Materiales**, así como de mezclas resultantes de dichas composiciones, lo que constantemente será adaptable dependiendo de la exigencia del proyecto y sus partidas. En esta ocasión se mencionará los materiales a utilizar para el presente proyecto.

[...]El **cemento Portland** es una sustancia pulverizada proveniente de combinar arcilla y caliza, al mezclarse con el agua puede formar una pasta que al contacto con el aire se endurece. El cemento Portland tiene como característica el lento tiempo de fraguado y que puede alcanzar gran resistencia. Al ser el componente activo del concreto podemos deducir que del cemento dependen muchas de las propiedades y características del concreto, con un volumen de ente el 7 al 15%.⁶⁴

El **Agua** es parte fundamental y de la composición de la mezcla del concreto y tiene que tener como propiedad de no tener color, inodoro y no tenga nada o poco de sabor compuesto por dos partículas que contiene hidrogeno y oxígeno. Es el responsable de la plasticidad de la pasta, esto lleva a que al endurecerse el concreto, la mayor parte del agua se evapora.

El **Agregado Grueso** es conocido como: piedra o también la grava y el agregado fino como la arena, cada uno de estos agregados disponen de propiedades propias. Para mayor determinación de los agregados finos y agregados gruesos ver tabla de anexo

Podemos encontrar y obtener distintos tipos de **Fibras** en nuestro mercado, podemos clasificarlas por dos grupos que son las microfibras y las macrofibras. Para la actual ocasión y por el modelo de la estructura se sugiere el empleo de

⁶³ (ESPINOZA, 2018 pág. 12)

⁶⁴ (URETA, 2018 pág. 37)

macrofibras ya que con esta fibra podemos precaver el fisuramiento y/o hendidura del concreto al endurecerse. Asimismo, la muestra de material es fundamental por el tipo de estructura y por la adicta exposición que tendrá el pavimento al ambiente, se sugiere el uso del polipropileno, que presentan resistencia ante la fatiga y el impacto, a excepción de indicar que son mucho más económicas que otros tipos de fibra

El siguiente **Aditivo** que se utilizará en este proyecto será con Sika ViscoCrete-1110 PE, esto es fabricado por Sika, un aditivo de excelente plastificante, creador de resistencia y alta impermeabilidad para concreto, la dosificación se altera entre 0.3% y 0.5%, según el incremento de manejabilidad que se prefiera o la cantidad

[...]Si se procura **diseñar una sobrecarpeta** acudirán ejecutarse anticipadamente los esfuerzos de conservación normal que necesita la capa existente, estas sobrecarpetas conservarán tener como condición, en primer lugar, que no está permitido trasladarse ni descomponerse por causa del tránsito de vehículos, en segundo lugar, deberán de tener resistencia al intemperismo y, en tercer lugar, deberán de soportar, sin agrietarse las deformaciones.⁶⁵

[...]Para el **Diseño de la Sobrecarpeta Ultra-Thin Whitetopping (UTW)** existen diversos métodos de entre los cuales vamos a desarrollar tres de ellos con fines comparativos y poder elegir la forma idónea para su construcción. Los métodos son los mencionados en el Capítulo anterior y sus procedimientos fueron explicados más a detalle.⁶⁶

[...]Existen varias **metodologías de diseño para un UTW**, dependiendo del departamento de investigaciones que lo desarrolle y las variables que tome para dicho el diseño, eso sumando a la experiencia acumulada con el fin de mejorar sus procedimientos y obtener resultados más reales y eficientes. A oposición de las formas habituales de diseño en pavimentos rígidos, este diseño UTW, por ser una sobrecarpeta de muy bajo espesor, tiene algunas limitantes causadas básicamente por la estructura existente del pavimento, lo que hace que no siempre pueda dañarse

⁶⁵ (MALAVER, 2017 pág. 23)

⁶⁶ (ESPINOZA, 2018 pág. 96)

para periodos largos (20 a 30 años) como es el caso para una estructura rígida convencional. Sus propiedades en la estructura existente toman en cuenta para el diseño, y en algunos de los casos influirán grandemente como el factor colaborativo del nuevo pavimento.⁶⁷

No hay exclusividad con respecto a la preparación del diseño de la carpeta UTW; por lo tanto, dependiendo de la metodología de la organización o departamento de investigación, puede tener opciones según la conveniencia de lo que se necesita.

AASHTO – 93 (American Association of State Highway and Transportation Officials, 1993). El método AASHTO - 93 supone que la estructura de un pavimento actualmente construido empieza a proporcionar buen nivel de servicio. De modo que pasa el periodo y con esto se repite esfuerzo ocasionado por el tráfico, el nivel de servicio disminuye. La norma implica un nivel final de servicio que debe alcanzarse al término del período de diseño. Mediante un proceso o avance iterativo, se asume el espesor de losas de concreto hasta que la ecuación AASHTO 93 alcanza el equilibrio. Finalmente, el espesor del concreto calculado debe ser capaz de soportar el paso de un cierto número de cargas sin causar un deterioro en el nivel de servicio más bajo de lo esperado. La ecuación AASHTO 93 se presenta a continuación:

⁶⁷ (URETA, 2018 pág. 37)

El cálculo del espesor "D" se puede calcular de forma directa usando el método AASHTO 93, usando una hoja de cálculo, usando nomogramas o usando un software especializado.

$$\text{Log } W_{18} = Z_R S_0 + 7.35 \log(D + 1) - 0.06 + \frac{\log\left(\frac{\Delta\text{PSI}}{4.5 - 1.5}\right)}{\frac{1.624 \times 10^7}{(D + 1)^{3.46}}} + (4.22 - 0.32 P_t) \log \left[\frac{S'_c C_d (D^{0.75} - 1.132)}{215.63 J \left[D^{0.75} - \frac{18.42}{\left[\frac{E_c}{k} \right]^{0.25}} \right]} \right]$$

Donde:

W_{18} = Número de cargas de 18 kips (80 kN) previstas.

Z_R = Es el valor de Z (área bajo la curva de distribución) correspondiente a la curva estandarizada, para una confiabilidad R.

S_0 = Desvío estándar de todas las variables.

D = Espesor de la losa del pavimento en pulg.

ΔPSI = Pérdida de serviciabilidad prevista en el diseño.

P_t = Serviciabilidad final.

S'_c = Módulo de rotura del concreto en psi.

J = Coeficiente de transferencia de carga.

C_d = Coeficiente de drenaje.

E_c = Módulo de elasticidad del concreto, en psi.

K = Módulo de reacción de la subrasante (coeficiente de balastro), en pci (psi/pulg).

III. METODOLOGÍA

3.1- Tipo y Diseño Metodológico:

En esta ocasión para disponer el **Tipo De Investigación de acuerdo al fin** elegida, Behar menciona lo siguiente:

“Se enmarca como tipo de **investigación aplicada**, ya que hace uso de los conocimientos adquiridos para aplicarlos y lograr establecer la solución de problemas de manera práctica e inmediata”.⁶⁸

Se dispone como tipo de **investigación aplicada** ya que está conformada por la evaluación, estudio y diagnóstico para poder llegar a las soluciones de los problemas encontrados.

Según el **Tipo de Investigación de acuerdo al nivel** “La **investigación Correlacional** es un tipo de estudio que tiene como propósito evaluar la relación que exista entre dos o más concepto, categorías o variables”⁶⁹

En este caso el **Nivel de Investigación** es de **correlacional – causal** ya que se realizara la evaluación de la relación entre dos tesis.

El proyecto de estudio poseerá un **Diseño de Investigación No experimental de tipo transversal** pues es el más destacado y se adecua a los requisitos del estudio

“El **Diseño no Experimental** es la que se realiza sin manipular deliberadamente las variables; lo que se hace en este tipo de investigación es observar fenómenos tal y como se dan en un contexto natural, para después analizarlos”⁷⁰

⁶⁸ (HERNANDEZ, 2003 pág. 20)

⁶⁹ (Hernandez, Fernandez y Baptista, 2003 pág. 36)

⁷⁰ (Hernandez, Fernandez y Baptista, 2003 pág. 270)

El **Diseño de investigación Transversal** "Recolectan datos en un solo momento, en un tiempo único. Su propósito es describir variables y analizar su incidencia e interrelación en un momento dado."⁷¹

El diseño de investigación es **no experimental** ya que no se encuentra una manipulación de la variable independiente de forma directa esto quiere decir que se busca recolectar datos de aportes o resultados con los ensayos seleccionados.

Tipo de Investigación de acuerdo al enfoque:

Enfoque cuantitativo se basa en que "Utiliza la recolección de datos para probar hipótesis con base en la medición numérica y el análisis estadístico, con el fin establecer pautas de comportamiento y probar teoría"⁷²

3.2- Variable, Operacionalización

"Las **variables** se refieren a propiedades, atributos o características del objeto de estudio que puede tomar distintos valores, en ellas se establecen las causales como variable independiente y los efectos como variable dependiente en una investigación"⁷³

Variable independiente V1: Ultra Thin Whitetopping

Variable dependiente V2: Evaluación de la carpeta de rodadura

3.3- Población, Muestra y muestreo

"La **Población** objeto de estudio es aquella sobre la cual se pretende que recaigan los resultados o conclusiones de la investigación"⁷⁴

⁷¹ (Hernandez, 2003 pág. 45)

⁷² (Hernandez, 2003 pág. 4)

⁷³ (MONJE, 2011 pág. 80)

⁷⁴ (JIMENEZ, 1998 pág. 37)

La población en este proyecto de investigación será los ensayos realizados de las tesis que se usaron como comparación de sus resultados.

“La **Muestra** estadística es el subconjunto de los individuos de una población estadística. Estas muestras permiten inferir las propiedades del total del conjunto”⁷⁵

La muestra utilizada para este proyecto de investigación fueron los ensayos de la resistencia a la compresión, asentamiento (Slump) y el diseño de la sobrecarpeta por el método Aashto – 93.

“Las referencias acerca del **muestreo** no probabilístico son los elementos seleccionados con base en criterios o juicios preestablecidos por el investigador”⁷⁶

El tipo de muestreo será para esta presente investigación probabilístico intencional

3.4- Técnicas e instrumentos de recolección de datos, validez y confiabilidad

“Esta **técnica** es un espacio en el cual ayuda para conseguir datos de la tesis; ayuda al método científico como su adjunto, por lo cual es aplicada de forma general”⁷⁷

En esta tesis para reunir datos e información, se presentarán las siguientes técnicas:

Verificación de documentos: Esta tecnología se utilizará para revisar estándares, manuales, libros, tesis, diarios y especificaciones técnicas con respecto a las carreteras, para constituir los pasos a seguir, y así establecer el diseño y la dimensión que se utilizará en la tecnología Whitetopping para lograr resultados aceptables.

“Es una forma o método que satisface para obtener datos ya sea un formato en papel o digital y que ayuda para acumular datos, se denomina **instrumento**”.⁷⁸

⁷⁵ (PEREZ, 2009 pág. 16)

⁷⁶ (CANCHO, 2018 pág. 51)

⁷⁷ (CANCHO, 2018 pág. 51)

⁷⁸ (ARIAS, 2012 pág. 68)

El proyecto de investigación cuenta con los siguientes instrumentos:

La Ficha Técnica. Lo cual esta ficha nos ayudara con el resumen del funcionamiento y otras características de un componente o subsistema con el suficiente detalle para así obtener los objetivos de la investigación

Validez:

Hernández, Fernández y Baptista (2014, p. 200) mencionan lo siguiente “la validez es como el valor verdadero en donde una herramienta o material analiza la variable que desea calcular”.

En este proyecto de investigación la evaluación será exacto y puntualmente evaluada por especializados de la ingeniería civil.

[...] Deben señalar la **confiabilidad** de una herramienta de dimensión los cuales comparan entre la observación y reacción de la experimentación el cual permita tomar criterio de mediciones que representan al grado en que su aplicación provoque cambios. [...].⁷⁹
Esto significa que la validación pasa por el laboratorio donde realizaremos nuestras pruebas.

3.5- Procedimiento

Consistió en la aplicación de recolección de datos que permitió describir el uso y comparación de datos basados en la capacidad de caracterizar e interpretar dichos datos mediante los resultados de las variables.

3.6- Método de Análisis de datos

Se realizara la recolección de información de las tesis de investigación de los resultados promedios obtenidos y mediante comparativos se evaluara las propiedades del concreto para el asentamiento, su ensayo de compresión y su diseño mediante el método Aashto – 93.

⁷⁹ (HERNANDEZ, 2003 pág. 243)

3.7- Aspectos Éticos

El propósito de esta investigación se reflejará considerando la originalidad de los autores de sus proyectos de investigación que se tendrá en consideración en su preparación. Con este fin, esta investigación se realizó bajo ISO 690 - 690 - 2 para escribir adecuadamente citas y las referencias bibliográficas.

IV. RESULTADOS

4.1 Descripción de la zona de estudio

Nombre de la tesis:

“Evaluación de la carpeta de rodadura y la optimización aplicando el ultra-thin whitetopping como método de rehabilitación en la Av. Gerardo Unger, Comas – Lima 2019”

Acceso a la zona de trabajo:

El ingreso a la zona de proyecto es por la Avenida 25 de Enero ya que se encuentra paralelo a la Panamericana Norte.

Ubicación Política

La zona de estudio está ubicada en la región de Lima, Provincia de Lima, distrito de Comas el cual limita con los siguientes distritos.

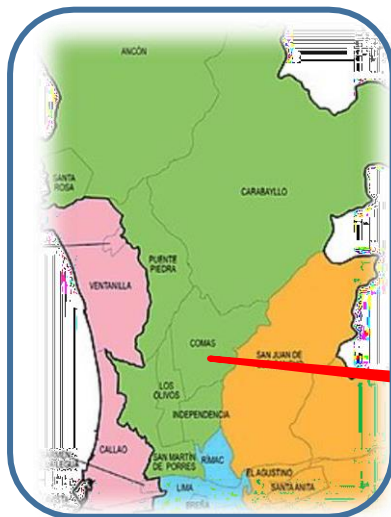


Figura 27. Mapa político de la provincia de Lima.



Figura 28. Mapa político del Perú.

UBICACIÓN DEL PROYECTO
PROVINCIA Y DEPARTAMENTO DE Lima



Figura 29. Provincia de Lima

UBICACIÓN DEL PROYECTO
DISTRITO DE COMAS

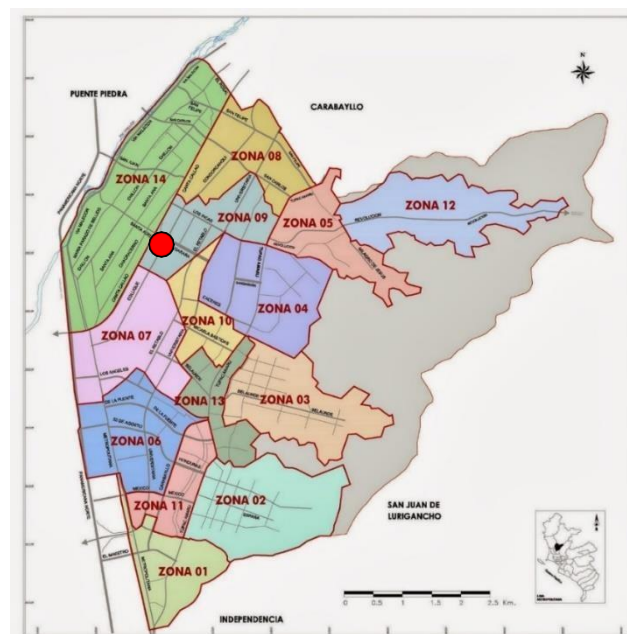


Figura 30. Distrito de comas

Norte: Distritos de Carabayllo y Puente Piedra

Sur: Distrito de Independencia

Este: Distrito San Juan de Lurigancho

Oeste: Distrito de los Olivos

Esta zona de estudio se eligió debido a una problemática referente a las condiciones naturales del pavimento, donde este protagoniza un papel muy importante para los transeúntes ya que por las diferentes tipos de fallas que hay en esta zona de estudio se observan diversos accidente automovilístico y debido a esto se propone una nueva alternativa de solución, así mismo mediante las normas técnicas.

Ubicación Geográfica

Geográficamente está ubicado a una altitud que varía desde 150 a 811 m.s.n.m. por lo que está a mayor altitud que otros distritos de Lima Metropolitana, con una Latitud Sur de $11^{\circ}56'00''$ y una Longitud Oeste de $77^{\circ}04'00''$

El estudio del pavimento se recolecto en el distrito de Comas, en una zona que anteriormente fue de lagunas y dedicada a la agricultura y ganadería.

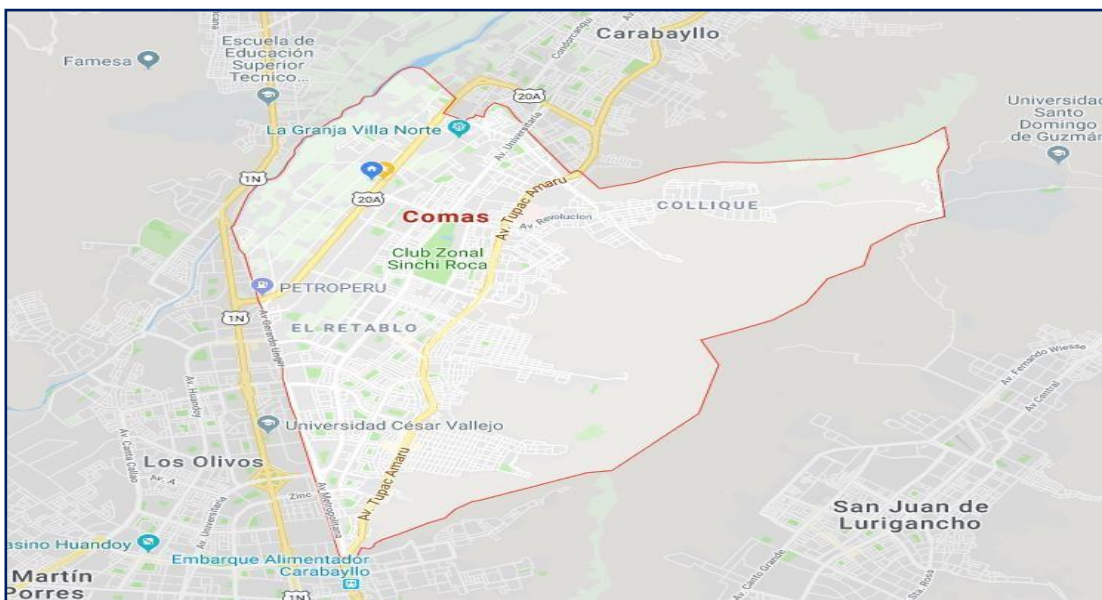


Figura 31. Ubicación del distrito

La ubicación exacta del lugar de recolección de muestra, es a la espalda del Mercado Unicachi y el terreno es de grandes dimensiones, como se muestra en la figura de ubicación en Google Maps.

Ubicación de la Zona

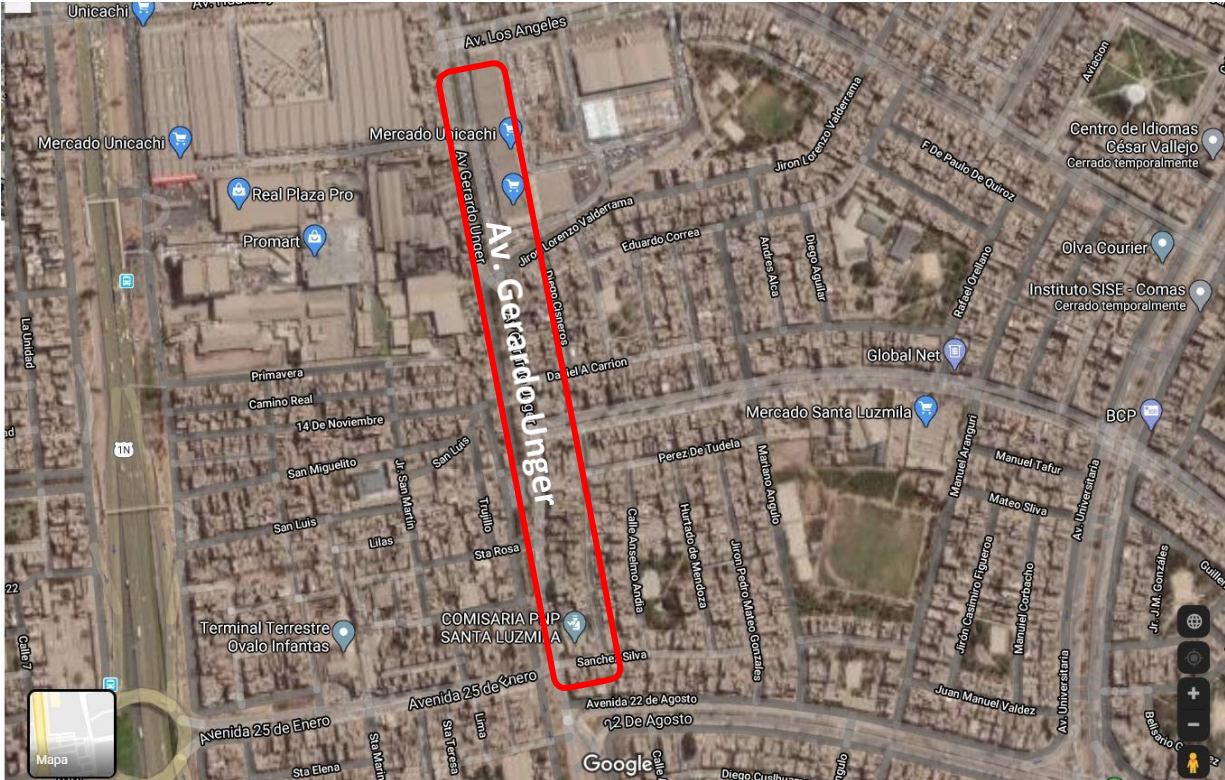


Figura 32. Ubicación de la Zona vista satelital

Delimitación de la zona de estudio.

VÍAS DE ACCESO

El ingreso a la zona de proyecto es por la Avenida 25 de Enero ya que se encuentra paralelo a la Panamericana Norte.

CLIMA

El clima, por las zonas los veranos son cortos, frescos y nublados; los inviernos son cortos, fríos y parcialmente nublado y está seco durante todo el año. Durante el transcurso del año, la temperatura generalmente varía de 2°C a 15°C y rara vez baja a menos de -0°C o sube a más de 17°C.

Para este trabajo de investigación se consideró dos tipos de investigaciones que a continuación se detallara en la tabla 4

Tabla 4 Datos de las investigaciones a comparar

Ítem	Título de la tesis	Fuente	Aditivo	Diseño de mezcla F'c	Lugar
Tesis 1	Aplicación de la técnica Whitetopping en la evaluación del Pavimento Flexible	Almeida Solano Angélica Isabel y Santur Manuel Geyli Elizabeth	Sin aditivo	280 kg/cm ²	C. P Mallares-C. P Saman- Sullana- Piura
Tesis 2	Rehabilitación de pavimentos asfálticos con la aplicación de capas de concreto "Whitetopping"	Abel Esteban Javier	Sikament 306 Plastiment TM-12	280 kg/cm ²	Calle Moquegua, Omate- Moquegua,

Fuente: Propia

Como primer objetivo de este proyecto de investigación es **“Identificar la influencia entre el ensayo de su compresión con la evaluación de la carpeta de rodadura en la avenida Gerardo Unger”**. Para ello haremos una comparación de resultados de la resistencia a la compresión del concreto en los días 7, 14 y 28 de la tesis a continuación:

Tabla 5 Datos de la Compresión sin aditivo

NUMERO DE TESTIGO	REGISTRO	UBICACIÓN	FECHA		EDAD DIAS	SLUMP (PULGADAS)	AREA (cm ²)	LECTURA DEL DIAL (kg)	RESISTENCIA DEL TESTIGO (kg/cm ²)	RESISTENCIA DEL DISEÑO F'c(kg/cm ²)	RESISTENCIA OBTENIDA %	RESISTENCIA REQUERIDA %	OBSERVACIONES
			MOLDEO	ROTURA									
P-01	DISEÑO N°1 F'c 280 Kg/cm ²	LABORATORIO DE CONCRETO	6/09/2018	13/09/2018	7	2	176.7	41750	236	280	84	70	CUMPLE
P-02				13/09/2018		2	176.7	42100	238	280	85		CUMPLE
P-03				13/09/2018		2	176.7	41650	236	280	84		CUMPLE
P-04				20/09/2018	14	2	176.7	46000	260	280	93	85	CUMPLE
P-05						2	176.7	46600	264	280	94		CUMPLE
P-06						2	176.7	46800	265	280	95		CUMPLE
P-07				4/10/2018	28	2	176.7	50755	287	280	103	100	CUMPLE
P-08						2	176.7	50737	287	280	103		CUMPLE
P-09						2	176.7	50720	287	280	103		CUMPLE

Fuente: Almeida A. Y Santur G.

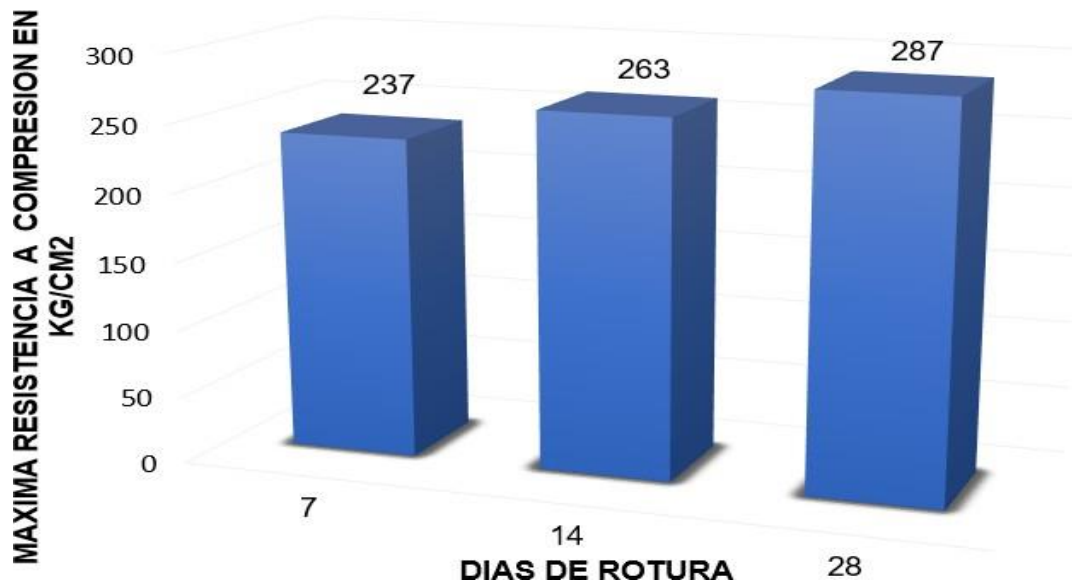


Figura 33. Resumen de promedio de roturas de probetas sin aditivo

Se observa el resumen de promedio de las roturas a los días 7, 14 y 28 lo siguiente: En la tabla 4 podemos observar en los días 7 de rotura la probeta (P-01) llego a una resistencia máxima de 236kg/cm² mientras que la probeta (P-02) aumento su resistencia a 238kg/cm² pero no obstante ya que en la probeta (P-03) se observa que tiene la misma resistencia que la (P-01) que es igual a 236 kg/cm². A si mismo apreciamos de que en el día 14 de rotura se observa la probeta (P-04) llego a una resistencia máxima de rotura de 260 kg/cm² y la probeta (P-05) aumento a 264 Kg/cm² mientras que la probeta (P-06) continuo con el aumento de la resistencia a 265Kg/cm² y por último en los días 28 de rotura de probeta tenemos que las tres probetas de testigo (P-07),(P-08) y (P-09) llegaron a una misma máxima resistencia de rotura que es igual a 287 Kg/cm². Y en la figura 35 observamos el promedio de las 3 probetas que fueron analizadas de cada uno de los días 7, 14 y 28 que se realizaron para la rotura. A continuación se observa los resultados en porcentaje (%).

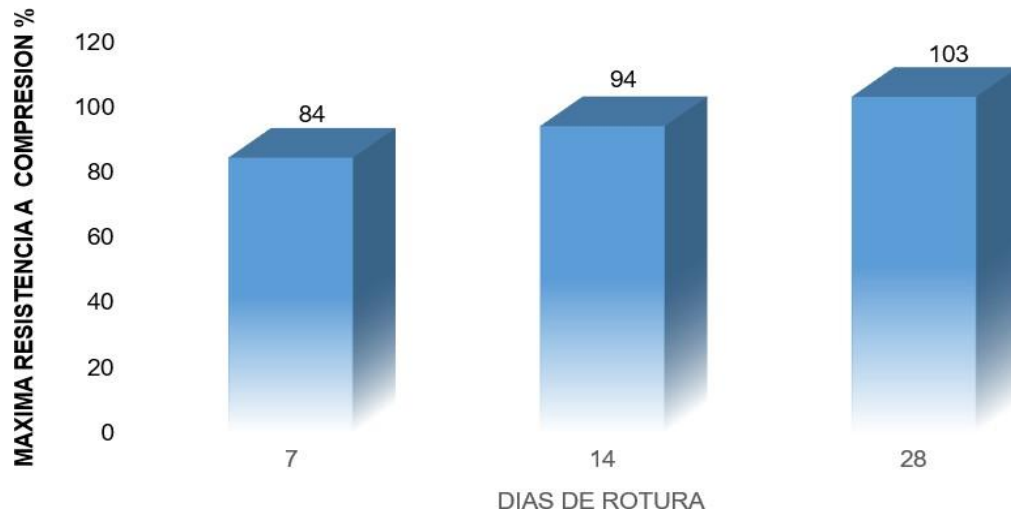


Figura 34. Resumen de roturas de probetas por sin aditivo en porcentaje (%)

En la tabla 4 podemos observar la resistencia de la rotura de probetas de los 7, 14 y 28 días con respecto a porcentaje, para el día 7 de rotura tenemos como resistencia requerida a un 70%, y como resultado de rotura en la probeta (P-01) aumenta un 14% de su máxima resistencia a compresión, así mismo observamos en la segunda probeta (P-02) que aumenta a un 15% y en la tercera probeta (P-03) es similar a la primera probeta con un aumento de 14%. Continuando con el día 14 de rotura se da como resistencia requerida a un 85%, y como resultado de rotura en la probeta (P-04) obtenemos el aumento de 9% de su máxima resistencia a compresión, así mismo tenemos la probeta (P-05) que aumento su porcentaje a un 9% y así mismo observamos que la probeta (P-06) aumento a un 10% de su máxima resistencia a compresión con respecto a su resistencia requerida. Por último, tenemos el día 28 de rotura de probeta que su resistencia requerida es el 100%, y tenemos como resultado las probetas (P-07), (P-08) y (P-09) que aumenta a un 3% de la resistencia requerida. Y en la figura 36 observamos el promedio de las 3 probetas que fueron analizadas de cada uno de los días 7, 14 y 28 que se realizaron para la rotura.

Tabla 6 Datos de la resistencia a la compresión del concreto con aditivo Sikament 306 y Plastiment TM-12

NUMERO DE TESTIGO	REGISTRO	UBICACIÓN	FECHA		EDAD DIAS	SLUMP (PULGADAS)	AREA (cm ²)	LECTURA DEL DIAL (kg)	RESISTENCIA DEL TESTIGO (kg/cm ²)	RESISTENCIA DEL DISEÑO F'c(kg/cm ²)	RESISTENCIA OBTENIDA %	RESISTENCIA REQUERIDA %	OBSERVACIONES
			MOLDEO	ROTURA									
001	DISEÑO N°1 F'c 280 Kg/cm ²	LABORATORIO DE CSVA	9/02/2018	16/02/2018	7	7 1/2	181.0	48127	265.9	280	95	70	CUMPLE
002				16/02/2018		7 1/2	181.0	49258	272.1	280	97.2		CUMPLE
003				16/02/2018		7 1/2	181.0	49270	272.2	280	97.2		CUMPLE
004				23/02/2018	14	7 1/2	181.0	51650	285.4	280	101.9	85	CUMPLE
005						7 1/2	181.0	51272	283.3	280	101.2		CUMPLE
006						7 1/2	181.0	51580	285.0	280	101.8		CUMPLE
007				9/03/2018	28	7 1/2	181.0	60243	332.8	280	118.9	100	CUMPLE
008						7 1/2	181.0	63239	349.4	280	124.8		CUMPLE
009						7 1/2	181.0	62345	344.4	280	123		CUMPLE

Fuente: Abel E.



Figura 35. Resumen de roturas de probetas con aditivo Sikament 306 y Plastiment TM-12

En la tabla 5 se observa el resumen de las roturas a los días 7, 14 y 28 lo siguiente: A los días 7 de rotura, la probeta (001) llego a una resistencia máxima de 265.9kg/cm² mientras que la probeta (002) aumento su resistencia a 272.1kg/cm² así mismo la probeta (003) se observa que aumenta en lo mínimo que es igual a 272.2 kg/cm². Continuamos apreciamos de que en el día 14 de rotura se observa la probeta (004) llego a una resistencia máxima de rotura de 285.4 kg/cm² y la probeta (005) tiene una resistencia menor que la probeta (004) a 283.3 Kg/cm² mientras que la probeta (006) continuo con el aumento de la resistencia a 285Kg/cm² y por último en los días 28 de rotura de probeta tenemos que la probeta(007) tiene como máxima resistencia a la compresión con 332.8Kg/cm², mientras que en la probeta (008) se observa que su resistencia es de 349.4 Kg/cm² y por último la probeta (009) llegando a una máxima resistencia de rotura que es igual a 344.4 Kg/cm². Y en la figura 37 observamos el promedio de las 3 probetas que fueron analizadas de cada uno de los días 7, 14 y 28 que se realizaron para la rotura. A continuación se observa los resultados en porcentaje (%)

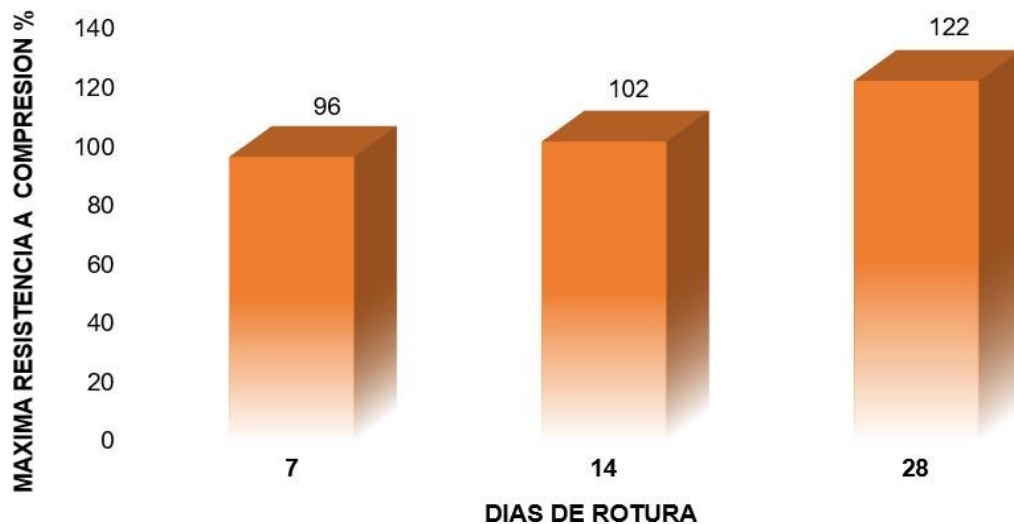


Figura 36. Resumen de roturas de probetas con aditivo Sikament 306 y Plastiment TM-12 en porcentaje (%)

En la tabla 5 podemos observar la resistencia de la rotura de probetas de los 7, 14 y 28 días con respecto a porcentaje, para el día 7 de rotura tenemos como resistencia requerida a un 70%, y como resultado de rotura en la probeta (001) aumenta un 25% de su máxima resistencia a compresión, así mismo observamos en la segunda probeta (002) que aumenta a un 27.2% y en la tercera probeta (003) es similar a la segunda probeta con un aumento de 27.2%. Continuando con el día 14 de rotura se da como resistencia requerida a un 85%, y como resultado de rotura en la probeta (004) obtenemos el aumento de 16.9% de su máxima resistencia a compresión, así mismo tenemos la probeta (005) que aumento su porcentaje a un 16.2% y así mismo observamos que la probeta (006) aumento a un 16.8% de su máxima resistencia a compresión con respecto a su resistencia requerida. Por último, tenemos el día 28 de rotura de probeta que su resistencia requerida es el 100%, y tenemos como resultado las probetas (007) con un aumento de 18.9% de su máxima resistencia, continuando con la probeta (008) observamos que aumenta en un 24.8% de su máxima resistencia de rotura a compresión y por último tenemos la probeta (009) que aumenta a un 23% de la resistencia requerida. Y en la figura 38 observamos el promedio de las 3 probetas que fueron analizadas de cada uno de los días 7, 14 y 28 que se realizaron para la rotura.

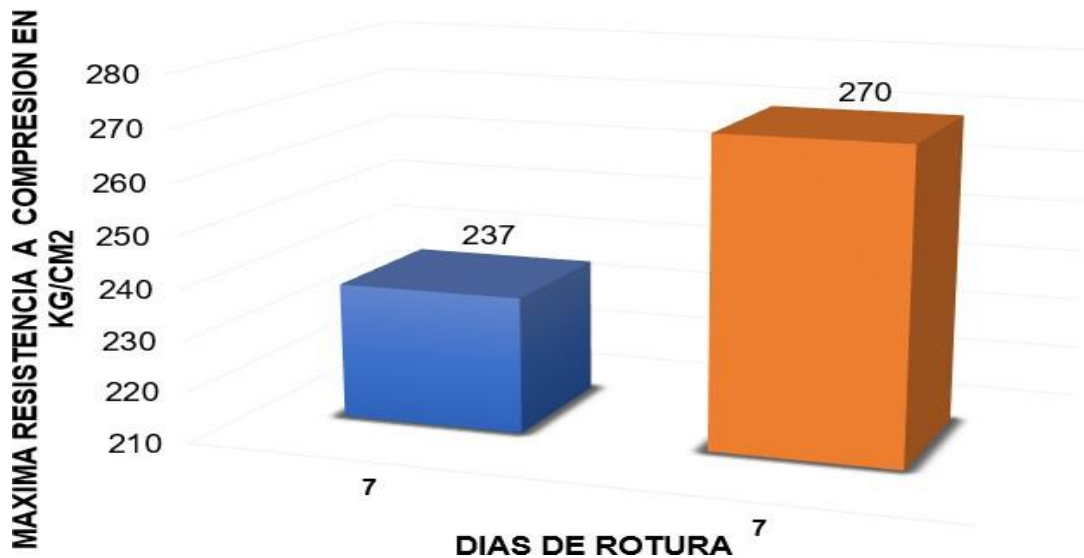


Figura 37. Comparación de resumen de roturas de probetas sin aditivo y con aditivo Sikament 306 y Plastiment TM-12 día 7 en Kg/cm²

En la tabla 4 y 5 observamos la comparación del día 7 de rotura de probeta para su máxima resistencia en compresión de la tesis1 y tesis2 teniendo ambas tesis el mismo diseño de mezcla $F'c=280\text{Kg/cm}^2$ de lo cual se puede observar que la diferencia de las primeras probetas de las dos tesis (001) y (P-01) es de 29.9Kg/cm^2 y en porcentaje su diferencia es de 11%, en la segunda probeta tenemos como resultado la diferencia de (002) y (P-02) como 34.1Kg/cm^2 y en porcentaje nos arroja la diferencia de 12.2% de su máxima resistencia a la compresión y por último en la tercera probeta tenemos como diferencia de (003) y (P-03) como 36.2Kg/cm^2 y en porcentaje nos da como resultado un 13.2%. Y en la figura 39 observamos el promedio de las 3 probetas, para la tesis 1 y tesis 2 que fueron analizadas para el día 7, que se realizaron para la rotura.

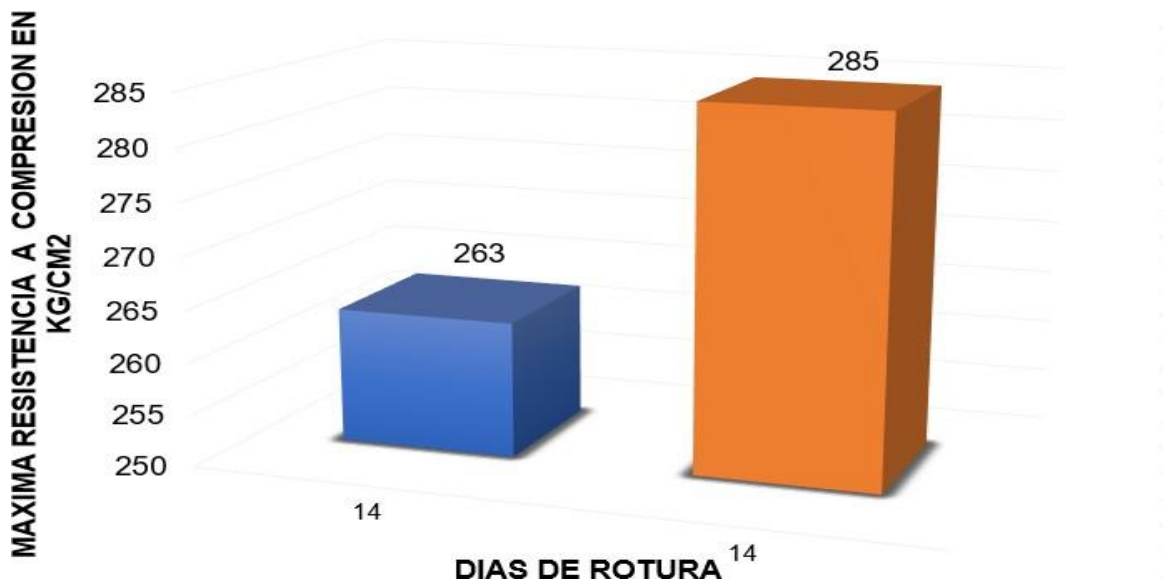


Figura 38. Comparación de resumen de roturas de probetas sin aditivo y con aditivo Sikament 306 y Plastiment TM-12 día 14 en Kg/cm²

En la tabla 4 y 5 observamos la comparación del día 14 de rotura de probeta para su máxima resistencia en compresión de la tesis1 y tesis2 teniendo ambas tesis el mismo diseño de mezcla $F'c=280\text{Kg/cm}^2$ de lo cual se puede observar que la diferencia de las siguientes probetas de las dos tesis (004) y (P-04) es de 295.4Kg/cm^2 y en porcentaje su diferencia es de 8.9%, en las siguientes probetas tenemos como resultado la diferencia de (005) y (P-05) como 19.3Kg/cm^2 y en porcentaje nos arroja la diferencia de 7.2% de su máxima resistencia a la compresión y por último en la tercera probeta tenemos como diferencia de (006) y (P-06) como 20Kg/cm^2 y en porcentaje nos da como resultado un 6.8%. Y en la figura 40 observamos el promedio de las 3 probetas, para la tesis 1 y tesis 2 que fueron analizadas para el día 14, que se realizaron para la rotura.

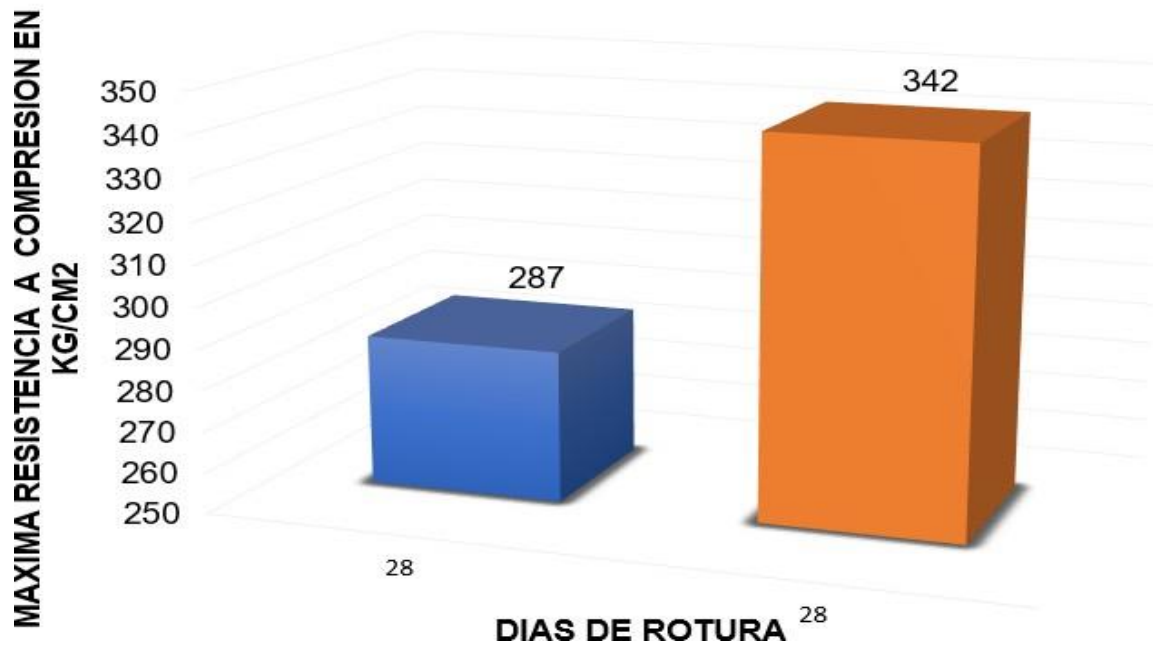


Figura 39. Comparación de roturas de probetas sin aditivo y con aditivo Sikament 306 y Plastiment TM-12 día 28 en Kg/cm²

En la tabla 4 y 5 observamos la comparación del día 28 de rotura de probeta para su máxima resistencia en compresión de la tesis1 y tesis2 teniendo ambas tesis el mismo diseño de mezcla $F'c=280\text{Kg/cm}^2$ de lo cual se puede observar que la diferencia de las siguientes probetas de las dos tesis (007) y (P-07) es de 45.8Kg/cm^2 y en porcentaje su diferencia es de 15.9%, en las siguientes probetas tenemos como resultado la diferencia de (008) y (P-08) como 62.4Kg/cm^2 y en porcentaje nos arroja la diferencia de 21.8% de su máxima resistencia a la compresión y por último en la tercera probeta tenemos como diferencia de (009) y (P-09) como 57.4Kg/cm^2 y en porcentaje nos da como resultado un 20%. Y en la figura 41 observamos el promedio de las 3 probetas, para la tesis 1 y tesis 2 que fueron analizadas para el día 28, que se realizaron para la rotura.

Como segundo objetivo específico de este proyecto de investigación es “Identificar la influencia entre el asentamiento (slump) con la evaluación de la carpeta de rodadura en la avenida Gerardo Unger.”. Para ello haremos una comparación de resultados del asentamiento Slump que es comparada por el Ítem 1 y 2

Tabla 7 Datos del asentamiento Slump sin aditivo

NUMERO DE TESTIGO	REGISTRO	UBICACIÓN	FECHA		EDAD DIAS	SLUMP (PULGADAS)	
			MOLDEO	ROTURA			
P-01	DISEÑO N°1 F'c 280 Kg/cm2	LABORATORIO DE CONCRETO	06/09/2018	13/09/2018	7	2	
P-02				13/09/2018		2	
P-03				13/09/2018		2	
P-04				06/09/2018	20/09/2018	14	2
P-05					20/09/2018		2
P-06					20/09/2018		2
P-07				06/09/2018	04/10/2018	28	2
P-08					04/10/2018		2
P-09					04/10/2018		2

Fuente: Almeida A. y Santur G.



Figura 40. Asentamiento del concreto sin aditivo

En la tabla 6 se observa el resumen del asentamiento Slump a los días 7, 14 y 28. Por lo que llegaría a obtenerse de 2 pulgadas que sería 5.08 cm lo cual la normativa ASTM C143-78 en el procedimiento del ensayo de consistencia del concreto explica de que al determinar la medida de asentamiento y llega a obtener de 0 a 2 centímetros estaría determinada como una consistencia A-1 seca de lo cual esta composición nos indica de que posee un exceso de agregados o un escaso contenido de agua en relación a los demás componentes y es usada en elementos que se compactan por apisonado.

Tabla 8 Datos del asentamiento del Slump con aditivo Sikament 306 y Plastiment TM-12

NUMERO DE TESTIGO	REGISTRO	UBICACIÓN	FECHA		EDAD DIAS	SLUMP (PULGADAS)			
			MOLDEO	ROTURA					
001	DISEÑO N°1 F'c 280 Kg/cm2	LABORATORIO DE CSVA	09/02/2018	16/02/2018	7	7 1/2			
002				16/02/2018		7 1/2			
003				16/02/2018		7 1/2			
004				09/02/2018	LABORATORIO DE CSVA	09/02/2018	23/02/2018	14	7 1/2
005							23/02/2018		7 1/2
006							23/02/2018		7 1/2
007				09/03/2018	LABORATORIO DE CSVA	09/03/2018	09/03/2018	28	7 1/2
008							09/03/2018		7 1/2
009							09/03/2018		7 1/2

Fuente: Abel E.

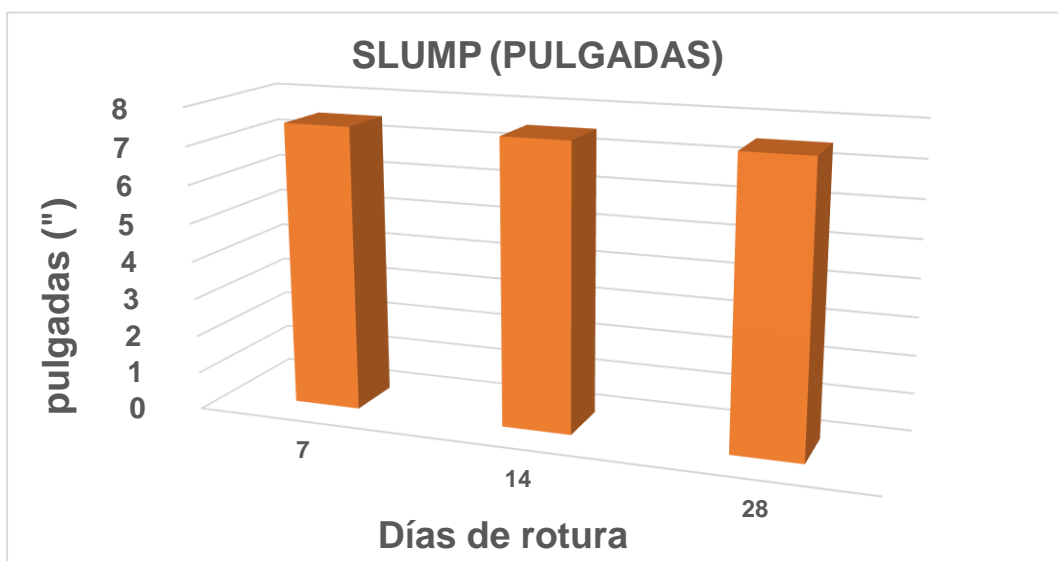


Figura 41. Asentamiento del concreto con aditivo Sikament 306 y Plastiment TM-12

En la tabla 7 se observa el resumen del asentamiento Slump a los días 7, 14 y 28. Por lo que llegaría a obtenerse de 7 ½ pulgadas que sería 19.05 cm lo cual la normativa ASTM C143-78 en el procedimiento del ensayo de consistencia del concreto explica de que al determinar la medida de asentamiento y llega a obtener de 15.5 a 22.0 centímetros estaría determinada como una consistencia A-4 Superfluidificado de lo cual esta composición nos indica de que posee un elevada proporción de agua, lo que se nota por su fluidez dentro de los encofrados y es usada en losas muy armadas y muros armados de poco espesor. Por otro lado se cabe recalcar que para esta consistencia de concreto se utilizó el aditivo Sikament 306 que tiene como ventajas lo siguiente: Proporciona una gran manejabilidad de la mezcla evitando la segregación y formación de cangrejeras. Facilita el bombeo del concreto a mayores distancias y alturas, Aumenta notablemente la resistencia inicial del concreto, Incrementa la resistencia final del concreto en más de un 40% Aumenta considerablemente la impermeabilidad y durabilidad del concreto y Densifica el concreto. Con una proporción de 413gr (1.5%) por m³ de concreto y a su vez Plastiment TM-12 con una proporción de 27.5gr

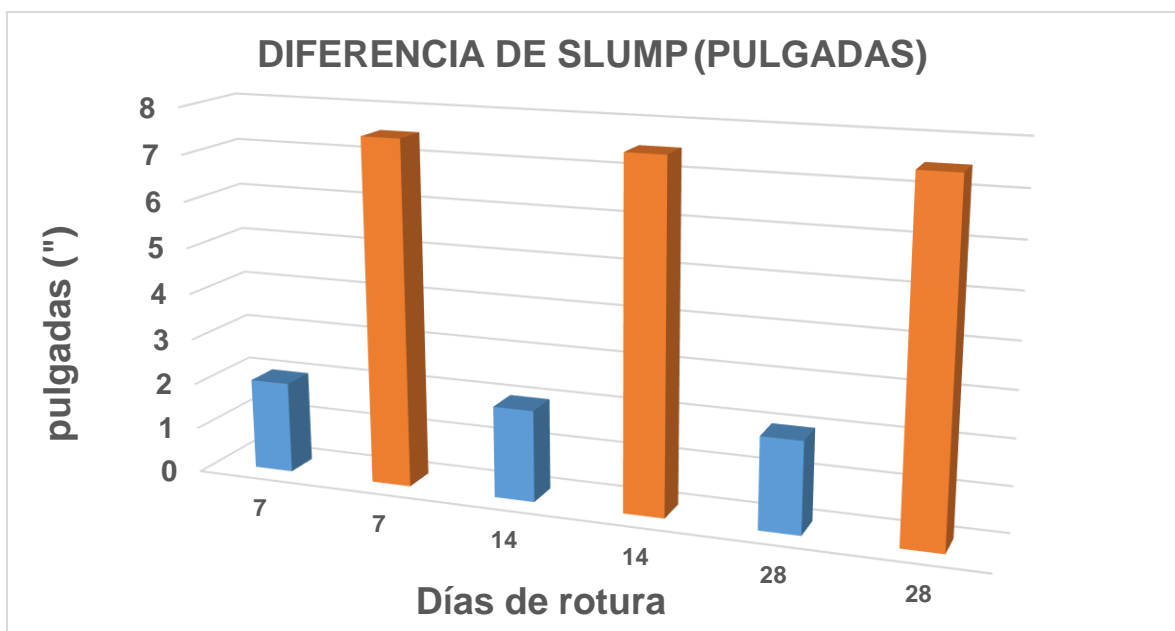


Figura 42. Comparación del asentamiento del concreto sin aditivo y con aditivo Sikament 306 y Plastiment TM-12

En la tabla 6 y 7 verificamos la comparación del resumen promedio del asentamiento de Slump del día 7, 14 y 28. Por lo que observamos la diferencia de estos 3 promedios varia un 5 ½ “pulgadas lo que llevaría a 13.97 cm de diferencia en la consistencia del concreto (Slump) por lo que se tomaría en cuenta de que en la tabla 6 no conlleva ni un tipo de aditivo y la tabla 7 si pero como se mencionó en el marco teórico sobre el diseño del ultra thin whitetopping

Como tercer objetivo específico de este proyecto de investigación es “Identificar la influencia entre el diseño de estructura con la evaluación de la carpeta de rodadura en la avenida Gerardo Unger. Para ello haremos una comparación de resultados de diseño de espesor de la sobrecarpeta usando el método Aashto 93 con el software DIPAR 2.0.

Tabla 9 Resumen de las variables de la ecuación fundamental para el diseño del pavimento rígido según AASHTO 93 sin aditivo.

PARAMETRO	VALOR	UNIDAD
Numero de EJES equivalentes W18	2.50E+06	EE
Periodo De Diseño	20	Años
Confiabilidad (R)	85	%
Desviacion Estandar Normal (Zr)	-1.036	
Indice de Serviciabilidad Combinada o Total (So)	0.38	
Indice de Serviciabilidad Inicial (Pi)	4.3	
Indice de Serviciabilidad Final (Pt)	2.5	
Diferencial de Serviciabilidad (▲PSI)	1.8	
Resistencia a la Compresion del Concreto (F´c)	280	Kg/Cm2
Modulo de Elasticidad del Concreto (Ec)	3.60E+06	PSI
Modulo de Ruptura del Concreto (Sc) (Mr)	614	PSI
CBR de la Subrasante	11.9	%
Espesor de la Subbase	6	Pulg
Modulo de Reaccion Efectivo (Kefect)	58	Pci
Coeficiente de Transferencia de Carga (J)	2.8	
Coeficiente de Drenaje (Cd)	1.00	

Fuente: Almeida y Santur

Diseño de pavimentos rígidos-Metodología de la AASHTO

Serviciabilidad

Serviciabilidad Inicial (Po): 4.50

Serviciabilidad Final (Pt): 2.00

Trafico

ESAL's (ejes equiv. 8.2t): 2500000.00

Modificar nombre de proyecto, ubicación, etc.

Transferencia de Cargas

Coefficiente J: 2.80

Coefficiente de drenaje

Coefficiente Cd: 1.00

Confiabilidad

Confiabilidad(R): 85.00%

Desviación Estandar(So): 0.38

Propiedades del concreto

Resistencia a la compresión(f'c): 280.00

Modulo de reacción del suelo

k: 58.00

Resultados

Diferencia de Serviciabilidad (DeltaPsi): 2.5

Desviación Estándar Normal (Zr): -1.037

Módulo Ruptura (Mr): 557.55lb/in²

Módulo de Elasticidad Concreto (Ec): 4998042.01lb/in²

log(ESal): 6.39794

Zr x So: -0.39406

log(DeltaPsi/(4.5-1.5)): -0.07918

Espesor: 8.2 in

Espesor: 21 cm

Figura 43. Diseño de Pavimento Rígido Software Dipar 2.0

[...]El logaritmo del W18 de la ecuación 12 es 6.39 que debe ser igual o parecido al número obtenido en la igualdad de la ecuación remplazada los valores de las variables, obteniendo así un valor de 6.25, que relativamente varia en 0.14 lo que me indica que el espesor encontrado es la “figura 22” es correcto.⁸⁰

[...]En la “Tabla 29” se muestran los espesores del paquete estructural del pavimento rígido donde se obtuvo una losa de concreto de 7 pulgadas con una base de 6 pulgadas. Estos espesores cumplen con las condiciones mínimas establecidas en el Manual de Carreteras Manual de Carretera: Suelos, Geología, Geotecnia y Pavimentos, para una vía clasificada como Tp6 según el número de ejes equivalentes.⁸¹

⁸⁰ (Almeida y Santur, 2019 pág. 82)

⁸¹ (Almeida y Santur, 2019 pág. 82)

De lo mencionado anteriormente podemos observar los resultados en el software de DIPAR 2.0 de que es correcto el Logaritmo del W18 del Esal es igual a 6.39, pero el menciona a su vez de que su espesor encontrado es de D=7 pulgadas, lo cual en el programa DIPAR 2.0 observamos que el resultado del espesor es D= 8.2 pulgadas, posteriormente detallamos de que esta diferencia llegaría a ser por una pequeña deducción.

Tabla 10 Dosificación de concreto F'c 280 sin aditivo

TESIS 1	
Material	Peso
Agua	190 Kg
Cemento Portland Tipo ms	380 Kg
Agregado Grueso	1037.9 Kg
Agregado Fino	758 Kg
Aire	2.00%
Aditivo Sika Visco Crete	0
Slump	1" a 2"
Fibra	0

Fuente: Elaboración Propia

TABLA 11 Resumen de las variables de la ecuación fundamental para el diseño del pavimento rígido según AASHTO 93 con aditivo Sikament 306 y Plastiment TM-12 2.

PARAMETRO	VALOR	UNIDAD
Numero de EJES equivalentes W18	2.50E+06	EE
Periodo De Diseño	20	Años
Confiabilidad (R)	85	%
Desviacion Estandar Normal (Zr)	-1.037	
Indice de Serviciabilidad Combinada o Total (So)	0.38	
Indice de Serviciabilidad Inicial (Pi)	4.5	
Indice de Serviciabilidad Final (Pt)	2.5	
Diferencial de Serviciabilidad (▲PSI)	2	
Resistencia a la Compresion del Concreto (F´c)	280	Kg/Cm2
Modulo de Elasticidad del Concreto (Ec)	5.00E+06	PSI
Modulo de Ruptura del Concreto (Sc) (Mr)	557.55	PSI
CBR de la Subrasante	70	%
Espesor de la Subbase	6	Pulg
Modulo de Reaccion Efectivo (Kefect)	646.91	Pci
Coefficiente de Transferencia de Carga (J)	2.8	
Coefficiente de Drenaje (Cd)	1.00	

Fuente: Abel E.

Diseño de pavimentos rígidos-Metodología de la AASHTO

Serviciabilidad
 Serviciabilidad Inicial (Po):
 Serviciabilidad Final (Pt):

Trafico
 ESAL's (ejes equiv. 8.2t):

Transferencia de Cargas
 Coeficiente J:

Coeficiente de drenaje
 Coeficiente Cd:

Confiabilidad
 Confiabilidad(R):
 Desviación Estandar(So):

Propiedades del concreto
 Resistencia a la compresión(Fc):

Modulo de reacción del suelo
 k:

Modificar nombre de proyecto, ubicación, etc.

Resultados
 Diferencia de Serviciabilidad (DeltaPsi): **2**
 Desviación Estándar Normal (Zr): **-1.037**
 Módulo Ruptura (Mr): **557.55lb/in2**
 Módulo de Elasticidad Concreto (Ec): **4998042.01lb/in2**
 log(Esal): **6.39794**
 Zr x So: **-0.39406**
 log(DeltaPsi/(4.5-1.5)): **-0.17609**
 Espesor: in
 Espesor: cm

Figura 44. Diseño de Pavimento Rígido Software Dipar 2.0 – con aditivo Sikament 306 y Plastiment TM-12 2.

