



UNIVERSIDAD CÉSAR VALLEJO

FACULTAD DE INGENIERÍA Y ARQUITECTURA
ESCUELA PROFESIONAL DE INGENIERÍA CIVIL

"Diseño de pavimento flexible usando la metodología AASHTO-93
para las avenidas Aviación y Víctor Raúl Huanchaquito-Huanchaco-
Trujillo-La Libertad 2022"

TESIS PARA OBTENER EL TÍTULO PROFESIONAL DE:
Ingeniero Civil

AUTORES:

Gonzales Valqui, Juan Carlos (orcid.org/0000-0001-6802-9051)

Rodas Gomez, Erick Alexis (orcid.org/0000-0002-4914-6727)

ASESOR:

Dr. Panduro Alvarado, Elka (orcid.org/0000-0003-4866-8707)

LÍNEA DE INVESTIGACIÓN:

Diseño de Infraestructura Vial

LÍNEA DE RESPONSABILIDAD SOCIAL UNIVERSITARIA:

Desarrollo económico, empleo y emprendimiento

TRUJILLO – PERÚ

2022

DEDICATORIA

A Dios que siempre estuvo en mis noches de desvelo guiándome y dándome las fuerzas para continuar con mis metas propuestas.

A mi madre Erika Valqui Cachay que siempre me apoyó en mi proceso de formación profesional a pesar de las circunstancias difíciles.

A mi padre Nelson Sanchez Chujutalli que siempre apoyó todas las decisiones que he tomado en este arduo camino, también es quien me inculcó esta hermosa profesión.

A mis familiares en general que siempre me aconsejaron y dieron su apoyo moral en los momentos que más lo necesité.

A Beder Ruiz Ortiz un gran amigo que hora no está entre nosotros, pero siempre lo recordaré porque me demostró que si nos caemos debemos levantarnos y luchar hasta el final.

Juan Carlos Gonzales Valqui

Le dedico a dios principalmente por brindarme fuerzas para seguir adelante y sabiduría para lograr mis objetivos.

A mis padres, que sin su apoyo emocional y económicamente no hubiera llegado donde estoy actualmente.

A mi hermana por su cariño y consejos de superación en los puntos claves de mi vida.

A mi mejor amigo, por los momentos que hemos pasado juntos y las personas cercanas a él, que siempre tuvieron buena vibra.

Rodas Gómez, Erick Alexis

AGRADECIMIENTO

A mis padres Erika Valqui Cachay y Nelson Sanchez Chujutalli por el apoyo incondicional a lo largo de estos años para llegar a donde estoy, gracias por comprender que la carrera demanda de mucho esfuerzo y tiempo.

A la universidad, por permitirme ser parte de ella, por acogerme desde el momento que llegue y por formarme para ser un buen profesional.

A mi mejor amiga Patricia Saldaña Campos por las risas y enojos desde el día que nos conocimos, gracias por comprenderme y aconsejarme siempre para tomar las mejores decisiones.

A todos los amigos que conocí en la universidad por ser parte de mi proceso de formación.

A mi Co-asesor el Ing. Ayala Sanchez, Juan Bautista, por el apoyo brindado durante el proceso de la tesis.CO-ASESOR:

Juan Carlos Gonzales Valqui

Agradezco a la Universidad Cesar Vallejo y a los docentes que me enseñaron durante toda mi carrera universitaria.

Agradezco también al asesor la Ingeniera Panduro Alvarado, Elka por los consejos y recomendaciones para el proceso de la presente tesis.

Rodas Gómez, Erick Alexis

ÍNDICE DE CONTENIDOS

DEDICATORIA.....	ii
AGRADECIMIENTO.....	iii
ÍNDICE DE CONTENIDOS	iv
ÍNDICE DE ILUSTRACIONES	vi
ÍNDICE DE GRÁFICOS.....	vii
ÍNDICE DE TABLAS.....	viii
ÍNDICE DE TABLAS.....	ix
RESUMEN	x
ABSTRAC	xi
I. INTRODUCCIÓN:.....	1
PLANTEAMIENTO DEL PROBLEMA	2
JUSTIFICACIÓN	3
OBJETIVOS.....	4
HIPÓTESIS.....	5
II. MARCO TEÓRICO:.....	6
III. METODOLOGÍA:.....	11
3.1. TIPO Y DISEÑO DE INVESTIGACIÓN:.....	11
3.2. OPERACIONALIZACIÓN DE VARIABLES	11
3.3. POBLACIÓN, MUESTRA Y MUESTREO	13
3.4. TÉCNICAS E INSTRUMENTOS DE RECOLECCIÓN DE DATOS.....	14
3.5. PROCEDIMIENTOS.....	15
3.6. MÉTODO DE ANÁLISIS DE DATOS	15
3.7. ASPECTOS ÉTICOS	16
IV. RESULTADOS	17

V. DISCUSIÓN.....	45
VI. CONCLUSIONES.....	49
VII. RECOMENDACIONES	51
REFERENCIAS.....	52
ANEXO 1.....	62
ANEXO 2.....	64
ANEXO 3.....	67
ANEXO 4.....	81
ANEXO 5.....	97
ANEXO 6.....	150
ANEXO 7.....	157
ANEXO 8.....	169
ANEXO 9.....	172

INDICE DE ILUSTRACIONES

Ilustración 1. Mapa Político del Perú	17
Ilustración 2. Mapa Político de Región La Libertad	18
Ilustración 3. Mapa Político de la Provincia de Trujillo.....	18
Ilustración 4. Mapa Político del CP. Huanchaquito	19
Ilustración 5. Ortofoto del área en investigación Huanchaquito.....	22
Ilustración 6. Modelo digital de elevaciones Huanchaquito	23
Ilustración 7. Posiciones de cámaras y estimadores de error.....	24
Ilustración 8. Tesistas y personal técnico capacitado en levantamiento topográfico con dron.	26
Ilustración 9. Medición de profundidad de calicata.	27
Ilustración 10. Descripción de calicata estudiada.	27
Ilustración 11. Excavación de calicata con maquinaria.	27
Ilustración 12. Extracción de muestra de calicata estudiada.	27
Ilustración 13. Calculo el SN requerido y SN resultante.	40
Ilustración 14. Estructura del Pavimento Flexible Mediante la Metodología AASHTO-93.	41
Ilustración 15. Diseño de veredas y sardineles según el RNE – Pavimentos urbanos.	41

ÍNDICE DE GRÁFICOS

Gráfico 1. Resultados de California Bearing Ratio (CBR)	33
Gráfico 2. Resumen de conteo vehicular diario.....	35
Gráfico 3. Resumen de conteo vehicular semanal.....	36
Gráfico 4. Comparación de resultados entre proyectos de investigación.....	47

ÍNDICE DE TABLAS

Tabla 1. Perfil estratigráfico y relación de calicatas realizadas.	29
Tabla 2. Clasificación de suelo según las muestras estudiadas.	31
Tabla 3. Resultados de California Bering Ratio (CBR) 0.1 mm (%) al 100% de Máxima Densidad Seca (MDS).	31
Tabla 4. Resumen de conteo vehicular diario.	34
Tabla 5. Resumen de conteo vehicular semanal.	35
Tabla 6. Resumen de conteo vehicular.	36
Tabla 7. Cálculo de ejes equivalentes.	37
Tabla 8. Factores de Distribución Direccional y de Carril para determinar el Tránsito en el Carril de Diseño.	38
Tabla 9. Resumen de datos para calcular el ESAL.	39
Tabla 10. Resumen de datos para calcular el SN.	39

ÍNDICE DE TABLAS

Plano 1. Plano de Ubicación y Localización del proyecto	20
Plano 2. Plano de Levantamiento Topografico	25
Plano 3. Plano de Ubicación de calicatas	32
Plano 4. Plano de Planta y Perfil Longitudinal en Av. Aviación 0+000 – 0+500 km	42
Plano 5. Plano de Planta y Perfil Longitudinal en Av. Víctor Raúl 0+000 – 0+500 km	43
Plano 6. Plano de Planta y Perfil Longitudinal de calles 07, 13 y 08	44

RESUMEN

La presente investigación trata sobre la elaboración de un pavimento flexible usando la metodología AASHTO 93 la cual nos permitirá obtener una estructura adecuada para dichas avenidas y calles beneficiarias, el proyecto se constituye de 10.4 km las cuales tenemos dos avenidas principales la primera Av. Aviación y la segunda Av. Víctor Raúl, estas dos avenidas principales están conectadas mediante calles las cuales constituyen una red y por lo cual se pudo llegar a cierto kilometraje. El presente proyecto tendrá un efecto positivo para la población de Huanchaquito debido a que está no presenta ningún tipo de estructura de pavimento, la elaboración de un diseño de pavimento flexible para la localidad de Huanchaquito tendrá como consecuencia en un futuro próximo el incremento de la economía y turismo, asimismo como la revalorización de los predios de dicha localidad. Para poder lograr un diseño óptimo del pavimento se necesitó en primera instancia realizar un conteo vehicular para determinar qué tipo de vía según norma tendríamos que realizar, seguido de ello se realizó un levantamiento topográfico para de esta manera elaborar el diseño geométrico de toda la red, luego se realizó la exploración del suelo por medio de calicatas las cuales fueron distribuidas en las avenidas y calles de toda la red, por último en el laboratorio se realizaron los estudios de las muestras extraída en campo para de esta manera determinar el tipo de suelo y las características físico mecánicas que presenta nuestro proyecto.

Palabras clave:

Pavimento flexible, Pavimento flexible en caliente, índice medio diario anual (IMDA), Levantamiento topográfico con dron, CBR, ASSHTO 93, Calicatas, Estudio de suelos.

ABSTRAC

The present research deals with the elaboration of a flexible pavement using the AASHTO 93 methodology, which will allow us to obtain an adequate structure for these avenues and beneficiary streets, the project consists of 10.4 km of which we have two main avenues, the first Av. Aviación and the second Av. Víctor Raúl, these two main avenues are connected by streets which constitute a network and for which it was possible to reach a certain mileage. This project will have a positive effect on the population of Huanchaquito because it has no pavement structure, the development of a flexible pavement design for the town of Huanchaquito will result in the near future in an increase of the economy and tourism, as well as the revaluation of the properties in the town. In order to achieve an optimal pavement design, it was first necessary to carry out a vehicle count to determine what type of road we would have to build according to the standard, after that a topographic survey was carried out in order to elaborate the geometric design of the entire network, then the soil was explored by means of soil pits which were distributed in the avenues and streets of the entire network, finally, in the laboratory studies of the samples extracted in the field were carried out to determine the type of soil and the physical and mechanical characteristics of our project.

Keywords:

Flexible pavement, Hot flexible pavement, annual average daily rate, Topographic survey with drone, CBR, ASSHTO 93, Trial pits, Soil survey.

I. INTRODUCCIÓN:

Las avenidas y calles desde la antigüedad han sido y son el eje central de una localidad en desarrollo ya que estas son el medio de comunicación por excelencia y gracias a ellas se incrementa el comercio, el turismo, la economía local, etc. Por lo tanto, para que se genere todo lo antes mencionado dicha localidad debe tener avenidas y calles correctamente diseñadas, así como también debidamente ejecutadas, para ello se debe llevar a cabo la elaboración de un proyecto con sus respectivos estudios los cuales permitirán determinar las características estructurales de dicho pavimento.

Así como hoy en día en la antigüedad los caminos también eran diseñados, aunque los métodos y materiales eran muy diferentes a los que contamos hoy en día, antes se usaba como carpeta de rodadura piedras de gran volumen en cambio hoy usamos asfalto para crear nuestra carpeta de rodadura. Esto sin lugar a dudas representa un gran cambio el cual hoy en día nos permite tener autopistas, carreteras, avenidas, calles, etc.; en menor tiempo.

Hoy en día los encargados de llevar a cabo estas obras viales son los gobiernos locales, departamentales o nacionales; ellos delegan a un equipo el cual se encarga de elaborar un expediente técnico donde se detalla las características del suelo, las características estructurales de dicho diseño y los estudios realizados para dar con un resultado óptimo.

En la localidad de Huanchaquito existen diversas calles y avenidas las cuales no cuentan con pavimento asfáltico y tampoco cuentan con un diseño de carpeta asfáltica para beneficiar a dicha población, mediante una investigación y visita al lugar de los hechos nos damos cuenta que dicha localidad solo presenta calles a nivel de afirmado, debido a ello en el presente proyecto de investigación diseñaremos un pavimento flexible usando la metodología AASHTO para las avenidas Aviación y Victor Raúl, así como también se elaborará un diseño para las calles que conectan ambas avenidas.

PLANTEAMIENTO DEL PROBLEMA

Teniendo en consideración todo lo expuesto anteriormente nos planteamos la siguiente interrogante como problema de investigación:

Problema general

¿Cuál será el diseño del pavimento flexible en las avenidas Aviación, Víctor Raúl y las calles que conectan ambas avenidas usando la metodología AASHTO-93?

Problemas específicos

¿Cómo obtenemos las curvas de nivel para trazar el pavimento flexible en las avenidas Aviación, Víctor Raúl y las calles que conectan ambas avenidas?

¿De qué manera podemos determinar las propiedades del suelo en las avenidas Aviación, Víctor Raúl y las calles que conectan ambas avenidas?

¿Cuál es el método adecuado para determinar el tipo de tráfico de las avenidas Aviación, Víctor Raúl y las calles que conectan ambas avenidas?

¿Cómo obtendremos la estructura del pavimento flexible que se usará en las avenidas Aviación, Víctor Raúl y las calles que conectan ambas avenidas?

¿Cómo mejoraremos la apariencia de las avenidas a Aviación, Víctor Raúl y las calles que conectan ambas avenidas?

JUSTIFICACIÓN

El presente proyecto se justifica de manera teórica debido a que nos permite desarrollar las metodologías estudiadas a lo largo de nuestra formación profesional, para el caso de nuestro proyecto usaremos el método ASSHTO-93 para de esta manera elaborar el diseño estructural del pavimento que tendrán las avenidas Aviación y Victor Raúl, así como también se elaborará un diseño para las calles que conectan ambas avenidas.

Se justifica de manera práctica ya que se orienta a la metodología ASSHTO-93 la cual emplearemos para el diseño estructural del pavimento, esta se complementará con las normas de análisis de suelos y tráfico para de esta manera elaborar un diseño óptimo el cual no tenga complicaciones en un futuro.

Así también se justifica de manera social ya que nuestro proyecto otorgará un diseño estructural del pavimento el cual podrá usarse como base para la ejecución de las avenidas antes mencionadas, de esta manera aportamos con el desarrollo de la población en la localidad de Huanchaquito.

Por último, el presente proyecto se justifica de manera metodológica debido a que se recolectaran datos en el área investigada (insitu), así como también se aplicaran instrumentos como el realizar un estudio de tráfico y elaborar tablas estadísticas para de esta manera tener un buen desarrollo del proyecto basado en resultados y procedimientos de acuerdo a las normas vigentes de nuestro país.

OBJETIVOS

Objetivo general

Elaborar el diseño del pavimento flexible usando la metodología AASHTO-93 en las avenidas Aviación y Víctor Raúl, así como también las calles que conectan ambas avenidas en la localidad de Huanchaquito-Huanchaco-Trujillo-La Libertad 2022.

Objetivos específicos

En cuanto a los objetivos específicos se propuso las siguientes:

1. Ejecutar un levantamiento topográfico de las avenidas Aviación, Víctor Raúl y las calles que conectan ambas avenidas.
2. Realizar un estudio de mecánica de suelos de las avenidas Aviación, Víctor Raúl y las calles que conectan ambas avenidas.
3. Desarrollar el estudio de tráfico de las avenidas Aviación, Víctor Raúl y las calles que conectan ambas avenidas.
4. Diseñar la estructura del pavimento flexible usando la metodología AASHTO-93 de las avenidas Aviación, Víctor Raúl y las calles que conectan ambas avenidas.
5. Elaborar un diseño de veredas y sardineles para las avenidas Aviación, Víctor Raúl y las calles que conectan ambas avenidas.

HIPÓTESIS

Hipótesis general

Diseñando el pavimento flexible mediante la metodología ASSHTO-93 se obtendrá la estructura adecuada para las avenidas Aviación, Víctor Raúl y las calles que conectan ambas avenidas en la localidad de Huanchaquito.

Hipótesis específicas

Ejecutando un estudio topográfico se obtendrá la geografía de las avenidas Aviación, Víctor Raúl y las calles que conectan ambas avenidas.

Realizando un estudio de suelos determinaremos el tipo de suelo y sus características las cuales nos permitirán diseñar el pavimento flexible de las avenidas Aviación, Víctor Raúl y las calles que conectan ambas avenidas.

Desarrollando el estudio de tráfico obtendremos el tipo de tránsito que tendrá nuestra vía por lo que nos permitirá elaborar un diseño de pavimento óptimo para las avenidas Aviación, Víctor Raúl y las calles que conectan ambas avenidas.

Gracias al diseño del pavimento flexible mediante la metodología AASHTO-93 se logrará encontrar la estructura adecuada mismo para las avenidas Aviación, Víctor Raúl y las calles que conectan ambas avenidas.

Con la elaboración de un diseño de veredas y sardineles se mejorará la apariencia de las avenidas Aviación, Víctor Raúl y las calles que conectan ambas avenidas.

II. MARCO TEÓRICO:

Como todos sabemos es importante que las autoridades realicen inversión en lo que respecta a infraestructura vial, ya que gracias a esta incrementa la productividad y economía de una localidad, para esto se debe contar con vías en condiciones óptimas las cuales permitan una buena transitabilidad tanto peatonal como automotriz, en caso contrario no se lograría el desarrollo antes mencionado.

La metodología para el diseño de carreteras mediante AASHTO-93 está basada en criterios técnicos, las cuales toman en consideración las características tanto estructurales como funcionales de cada uno de los materiales los cuales conforman la estructura de un pavimento. Algunas consideraciones que toman en cuenta son:

- Las características del terreno de fundación que viene a ser la subrasante, dicho valor será obtenido gracias a un ensayo de suelo el cual se denomina CBR (California Bearing Ratio) la cual es una prueba de penetración la cual nos ayuda a verificar las características físico-mecánicas del suelo en estudio, gracias a este podremos determinar el Módulo de Resiliencia (M_r).
- Las cargas de tránsito de acuerdo a los ejes equivalentes establecido por el (MTC), esta información será obtenida gracias a una visita al lugar de estudio en donde tabularemos y procesaremos matemáticamente para calcula de esta manera el ESAL.
- Para el factor de desviación estándar normal (Z_r) y la Variación de Serviciabilidad (ΔPSI) estos se obtendrán gracias al tipo de tráfico el cual es determinado por el ESAL. Luego de esto establecemos la Desviación estándar combinada (S_o) el cual es un dato que tiene en consideración la variación que se espera sobre el tráfico y otros valores que pueden afectar el desempeño del pavimento, dentro de la guía AASHTO nos recomienda usar valores dentro de 0.40 ó 0.50 para los diseños de pavimentos flexibles.

Con los datos ya obtenidos anteriormente se procederá a calcular el número estructural (SN), los valores determinados con anterioridad nos dan un alcance de la capacidad máxima que puede soportar la estructura de nuestro pavimento en función a los valores de sub-rasante y tráfico. A continuación, se muestra la ecuación para determinar el número estructural (SN) según la guía AASHTO-93.

$$\log_{10}(W_{18}) = Z_R S_0 + 9.36 \log_{10}(SN + 1) - 0.20 + \frac{\log_{10} \left[\frac{\Delta PSI}{4.2 - 1.5} \right]}{0.40 + \frac{1094}{(SN + 1)^{5.19}}} + 2.32 \log_{10}(M_R) - 8.07$$

Dónde:

- W_{18} = Numero admisible de ejes equivalentes (ESAL).
- Z_r = Desviación estándar normal.
- S_0 = Desviación Estándar Combinada.
- ΔPSI = Variación de Serviciabilidad.
- M_r = Módulo de Resiliencia.
- SN = Numero estructural.

Para el presente trabajo se buscaron antecedentes los cuales son de ámbito internacional, nacional y local los cuales se presentan a continuación:

“En el trabajo de investigación de Quimbayo y Useche realizaron el diseño de un pavimento flexible usando la metodología AASHTO–93, el cual viene a ser una vía de acceso a un tramo de La Palmita del Municipio de Natagaima Tolima, este diseño está considerado para 1.3 Km de vía; por lo que se calculó el siguiente diseño del pavimento: un mejoramiento afirmado de 0.30 m, una Sub Base Granular de 0.20 m, Base Granular de 0.15 m y finalmente una Carpeta Asfáltica de 0.05 m.”(Quimbayo y Useche, 2021 p. 61)

“Para el proyecto de Celis en el cual diseñó un pavimento flexible usando la metodología AASHTO–93, dicha diseño se encuentra entre el Km 49+650 al Km 50+460 de la vía El Crucero – Pajarito – Aguazul en los Departamentos de Boyacá Y Casanare; gracias al cálculo que realizó obtuvo la siguiente estructura de pavimento: una Carpeta Asfáltica de 0.12 m, así como también una Sub Base

Granular de 0.30 m y finalmente una Base Granular de 0.25 m.” **(Celis, 2019 p. 34)**

“Humpiri en su tesis de investigación se obtuvo el mejoramiento del pavimento flexible haciendo uso del aditivo para mejorar el pavimento flexible con el fin de estabilizar el suelo, aumentar la resistencia y durabilidad, reducir costos y tiempos, así como brindar a las personas una buena calidad de vida, libre de problemas respiratorios causadas por los gases que causa los vehículos de carretera y el desgaste de las llantas de los autos. El objetivo de dicho trabajo de investigación es mejorar el pavimento flexible haciendo uso del presente aditivo y de esa forma estabilizar suelos en el distrito de Chaclacayo. El estudio utiliza diferentes tipos de investigación, como: investigación cuantitativa, investigación aplicada y experimental. Los resultados mostraron que gracias a la aplicación del aditivo AGGREBIND, se pudo ver una mejora y estabilización los suelos en la calle los Eucaliptos que está ubicado en el departamento de Lima.” **(Humpiri, 2018 p. vi)**

“Quezada en su tesis de investigación se investigó sobre el diseño estructural de pavimentos rígidos y flexible empleando el método AASHTO-93. Se realizó un estudio de investigación en Jaén, departamento de Cajamarca, sobre el impacto del pavimento en la carretera Antisuyo, utilizando diseños de pavimento flexible o rígido de acuerdo con el método AASHTO93, la información se recopiló de formularios que tuvieron acabo para tener información sobre el tráfico, el estado de vías y suelo. Con los presentes datos se hicieron uso de manual de MTC y también la norma mencionada anteriormente, en los resultados se utilizaron para hallar otras opciones de diseño de pavimentos con respecto a la norma para mejorar la transitabilidad. Como conclusión, hemos llegado a ver que, gracias al diseño del pavimento propuesto, ha aumentado la fluidez del tráfico de vehículos de la calle significativamente.” **(Quezada, 2019 p. xi)**

“Castro en su tesis de investigación sobre la propuesta de diseño de pavimento flexible se centra en el análisis del pavimento aplicando como una opción para mejorar el tránsito vehicular, sabiendo que por la comunidad de la ciudad de Piura existe siempre algún fenómeno ya sea El Niño u otro. Tiene como objetivo

proponer una opción de mejorar la transitabilidad haciendo uso de la metodología AASHTO 93 para desarrollar en este caso un pavimento flexible. Este diseño toma en cuenta consideraciones fundamentales de realizar el análisis de cumplimiento del pavimento, entre ellos: características del pavimento, las condiciones del suelo en la zona de los diamantes.” **(Castro, 2021 p. xii)**

“Larios y Mendoza en su tesis de investigación tiene como objetivo diseñar una rehabilitación del pavimento en la ciudad de Trujillo, haciendo uso del método AASHTO 93 para mejorar la condición y accesibilidad de la avenida Salvador Lara y los problemas de tráfico que existe en la zona. La recolección de datos se realiza mediante herramientas como tablas resumen y guías de observación, que luego son procesadas por software. Los problemas fundamentales y actuales de los tramos estudiados se deben al aumento del tráfico vehicular y que fue afectado por el fenómeno niño en 2017, y que provocarán el deterioro del pavimento con el tiempo. Se realizaron estudios básicos de suelo como la medición de los granos, plasticidad y líquido, adición de CBR y estudios Proctor avanzados. El diseño del pavimento tiene en cuenta el IMDA calculado a partir de los ensayos de suelo y tránsito, con los requisitos recomendados por el Manual de Pavimentos y Usos del Suelo y la Norma E010 para Pavimentos Urbanos.” **(Larios y Mendoza, 2021 p. xi)**

“Ramirez en su tesis de investigación propusieron un diseño para el pavimento de las calles en Las Lomas. El objetivo del estudio es proponer una opción de diseño de pavimento flexible; para lo cual realizaron levantamientos topográficos, estudios de tráfico y de suelos, diseño de geometría vial, estudios de señalización y prevenir la contaminación para humanos y animales. La población y la muestra se realizaron en las calles 4, 5 y 6 del sector I.” **(Ramirez, 2018 p. ix)**

“Casana en su tesis de investigación para proponer el diseño del pavimento flexible para las calles y avenidas en Las Lomas. El objetivo del trabajo de investigación es diseñar pavimento flexible en el lugar indicado del sector I, y realizar una vía para permitir el paso vehicular y facilite el transporte de producción de mercados. Para el diseño propuesto en esta tesis, se utilizará el

conteo de tráfico y se complementará con normas y metodologías, de esa forma mejorar la transitabilidad, así como también la comodidad de la población beneficiaria. Como último punto, se busca la solución más adecuada para la situación actual, que sea sostenible y socialmente rentable para su Declaración de Viabilidad.” **(Casana, 2018 p. ix)**

“Olivares en su tesis de investigación obtuvo su objetivo el cual es el desarrollo del diseño de pavimentación flexible en un tramo de la avenida principal del sector dos del Alto Trujillo. En este caso se hizo el uso de la metodología AASHTO 93 y de alguna manera cumplir con la Norma C.010. Este proyecto de investigación se dividió en cinco capítulos, de los cuales en la primera parte se habla sobre la realidad problemática. En el segundo capítulo, presentaron el marco teórico con los diferentes conceptos sobre el tema tratado. En el tercer capítulo trata sobre el desarrollo y recopilación de datos de campo profesional, así como también los de oficina para el desarrollo del trabajo. En cuarto capítulo tenemos a las conclusiones del diseño; el quinto es una sugerencia. En conclusión, se puede afirmar que los resultados analíticos esperados obtenidos son consistentes con AASHTO 93”. **(Olivares, 2019 p. v)**

III. METODOLOGÍA:

3.1. TIPO Y DISEÑO DE INVESTIGACIÓN:

3.1.1. Tipo de investigación:

- ✓ Según su enfoque es de tipo cuantitativo ya que se basa en la recolección de datos.
- ✓ Según su tipo o finalidad es aplicada ya que conoceremos la problemática y se dará solución el problema.
- ✓ Según nivel es descriptivo ya que describe la situación real del caso.
- ✓ Según su alcance temporal es transversal desarrollado en un solo momento dado, debido a una sola recolección de datos durante toda la investigación.

Diseño de investigación:

El diseño de investigación es considerando no experimental de tipo correlacional.

$$M \rightarrow X$$

Dónde:

M: Muestra (10.4 Km de avenidas en la localidad de Huanchaquito)

X: Variables (Diseño de un pavimento flexible usando la metodología AASHTO-93)

3.2. OPERACIONALIZACIÓN DE VARIABLES

Variable independiente: Diseño de un pavimento flexible

En definición conceptual tenemos que “El diseño de un pavimento flexible es el resultado de estudios e investigaciones los cuales son de gran significancia para llevar a cabo una construcción o mantenimiento de la vía pavimentada.” (Poveda, Bernal y Marín; 2014, p.1). Así mismo como

definición operacional tenemos que para el diseño de un pavimento se necesita desarrollar estudios los cuales nos brinden datos de la situación actual en la zona beneficiaria, por lo que estos estudios serán de suma importancia al momento de llevar a cabo el diseño del pavimento. Para las dimensiones tendremos 3 y cada una de ellas tendrá su correspondiente indicador y escala de medición las cuales son: **Estudio de tráfico** el cual tiene como indicador a volumen (vh/h) y peso (ton); **Estudio de propiedades del suelo** y sus indicadores son granulometría (%), Límites de consistencia (%), contenido de humedad (%) y densidad máxima intervalo (Und/cm³); **Resistencia del suelo** este tiene como indicador al CBR (%). Cabe aclarar que todos los indicadores tienen una escala de medición como Intervalo.

Variable dependiente: Metodología AASHTO-93

Como definición conceptual tenemos que “El método AASHTO-93 utiliza un modelo o ecuación que da un parámetro llamado número estructural (SN) necesario para determinar el espesor de las capas que componen el pavimento las cuales son: la capeta asfáltica, base granular y la sub base granular.” (Ing. Garcia, 2015, p.3). Así mismo como definición operacional que en la metodología AASHTO-93 se necesita ciertos valores los cuales nos ayudarán a definir la estructura optima de nuestro pavimento estos valores serán: ESAL, Dd, DI, r, n, CBR, TTP, Mr, %R, Zr, So, Pi, Pt, Δ PSI, SN, SNR, ai, di y mi. Para las dimensiones tendremos 3 y cada una de ellas tendrá su correspondiente indicador y escala de medición las cuales son: **Estructura del pavimento** el cual tiene como indicadores a carpeta asfáltica (cm), base granular (cm) y sub base granular (cm); **Transito acumulado** y su indicador es W18 (tn); **Numero estructural** este tiene como indicador SN (cm). Cabe aclarar que todos los indicadores tienen una escala de medición como Intervalo.

3.3. POBLACIÓN, MUESTRA Y MUESTREO

3.3.1. Población: Dentro de la localidad de encuentran diversas vías las como lo son la Av. Costa Azul, Av. Tupac Amaru, Av. Piura, Av. La Rivera, Av. Aviación y Av. Victor Raúl; dichas vías están conformadas por una calzada y dos carriles.

- **Criterios de inclusión:**

- ✚ No cuenta con un diseño estructural del pavimento en la actualidad.
- ✚ Las avenidas seleccionadas tienen un gran potencial, por lo que incrementaran la economía y turismo local.
- ✚ El lugar en estudio cumple con los lineamientos establecidos por el gobierno ante la COVID – 19.

- **Criterios de exclusión:**

- ✚ En el actual proyecto buscamos conectar la Panamericana norte con la Av. La Ribera.
- ✚ Se priorizará dar una buena transitabilidad a los turistas y pobladores por la Av. Victor Raúl, ya que se encuentra frente al mar.

3.3.2. Muestra: La muestra a estudiar tendrá una longitud total de 10.4 kilómetros de las avenidas Aviación y Victor Raúl, así como también para las calles que conectan ambas avenidas.

3.3.3. Muestreo: No probabilístico debido a que la población fue escogida con base a que consideramos las calles y avenidas más importantes para el beneficio de la población de Huanchaquito.

3.3.4. Unidad de análisis: Para la actual investigación se tomará como unidad de análisis a la subrasante y tránsito vehicular de las avenidas Aviación y Victor Raúl, así como también se elaborará un diseño para las calles

que conectan ambas avenidas, luego de la extracción de materiales y datos estos pasaran a ser analizados o medidos según sea pertinente.

3.4. TÉCNICAS E INSTRUMENTOS DE RECOLECCIÓN DE DATOS

- **Técnica**

Para la presente investigación se empleará las técnicas de ensayos en laboratorios y de esta manera estudiar el suelo, también emplearemos la técnica de observación para así tener el conteo vehicular adecuado, así mismo aplicaremos la técnica de análisis de datos mediante la estadística, de la misma forma usaremos la técnica de levantamiento topográfico en campo, todas las técnicas antes mencionadas se desarrollarán en base a las especificaciones que demanda el Manual de Carreteras en nuestro país.

- **Instrumentos**

Los instrumentos del presente nos permitirán recolectar información de campo y laboratorio, los cuales nos brindaran los resultados que son requeridos para el diseño del pavimento. Dentro de los instrumentos tenemos los siguientes:

- Realizar ensayos del CBR en laboratorio.
- Realizar ensayos de Límites de consistencia en laboratorio.
- Realizar ensayos de Análisis Granulométrico por tamizado en laboratorio.
- Realizar ensayos de Análisis Contenido de Humedad.
- Realizar el Conteo vehicular en la zona de estudio.
- Realizar el levantamiento topográfico en campo,

3.5. PROCEDIMIENTOS

Para llevar a cabo el presente proyecto de investigación se inició escogiendo las variables a estudiar; seguido de ello se detalló en la introducción el contexto social, así como la realidad problemática, el problema que presenta, los objetivos del proyecto y por último la hipótesis. En el marco teórico se realizó búsquedas en repositorios de universidades y bibliotecas virtuales para conseguir los antecedentes internacionales, nacionales y locales de acuerdo a nuestro tema de investigación. Luego en metodología se presentan el tipo y diseño de investigación; la operacionalización de variables de acuerdo a nuestro tema; la población, muestra y muestreo; por último, tenemos las técnicas e instrumentos de recolección de datos.

Para las técnicas de recolección de datos se tiene un proceso gracias a las técnicas antes mencionadas, en primera instancia realizaremos un estudio de suelos mediante ensayos en laboratorio, para realizarlos debemos identificar los puntos a analizar para los cual nos basamos en el RNE en la Norma CE.010 Pavimentos Urbanos, el Manual de Carreteras del MTC y la guía de AASHTO-93. Luego de identificar los puntos se procederá a extraer las muestras y llevarlas al laboratorio para continuar con los estos estudios, estos serán los siguientes: ensayos del CBR, ensayos de Límites de consistencia, ensayos de Análisis Granulométrico por tamizado y ensayos de Análisis Contenido de Humedad. Seguidamente se realizará un conteo vehicular el cual consiste en la observación directa y los datos serán registrados en una ficha en la zona estudiada, por último, se realizará un levantamiento topográfico para el cual se usará una estación total para mayor precisión y optimización de tiempo.

3.6. MÉTODO DE ANÁLISIS DE DATOS

Una vez obtenidos los datos tanto en laboratorio como en campo procederemos a analizarlos usando un dispositivo portátil (laptop), dentro de ella se usará el programa Excel el cual nos ayudará a procesar los datos de manera rápida y precisa, gracias a esto podremos tener nuestros resultados con datos exactos para nuestro proyecto.

3.7. ASPECTOS ÉTICOS

La presente investigación se realizó de manera transparente de acuerdo a los valores que tenemos los investigadores, por lo tanto nuestro trabajo cuenta con información real la cual no fue alterada en ningún aspecto, además se ha respetado los lineamientos dispuestos por la universidad, como la resolución de vicerrectorado de investigación N° 110-2022-VI-UCV, en la cual está establecida la guía de realización del trabajo de investigación y tesis para la obtención de grados académicos y títulos profesionales, por otro lado esta investigación ha sido desarrollada respetando los distintos autores, según las fuentes consultadas. Todo nuestro proyecto está debidamente citado y referenciado según las Referencias estilo ISO 690 y 690-2 la cual es una adaptación de la norma de la International Organization for Standardization (ISO) la cual es otorgada del fondo editorial de la Universidad César Vallejo.

IV. RESULTADOS

4.1. DELIMITACIÓN DE LA ZONA DE ESTUDIO

❖ Ubicación: el tramo a estudiar son dos avenidas principales en la localidad de Huanchaquito denominadas como Av. Aviación y Av. Victor Raúl, así como también las calles que conectan o son perpendiculares a estas dos avenidas. La sumatoria de todos los tramos de la red nos da un total de 10.4 km las cuales tomamos como muestra para la presente investigación.

- **Geolocalización de la zona de estudio:**

- ✚ Latitud: 8° 6'3.13"S

- ✚ Longitud: 79° 6'40.07"O

- ✚ Elevación: 9 m.s.n.m

- **Ubicación Política:**

La zona de estudio se encuentra ubicado en la región La Libertad, Provincia de Trujillo, Distrito de Huanchaco.



Ilustración 1. Mapa Político del Perú

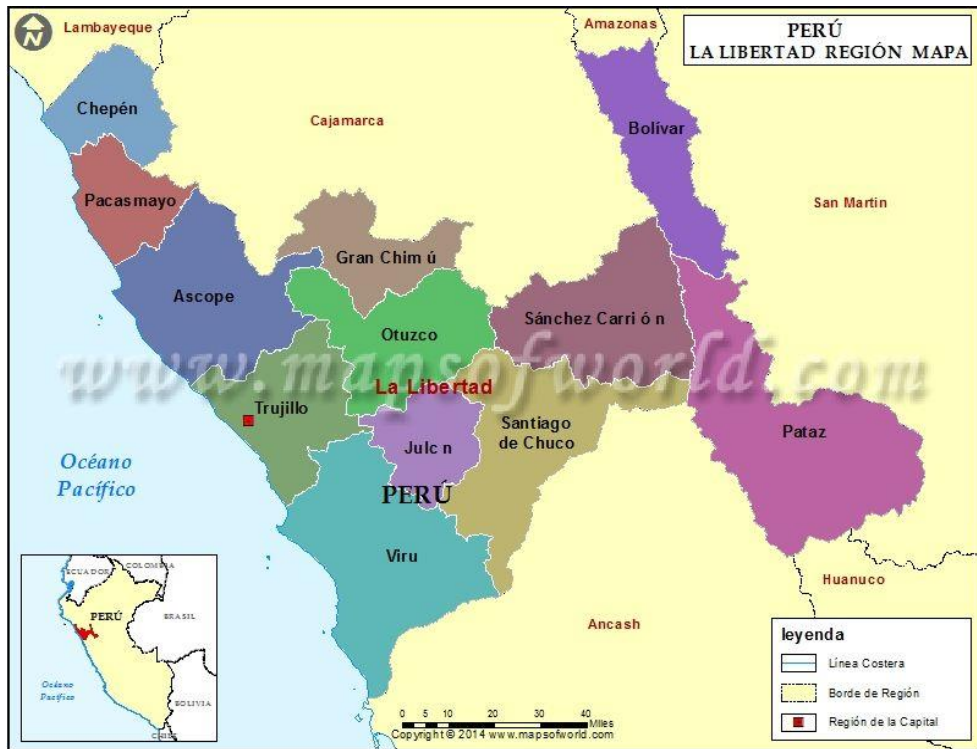


Ilustración 2. Mapa Político de Región La Libertad

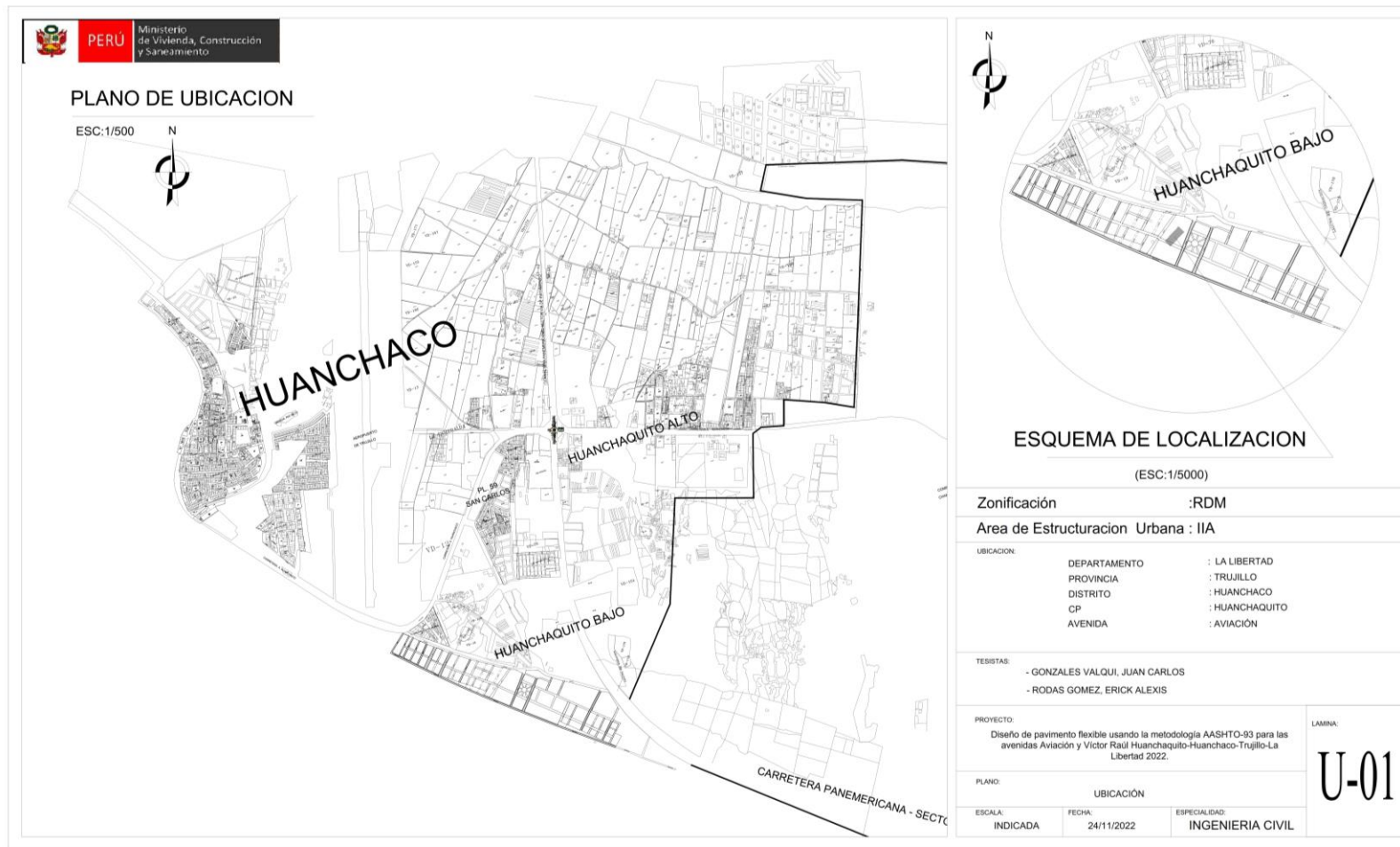
- **Ubicación del Proyecto:**



Ilustración 3. Mapa Político de la Provincia de Trujillo



Ilustración 4. Mapa Político del CP. Huanchaquito



Plano 1. Plano de Ubicación y Localización del proyecto

4.2. PROCEDIMIENTO

Levantamiento topográfico

Continuando en relación a nuestros objetivos específicos primero realizamos el levantamiento topográfico del área estudiada, para de esta manera obtener las curvas de nivel de las mismas y sobre ella realizamos el diseño geométrico de las vías.

Para llevar a cabo este usamos un método denominado “levantamiento topográfico con dron” que nos garantiza precisión al momento de realizar la toma de puntos, así mismo nos ayudó a reducir los tiempos y de esta manera iniciar con los trabajos en gabinete de manera rápida.

Este método nos permitió tener una nube de puntos más precisa y amplia del área en donde desarrollamos nuestra investigación, con la información recolectada en campo se procesó en gabinete para así obtener las curvas de nivel donde posteriormente se plasmó el diseño de la vía.

A continuación, se presenta la información obtenida por el dron la cual nos proporciona una ortofoto del área, las elevaciones del área y por último la nube de puntos con las estimaciones de errores.

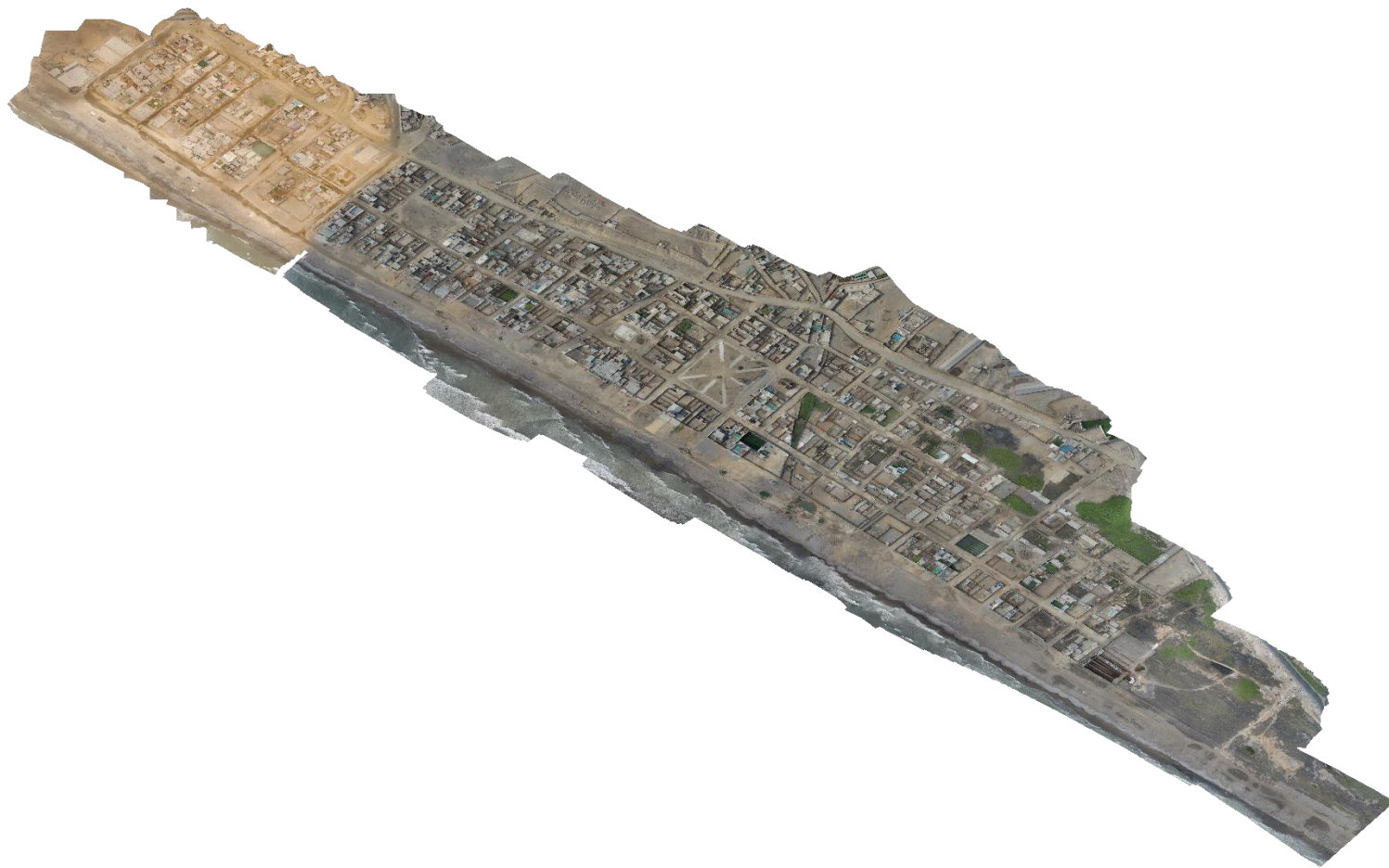


Ilustración 5. Ortofoto del área en investigación Huanchaquito

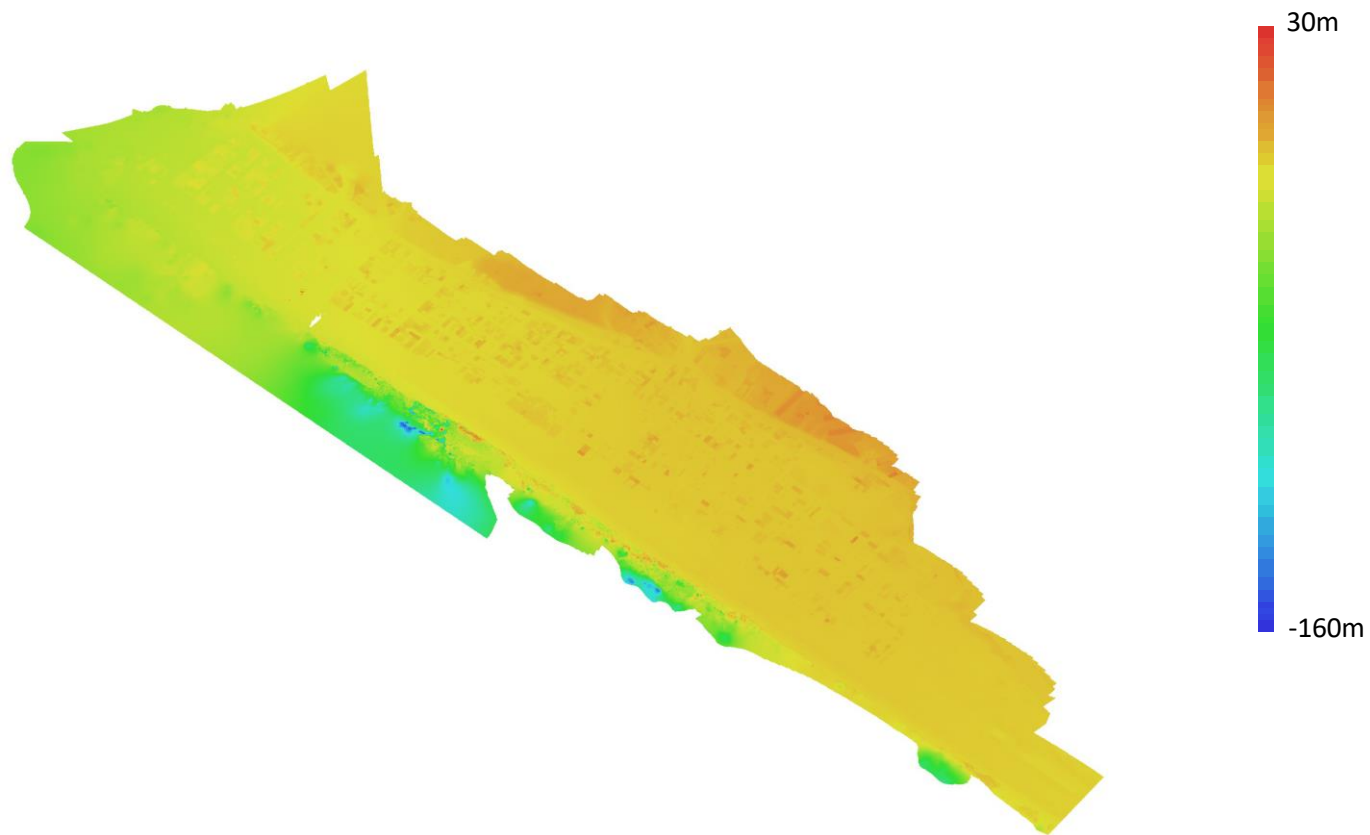


Ilustración 6. Modelo digital de elevaciones Huanchaquito

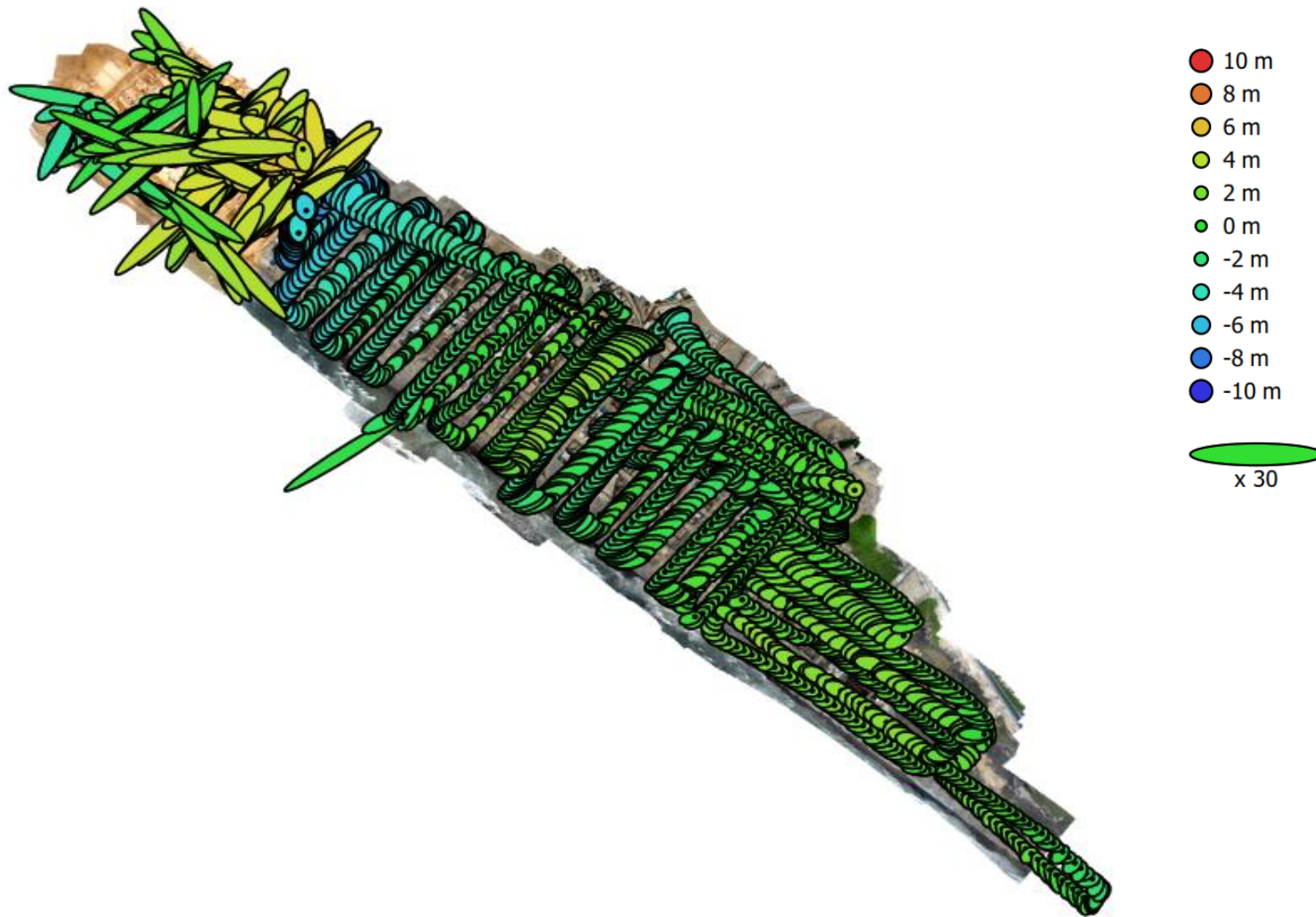
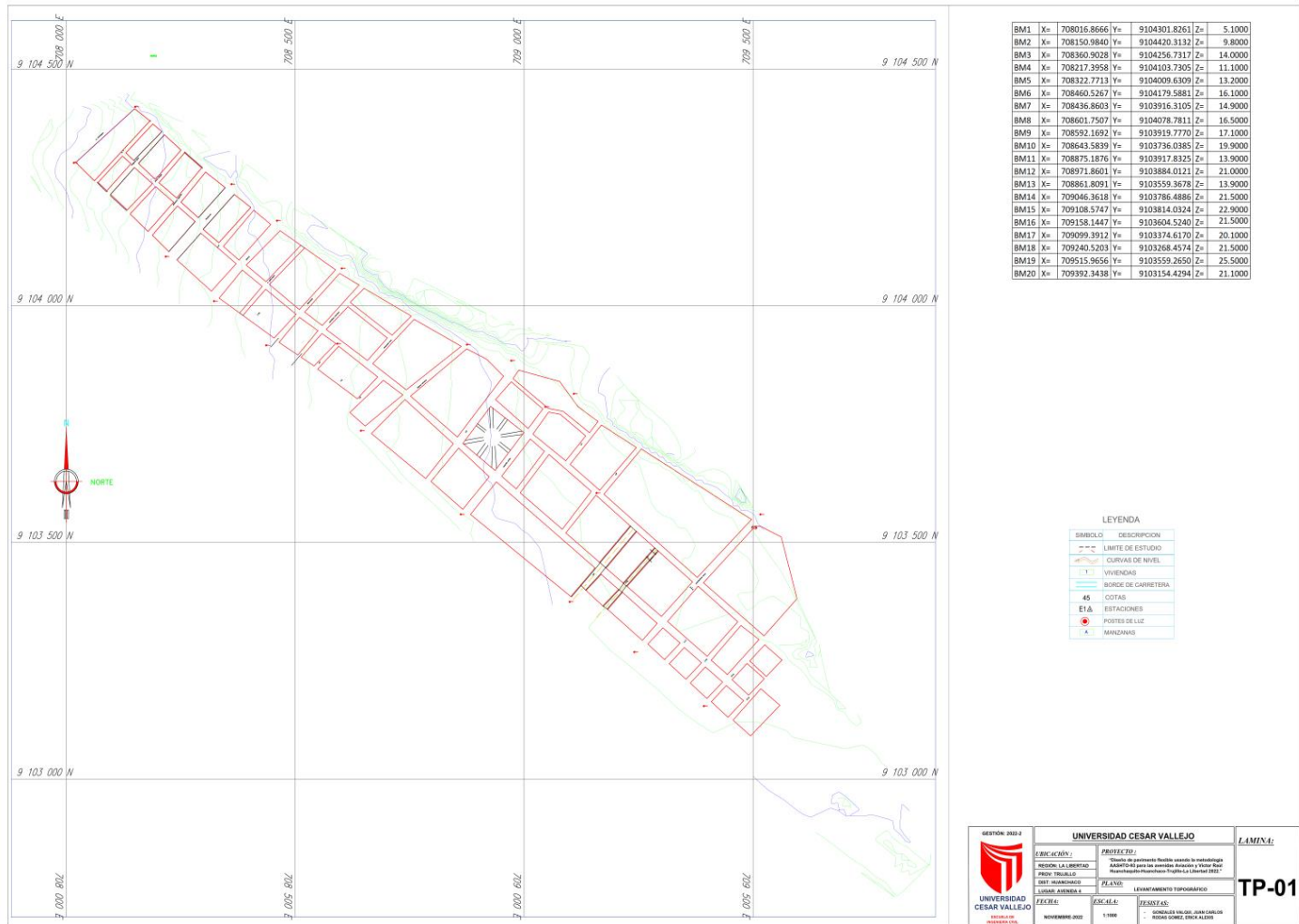


Ilustración 7. Posiciones de cámaras y estimadores de error.



BM1	X=	708016.8666	Y=	9104301.8261	Z=	5.1000
BM2	X=	708150.9840	Y=	9104420.3132	Z=	9.8000
BM3	X=	708360.9028	Y=	9104256.7317	Z=	14.0000
BM4	X=	708217.3958	Y=	9104103.7305	Z=	11.1000
BM5	X=	708322.7713	Y=	9104009.6309	Z=	13.2000
BM6	X=	708460.5267	Y=	9104179.5881	Z=	16.1000
BM7	X=	708436.8603	Y=	9103916.3105	Z=	14.9000
BM8	X=	708601.7507	Y=	9104078.7811	Z=	16.5000
BM9	X=	708592.1692	Y=	9103919.7770	Z=	17.1000
BM10	X=	708643.5839	Y=	9103736.0385	Z=	19.9000
BM11	X=	708875.1876	Y=	9103917.8325	Z=	13.9000
BM12	X=	708971.8601	Y=	9103884.0121	Z=	21.0000
BM13	X=	708861.8091	Y=	9103559.3678	Z=	13.9000
BM14	X=	709046.3618	Y=	9103786.4886	Z=	21.5000
BM15	X=	709108.5747	Y=	9103814.0324	Z=	22.9000
BM16	X=	709158.1447	Y=	9103604.5240	Z=	21.5000
BM17	X=	709099.3912	Y=	9103374.6170	Z=	20.1000
BM18	X=	709240.5203	Y=	9103268.4574	Z=	21.5000
BM19	X=	709515.9656	Y=	9103559.2650	Z=	25.5000
BM20	X=	709392.3438	Y=	9103154.4294	Z=	21.1000

LEYENDA

SÍMBOLO	DESCRIPCIÓN
---	LÍMITE DE ESTUDIO
~	CURVAS DE NIVEL
+	VIVIENDAS
---	BORDE DE CARRETERA
45	COTAS
EI△	ESTACIONES
○	POSTES DE LUZ
X	MANZANAS

GESTIÓN: 2022-2	UNIVERSIDAD CESAR VALLEJO		E/AM/NA:
	PROYECTO:	TP-01	
REGIÓN: LA LIBERTAD	PROYECTO:	"Obras de saneamiento básico en el catastro de ADARF02 para la zona de Arica y Vitor Roca"	
PROY. TÍTULO:	PROY. TÍTULO:	"Proyecto de saneamiento básico en la zona de Arica y Vitor Roca"	
DIR. MANIFIESTO:	PLANO:	LEVANTAMIENTO TOPOGRÁFICO	
UNIVERSIDAD CESAR VALLEJO	ESCALA:	ESCALA:	
NOVIEMBRE 2022	1:1000	DISEÑADO POR: GONZALEZ VALDES, JUAN CARLOS	
		REVISADO POR: RUIZ GONZALEZ, ENRIQUE	

Plano 2. Plano de Levantamiento Topografico



Ilustración 8. Tesistas y personal técnico capacitado en levantamiento topográfico con dron.

Estudio de Mecánica de Suelos (EMS) y California Bering Ratio (CBR)

Luego de acuerdo a la secuencia de nuestros objetivos específicos se realizó el estudio de mecánica de suelos para de esta manera identificar las propiedades y características geotécnicas de la zona estudiada, para poder intervenir en la zona necesitamos un permiso por parte de la municipalidad el cual fue concedido y procedimos a realizar la exploración a cielo abierto de las calicatas, cada calicata está ubicada de manera estratégica para de esta manera estudiar de manera correcta todo el área del proyecto. Para realizar el estudio se usó maquinaria la cual nos permitió elaborar dichas calicatas en un tiempo optimo, para una vez obtenidas las muestras ser trasladadas al laboratorio de suelos JALCEP en donde se ensayó las muestras en supervisión de los laboristas especializados.

Se realizaron en total 14 calicatas a cielo abierto, las cuales se denominan como: C – 1, C – 2, C – 3, C – 4, C – 5, C – 6, C – 7, C – 8, C – 9, C – 10, C – 11, C – 12, C – 13, C – 14. A continuación se presenta tres imágenes donde se aprecia las excavaciones realizadas.



Ilustración 9. Medición de profundidad de calicata.

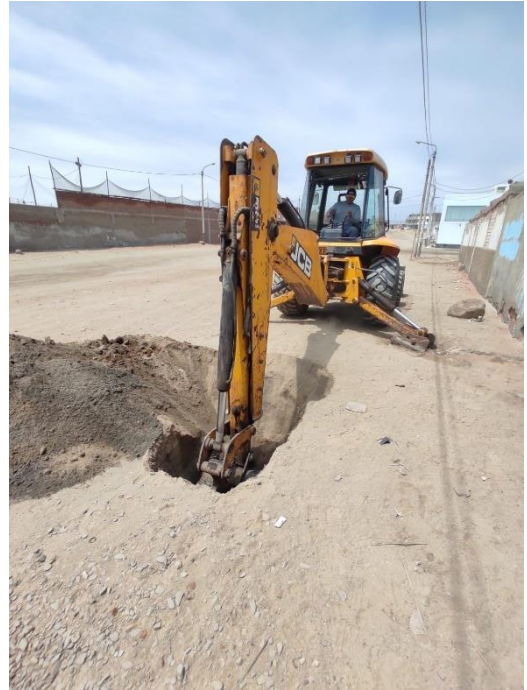


Ilustración 11. Excavación de calicata con maquinaria.



Ilustración 10. Descripción de calicata estudiada.



Ilustración 12. Extracción de muestra de calicata estudiada.

CALICATA	MUESTRA	PROF. (mt)	DESCRIPCIÓN ESTRATIGRAFICA
PC 01	M1	0.00 - 0.30	Material tipo tierra de cultivo mezclada plantas y raíces secas
	M2	0.30 - 3.00	Arena Uniforme (SP)
	De 3.00 a más	CONTINÚA Arena Uniforme (SP) de grano fino.	
PC 02	M1	0.00 - 0.30	Material tipo tierra de cultivo mezclada plantas y raíces secas
	M2	0.30 - 3.00	Arena Uniforme (SP)
	De 3.00 a más	CONTINÚA Arena Uniforme (SP) de grano fino.	
PC 03	M1	0.00 - 0.30	Material tipo tierra de cultivo mezclada plantas y raíces secas
	M2	0.30 - 3.00	Arena Uniforme (SP)
	De 3.00 a más	CONTINÚA Arena Uniforme (SP) de grano fino.	
PC 04	M1	0.00 - 0.30	Material tipo tierra de cultivo mezclada plantas y raíces secas
	M2	0.30 - 3.00	Arena Uniforme (SP)
	De 3.00 a más	CONTINÚA Arena Uniforme (SP) de grano fino.	
PC 05	M1	0.00 - 0.20	Material tipo tierra de cultivo mezclada plantas y raíces secas
	M2	0.20 - 3.00	Arena Uniforme (SP)
	De 3.00 a más	CONTINÚA Arena Uniforme (SP) de grano fino.	
PC 06	M1	0.00 - 0.30	Material tipo tierra de cultivo mezclada plantas y raíces secas
	M2	0.30 - 3.00	Arena Uniforme (SP)
	De 3.00 a más	CONTINÚA Arena Uniforme (SP) de grano fino.	
PC 07	M1	0.00 - 0.30	Material tipo tierra de cultivo mezclada plantas y raíces secas
	M2	0.30 - 3.00	Arena Uniforme (SP)
	De 3.00 a más	CONTINÚA Arena Uniforme (SP) de grano fino.	

PC 08	M1	0.00 - 0.30	Material tipo tierra de cultivo mezclada plantas y raíces secas
	M2	0.30 - 3.00	Arena Uniforme (SP)
	De 3.00 a más	CONTINÚA Arena Uniforme (SP) de grano fino.	
PC 09	M1	0.00 - 0.30	Material tipo tierra de cultivo mezclada plantas y raíces secas
	M2	0.30 - 3.00	Arena Uniforme (SP)
	De 3.00 a más	CONTINÚA Arena Uniforme (SP) de grano fino.	
PC 10	M1	0.00 - 0.20	Material tipo tierra de cultivo mezclada plantas y raíces secas
	M2	0.20 - 3.00	Arena Uniforme (SP)
	De 3.00 a más	CONTINÚA Arena Uniforme (SP) de grano fino.	
PC 11	M1	0.00 - 0.30	Material tipo tierra de cultivo mezclada plantas y raíces secas
	M2	0.30 - 3.00	Arena Uniforme (SP)
	De 3.00 a más	CONTINÚA Arena Uniforme (SP) de grano fino.	
PC 12	M1	0.00 - 0.30	Material tipo tierra de cultivo mezclada plantas y raíces secas
	M2	0.30 - 3.00	Arena Uniforme (SP)
	De 3.00 a más	CONTINÚA Arena Uniforme (SP) de grano fino.	
PC 13	M1	0.00 - 0.30	Material tipo tierra de cultivo mezclada plantas y raíces secas
	M2	0.30 - 3.00	Arena Uniforme (SP)
	De 3.00 a más	CONTINÚA Arena Uniforme (SP) de grano fino.	
PC 14	M1	0.00 - 0.30	Material tipo tierra de cultivo mezclada plantas y raíces secas
	M2	0.30 - 3.00	Arena Uniforme (SP)
	De 3.00 a más	CONTINÚA Arena Uniforme (SP) de grano fino.	

Tabla 1. Perfil estratigráfico y relación de calicatas realizadas.

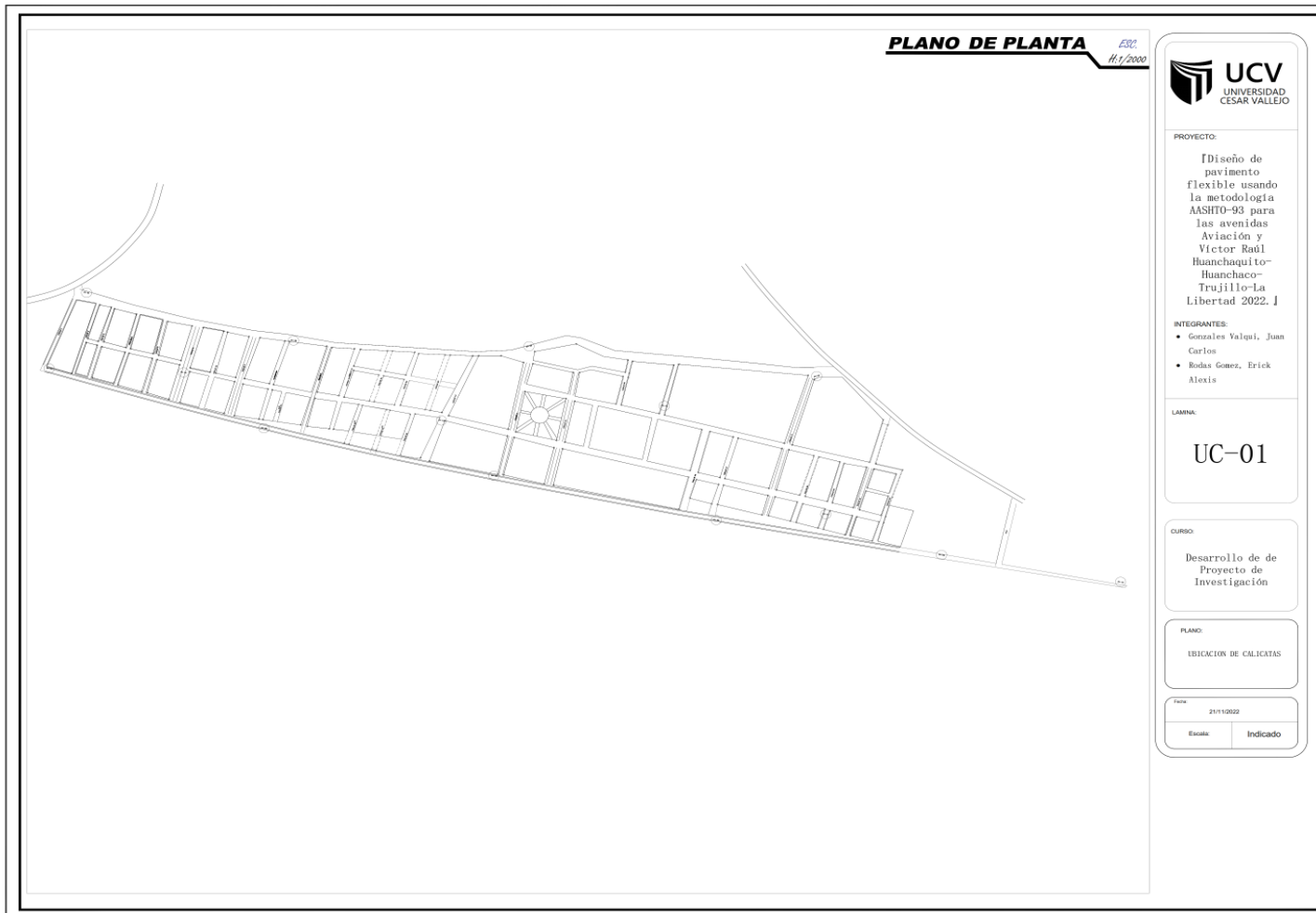
CALICATA	MUESTRA	PROFUNDIDAD	CLASIF. SUCS	CLASIF. AASHTO
PC 01	M – 1	0.00 – 0.30 m	Relleno	-
	M – 2	0.30 – 3.00 m	SP	A-2-4 (0)
PC 02	M – 1	0.00 – 0.30 m	Relleno	-
	M – 2	0.30 – 3.00 m	SP	A-2-4 (0)
PC 03	M – 1	0.00 – 0.30 m	Relleno	-
	M – 2	0.30 – 3.00 m	SP	A-2-4 (0)
PC 04	M – 1	0.00 – 0.30 m	Relleno	-
	M – 2	0.30 – 3.00 m	SP	A-2-4 (0)
PC 05	M – 1	0.00 – 0.20 m	Relleno	-
	M – 2	0.20 – 3.00 m	SP	A-2-4 (0)
PC 06	M – 1	0.00 – 0.30 m	Relleno	-
	M – 2	0.30 – 3.00 m	SP	A-2-4 (0)
PC 07	M – 1	0.00 – 0.30 m	Relleno	-
	M – 2	0.30 – 3.00 m	SP	A-2-4 (0)
PC 08	M – 1	0.00 – 0.30 m	Relleno	-
	M – 2	0.30 – 3.00 m	SP	A-2-4 (0)
PC 09	M – 1	0.00 – 0.30 m	Relleno	-
	M – 2	0.30 – 3.00 m	SP	A-2-4 (0)
PC 10	M – 1	0.00 – 0.20 m	Relleno	-
	M – 2	0.20 – 3.00 m	SP	A-2-4 (0)
PC 11	M – 1	0.00 – 0.30 m	Relleno	-
	M – 2	0.30 – 3.00 m	SP	A-2-4 (0)

PC 12	M – 1	0.00 – 0.30 m	Relleno	-
	M – 2	0.30 – 3.00 m	SP	A-2-4 (0)
PC 13	M – 1	0.00 – 0.30 m	Relleno	-
	M – 2	0.30 – 3.00 m	SP	A-2-4 (0)
PC 14	M – 1	0.00 – 0.30 m	Relleno	-
	M – 2	0.30 – 3.00 m	SP	A-2-4 (0)

Tabla 2. Clasificación de suelo según las muestras estudiadas.

CALIFORNIA BEARING RATIO (CBR)			
CALICATA	CLASIF. SUCS	CBR 0.1 mm (%) 100% de MDS	CBR 0.1 mm (%) 95% de MDS
PC 01 (M – 2)	SP	16.37	13.33
PC 02 (M – 2)	SP	17.28	14.85
PC 03 (M – 2)	SP	16.06	14.24
PC 04 (M – 2)	SP	17.89	15.46
PC 05 (M – 2)	SP	16.03	12.42
PC 06 (M – 2)	SP	17.70	15.46
PC 07 (M – 2)	SP	17.10	13.94
PC 08 (M – 2)	SP	16.58	12.72
PC 09 (M – 2)	SP	17.89	15.46
PC 10 (M – 2)	SP	18.31	16.06
PC 11 (M – 2)	SP	16.73	13.02
PC 12 (M – 2)	SP	16.18	14.24
PC 13 (M – 2)	SP	17.58	15.15
PC 14 (M – 2)	SP	16.37	14.85
PROM		17.01	14.37

Tabla 3. Resultados de California Bering Ratio (CBR) 0.1 mm (%) al 100% de Máxima Densidad Seca (MDS).



Plano 3. Plano de Ubicación de calicatas

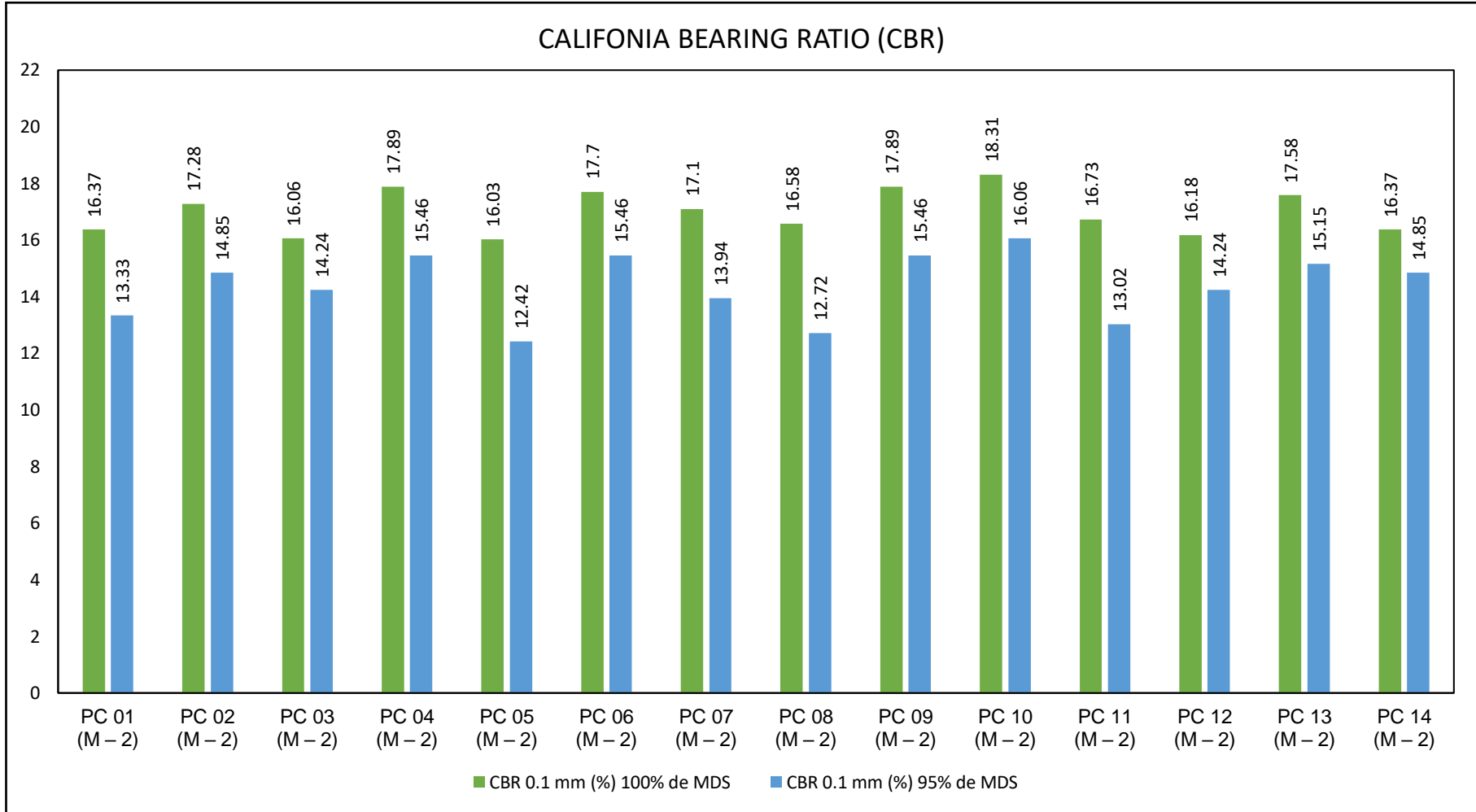


Gráfico 1. Resultados de California Bearing Ratio (CBR)

Estudio de Tráfico

Continuando de acuerdo a nuestros objetivos específicos se realizó un estudio de tráfico vehicular, este es de suma importancia para poder elaborar de manera correcta el diseño de la estructura de nuestro pavimento ya que con los datos recolectados conoceremos la demanda que tiene el sector.

Para ello realizamos un conteo vehicular en ambas avenidas por 24 horas y 7 días consecutivos, con ello logramos determinar el número de ejes equivalentes el cual es un dato de suma importancia ya que con ella determinamos que tipo de vía tenemos, en este caso se nos presenta una vía de Tercera Clase ya que el tráfico diario oscila entre 201 – 400 veh/ día.

A continuación, se muestra las tablas con los datos recolectados en la visita a campo:

RESUMEN DE CONTEO VEHICULAR DIARIO				
MOTOS		9	11	20
AUTO		94	90	184
STATION WAGON		2	6	8
CAMIONETAS	PICK UP	28	34	62
	MINI BAN	11	11	22
	COMBI	3	3	6
MICRO		4	1	5
BUS	B2	0	1	1
	B4-1	0	1	1
CAMION	C4	3	2	5
	C2RB2	2	1	3
	C3	1	1	2
	C3RB2	0	0	0
SEMI TRAYLER	T2S1	1	1	2
	T2S2	0	0	0
	T2S3	1	1	2
	T3Se2	2	1	3
	T3Se3	1	0	1
TOTAL		160	163	323

Tabla 4. Resumen de conteo vehicular diario.

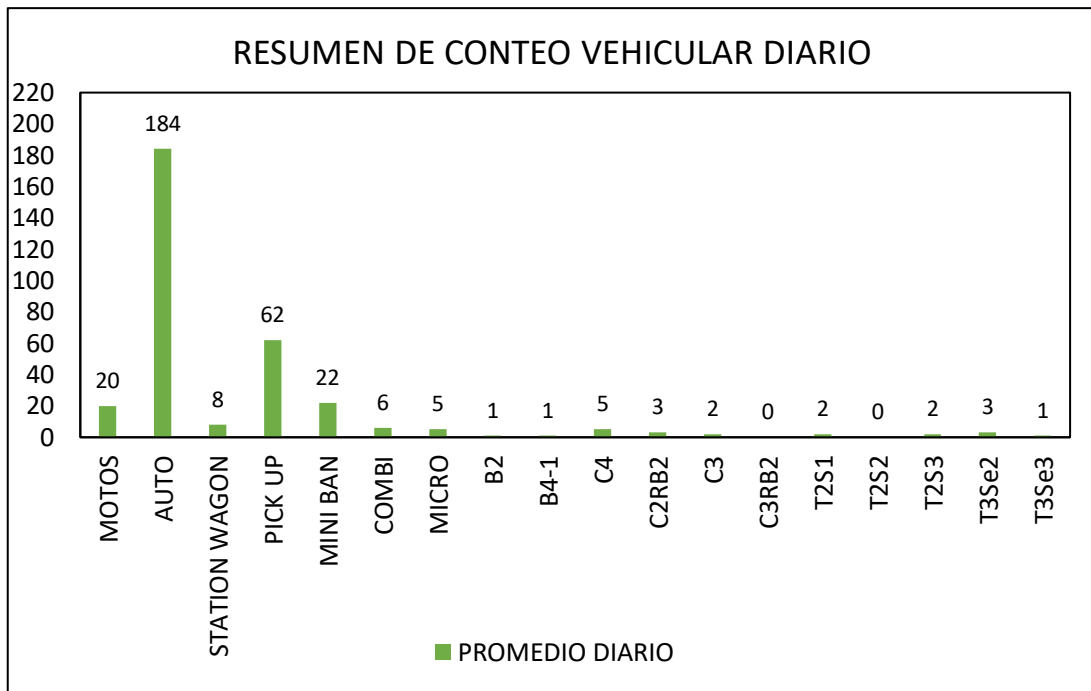


Gráfico 2. Resumen de conteo vehicular diario.

RESUMEN DE CONTEO VEHICULAR SEMANAL				
MOTOS		61	76	137
AUTO		661	629	1290
STATION WAGON		2	6	8
CAMIONETAS	PICK UP	198	239	437
	MINI BAN	76	77	152
	COMBI	20	20	40
MICRO		25	9	534
BUS	B2	0	1	1
	B4-1	0	1	1
CAMION	C4	19	12	31
	C2RB2	14	7	21
	C3	3	4	7
	C3RB2	0	0	0
SEMI TRAYLER	T2S1	7	6	13
	T2S2	0	0	0
	T2S3	7	6	13
	T3Se2	13	6	19
	T3Se3	3	0	3
TOTAL		1106	1096	2202

Tabla 5. Resumen de conteo vehicular semanal.

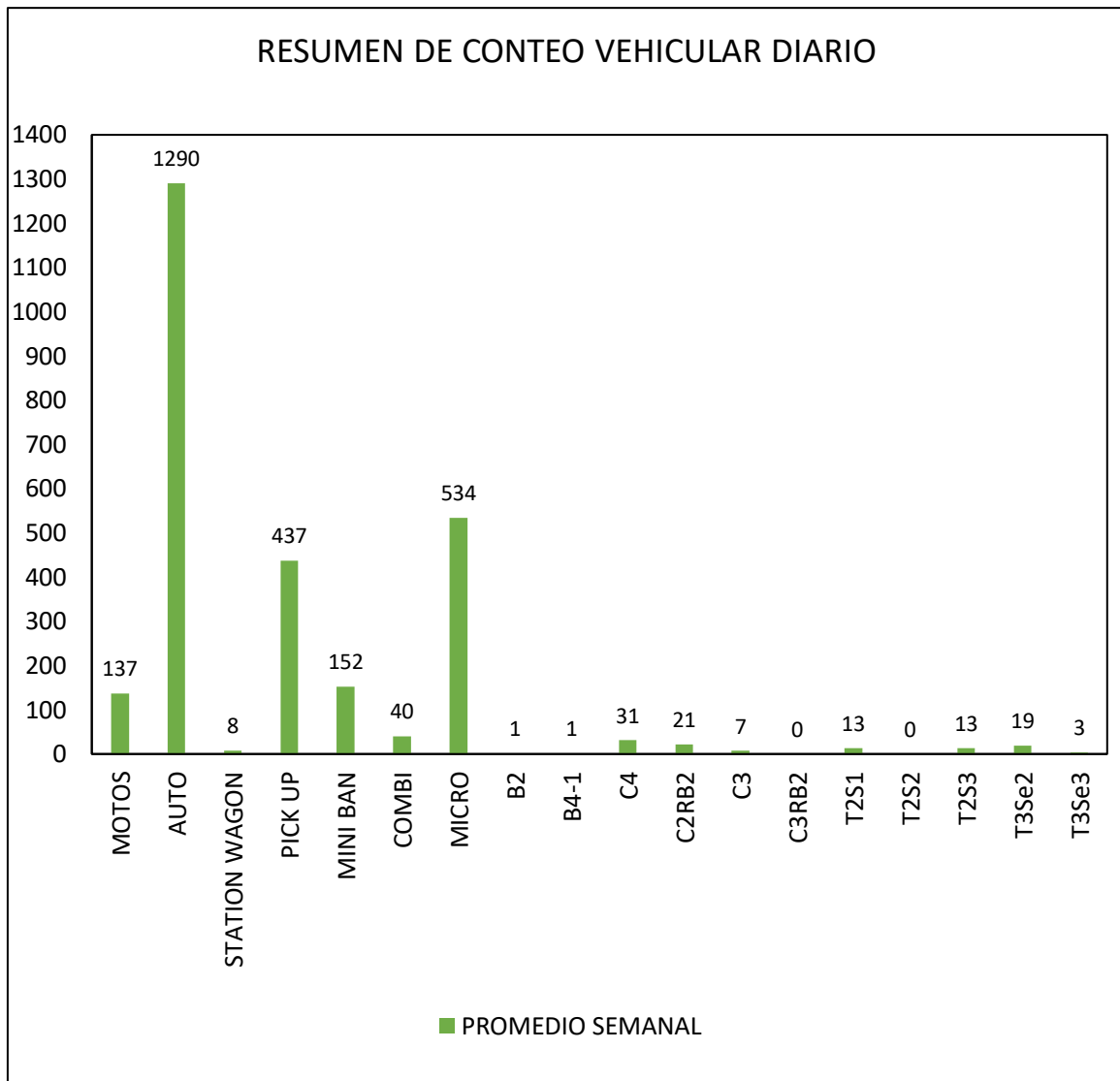


Gráfico 3. Resumen de conteo vehicular semanal.

CUADRO DE RESUMEN DE TRÁFICO VEHICULAR		
IMD	323	VEH/DIA
IMDS	2202	VEH/DIA
IMDA	105696	VEH/DIA

Tabla 6. Resumen de conteo vehicular.


	CALCULO DE EJES EQUIVALENTES			
TIPO DE VEHICULO	IMDA 2022	CARGA DE VEH. EJE	EJE EQUIVALENTE (EE A2 TN)	F. IMDA
MOTOS, AUTOS CAMIONETAS	2096	1	0.00053	1.10
Y COMBIS	2096	1	0.00053	1.10
B2	1	7	1.26537	1.27
	1	11	3.23829	3.24
B4-1	1	7	1.26537	1.27
	1	7	1.26537	1.27
	1	16	1.36594	1.37
C4	30.5	7	1.26537	38.59
	30.5	23	1.50818	46.00
C2RB2	21	7	1.26537	26.57
	21	11	3.23829	68.00
	21	18	2.01921	42.40
C3	6.5	7	1.26537	8.22
	6.5	18	2.01921	13.12
C3RB2	0	7	1.26537	0.00
	0	18	2.01921	0.00
	0	18	2.01921	0.00
T2S1	12.5	7	1.26537	15.82
	12.5	11	3.23829	40.48
	12.5	11	3.23829	40.48
T2S2	0	7	1.26537	0.00
	0	11	3.23829	0.00
	0	18	2.01921	0.00
T2S3	12.5	7	1.26537	15.82
	12.5	11	3.23829	40.48
	12.5	25	1.70603	21.33
T3Se2	18.5	7	1.26537	23.41
	18.5	18	2.01921	37.36
	18.5	11	3.23829	59.91
	18.5	11	3.23829	59.91
T3Se3	2.5	7	1.26537	3.16
	2.5	18	2.01921	5.05
	2.5	11	3.23829	8.10
	2.5	18	2.01921	5.05
ΣF*IMDA=				629.86

Tabla 7. Cálculo de ejes equivalentes.

Según el resultado del cuadro “Calculo de ejes equivalentes” desarrollamos la siguiente ecuación:

$$ESAL = (\sum F. IMDA) \times 365 \times DD \times DL \times \left(\frac{(1 + r)^{n-1}}{r} \right)$$

Para esto necesitamos conocer desarrollar la ecuación necesitamos conocer los valores DD, DL, r y n. entonces recurrimos a las tablas que nos proporciona la metodología AASHTO-93.

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

Tabla 8. Factores de Distribución Direccional y de Carril para determinar el Tránsito en el Carril de Diseño.

Fuente: Elaboración propia en base a los datos de la Guía AASHTO-93

Para el proyecto consideramos que nuestro diseño tendrá 1 calzada con dos sentidos y 1 carril por sentido, tendremos que el valor para DD = 0.50 y DL = 0.80. Luego para determinar la Tasa Anual de Crecimiento de Tránsito “r%” sabemos que normalmente estas varían entre 2% y 6%, en nuestro caso al ser avenidas y calles que con la implementación de un pavimento serán concurridas por el turismo, por lo tanto, consideraremos r% = 5%. Por último, para el periodo de diseño “n” consideramos n = 20 años.

$\Sigma F \cdot \text{IMDA}$	=	629.86
DD	=	0.50
DL	=	0.80
r%	=	0.05
n	=	20

Tabla 9. Resumen de datos para calcular el ESAL.

Por lo tanto, con los datos recolectados procedemos a desarrollar la ecuación y tenemos que:

$$\text{ESAL} = 3040753.11$$

Diseño de Pavimento Flexible Mediante la Metodología AASHTO-93

Se realizó el diseño de pavimento flexible mediante la metodología AASHTO-93 la cual cuenta con una serie de pasos detalladas en su guía, esta nos permitió elaborar un diseño de pavimento óptimo para nuestro proyecto. Esta guía nos presenta la siguiente ecuación la cual requiere de varios valores los cuales nos determinamos a través de las tablas correspondientes a la guía, a continuación, se presentan una tabla resumen con los datos hallados para de esta manera realizar el diseño del pavimento.

$\Sigma F \cdot \text{IMDA}$	629.86
ESAL	3,040,753.11
TIPO	Tp 07
CBR	17.01
MR	15666.07
CONFIABILIDAD	85%
Zr	-1.036
So	0.45
Pi	4
Pt	2.5
Δpsi	1.5
SN	3.056

Tabla 10. Resumen de datos para calcular el SN.

$$\log_{10}(W_{18}) = Z_R S_0 + 9.36 \log_{10}(\text{SN} + 1) - 0.20 + \frac{\log_{10} \left[\frac{\Delta\text{PSI}}{4.2 - 1.5} \right]}{0.40 + \frac{1094}{(\text{SN} + 1)^{5.19}}} + 2.32 \log_{10}(M_R) - 8.07$$

SN Requerido 3.056	G_t -0.25527	N18 NOMINAL 6.48	N18 CALCULO 6.47		
SN= (a1x d1)+ (a2x d2x m2)+ (a3x d3x m3)					
	$a_1= 0.170$	cm			
	$a_2= 0.052$	cm			
	$a_3= 0.047$	cm			
	$m_2= 1$	cm			
	$m_3= 1$	cm			
ALTERNATIVA	SNreq	SNresul	D1(cm)	D2(cm)	D3(cm)
1	3.06	4.15	10	20	30

Ilustración 13. Calculo el SN requerido y SN resultante.

En la ilustración 12 se observa que se encuentra el SN requerido esto mediante la ecuación antes mencionada, haciendo despeje mediante una función en las hojas de Excel la cual nos permite encontrar un valor desconocido dando, así como resultado que el SN Requerido = 3.056. El N18 Nominal viene a ser el Log (ESAL) y nos da un valor de 6.48, por otra parte, el N18 Calculo = 6.47 y viene a ser la ecuación aplicada para hallar el SN Requerido.

Luego tenemos a_1 , a_2 , a_3 los cuales son los coeficientes estructurales de las capas del pavimento para lo cual recurrimos a la guía de AASHTO-93 en el cual de acuerdo a nuestro tipo de pavimento y otros datos encontrados con anterioridad determinamos que $a_1 = 0.170$, $a_2 = 0.052$ y $a_3 = 0.047$. Para m_1 y m_2 se recurrió a tablas de la guía en la que se considera la “Calidad de Drenaje”, “Tiempo de Eliminación del Agua” y “Porcentaje de tiempo anual en que la estructura del pavimento está expuesta a niveles cercanos a saturación”; teniendo en cuenta esto consideramos que los valores de $m_1 = 1$ y $m_2 = 1$.

Por último, tenemos el cálculo de la estructura del pavimento en donde se usó los valores hallados con anterioridad, buscando que el SN Resultante sea mayor al SN Requerido. De acuerdo a la guía de AASHTO-93 en los cuadros consultados nos da los valores de $D_1 = 10$ cm y $D_2 = 20$ cm por lo cual tenemos que encontrar el D_3 variando el espesor de este último hasta que cumpla con lo requerido que en este caso $D_3 = 30$, por lo tanto, cumple y nuestro diseño del pavimento está realizado.

A continuación, se muestra la estructura del pavimento:

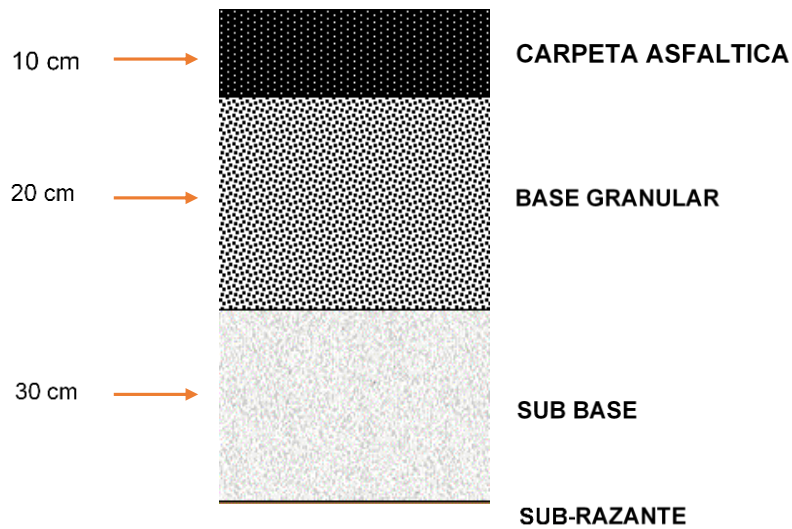


Ilustración 14. Estructura del Pavimento Flexible Mediante la Metodología AASHTO-93.

Diseño de veredas y sardineles

Por último, continuando con la secuencia de nuestros objetivos específicos se realizó el diseño de veredas y sardineles en base a los lineamientos del “Reglamento Nacional de Edificaciones tomo 5 CE. 0.10 Pavimentos Urbanos”, aplicando las normativas tenemos el siguiente diseño en sección transversal.

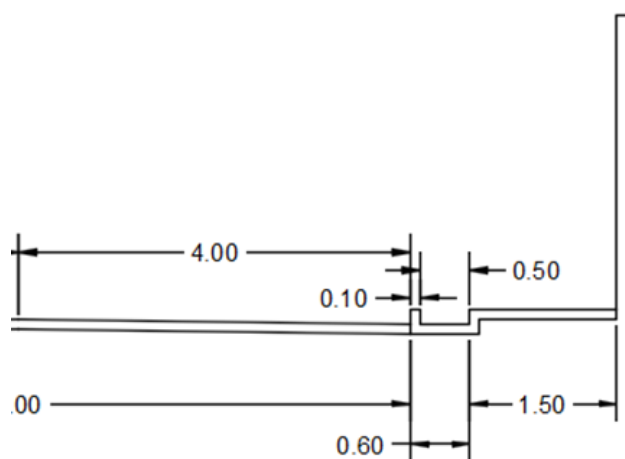
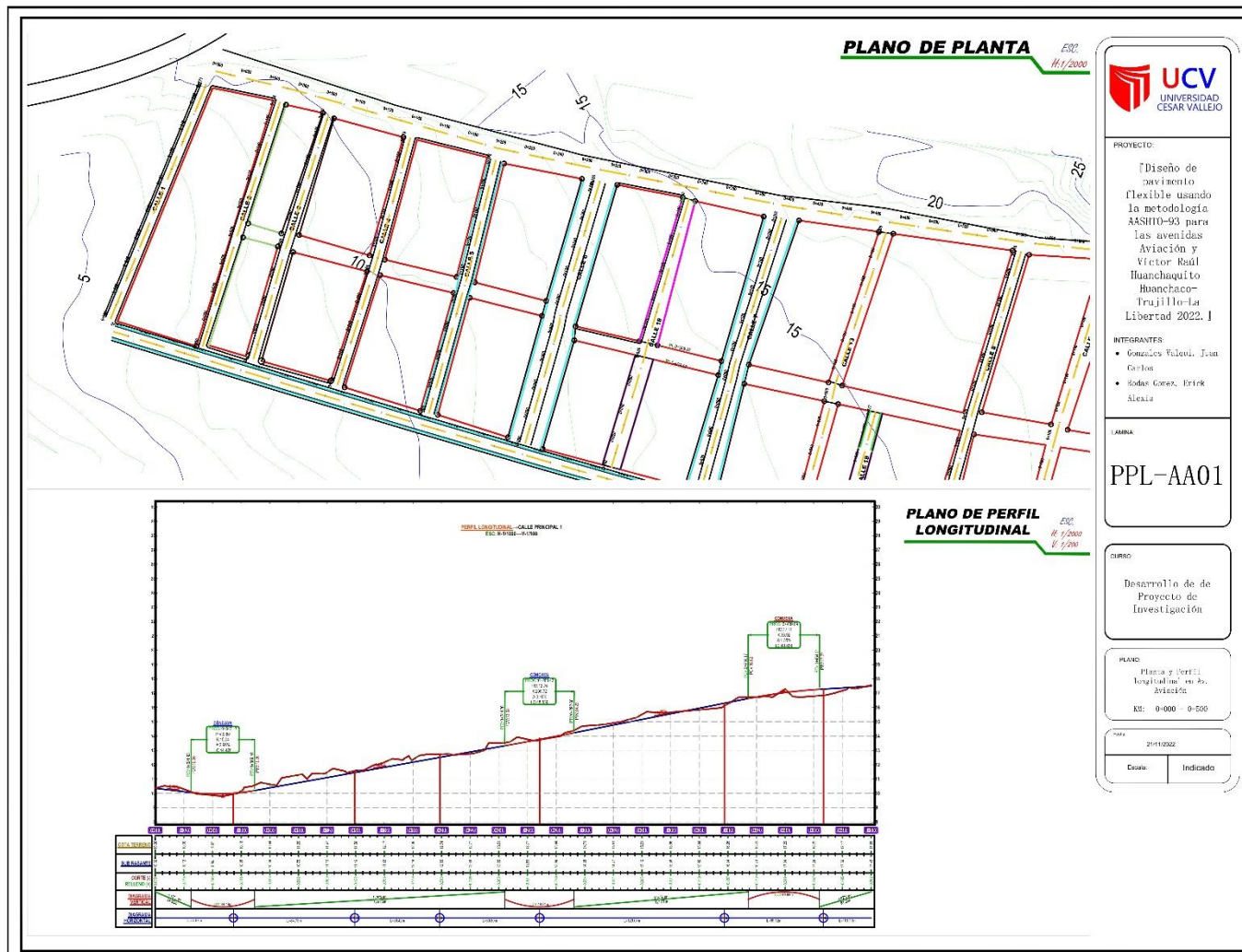


Ilustración 15. Diseño de veredas y sardineles según el RNE – Pavimentos urbanos.



Plano 4. Plano de Planta y Perfil Longitudinal en Av. Aviación 0+000 – 0+500 km



Plano 5. Plano de Planta y Perfil Longitudinal en Av. Victor Raúl 0+000 – 0+500 km



Plano 6. Plano de Planta y Perfil Longitudinal de calles 07, 13 y 08

V. DISCUSIÓN

Para realizar el diseño del pavimento flexible en las avenidas y calles del CP Huanchaquito nos basamos en la Guía de AASHTO-93 la cual nos brindó los parámetros necesarios para llevar a cabo el presente diseño, como apoyo para ello recurrimos también al Manual de Carreteras que nos proporciona el Ministerio de Transportes y Comunicaciones (MTC), este último también nos brinda el instrumento de medición utilizado para realizar el estudio de tráfico vehicular. Por otra parte, nos apoyamos en Reglamento Nacional de Edificaciones (RNE) el cual nos brinda los instrumentos de medición para el Estudio de Mecánica de Suelos (EMS) en E. 050 y CE. 020, así como también nos proporciona las consideraciones para el diseño de veredas y sardineles en CE. 0.10.

Comparando nuestros resultados con las de otras investigaciones podemos afirmar que nuestro diseño se encuentra dentro de lo regular con respecto a los espesores y resultados obtenidos mediante el cálculo. A continuación, presentamos dos investigaciones a modo de comparación las cuales respaldan que nuestra estructura se encuentra dentro de lo normal en un pavimento de este tipo.

“En el trabajo de investigación de Quimbayo y Useche realizaron el diseño de un pavimento flexible usando la metodología AASHTO–93, el cual viene a ser una vía de acceso a un tramo de La Palmita del Municipio de Natagaima Tolima, este diseño está considerado para 1.3 Km de vía; por lo que se calculó el siguiente diseño del pavimento: un mejoramiento afirmado de 0.30 m, una Sub Base Granular de 0.20 m, Base Granular de 0.15 m y finalmente una Carpeta Asfáltica de 0.05 m.”(Quimbayo y Useche, 2021 p. 61)

Si observamos los datos obtenidos por Quimbayo y Useche en su trabajo de investigación nos damos cuenta que presentan valores similares, variando en la carpeta asfáltica, pero esto se debe al tipo de tráfico que presenta el área estudiada y tipo de vía que puede tener. Por otra parte, presenta un mejoramiento de afirmado (Sub Rasante) el cual necesitaría de 30 cm de espesor esto debido al tipo de suelo y recomendaciones del laboratorio donde

realizó sus EMS, para nuestro diseño no necesita un mejoramiento de la subrasante sin embargo el laboratorio nos recomendó compactar la capa y así tener una subrasante más sólida.

“Para el proyecto de Celis en el cual diseñó un pavimento flexible usando la metodología AASHTO–93, dicha diseño se encuentra entre el Km 49+650 al Km 50+460 de la vía El Crucero – Pajarito – Aguazul en los Departamentos de Boyacá Y Casanare; gracias al cálculo que realizó obtuvo la siguiente estructura de pavimento: una Carpeta Asfáltica de 0.12 m, así como también una Sub Base Granular de 0.30 m y finalmente una Base Granular de 0.25 m.” **(Celis, 2019 p. 34)**

Observando los datos obtenidos por Celis en su trabajo de investigación podemos tener que presentan valores similares, variando en la carpeta asfáltica por 2 cm y la base granular por 5 cm; esto se debe al tipo de tráfico que presenta el área estudiada ya que es de mayor tránsito y por lo mismo necesitará mayor espesor para que la estructura se comporte de manera adecuada frente a las cargas que presentará el tramo estudiado tipo de vía que puede tener. Por lo cual en base a la comparación con este trabajo de investigación podemos afirmar que los datos obtenidos en nuestro diseño se encuentran dentro de lo regular.

A continuación, se presenta un gráfico comparativo entre los dos trabajos de investigación descritos líneas arriba y el nuestro.

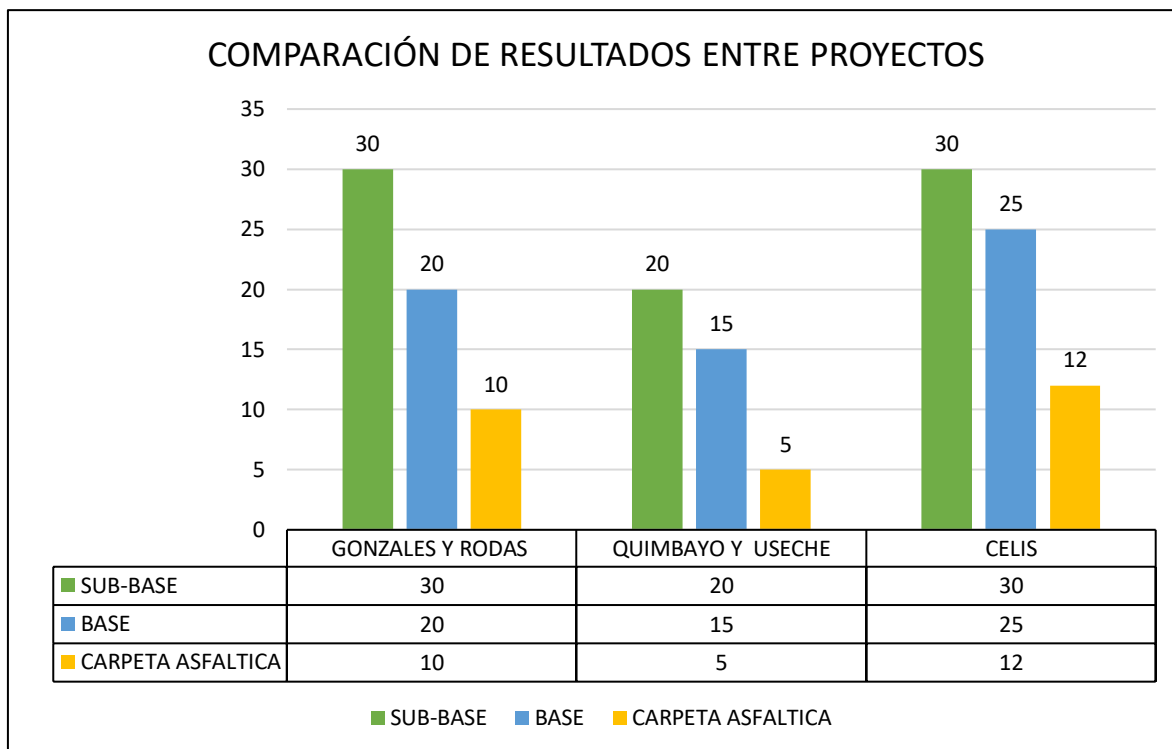


Gráfico 4. Comparación de resultados entre proyectos de investigación.

“Olivares en su tesis de investigación obtuvo su objetivo el cual es el desarrollo del diseño de pavimentación flexible en un tramo de la avenida principal del sector dos del Alto Trujillo. En este caso se hizo el uso de la metodología AASHTO 93 y de alguna manera cumplir con la Norma C.010. Este proyecto de investigación se dividió en cinco capítulos, de los cuales en la primera parte se habla sobre la realidad problemática. En el segundo capítulo, presentaron el marco teórico con los diferentes conceptos sobre el tema tratado. En el tercer capítulo trata sobre el desarrollo y recopilación de datos de campo profesional, así como también los de oficina para el desarrollo del trabajo. En cuarto capítulo tenemos a las conclusiones del diseño; el quinto es una sugerencia. En conclusión, se puede afirmar que los resultados analíticos esperados obtenidos son consistentes con AASHTO 93”. (Olivares, 2019 p. v)

De acuerdo con el trabajo de investigación de Olivares nos comenta que también usó la metodología AASHTO-93, está la aplico en una avenida de alto Trujillo donde no presentaba una estructura de pavimento al igual que nuestro caso en el Centro poblado de Huanchaquito ya que en nuestro caso vemos un

gran potencial en la zona la cual con el diseño y posterior ejecución por parte de municipalidad de Huanchaquito incrementará la economía y turismo de la zona.

Por otra parte, también nos habla sobre cumplir con la Norma C. 0.10 la cual en nuestro proyecto también intervino para de esta manera cumplir con los lineamientos establecidos en ella, esta norma nos permitió conocer los anchos de calzadas, tanto para calles como para avenidas, el ancho mínimo de las veredas, los anchos de sardineles, los tipos de bermas, etc.

Por lo tanto comparando los diversos trabajos de investigación presentados podemos decir que nuestro proyecto está bien encaminado, se obtuvo datos similares a otros proyectos los cuales garantizan la confiabilidad de nuestro diseño, si bien es cierto varían en ciertos factores pero esto es normal ya que las áreas estudiadas no son iguales y en cada caso es especial, en los proyectos variaran los tipos de tráfico que juegan un papel importante al momento de diseñar el pavimento, así como también los estudios de mecánica de suelos que también varían ya que los estratos de suelos son diferentes dependiendo de la zona estudiada, en otros casos el CBR podría ser mayor o menor pero para eso está la metodología para guiarnos y elaborar un diseño óptimo para cada tipo de situación que encontremos en campo.

VI. CONCLUSIONES

1. De manera general con los datos obtenidos mediante el cálculo y diseño del pavimento flexible se logró obtener la estructura adecuada para las avenidas Aviación, Victor Raúl y las calles que conectan ambas avenidas en la localidad de Huanchaquito, todo esto mediante la Metodología AASHTO-93 la cual sigue siendo la más confiable al momento de diseñar un pavimento, ya que toma en cuenta ciertos parámetros de gran importancia para que el diseño sea confiable, duradero y seguro para la población beneficiaria.
2. Al ejecutar el levantamiento se obtuvo la geografía de la zona estudiada y con ella se realizó un diseño geométrico de la vía para las avenidas Aviación, Victor Raúl y las calles que conectan ambas avenidas en la localidad de Huanchaquito.
3. Realizando un estudio de mecánica de suelos determinamos que el tipo de estrato con el cual contamos siendo esta una Arena Uniforme (SP) en estado seco, semi compacto identificado así por el Sistema Unificado de Clasificación de Suelos (SUCS) el cual presenta un CBR promedio de 17.01%, por otra parte en la exploración a cielo abierto se visualizó que no presenta capa freática a la profundidad estudiada de (-2.00 m,) y esto indica que la estructura se encontrará en condición semi seca en toda su vida útil.
4. Desarrollando el estudio de tráfico obtuvimos el tipo de transito de nuestra vía la cual nos ayudó a determinar los espesores de las capas para la estructura. Tenemos que el Índice Medio Diario (IMD) es de 323 veh/día, el Índice Medio Diario Semanal (IMDS) es de 2202 veh/día y el Índice Medio Diario Anual (IMDA) es de 105696 veh/día.
5. Gracias al diseño del pavimento flexible se obtuvo la estructura adecuada para las vías, esta estructura se compone de una Carpeta Asfáltica de 0.10 m., una Base Granular de 0.20 m. y por último una Sub Base Granular de 0.30 m. Este es el diseño óptimo para las avenidas Aviación, Victor Raúl y las calles que conectan ambas avenidas en la localidad de Huanchaquito.

6. Se elaboró un diseño geométrico completo considerando veredas y sardineles ya que, al tratarse de una vía urbana se debe tener en cuenta ello para mejorar la estética de las avenidas Aviación, Victor Raúl y las calles que conectan ambas avenidas. Este diseño considera para las avenidas Aviación y Victor Raúl 8 m de calzada para los vehículos, 0.60 m para los sardineles y 1.50 m de vereda para los peatones. Por otra parte, este diseño considera para las calles que conecta ambas avenidas 7 m de calzada para los vehículos y 1.50 m de vereda para los peatones.

VII. RECOMENDACIONES

Se recomienda a la municipalidad de Huanchaquito tomar como base la presente investigación, ya que esta cuenta con un levantamiento topográfico completo, estudio de tráfico, estudio de mecánico de suelos (EMS), un diseño de pavimento la cual se basa en la metodología AASHTO-93 para de esta manera obtener la estructura optima de acuerdo a las características de la zona.

Se recomienda al momento de ejecutar el diseño se haga un correcto compactado de la Sub Rasante ya que esto ayudara a mejorar la resistencia de la estructura diseñada.

Se recomienda el uso de geomalla a lo largo y ancho de la estructura para de esta manera evitar el salitre el cual se encuentra presente en la zona, con esto se logrará prolongar la vida útil que tiene el pavimento ya que dicha estructura tiene un periodo de diseño para 20 años.

REFERENCIAS

1. ARENAS, Antonio. 2017. Análisis comparativo de los métodos (AASHTO 93, BOUSSINESQ, Ábacos de Colorado), para el cálculo del espesor de mejoramiento de subrasante en la carretera Dv. Las Vegas-Tarma, Provincia de Tarma-Región Junín. Facultad de Ingeniería y Arquitectura, Universidad Nacional de San Martín-Tarapoto. Tarapoto: s.n., 2017.

Disponible en: <https://repositorio.unsm.edu.pe/handle/11458/2479>

2. BRICEÑO, Luis y NARCIZO, Willy. 2019. Análisis comparativo del diseño estructural del pavimento flexible entre las metodologías de la AASHTO 93 y la del Instituto del Asfalto para el camino vecinal de Julcan al Caserío de Chuan parte baja, Distrito de Julcan, Provincia de Julcan, La Libertad. Facultad de Ingeniería, Universidad Privada Antenor Orrego. Trujillo: s.n., 2019.

Disponible en: <https://repositorio.upao.edu.pe/handle/20.500.12759/4637>

3. CASANA Patricio, Rita. Propuesta de diseño del pavimento flexible para la avenida Santo Toribio y las calles 7 y 8 del asentamiento humano Las Lomas sector I - distrito de Huanchaco - Trujillo - La Libertad, 2018. Tesis (Titulado en Ingeniería Civil). Trujillo: Universidad Privada de Trujillo, Facultad de Ingeniería, 2018. 111 pp.

Disponible en: <http://repositorio.uprit.edu.pe/handle/UPRIT/72>

4. CHANG, Carlos. 2017. Criterios de Diseño de Pavimento utilizando Métodos Mecanístico - Empírico. 2017. Comunicaciones, Ministerio de Transportes y. 2013. Manual de Carreteras. Lima: ICG Instituto de Construcción y Gerencia, 2013.

Disponible en: <https://docplayer.es/90776365-Criterios-de-diseno-de-pavimentos-utilizando-metodos-mecanistico-empiricos-carlos-m-chang-ph-d-p-e.html>

5. CASTRO Ortiz, Felix. Propuesta de diseño de pavimento flexible empleando el método AASHTO 93 en la Av. Los diamantes, Provincia Piura 2021. Tesis (Titulado en Ingeniería Civil). Piura: Universidad César Vallejo, Facultad de Ingeniería y Arquitectura, 2021. 72 pp.

Disponible en: <https://repositorio.ucv.edu.pe/handle/20.500.12692/76146>

6. EDIFICACIONES, Reglamento Nacional de. 2010. NORMA CE.010 PAVIMENTOS URBANOS. Lima: s.n., 2010.

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

7. EDIFICACIÓN, Reglamento Nacional de. 2006. Norma GE.030. 2006.

Disponible en: <https://walmartvicencio.com/wp-content/uploads/2019/01/GE.030.pdf>

8. EDIFICACIONES, Ministerio de Vivienda Reglamento Nacional de. 2018. E.050 Suelos y Cimentaciones. 2018.

Disponible en: https://cdn-web.construccion.org/normas/rne2012/rne2006/files/titulo3/02_E/2018_E050_RM-406-2018-VIVIENDA.pdf

9. EDIFICACIONES, Reglamento Nacional de. 2006. Norma GE.020. 2006.

Disponible en: https://cdn-web.construccion.org/normas/rne2012/rne2006/files/titulo3/00_GE/RNE2006_GE_020.pdf

10. F S Handayani, F P Pramesti, A Setyawan Unit processes identification of maintenance on rigid and flexible pavement of local road. Sebelas Maret University 2019.

Disponible en:

<https://iopscience.iop.org/article/10.1088/1757-899X/615/1/012115>

11. GARCIA Morales, Andres. Diseño de Pavimento Asfáltico por el Metodo Aashto-93 Empleando el Software DISAASHTO-93. Trabajo de grado (Especialización en Ingeniería de Pavimentos). Bogotá D.C.: Universidad Militar Nueva Granada, Facultad de Ingeniería Civil, 2015. 22 pp.

Disponible en: <https://core.ac.uk/download/pdf/143451539.pdf>

12. GIANINA S.R. Massenlli, Cassio E.L. de Paiva. Influencia de la deflexión superficial en pavimentos flexibles con subrasante de baja resistencia. Revista chilena de ingeniería. (4) n.º 27

Disponible en:

https://www.scielo.cl/scielo.php?script=sci_arttext&pid=S0718-33052019000400613&lang=es

13. GONZÁLEZ, Hilda; RUIZ, Pilar y GUERRERO, Denisse. Propuesta de metodología para la evaluación de pavimentos mediante el índice de condición del pavimento (PCI). 2018.

Disponible en:

<https://www.redalyc.org/journal/1813/181358738015/>

14. GUSTAVO Adolfo, Celis. Diseño de la Estructura de Pavimento Flexible Aplicando el Método AASHTO 93 para la Vía El Crucero – Pajarito– Aguazul en los Departamentos de Boyacá y Casanare en el tramo K49+650 – K50+460. Trabajo de grado (Especialización en Ingeniería de Pavimentos). Bogotá D.C.: Universidad Militar Nueva Granada, Facultad de Ingeniería Civil, 2019. 37 pp.

Disponible en:

<https://repository.unimilitar.edu.co/bitstream/handle/10654/31883/CelisVaneGasGustavoAdolfo2019.pdf?sequence=2&isAllowed=y>

15. HUALLPA, Hector y ESTRADA, Jhon. 2019. Optimización del diseño de un pavimento alternativo mediante la aplicación del método mecanístico empírico MEPDG para la avenida Circunvalación Este de la ciudad de Juliaca. Facultad de Ingeniería y Arquitectura, Universidad Peruana Unión. Juliaca: s.n., 2019.

Disponible en: <https://repositorio.upeu.edu.pe/handle/20.500.12840/1829>

16. HUMPIRI, Carlos. