



UNIVERSIDAD CÉSAR VALLEJO

FACULTAD DE INGENIERIA Y ARQUITECTURA

ESCUELA PROFESIONAL DE INGENIERIA CIVIL

**Diseño estructural del pavimento flexible de la Av. Los Geranios del
AA.HH. Consuelo de Velasco. Distrito Veintiséis de Octubre-Piura.
2020.**

TESIS PARA OBTENER EL TITULO DE INGENIERA CIVIL

AUTORA:

García García, Leonila Grimaldina (ORCID: 0000-0001-5747-925X)

ASESORA:

Mg. Saldarriaga Castillo, María del Rosario (ORCID: 0000-0002-0566-6827)

LINEA DE INVESTIGACION:

Diseño de infraestructura vial

PIURA-PERU

2020

DEDICATORIA

A Dios por haberme dado la vida, guiarme y acompañarme

A mis padres por el amor y apoyo incondicional para cumplir cada una de mis metas, a mi hija y hermanos que son mi motivación para ser cada día mejor, a mi esposo por su amor y paciencia.

A mis abuelitos que cada uno estuvo de cerca en mi formación siempre con amor y sabios consejos y aunque ahora ya no están dejaron huella en mi corazón y a la que aún está conmigo por su dedicación y amor.

AGRADECIMIENTO

A Dios, por darme sabiduría, fortaleza y permitirme haber llegado a este momento de mi vida.

A mis padres por ser el cimiento en mi formación como persona y profesional, a toda mi familia por su apoyo incondicional por último a la universidad cesar vallejo y asesor por mi formación profesional.

Contenido	
DEDICATORIA	2
AGRADECIMIENTO	3
I. INTRODUCCION	7
II. MARCO TEORICO	9
III. METODOLOGIA	15
3.1 Tipo y diseño de investigación.	15
3.2 Variables y operacionalización.	16
3.3 Población, muestra y muestreo.	16
IV. RESULTADOS	19
Imagen 01. Contenido de humedad optima (%)	19
Figura 02. Densidad máxima seca	20
Figura 03. Densidad Máxima seca al 95 %	20
Figura 04. Contenido de arena	21
Figura 05. Contenido de Finos	21
Figura 07. California Bearing Ratio (CBR).....	22
V. DISCUSIÓN	35
VII. RECOMENDACIONES.....	37

RESUMEN

Este trabajo de investigación tuvo como objetivo principal diseñar la estructura del pavimento flexible de la avenida antes mencionada mediante la metodología de AASHTO 93. En su metodología utilizó un tipo de investigación aplicada, de diseño no experimental-transversal de nivel descriptivo y enfoque cuantitativo; siendo su población la Av. Los Geranios que consta de 1.5 km y su muestra no probabilística a conveniencia ya que la muestra fue igual a la población, en las técnicas utilizadas estuvo presente la observación y como instrumentos las fichas de información o registro. El resultado general fue que el suelo es de tipo arena pobremente graduada, obteniendo un CBR de 16.640 %, concluyendo que el espesor del pavimento flexible de la Av. Los Geranios del A.H consuelo de Velasco será: carpeta asfáltica de 5 cm, sub base de 30 cm y finalmente una base granular de 30 cm, teniendo un espesor total de 65cm.

Palabras claves: Pavimento, servicialidad, CBR, AASHTO, Modulo de resiliencia

ABSTRAC

The main objective of this research work was to design the structure of the flexible pavement of the aforementioned avenue using the AASHTO 93 methodology. In its methodology I use a type of applied research, of a non-experimental-transversal design of a descriptive level and a quantitative approach; its population being Av. Los Geranios which consists of 1.5 km and its non-probabilistic sample at convenience since the sample was equal to the population, observation was present in the techniques used and the information or record sheets as instruments. The general result was that the soil is poorly graded sand type, obtaining a CBR of 16,640%, concluding that the thickness of the flexible pavement of Av. Los Geranios del AH Consuelo de Velasco will be: 5 cm asphalt layer, sub-base of 30 cm and finally a granular base of 30 cm, having a total thickness of 65 cm.

Keywords: Pavement, serviceability, California Bearing Ratio (CBR), AASHTO, Resilience module.

I. INTRODUCCION

La red de carreteras es un elemento fundamental para el desarrollo de una población. Las vías romanas se consideran como el inicio de la construcción de éstas las cuales fueron pavimentadas con una capa de pequeñas piedras para así mejorar la trazabilidad y reducir el tiempo de viaje, es aquí donde nace la necesidad de obtener pavimento mucho más mejorado y duradero, empleando nuevas metodologías de diseño buscando así contribuir a mejorar la calidad de vida y desarrollo de la población.

El mal estado de las vías en nuestra región es un problema latente esto genera incomodidades para trasladarse, caos vehicular, inhalación de partículas de polvo y prolongación de la duración del viaje, esto debido a muchos factores desde un mal diseño o inadecuado mantenimiento de las vías este problema se agrava en la avenida Geranios ya que es el principal acceso al centro de salud Consuelo Velazco el cual atiende a 36 mil habitantes de diferentes asentamientos humanos del distrito de 26 de octubre además de ello este centro de salud cuenta con camas de internamiento; dicha avenida solo cuenta con dos cuadras pavimentadas y en mal estado por lo que dificulta el acceso al centro de salud .

A diario gran cantidad de personas especialmente gestantes y madres con niños recién nacidos tienen que lidiar con el caos vehicular, polvo y precios elevados del pasaje teniendo en cuenta que provienen de familias con bajos recursos económicos, a medida que va pasando el tiempo va aumentando la cantidad de usuarios y a la vez empeorando la situación de esta avenida sin embargo hasta el día de hoy no hay ningún proyecto para mejorarla es por eso que mediante el Diseño estructural del pavimento flexible para la Av. Los Geranios del AA.HH. Consuelo de Velasco. Distrito Veintiséis de Octubre-Piura se pretende entregar una propuesta que más adelante pueda ser ejecutada por el gobierno local y así mejorar la transitabilidad de esta avenida ya que el pavimento flexible se caracteriza por ser económico además facilita el tránsito, rápido seguro y confortable que con un correcto mantenimiento funcionaria muy bien esta calle ya que sus usuarios son vehículos menores y no de gran carga.

Al no haber un diseño estructural para esta vía según lo observado el problema general es: ¿Cuál será el diseño estructural del pavimento flexible para la Av. Geranios AA. HH

Consuelo de Velasco? Distrito Veintiséis de Octubre-Piura. 2020? y los problemas específicos ¿Cuáles serán las propiedades físicas y mecánicas para el diseño estructural del pavimento flexible en la Av. Geranios AA. HH Consuelo de Velasco Distrito Veintiséis de Octubre-Piura,2020?; ¿Cuál es el resultado del estudio de transitabilidad el diseño de pavimento flexible en la Av. Geranios AA. HH Consuelo Velasco Piura-Piura, 2020? y ¿Cuál es el espesor del paquete estructural del pavimento flexible de la Av. Geranios AA. HH Consuelo de Velasco, Distrito Veintiséis de Octubre, Piura año ,2020?

El objetivo general de este proyecto de investigación es: Elaborar el diseño estructural del pavimento flexible en la Av. Geranios AA. HH Consuelo de Velasco. Distrito Veintiséis de Octubre-Piura. 2020. Así también como objetivos específicos se estudiarán: Establecer las propiedades físicas y mecánicas para el diseño estructural del pavimento flexible en la Av. Geranios AA. HH Consuelo de Velasco. Distrito Veintiséis de Octubre-Piura. 2020; Conocer el resultado del estudio de transitabilidad para diseño de pavimento flexible en la Av. Geranios A.H Consuelo Velasco Piura-Piura, 2020 y determinar el espesor del paquete estructural del pavimento flexible de la Av. Geranios AA. HH Consuelo de Velasco, Distrito Veintiséis de Octubre, Piura año 2020.

II. MARCO TEORICO

En el proceso de búsqueda de información respecto a trabajos previos a nivel internacional tenemos:

(LOZA, 2016). En su tesis que lleva por título Diseño del Pavimento Flexible Avenida Rynaldo Vásquez Sempértegui ciudad de Oruro"- Bolivia, Teniendo como objetivo general "diseñar el Pavimento Flexible de la Av. Rynaldo Vásquez Sempértegui de la ciudad de Oruro, de acorde a las características de tránsito vehicular que existen en dicha avenida, garantizando la integridad y seguridad, de los peatones y usuarios, reduciendo al mínimo los riesgos de accidentes. Siendo una investigación de diseño no experimental tipo descriptivo de enfoque cuantitativo de corte transeccional. Finalmente se concluyó esta investigación que el flujo vehicular en la Av. es de consideración esto debido que las zonas que conecta son de suma importancia, el índice de tráfico vehicular diario (I.D.T.) igual a 1356 (Veh. /día) correspondientes en número de ejes equivalentes de 18 kips. (80 kN.) o No de ESALs = 1460915. También concluyo indicando, que dentro el diseño del Pavimento Flexible, siguiendo la metodología AASHTO – 93, propuesto para la Av. Rynaldo Vásquez Sempértegui, se obtuvo la siguiente estructura: Concreto asfáltico = 5.00 cm. Capa base granular = 15.00 cm. Capa sub–base granular 20.00 cm. Paquete Estructural = 40.00 cm. y cuyo costo Total = \$. 323693.28.

(FONTALBA, 2015). En su tesis titulada "Diseño de un pavimento alternativo para la avenida circunvalación sector guacamayo1°etapa". – Chile. La cual tuvo como objetivo principal "Proyectar la construcción de un pavimento flexible en la Avenida Circunvalación Sector Guacamayo 1°Etapa en función de las solicitudes del tráfico". Siendo de diseño experimental para lo que se consideró 3 etapas: Recopilación de datos, Base teórica, diseño, análisis de resultados y conclusiones siendo la principal que la calidad del suelo es óptima presentando CBRs mayores al CBR de diseño. El sector que presenta humedad el suelo debe ser tratado antes de iniciar la preparación de la subrasante y posterior pavimentación.

(SALAMANCA, 2014) en su tesis titulada "Diseño de la estructura de pavimento flexible por medio de los métodos invias, AASHTO 93 E instituto del asfalto para la vía La YE– Santa Lucia Barranca Lebrija entre las abscisas K19+250 A K25+750 ubicada en el departamento

del CESAR”– Colombia,”. Teniendo como objetivo principal Diseñar las estructuras de pavimento flexible por medio de los métodos INVIAS para medios y altos volúmenes de tránsito, AASHTO 93 e Instituto del Asfalto para la vía La Ye - Santa Lucia – Barranca Lebrija entre las abscisas K19+250 A K25+750 ubicada en el Departamento del Cesar. Llegando a las siguientes conclusiones: La capacidad portante de la subrasante dos condiciones, unos suelos con CBR menor a 3% con potencial de hinchamiento alto y marginal que se encuentran en los Tramos homogéneos 1,3 y 5 y otra con CBR Metodo 1 al 95% de la densidad máxima mayor a 6% que corresponden a los sectores 2 y 4.