En la figura número 44 podemos observar que el programa DIPAR 2.0 nos indica como resultado de que su Log (Esal) es igual a 6.40 y a su vez que su espesor de sobrecarpeta es de 7 pulgadas (18cm), cabe recalcar de que en esta tesis 2 el diseño de pavimento lleva como propiedades de concreto con una resistencia a la compresión (F'c) de 280Kg/cm2 a continuación se mostrara la tabla de dosificación de mezcla por metro cubico (m3).

TABLA 12 Dosificación de concreto F'c 280 con aditivo Sikament 306 y Plastiment TM-12 2.

TESIS 1	
Material	Peso
Agua	140 Kg
Cemento Portland Tipo ms	382.5 Kg
Agregado Grueso	658 Kg
Agregado Fino	613 Kg
Plastiment TM-12	27.5 gr
Aditivo Sikament 306	1.5% = 413 gr
Slump	7 1/2"
Fibra	0

Fuente: Elaboración propia

ESPESOR DE LA SOBRECARPETA ULTRA-THIN WHITETOPPING:

Después de analizar los resultados que señalan los software Dipar 2.0 podemos ahora hacer la comparación respectiva con los resultados de sus espesores brindados. A continuación se muestra la figura 47 en pulgadas (") y la figura 48 en centímetros (cm) que muestra la comparación de espesores de diseño de la sobrecarpeta.

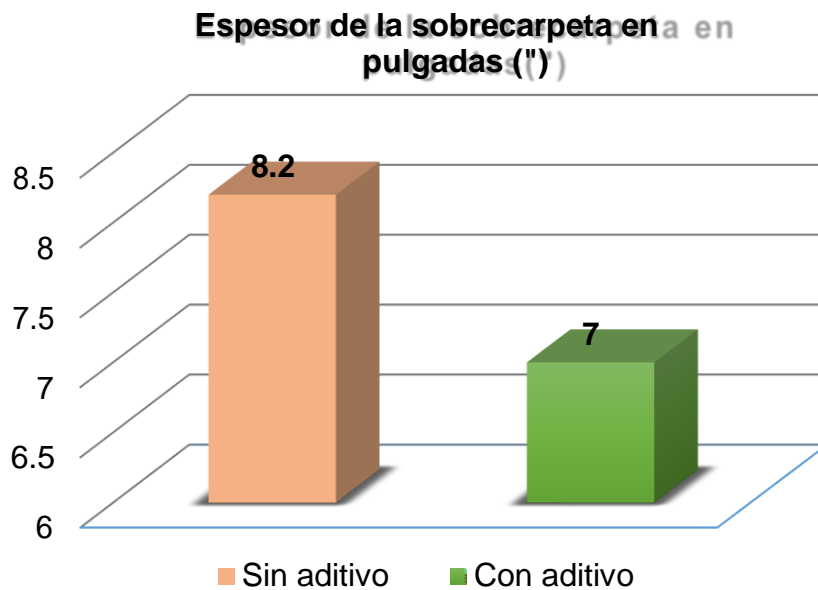


Figura 45. Comparación de espesores de la sobrecarpeta en pulgadas

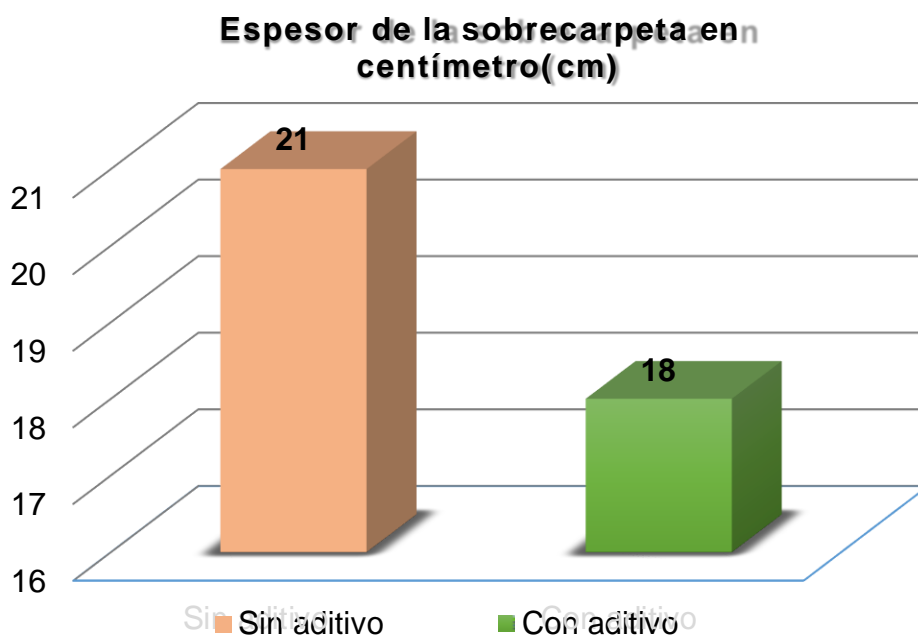


Figura 46. Comparación de espesores de la sobrecarpeta en centímetro

Podemos observar que el resultado del espesor de la sobrecarpeta sin aditivo dio como resultado 21 cm y la sobrecarpeta con aditivo dio como resultado 18 cm. Por una parte este último resultado está incorporado el aditivo Sikament 306 lo cual actúa como plastificante tiene la ventaja como mejorar considerablemente el acabado del concreto y reduce la textura, y así mismo también actúa como reductor del agua, como por ejemplo aumenta la resistencia de concreto a todas las edades con respecto al testigo, reduce considerablemente la permeabilidad e incrementa la durabilidad del concreto, entre otros. Por último, adicionando el aditivo que se visualiza en la tabla de dosificación de concreto (tabla 9) plastiment MT-12 de lo cual es un aditivo plastificante y retardante de fragua, exento de cloruros. Por lo tanto, estos aditivos implementados dieron como resultado 2 cm menos que no adicionando aditivo.

V. DISCUSIÓN

Con respecto a los resultados a la **resistencia de la compresión**, mediante los antecedentes tenemos al tesista Ureta (2018) teniendo una resistencia a compresión más favorable de 450 kg/cm² en la edad de los 28 días usando aditivo Sika Visco Crete un 0.5% con respecto al peso del cemento de mezcla y sika fiber forcé pp-65 según los detalles fue de 1 kg (26 unidades +/-3%) brindando un incremento de resistencia. Mientras que en los resultados dados tenemos al tesista Almeida y Santur (2019), obtuvieron una resistencia a la compresión de 287 kg/cm² en la edad de los 28 días cabe recalcar de que estos tesistas no usaron ni un tipo de aditivo ni fibra por lo que su resistencia es menor. Y por último tenemos al tesista Estevan (2017) que obtuvo un resultado del ensayo a la resistencia a la compresión de 342 kg/cm² por lo que en este resultado fue aplicado el aditivo Sikament 306 con 1.5% con respecto al peso del cemento de mezcla. La diferencia del ensayo de la compresión del concreto entre el tesista Ureta (2018) y Almeida y Santur (2019) fue de una resistencia de 163 kg/cm² y por el otro caso entre el tesista Ureta (2018) y el tesista Estevan (2017) fue de una diferencia 108 kg/cm².

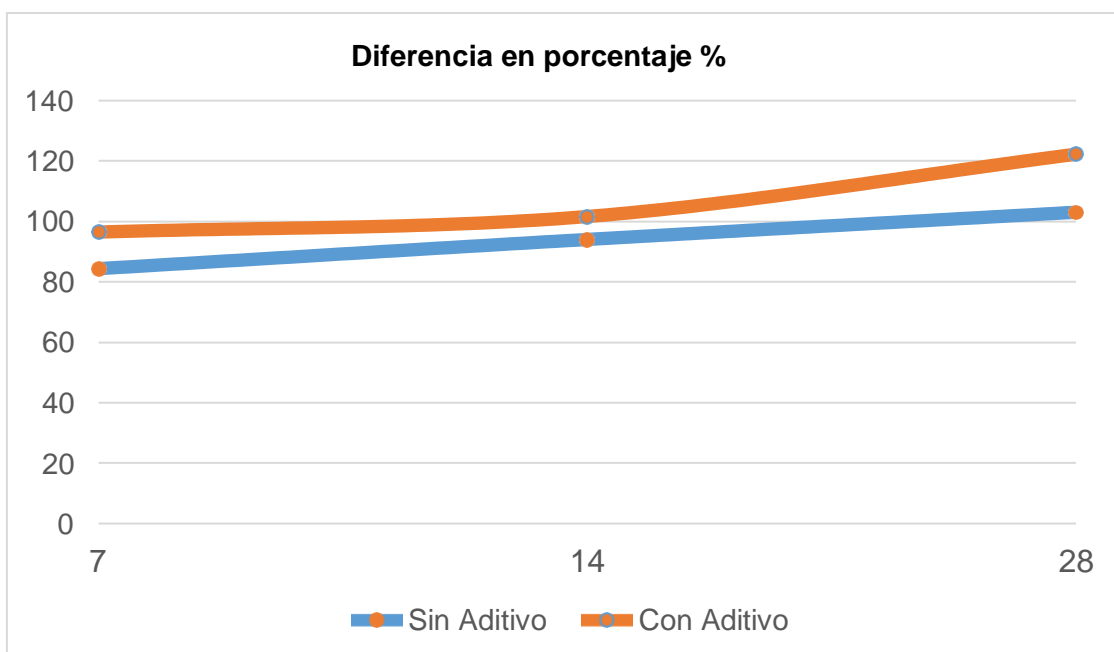


Figura 47. Diferencia en aumento de la máxima resistencia a la compresión

En la figura 49 observamos que adicionando los aditivos mencionados la máxima resistencia a su compresión aumenta un 22% en los días 28 de su rotura mientras que sin el adicionamiento del ni un tipo de aditivo solo aumento un 3% de su resistencia requerida, por lo que dio favorable el uso de los aditivos para tener una mejor resistencia a este ensayo.

Con respecto a los resultados del **asentamiento**, es favorable al aplicar aditivo ya que es importante para que pueda tener una mejor trabajabilidad y la colocación del concreto. En el caso de los antecedentes tenemos al tesista Ureta (2018), obtuvo un asentamiento de 3" (7.62 cm) utilizando aditivo Sika Visco Crete – 1110, lo cual es un aditivo superplastificante, productor de resistencia y economizador de cemento, lo cual su dosificación es de 0.5% del peso del cemento de mezcla. Mientras que en los resultados dados tenemos al tesista Almeida y Santur (2019), obtuvo un asentamiento de 1" (2.54 cm) sin adicionar aditivo a la dosificación de la mezcla del concreto. Y por último tenemos al tesista Estevan (2017) que obtuvo un asentamiento de 7 ½" (19.05 cm) utilizando aditivo Sikament 306, lo cual es un superplastificante, reductor de agua de alto rango, economizador de cemento. En climas templados y fríos mantiene la manejabilidad del concreto, así mismo su dosificación se empleó como superplastificante del 2 % del peso del cemento y también incorporo Plastiment TM – 12 de lo cual cumple el control sobre el tiempo de fraguado del concreto y su mantención prolongada del asentamiento del concreto se aplicó 27.5gr (0.5 %) del peso del cemento de mezcla. La diferencia del asentamiento del concreto entre el tesista Ureta (2018) y Almeida y Santur (2019) fue de diferencia de 2" (5.08 cm) y por el otro caso entre el Estevan (2017) y el tesista Ureta (2018) fue de una diferencia de 4 ½ "(11.43 cm). Según el ACI (American Concrete Institute) menciona que mayor de 5" (12.5 cm) de asentamiento del concreto se clasifica como una consistencia fluida.

Con respecto a los resultados al **diseño de estructura** por el método Aashto – 93, Según en los antecedentes, los resultados obtenidos del tesista Ureta (2018) mediante el caso de Arias y Aranguez se obtuvo un espesor de la sobrecarpeta

de 5.1” pulgadas mediante el software Dipar 2.0 de lo cual convirtiendo a centímetros su resultado sería de 13cm. Por otro lado, mediante el caso de Modesto Molina se llegó a obtener un espesor de la sobrecarpeta de 4.5” pulgadas mediante el software Dipar 2.0 de lo cual convirtiendo en centímetros su resultado sería de 11cm. En el caso de recolección de datos por parte de la tesista Almeida y Santur (2019) por el mismo método de Aashto – 93 el diseño de espesor de la sobrecarpeta se obtendría de 8.2” pulgadas de lo cual convirtiendo a centímetros su resultado sería de 21cm teniendo en cuenta de que este espesor está relacionado como un Whitetopping convencional. Y por otro lado el tesista Estevan (2017) por el mismo método de Aashto – 93 el diseño de espesor de la sobrecarpeta se obtendría de 7” pulgadas de lo cual convirtiendo a centímetros su resultado sería de 18cm también teniendo en cuenta que este espesor está relacionado como un Thin – Whitetopping. Cabe recalcar que la composición o dosificación de la mezcla del tesista Almeida y Santur (2019) de la tesis titulada “Utilización de Ultra – Thin Whitetopping como método de rehabilitación de pavimentos asfálticos en la ciudad de Tacna” contiene aditivo Sika Visco Crete 3.7kg (0.8% cemento) y Fibras de polipropileno 5Kg (2-9Kg/m³) lo cual estos componentes hacen que la resistencia del concreto aumente. Por otro lado, el tesista Estevan (2017) con la tesis “Aplicación De La Técnica Whitetopping En La Evaluación Del Pavimento Flexible En El C. P Mallaes-C. P Saman-Sullana-Piura, 2018” no contiene ni un tipo de aditivo en su dosificación de la mezcla. Y por último la tesis titulada “Rehabilitación de pavimentos asfálticos con la aplicación de capas de concreto “Whitetopping” – calle Moquegua, Omate–Moquegua, 2017” contiene en su dosificación de concreto un aditivo Sikament 306 413gr (1.5%) y Plastiment TM-12 27.5gr así mismo estos componentes y/o aditivos aumentan la resistencia del concreto para la sobrecarpeta. Al obtener estos resultados podemos analizar y determinar de que para obtener un espesor menor se debe adjuntar estos aditivos para poder tener una mayor resistencia y al momento de hacer el diseño de espesor nos corresponda tener la sobrecarpeta Ultra Thin Whitetopping delgada que es correspondida de 0.05m a 0.10m de espesor y así poder tener en cuenta los 3 puntos fundamentales que se debe considerar al diseñar el Ultra Thin Whitetopping lo cual es. La adherencia entre el Ultra Thin Whitetopping y la carpeta asfáltica dañada, el espaciamiento de juntas y lo mencionado que es el espesor del diseño del Ultra Thin Whitetopping.

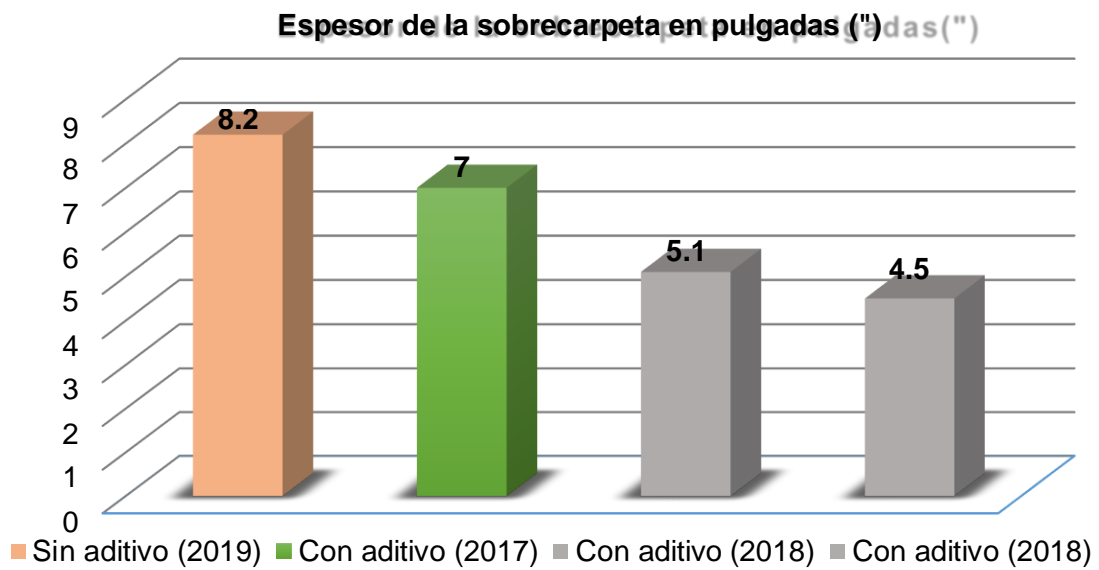


Figura 48. Comparaciones de espesores de la sobrecarpeta

En esta pequeña comparación observamos que con el adicionamiento de los aditivos podemos lograr un menor espesor de la sobrecarpeta y en el caso de este proyecto de investigación se busca tener como estructura el Ultra Thin Whitetopping y como mencionado para lograr esto debemos tener en cuenta que está clasificado de 5cm – 10cm. Por otro lado, observamos que sin aditivo llegaría a los 8.2” que sería 20.83 cm de lo cual esto ya no llegaría a ser una carpeta Ultra Thin Whitetopping si no sería un Whitetopping convencional.

VI. CONCLUSIONES

Según los resultados obtenidos sobre el **asentamiento del concreto** podemos afirmar de que dieron favorecidos los implementos de los aditivos como el sikament 306 y el Plastiment TM – 12 por lo que llegarían a tener una consistencia fluida y a su vez tiene la ventaja de tener una alta fluidez que permiten rellenar grandes superficies y llegar a zonas de difícil acceso, con una rápida colocación y muy buena terminación para poder llegar a esto según el ACI debe ser considerado el asentamiento mayores y/o iguales a 5” y sobre la resistencia va depender del diseño de la sobrecarpeta

Obteniendo los resultados podemos llegar a la conclusión de que el aumento de la **resistencia del concreto a la compresión** es favorecido cuando aplicamos aditivos como el Sikament 306, lo cual es un superplastificante, reductor de agua de alto rango, economizador de cemento. En climas templados y fríos mantiene la manejabilidad del concreto, así mismo su dosificación se empleó como superplastificante y también el Plastiment TM – 12 de lo cual cumple el control sobre el tiempo de fraguado del concreto y su mantención prolongada del asentamiento del concreto del peso del cemento de mezcla lo cual aplicando estos aditivos la resistencia aumento un 22% de su resistencia

Para la conclusión sobre el **diseño de la estructura** mediante el método Aashto – 93 tenemos como resultado sin el adicionamiento de aditivo un espesor de 8.2” (21 cm) lo cual esto conlleva a ser la estructura llamada whitetopping convencional y por otro lado agregando los aditivos Sikament 306 y el Plastiment TM – 12 ya definidos estos aditivos se obtiene un espesor de la sobrecarpeta de 7” (18 cm) lo cual esto conlleva a ser una estructura llamada Thin-whitetopping. Dando como buen resultado el adicionamiento de los aditivos ya que como se mencionó en la metodología del diseño del Whitetopping es tener en claro la adherencia de la estructura nueva con la estructura dañada (pavimento flexible).

VII. RECOMENDACIONES

Se recomienda los 3 puntos importantes para el diseño de la sobrecarpeta que sería el ultra Thin Whitetopping. Uno de ellos sería tener mucho cuidado al realizar la evaluación del pavimento existente ya que esto es fundamental para los datos del diseño de la estructura nueva

Por otro lado se recomienda tener en claro la adherencia entre la sobrecarpeta y la carpeta dañada (pavimento a evaluar) ya que lo que se busca es que ambas estructuras trabajen monolíticamente y compartan sus cargas para así tener un funcionamiento como una sola sección compuesta.

Y así mismo se debe tener en cuenta el espaciamiento de juntas debe ser de 12 a 18 veces el espesor de la sobrecarpeta diseñada ya que esto nos permitirá tener un menor espaciamiento de juntas para ayudar a disminuir el brazo de momento al recibir la aplicación de alguna carga, lo que hace que los esfuerzos por flexión sean menores y la energía sea absorbida por el pavimento existente.

Se deberá hacer un seguimiento al aplicar esta nueva técnica en territorio peruano, debido a que esta técnica se realizó en otros países y que en el Perú sería una novedad en la rehabilitación de capas de rodadura, por lo tanto al aplicar esta técnica se deberá constatar in situ la evolución del concreto tipo whitetopping.

REFERENCIAS

ASHTO Guide for Design of Pavements Structures 1993. Skokie, Illinois, USA.

ALMEIDA SOLANO, ANGELICA ISABEL. Aplicación de la técnica whitetopping en la evaluación del pavimento flexible en el C.P Mallares –C. P Saman-Sullana – Piura, 2018

AMERICAN ASSOCIATION OF STATE HIGHWAY AND TRANSPORTATION OFFICIALS. 1993. *AASHTO - Guide for Design of Pavement Structures*. Washington: Washington, DC, 1993. Vol. II. ISBN: 1-56051-055-2.

AMERICAN CONCRETE PAVEMENT ASSOCIATION. Guide to Concrete Overlays: Sustainable solutions for Resurfacing and rehabilitating existing pavements.

AMERICAN CONCRETE PAVEMENT ASSOCIATION. *Whitetopping-State of the Practice*. Skokie 1998.

AMERICAN Society for Testing and Materials. (1997). ASTM D 1196. *Standard Test*

AMERICAN SOCIETY FOR TESTING AND MATERIALS. ASTM D 1196. Standard Test Method for Nonrepetitive Static Plate Load Tests of Soils and Flexible Pavement Components, for Use in Evaluation and Design of Airport and Highway Pavements. West Conshohocken, Pennsylvania, USA.1997

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

ARIAS, Tony y SARMIENTO, Juan. Análisis y diseño vial de la avenida Martir Olaya ubicada en el distrito de Lurín del departamento de lima. Tesis (Bachiller en Ingeniería civil), Lima: Universidad Peruana de Ciencias Aplicadas, 2015.

BALAREZO ZAPATA, JAVIER. 2017. *Evaluación Estructural usando Viga Benkelman aplicada a un pavimento*. Piura: Universidad de Piura, 2017.
Construcción - (EG 2013). Lima: MTC PERÚ. 2013

CONZA CCOPA, Dante Gregory. *Evaluación de las fallas de la carpeta asfáltica mediante el método PCI en la Av. Circunvalación Oeste de Juliaca*. Juliaca: s.n., 2016.

DE LA CRUZ Romero, Jannil. *Caracterización de la adherencia en refuerzos de Ultra-Thin Whitetopping (UTW)*. 2016

DE LA CRUZ, Janill. *Caracterización de la adherencia en refuerzos de Ultra-Thin Whitetopping (UTW)*. Tesis (Magister en Ingeniería estructural y de la construcción), España: UPC BARCELONATECH, 2016.

HERNÁNDEZ Sampieri, Roberto. 2014. *Metodología de la Investigación*. México: McGRAW-HILL, 2014. ISBN: 978-1-4562-2396-0.

HERNÁNDEZ Sampieri, Roberto. 2014. *Metodología de la Investigación*. México: McGRAW-HILL, 2014. ISBN: 978-1-4562-2396-0.

LLANOVARCED Coronel, Miguel. 2014. *Utilización del método Whitetopping Ultra delgado para rehabilitación de pavimentos asfálticos tramo La Paz - Cotapata*. La Paz: s.n., 2014.

MENDIETA Quito, Diego Esteban. *Aplicación de una Metodología para Rehabilitación de Pavimentos Mediante Sobrecapas de Refuerzo, utilizando AASHTO 93*. 2016

METHOD for Nonrepetitive Static Plate Load Tests of Soils and Flexible Pavement Components, for Use in Evaluation and Design of Airport and Highway Pavements. West Conshohocken, Pennsylvania, USA.

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

MINISTERIO de Transportes y Comunicaciones. Reglamento Nacional de Vehículos. Aprueban el Reglamento Nacional de Vehículos DECRETO SUPREMO Nº 058-2003-MTC. Lima, Lima, Perú. 2003

MTC. Especificaciones Técnicas Generales para la Conservación de Carreteras. Lima: MTC. 2007

MTC. Manual de Carreteras: Conservación Vial. Lima: MTC. 2013

MTC. Manual de Carreteras: Especificaciones Técnicas Generales para ORELL PINO, EDUARDO ENRIQUE. 2009. *Rehabilitación de pavimentos asfálticos con capas delgadas de hormigón "Whitetopping"*. Valdivia: s.n., 2009.

ORELL Pino, Eduardo Enrique. Rehabilitación de pavimentos asfálticos con capas delgadas de hormigón "whitetopping Valdivia –Chile 2019

RODRÍGUEZ Velásquez, Edgar Daniel. 2009. *Cálculo del Índice de Condición del pavimento flexible en la Av. Luis Montero, Distrito de Castilla*. Piura: s.n., 2009.

RUZ Ortiz, Javier Eduardo. 2006. *Aplicación en Chile de pavimentos delgados de hormigón*. Santiago de Chile: s.n., 2006.

SIKA. (n.d.). HORMIGON REFORZADO CON FIBRAS. Santiago de Chile, Chile. Tercera. Washington; [s.n.], 2014.

VÁSQUEZ Valera, L. R. Ingeniería de Pavimentos. Manizales: INGEPAV2002.

Vásquez Valera, L. R. Pavement Condition Index (PCI) para Pavimentos Asfálticos y de Concreto en Carreteras. Manizales - Colombia: Universidad Nacional de Colombia. 2006

VÁSQUEZ Varela, Luis Ricardo. 2002. *Pavement Condition Index (PCI) para pavimentos asfálticos y de concreto en carreteras*. Manizales - Colombia: s.n., 2002.

ANEXOS

ANEXO 1 Operacionalización de Variables

Variable Independiente	Dimensiones	Definición Conceptual	Definición Operacional	Indicadores	Escala de Medición
Ultra-Thin Whitetopping	✓ Compresión	La compresión es lo proveniente de las presiones que existe dentro de un sólido deformable para así obtener su máxima resistencia o deformación.	Para obtener la resistencia o deformación se utilizará probetas de concreto para poder realizar los ensayos de compresión.	✓ Determinación de la máxima resistencia a la compresión	✓ Razón
	✓ Asentamiento (Slump)	El ensayo de asentamiento determina como su nombre mismo lo menciona el rango de su asentamiento.	Rellenar las 3 fases del cono de Abrams compactado con 25 golpes por fase y por final levantar el cono en dirección vertical sin perturbar al concreto con la finalidad de medir el asentamiento	✓ Asentamiento del concreto ✓ Cumplimiento de las especificaciones	✓ Razón
	✓ Diseño de estructura	El diseño de la estructura se basa en la creación de una nueva capa de refuerzo que en esta ocasión sería diseñada para una rehabilitación.	El diseño de la estructura se realizará con respecto a todos los datos obtenidos con respecto a las evaluaciones, estudios y ensayos obtenidos	✓ Aashto 93	✓ Razón

Variable Dependiente	Dimensiones	Definición Conceptual	Definición Operacional	Indicadores	Escala de Medición
Evaluación de la carpeta de rodadura	✓ Tipo de fallas	Los diferentes tipos de fallas comprenden los defectos de la superficie de rodadura cuyo origen se da en una o varias capas de la estructura del pavimento, ocasionando el rompimiento del mismo	Pueden detectarse a través de inspección visual, sin embargo, en algunos casos es necesario realizar ensayos destructivos y/o no destructivos	<ul style="list-style-type: none"> ✓ Fallas estructurales ✓ Fallas superficiales 	✓ Razón
	✓ Estudio de tránsito	El estudio de tránsito es la base para llevar a cabo la cantidad y tipos de vehículos que transitan por el sector para así poder obtener las características del pavimento.	El conteo se realizará con el fin de obtener los datos de los diferentes tipos de vehículos que transitan por la carpeta de rodadura en evaluación durante una semana de estudio	<ul style="list-style-type: none"> ✓ Conteo vehicular ✓ Carga de diseño ✓ Tipo de vehículos y cantidades 	✓ Razón
	✓ Deflexión de la carpeta de asfáltica	La deflexión de la carpeta asfáltica es el desplazamiento vertical de la parte superior del pavimento en respuesta a la aplicación de una carga externa.	El ensayo de la deflexión se aplicará utilizando la viga Benkelman que es un instrumento completamente mecánico y de diseño simple.	✓ Viga Benkelman	✓ Razón


Matriz de Consistencia

Título: Evaluación de la carpeta de rodadura y la optimización aplicando el ultra-thin whitetopping como método de rehabilitación en la Av. Gerardo Unger, Comas – Lima 2019

Autor: Riojas Rios Brandon Junior

Problema	Objetivos	Hipótesis	Variables e indicadores			Tipo de Investigación			
<p>Problema General</p> <p>¿Cómo solucionar la evaluación de la carpeta de rodadura mediante el uso del Ultra Thin Whitetopping en el pavimento flexible?</p> <p>Problemas Específicos</p> <p>1) ¿De qué manera la resistencia a compresión del Ultra Thin Whitetopping influye en la evaluación de la carpeta de rodadura de un pavimento flexible?</p> <p>2) ¿De qué manera el asentamiento del Ultra Thin Whitetopping influye en la evaluación de la carpeta de rodadura de un pavimento flexible?</p> <p>3) ¿De qué manera el diseño de estructura del Ultra Thin Whitetopping influye en la evaluación de la carpeta de rodadura de un pavimento flexible?</p>	<p>Objetivo General</p> <p>Usar como una técnica de rehabilitación sobre la carpeta de rodadura luego de su evaluación con el uso del Ultra Thin Whitetopping en el pavimento flexible.</p> <p>Objetivos Específicos</p> <p>1) Identificar la influencia entre el ensayo de su compresión con la evaluación de la carpeta de rodadura de un pavimento flexible.</p> <p>2) Identificar la influencia entre el asentamiento (slump) con la evaluación de la carpeta de rodadura de un pavimento flexible</p> <p>3) Identificar la influencia entre el diseño de estructura con la evaluación de la carpeta de rodadura de un pavimento flexible.</p>	<p>Hipótesis General</p> <p>Existe un vínculo entre el Ultra Thin Whitetopping y la evaluación de la carpeta de rodadura en un pavimento flexible.</p> <p>Hipótesis Específicos</p> <p>1) Existe un vínculo entre el ensayo de compresión con la evaluación de la carpeta de rodadura de un pavimento flexible.</p> <p>2) Existe un vínculo entre el asentamiento (Slump) con la evaluación de la carpeta de rodadura de un pavimento flexible.</p> <p>3) Existe un vínculo entre el diseño de estructura con la evaluación de la carpeta de rodadura de un pavimento flexible.</p>	VARIABLE 1: EVALUACION DE LA CARPETA DE RODADURA			<p>Tipo: aplicada</p> <p>Nivel: correlacional – causal</p> <p>Diseño: No experimental</p> <p>Población: ensayos de las tesis que se usaron como comparación de sus resultados</p> <p>Muestra: ensayos resistencia a la compresión, asentamiento y el diseño de la sobrecarpeta</p> <p>Técnica: Verificación de documentos</p> <p>Instrumento: Fichas técnicas</p>			
			DIMENSIONES	INDICADORES	INSTRUMENTOS				
			Tipos de fallas	Método de Índice de condición de Pavimento	Normas Técnicas				
			Estudio de Transito	Tipos de vehículos y conteo vehicular	Conteo vehicular				
			Deflexión de la carpeta de asfáltica	Ensayo de su máxima deflexión	Viga Benkelman				
			VARIABLE 2: ULTRA-THIN WHITETOPPING						
			DIMENSIONES	INDICADORES	INSTRUMENTOS				
			Compresión	Ensayos de su máxima resistencia	Normas Técnicas				
			Asentamiento	SLUMP	Cono de Abrams				
			Diseño de estructura	AASHTO93	Software Dipar 2.0				

ANEXO 2 Ficha de Recolección de datos

LABORATORIO DE MECANICA DE SUELOS, CONCRETO Y PAVIMENTOS															
PROYECTO:		Evaluación de la carpeta de rodadura y la optimización aplicando el ultra-thin whitetopping como método de rehabilitación en la Av. Gerardo Unger, Comas – Lima 2019													
UBICACIÓN:		Laboratorio de concreto													
RESISTENCIA A LA COMPRESION DEL CONCRETO ULTRA-THIN WHITETOPPING MTC E 704 ASTM C 39 Y AASHTO T22															
Numero de Testigo	Registro	Ubicación	Fecha		Edad Dias	Slump (Pulgadas)	Diametro (cm)		Area (cm ²)	Lectura del DÍal (Kg)	Resistencia del testigo (Kg/cm ²)	RESISTENCIA DEL DISEÑO F'c(Kg/cm ²)	RESISTENCIA OBTENIDA A%	RESISTENCIA REQUERIDA DA %	OBSERVACIONES
			Moldeo	Rotura			D1	D2							
Apellidos y nombres <u>DELGADO RDMIREZ FELIX GERARDO</u>												 FIRMA Y SELLO DEL EXPERTO			
Registro CIP N° <u>40609</u>															
Profesion _____															
Correo _____															
Observaciones _____															

FICHA DE VALIDACION DEL INSTRUMENTO DE RECOLECCION DE DATOS			
PROYECTO DE INVESTIGACION		Evaluacion de la carpeta de rodadura y la optimizacion aplicando el ultra - thin whitetopping como metodo de rehabilitacion en la	
AUTOR			
DATOS PARA ASENTAMIENTO DEL CONCRETO - PAVIMENTO RIGIDO			
Tesis	Poblacion	Dosificacion	Instrumentos
EDAD / DIAS		SLUMP	
		pulgadas (")	centimetro (cm)
7			
14			
28			
Apellidos y Nombres			
Registro CIP N°			
Profesion			
Correo			
Observacion			
		FIRMA Y SELLO DEL EXPERTO	



Brandon Riojas

Dom 28/06/2020 11:11

Para: jlbenites8411@gmail.com



Instrumento de Recoleccion ...

207 KB

Ingeniero Benites buenas noches, soy el alumno Brandon Riojas Ríos del X ciclo de la Carrera de Ingeniería Civil de la Universidad Cesar Vallejo sede Lima Norte llevando el curso de Desarrollo del Proyecto de Investigación titulada "Evaluación de la carpeta de rodadura y la optimización aplicando el ultra - thin whitetopping como método de rehabilitación en la Av. Gerardo Unger en el distrito de Comas - Lima, 2019". El motivo de este correo es para la validación de mis instrumentos de datos que se encuentra adjuntado en este correo. Esperaré con ansias y gratitud su respuesta y/o calificación.

Saludos.

DNI: 75467154

Codigo alumno: 6700155636

Obtener [Outlook para Android](#)

JOSE LUIS <jlbenites8411@gmail.com>

Dom 28/06/2020 13:48

Para: Usted

**Estimado (a). Brandon Riojas Ríos**

Habiendo revisado tus instrumentos para a recolección de datos, de tu DPI titulado "**Evaluación de la carpeta de rodadura y la optimización aplicando el ultra - thin whitetopping como método de rehabilitación en la Av. Gerardo Unger en el distrito de Comas - Lima, 2019**" , doy por **VALIDADO** para que pueda aplicar en su desarrollo de tesis.

Atte. Mg. Jose Luis Benites Zuñiga


Ingeniero Civil

CIP 126769



FICHA DE VALIDACION DEL INSTRUMENTO DE RECOLECCION DE DATOS			
PROYECTO DE INVESTIGACION	Evaluacion de la carpeta de rodadura y la optimizacion aplicando el ultra - thin whitetopping como metodo de rehabilitacion en la Av.		
AUTOR			
DATOS PARA DISEÑO DE ESTRUCTURA - PAVIMENTO RIGIDO			
Parametros	Valor	Unidad de medida	
Numero de EJES equivalentes W18		EE	
Periodo De Diseño		Años	
Confiabilidad (R)		%	
Desviacion Estandar Normal (Zr)			
Indice de Serviciabilidad Combinada o Total (So)			
Indice de Serviciabilidad Inicial (Pi)			
Indice de Serviciabilidad Final (Pf)			
Diferencial de Serviciabilidad (▲PSI)			
Resistencia a la Compresion del Concreto (F'c)		Kg/Cm2	
Modulo de Elasticidad del Concreto (Ec)		PSI	
Modulo de Ruptura del Concreto (Sc) (Mr)		PSI	
CBR de la Subrasante		%	
Espesor de la Subbase		Pulg	
Modulo de Reaccion Efectivo (Kefect)		Pci	
Coefficiente de Transferencia de Carga (J)			
Coefficiente de Drenaje (Cd)			
Apellidos y Nombres			
Registro CIP N°			
Profesion			
Correo			
Observaciones			
			FIRMA Y SELLO DEL EXPERTO

ANEXO 3 Diseño de mezcla del concreto sin aditivo – $f'c = 280 \text{ kg/cm}^2$



CONSULTGEOPAV SAC
 RUC: 20602407021
 Sistema Integral
 de Geotecnia
 Suelos y Pavimentos

Telf: 037-501000 Cel. Claro: 986279811 - Cel Movistar: 979199772
 Direccion: Calle Arequipa # 308 Bellavista - Sullana - Piura

Diseño de Mezcla de Concreto Hidráulico
 $f'c = 280 \text{ kg/cm}^2 (*)$

Obra : Aplicación de la Técnica Whitetopping en la Evaluación del Pavimento Flexible en el CP Mallares - CP Saman - Sullana - Piura, 2018

Cemento : Pacasmayo Tipo MS (MH)® Fecha: 27-Ago-18
 Ag. Fino : Cantera Cerro Mocho

Ag. Grueso : Cantera Sojo

Agua :
 Aditivo 1 :
 Dosis _____ P. Especific. _____ kg/lt

Aditivo 2 :
 Dosis _____ P. Especific. _____ kg/lt

Asentamiento : 2" - 4"

Concreto : **sin** aire incorporado

Características de los agregados				Valores de diseño			
Definición	Agregado Fino	Agregado Grueso	Cemento	Agua	R a/c (*)	Cemento	Aire atrapado
Peso Especifico kg/m ³	2650	2656	2980	190.0	0.50	380.0	2
Peso Unitario Suelto	1591	1539	1501				
Peso Unitario Varillado	1699	1663					
Módulo de fineza	2.87						
% Humedad Natural	2.80	1.70					
% Absorción	0.87	1.08					
Tamaño Máximo Nominal	3/8"	3/4"					

Volumen absolutos m ³ /m ³ de mezcla				
Agua	Cemento	Aire	Pasta	Agregados
0.190	0.128	0.020	0.338	0.662
Relacion agregados en mezcla ag. f/ ag. gr.			42%	58%

Volumen absoluto de agregados		Fino	Grueso
0.662	m ³	42%	58%
		0.278 m ³	0.384 m ³
		737.344 kg/m ³	1020.542 kg/m ³

Pesos de los elementos kg/m ³ de mezcla		
	Secos	Corregidos
Cemento	380.0	380.0
Ag. fino	737.3	758.0
Ag. grueso	1020.5	1037.9
Agua	190.0	169.4
Aditivo Sikament 290 N	0.00	0.00
Aditivo Sika 5	0.00	0.00
Colada kg/m ³	2327.9	2345.3

Aporte de agua en los agregados	
Ag. fino	14.23
Ag. grueso	6.33
Agua libre	20.56
Agua efectiva	169.4

Volumenes aparentes con humedad natural de acopio				
	Cemento	Fino	Grueso	Agua (lt)
En m ³	0.253		0.674	169.4
En pie ³	8.940		23.82	169.4

Dosificación en Planta/Obra con humedad de acopio						
En peso por kg de cemento	Cemento (kg)	Ag. Fino (kg)	Ag. Grueso (kg)	Agua (lt)		
		1	1.995	2.731	0.446	0.0
En volumen por bolsa de cemento	Cemento (bolsa)	Ag. Fino (pie ³)	Ag. Grueso (pie ³)	Agua (lt)		
		1	1.9	2.7	19.0	

Observaciones

Se empleo : CEMENTO PORTLANT TIPO MS

Fuente: Almeida y Santur

ANEXO 4 Ficha de recolección de datos para el ensayo a la compresión sin aditivo $F'c=280 \text{ kg/cm}^2$

LABORATORIO DE MECÁNICA DE SUELOS, CONCRETO Y PAVIMENTOS

PROYECTO APLICACIÓN DE LA TÉCNICA WHITETOPPING EN LA EVALUACIÓN DEL PAVIMENTO FLEXIBLE EN EL C. P MALLARES-C. P SAMAN-SULLANA- PIURA, 2018

UBICACIÓN : LABORATORIO DE CONCRETO

FECHA DE INFORME : OCTUBRE DEL 2018

**RESISTENCIA A LA COMPRESION DEL CONCRETO HIDRÁULICO $F'c - 280 \text{ Kg/cm}^2$
MTC E 704 ASTM C 39 Y AASHTO T 22**

NÚMERO DE TESTIGO	REGISTRO	UBICACIÓN	FECHA		Edad Días	SLUMP (PULGADAS)	Diámetro (cm)		AREA (cm^2)	LECTURA DEL DIAL (kg)	RESISTENCIA DEL TESTIGO (Kg/cm^2)	RESISTENCIA DEL DISEÑO $F'c$ (Kg/cm^2)	RESISTENCIA OBTENIDA %	RESISTENCIA REQUERIDA %	OBSERVACIONES			
			MOLDEO	ROTURA			D1	D2										
P-01	DISEÑO N°1 $F'c 280 \text{ Kg/cm}^2$	LABORATORIO DE CONCRETO	06/09/2018	13/09/2018	7	2	15.00		176.7	41750	236	280	84	70	CUMPLE			
P-02				13/09/2018		2	15.00		176.7	42100	236	280	85					
P-03				13/09/2018		2	15.00		176.7	41650	236	280	84					
P-04				06/09/2018	LABORATORIO DE CONCRETO	06/09/2018	20/09/2018	14	2	15.00		176.7	46000	260	280	93	85	CUMPLE
P-05							20/09/2018		2	15.00		176.7	46600	264	280	94		
P-06							20/09/2018		2	15.00		176.7	46800	265	280	95		
P-07				04/10/2018	LABORATORIO DE CONCRETO	04/10/2018	04/10/2018	28	2	15.00		176.7	50755	287	280	103	100	CUMPLE
P-08							04/10/2018		2	15.00		176.7	50737	287	280	103		
P-09							04/10/2018		2	15.00		176.7	50720	287	280	103		

Fuente: Almeida y Santur

ANEXO 5 Recolección de datos para el diseño de la sobrecarpeta

Valores recomendados a nivel de confiabilidad (R) y Desviación estándar (Zr) para un diseño de 20 años según rango de tráfico.

TIPO DE CAMINOS	TRAFICO	EJES EQUIVALENTES ACUMULADOS		NIVEL DE CONFIABILIDAD (R)	DESVIACIÓN ESTÁNDAR NORMAL (ZR)
Caminos de Bajo Volumen de Tránsito	TP0	100,000	150,000	65%	-0.385
	TP1	150,001	300,000	70%	-0.524
	TP2	300,001	500,000	75%	-0.674
	TP3	500,001	750,000	80%	-0.842
	TP4	750,001	1,000,000	80%	-0.842
Resto de Caminos	TP5	1,000,001	1,500,000	85%	-1.036
	TP6	1,500,001	3,000,000	85%	-1.036
	TP7	3,000,001	5,000,000	85%	-1.036
	TP8	5,000,001	7,500,000	90%	-1.282
	TP9	7,500,001	10'000,000	90%	-1.282
	TP10	10'000,001	12'500,000	90%	-1.282
	TP11	12'500,001	15'000,000	90%	-1.282
	TP12	15'000,001	20'000,000	90%	-1.282
	TP13	20'000,001	25'000,000	90%	-1.282
	TP14	25'000,001	30'000,000	90%	-1.282
	TP15	>30'000,000		95%	-1.645

Índice de Serviciabilidad Inicial (Pi). Índice de serviciabilidad final o terminal (Pt). Diferencial de severidad 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 (ΔPSI)
Caminos de Bajo Volumen de Tránsito	TP1	150,001	300,000	4.10	2.00	2.10
	TP2	300,001	500,000	4.10	2.00	2.10
	TP3	500,001	750,000	4.10	2.00	2.10
	TP4	750,001	1,000,000	4.10	2.00	2.10
Resto de Caminos	TP5	1,000,001	1,500,000	4.30	2.50	1.80
	TP6	1,500,001	3,000,000	4.30	2.50	1.80
	TP7	3,000,001	5,000,000	4.30	2.50	1.80
	TP8	5,000,001	7,500,000	4.30	2.50	1.80
	TP9	7,500,001	10'000,000	4.30	2.50	1.80
	TP10	10'000,001	12'500,000	4.30	2.50	1.80

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

Valores de Coeficiente 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

Módulo de resiliente efectivo del suelo:

$$Mr(psi) = 2555 \times CBR^{0.64}$$

$$Mr(psi) = 2555 \times 11.9^{0.64}$$

$$Mr(psi) = 12446.40$$

Módulo elástico efectivo de la base

$$Mr(psi) = 17,6 \times CBR^{0.64} \text{ MPa}$$

$$Mr(psi) = 17,6 \times 80^{0.64} \text{ MPa}$$

$$Mr(psi) = 290,73 \times 145,038$$

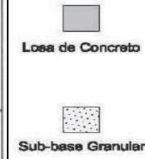
$$Mr(PSI) = 42166.90$$

Coeficientes estructurales de las capas del pavimento.

Lechada asfáltica (slurry seal) de 12mm.	a ₁	0.150 (*)	Capa Superficial recomendada para Tráfico ≤ 500,000 EE No Aplica en tramos con pendiente mayor a 8% y en tramos que obliguen al frenado de vehiculos
(*) Valor Global (no se considera el espesor)			
BASE			
Base Granular CBR 80%, compactada al 100% de la MDS	a ₂	0.052 / cm	Capa de Base recomendada para Tráfico ≤ 5'000,000 EE
Base Granular CBR 100%, compactada al 100% de la MDS	a ₂	0.054 / cm	Capa de Base recomendada para Tráfico > 5'000,000 EE
Base Granular Tratada con Asfalto (Estabilidad Marshall = 1500 lb)	a _{2a}	0.115 / cm	Capa de Base recomendada para todos los tipos de Tráfico
Base Granular Tratada con Cemento (resistencia a la compresión 7 días = 35 kg/cm ²)	a _{2b}	0.070 cm	Capa de Base recomendada para todos los tipos de Tráfico
Base Granular Tratada con Cal (resistencia a la compresión 7 días = 12 kg/cm ²)	a _{2c}	0.080 cm	Capa de Base recomendada para todos los tipos de Tráfico
SUBBASE			
Sub Base Granular CBR 40%, compactada al 100% de la MDS	a ₃	0.047 / cm	Capa de Sub Base recomendada para Tráfico ≤ 15'000,000 EE
Sub Base Granular CBR 60%, compactada al 100% de la MDS	a ₃	0.050 / cm	Capa de Sub Base recomendada para Tráfico > 15'000,000 EE

Catálogo de estructuras de pavimento rígido con pasadores y con bermas de concreto y para un factor J=2.8 – Periodo de Diseño

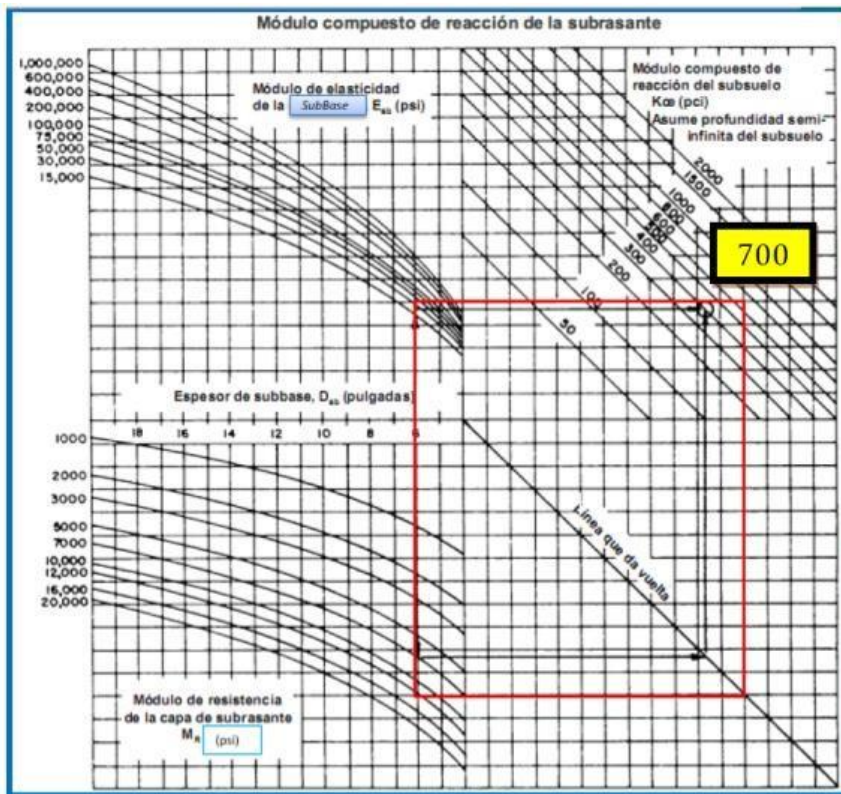
EE		Tp0	Tp1	Tp2	Tp3	Tp4	Tp5	Tp6	Tp7
		75.001-150.000	150.001-300.000	300.001-500.000	500.001-750.000	750.001-1'000.000	1'000.001-1'500.000	1'500.001-3'000.000	3'000.001-5'000.000
CBR < 6%	M _R	15 cm	15 cm	15 cm	15 cm	15 cm	17 cm	20 cm	22 cm
	≤ 185 PCI (52 MPa/m)	15 cm (*)	15 cm (*)	15 cm (*)	15 cm (*)	15 cm (*)	15 cm (*)	15 cm (*)	15 cm (*)
≥ 6% CBR < 10%	> 185 PCI (52 MPa/m)	15 cm	15 cm	15 cm	15 cm	15 cm	17 cm	20 cm	22 cm
	≤ 223 PCI (63 MPa/m)	15 cm	15 cm	15 cm	15 cm	15 cm	15 cm	15 cm	15 cm
≥ 10% CBR < 20%	> 223 PCI (63 MPa/m)	15 cm	15 cm	15 cm	15 cm	15 cm	17 cm	19 cm	21 cm
	≤ 279 PCI (79 MPa/m)	15 cm	15 cm	15 cm	15 cm	15 cm	15 cm	15 cm	15 cm
≥ 20% CBR < 30%	> 279 PCI (79 MPa/m)	15 cm	15 cm	15 cm	15 cm	15 cm	16 cm	19 cm	21 cm
	≤ 373 PCI (105 MPa/m)	15 cm	15 cm	15 cm	15 cm	15 cm	15 cm	15 cm	15 cm



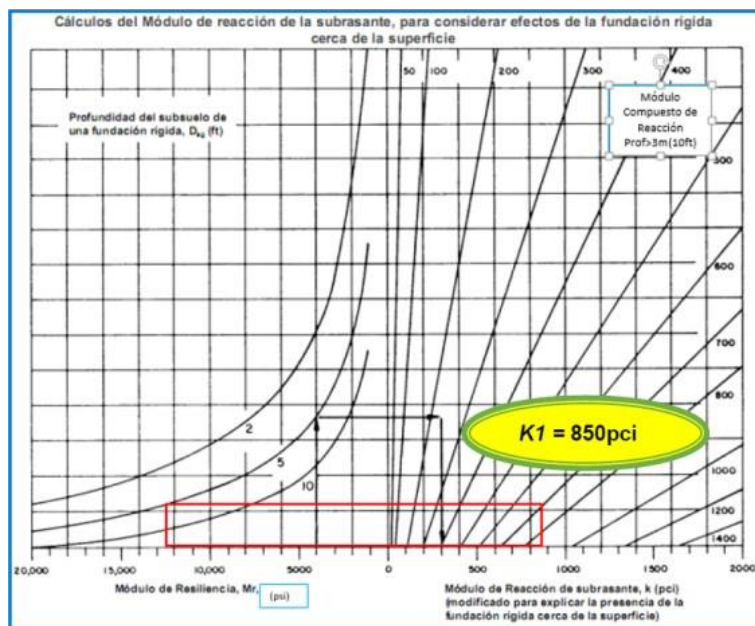
Loesa de Concreto

Sub-base Granular

Módulo compuesto de reacción de la subrasante.



Módulo de reacción de la subrasante modificado para explicar la presencia de la fundación rígida cerca de la superficie.




Pérdida de soporte (Is).

TIPO DE MATERIAL	PERDIDA DE SOPORTE
Base granular tratada con cemento (E = 1000 000 a 2000 000 psi)	0.0 - 1.0
Mezclas de agregado con cemento (E = 500 000 a 1000 000 psi)	0.0 - 1.0
Base tratada con asfalto (E = 350 000 a 1000 000 psi)	0.0 - 1.0
Mezclas bituminosas estabilizadas (E = 40 000 a 300 000 psi)	0.0 - 1.0
Estabilizaciones con cal (E = 20 000 a 70 000 psi)	1.0 - 3.0
Materiales granulares sin ligante (E = 15 000 a 45 000 psi) Is = 2.00	1.0 - 3.0
Materiales granulares finos o sub-base natural (E = 3 000 a 40 000 psi)	2.0 - 3.0

Juntas de espaciamento recomendada.

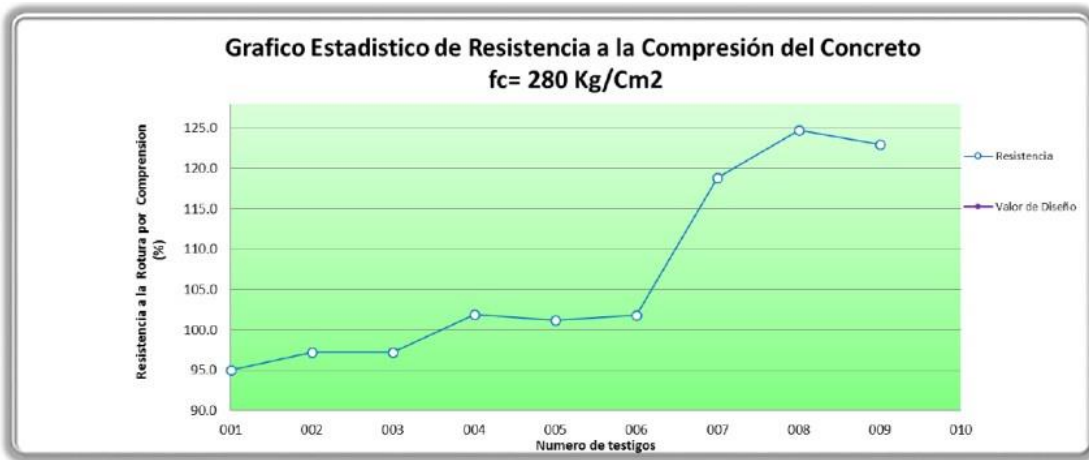
Ancho de carril (metro)	Espesor del Whitetopping	
	< 12.7cm (5 pulg)	≥12.7cm (5 pulg)
3	1.5 x 1.8 (m)	3 x 3.65 (m)
3.65	1.8 x 1.8 (m)	3.65 x 3.65 (m)

ANEXO 6 Datos del reporte de ensayo de compresión con concreto F'C=280 Kg/cm² con aditivo.

Mejoramiento de la Carretera: Moquegua - Omate - Arequipa				Tramo II: Km 35+000 - 153+500				CONSORCIO SUPERVISOR VIAL AREQUIPA															
REPORTE ENSAYOS DE COMPRESIÓN CONCRETO F'C - 280 KG/CM ² ASTM C-617																							
N°	N°	Fecha		Elemento	Tipo de Concreto	N° Bolsas de cemento x m ³	Tipo de cemento	Aditivos			Edad (días)	Slump (Pulg.)	Lectura Dial (Kg.)	Área (cm ²)	Resisten. Kg./cm ²	%	Promedio en %	Resis. 28 días (%)	TEMP °C	OBS			
		Moldeo	Rotura					%	%	%													
001	001	9-Feb-18	16-Feb-18	Capas de concreto Whitetopping	280	9.0	Yura IP				7	7 1/2"	48127	181.0	265.9	95.0							
	002	9-Feb-18	16-Feb-18		280	9.0					7	"	49258	181.0	272.1	97.2	96.5					Arena Natural= 70 %	
	003	9-Feb-18	16-Feb-18		280	9.0					7	"	49270	181.0	272.2	97.2						Arena chancada= 30 %	
	004	9-Feb-18	23-Feb-18		280	9.0				SIKAMENT	PLASTIMENT	14	"	51650	181.0	285.4	101.9						Piedra Chancada =
	005	9-Feb-18	23-Feb-18		280	9.0				306	TM-12	-	14	"	51272	181.0	283.3	101.2	101.6	28			Mezcla Piedra =
	006	9-Feb-18	23-Feb-18		280	9.0				1.50%	0.10%		14	"	51580	181.0	285.0	101.8					52% Arena= 48 %
	007	9-Feb-18	9-Mar-18		280	9.0						28	"	60243	181.0	332.8	118.9						* Cantera Rio Tambo Km.
	008	9-Feb-18	9-Mar-18		280	9.0						28	"	63239	181.0	349.4	124.8	122.2	122.2				84-410
	009	9-Feb-18	9-Mar-18		280	9.0						28	"	62345	181.0	344.4	123.0						

Fuente: Abel E

Gráfico del porcentaje de resistencias a la compresión del concreto $f'_c=280$ Kg/cm² con aditivo.



Características para el diseño de concreto $f'_c = 280$ kg/cm

9.0 bolsas de cemento IP Yura+ Aditivo Sikament 306 (1.5%) + Plastiment TM-12 (0.1%)				
Slump 6"-7"				
Cantera Rio Tambo				
Arena Natural	70%		Mezcla	52% piedra
Arena chancada	30%			48% Arena
Piedra chancada	-			
Cemento	27533	gr		
Agregado Grueso	65853	gr.	a/c =	0.523
Agregado fino	61318	gr.	Agua=	200 Lt
Agua	13892	gr.		
Sikament 306	413.0	gr.		
Plastiment TM-12	27.5	gr.		
T° Ambiente	24.9	°C		
T° agua	25.5	°C		
T° Agregado grueso	22.8	°C		
T° Agregado fino	25.4	°C		
T° cemento	52.2	°C		
T° concreto	26.7	°C		
Slump	7 1/2"			
Hora inicio	12:10			
Hora final	12:50			

ANEXO 7 Fichas técnicas Sikament – 306

CONSTRUYENDO CONFIANZA



HOJA TECNICA

Sikament® 306

Superplastificante reductor de agua de alto rango que mantiene la trabajabilidad

GENERAL

Superplastificante, reductor de agua de alto rango, economizador de en climas templados y fríos mantiene la manejabilidad del concreto. No contiene cloruros, No es tóxico, No es inflamable.

CAMPOS DE APLICACIÓN

Sikament® 306 tiene 3 usos básicos:

- Como superplastificante. Adicionado a una mezcla con consistencia normal se consigue fluidificar el concreto o mortero, facilitando su colocación, haciéndolo apto para el bombeo. Especialmente indicado para fundiciones de concreto por el sistema tremie.
- Como reductor de agua de alto poder. Adicionado en el agua de amasado, permite reducir hasta el 30% del agua de la mezcla consiguiéndose la misma manejabilidad con incremento notable en las resistencias mecánicas a todas las edades. La impermeabilidad y durabilidad del concreto se ven incrementadas.
- Como economizador de cemento. Se puede aprovechar el incremento de resistencias logrado al reducir agua con el aditivo, para disminuir el contenido de cemento y hacer más económico el diseño.

VENTAJAS

- Proporciona una gran manejabilidad de la mezcla evitando la segregación y formación de cangrejeras. Facilita el bombeo del concreto a mayores distancias y alturas.
- Permite doblar los tiempos de manejabilidad de la mezcla en climas templados y fríos.
- Aumenta notablemente la resistencia inicial del concreto.
- Permite reducir hasta el 30% del agua de la mezcla.
- Incrementa la resistencia final del concreto en más de un 40%.
- Aumenta considerablemente la impermeabilidad y durabilidad del concreto.
- Densifica el concreto.

DATOS BÁSICOS

- Aspecto Líquido.
- Color Café oscuro.

ALMACENAMIENTO

Un año en su envase original bien cerrado y bajo techo en lugar fresco resguardado de heladas. Para el transporte debe tomarse las precauciones normales para el manejo de un producto químico.



HOJA TECNICA

Plastiment® TM- 12

Retardante de Fraguado y Reductor de Agua

GENERAL	Aditivo plastificante y retardante de fraguado, exente de cloruros, no es tóxico, no es inflamable.	
CAMPOS DE APLICACIÓN	<ul style="list-style-type: none"> ■ Vaciado de concreto en tiempo caluroso. ■ Vaciado de concreto en grandes volúmenes. ■ Evita juntas frías en las faenas continuas. ■ Concreto premezclado. ■ Transporte de concreto a largas distancias. ■ Concreto bombeado. 	
DATOS BÁSICOS		
ASPECTO	Líquido.	
COLOR	Café claro.	
PRESENTACIÓN	<ul style="list-style-type: none"> ■ IBC 1000 kg y a Granel ■ Tambor 200 kg ■ Tineta 20 kg 	
ALMACENAMIENTO	Un año en sitio fresco y bajo techo en su empaque original bien cerrado.	
DATOS TÉCNICOS		
ASPECTO	Líquido.	
COLOR	Café claro.	
PRESENTACIÓN	<ul style="list-style-type: none"> ■ IBC 1000 kg y a Granel ■ Tambor 200 kg ■ Tineta 20 kg 	
ALMACENAMIENTO	Un año en sitio fresco y bajo techo en su empaque original bien cerrado.	
DATOS TÉCNICOS		
DENSIDAD	≈1,17 kg/L ± 0,02	
NORMAS	Plastiment® TM-12 cumple con la Norma ASTM C 494 como aditivo tipo D y tipo B.	
APLICACIÓN		
CONSUMO	Del 0.2 % al 0.9 % referente al peso del cemento. Se deben realizar pruebas previas para optimizar la dosis	
MÉTODO DE APLICACIÓN	Diluido en la última parte del agua de amasado. Si se utiliza otros aditivos se deben de añadir por separado. El Plastiment® TM-12 se puede usar en combinación con otros aditivos como incorporadores de aire tipo SikaAer®, Sikament®, Sika® ViscoCrete entre otros.	