



UNIVERSIDAD CÉSAR VALLEJO

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

**Evaluación de la aplicación del geotextil no tejido como separación para el pavimento flexible
en el distrito de Huancabamba, Piura 2019**

**TRABAJO DE INVESTIGACIÓN PARA OBTENER EL GRADO ACADÉMICO DE:
Bachiller en Ingeniería Civil**

AUTORES:

Fuentes Luna, Meylin (ORCID: 0000-0002-0440-2133)

Gutierrez Loaiza, José Luis (ORCID: 0000-0002-9340-2206)

ASESORA:

Dra. Fuster Guillen, Doris (ORCID: 0000-0002-7889-2243)

LÍNEA DE INVESTIGACIÓN:

Diseño de Infraestructura Vial

LIMA – PERÚ

2019

DEDICATORIA

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

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

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

AGRADECIMIENTO

Agradecemos a nuestra alma mater la universidad Cesar Vallejo por la oportunidad brindada, gracias a la accesibilidad y alcances nos ha permitido tener una carrera universitaria y formarnos como profesionales. Así mismo nos permite poder seguir avanzando en nuestra formación poniendo a nuestra disposición cursos y maestrías. La plana docencia se ha caracterizado por siempre darnos la visibilidad de lo que nos espera en el campo, por ello estamos agradecidos por la calidad de enseñanza, valores aprendidos y formación obtenida.

Así mismo doy gracias al Ingeniero Juan Díaz de la empresa Constructora Malaga por ayudarnos con la información respecto a los datos del expediente técnicos y otros. La Constructora en mención se encuentra ejecutando el proyecto de Mejoramiento de la carretera Canchaque Huancabamba en el departamento de Piura. La ejecución de esta obra ha generado grandes oportunidades labores y como resultado la obtención de experiencia laboral en el rubro.

Agradecemos también a los ingenieros, Jorge Escalante, Carmen Rodríguez y Cesar Pacchas, por el tiempo que emplearon en revisar nuestros formatos de validación y darnos los alcances necesarios para su mejora. Así mismo agradecer a la Dra. Doris Elida Fuster Guillen, quien cumple el rol de nuestra asesora y queremos agradecerle por su enseñanza, consejos para llevar el desarrollo de nuestro trabajo de investigación.

ÍNDICE

| | |
|-------------------------------|-----|
| Dedicatoria | i |
| Agradecimiento | ii |
| Página del jurado | iii |
| Declaratoria de autenticidad | iv |
| Índice | v |
| Resumen | vi |
| Abstract | vii |
| Introducción | 1 |
| Marco metodológico | 15 |
| Matriz de operacionalización | 18 |
| Población, muestra y muestreo | 23 |
| Resultados | 26 |
| Discusiones | 38 |
| Conclusiones | 41 |
| Bibliografía | 42 |
| Anexos | 46 |

RESUMEN

El presente trabajo de investigación que se titula “Evaluación de la aplicación del geotextil no tejido como separación para el pavimento flexible en el distrito de Huancabamba, Piura 2019” planteó como problemática general: ¿Cuál es la propuesta de aplicación de geotextil no tejido como separación para el pavimento flexible del distrito de Huancabamba, Piura? Por tal motivo se propuso como objetivo general: Evaluar la aplicación de geotextil no tejido como separación para el pavimento flexible del distrito de Huancabamba, Piura

Como metodología empleada, este estudio se realizó con el paradigma positivista y enfoque cuantitativo, además, el tipo de la investigación utilizada fue la sustantiva, con un diseño no experimental con corte trasversal y sub tipo de diseño descriptivo. Para el trabajo de campo se realizó un muestreo por intención, tomándose como muestra poblacional una sección de pavimento de la carretera de Huancabamba, además se utilizó como instrumento la ficha de observación.

Se obtuvo como una de las conclusiones que en relación a la evaluación del proceso constructivo observados en los tramos evaluados que van desde Dv. Buenos Aires - Dv S.M Faique (Km. 71+600 - Km. 79+400), se ha desarrollado las respectivas actividades de obras provisionales e instalaciones provisionales, así como trabajos preliminares y movimiento de tierras. Además, según los parámetros utilizados en el pavimento flexible de Huancabamba, la utilización e instalación del geotextil no tejido T2100 dentro de la estructura del pavimento, generará una disminución del 35% en el espesor de la capa de sub base granular, equivalente a 7 cm, originándose un ahorro de 77 376 dólares.

Palabras clave: Pavimento, flexible, geotextil, diseño, construcción.

ABSTRACT

The present research entitled "Behavior of flexible pavements that are used geotextile in the department of Piura, Huancabamba region, 2019" raised as a general problem: What is the behavior of flexible pavements that are used geotextile in the department of Piura, Huancabamba Region, 2019? For this reason, it was proposed as a general objective: Evaluate the behavior of flexible pavement using geotextile in the department of Piura, Huancabamba Region, 2019.

As a methodology used, this study was conducted with the positivist paradigm and quantitative approach, in addition, the type of research used was the substantive one, with a non-experimental design with cross-section and sub-type of descriptive design. For the fieldwork, an intention sampling was carried out; taking as a population sample a pavement section of the Huancabamba road, and the observation card was also used as an instrument.

Obtaining as one of the conclusions that the method used for the design, which is carried out under the AASTHO 93 standard, considers various factors such as the analysis period, design life, performance criteria (Servicibility), structural properties of the materials, characteristics of the pavement (Drainage), for the determination and obtaining of the results as the structural number, measure of the asphaltic folder, measure of the granular base, obtaining the values with respect to the thickness of the pavement that was used.

Keywords: Pavement, flexible, geotextile, design, construction.

INTRODUCCIÓN

Realidad problemática

Desde inicios del siglo XX, debido a la llegada masiva de los automóviles, las carreteras se convirtieron en un medio muy usado en todos los países del mundo, generando una de las mayores actividades económicas y sociales, es debido a esto que el Ing. Luis Bañón en su título “Manual de carreteras” explica que el correcto diseño y ejecución de los pavimentos, así como el uso de elementos que los complementen, como son los geosintéticos, se vuelven cada vez de mayor importancia para evitar posibles fallos ocasionados por la mala resistencia a las cargas de tránsito, el contacto con agentes generados por el medio, así como defectos en su proceso constructivo; y poder garantizar así un correcto desempeño y aumento en su vida útil.

En la actualidad, en el Perú, se observan un sinnúmero de carreteras que se encuentran en mal estado debido a una deficiente pavimentación, en las cuales se puede encontrar diversos fallos que ocasionan su mala funcionalidad y durabilidad, además de poner en peligro la comodidad y seguridad de todos los usuarios. Sobre esto, en la revista Perú Construye, publicada el 6 de marzo del 2018, el Ing. Javier Silva afirma que más del 90 por ciento del total de proyectos viales del país son a base de pavimento flexible, siendo este uno de los pavimentos más versátiles, por lo que pueden incluir en su diseño el uso de geotextiles ya sea para disminuir el espesor del pavimento o para implementar un sistema de drenajes más eficiente.

La región Huancabamba, Piura, no es ajena a esto, puesto que, en el 2017, la zona fue severamente afectada debido al fenómeno del niño costero, por esto se vienen realizando obras de rehabilitación y mejoramiento en una sección de 71 km de carretera por el consorcio vial Sacyr Perú, Sacyr Construcción y Terrak SAC, donde se ha incluido el uso de geotextiles dentro del diseño del pavimento, para lograr la optimización del drenaje de la carretera, así como, el alargamiento de su vida útil. Por tal motivo, el presente trabajo se realiza para poder diagnosticar el comportamiento de los pavimentos flexibles que utilizan geotextil y determinar de esta manera si se encuentran en condiciones óptimas para soportar de manera eficaz, los futuros fallos que podría presentar.

Antecedentes

Sicha (2018) en su tesis “*Diseño con geosintéticos para separar, filtrar y reforzar pavimentos flexibles*”, estableció como objetivo general: ofrecer una idea general sobre el diseño de pavimentos con geotextiles para separación y con geomallas, como refuerzo. Además, tiene como objetivos específicos: Utilizar diversos métodos para diseñar los pavimentos, que incluyan la utilización de geotextiles y geomallas para las funciones previamente descritas. Este estudio se realizó con un enfoque tipo cuantitativo, la investigación fue del tipo sustantiva, el diseño fue no experimental y método explicativo. Para el trabajo de campo se tomó una muestra de pavimentación aleatoria, cuyo instrumento fue: la ficha de observación. Asimismo, la investigación tuvo como conclusiones que el empleo del geotextil como separador es muy importante para un comportamiento óptimo del pavimento, donde escoger el material adecuado no es suficiente, pues para el ensamblaje de dicho geosintético se deberá seguir los correctos procedimientos para no perder la durabilidad de este. Esta investigación fue de gran ayuda, puesto que resalta los parámetros necesarios para diseñar geotextiles que cumplan la función de separación y filtración, que serán las que en su mayoría se aplicarán en la carretera de Huancabamba debido a las numerosas lluvias que se producen en el lugar, además, nos da los costos aproximados para realizarlos.

Orrego (2015) en su tesis “*Análisis de los geosintéticos en pavimentación flexible, como un refuerzo en la estructural de la carretera vecinal de la localidad de Monzón y Huagay. Distrito de Monzón –Huánuco 2018*”, estableció como objetivo general: Examinar la utilización de Geomallas y Geotextiles en pavimentos asfálticos, para la optimización estructural, de dicha carretera, asimismo, tiene como objetivos específicos: precisar, bajo la metodología AASHTO 93, diseñar una pavimentación flexible para poder calcular el comportamiento estructural de la carretera vecinal ya antes mencionada. Conocer la forma para diseñar un pavimento que incluya geosintéticos, con la finalidad de ayudar al comportamiento estructural de la carretera. Compara de manera económica y funcional el diseño de un pavimento tradicional, con uno que utilice geosintéticos, para lograr un mejoramiento en su conducta estructural. La investigación fue realizada con un enfoque mixto, la investigación fue del tipo aplicada, diseño no experimental y método descriptivo. Para el trabajo se tomó una muestra de pavimentación aleatoria, cuyo instrumento fue: la

ficha de observación. La investigación concluyo en que existía una similitud entre los parámetros de ambos pavimentos diseñados obteniendo una alteración en los dimensionamientos finales de la estructura, que se basa principalmente en características puntuales como son el tránsito vehicular, el CBR, y las propiedades de los materiales. Este estudio fue de utilidad para el trabajo de investigación porque permitió encontrar características propias entre un pavimento diseñado tradicionalmente por el método AASHTO 93 y otro que utilice geosintéticos, logrando en ciertas ocasiones, disminuir gastos durante el proceso constructivo, así como los tiempos en el montaje, que puedan ser utilizados en la zona de estudio.

Torres (2017) con su título “*Evaluación del estado actual de la pavimentación flexible en la Av. Calmell del Solar y la repercusión de los geotextiles en su recuperación – Huancayo 2016*”, estableció de objetivo general: Encontrar cómo influye este tipo de geotextil en el mejoramiento y puesta en valor de la pavimentación flexible en la Av. Calmell del Solar; teniendo como objetivos específicos: Evaluar el estado en que se encuentra el pavimento de dicha carretera, además de mostrar las principales propiedades del geotextil para su utilización en el pavimento. El estudio fue desarrollado con el enfoque mixto, tipo de investigación aplicada o tecnológica, diseño no experimental, método descriptivo y explicativo. Para el trabajo de campo se tomó una muestra de pavimentación de la Av. Calmell del Solar, cuyo instrumento fueron los ensayos destructivos y uso de la hoja de registro. La investigación concluyó en que debido a la condición regular que presenta dicha carretera, la utilización del geotextil logrará reducir un 33.3% la capa de repavimentación, además de disminuir los efectos de las grietas del pavimento predecesor, aumentando su tiempo de vida y mejorando sus características. Una de las razones principales por las que se examinó este trabajo, fue para tener un concepto más claro de los atributos del geotextil dentro de los pavimentos flexibles, tanto para la rehabilitación de un pavimento, como para el diseño de uno nuevo.

González, Velásquez y Martínez (2015) en su tesis “*Aplicación de los geosintéticos en la parte estructural y drenaje de los pavimentos flexibles en carreteras*”, estableció como objetivo general: Estudiar el uso de geosintéticos en la ejecución de diversas carreteras, distinguiendo diversos tipos de materiales y sus respectivos usos, para determinar si pueden contribuir a la solución de las fallas futuras que suelen presentar; y como objetivo específico:

Estudiar de forma general los geosintéticos, para comprender su clasificación y la variedad de productos, asimismo, Encontrar las diversas aplicaciones que puedan tener dentro de la construcción de pavimentos. Este trabajo se realizó con un enfoque mixto, tipo de investigación aplicada, diseño no experimental, método descriptivo. Para el trabajo de campo se tomó la muestra de pavimentación aleatoria, cuyo instrumento fue: la ficha de observación. La investigación concluyo en que la instalación de geosintéticos desde punto de vista estructural, contribuye con el soporte de las cargas vehiculares del pavimento durante toda su vida útil. A su vez, para que se pueda seleccionar un tipo de geotextil para una obra en específico, se podrá utilizar las especificaciones mínimas que da la norma AASTHO, en función al uso que se le dará, ya sea como refuerzo, separación, reparación, drenado, etc. Con la ayuda de esta tesis se pudo establecer las principales ventajas que presenta un geotextil lo largo de toda su vida útil, enfocado desde diversas perspectivas logrando evitar cualquier posible deterioro anticipado, generando mayor eficacia económica, estructural y funcional.

Katiyar (2018) en su tesis “*Análisis del comportamiento de geosintéticos como sistema intercapa en pavimentos flexibles*”, propuso como objetivo general Analizar cómo se comportan los geosintéticos del tipo intercapa mecánicamente, en relación a su resistencia y adherencia; y como objetivo específico la de brindar un proceso sistemático en el diseño mediante un programa que ofrezca evaluar la resistencia a la adherencia entre los sistemas intercapa a través de un software que permita analizar la resistencia a la adherencia entre las capas existentes. El trabajo se realizó usando el enfoque cuantitativo, la investigación fue del tipo sustantiva, diseño no experimental, método explicativo. Para el trabajo de campo se tomó una muestra de pavimentación aleatoria, cuyo instrumento fue: la matriz de observación. La investigación concluyo en que la geomalla y el geotextil no tejido, son recursos aconsejables para el mantenimiento y puesta en valor de los pavimentos con mezcla asfáltica. Asimismo, estructuralmente, la geomalla es el componente principal para el reforzamiento del pavimento, mientras que el geotextil lo es para el alivio de esfuerzos en la separación. La investigación mencionada, aportó en el presente trabajo a entender cómo se pueden mitigar ciertas fallas que generan un desperfecto anticipado del pavimento utilizando diversos geosintéticos como son los geotextiles y las geomallas.

Becerril, Antonio y Miranda, Diego (2016) en su título “*Proceso constructivo en una pavimentación flexible en la carretera Barranca Larga, Oaxaca*”, estableció como objetivo general: Determinar todas las fases primordiales para la adecuada construcción de Carreteras de pavimentación flexible, desde el enfoque del proceso constructivo, proporcionando criterios básicos y la aplicación del reglamento, entendiendo de forma descriptiva dicho proceso. La investigación se realizó utilizando un enfoque cuantitativo, el tipo de investigación sustantiva, diseño no experimental y método explicativo. Para el trabajo de campo se tomó una muestra de pavimentación aleatoria, cuyo instrumento fue: la matriz de observación. El trabajo de investigación tuvo como conclusiones que los procedimientos constructivos de un pavimento flexible, se tienen que basar principalmente en la adaptación de los métodos, normas y ensayos de laboratorio requeridas por la Secretaría de Comunicaciones y Transporte, ya que estas contribuirán al entendimiento de los requerimientos y características fundamentales para la optimización de recursos que han sido previamente planificados. Esta investigación fue de gran ayuda, ya que explicó de manera clara y concisa los principales aspectos que se debe tener en cuenta durante el proceso constructivo de un pavimento, lo que fue de gran ayuda para la obtención de los indicadores y sub indicadores que están asociados a esta dimensión.

Definición de las variables

El pavimento del tipo flexible se considera como aquella estructura que es diseñada para vías, y son las encargadas de soportar todas las cargas vehiculares para que luego sean disipadas por el terreno. Minaya, Solemne y Ordoñez, Abel (2013, p.5) define al pavimento flexible como:

Estructura que descansa sobre el terreno de fundación o sub-rasante y que se encuentra compuesta por una carpeta asfáltica sostenida generalmente sobre dos capas granulares, la base y sub-base. Sin embargo, puede prescindirse de cualquiera de estas dos últimas en función de los requerimientos particulares del proyecto.

En relación a lo mencionado por los autores, podemos indicar que, para el pavimento flexible, a este conjunto de capas se les llama estructura del pavimento, y se encuentran apoyadas en el terreno de fundación, el cual va a resistir adecuadamente a esta estructura, así como las cargas del tráfico vehicular, por el tiempo de vida con el que este fue diseñado.

Para la realización de un proyecto, los diversos estudios realizados previamente son una base fundamental para la estructura de un este. Sobre esto, Limosa (2015, p.36) afirma que “constituyen la etapa preliminar del proyecto consistente en un análisis ambiental y físico de la zona, así como su realidad cultural y normativa, para optimizar propuestas haciendo que cumplan con las especificaciones necesarias y llegar a una solución definitiva”. Teniendo en consideración lo dicho por el autor podemos indicar que es fundamental para un proyecto realizar los estudios previos, ya que esto involucra una serie de patrones e impactos que esto puede darse hacia la población, el medio ambiente, económico, las ventajas desventajas que se puedan presentar.

Los aspectos físicos son elementos que se tienen que evaluar, esto básicamente está dentro de los parámetros de los estudios previos que se realizan. La Norma ISO 14001 (2018, p.26) los explican como “componentes de los productos o servicios de una empresa que pueden tener un impacto sobre el medio ambiente. Estos están vinculados principalmente con los medios físicos como son la ubicación, la superficie, la accesibilidad, clima, geología, entornos ecológicos”. Se respalda lo mencionado por la norma respecto al impacto que este pueda originar en el medio ambiente, no solo se evalúa la superficie, ubicación, clima, también se evalúa la geología, saber si existe evidencia de restos arqueológicos, también es importante evaluar el entorno ecológico de la zona, para evaluar las especies existentes y al ser retiradas cuanto esto afectaría a la población.

Los estudios de aspectos biológicos son parte de la rama de los estudios previos, los cuales permiten tener evidencia de la existencia de la flora y fauna en cierto lugar. La norma ISO 14001 (2018, p. 26) los definen como: “componentes de los productos o servicios de una empresa que pueden tener un impacto sobre el medio ambiente. Estos están vinculados principalmente con los medios biológicos como son la flora y la fauna”. En relación a lo que detalla la norma, se requiere un estudio de las especies existentes y el área que estas ocupan, así mismo los años de existencia. La evaluación de retirarlas con el propósito de ejecutar un

proyecto, requiere un estudio de parte de los organismos del medio ambiente. Se evalúan los peligros de extinción de las especies, por otro lado, se evalúan también aspectos sociales, económicos de la población.

Los estudios de aspectos sociales son parte de la rama de los estudios previos, los cuales nos permiten saber la opinión de la población afectada. La norma ISO 14001 (2018, p. 27), afirma que:

Al igual que los medios físicos y biológicos, la identificación de los aspectos ambientales para el medio social devienen de las actividades generales del proyecto, definidas en las etapas del mismo. El medio social considera actividades propias del proyecto en donde el receptor es la población de forma individual o a nivel de localidad.

Respaldamos lo mencionado en la norma y desde nuestra perspectiva podemos indicar que es importante la opinión de la población ya que la ejecución de un proyecto puede involucrar también reubicaciones de viviendas, suspensión esporádica de los servicios básicos, puede llegar a afectar económicamente a la población en un corto o largo plazo.

Dentro de los estudios topográficos, se encuentra el desarrollo previo de acaparamiento de información que permite el conocimiento de la ruta hacia donde se planea ejecutar el proyecto. Sobre esto, Ordoñez, Jesús (2011, p.1) explica que: “Se efectúa con la finalidad de evaluar la zona reúna las condiciones óptimas para el desenvolvimiento del trazado. En esta fase se obtiene información, se elaboran croquis, se efectúan los reconocimientos preliminares y se evalúan las rutas”. De lo mencionado por el autor, se puede decir que el proceso los estudios topográficos permiten conocer el terreno y las pendientes que puedan existir en él, así mismo la metodología empleada y los accesorios utilizados quedan a la opinión del personal especializado en realizar el trabajo. Los datos obtenidos permiten tener una visibilidad de cómo se encuentra el terreno y los cambios que se requieran realizar.

El estudio del trazado permite cuantificar y definir las medidas del proyecto de construcción el cual será ejecutado. Ordoñez, Jesús (2011, p.1) afirma que: “Permite distinguir meticulosamente las rutas seleccionadas en la zona de trabajo, obteniendo información extra

sobre las características que manifiestan, además de localizar en estas las líneas correspondientes a posibles trazados en la carretera”. En relación a lo indicado por Ordoñez, indicamos que es necesario tener un plano que se encuentre escalado, donde se encuentre especificado las dimensiones, los ejes. Posterior a ello se aplican los métodos geométricos para trazar el perímetro en relación a la escala y dimensiones del plano.

El Anteproyecto es la planeación, el borrador que se presenta antes de realizar un proyecto, esto ayuda a definir el problema que se quiere resolver. El Manual de Topografía (2011, p.1) lo define como: “En el anteproyecto se fija en los planos la línea que mejor cumpla los requisitos planimétricos y altimétricos impuestos a la vía. En esta etapa se elaboran planos por medios aéreos o terrestres y se genera la línea tentativa del eje.” En relación a lo mencionado en el manual de topografía, podemos decir el anteproyecto, nos orienta dándonos los pasos a seguir, así mismo se tiene que evaluar una serie de parámetros, las principales causas que motivaron al trabajo que se pretende lograr, los objetivos, así mismo los recursos que se tiene para proceder con la ejecución del anteproyecto.

El análisis granulométrico se realiza de una muestra de suelo, se hace al detalle, desde el cálculo de pesos retenido en cada matriz, el porcentaje que pasa y diámetros efectivos, los respectivos coeficientes de uniformidad y curvatura. Duque, Gonzalo y Escobar, Carlos, (2016, p. 27), lo define como:

Proceso para determinar la proporción en que participan los granos del suelo, en función de sus tamaños. Esa proporción se llama gradación del suelo. La gradación por tamaños es diferente al término geológico en el cual se alude a los procesos de construcción (agradación) y la destrucción (degradación) del relieve, debido al tectonismo, erosión, sedimentación, entre otros.

En relación a lo mencionado por los autores, podemos decir que los análisis granulométricos permiten dimensionar los granos que conforman el suelo, además de conocer el porcentaje en el que se encuentran cada uno de estos en función a tamaños reglamentarios, para determinar las propiedades mecánicas que éstos presentan. Así mismo es necesario contar con un laboratorio en óptimas condiciones para realizar los ensayos mencionados.

El contenido de humedad es la cantidad de agua que presenta una porción de suelo, además de permitir conocer el comportamiento de este como la cohesión y cambios en su volumen. Sobre esto Duque, Gonzalo y Escobar, Carlos (2016, p. 72), definen que: “Es el contenido de humedad (LL) requerido para que una muestra en el aparato de Casagrande, cierre una ranura de 1/2” de amplitud a los 25 golpes, generados en la cápsula de bronce, con un ritmo de dos golpes por segundo”. En relación al procedimiento detallado por los autores, podemos decir que conocer la humedad del suelo es importante en el proceso de compactación de suelos, ya que trabajar con un terreno con poca humedad hará que sus partículas no se mantengan en el lugar asentado, por otro lado, el exceso de agua podría saturarla y limitar su capacidad portante.

El límite plástico representa la menor humedad que contiene un suelo para que este pase de un estado plástico a otro denominado semisólido en el cual se quiebre. Sobre esto Duque, Gonzalo y Escobar, Carlos. (2016, p. 73) lo define como:

El menor contenido de humedad (wP) para el cual el suelo se deja moldear. Esto se dice cuándo, tomando bolas de suelo húmedo, se pueden formar rollitos de 1/8” sobre una superficie plana, lisa y no absorbente. Sin agrietarse, el suelo no alcanza el LP, y si se presentan múltiples grietas tampoco se tiene el LP.

De lo mencionado anteriormente, se debe agregar que una consistencia del tipo plástica genera que dicho terreno se pueda moldear, donde el límite plástico de un suelo, es aquel que genera que, de haber un alza en el contenido de humedad, se destruya la cohesión que presenta dicho terreno.

Los diseños de pavimentos se realizan bajo la normativa AASHTO 93, el MTC aplica lo detallado en la norma para los diseños de la carretera. En función a esto, la norma AASHTO (1993, p.1), expresa que el diseño de pavimentos: “Consiste en insertar metodologías que permitan adaptar ciertos parámetros obtenidos en un ensayo original, a otras circunstancias diferentes, además introduce el concepto de serviciabilidad, como un parámetro de medida de su facultad de ofrecer una superficie lisa y suave del pavimento”. En relación a lo expuesto por la norma, podemos decir que para lograr obtener un buen diseño de pavimentos

es necesario conocer las fallas más frecuentes, además de reconocer sus elementos estructurales principales en función de los materiales, el tráfico vehicular, y los parámetros que ofrece el entorno. Asimismo, abarcan 3 etapas, diseño geométrico, diseño de capacidad y diseño estructural.

El método que se aplica para el diseño de esta carretera es el método AASHTO 93. Según el MTC (2013, p.149): “Para el correcto dimensionamiento de las secciones del pavimento, se optan por el procedimiento más generalizado de uso actual en el país, como es el Método AASHTO Guide for Design of Pavement Structures 1993”. En relación a lo indicado en la norma, mencionamos que el diseño de pavimentos empleando la metodología AASHTO, del 93, basada en AASTHO road test, reside en encontrar un número estructural, en relación al módulo resiliente que presenta la sub-rasante, el número de ejes estándar que pasarían, la confiabilidad, la desviación Standard total, la pérdida de serviciabilidad y los índices estructurales del pavimento.

En cuanto a los tipos de pavimento, los pavimentos flexibles o también conocidos como asfálticos, están compuestos por asfalto y capas granulares, por otro lado, los pavimentos rígidos se componen de concreto hidráulico y materiales granulares. Sobre esto el Ministerio de Transportes y Comunicaciones. (2013, p.147) explica que: “Básicamente hay tres tipos de pavimento: el flexible (Asfalto), el semirrígido (mezcla de ambos) y el pavimento rígido (concreto hidráulico)”. En relación a lo mencionado por el MTC, entendemos que el profesional responsable evaluará que pavimento deberá emplear, desde una perspectiva funcional, considerando la reacción de los materiales a los esfuerzos y deflexiones que transmiten las cargas vehiculares, y otra económica.

El periodo de diseño se determinará de acuerdo al tipo de carretera que se va a construir, pudiendo ser urbana con tránsito vehicular elevado, interurbana, pavimentada con poca intensidad de tránsito, etc. En función a esto, Tocto, Yulissa (2013, p.3) afirma que el periodo de diseño:

Es algunas veces considerado sinónimo del término período de análisis de tráfico, esto debido a que el tráfico no puede ser supuesto con precisión por

un período muy largo, por esto el período de diseño comúnmente empleado en el procedimiento de diseño de pavimentos es de 20 años.

En relación a lo mencionado por el autor, se especifica que el periodo de diseño optimo que se debe tomar en una pavimentación del tipo flexible no deberá ser mayor a los 10 años, con excepción si se está destinada una rehabilitación intermedia no mayor a 10 años, para lo cual se podría tomar un periodo de 20 años. Asimismo, se tiene que considerar que en un periodo de tiempo menor a 5 años el pavimento no debería presentar ningún tipo de rehabilitación.

Uno de los factores con mayor variabilidad en el diseño de pavimentos está relacionado a la estimación del flujo vehicular, esto a causa de ser dependiente a diversos factores sociales y económicos, lo que genera cierta incertidumbre en el diseño del proyecto. Además, está vinculada a tres conceptos como son el flujo, la densidad y la velocidad. En función a esto Castellanos, Fernando. (2017, p.13), lo define como:

Identificación del carril de circulación del vehículo, del que generalmente se posee una elevada cantidad de información. Para identificar dicho carril se establecen relaciones entre los puntos concentrados de puntos definidos previamente. De esta forma, se establecen unas regiones en el espacio sobre las que se pueden encontrar posibles marcas viales.

En relación a lo expresado, una de las principales dificultades con la que debe lidiar el profesional para determinar los flujos de tránsito a futuro, se da debido a las modificaciones de estándar de la vía. Sin embargo, debido a que se construye para un periodo de diseño de aproximadamente 10 años, no suele afectar significativamente el proyecto.

El análisis de tránsito es un estudio que se debe tener en cuenta para el diseño de un pavimento y para esto es imprescindible conocer el tipo de vehículo que transitará, las cargas que transmitirá al pavimento y consecutivamente al terreno. Sobre esto, Rafael Menéndez (2012, p.163), manifiesta que:

El tráfico es uno de los factores más relevantes en el diseño del pavimento. Su correcta determinación depende de muchos factores que pueden conducir

a una estimación inadecuada del mismo. Los métodos actuales se basan en transformar los diferentes tipos de vehículos en un eje estándar equivalente, para posteriormente calcular el número de repeticiones de ejes equivalentes en el periodo de diseño del pavimento (ESAL).

En función a esto se considera de gran importancia poder controlar y poner límites a las cargas de los vehículos de tipo comercial, ya que de lo contrario pueden contribuir a la disminución de la vida útil del pavimento por culpa del sobrepeso de estos

Se consideran procesos constructivos a todo el conjunto de procedimientos necesarios que se llevan a cabo para construir de manera adecuada y ordenada los diferentes elementos que componen una obra de construcción, para realizarla de una manera más eficiente. Sobre esto, El manual de carreteras del Ministerio de transportes y comunicaciones (2013, p.34) nos dice que: “Todos los materiales, tanto los transportados a obra como los generados durante el proceso constructivo, tienen que ser manejados en tal forma que conserven su calidad para el trabajo.” Con respecto a lo mencionado por el autor, profundiza el tema respecto al transporte del material y preparación del material a lo cual se le emplea un proceso constructivo, así mismo consideremos que se deben cumplir parámetros, estándares de calidad con la finalidad de tener un producto idóneo para la obra.

Se puede definir a las obras provisionales como las construcciones que se requieren instalar, suelen ser desarmables y fácilmente portables, y que a su vez son de carácter temporal, pues solo estarán disponibles mientras dure la obra de construcción. Sobre esto, el Ministerio de Vivienda (2010, p.18) nos dice que:

Se refiere a las construcciones, instalaciones y remodelaciones temporales que son realizadas para el servicio del personal que laborara en la obra. Así mismo esto hace referencia a espacios determinados para cada uso. Para la ejecución se pueden emplear materiales que puedan reutilizarse parcialmente, dejando el espacio utilizado en óptimas condiciones.

Se respalda lo anteriormente mencionado, debido a que las obras preliminares son una estrategia que facilita el trabajo que se deberá efectuar en la zona en la que se encuentra la

obra, logrando observar de manera indirecta el terreno, asimismo que se pueden analizar las severas condiciones climáticas a las que pudiera estar expuesta la obra.

Las obras preliminares se consideran a todas aquellas actividades que se van a ejecutar de manera anterior a la realización de una obra de construcción, pero que se encuentra dentro del proceso constructivo de sus elementos. Sobre esto, el Ministerio de Viviendas (2010, p.18) nos dice que “Los trabajos preliminares comprenden un desarrollo de actividades iniciales que son necesarias para el comienzo de la obra”. Se entiende que las obras provisionales serán necesarias, sobre todo en los primeros días, ya que sin estas no se podrá empezar la obra, ya que se encargan de la adecuación de la zona de trabajo, la movilización de recursos, el establecimiento de los ejes del proyecto, entre otras.

Los geosintéticos son elementos derivados del petróleo, que se emplean principalmente para la optimización y modificación de las propiedades físicas y mecánicas del suelo, siendo sus funciones principales las de separar, reforzar, filtrar, drenar y contener los componentes del pavimento. Sobre esto, la norma ASTM D4439 nos dice que “Es un material laminar compuesto a base de polímeros, que se encuentra en contacto con el suelo y puede integrarse en proyectos, estructuras o sistemas”. En función a lo expresado en la norma, los geosintéticos pueden clasificarse principalmente en geotextiles, geomallas, geomembranas, geoespuma, entre otros.

Los geotextiles de polipropileno, presentan diversas propiedades físicas, mecánicas e hidráulicas, que ayudan a la separación y drenaje de los compuestos que conforman la pavimentación, optimizando la durabilidad y desempeño de las vías. Sobre esto, en el Manual de diseño de Pavco (2009, p.5) se explica que “Los geotextiles no tejidos, están conformados por fibras superpuestas de forma laminar, generalmente de material sintético, cuya función principal es la de separar dos capas de suelo, con el fin de evitar la mezcla permanente de este material”. Sobre esto, se debe tener en cuenta que el geotextil no tejido se emplea principalmente para separar capas diferentes, a fin de prevenir la mezcla de los materiales, así como, evitar la posible contaminación de los agregados seleccionados con el terreno.

Formulación del problema

Problema general

¿Cuál es la propuesta de aplicación de geotextil no tejido como separación para el pavimento flexible del distrito de Huancabamba, Piura?

Problemas específicos

¿Cuáles son los estudios previos para la aplicación del geotextil no tejido como separación del pavimento flexible del distrito de Huancabamba, Piura?

¿Cuál es el diseño para la aplicación de geotextil no tejido como separación del pavimento flexible del distrito de Huancabamba, Piura?

¿Cuál es el proceso constructivo para la aplicación de geotextil no tejido como separación del pavimento flexible del distrito Huancabamba, Piura?

Justificación

La importancia en que radica la evaluación del comportamiento de los pavimentos flexibles que utilizan geotextil en el departamento de Piura, se debe a que diagnosticará el estado actual y real en el que se encuentra la carretera de Huancabamba, en función a los estudios previos realizados, el diseño que presenta y el desarrollo constructivo que se está empleando, donde los resultados estarán al alcance de los colegas de ingeniería civil, y podrán ser utilizados para investigaciones futuras relacionadas a esta carretera. Asimismo, permitirá brindar información sobre la relevancia en la utilización de geotextiles en este tipo de carreteras, resaltando el tipo de material y su correcta instalación, que son variables clave para lograr la mayor ventaja de su empleo, obteniendo así una mayor eficiencia en cuanto a sus funciones y características y logrando a su vez, una disminución considerable en el costo final.

Objetivos

Objetivo general

Evaluar la aplicación de geotextil no tejido como separación para el pavimento flexible del distrito de Huancambamba, Piura

Objetivos específicos

Evaluar los estudios previos para la aplicación del geotextil no tejido como separación del pavimento flexible del distrito de Huancabamba, Piura

Evaluar el diseño para la aplicación de geotextil no tejido como separación del pavimento flexible del distrito de Huancabamba, Piura

Evaluar el proceso constructivo para la aplicación de geotextil no tejido como separación del pavimento flexible del distrito Huancabamba, Piura

MARCO METODOLÓGICO

Tipo y diseño de investigación

Paradigma - Positivista

El estudio asume el paradigma positivista porque se identifica en los resultados, en la representación de las mismas referida como histograma, para ello citamos a Ferreres y Gonzales (2018, p.117), que definen el paradigma positivista como: “El conocimiento obtenido mediante estudios que se han realizado a través de la inspección y experimento, relacionándolo con el método científico”. De acuerdo a lo expuesto por el autor podemos indicar que en este paradigma nada es permitido si no es adecuadamente cuantificado, expresado matemáticamente y con relación a una variable.

Enfoque cuantitativo

El enfoque cuantitativo también conocido como investigación cuantitativa utiliza diversos instrumentos como las pruebas, escalas, cuestionarios e inventarios para recolectar datos que

nos permitan tener una medición. La medición pasa por una transición para obtener datos numéricos que se verificaran por métodos estadísticos. Hernández, Sampieri (2016, p.37) define el enfoque cuantitativo como: “La obtención de datos para probar hipótesis con fundamentos en la medición numérica y el estudio estadístico, con el propósito de mantener guías de comportamientos y probar teorías.” En relación a lo expuesto por el autor, podemos indicar que es el desarrollo del trabajo del investigador desde la recopilación de los datos hasta la obtención de los resultados para probar una hipótesis o teoría.

Tipo sustantivo

Se encuentra relacionado a un tipo de investigación que revisa y analiza teorías que a través de los instrumentos se pueda acercar a la realidad. Sanchez y Reyes (2015, p.38). Lo describe como: “Es aquella que da respuesta a los conflictos teóricos y se encuentra orientada a sustentar la realidad, para ello investiga lo necesario para tener una mejor visibilidad de la teoría científica.” En relación a lo mencionado por el autor podemos decir que utiliza fundamentos teóricos para explicar la realidad a través del instrumento.

Diseño: No experimental

Para el presente estudio se analizó empíricamente la variable escogida que es el pavimento flexible, sin embargo, no se ha intervenido de manera directa sobre esta, ni fue sacada del contexto en el que se encuentra, en ese sentido el diseño de investigación es no experimental. Sobre esto, Hernández, Fernández y Baptista (2018, p.149) detalla que: “Se prepara sin adicionar exageradamente variables; lo que se procura hacer en esta investigación es ver el fenómeno expuesto en su contexto natural, luego realizar el análisis.” De lo mencionado, se entiende que en un diseño no experimental los investigadores no planean controlar las variables, solo se restringen a observar y analizar los efectos que estos presentan.

Corte: transversal

El estudio transversal es aquel en que se observan los diferentes factores que afectan o componen una variable en un único período de tiempo, analizando los datos obtenidos. En función a lo expuesto, Hernández, Fernández y Baptista (2018, p.151) menciona que "Los estudios no experimentales pueden ser transeccionales y longitudinales. Los diseños transeccional o 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". Es por esto que, para el presente trabajo, se observaron y recolectaron los datos pertenecientes al pavimento flexible de la región Huancabamba, Piura en una sola ocasión, logrando obtener la información necesaria de forma precisa.

Sub tipo de diseño: Descriptivo

El diseño descriptivo consiste principalmente en la observación y explicación de manera organizada de un sujeto, en este caso la variable, evitando la incidencia en todo aspecto sobre este. Con respecto a esto, Lerma (2015, p.63) explica que: "El propósito es detallar el estatus, los componentes, características y alineamientos existentes en fenómenos y hechos que suscitan en forma natural, sin detallar las conexiones que se identifiquen. Su información no es accesible a la comprobación de hipótesis ni proyecciones de resultado." Por lo dicho anteriormente y según los alcances mostrados en el presente trabajo, el sub tipo de diseño es descriptivo, debido a que se analizó el comportamiento que presenta la variable de estudio que es el pavimento flexible, y se relacionó en función a sus tres dimensiones estudios previos, diseño y proceso constructivo.

Definición conceptual del pavimento flexible

El Ministerio de Transportes y Comunicaciones (2013, p.24) Conceptualiza a la variable, pavimento flexible, como una estructura que descansa en la sub-rasante y está conformada por dos capas granulares (base y sub-base) y una capa asfáltica, que puede ser de mortero asfáltico en frío o caliente, y en algunas ocasiones se pueden emplear aditivos.

Definición operacional del pavimento flexible

La variable pavimento flexible está constituida por 3 dimensiones, la primera denominada Estudios Previos, conformada a su vez por 15 indicadores y 34 ítems. La segunda dimensión denominada Diseño, está compuesta por 5 indicadores y 6 ítems. Por último, la tercera dimensión denominada Proceso Constructivo, está conformada por 8 indicadores y 28 ítems. Esta información es recogida a través de la escala: Sí:2 puntos, Tal vez:1 punto, No: 0 puntos.

MATRIZ DE OPERACIONALIZACIÓN

| Dimensiones | Subdimensiones | Indicadores | Subindicadores | Items | | | | |
|------------------|-------------------------------|-------------------------|--|-------|---|----|---------|----|
| Estudios Previos | Estudio De Impacto Ambiental | Aspectos Físicos | Superficie, Ubicación y Accesibilidad | 1 | ¿ La superficie tiene altitud: 1933 msnm? | Sí | Tal vez | No |
| | | | | 2 | ¿La superficie tiene longitud: -79°27'03"? | Sí | Tal vez | No |
| | | | | 3 | ¿ La superficie tiene latitud: -5°14'22"? | Sí | Tal vez | No |
| | | | Clima | 4 | ¿Es clima árido? | Sí | Tal vez | No |
| | | | | 5 | ¿Es clima templado? | Sí | Tal vez | No |
| | | | | 6 | ¿Es de magnitud térmica moderada? | Sí | Tal vez | No |
| | Estudio Topográfico | Estudio | Proceso Preliminar De Acopio De Datos Y Reconocimiento | 12 | ¿En el estudio topográfico, aplica proceso preliminar de acopio de datos y reconocimiento ? | Sí | Tal vez | No |
| | | | Conocimiento De Las Rutas Seleccionadas | 13 | ¿En el trazo, aplica conocimiento de las rutas seleccionadas? | Sí | Tal vez | No |
| | | Anteproyecto | Establecimiento de la Línea Tentativa Al Eje | 14 | ¿ En el anteproyecto aplica establecimiento de la línea tentativa al eje ? | Sí | Tal vez | No |
| | Estudio De Mecánica De Suelos | Análisis Granulométrico | Porcentaje De Gravas | 15 | ¿De acuerdo al análisis granulométrico, porcentaje de gravas , más del 50% del total pasa la malla n°200? | Sí | Tal vez | No |
| | | | | 16 | ¿De acuerdo al análisis granulométrico, porcentaje de gravas, más del 50% de gravas pasa la malla n°4? | Sí | Tal vez | No |
| | | | Porcentaje De Finos | 17 | ¿De acuerdo al análisis granulométrico, porcentaje de finos, el 50% del total pasa la malla n°200? | Sí | Tal vez | No |
| | | | | 18 | ¿De acuerdo al análisis granulométrico, porcentaje de finos, más del 50% de gravas pasa la malla n°4? | Sí | Tal vez | No |
| | | Límite Líquido, | AASTHO M*147 | 19 | ¿ El limite liquido de acuerdo a la norma AASTHO m*147 es de 35% máx. (MTC E 110)? | Sí | Tal vez | No |

| | | | | | | | | |
|--|--|----------------------------------|-------------------------------------|----|---|----|---------|----|
| | | Índice De Plasticidad | Aastho M*147 | 20 | ¿ El limite plástico de acuerdo a la norma AASTHO m*147 es de 4-9% (MTC E 111)? | Sí | Tal vez | No |
| | | Clasificación De Suelos | Tipo De Suelo A1 | 21 | ¿ Clasificación de suelos, tipo de suelo a1, corresponde a que el terreno presenta tipo a1? | Sí | Tal vez | No |
| | | | Tipo De Suelo A2 | 22 | ¿ Clasificación de suelos, tipo de suelo a2, corresponde a que el terreno presenta tipo a2? | Sí | Tal vez | No |
| | | | Tipo De Suelo A3 | 23 | ¿ Clasificación de suelos, tipo de suelo a3, corresponde a que el terreno presenta tipo a3? | Sí | Tal vez | No |
| | | | Tipo De Suelo A4 | 24 | ¿ Clasificación de suelos, tipo de suelo a4, corresponde a que el terreno presenta tipo a4? | Sí | Tal vez | No |
| | | | Tipo De Suelo A5 | 25 | ¿ Clasificación de suelos, tipo de suelo a5, corresponde a que el terreno presenta tipo a5? | Sí | Tal vez | No |
| | | Ensayo De Compactación (Proctor) | Proctor Modificado | 26 | ¿ Ensayo de compactación , (PROCTOR modificado), debe de contar con +/- 2% con respecto a la humedad óptima del contenido? | Sí | Tal vez | No |
| | | Ensayo De CBR | Tipo S1 | 27 | ¿En el ensayo del CBR. Tipo S1, el CBR se encuentra entre el siguiente rango (CBR 0% - 2%)? | Sí | Tal vez | No |
| | | | Tipo S2 | 28 | ¿En el ensayo del CBR. Tipo S1, el CBR se encuentra entre el siguiente rango (CBR 3% - 5%)? | Sí | Tal vez | No |
| | | | Tipo S3 | 29 | ¿En el ensayo del CBR. Tipo S1, el CBR se encuentra entre el siguiente rango (CBR 6% - 10%)? | Sí | Tal vez | No |
| | | | Tipo S4 | 30 | ¿En el ensayo del CBR. Tipo S1, el CBR se encuentra entre el siguiente rango (CBR 11% - 20%)? | Sí | Tal vez | No |
| | | | Tipo S5 | 31 | ¿En el ensayo del CBR. Tipo S1, el CBR se encuentra entre el siguiente rango (CBR mayor a 20%) | Sí | Tal vez | No |
| | | Módulo Resilente | Determinación del módulo resiliente | 32 | ¿ El módulo de resiliente debe de contar con MR (MPA) 10.3 CBR? | Sí | Tal vez | No |

| | | | | | | | | |
|----------------------|---|-------------------------------|---|---|---|---------|---------|----|
| | Estudio Climatológico | Variación De Temperaturas | Diferencia de 76mm de precipitación entre meses más secos y húmedos | 33 | ¿ De acuerdo al estudio climatológico, variación de temperaturas, existen diferencia de 76mm de precipitación entre los meses más secos y húmedos ? | Sí | Tal vez | No |
| | | Análisis De Frecuencias | Días Con Lluvia (Mayor A 0 Mm/3h) | 33 | ¿ Hay un promedio de 5 períodos de lluvia anuales ? | Sí | Tal vez | No |
| Diseño | Consideraciones De Diseño | Método De Diseño | AASTHO 93 | 1 | ¿ Para el método de diseño según la norma AASTHO 93 , corresponde a una metodología empírica? | Sí | Tal vez | No |
| | | Tipo De Pavimento | Flexible | 2 | ¿ El tipo de pavimento es flexible? | Sí | Tal vez | No |
| | | | Rígido | 3 | ¿ El tipo de pavimento es rígido? | Sí | Tal vez | No |
| | Periodo De Diseño | 10 Años | 4 | ¿El periodo de diseño es de 05 a 10 años? | Sí | Tal vez | No | |
| | Análisis De Tránsito | Determinación De Los Carriles | Aforo Vehicular | 5 | ¿ Para determinar la cantidad de carriles se tiene que realizar un análisis de tránsito, aforo vehicular? | Sí | Tal vez | No |
| | | Clasificación Vehicular | 1 Rs, 2rs,3rs | 6 | ¿ La clasificación vehicular se puede determinar en simple, doble, triple? | Sí | Tal vez | No |
| Proceso constructivo | Obras Provisionales, Trabajos Preliminares, Seguridad Y Salud | Trabajos Preliminares | Limpieza del terreno | 5 | ¿Para la partida trabajos preliminares, aplica limpieza del terreno? | Sí | Tal vez | No |
| | | | Eliminación De Obstrucciones | 6 | ¿Para la partida trabajos preliminares, aplica eliminación de obstrucciones? | Sí | Tal vez | No |
| | | | Remociones | 7 | ¿Para la partida trabajos preliminares, aplica remociones del terreno? | Sí | Tal vez | No |
| | | | Demoliciones | 8 | ¿Para la partida trabajos preliminares, aplica demoliciones de estructuras existentes? | Sí | Tal vez | No |
| | | | Trazos, Nivel Y Replanteo | 9 | ¿Para la partida trabajos preliminares, aplica trazos, nivel y replanteo? | Sí | Tal vez | No |
| | | | Nivelación Trabajos Preliminares | 10 | ¿ Para la partida movimiento de tierras, aplica nivelación del terreno? | Sí | Tal vez | No |

| | | | | | | | | |
|--|---------------|--|----------------------------------|---------|--|----|---------|----|
| | | Movimiento De Tierra | Excavaciones | 11 | ¿ Para la partida movimiento de tierras, se debe realizar excavaciones en el terreno? | Sí | Tal vez | No |
| | | | Cortes Y Rellenos | 12 | ¿ Para la partida movimiento de tierras, se debe realizar cortes y rellenos? | Sí | Tal vez | No |
| | Afirmados | Selección De Material Granular | Límite Líquido | 13 | ¿ Respecto a la selección de material granular, límite líquido debe estar óptimo entre 2% a 7%? | Sí | Tal vez | No |
| | | | Límite Plástico | 14 | ¿ Respecto a la selección de material granular ,límite plástico, debe estar óptimo entre 2% a 7% | Sí | Tal vez | No |
| | | Forma De Estabilización De Suelos | Utilizando métodos químicos | 15 | ¿ Para afirmados, aplica la estabilización de suelos con cemento? | Sí | Tal vez | No |
| | | | | 16 | ¿ Para afirmados, aplica la estabilización de suelos con cal? | Sí | Tal vez | No |
| | | | | 18 | ¿ Para afirmados, aplica la estabilización de suelos con sales? | Sí | Tal vez | No |
| | | | | 19 | ¿ Para afirmados, aplica la estabilización de suelos con cloruro de sodio? | Sí | Tal vez | No |
| | | | | 20 | ¿ Para afirmados, aplica la estabilización de suelos con cloruro de calcio? | Sí | Tal vez | No |
| | 22 | ¿Para la pavimentación, se coloca asfalto? | Sí | Tal vez | No | | | |
| | Geosintéticos | Instalación de Geotextil no tejido | Empleo del geotextil PAVCO NW024 | 23 | ¿Se utiliza el geotextil como separador de capas? | Sí | Tal vez | No |
| | | | | 24 | ¿Se utiliza el geotextil como refuerzo estructural? | Sí | Tal vez | No |

2.2. Población, muestra y muestreo

Población

Con respecto a nuestra población correspondiente a nuestro trabajo de investigación son los pavimentos flexibles en el distrito de Huancabamba, Piura. Sobre esto Hernández, Fernández y Baptista (2018, p.174) nos dicen que: “Es la agrupación de todos los casos que tienen coordinación con una serie de especificaciones.” Se entiende que la población está seleccionada en función al conjunto de elementos del que se planea analizar y obtener conclusiones.

Muestra poblacional

La muestra poblacional escogida fue la sección entre el Km 71+600 al km 79+400 - del pavimento flexible en el distrito de Huancabamba, Piura. En función a lo mencionado, Hernández, Fernández y Baptista (2018, p.194) nos dicen que: “Respecto al proceso sucesión cuantitativo la muestra es un sub-grupo de la población de interés sobre el cual se recopilan datos, y se delimita con cautela, debe mostrarse representativo de la población que se mencione”. Para que los resultados sean más acertados, la muestra seleccionada deberá ser representativa del total.

Muestreo no probabilístico

La técnica de muestreo empleada fue el no probabilístico ya que era el que se ajustaba mejor al método de observación que se realizó, además, de que, al ser un método menos estricto, contamos con las opiniones de los expertos que se encontraban en dicha zona. Según Hernández, Fernández y Baptista (2018, p.194): “Respecto a las muestras probabilísticas son necesarias en diseños donde requieren generalizar los resultados a una población. Normalmente de este tipo se caracteriza en que los elementos de la población al inicio cuentan con una misma probabilidad de ser elegidos”

Muestreo por intención

El tipo de muestreo fue intencional debido a que se escogió la muestra en función a la accesibilidad que se tenía a la zona, además de comprobar que sería una sección representativa del total. Con respecto al muestreo Otzen y Manterola (2017, p.230) afirman que: “Se tiene la posibilidad de seleccionar casos característicos de una población limitando la muestra sólo a estos casos. Se requiere en escenarios donde la población es muy variable

y consecuentemente la muestra es muy pequeña”. En función a esto, se espera que los datos obtenidos sean más precisos que utilizando alguna otra técnica de muestreo.

Técnicas e instrumentos de recolección de datos, validez y confiabilidad.

Técnica de observación

Se refiere a la técnica de estudio que se emplea en todas las ramas de la ciencia. Su aplicación esta designado por alguna teoría y esta determinara los factores que se observaran. Guillermo Huamán (2015, p.13), lo define como: “Es necesaria la observación en todo proceso investigativo; es una técnica en la que se apoya el investigador para la obtención de datos. Es parte de un proceso activo que tiene un sentido, un fin propio.” En relación a lo expuesto por el autor, podemos decir que la técnica en mención nos permite poder tener la visibilidad del fenómeno, caso o hecho, a esto se le asuma la recolección de los datos para una evaluación.

Instrumento – Matriz de observación

La matriz o guía de observación es un instrumento que utiliza el investigador, se construye de acuerdo a la teoría. Pérez Porto, Merino. (2014) Lo define como: “Una guía de observación es un documento que permite encausar la acción de observar ciertos fenómenos. Esta guía, por lo general, se prepara a través de columnas que favorecen la organización de los datos recogidos.” De acuerdo a lo expuesto por el autor podemos indicar que la guía de observación permite tener resultados a través de escala.

Validez del instrumento

Se ejecuta cuando un grupo de ítems o un ítem miden aspectos específicos de una variable. Hurtado (2012) lo define como: “La validez se refiere a la capacidad de un instrumento para cuantificar de forma significativa y correcta el rasgo para cuya medición ha sido diseñado. Es decir, calcula el evento o la característica para lo cual fue diseñado y no otra similar.” De lo expuesto por el autor podemos agregar que la validez de los instrumentos se realiza a través de juicio de expertos.

| EXPERTOS | SITUACIÓN |
|---------------------------------|-------------------------------|
| Ing. Paccha Rufasto, Cesar | Aplicable después de corregir |
| Ing. Escalante Contreras, Jorge | Aplicable después de corregir |
| Ing. Rodriguez Solís, Carmen | Aplicable después de corregir |

Confiabilidad

Es un instrumento se realiza a través de ($K=20$, $KR=21$ o Alpha de Crombach), porque el instrumento trabaja a escalas. Hernández et al (2003, p.243) lo define como: “Es una herramienta de medición, se refiere al grado en que su aplicación repetida al mismo sujeto u objeto, produce iguales resultados”. De lo expuesto por el autor, podemos decir que la confiabilidad de la herramienta nos permite tener un resultado más certero de acuerdo a las veces que se aplique la herramienta al objeto.

Procedimiento

Para el desarrollo de a presente investigación se fue a la zona de estudio y se observaron las principales características que presentaba el pavimento. Para esto se relaciona la variable en función a los estudios previos, el diseño presentado y el proceso constructivo. Asimismo, se entrevistó a los encargados de la construcción para que nos facilitaran mayor información del mismo, además, se utilizó la matriz de observación para extraer los datos necesarios, que se analizaron en función de las Normas AASTHO y el manual de carreteras. Para luego ser expuestos en función de tablas e histogramas.

Método de análisis de datos

Los resultados del estudio serán presentados a través de tablas, gráficos e histogramas.

Aspecto éticos

Todos los autores utilizados están referenciados respetando sus ideas y concepciones, a través del parafraseo y síntesis. Debemos respetar estrictamente los datos ubicados o identificados en el trabajo de campo. Los resultados que se presenten en la investigación son válidos y certeros.

RESULTADOS

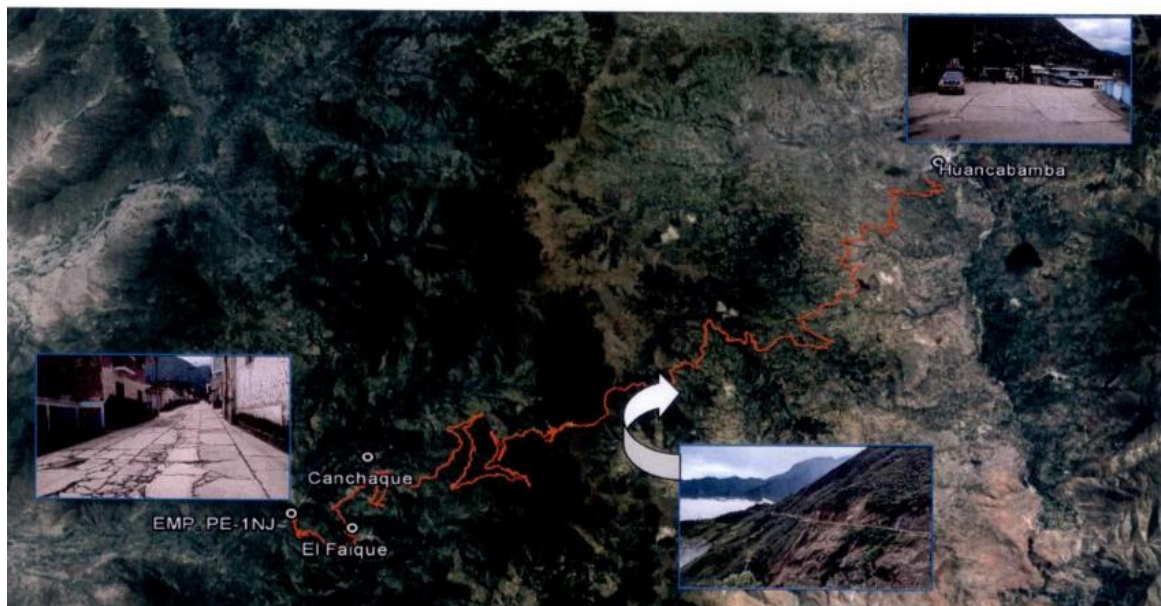
En este trabajo se presentan los resultados de ensayo de campo y laboratorio, así como datos generales del proyecto, los cuales fueron aprobados por Project Managemet Perú SAC.

1. Superficie, ubicación y accesibilidad

La carretera estudiada que comprende los tramos Canchaque – Huancabamba, pertenece a la ruta nacional PE-02^a de la Red Vial Nacional, inicia en el Km. 71 + 600 y termina en el km. 142 + 613.59, recorriendo 71.12 kilómetros, y se emplaza en el departamento de Piura, en la provincia de Huancabamba, encontrándose a 214 Km al sur oeste de esta.

Imagen 1:

Vista satelital de la carretera



Fuente: Memoria descriptiva de la empresa contratista

Tabla 1:

Altitud, longitud y latitud

| Altitud | Longitud | Latitud |
|-----------|------------|-----------|
| 1933 msnm | -79°27'03" | -5°14'22" |

Fuente: Elaboración propia

2. Estudios Climatológicos

El clima es un factor muy relevante en la infraestructura vial y como tal, para la ejecución de este proyecto, los profesionales encargados en el diseño, se basaron en registros históricos del clima.

Tabla 2:

Tipo de clima

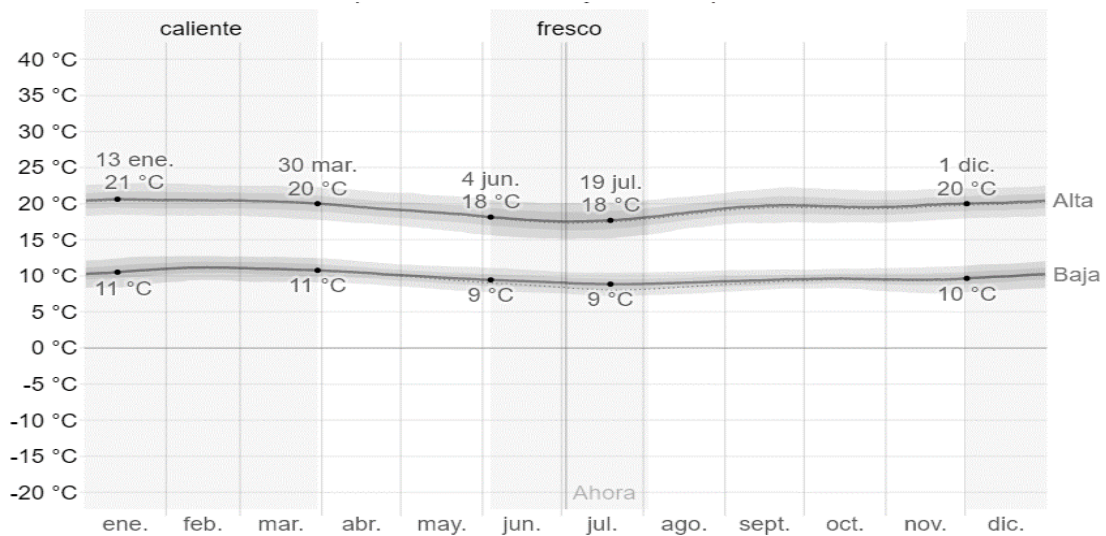
| |
|----------------------|
| Tipo de clima |
| Templado - cálido |

Fuente: Elaboración propia

La zona estudiada está caracterizada por presentar un clima variado, siendo predominante el templado-cálido. Esto se debe a la cercanía de esta con la línea ecuatorial, así como la influencia de los desiertos cercanos y la corriente del niño, llegando a temperaturas medias anuales de 25°C.

Tabla 3:

Temperatura anual

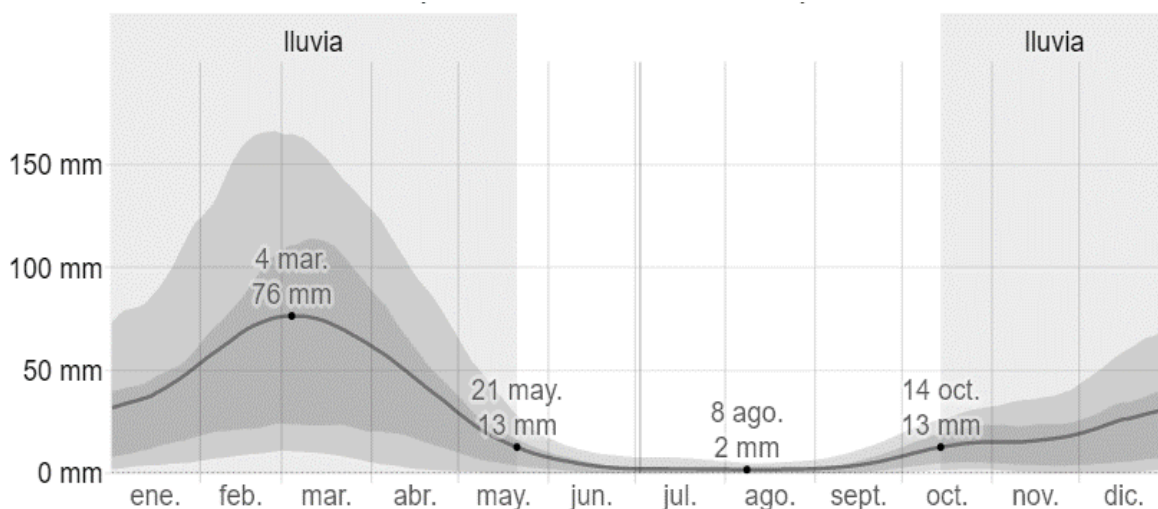


Fuente: Weatherspark.com

Se observan que las temperaturas anuales van desde los 21°C en verano, a los 9°C en invierno, teniendo una oscilación media diaria de 10°C.

Tabla 4:

Precipitación mensual promedio



Fuente: Weatherspark.com

Del histograma mostrado se observa que la región de Huancabamba presenta una variación relevante de lluvia, mostrando una temporada lluviosa de aproximadamente 7.2 meses, que va desde el 14 de octubre con una acumulación de 13 mm de lluvia, hasta el 21 de mayo con una acumulación promedio total de 76 mm.

3. Estudios Geológicos

Las presentes tablas geológicas corresponden al sector de la carretera Canchaque – Huancabamba, comprendida entre el Km. 71+600 hasta el Km. 74+600

Tabla 5:

Evidencia de restos arqueológicos

| |
|---|
| Existencia de restos arqueológicos |
| Ninguno |

Fuente: Elaboración propia

En el proyecto de rehabilitación y mantenimiento de la carretera Huancabamba, que actualmente se está llevando a cabo, no se han encontrado evidencia de restos arqueológicos.

Tabla 6:*Clasificación de materiales*

| Nº | Progresiva (Ingeniería de Diseño) | Clasif. de Materiales | | | Talud (H:V) |
|----|-----------------------------------|-----------------------|----|----|-------------|
| | | MS | RS | RF | |
| 1 | 71+600 – 72+960 | 0 | 10 | 90 | 1:7 |
| 2 | 72+960 – 73+390 | 100 | 0 | 0 | 1:2 |
| 3 | 73+390 – 75+800 | 50 | 40 | 10 | 1:3 |
| 4 | 75+800 – 76+400 | 70 | 20 | 10 | 1:3 |
| 5 | 76+400 – 78+920 | 50 | 50 | 0 | 1:5 |
| 6 | 78+920 – 79+400 | 90 | 0 | 10 | 1:2 |

Fuente: Empresa contratista

Según las tablas presentadas, se observa que el tramo de estudio está conformado principalmente por material suelto, lo que posibilitará la fácil excavación de los mismos, a excepción de los primeros 360 metros del tramo de la carretera estudiada, que está compuesta en su 90% de roca fija.

4. Estudio de mecánica de suelos

Tabla 7:*Análisis granulométrico*

| Prog Inicio (Km) | Prog Fin (Km) | Prof. (m) | M | Granulometría (pasante por los tamices) | | | | | | | | | | | |
|------------------------|---------------------|--------------|------|---|-------------------|------|-------------------|------|------|------|-------|------|------|------|------|
| | | | | 3" | $\frac{2}{1/2}$ " | 2" | $\frac{1}{1/2}$ " | 1" | 3/4" | 1/2" | 3/8" | #4 | #10 | #40 | #200 |
| 71 + 600 | 72 + 960 | 0.00 - 0.20 | M -1 | DESBROCE | | | | | | | | | | | |
| | | 0.20 - 1.50 | M -2 | 100.0 | 97.8 | 92.7 | 89.0 | 80.1 | 74.5 | 57.1 | 56.9 | 56.4 | 55.7 | | |
| 72 + 960 | 73 + 390 | 0.00 - 0.20 | M -1 | DESBROCE | | | | | | | | | | | |
| | | 0.20 - 1.50 | M -2 | | | | | | | | 100.0 | 97.9 | 91.0 | 71.3 | |
| 73 + 390 | 75 + 800 | 0.00 - 0.20 | M -1 | DESBROCE | | | | | | | | | | | |
| | | 0.20 - 1.50 | M -2 | | | | | | | | 100.0 | 98.8 | 94.1 | 88.4 | |
| 75 + 800 | 76 + 400 | 0.00 - 0.20 | M -1 | DESBROCE | | | | | | | | | | | |
| | | 0.20 - 1.50 | M -2 | 100.0 | 92.8 | 68.7 | 48.8 | 34.0 | 30.2 | 24.5 | 20.4 | 14.1 | 14.0 | 13.9 | 13.6 |
| 76 + 400 | 78 + 920 | 0.00 - 0.20 | M -1 | DESBROCE | | | | | | | | | | | |
| | | 0.20 - 1.50 | M -2 | | | | | | | | 100.0 | 98.3 | 95.1 | 84.4 | |
| 78 + 920 | 79 + 400 | 0.00 - 0.20 | M -1 | 100.0 | 95.3 | 90.3 | 87.3 | 81.8 | 77.5 | 66.8 | 65.3 | 59.2 | 48.6 | | |
| | | 0.20 - 1.50 | M -2 | | | | | | | | 100.0 | 97.5 | 85.3 | | |

Fuente: Memoria descriptiva de la empresa contratista

De la tabla mostrada se aprecia que un promedio del 76.8% del total de la muestra del suelo pasa por la malla #4, afirmando que el porcentaje de finos de la zona es mayor que el porcentaje de gravas.

Tabla 8:

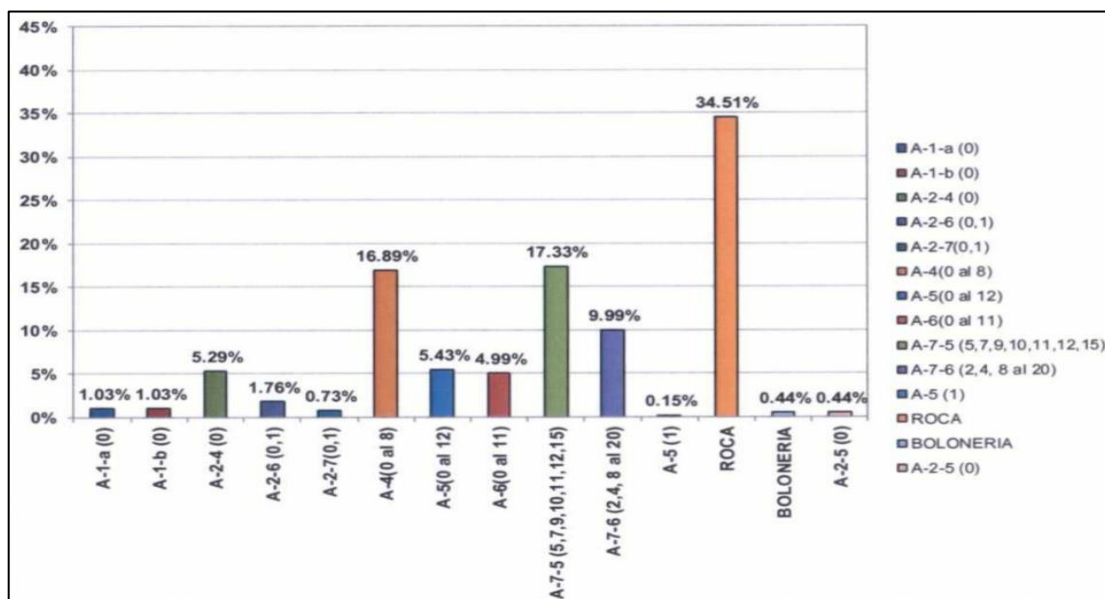
Límite líquido, límite plástico e índice de plasticidad

| Prog Inicio (Km) | Prog Fin (Km) | Long (m) | Prof. (m) | M | L.L | L.P. | I.P |
|---------------------|------------------|-------------|--------------|-----|------|----------|------|
| 71+600 | 71+960 | 150 | 0.00 - 0.20 | M-1 | | DESBROCE | |
| | | | 0.20 - 1.50 | M-2 | 31.0 | 26.0 | 6.0 |
| 71+960 | 72+390 | 150 | 0.00 - 0.20 | M-1 | | DESBROCE | |
| | | | 0.20 - 1.50 | M-2 | 33.0 | 25.0 | 9.0 |
| 72+390 | 72+800 | 150 | 0.00 - 0.20 | M-1 | | DESBROCE | |
| | | | 0.20 - 1.50 | M-2 | 50.0 | 26.0 | 24.0 |
| 72+800 | 73+400 | 150 | 0.00 - 0.20 | M-1 | | DESBROCE | |
| | | | 0.20 - 1.50 | M-2 | 24.0 | 19.0 | 5.0 |
| 73+400 | 73+920 | 150 | 0.00 - 0.20 | M-1 | | DESBROCE | |
| | | | 0.20 - 1.50 | M-2 | 41.0 | 24.0 | 17.0 |
| 73+920 | 74+600 | 150 | 0.00 - 0.20 | M-1 | 25.0 | 16.0 | 8.0 |
| | | | 0.20 - 1.50 | M-2 | 41.0 | 24.0 | 17.0 |

Fuente: Estudio de suelos de la empresa contratista

Tabla 9:

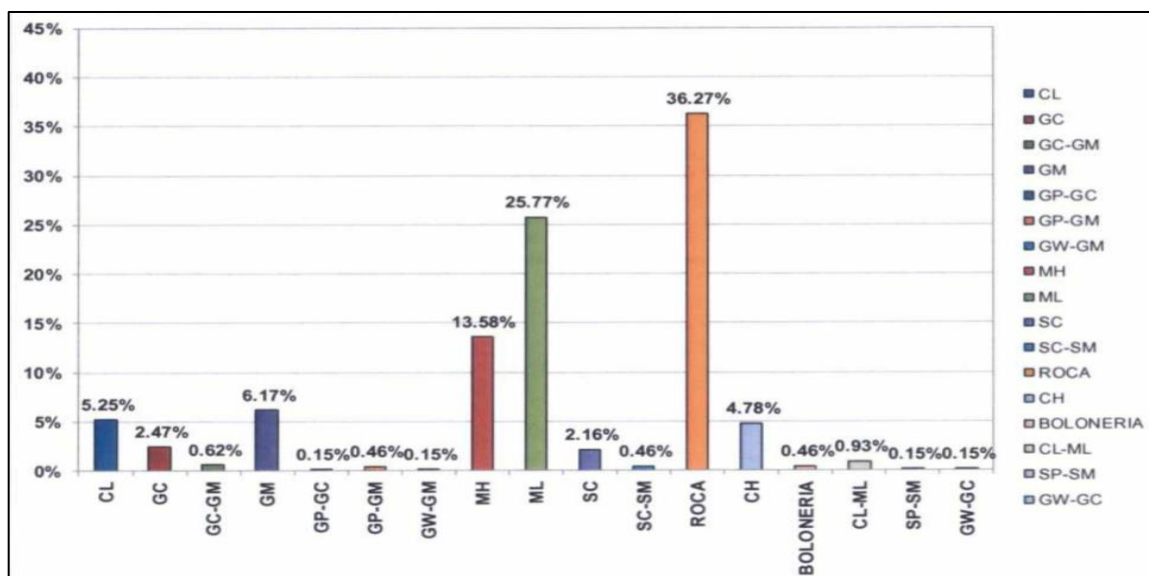
Clásificación de suelos ASSHTO



Fuente: Estudio de suelos de la empresa contratista

Tabla 10:

Clásificación de suelos SUCS



Fuente: Estudio de suelos de la empresa contratista

De las tablas se observa que los tipos de suelo predominantes a lo largo del tramo estudiado es de 35% de roca, según ASSHTO, 17.33 % de suelo A-7-5 (suelos con un IP moderado) y 16.89% de A-4 (suelo limoso no plástico); según SUCS, 25.77 % de ML (Limo de baja plasticidad) y 13.58% de MH (Limo de alta plasticidad). Teniendo en cuenta que la subrasante con tipo de suelo A-4 califican como suelos regulares y los A-7 como malos.

Tabla 11:

Proctor Modificado

| Prog Inicio (Km) | Prog Fin (Km) | Long (m) | Prof. (m) | M | % Humedad | MDS (g/cm ³) | OCH (%) |
|------------------|---------------|----------|-------------|-----|-----------|--------------------------|---------|
| 71+600 | 71+960 | 150 | 0.00 - 0.20 | M-1 | | | |
| | | | 0.20 - 1.50 | M-2 | 26.4 | 1.6 | 22.5 |
| 71+960 | 72+390 | 150 | 0.00 - 0.20 | M-1 | | | |
| | | | 0.20 - 1.50 | M-2 | 15.8 | 1.7 | 19.5 |
| 72+390 | 72+800 | 150 | 0.00 - 0.20 | M-1 | | | |
| | | | 0.20 - 1.50 | M-2 | 13.8 | 1.6 | 17.6 |
| 72+800 | 73+400 | 150 | 0.00 - 0.20 | M-1 | | | |
| | | | 0.20 - 1.50 | M-2 | 22.1 | 1.5 | 27.4 |
| 73+400 | 73+920 | 150 | 0.00 - 0.20 | M-1 | | | |
| | | | 0.20 - 1.50 | M-2 | 1.6 | 24.6 | 5.2 |
| 73+920 | 74+600 | 150 | 0.00 - 0.20 | M-1 | | | |
| | | | 0.20 - 1.50 | M-2 | 28.0 | 1.5 | 27.2 |

Fuente: Estudio de suelos de la empresa contratista

5. Consideraciones de diseño

Tabla 12:

Método de diseño

| METODO DE DISEÑO |
|------------------|
| AASHTO 1993 |

Fuente: Elaboración propia

El diseño del pavimento flexible se ha preparado bajo los parámetros estipulados bajo la norma ASSTHO de 1993.

Tabla 13:

Tipo de pavimento

| TIPO |
|----------|
| Flexible |

Fuente: Elaboración propia

El tipo de pavimento a emplearse es flexible, la metodología de diseño es bajo la guía AASHTO, se considera 4 aspectos importantes:

- Variables de diseño: Periodo de análisis, vida de diseño.
- Criterios de desempeño: Serviciabilidad
- Propiedades estructurales de los materiales:
- Características estructurales del pavimento: Drenaje

6. Análisis de tránsito

El número de repeticiones de ejes equivalentes fueron calculadas a partir del estudio de tráfico efectuado el año 2016 en dos estaciones ubicadas en el ingreso y salida del tramo. El IMD fue calculado a partir del trabajo normal, el tráfico generado y la tasa de crecimiento por tipo vehículo, cuyo resultado se muestra en el siguiente cuadro.

Tabla 14:

Tráfico vehicular

| Año | Km. 71-600 a | Km. 79-400 a | Km. 122-200 a |
|------|--------------|--------------|---------------|
| | Km. 79+400 | Km. 122+200 | km. 143+613) |
| 2018 | 8.50E+04 | 4.80E+04 | 4.30E+04 |
| 2019 | 1.90E+05 | 1.00E+05 | 9.40E+04 |
| 2020 | 2.90E+05 | 1.60E+05 | 1.50E+05 |
| 2021 | 4.00E+05 | 2.30E+05 | 2.10E+05 |
| 2022 | 5.20E+05 | 3.00E+05 | 2.70E+05 |
| 2023 | 6.50E+05 | 3.70E+05 | 3.30E+05 |
| 2024 | 7.90E+05 | 4.40E+05 | 4.00E+05 |
| 2025 | 9.30E+05 | 5.30E+05 | 4.80E+05 |
| 2026 | 1.10E+06 | 6.10E+05 | 5.60E+05 |
| 2027 | 1.20E+06 | 7.00E+05 | 6.40E+05 |
| 2032 | 2.20E+06 | 1.30E+06 | 1.10E+06 |
| 2037 | 3.60E+06 | 2.00E+06 | 1.80E+06 |

Fuente: HOB consultores S.A.

Se aprecia de la tabla, que el número de repeticiones del eje equivalente para el periodo de diseño de 20 años del tramo estudiado es de 3.60E+06

Tabla 15:*Parámetros de confiabilidad*

| Clasificación Funcional | Nivel Recomendado por AAASHTO para carreteras | |
|------------------------------------|---|---------|
| | Urbano | Rural |
| Carretera Interestatal o Autopista | 80-99.9 | 80-99.9 |
| Red Principal o federal | 80-99 | 75-95 |
| Red secundaria o estatal | 80-95 | 75-95 |
| Red rural o local | 50-80 | 50-80 |

Fuente: AASHTO 1993

Este parámetro toma en cuenta las variaciones no esperadas que puedan tener el tráfico y el comportamiento del pavimento, bajo la guía ASSHTO que ha desarrollado parámetros de confiabilidad para los diversos tipos de carretera.

Tabla 16:*Confiabilidad*

| Confiabilidad | ZR |
|---------------|--------|
| 90% | -1.282 |

Fuente: HOB consultores S.A.

En relación a los términos y referencias se utilizó el 90% de confiabilidad.

Tabla 17:*Desviación estándar*

| Desviación estándar |
|---------------------|
| 0.45 |

Fuente: HOB consultores S.A.

La desviación estándar que proyecto la empresa fue de 0.45

Tabla 18:*Servicialidad*

| Índice de Servicialidad Inicial | Índice de Servicialidad Final |
|---------------------------------|-------------------------------|
| PSI INICIAL | 4.0 |
| PSI FINAL | 2.0 |

Fuente: HOB consultores S.A.

Para la construcción de la carretera, la empresa trabajó con un índice de servicialidad inicial de 4, y final de 2, siendo este un factor que relaciona la condición funcional con la condición estructural.

Teniendo en cuenta los 4 factores de datos, el procedimiento de diseño de pavimentos consiste en determinar mediante la fórmula en mención el SN que se requiere para soportar las cargas vidas y las cargas del terreno.

$$\log_{10} W_{t18} = Z_R * S_o + 9.36 * \log_{10}(SN + 1) - 0.20 + \frac{\log_{10} \left[\frac{\Delta PSI}{4.2 - 1.5} \right]}{0.40 + \frac{1094}{(SN + 1)^{5.19}}} + 2.32 * \log_{10} M_R - 8.07$$

Donde:

W^{18} : Número de ejes equivalentes de 8.2t

Z_r : Confiabilidad

S_0 : Serviciabilidad

M_R : Modulo resiliente

SN: Número estructural

Tabla 19:

Número estructural y espesor de capas

| PAVIMENTO ASFALTICO - PERIODO 10 AÑOS | | | | | | |
|---------------------------------------|--------------------|--------|------------------------|--------------------|---------------|----------|
| Sector | Diseño | SN REQ | Carpeta Asfáltica (cm) | Base Granular (cm) | Sub Base (cm) | SN EFECT |
| (km. 71+600 - km. 79+400) | Pavimento Flexible | 2.9 | 7.5 | 15 | 17.5 | 2.95 |

Fuente: HOB consultores S.A.

En la tabla se detalla el número estructural requerido (2.9) y el efectuado en el tramo perteneciente al Km71+600 al Km79+400 (2.95) para un periodo de diseño de 10 años (primera etapa). Asimismo, se muestran los espesores de las capas que componen el pavimento.

6. Reporte de separación de capas granulares y subrasante

Tabla 20:

Datos del proyecto

| | |
|------------------------------|--|
| Nombre del Proyecto: | Evaluación de la aplicación del geotextil no tejido como separación para el pavimento flexible en el distrito de Huancabamba, Piura 2019 |
| Nombre de la Empresa: | Trabajo de investigación |
| Nombre del Diseñador: | Gutierrez Loaiza, Jose Luis Fuentes Luna, Meylin |
| Cargo del Diseñador: | Gutierrez Loaiza, Jose Luis Fuentes Luna, Meylin |
| Distrito | Huancabamba |
| Departamento | Piura |

Fuente: Propia

6.1. Datos de entrada

Tabla 21:

Parámetros para chequeos mecánicos requeridos

| | |
|--|--|
| Factor de Seguridad Global: | 2.0 |
| Factor de Seguridad Parcial: | 2.0 |
| Presión de Inflado: | 690 kPa |
| Diámetro de Partículas de Agregado: | 2.5 pulgadas |
| Tipo de suelo: | Arenas, arenas gravosas, arenas limosas y arenas arcillosas (menos de 50% pasa tamiz #200) |

Fuente: Propia

Tabla 22:*Propiedades hidráulicas requeridas*

| | |
|---------------------------------------|---------------|
| Permeabilidad Suelo Fundación: | 0.000025 cm/s |
| TAA < | 0.6 |

Fuente: Propia**Tabla 23:***Parámetros calculados y resultados*

| | |
|--|-----------|
| Resistencia al Punzonamiento Requerida: | 227,0 N |
| Resistencia al Estallido Requerida: | 1.896,8 N |
| ¿Se revisó criterio de supervivencia?: | SI |
| Factor de Seguridad Global Calculado Geotextil Tejido: | 2,9 |
| Factor de Seguridad Global Calculado Geotextil no Tejido: | 2,3 |

Fuente: Propia**Tabla 24:***Geotextiles recomendados*

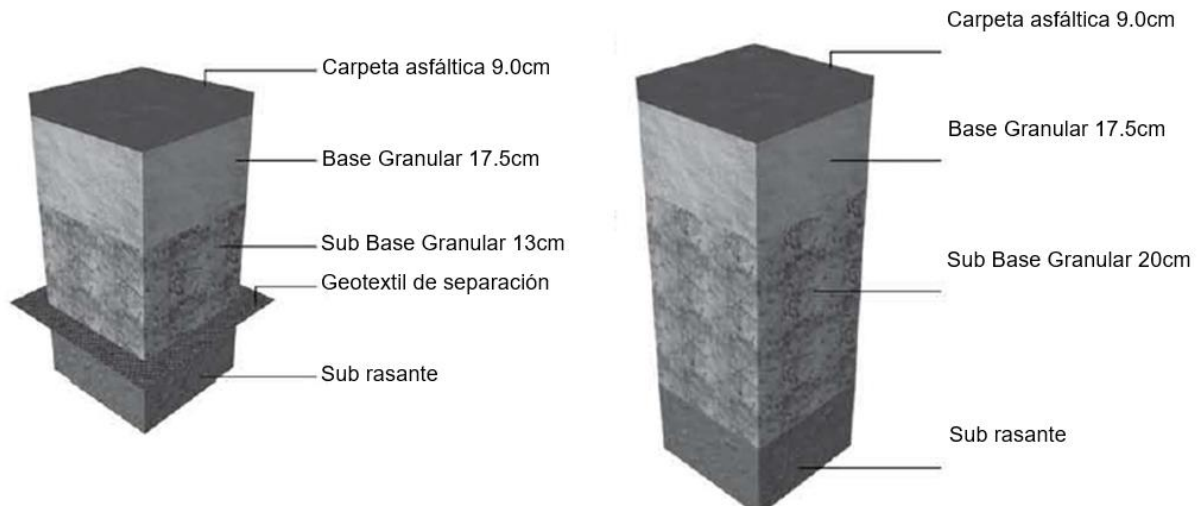
| | |
|-----------------------------|--------|
| Geotextil Tejido: | T2100 |
| Geotextil No Tejido: | NT3000 |

Fuente: Propia

La escogencia final del tipo de geotextil (tejido-no tejido), dependerá de las condiciones de humedad propias del proyecto, posición y fluctuación del nivel freático. Asimismo, los valores de los geosintéticos corresponden a valores mínimos promedio por rollo (VMPR) ó (MARV) por su nombre en inglés. La descripción del geotextil NT3000 corresponde a una nomenclatura utilizada en Colombia, en Perú la empresa PAVCO (Fabricante de este bien), lo registra como geotextil no tejido NW024

Imagen 2:

Gráfica de la reducción de la sub base granular



Fuente: Propia

Tabla 25:

Tablas comparativas de costos de las dos estructuras

| Capas de la estructura de la vía | Unidad | Espesor (m) | Precio Unitario (U\$) | Longitud (m) (km. 71+600 - km. 79+400) | Ancho de la calzada (mt) | Precio Total del tramo (U\$) |
|----------------------------------|----------------|-------------|-----------------------|--|--------------------------|------------------------------|
| Carpeta asfáltica | m ³ | 0.09 | 190 | 7,800.00 | 6.20 | 826 956.00 |
| Base Granular | m ³ | 0.175 | 40 | 7,800.00 | 6.20 | 338 520.00 |
| Sub base granular | m ³ | 0.13 | 32 | 7,800.00 | 6.20 | 201 177.60 |
| Geotextil | m ² | | 0.64 | 7,800.00 | 6.20 | 30 950.40 |
| Total | | | | | | 1 397 604.00 |

| Capas de la estructura de la vía | Unidad | Espesor (m) | Precio Unitario (U\$) | Longitud (m) (km. 71+600 - km. 79+400) | Ancho de la calzada (mt) | Precio por tramo (U\$) |
|----------------------------------|----------------|-------------|-----------------------|--|--------------------------|------------------------|
| Carpeta asfáltica | m ³ | 0.09 | 190 | 4,000.00 | 6.20 | 826 956.00 |
| Base Granular | m ³ | 0.175 | 40 | 4,000.00 | 6.20 | 338 520.00 |
| Sub base granular | m ³ | 0.20 | 32 | 4,000.00 | 6.20 | 309 504.00 |
| Total | | | | | | 1 474 980.00 |

DISCUSIONES

En función a los estudios previos necesarios para el diseño y construcción de los pavimentos, se observa que para el caso del distrito de Huancabamba, al presentar un clima templado – cálido puede apreciarse ciertas temporadas con una precipitación elevada de 76 mm, generando que se deba tener en cuenta la implementación de geotextiles en los drenajes de la carretera. Asimismo, según el estudio de mecánica de suelos efectuada, se observa que gran cantidad del terreno presenta suelos inadecuados para la carretera, como son el caso del tipo A-6 y A-7, por lo que se están efectuando el mejoramiento de estos. Esto es respaldado por Becerril, Antonio y Miranda, Diego (2016) en su título “*Proceso constructivo en una pavimentación flexible en la carretera Barranca Larga, Oaxaca*”, en cuyo resultado se aprecia que el diseño y ejecución de un pavimento flexible, se tiene que basar principalmente en la adaptación de los métodos, y ensayos de laboratorio que sean requeridas, ya que estos contribuirán a la correcta construcción y mantenimiento de estos.

En el resultado de la investigación se observa la importancia de los estudios previos que se deben realizar a la carretera, ya que en función a estos se determinan diversos criterios que se deben tener en cuenta para el correcto diseño y ejecución del pavimento, entre los que se puede mencionar las secciones de la carretera en las que el afirmado tendrá un mayor espesor debido al tipo del suelo, así como el tipo de geotextil más conveniente a emplear como elemento del drenaje

Respecto al diseño del pavimento flexible se ha preparado bajo los parámetros estipulados bajo la norma ASSTHO de 1993. En donde se ha tomado 4 factores importantes para determinar el espesor del pavimento, como son el tráfico de diseño, serviciabilidad, la confiabilidad y la desviación estándar; luego con una fórmula hallamos el número estructural (SN), posterior a ello tenemos, como se detalla en la tabla 18, el espesor de la carpeta asfáltica, base Granular y sub base. Asimismo, se precisa que la aplicación de geotextiles como medio de filtro, en un drenaje conformado por gravas y arenas con una tubería inferior para evacuar el agua captada, es necesario para tener un mejor comportamiento y aumentar la vida útil del pavimento. Esto es respaldado por Torres (2017) con su tesis “Evaluación del estado actual de la pavimentación flexible en la Av. Calmell del Solar y la repercusión de los geotextiles en su recuperación – Huancayo 2016”, que tuvo como resultado que, debido a la condición regular que presenta dicha carretera, la utilización del geotextil logrará reducir un 33.3% la capa de repavimentación, además de disminuir los efectos de las grietas del pavimento predecesor, aumentando su tiempo de vida y mejorando sus características. Una de las razones principales por las que se examinó este trabajo, fue para tener un concepto más claro de los atributos del geotextil dentro de los pavimentos flexibles, tanto para la rehabilitación de un pavimento, como para el diseño de uno nuevo.

En el resultado de la investigación se precisa la importancia de los estudios que se deben efectuar como el estudio de tráfico que es uno de los componentes para determinar el espesor de los pavimentos. Así mismo el periodo de diseño para lo cual se va diseñar la carretera. Se precisa también que la utilización de geotextil en el aspecto constructivo del área de drenaje es importante porque se considera la base de la construcción de la vía, es necesario tener un medio de filtro para evitar la saturación del suelo y como consecuencia la del pavimento.

Respecto al proceso constructivo correspondiente a las obras de arte tenemos como aplicación el uso de tuberías y geotextil no tejido para el sub-drenaje, como medio de filtro, un medio drenante conformado por gravas y arenas y en la parte inferior una tubería para evacuar el agua captada. Las propiedades mecánicas e hidráulicas de ambos materiales son necesarias para evitar la saturación del pavimento y el suelo y posibles colmataciones. Tomando en cuenta que en los meses de febrero y marzo hay constantes lluvias por la ubicación y precipitaciones presentadas en los últimos años. Respaldado por González, Velásquez y Martínez (2015) en su tesis “Aplicación de los geosintéticos en la parte estructural y drenaje de los pavimentos flexibles en carreteras”, como resultado la instalación de geosintéticos desde punto de vista estructural, contribuye con el soporte de las cargas vehiculares del pavimento durante toda su vida útil. A su vez, para que se pueda seleccionar un tipo de geotextil para una obra en específico, se podrá utilizar las especificaciones mínimas que da la norma AASTHO, en función al uso que se le dará, ya sea como refuerzo, separación, reparación, drenado, etc. Con la ayuda de esta tesis se pudo establecer las principales ventajas que presenta un geotextil lo largo de toda su vida útil, enfocado desde diversas perspectivas logrando evitar cualquier posible deterioro anticipado, generando mayor eficacia económica, estructural y funcional.

En el resultado general de la investigación, se precisa que las propiedades hidráulicas y mecánicas del geotextil deben de cumplir con lo mencionado también en el manual de carreteras indicado por el Ministerio de transportes y comunicaciones (MTC). Así mismo las tuberías empleadas deben de contar con la resistencia mecánica suficiente para resistir (sin sufrir deformaciones excesivas ni el colapso).

CONCLUSIONES

En relación a la evaluación realizada respecto a los estudios previos a la construcción de la carretera estudiada, se concluye que fueron esenciales para determinar diversos parámetros relacionados al diseño y construcción de los mismos, resaltando que, en el estudio de suelos se pudo observar las diversas características que presentaban, y las secciones en las que se necesitaban realizar mejoramientos de este.

En relación a la evaluación realizada respecto al diseño de pavimento flexible, se concluye indicando que el método empleado para el diseño es bajo la norma AASTHO 93, que considera diversos factores como el Periodo de análisis, vida de diseño, Criterios de desempeño (Serviciabilidad), propiedades estructurales de los materiales, características estructurales del pavimento, para la determinación y obtención de los resultados como el número estructural, medida de la carpeta asfáltica, medida de la base granular, es decir hemos obtenido los valores respecto al espesor del pavimento a utilizar que es flexible.

En relación a la evaluación del proceso constructivo se observa que, en los tramos evaluados que van desde Dv. Buenos Aires - Dv S.M Faique (Km. 71+600 - Km. 79+400), se ha desarrollado las actividades de obras provisionales e instalaciones provisionales, así como también los trabajos preliminares y movimiento de tierras respectivos. Asimismo, según los parámetros utilizados en el pavimento flexible de Huancabamba, se recomienda la utilización e instalación del geotextil no tejido T2100 dentro de la estructura del pavimento, que logrará una disminución del 35% en el espesor de la capa de sub base granular, equivalente a 7 cm, originándose un ahorro de 77 376 dólares.

BIBLIOGRAFÍA

BECERRIL, Antonio y Miranda, Diego. Procedimiento constructivo de pavimentos flexibles en la carretera: Barranca Larga en el estado de Oaxaca. Tesis (Título de Ingeniería Civil). México: Universidad Nacional Autónoma de México, Facultad de Ingeniería, Escuela de ingeniería, 2016, 123 pp.

DIAZ, Jony, Escobar, Velasquez y Olivo, Eduardo. Aplicación de los geosintéticos en la Estructura de los pavimentos y en obras de drenaje para carreteras. Tesis (Título de Ingeniería Civil). San Salvador: Universidad de San Salvador, Facultad de Ingeniería y arquitectura, 2015. 459 pp.

HERNÁNDEZ, Roberto, Fernández, Carlos y Baptista Pilar. Metodología de la investigación. 5ta edición, México D.F.: Interamericana editores, S.A., 2010.

ISBN: 9786071502919

KATIYAR, Indira. Análisis del desempeño de geosintéticos como sistemas intercapa en pavimentos flexibles. Tesis (Título de Ingeniería Civil). Costa Rica: Universidad de Costa Rica, Facultad de Ingeniería, Escuela de ingeniería, 2018, 186 pp.

LERMA Gonzáles, Hector. Metodología de la investigación: Propuesta, Anteproyecto y Proyecto. 4ta edición, Bogotá: Ecoe ediciones, 2009.

ISBN: 9789586486026

MINAYA Silene y Ordoñez, Abel. Diseño moderno de pavimentos asfálticos. 2da edición, Lima: Universidad Nacional de Ingeniería, 2006. 487 pp.

MINISTERIO de Transporte y Comunicaciones (Perú). “Manual de carreteras: suelos, geología, geotecnia y pavimentos (sección suelos y pavimentos)”. Lima: Macro EIRL, 2015. 320 pp.

ISBN: 9786123042516

REVISTA Perú construye [en línea]. Lima: Ediciones Perú Construye, 2018 [fecha de consulta: 8 de abril de 2018].

Disponible en: <http://www.peruconstruye.net/pavimentos-soluciones-flexibles-y-rigidas//>

ORREGO, Daniel. Análisis técnico-económico del uso de geomallas como refuerzo de bases granulares en pavimentos flexibles. Tesis (Título de Ingeniería Civil). Lima: Pontificia Universidad Católica del Perú, Facultad de Ciencias e Ingeniería, 2015. 81 pp.

SICHA, Gino. Diseño con geosintéticos para la función de separación, filtración y refuerzo en pavimentos flexibles. Tesis (Título de Ingeniería Civil). Lima: Pontificia Universidad Católica del Perú, Facultad de Ciencias e Ingeniería, 2018. 114 pp.

TORRES, Juscel. Evaluación de la condición actual del pavimento flexible de la Av. Calmell del Solar e incidencia del geotextil no tejido en su rehabilitación como alternativa de solución – Huancayo 2016. Tesis (Título de Ingeniería Civil). Huancayo: Universidad Peruana los Andes, Facultad de Ingeniería, Escuela profesional de Ingeniería Civil, 2016. 172 pp.

KATIYAR, Indira. Análisis del desempeño de geosintéticos como sistemas intercapa en pavimentos flexibles. Tesis (Título de Ingeniería Civil). Costa Rica: Universidad de Costa Rica, Facultad de Ingeniería, Escuela de ingeniería, 2018, 186 pp.

Título: Manual de carreteras

Autor: Ing. Luis Bañón Blázquez

OTZEN, T. & MANTEROLA C. Técnicas de muestreo sobre una población a estudio. Int. J. Morphol., 35(1):227-232, 2017

ANEXO 1

Especificación internacional de Geotextil PAVCO NW024

Es un Geotextil No Tejido de Polipropileno, conformado por un sistema de fibras, punzonado por agujas. Este Geotextil se produce en una de las plantas de Geosistemas PAVCO S.A., bajo un Sistema de Gestión de Calidad. Es altamente resistente a la degradación biológica y química, que normalmente se encuentra en los suelos. Los valores de las propiedades que aparecen en esta especificación¹ son obtenidos en el Laboratorio de Control de Calidad de Geotextiles de Geosistemas PAVCO S.A..

| | PROPIEDADES | NORMA | UNIDAD | VALOR TIPICO ² |
|--------------------|---|-------------|----------------------|---------------------------|
| MECANICAS | Método Grab Resistencia a la Tensión Elongación | ASTM D 4632 | N (lb) % | 735 (166) > 50 |
| | Método Tira Ancha Sentido Longitudinal Elongación | ASTM D 4595 | kN/m % | 13 > 50 |
| | Sentido Transversal Elongación | ASTM D 4595 | kN/m % | 12 > 50 |
| | Resistencia al Punzonamiento | ASTM D 4833 | N (lb) | 420 (95) |
| | Resistencia al Punzonamiento CBR | ASTM D 6241 | kN | 1.9 |
| | Resistencia al Rasgado Trapezoidal | ASTM D 4533 | N (lb) | 265 (60) |
| | Método Mullen Burst Resistencia al Estallido | ASTM D 3786 | Kpa (psi) | 2155 (312) |
| HIDRAULICAS | Tamaño de Abertura Aparente | ASTM D 4751 | mm (No Tamiz) | 0.15 (100) |
| | Permeabilidad | ASTM D 4491 | cm/s | 0.32 |
| | Permitividad | ASTM D 4491 | s ⁻¹ | 1.9 |
| | Tasa de flujo | ASTM D 4491 | L/min/m ² | 5366 |
| FISICAS | Resistencia UV (% retenido @ 500 hr) | ASTM D 4355 | % | > 70 |
| | Rollo Ancho | Medido | m | 4 |
| | Rollo Largo | Medido | m | 140 |
| | Rollo Area | Calculado | m ² | 560 |

ANEXO 2

Procedimiento para la obtención del tipo de Geotextil a emplear según software Geosoft

SEPARACIÓN DE CAPAS GRANULARES Y SUBRASANTE

Geosoft® PAVCO

PARÁMETROS DE DISEÑO

Factor de seguridad global: 2.0 Factor de seguridad parcial: 2.0

Presión de inflado p': 690,0 kPa Diámetro máximo partículas de agregados (en pulgadas): 2.5

CRITERIOS MECÁNICOS

Resistencia al Estallido (Mullen Burst) requerida [kPa]: 1.896,8

Resistencia al Punzonamiento [N]: 227,0

Resistencia a la Tensión (Grab): $FS_g = \frac{T_{unt}}{FS_p \times p' \times 10^{-3} (0.33d_p)^2 \times (f(e))}$ $FS > 1$

Se verifica a través del cumplimiento de:

TIPO DE SUELO DE SUBRASANTE

Arenas, arenas gravosas, arenas limosas y arenas arcillosas (menos del 50%, pasa tamiz #200)

Suelos arenosos mal gradados

Suelos finos (mas del 50%, pasa tamiz #200)

SEPARACIÓN DE CAPAS GRANULARES Y SUBRASANTE

Geosoft® PAVCO

CRITERIO DE RETENCIÓN

Por Curva Granulométrica Usar criterio recomendado

Parámetros de la Curva Granulométrica TAA < 0.6 mm

D₁₀ [mm]: 0,0 Definir criterio propio

D₆₀ [mm]: 0,0 TAA < 0,6

D₈₅ [mm]: 0,0

CRITERIO DE PERMEABILIDAD

Permeabilidad del suelo de subrasante k(cm/s): 0.000025

CRITERIO DE SUPERVIVENCIA

Desea revisar Criterios de Supervivencia (AASHTO M288-05 / Artículo 231-07 Normas INVIAS)? SI NO

GEOTEXILES PROPUESTOS

| | Geotextil Tejido T2100 | Geotextil No Tejido NT3000 |
|-----------------------------------|------------------------|----------------------------|
| Criterios Mecánicos | Cumple! | Cumple! |
| Factor de Seguridad Global (GRAB) | Cumple! | Cumple! |
| Criterio de Retención | Cumple! | Cumple! |
| Criterio de Permeabilidad | Cumple! | Cumple! |

Geosoft Pavco v3.0

SEPARACIÓN DE CAPAS GRANULARES Y SUBRASANTE



CAPAS GRANULARES

Geotextil tejido T2100 o no tejido NT3000

SUBRASANTE

GENERAR REPORTE