(CHÁVEZ, 2012). En su tesis “Diseño de los pavimentos de la carretera de acceso al Nuevo Puerto de Yurimaguas (KM 1+000 A 2+000)”. Tuvo por objetivo diseñar el pavimento del tramo comprendido entre el km 1+000 y 2+000 de la carretera de acceso al Nuevo Puerto de Yurimaguas. Se diseñará dicho pavimento considerando dos tipos: flexible y rígido. El pavimento flexible se diseñará siguiendo la metodología de la American Association of State Highway and Transportation Officials (AASHTO) y la del Instituto del Asfalto (IA) luego se procederá a comparar resultados y escoger la mejor opción. Llegando a la conclusión que el número de ejes equivalentes (ESAL) fue de 12.00E+06 para el pavimento flexible y 15.19E+06 para el pavimento rígido.

PEREZ (2017). Universidad cesar vallejo, En su tesis titulada” diseño de pavimento flexible para mejorar la transitabilidad vehicular y peatonal en el AA.HH Ampliación Tupac Amaru, distrito de Chiclayo, provincia Chiclayo, región Lambayeque 2017” tuvo como objetivo general “Elaborar el Diseño del Pavimento Flexible, para mejorar la transitabilidad vehicular y peatonal del AA.HH. Ampliación Túpac Amaru” teniendo por conclusión que los materiales existentes en el área de estudio, presentan un valor CBR promedio de 10.00% al 95% del Proctor Modificado respectivamente , lo cual según la Clasificación General indica como una subrasante regular.

(CORONADO, 2017). Universidad cesar vallejo. En su tesis titulada “Diseño estructural del pavimento flexible entre la avenida 09 de octubre hasta la salida del Asentamiento Humano Jesús María-Distrito De Parimas–Talara– Piura, 2017” es tipo aplicada de campo y laboratorio ya que recogió información de manera independiente, siendo su objetivo general diseñar la estructura del pavimento flexible entre la avenida 09 de octubre hasta la salida del Asentamiento humano Jesús maría, distrito de Pariñas – Talara –Piura, 2017” acuerdo a la Metodología AASHTO 93 se determinó el diseño estructural del pavimento

flexible para la carretera entre la Avenida 09 de octubre hasta la salida del Asentamiento Humano Jesus María, se determinó un espesor de carpeta asfáltica de 4 pulg. = 0.10 m., una capa de base granular de 6 pulg. = 0.15 m. y finalmente una capa de subbase granular de 6 pulg. = 0.15 m. acumulando un espesor total de 0.40 metros. Realizándose con la estabilización por sustitución del terreno de fundación debido a que el CBR era menor que el 6%.

Después de la revisión de literatura se encontró las siguientes teorías relacionadas: Desde la aparición del pavimento, diversos investigadores han ido contribuyendo para obtener mejores diseños, los métodos de diseño de pavimentos se basan en la premisa de que un pavimento puede ser modelado como una estructura multicapa elástica o viscoelástica sobre una cimentación elástica o viscoelástica, es esta suposición la que hace posible calcular las tensiones y deformaciones producidas por las cargas de tráfico y por los efectos del clima. (MTC, 2014 pág. 6).

El pavimento es una estructura multicapas construida sobre la subrasante del camino con la función de resistir y distribuir esfuerzos originados por los vehículos y mejorar las condiciones de seguridad y comodidad para el tránsito (MTC, 2014 pág. 10).

Mientras que en el artículo científico REYES (2004) nos dice los pavimentos son estructuras constituidas por un conjunto de capas superpuestas, que se diseñan y construyen para soportar los esfuerzos y deformaciones generadas por las cargas del flujo vehicular.

Sin embargo, (ING. SAMUEL MORA, 2017 pág. 1). Nos dice que: El pavimento flexible puede ser una estructura simple o compuesta de varias capas, para fines de circulación de personas animales y vehículos.

En el artículo científico que el pavimento debe ser diseñado para resistir carga impuestas sin que se le generen deformaciones ya que los pavimentos flexibles soportan cargas en cada una de sus capas.

(GONZALO M 2007 PEDRO A) Los pavimentos flexibles son aquellos que constan de una base semi rígida y sobre ella va una capa de rodamiento a base de mezcla bituminosa derivada del petróleo.

(MTC, 2014 pág. 21). Identificar y determinar las características del suelo es el punto de partida y base más importante para obtener un buen diseño; De las calicatas o pozos exploratorios se obtendrán muestras para los diferentes ensayos.

(MTC, 2014 pág. 45). Se precisa que el suelo cuenta con una característica muy importante que es la humedad; ya que esta condición está directamente relacionada con la resistencia del suelo de la subrasante, al determinar la humedad natural del suelo se conseguirá compararla con la humedad óptima arrojada por los ensayos de Proctor para obtener el California Bearing Ratio (CBR) del suelo.

(MTC, 2014 pág. 30). Granulometría representa la distribución de tamaños del agregado al ser tamizado según las especificaciones técnicas, el análisis granulométrico tiene por objetivo determinar la clasificación y clasificación de sus elementos que lo constituyen según su tamaño.

Mientras que en el artículo científico explica la granulometría como la principal característica física del conjunto de partículas, la tiene una gran influencia en la resistencia mecánica.

(CORONADO, 2017). Universidad cesar vallejo. En su tesis titulada “Diseño estructural del pavimento flexible entre la avenida 09 de octubre hasta la salida del Asentamiento Humano Jesús María-Distrito De Parimas–Talara– Piura, 2017” es tipo aplicada de campo y laboratorio ya que pretende recoger información de manera independiente, su objetivo principal “Diseñar la estructura del pavimento flexible entre la avenida 09 de octubre hasta la salida del Asentamiento humano Jesús maría, distrito de Pariñas – Talara –Piura, 2017” llegando a la siguiente conclusión “De acuerdo a la Metodología AASHTO 93 se determinó el diseño estructural del pavimento flexible para la carretera entre la Avenida 09 de octubre hasta la salida del Asentamiento Humano Jesus María, obteniendo un espesor de carpeta asfáltica de 4 pulg. = 0.10 m., unacapa de base granular de 6 pulg. = 0.15 m. y finalmente una capa de subbase granular de 6 pulg. = 0.15 m. acumulando un espesor total de 0.40 metros. Realizándose con la estabilización por sustitución del terreno de fundación.

Después de la revisión de literatura se encontró las siguientes teorías relacionadas: Desde la aparición del pavimento, diversos investigadores han ido contribuyendo para obtener mejores diseños, los métodos de diseño de pavimentos se basan en la premisa de que un pavimento puede ser modelado como una estructura multicapa elástica o viscoelástica sobre una cimentación elástica o viscoelástica, es esta suposición la que hace posible calcular las tensiones y deformaciones producidas por las cargas de tráfico y por los efectos del clima. (MTC, 2014 pág. 6).

“El pavimento es una estructura de varias capas construida sobre la subrasante del camino para resistir y distribuir esfuerzos originados por los vehículos y mejorar las condiciones de seguridad y comodidad para el tránsito” (MTC, 2014 pág. 10).

Mientras que en el artículo científico REYES (2004) nos dice "Los pavimentos son estructuras constituidas por un conjunto de capas superpuestas, las cuales se diseñan y construyen para soportar los esfuerzos y deformaciones que les generan las cargas del flujo vehicular"

Sin embargo, (ING. SAMUEL MORA, 2017 pág. 1). Nos dice que: El pavimento flexible puede ser una estructura simple o compuesta de varias capas, para fines de circulación de personas animales y vehículos.

En el artículo científico que el pavimento debe ser diseñado para resistir carga impuestas sin que se le generen deformaciones ya que los pavimentos flexibles soportan cargas en cada una de sus capas.

(GONZALO M 2007 PEDRO A) Los pavimentos flexibles son aquellos que constan de una base semi rígida y sobre ella va una capa de rodamiento a base de mezcla bituminosa derivada del petróleo.

(MTC, 2014 pág. 21). Identificar y determinar las características del suelo es el punto de partida y base más importante para obtener un buen diseño; De las calicatas o pozos exploratorios se obtendrán muestras para los diferentes ensayos.

(MTC, 2014 pág. 45). Se precisa que el suelo cuenta con una característica muy importante que es la humedad; ya que esta condición está directamente relacionada con la resistencia del suelo de la subrasante, al determinar la humedad natural del suelo se conseguirá compararla con la humedad optima arrojada por los ensayos de Proctor para obtener el California Bearing Ratio (CBR) del suelo.

(MTC, 2014 pág. 30). Granulometría representa la distribución de tamaños del agregado al ser tamizado según las especificaciones técnicas, el análisis granulométrico tiene por objetivo determinar la clasificación y clasificación de sus elementos que lo constituyen según su tamaño.

Mientras que en el artículo científico explica la granulometría como la principal característica física del conjunto de partículas, la tiene una gran influencia en la resistencia mecánica.

(MTC, 2014 pág. 42). Mediante los "Límites de Atterberg se define los límites correspondientes a los tres estados de consistencia según su humedad la cual puede presentarse un suelo: líquido, plástico o sólido.

(MTC, 2014 pág. 31). La propiedad de estabilidad que tiene un suelo hasta cierto límite sin desintegrarse, por lo que la plasticidad de un suelo depende exclusivamente de sus elementos finos.

Clasificación de los suelos determina las características de los suelos, lo que permite valorar aproximadamente el comportamiento del suelo, esta valoración se llevara a cabo según lo especificado en este manual (MTC, 2014 pág. 33)

(MTC, 2014 pág. 35). Ensayo CBR esto se lleva a cabo después de la clasificación de suelo mediante la metodología AASHTO y para la obtención de dicho valor se considerará 6 sectores con menos valores de CBR por tipo de suelo.

(MTC, 2014 pág. 131) Periodo de diseño dependerá del volumen de tránsito, pudiéndose ajustar según las condiciones específicas del proyecto.

La ecuación básica para la estructura de un pavimento flexible

$$\log W_{18} = z_R(s_0) + 9.36 \log(SN + 1) - 0.20 + \frac{\log\left(\frac{\Delta PSI}{4.2 - 1.5}\right)}{0.42 + \frac{1094}{(SN + 1)^{15.19}}} + 2.32 \log Mr - 8.007$$

"W -18: es el Número Acumulado de Ejes Simples Equivalentes a 18000 lb (80 kN) para el periodo de diseño, corresponde al Número de Repeticiones de EE de 8.2t; el cual se establece con base en la información del estudio de tráfico".

Módulo de Resiliencia (Mr): "Es una medida de la rigidez del suelo de subrasante, se determina mediante el ensayo de resiliencia según AASHTO.

Confiabilidad: Representa la probabilidad de que una estructura se compórtate, de acuerdo a lo previsto durante su período de diseño.

Coeficiente estadístico de desviación estándar normal (Zr): representa el valor de la confiabilidad seleccionada, para un conjunto de datos.

Desviación estándar combinada (So): "valor que toma en cuenta la variabilidad esperada de la predicción del tránsito" según AASHTO es recomendable para los pavimentos flexibles valores entre 0.40y 0.50 mientras que el manual MTC adopta 0.45.

Índice de servicialidad presente (PSI): Se denomina a la comodidad ofrecida al transeúnte.

Numero estructural propuesto (SNR): se aplica la ecuación de diseño de AASHTO con los datos obtenidos como resultado tendremos el Numero Estructural que vendrá ser el espesor total del pavimento el cual se transformará por capa usando la siguiente ecuación:

$$SN = a1 \times d1 + a2 \times m2 \times d2 + a3 \times m3 \times d3$$

Donde:

a1, a2, a3 = coeficientes estructurales de las capas: superficial, base y subbase, respectivamente.

d1, d2, d3 = espesores (en pulgadas) de las capas: superficial, base y subbase, respectivamente.

m2, m3 = coeficientes de drenaje para las capas de base y subbase, respectivamente.

III. METODOLOGIA

3.1 Tipo y diseño de investigación.

Tipo

"Busca conocer, actuar, construir y modificar una realidad problemática está más interesada en la aplicación inmediata sobre una problemática antes que el desarrollo de un conocimiento de valor universal" (BORJA, 2012, p. 10).

La presente investigación de tipo aplicada ya se procedió a la recolección y análisis de datos para finalmente dar solución al problema.

Diseño

El término diseño se refiere a un plan o estrategia para obtener la información que se desea con la finalidad de responder al planteamiento del problema (Sampieri, 2014, p. 128).

Esta investigación es de diseño no experimental debido a que no se realizará manipulación total ni parcial de las variables debido ya que se mantendrán en su estado natural.

Nivel

Nivel descriptivo se recolectan datos se estudian y analizar para obtener resultados significativos que puedan contribuir al conocimiento. (Tamayo,2016, p.136)

Este trabajo también fue de nivel descriptivo ya que la variable no se manipula finalmente se obtuvo un diseño tal cual arrojaron los datos.

Enfoque

El enfoque cuantitativo es proceso inductivo debido a que en la recolección de datos se establece relación entre los investigadores. (Sampieri, 2014, p. 30<DZ).

Así también este trabajo tuvo un enfoque cuantitativo ya que se recolecto datos y se procedió al análisis documentario.

3.2 Variables y operacionalización. Ver anexo 01

- Diseño estructural de un pavimento flexible.

3.3 Población, muestra y muestreo.

Población:

“se denomina población o Universo al conjunto de elementos o sujetos que serán motivo de estudio” (BORJA, 2012, p. 30).

En tal caso la población viene a ser todas las calles del Asentamiento Humano Consuelo Velasco Av. Los Geranios que consta de 1.5 km.

Muestra:

“Muestra es un subgrupo de la población de interés sobre el cual se recolectarán datos, y que tiene que definirse y delimitarse de antemano con precisión, además de que debe ser representativo de la población”. (SAMPIERI, 2014, p. 173).

La muestra de esta investigación fue no probabilística y por conveniencia ya que fue igual a la población Av. Los Geranios que consta de 1.5 km.

Tabla 01. Técnicas e instrumentos

OBJETIVOS	POBLACION	MUESTRA	TECNICA	INSTRUMENTO
Establecer las propiedades físicas y mecánicas para el diseño estructural del pavimento flexible en la mejorará del tránsito en la Av. Geranios AA. HH Consuelo de Velasco. Distrito Veintiséis de Octubre-Piura. 2020	Av. Los Geranios	Av. Los Geranios	Observación y exploración de campo.	Estudio de suelo.
Conocer el resultado del estudio de transitabilidad el diseño de pavimento flexible en la Av. Geranios A.H Consuelo Velasco Piura-Piura, 2020	Av. Los Geranios	Av. Los Geranios	Observación	Ficha IMD del MTC
Determinar el espesor del paquete estructural del pavimento flexible de la Av. Geranios AA. HH Consuelo de Velasco, Distrito Veintiséis de Octubre, Piura año 2020.	Av. Los Geranios	Av. Los Geranios	Análisis documental	Monogramas del ASSTHO 93.

3.4 Técnicas e instrumentos de recolección de datos

Técnica

Son las distintas formas de obtener información (Arias,1999 p 25).

En esta investigación se usó la técnica de la observación, exploración de campo y análisis documentario.

Instrumentos

Materiales usados para recoger y almacenar la información autor.

Esta investigación aplico los siguientes instrumentos: Estudio de suelos, ficha de IMD y monogramas del ASSTHO.

Cuadro n°01: Técnicas e instrumentos

3.5 Procedimientos

Como primer paso se realizó la exploración en campo, se llevó a cabo la exploración del suelo mediante calicatas para lo cual se usó una pala y barreta, luego se saco la muestra de cada una de ellas y fue colocada en bolsas negras con su respectiva identificación para ser enviadas al laboratorio donde se realizarán los ensayos.

Para determinar los ejes equivalentes se realizó estudio Índice Medio Diario, para lo cual se contabilizo en fichas el flujo de transito durante 24 horas 7 días.

3.6 Método de análisis de datos

Para esta investigación se extrajo muestra de 4 calicatas usando herramientas y de la técnica de exploración, manuales las cuales se envió a laboratorio para los siguientes ensayos: granulometría, limite líquido, limite plástico, densidad, contenido de humedad y California Bearing Ratio (CBR)

Para determinar las cargas de transitabilidad se usó la ficha de conteo vehicular del MTC donde se anotó lo observado por 7 días tomando diferentes progresivas, para luego ingresar los datos a Excel y así determinar el IMD.

Finalmente se usó la técnica de análisis documental para calcular los espesores del paquete estructural donde se usó hojas de cálculo de Excel siguiendo la metodología de AASHTO 93.

3.7 Aspectos éticos

A partir del momento en que nos convertimos en profesionales, nos conlleva a asumir una responsabilidad en todo lo que realizamos, con nuestro entorno; contribuir a mejorar la calidad de vida de la población promoviendo y defendiendo la integridad de nuestra profesión, procurando alcanzar calidad y prestigio en nuestro trabajo.

IV. RESULTADOS

Propiedades físicas y mecánicas del suelo.

Para los ensayos se realizaron 4 calicatas de 1.5 metros cada una obteniendo 4 muestras que fueron enviadas al laboratorio.

En la siguiente investigación se realizó el estudio de mecánica de suelos con la finalidad de conocer las propiedades físicas y mecánicas del suelo en las siguientes progresivas 0+250, 0+500, 0+750, 1+000 en el que se encontró un suelo homogéneo y con dos estratos sometiendo cada una de las muestras a los siguientes ensayos Contenido de Humedad, Granulometría, Limite Líquido, Limite Plástico, Máxima Densidad Seca y California Bearing Ratio (CBR)

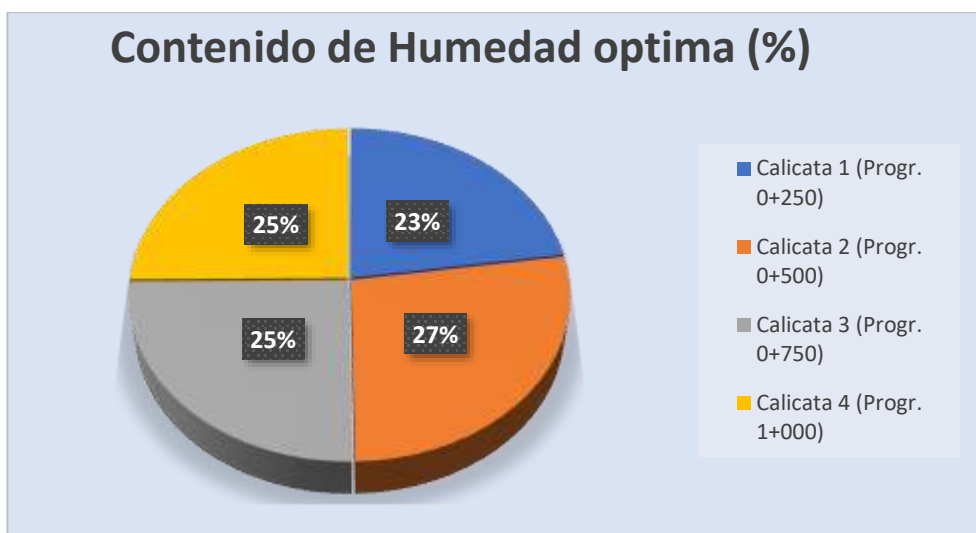


Imagen 01. Contenido de humedad óptima (%)

Interpretación: De las 4 calicatas realizadas la que tuvo mayor contenido de humedad fue la calicata N° 02 alcanzando 27%.



Figura 02. Densidad máxima seca

Interpretación: Con respecto a las 3 otras calicatas, según los resultados la que tiene la máxima densidad seca es la calicata N° 3 con 1.719 (g/cm³), ubicada en la progresiva 0+250.

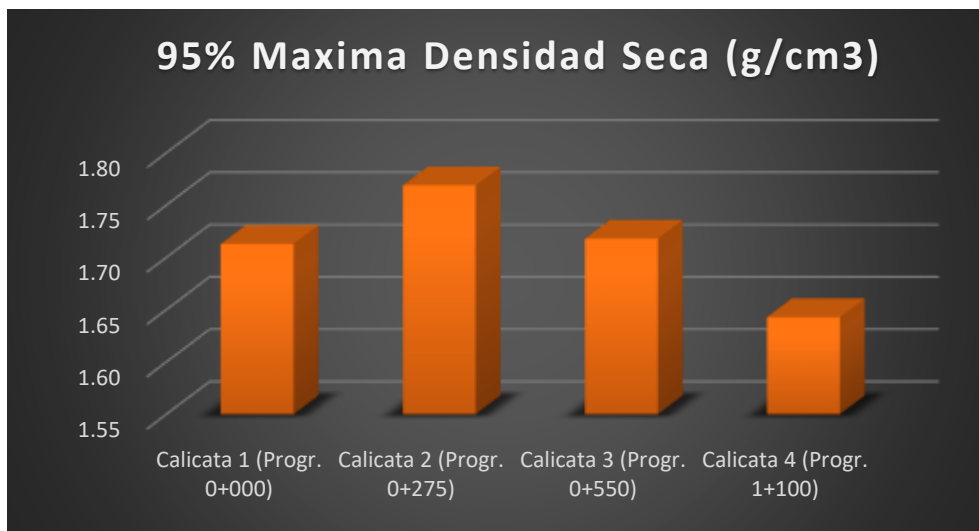


Figura 03. Densidad Máxima seca al 95 %

Interpretación: La calicata N° 02, ubicada en la progresiva 0+250 presento la máxima densidad seca con 1.75 (g/cm³) que corresponde al 26 % con respecto a las otras 3 muestras.

Del ensayo de granulometría que permite determinar las proporciones relativas

de los diversos tamaños de las partículas de las 4 muestras enviadas se obtuvieron los siguientes resultados detallados mediante gráficos:

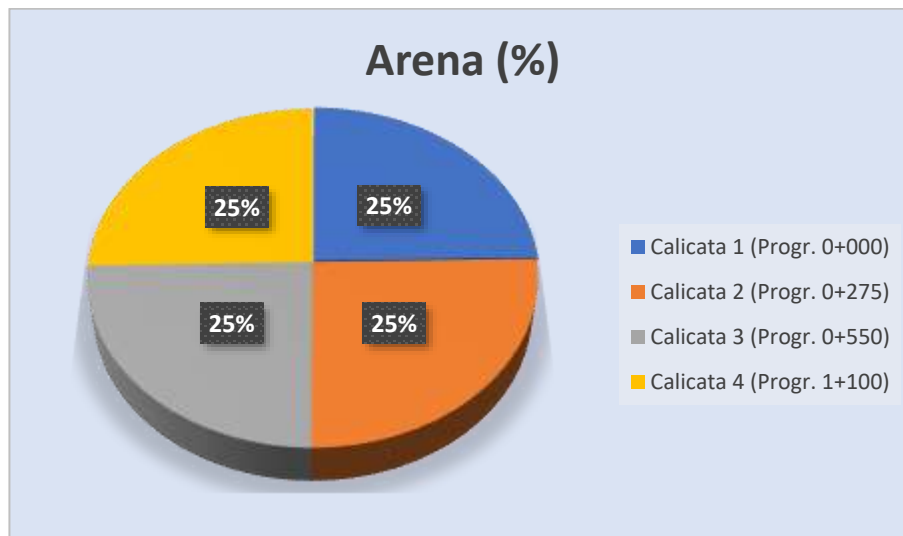


Figura 04. Contenido de arena

Interpretación: De las 4 muestras se obtuvieron porcentajes bastante parecidos por lo tanto el 92.53 % de las muestras es arena.

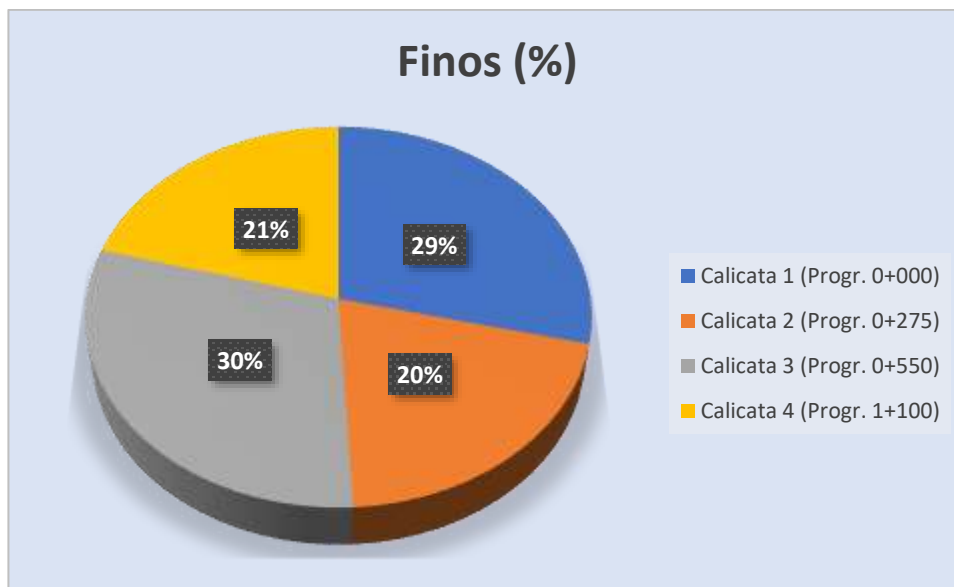


Figura 05. Contenido de Finos

Interpretación: De toda la muestra obtenida la N° 3 en la progresiva 0+500 representa el 30 % más de Finos que las otras muestras.

Interpretación del primer objetivo

Se determinó que el suelo de fundación de la Av. Los Geranios del A.H Consuelo Velasco está constituido por 92.53 % de Arena y 7.48 % finos y según los resultados de granulometría la clasificación (SUCS) del suelo de la zona de estudio es tipo SP-MS, arena pobremente graduadas con menor porcentaje de finos.

Para poder lograr el objetivo de diseño estructural de pavimento flexibles se necesitó conocer el porcentaje de California Bearing Ratio (CBR) del suelo en el que vamos a apoyar nuestro paquete estructural para luego reemplazarlo en los módulos de resiliencia y así calcular la estructura del pavimento.

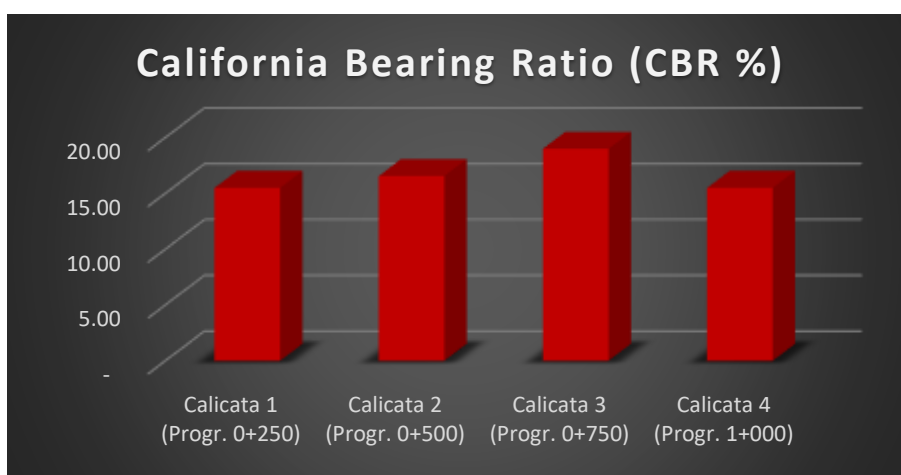


Figura 07. California Bearing Ratio (CBR)

Interpretación: De la muestra N°01 y 04 en la progresiva 0+250 y 1+000 respectivamente arrojó un California Bearing Ratio (CBR) de 15.50 % siendo el valor más bajo de las 4 muestras, mientras que en la calicata N° 02 de la progresiva 0+500 se obtuvo el 16.56 % y en la N° 03 un 19% siendo el valor más alto.

Presentamos el resumen de los resultados de los ensayos realizados en laboratorio en la tabla N° 01 de las 4 calicatas realizadas.

Tabla N°02. Resumen de resultados

RESUMEN DE ENSAYOS					
Progresivas	0+250	0+500	0+750	1+000	
Calicatas (N°)	Calicata 1 (Progr. 0+250)	Calicata 2 (Progr. 0+500)	Calicata 3 (Progr. 0+750)	Calicata 4 (Progr. 1+000)	Promedio
Contenido de Humedad optima (%)	13.00	15.50	14.40	14.40	14.325
Granulometría (SUCS)	SP-SM	SP-SM	SP-SM	SP-SM	-
Grava (%)	-	-	-	-	-
Arena (%)	91.40	93.90	91.00	93.80	92.53
Finos (%)	8.60	6.10	9.00	6.20	7.48
Limite Liquido (%)	-	-	-	-	-
Limite Plástico (%)	NP	NP	NP	NP	-
Máxima Densidad Seca (g/cm ³)	1.672	1.647	1.719	1.675	1.678
95% Máxima Densidad Seca (g/cm ³)	1.71	1.769	1.718	1.643	1.711
California Bearing Ratio (CBR %)	15.50	16.56	19.00	15.50	16.640

Fuente: Elaboración Propia, 2020.

$$CBR (prom.) = \frac{15.50\% + 16.56\% + 19\% + 15.50\%}{4} \quad (1)$$

$$CBR (prom.) = 16.640 \%$$

Para la elaboración del diseño estructural de pavimento Flexible usando la formula (1) se obtuvo el resultado promedio de CBR de las 4 muestras siendo 16.640 %. Por lo que obtuvimos un valor mayor al 6% y no es necesario mejoramiento de sub rasante.

Cargas de transitabilidad.

Índice Medio Diario (IMD)

Se realizó un conteo vehicular por 7 días (1 semana) en periodos aleatorios, obteniendo los resultados que se muestran a continuación en una tabla de resumen de la cantidad de vehículos que transitan sobre el tramo de estudio en la semana del día lunes 12 de octubre hasta el día domingo 18 de octubre del 2020. En la Av. Los Geranios Asentamiento humano de Consuelo Velasco.

Tabla 03. Resumen de conteo vehicular

Tipo de Vehículo	Lunes	Martes	Miércoles	Jueves	Vierne s	Sábado	Doming o
Automóvil	472	515	490	481	471	358	364
Station Wagon	80	71	67	118	69	73	61
Pick Up	592	576	593	588	873	582	376
Panel	0	0	0	0	0	0	0
Rural combi	509	689	707	745	0	468	654
Micro	7	8	7	7	6	4	2
Bus 2E (B2)	2	0	3	7	3	2	4
Bus >=3 E (B3-1/B4-1)	0	0	147	0	0	3	1
Camión 2E (C2)	221	100	108	153	188	119	68
Camión 3E(C3)	290	144	147	213	163	100	55
Camión 4E (C4)	5	4	3	2	5	2	0
Semi Trayler 2S1/2S2 (T2S1/T2S2)	0	0	0	0	0	0	0
Semi Trayler 2S3 (T2S3)	4	2	2	2	4	1	0
Semi Trayler 3S1/3S2 (T3S1/T3S1)	2	1	1	1	1	0	0
Semi Trayler >= 3S3 (T3S3)	0	2	1	3	0	0	0
Trayler 2T2 (C2R2)	0	0	0	0	0	0	0
Trayler 2T3 (C2R3)	0	0	0	0	0	0	0
Trayler 3T2 (C3R2)	0	0	0	0	0	0	0
Trayler >=3T3 (C3R3)	0	0	0	0	0	0	0
TOTAL	312.00	301.71	325.14	331.43	254.71	244.57	226.43

Fuente: Elaboración propia

Interpretación: Como se puede observar en la Tabla 02 el día jueves 15 de octubre del 2020 fue el día que más vehículos transitaron por la Av. en estudio.

Se necesita conocer el factor de corrección promedio según la “Oficina General de Planeamiento y Presupuesto de transporte” son las siguientes. (ver tabla)

Tabla 03. Factor de corrección de vehículos ligeros y pesados

F.C.E. Vehículos ligeros:	0.947915
F.C.E. Vehículos pesados:	0.971072

Fuente: Elaboración propia, 2020

Para conocer el Índice Medio Anual (IMDa) es necesario determinar el índice Medio Semanal (IMDs) para lo cual se aplicó la siguiente formula.

$$IMD(s) = \frac{\sum Vi}{7} \quad (2)$$

$$\text{IMD(a)} = \text{IMDs} * \text{FC} \quad (03)$$

Donde:

IMD(s) = Índice Medio Diario Semanal.

IMD(a) = Índice Medio Anual.

$\sum V_i$ = Volumen Vehicular de cada uno de los días de conteo.

(Total de Semana).

FC = Factores de Corrección Estacional.

De la formula (2), se obtuvo el Índice medio Semanal (IMDs) que indica la cantidad de vehículos pesados y livianos que pasaron por el tramo de estudio.

De la formula (3), se obtuvo el Índice medio Anual (IMDa) que indica la cantidad de vehículos pesados y livianos que pasaron por el tramo de estudio en proyección de 1 año.

Tabla 04. Índice Medio Anual de vehículos livianos.

Tipo de Vehículo	TOTAL	IMDs	FC	IMDa
	SEMANA			
Automóvil	3,151.00	450.14	0.94791460	427.00
Station Wagon	539.00	77.00	0.94791460	73.00
Pick Up	4,180.00	597.14	0.94791460	566.00
Panel	-	-	0.94791460	-
Rural combi	3,772.00	538.86	0.94791460	511.00
Micro	41.00	5.86	0.94791460	6.00
Bus 2E (B2)	21.00	3.00	0.94791460	3.00
Bus >=3 E (B3-1/B4-1)	151.00	21.57	0.94791460	20.00

Fuente: Elaboración propia, 2020.

Tabla 05. Índice Medio Anual de vehículos pesados.

Tipo de Vehículo	TOTAL	IMD _s	FC	IMD _a
	SEMANA			
Camión 2E (C2)	957.00	136.71	0.97107216	133.00
Camión 3E (C3)	1,112.00	158.86	0.97107216	154.00
Camión 4E (C4)	21.00	3.00	0.97107216	3.00
Semi Trayler 2S1/2S2 (T2S1/T2S2)	-	-	0.97107216	-
Semi Trayler 2S3 (T2S3)	15.00	2.14	0.97107216	2.00
Semi Trayler 3S1/3S2 (T3S1/T3S1)	6.00	0.86	0.97107216	1.00
Semi Trayler >= 3S3 (T3S3)	6.00	0.86	0.97107216	1.00
Trayler 2T2 (C2R2)	-	-	0.97107216	-
Trayler 2T3 (C2R3)			0.97107216	-
Trayler 3T2 (C3R2)			0.97107216	-
Trayler >=3T3 (C3R3)			0.97107216	-
TOTAL	13,972.00	1,996.00		1,900.00

Fuente: Elaboración propia, 2020.

Interpretación: Se determinó Índice medio Anual (IMDa) por cada tipo de vehículo liviano y pesado como se muestra en la Tabla 03 y 04 obteniendo como resultado 1900.00 EE actual.

ESAL

Periodo de diseño

El periodo de diseño del pavimento flexible que se a tomado es de "10 años".

Ejes Equivalentes

Para el cálculo de los EE, se empleó las siguientes relaciones simplificadas por tipo de eje como se muestra en la "Tabla 06", a fin de determinar las toneladas que ejerce cada eje de vehículo pesado, empleado para el diseño estructural del pavimento flexible.

Donde:

P= peso real de cada eje en toneladas

Tabla 06. Ejes equivalentes según el tipo de vehículo pesado

TIPO DE EJE	Eje Equivalente (EE8.2 tn)
Eje Simple de ruedas simples (EES1)	$EES1 = [P / 6.6]^{4.0}$
Eje Simple de ruedas dobles (EES2)	$EES2 = [P / 8.2]^{4.0}$
Eje Tandem (1 eje ruedas dobles + 1 eje rueda simple) (EETA1)	$EETA1 = [P / 14.8]^{4.0}$
Eje Tandem (2 ejes de ruedas dobles) (EETA2)	$EETA2 = [P / 15.1]^{4.0}$
Ejes Tridem (2 ejes ruedas dobles + 1 eje rueda simple) (EETR1)	$EETR1 = [P / 20.7]^{3.9}$
Ejes Tridem (3 ejes de ruedas dobles) (EETR2)	$EETR2 = [P / 21.8]^{3.9}$

Fuente: Elaboración propia, 2020. Basada en la Guía AASHTO 93.

Utilizando las fórmulas mencionadas en la “Tabla 06”, conseguiremos determinar el peso unitario de cada tipo de vehículo pesado.

Tabla 07. Relación de carga por eje de vehículos pesados.

TIPOS DE VEHÍCULOS	EJE DELANTERO	CONJUNTO DE EJES POSTERIORES								TOTAL UNITARIO	
		1			2			3			
		7	11	18	23	11	18	25	11		18
Camión 2E (C2)	1.27	3.24									4.50
Camión 3E (C3)	1.27		2.02								3.28
Camión 4E (C4)	1.27			1.51							2.77
Semi Traylor 2S1/2S2 (T2S1/T2S2)	1.27	3.24				2.02					6.52
Semi Traylor 2S3 (T2S3)	1.27	3.24					1.71				6.21
Semi Traylor 3S1/3S2 (T3S1/T3S1)	1.27		2.02			2.02					5.30
Semi Traylor >= 3S3 (T3S3)	1.27		2.02			0.47					3.76
Traylor 2T2 (C2R2)	1.27	3.24			3.24			3.24			10.98
Traylor 2T3 (C2R3)	1.27	3.24			3.24				2.02		9.76
Traylor 3T2 (C3R2)	1.27		2.02		3.24			3.24			9.76
Traylor >=3T3 (C3R3)	1.27		2.02		3.24				2.02		8.54

Fuente: Elaboración propia, 2020. Basada en la Guía AASHTO 93.

Tasa de crecimiento y proyección

$$Tn = To(1 + r)^{n-1} \quad (4)$$

Donde:

Tn : Transito Proyectado.

To : Transito actual.

n : Número de años del periodo de diseño (proyección)

r : Tasa anual de crecimiento de tránsito.

Se calculo el tránsito para esta vía proyectado a 10 años, teniendo en cuenta la cantidad de vehículos que transitaran sobre este tramo, el que estuvo en función del tránsito actual y la tasa anual de crecimiento de tránsito

En consecuencia, para esta investigación que corresponde a la provincia de Piura, departamento de Piura tenemos los siguientes datos:

Tasa de crecimiento anual: (V. livianos) :	1.00%
PBI: (v. pesados) :	6.60%
Periodo de diseño (años) :	10

Tabla 08. Numero de ejes equivalentes (Tn)

TIPOS DE VEHÍCULOS	IMDa	Tn (Proyectado)
Camión 2E (C2)	133.00	236.41
Camión 3E(C3)	154.00	273.74
Camión 4E (C4)	3.00	5.33
Semi Trayler 2S1/2S2 (T2S1/T2S2)	-	-
Semi Trayler 2S3 (T2S3)	2.00	3.56
Semi Trayler 3S1/3S2 (T3S1/T3S1)	1.00	1.78
Semi Trayler >= 3S3 (T3S3)	1.00	1.78
Trayler 2T2 (C2R2)	-	-
Trayler 2T3 (C2R3)	-	-
Trayler 3T2 (C3R2)	-	-
Trayler >=3T3 (C3R3)	-	-

Fuente: Elaboración propia, 2020.

Interpretación: como se aprecia en la Tabla 08, se obtuvo Transito Proyectado (Tn) de acuerdo a cada tipo de vehículo pesado en proyección a 10 años, teniéndose como los de mayor transitabilidad de los camiones 2E y 3E.

Necesitamos conocer los factores de distribución direccional y de carril, para determinar los EE (Ejes Equivalentes) en Día- Carril que dependen de las características de transitabilidad de la vía en estudio.

En consecuencia, para esta investigación se estableció que la vía en estudio la constituye una calzada de dos sentidos (ida y venida) por lo tanto se empleara la siguiente fórmula para calcular los ejes equivalentes por día – carril:

$$EE \text{ día} - \text{carril} = IMD - \text{proyectado} \times Fd \times Fc \times Fvp \times Fp \quad (5)$$

Donde:

$Fd = 0.50$ (Factor direccional).

$Fc = 1.00$ (Factor carril).

$Fvp = 0.50$ (Ver tabla 10)

$Fp = 1.94$ (Se define como la presión óptima del neumático; brindada por el fabricante).

Se determino los Ejes Equivalentes por día- carril, usando la formula (5), estos Ejes Equivalentes se relacionan con sus factores de vía, también la presión óptima de estos influyen en el pavimento en función con su desgaste.

Tabla 09. Cálculo de Eje Equivalentes día – carril

TIPOS DE VEHÍCULOS	IMD - Proyectado	Fd	Fc	Fvp (Total Unitario)	Fp	EE día- carril
Camión 2E (C2)	236.41	0.50	1.00	4.50	1.94	1032.77
Camión 3E(C3)	273.74	0.50	1.00	3.28	1.94	872.14
Camión 4E (C4)	5.33	0.50	1.00	2.77	1.94	14.35
Semi Trayler 2S1/2S2 (T2S1/T2S2)	0.00	0.50	1.00	6.52	1.94	0.00
Semi Trayler 2S3 (T2S3)	3.56	0.50	1.00	6.21	1.94	21.41

Semi Trayler 3S1/3S2 (T3S1/T3S1)	1.78	0.50	1.00	5.30	1.94	9.14
Semi Trayler >= 3S3 (T3S3)	1.78	0.50	1.00	3.76	1.94	6.48
Trayler 2T2 (C2R2)	0.00	0.50	1.00	10.98	1.94	0.00
Trayler 2T3 (C2R3)	0.00	0.50	1.00	9.76	1.94	0.00
Trayler 3T2 (C3R2)	0.00	0.50	1.00	9.76	1.94	0.00
Trayler >=3T3 (C3R3)	0.00	0.50	1.00	8.54	1.94	0.00
					TOTAL	1,956.30

Fuente: Elaboración propia, 2020.

El factor de crecimiento está directamente relacionado con la cantidad de EE en Dia-Carril con el factor de crecimiento acumulado según el tipo de vehículo, expresado en la siguiente fórmula:

$$Fc (\text{livianos}) = ((1 + r)^{n-1})/r \quad (6)$$

$$Fc (\text{Pesados}) = ((1 + PBI)^{n-1})/PBI \quad (7)$$

Donde:

n : Número de años del periodo de diseño.

r : Tasa anual de crecimiento de tránsito.

PBI: Producto Bruto Interno.

De acuerdo a la Formula (6) y (7), fueron utilizadas para hallar el factor de crecimiento de los vehículos livianos y pesados de la vía en proyección a 10 año, se utilizó la fórmula de ESAL, considerándose solo los vehículos pesados ya que representan mayor carga sobre el pavimento.

Teniendo los siguientes resultados:

$$Fca. \text{LIVIANOS} = 10.46221254$$

$$Fcp. \text{PESADOS} = 13.55814895$$

Por lo tanto, el ESAL de diseño para un periodo de 10 años, se expresa mediante la siguiente fórmula:

$$Nrep\ de\ EE_{8.2\ tn} = \sum[EE_{día-carril} - xFca(pesados)x\ 365] \quad (8)$$

$$Nrep\ de\ EE_{8.2\ tn} = 9681,168.41$$

$$ESAL = 9,681,168.41\ EE$$

Se empleo la formula (8) para hallar el ESAL de EE a 8.2 tn, usado para diseño de pavimento flexible lo que viene a ser la carga que experimentará este tramo durante su vida útil.

Espesor del Paquete Estructural del Pavimento Flexible

$$\log W18 = z_R(s_0) + 9.36 \log(SN + 1) - 0.20 + \frac{\log\left(\frac{\Delta PSI}{4.2 - 1.5}\right)}{0.42 + \frac{1094}{(SN + 1)^{15.19}}} + 2.32 \log Mr - 8.007$$

(9)

Donde:

- W18 : Trafico equivalente o ESAL.
- z_R : Desviación estándar normal.
- s_0 : Error estándar combinado.
- SN : Numero estructural.
- ΔPSI : Diferencial de serviciabilidad.
- P_o : Serviciabilidad inicial.
- Pf : Serviciabilidad final.
- Mr : Modulo de resiliencia.

Los valores que se obtuvieron para cada variable, fueron:

- W18 : 9 681,168.41 EE.
- Zr : -1.282.
- So : 0.45.
- SN : Numero estructural requerido.
- ΔPSI : 1.50.
- Po : 4.00.

Pf : 2.50.
Mr : 15,450.01945 PSI.

Coeficiente de drenaje

Se calculo el tiempo de saturación del pavimento la cual fue expresada en porcentaje mediante la siguiente formula.

$$P = \frac{15}{120} \times 100 = 12.5\% ; m_2 \text{ y } m_3 = 1 \quad (10)$$

Considerando un periodo de retorno de 5 años

Según la fórmula para una saturación 12.5 %, se califica como tipo de drenaje Bueno, por lo que el agua drenara en 1 día siendo su coeficiente de drenaje 1.

Módulo de resiliencia

Para hallar el módulo de resiliencia de la sub-rasante

$$Mr(PSI) = 2555 \times CBR (sub - rasante)^{(0.64)} \quad (11)$$

$$Mr(PSI) = 2555 \times 16.640^{(0.64)}$$

$$Mr = 15,450.01945 \text{ PSI}$$

Se hallo el módulo de resiliencia para la sub base

$$Mr(PSI) = 2555 \times CBR (sub - base)^{(0.64)} \quad (11)$$

$$Mr(PSI) = 2555 \times 80^{(0.64)}$$

$$Mr = 42,205.44621 \text{ PSI}$$

Módulo de resiliencia para base.

$$Mr(PSI) = 2555 \times CBR (base)^{(0.64)} \quad (11)$$

$$Mr(PSI) = 2555 \times 100^{(0.64)}$$

$$Mr = 48,684.52134 \text{ PSI}$$

Coeficientes estructurales de las capas del pavimento

Son relacionados de acuerdo a la guía AASHTO 93, teniendo en cuenta el CBR, de cada capa del paquete estructural obteniéndose los siguientes resultados:

$a_1=0.43$ pulgadas (según figura de ábaco)

$a_2=0.14$ pulgadas (según figura de ábaco)

$a_3=0.13$ pulgadas (según figura de ábaco)

Cálculo del número estructural

De acuerdo al ábaco que encontramos en la Guía AASHTO 93, tenemos que el valor de Numero Estructural Requerido (SNr) es de 4.

Por espesores mínimos

De acuerdo con AASHTO 93 propone 2 metodologías, por espesores mínimos y la segunda en la que los espesores mínimos son referenciales

$$SN = a_1 \times d_1 + a_2 \times m_2 \times d_2 + a_3 \times m_3 \times d_3$$

$$4 = 0.43 \times 4 + 0.14 \times 6 \times 1 + 0.13 \times 1 \times d_3$$

$$1.44 = 0.13 \times d_3$$

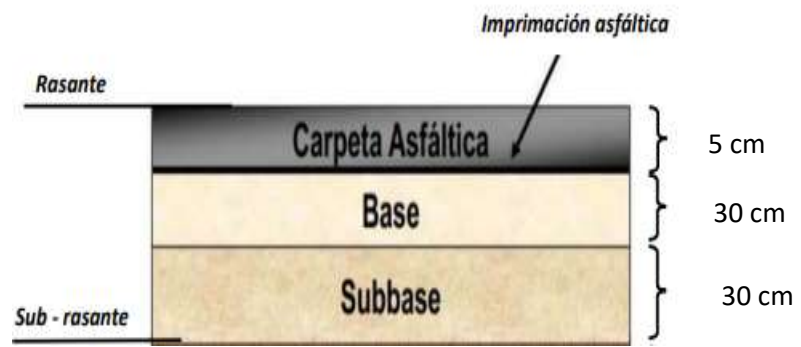
$$11.8'' = d_3$$

Tabla 10 espesores

CAPA DE MATERIAL	Coefficiente de Capa (a)	Coefficiente de Drenaje (m)	ESPESOR (Pulg)	Numero Estructural de Capa (SN)	ESPESOR (cm)	Numero Estructural de Capa (SN)
Asfalto	0,43	1	1,97	0,851	5,00	2,162
Base Granular	0,14	1	11,81	1,650	30,00	4,191
Sub Base Granular	0,13	1	11,81	1,575	30,00	4,001

Fuente: Elaboración propia, 2020

Finalmente, para esta investigación obtuvimos el siguiente diseño:



V. DISCUSIÓN

Determinar las propiedades físicas y mecánicas del suelo, el CBR encontrado en la subrasante es de 16.640 %, arena pobremente graduada tipo SP-SM, (CORONADO,2017) en su tesis que tuvo como objetivo conocer las características físicas y mecánicas del suelo del A.H Jesús María - talara obteniendo un CBR promedio de 5.375% concluyendo que dicho valor no es apto para el diseño según (MTC, 2014) que indica que el valor debe ser mayor al 6%, debido a esto es que es su investigación opto por mejoramiento por sustitución del suelo, cabe resaltar que en la presente investigación esto no fue necesario debido a que el valor obtenido estaba por encima del valor mínimo requerido, además no se encontró napa freática en la zona de estudio.

Determinar el índice medio diario, se obtuvo un ESAL de 9,681,168.41 EE con un flujo de 1,956.30 veh/día, mientras que (LOZA, 2016) tuvo el índice de tráfico vehicular diario (I.D.T.) igual a 1356 (Veh. /día) correspondientes en número de ejes equivalentes de 18 kips. (80 kN.) o N° de ESALs = 1,460,915.00 esto debido a la importancia de la zona, esto con el fin de determinar las toneladas que ejerce cada eje de vehículo pesado (MTC, 2014, p.78)

Determinar el espesor del paquete estructural para esta investigación se obtuvo los siguientes valores carpeta asfáltica de 5 cm, una sub base de 30 cm y finalmente una base granular de 30 cm, mientras que obteniendo un espesor de carpeta asfáltica de 4 pulg. = 0.10 m., una capa de base granular de 6 pulg. = 0.15 m. y finalmente una capa de subbase granular de 6 pulg. = 0.15 m, acumulando un espesor total de 0.40 metros, en este caso sus valores son menores debido a un excelente CBR promedio debido al mejoramiento de suelo por sustitución que se realizó, ambas investigaciones fueron mediante la metodología ASSTHO 93

VI. CONCLUSIONES

1. Se determinó que las propiedades físicas y mecánicas del suelo de la Av. Los Geranios colocar propiedades arena pobremente graduada tipo SP-SM sin presencia de napa freática.
2. Se conoció el resultado del conteo vehicular realizado (transitabilidad) en la Av. Los Geranios del A.H Consuelo de Velasco, se obtuvo un ESAL de ejes equivalentes de 9,681,168.41 EE.
3. Se determinó el espesor del pavimento flexible de la Av. Los Geranios del A.H consuelo de Velasco siendo el valor de la carpeta asfáltica de 5 cm, una sub base de 30 cm y finalmente una base granular de 30 cm teniendo un espesor total de 0.65 m.
4. finalmente como conclusión general se obtuvo que las propiedades físicas y mecánicas del suelo en estudio fueron arena pobremente graduada tipo SP-SM CBR promedio de 16.640%, un ESAL de 9,681,168.41 EE y el espesor carpeta asfáltica 5 cm, una sub base de 30 cm y finalmente una base granular de 30 cm teniendo un espesor total de 0.65 m

VII. RECOMENDACIONES

1. Todas las calles y vías av. Deben tener evaluación para proponer un tipo de mantenimiento periódico y así cumpla su vida útil adecuadamente tal y como fue diseñada.
2. Realizar estudios hidrológicos en toda investigación de diseño de pavimentos ya que, si bien es cierto algunas vías funcionan por gravedad, es necesario la implementación de un sistema de drenaje pluvial que desfogue en un lugar apto.

REFERENCIAS

AMERICAN ASSOCIATION OF STATE AND TRANSPORTATION HIGHWAY OFFICIALS. GUIDE FOR DESIGN OF PAVEMENT STRUCTURES. Tomo 2: Procedimientos de Diseño de Pavimentos para Construcciones nuevas o Reconstrucciones (Traducido por: Instituto para el desarrollo de los Pavimentos). WASHINGTON: AASHTO, 1993. Disponible en: <https://habib00ugm.files.wordpress.com/2010/05/aashto1993.pdf>

CORONADO, Jesus. Diseño estructural del pavimento flexible entre la avenida 09 de octubre hasta la salida del Asentamiento Humano Jesús María-Distrito De Parimas–Talara–Piura, 2017. PIURA: s.n., 2017.

FONTALBA. “Diseño de un pavimento alternativo para la avenida circunvalación sector Guacamayo 1°Etapa” Chile: s.n., 2015.

ING. SAMUEL MORA. 2017. slideshare. [En línea] 2017. <https://es.slideshare.net/checho9723/3-pavimento-concreto-ingmora>

Ministerio de Transportes y Comunicaciones. Manual de Carreteras (Suelos, Geología, Geotecnia y Pavimentos). Perú: MTC, 2014. Disponible en: http://transparencia.mtc.gob.pe/idm_docs/P_recientes/4515.pdf

SALAMANCA. Diseño de la estructura de pavimento flexible por medio de los métodos invias, aashto 93 e instituto del asfalto para la vía la ye – santa lucia barranca lebrija entre las abscisas k19+250 a k25+750 ubicada en el departamento del Cesar.s. n 2014.

SALAS, MARIO BECERRA. 2012. *Tópicos de Pavimentos de concreto*. LIMA: s.n., 2012.

BORJA, MANUEL. Metodología de la investigación científica para ingenieros.s.n, Chiclayo, 2012.

HERNANDEZ, Roberto, FERNANDEZ, Carlos y BAPTISTA María Del Pilar. Metodología de la investigación.6°. ed. México: McGRAW-HILL, 2014.589 pp. ISBN:9781456223960.

GARCÍA Humberto, Teóri Compaction and mechanicalproperties of soils compacted in the gyratory compactorco. Ciencia e Ingeniería Neogranadina [en linea]. 2016, (29), 1-7[fecha

de Consulta 20 de junio de 2020]. ISSN: 2215-3705. Disponible en <https://www.scielo.sa.cr/pdf/infraestructura/v18n31/2215-3705-infraestructura-18-31-00020.pdf>

REYES ORTIZ, ÓSCAR JAVIER, CAMACHO TAUTA, JAVIER FERNANDO, REYES LIZCANO, FREDY Comparación del cálculo de una estructura de pavimento flexible por elementos finitos y cálculo teórico. Ciencia e Ingeniería Neogranadina [en línea]. 2004, (14), 1-7[fecha de Consulta 30 de junio de 2020]. ISSN: 0124-8170. *Disponible en:* <https://www.redalyc.org/articulo.oa?id=91101401>

RONDÓN QUINTANA, HUGO ALEXANDER, REYES LIZCANO, FREDY ALBERTO Metodologías de diseño de pavimentos flexibles: tendencias, alcances y limitaciones. Ciencia e Ingeniería Neogranadina [en línea]. 2007, 17(2), 41-65[fecha de Consulta 29 de junio de 2020]. ISSN: 0124-8170. Disponible en: <https://www.redalyc.org/articulo.oa?id=91117204>

AIASSA, GONZALO M., ARRÚA, PEDRO A. Diseño De Mezclas De Suelo Compactado Para La Construcción De Terraplenes. Revista EIA [en línea]. 2007, (7), 51-61[fecha de Consulta 2 de Julio de 2020]. ISSN: 1794-1237. Disponible en: <https://www.redalyc.org/articulo.oa?id=149216939004>

GONZÁLEZ-FERNANDEZ, HILDA, RUIZ-CABALLERO, PILAR, GUERRERO-VALVERDE, Denisse Propuesta de metodología para la evaluación de pavimentos mediante el Índice de Condición del Pavimento (PCI). Ciencia en su PC [en línea]. 2019, 1(1), 58-72[fecha de Consulta 30 de junio de 2020]. ISSN: 1027-2887. Disponible en: <https://www.redalyc.org/articulo.oa?id=181358738015>

CAMPAGNOLI, Sandra. Innovación en métodos de pavimentación: casos regionales.

Revista de Ingeniería [en línea]. 2017, (45), 22-31[fecha de Consulta 7 de Julio de 2020].

ISSN: 0121-4993.Disponible en: <https://www.redalyc.org/articulo.oa?id=121052004006>

RONDÓN-QUINTANA, Hugo A., Fernández-Gómez, Wilmar D., Hernández-Noguera, Jesús A. Influencia de la Rigidez de la Subrasante y las Capas Granulares sobre la Vida a Fatiga de Mezclas Asfálticas. Tecnológicas [en línea]. 2013, (31), 53-72[fecha de Consulta 7 de Julio de 2020]. ISSN: 0123-7799.Disponible en:

<https://www.redalyc.org/articulo.oa?id=34423433400>

ZAMBRANO MEZA María Isabel. Materiales granulares tratados con emulsión asfáltica para su empleo en bases o subbases de pavimentos flexibles. Tecnológicas [en línea]. 2019, (31), 53-72 [fecha de Consulta 7de Julio de 2020]. ISSN: 1990-8830 Disponible en:<https://www.redalyc.org/jatsRepo/1939/193961007002/index.htm>

BLANCO, Carlos, GRUPP, Federico, Voirol, Eric. Plan de estudio para la evaluación del comportamiento de un pavimento flexible reforzado con geo sintéticos. Ciencia e Ingeniería [en línea]. 2008, 29(1), 3-9[fecha de Consulta 7 de Julio de 2020].ISSN:

1316-7081. Disponible en: <https://www.redalyc.org/articulo.oa?id=507550781002>

HIGUERA-SANDOVAL, Carlos Hernando. Caracterización de la resistencia de la subrasante con la información del deflectómetro de impacto. Facultad de Ingeniería [en línea]. 2010, 19(28), 73-92[fecha de Consulta 7de Juliode2020].ISSN: 0121-

1129.Disponible en:<https://www.redalyc.org/articulo.oa?id=413940761006>

PORRAS DÍAZ, Hernán, RAMÓN SUÁREZ, Jorge Hernando, MEJÍA MELGAREJO, Yuri Hercilia, PARRA RODRÍGUEZ, Javier Mauricio Sistemas Automáticos Para La Adquisición De Datos Enfocados A Examinar Pavimentos Flexibles. Ciencia e Ingeniería Neogranadina [en línea]. 2014, 24(1), 79-98[fecha de Consulta 8 de Julio de 2020]. ISSN: 0124-8170. Disponible en: <https://www.redalyc.org/articulo.oa?id=91131484005>.

PÉREZ, Fernando, Bautista, Alejandro, SALAZAR, Martin, Macias, Antonio Análisis del flujo de tráfico vehicular a través de un modelo macroscópico. Dyna [en línea]. 2014, 81(184), 36-40[fecha de Consulta 8 de Julio de 2020]. ISSN: 0012-7353. Disponible en:

<https://www.redalyc.org/articulo.oa?id=49630405005>.

GUERRERO, Cristian Camilo Experimental study of Colombian volcanic ash soil classification in the Colombian southwest with SUCS, AASHTO method and a new classification method. Ingenieria [en línea]. 2018, 81(184), 36-40[fecha de Consulta 8 de Julio de 2020]. ISSN: 0012-7353. Disponible en: <https://www.redalyc.org/jatsRepo/852/85259689007/html/index.html>.

HIGUERA SANDOVAL, Carlos Hernando, GÓMEZ CRISTANCHO, Jenny Carolina, PARDO NARANJO, Óscar Eduardo Caracterización de un suelo arcilloso tratado con hidróxido de calcio. Facultad de Ingeniería [en línea]. 2012, 21(32), 21-40[fecha de Consulta 8 de Julio de 2020]. ISSN: 0121-1129. Disponible en: <https://www.redalyc.org/articulo.oa?id=413940771003>

CABRERA MOREIRA, Santiago, PANEQUE RONDÓN, Pedro, PÉREZ OLMO, Claudio, Plá Rodríguez, Elena Métodos de estudio del estado físico de los suelos. Revista Ciencias Técnicas Agropecuarias [en línea]. 2008, 17(3), 39-44[fecha de Consulta 8 de Julio de 2020]. ISSN: 1010-2760. Disponible en: <https://www.redalyc.org/articulo.oa?id=93215941009>.

OYOLA-GUZMÁN, Romer Daniel Determinación de la resistencia a la penetración de un suelo cohesivo en diferentes condiciones de hidratación y compactación. Revista de Arquitectura e Ingeniería [en línea]. 2016, 10(3), 1-10[fecha de Consulta 8 de Julio de 2020]. ISSN: . Disponible en: <https://www.redalyc.org/articulo.oa?id=193949520004>.

CAMACHO TAUTA, Javier Fernando, REYES ORTIZ, Oscar Javier, MÉNDEZ GONZÁLEZ, Dolly Fernanda Ensayo de compactación giratoria en suelos como alternativa al ensayo de Compactación Proctor. Ciencia e Ingeniería Neogranadina [en línea]. 2007, 17(2), 67-81[fecha de Consulta 8 de Julio de 2020]. ISSN: 0124-8170. Disponible en: <https://www.redalyc.org/articulo.oa?id=91117205>.

ZANINOVICH, Dimitri Vías regionales y la necesidad de una gestión compartida. Revista de Ingeniería [en línea]. 2017, (45), 72-79[fecha de Consulta 8 de Julio de 2020]. ISSN: 0121-4993. Disponible en: <https://www.redalyc.org/articulo.oa?id=121052004012>.

ANEXOS




















01. Matriz de consistencia




















TEMA	PROBLEMA DE LA INVESTIGACIÓN	OBJETIVOS DE LA INVESTIGACIÓN	MÉTODO
<p>Diseño estructural del pavimento flexible de la Av. Los Geranios del AA.HH. Consuelo de Velasco. Distrito Veintiséis de Octubre-Piura. 2020.</p>	<p>Problema General</p>	<p>Objetivo General</p>	<p>Tipo de investigación aplicada</p>
	<p>¿Cuál será el diseño estructural del pavimento flexible en la mejorará del tránsito en la Av. Geranios AA. HH Consuelo de Velasco?</p>	<p>Elaborar el diseño estructural del pavimento flexible en la mejorará del tránsito en la Av. Geranios AA. HH Consuelo de Velasco. Distrito Veintiséis de Octubre-Piura. 2020</p>	<p>Diseño no experimental</p> <p>Enfoque cuantitativo</p> <p>Población: Av. Los Geranios</p> <p>Muestra: Av. Los Geranios</p>
	<p>Problemas Específicos</p>	<p>Objetivos Específicos</p>	<p>Técnica de Recolección de datos:</p>
	<p>¿Cuáles serán las propiedades físicas y mecánicas para el diseño estructural del pavimento flexible en la mejora del tránsito en la Av. Geranios AA. HH Consuelo de Velasco Distrito Veintiséis de Octubre-Piura,2020?</p> <p>¿Cuál es el resultado del estudio de transitabilidad el diseño de pavimento flexible en la Av. Geranios AA. HH Consuelo Velasco Piura-Piura, 2020?</p> <p>Cuál es el espesor del paquete estructural del pavimento flexible de la Av. Geranios AA. HH Consuelo de Velasco, Distrito Veintiséis de Octubre, ¿Piura año 2020?</p>	<p>Establecer las propiedades físicas y mecánicas para el diseño estructural del pavimento flexible en la mejora del tránsito en la Av. Geranios AA. HH Consuelo de Velasco. Distrito Veintiséis de Octubre-Piura. 2020.</p> <p>Conocer el resultado del estudio de transitabilidad el diseño de pavimento flexible en la Av. Geranios A.H Consuelo Velasco Piura-Piura, 2020.</p> <p>Determinar el espesor del paquete estructural del pavimento flexible de la Av. Geranios AA. HH Consuelo de Velasco, Distrito Veintiséis de Octubre, Piura año 2020.</p>	<p>- Observación</p> <p>- Análisis documental</p> <p>Instrumentos:</p> <ul style="list-style-type: none"> • Ficha IMD • Estudio de suelos • Monograma del AASHTO

ESTUDIO DE TRAFICO

PROYECTO:	Diseño estructural del pavimento flexible de la Av. Los Geranios del AAHH. Consuelo de Velasco. Distrito Veintiséis de Octubre-Piura. 2020.		
SENTIDO	W ←		E →
UBICACIÓN	CONSUELO-26 DE OCTUBRE-PIURA		
DÍA	2		




















ESTACION	0+610			
DIA Y FECHA	MARTES	3	OCTUBRE	2020

HORA	AUTO	STATION WAGON	CAMIONETAS			MICRO	BUS		CAMION			SEMI TRAYLER				TRAYLER			
			PICK UP	PANEL	RURAL Combi		2 E	>=3 E	2 E	3 E	4 E	2S1/2S2	2S3	3S1/3S2	>= 3S3	2T2	2T3	3T2	>=3T3
DIAGRA. VEH.																			
00-01	1	1	1		1														
01-02	1		2							1									
02-03	2		1		2														
03-04	1				2														
04-05	2				2														
05-06	1		8		6				1										
06-07	3	3	14		20			1											
07-08	15	2	34		28			7	6	1									
08-09	26	4	30		45	1		8	8			1							
09-10	31	2	31		48			6	7										
10-11	28	7	25		50	1		7	9					1					
11-12	35	6	28		62			7	12	1									
12-13	25	6	35		60			8	8										
13-14	28	7	32		55	2		8	11					1					
14-15	32	7	30		51			6	11										
15-16	38	9	35		55	1		5	12										
16-17	42	4	42		58			7	10	1									
17-18	39	3	50		55			10	16				1						
18-19	47	3	42		49	2		12	18				1						
19-20	42	2	39		30			5	13										
20-21	35	1	38		5			2	2										
21-22	20	2	32		3	1		1											
22-23	12	1	19		1														
23-24	9	1	8		1														
PARCIAL:	515	71	576	0	689	8	0	0	100	144	4	0	2	1	2	0	0	0	0

PROYECTO:		Diseño estructural del pavimento flexible de la Av. Los Geranios del AAHH. Consuelo de Velasco. Distrito Veintiséis de Octubre-Piura. 2020.										ESTACION		0+000						
SENTIDO		W ←										E →		DIA Y FECHA		JUEVES		5	OCTUBRE	2020
UBICACIÓN		CONSUELO-26 DE OCTUBRE-PIURA																		
DIA	4																			
HORA	AUTO	STATION WAGON	CAMIONETAS			MICRO	BUS		CAMION			SEMI TRAYLER				TRAYLER				
			PICK UP	PANEL	RURAL Combi		2 E	>=3 E	2 E	3 E	4 E	2S1/2S2	2S3	3S1/3S2	>= 3S3	2T2	2T3	3T2	>=3T3	
DIAGRA. VEH.																				
00-01	2		2		2															
01-02	1		1		1															
02-03	2		2																	
03-04	1																			
04-05	3																			
05-06	4		14		20															
06-07	7		21		45		1		6	10										
07-08	12	1	46		49				4	15										
08-09	35	4	45		56		2		2	14				0						
09-10	31	2	31		52				6	16										
10-11	28	7	25		45	1			7	14										
11-12	35	6	28		50		1		7	14	1		1		1					
12-13	25	6	35		49				8	19										
13-14	28	7	32		39	2			8	16										
14-15	10	4	28		16		2		15	16										
15-16	30	12	25		41	1			14	12										
16-17	42	8	22		46		1		21	14	1				2					
17-18	39	19	45		55				15	15										
18-19	45	15	43		61	2			16	18			1							
19-20	32	13	51		30				12	13			1							
20-21	30	9	35		31				9	7										
21-22	20	1	32		29	1			3											
22-23	12	3	19		28															
23-24	7	1	6																	
PARCIAL:	481	118	588	0	745	7	7	0	153	213	2	0	2	1	3	0	0	0	0	

PROYECTO:	Diseño estructural del pavimento flexible de la Av. Los Geranios del AAHH. Consuelo de Velasco. Distrito Veintiséis de Octubre-Piura. 2020.		
SENTIDO	W ←		E →
UBICACIÓN	CONSUELO-26 DE OCTUBRE-PIURA		
DÍA	5		

ESTACION	0+610		
DÍA Y FECHA	VIERNES	6	OCTUBRE 2020

HORA	AUTO	STATION WAGON	CAMIONETAS			MICRO	BUS		CAMION			SEMI TRAYLER				TRAYLER			
			PICK UP	PANEL	RURAL Combi		2 E	>=3 E	2 E	3 E	4 E	2S1/2S2	2S3	3S1/3S2	>= 3S3	2T2	2T3	3T2	>=3T3
DIAGRA. VEH.																			
00-01	2		8		1														
01-02					2														
02-03	1		6																
03-04	1	1	1		1														
04-05																			
05-06	15	1	30		20														
06-07	20		40		34		2												
07-08	22	1	46		48				9	10				1					
08-09	31	5	60		56	1			12	12									
09-10	28	3	62		35				14	14			2						
10-11	29	7	63		54				15	13									
11-12	25	4	62		60				14	12									
12-13	22	6	61		61	2			13	12									
13-14	23	2	67		56		1		16	14	1								
14-15	21	4	58		45				15	10									
15-16	18	3	52		52				18	15									
16-17	32	7	59		48				13	15	2								
17-18	29	4	60		47				15	15			2						
18-19	41	7	42		42	2			14	13	2								
19-20	39	6	25		18				12	3									
20-21	27	4	20		15				8	5									
21-22	26	3	31		10	1													
22-23	15	1	15		0														
23-24	4		5																
PARCIAL:	471	69	873	0		6	3	0	188	163	5	0	4	1	0	0	0	0	0



Proyecto : Diseño estructural del pavimento flexible de la Av. Los Geranios del AA.HH. Consuelo de Velasco. Distrito Veintiséis de Octubre-Piura. 2020.

METODO DE ENSAYO PARA EL ANALISIS GRANULOMETRICO
 (NTP 338.128)

CALICATA : 2 (UTM) Norte 9'425,616 (UTM) Este 539,239 Octubre.2020

TAMICES ASTM	ABERTURA (mm)	PESO RETENIDO (g)	PORCENTAJE PARCIAL RETENIDO (%)	PORCENTAJE ACUMULADO		DESCRIPCION DE LA MUESTRA
				RETENIDO (%)	QUE PASA (%)	
3"	76.200					PESO INICIAL (g) ---
2"	50.800					PORCION DE FINOS (g) 100.00
1 1/2"	38.100					% DE HUMEDAD ---
1"	25.400					TAMANO MAXIMO ---
3/4"	19.050					% DE GRAVA 0.0
1/2"	12.700					% DE ARENA 93.9
3/8"	9.525					% PASANTE N° 200 6.1
1/4"	6.350					L.L. ---
.4	4.750	0.0	0.0	0.0	100.0	U.P. ---
10	2.000	0.4	0.3	0.3	99.7	CLASIFIC. SUCS GP - SM
20	0.854	0.5	0.2	0.5	99.5	CLASIFIC. AASHTO A - 3 (0)
40	0.425	2.5	1.7	2.2	97.8	D10 0.082 C _u 2.010
60	0.250	6.0	4.0	6.2	93.8	D30 0.115 C _c 0.007
140	0.106	104.2	66.5	70.9	74.4	D60 0.166
200	0.075	27.4	18.3	93.9	6.1	OBSERVACIONES
BANDEJA		8.1	8.1	100.0		ARENA DE GRANO FINO, LIMOSA



Observación: Ensayo efectuado al material en estado natural.

UNIVERSIDAD NACIONAL DE PIURA
 FACULTAD DE INGENIERIA CIVIL
 INE - Oficina General de Asesoría Técnica
 Laboratorio de Ensayos de Materiales



PROYECTO:	Diseño estructural del pavimento flexible de la Av. Los Geranios del AA.HH. Consuelo de Velasco. Distrito Veintiséis de Octubre-Piura. 2020.
-----------	----------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------

MÉTODO DE ENSAYO CBR (RELACIÓN DE SOPORTE DE CALIFORNIA) DE SUELOS COMPACTADOS EN EL LABORATORIO
 (NTP 238.148)

CALICATA:	C - 1 / 0.20 - 2.00 m	COORDENADAS UTM		Octubre.2020
		(UTM) Norte	(UTM) Este	
		9'425.624	839.081	

		5 golpes			
		11	3	5	10
Nº De Capas		56	20		
Nº De Molde					
Nº De Golpes					
Peso del molde+suelo húmedo (g)		8317	8135		7938
Peso del molde (g)		3990	4007		4000
Peso del suelo húmedo (g)		4327	4128		3937
Volumen del molde (cm³)		2307	2300		2317
Densidad húmeda (gr/cm³)		1.876	1.790		1.695
Humedad %		12.95	13.05		12.80
Densidad seca (gr/cm³)		1.661	1.588		1.501

Fecha	Hora de inicio	Tiempo (horas)	Lectura del Dial	Expansión		Lectura del Dial	Expansión		Lectura del Dial	Expansión	
				mm	%		mm	%		mm	%

Penetración (pulg.)	Tiempo (seg.)	Carga Estd (lb (pulg)²)	PENETRACION													
			Carga			Corregida			Carga			Corregida				
			Diales	lb/pulg²	lb/pulg²	Diales	lb/pulg²	lb/pulg²	Diales	lb/pulg²	lb/pulg²	Diales	lb/pulg²	lb/pulg²		
0.000					0.000			0.000								
0.025	30"		12.00		43.6		8.00		30.0		7.00		26.6			
0.050	1'		26.00		87.8		20.00		70.8		14.00		50.4			
0.075	1'30"		43.00		149.0		34.00		118.4		22.00		77.6			
0.100	2'	1,000	61.00		210.2		45.00		155.8		28.00		98.0			
0.150	3'		95.00		325.9		65.00		223.8		43.00		149.0			
0.200	4'	1,500	122.00		417.7		80.00		308.6		58.00		200.0			
0.250	5'		160.00		546.9		110.00		376.9		73.00		261.0			
0.300	6'	1,900	179.00		580.9		126.00		431.3		80.00		274.8			
0.350	7'															
0.400	8'	2,300														
0.450	9'															
0.500	10'	2,800														

Anillo Hº : 50 KH Capacidad : 10,000 Lib. Sobrecarga : 15 Lib. Constante : y=23.343 + 2.02 (x)

UNIVERSIDAD NACIONAL DE PIURA
 FACULTAD DE INGENIERIA CIVIL
 ING. *[Firma]*
 LABORATORIO DE ENSAYOS DE MATERIALES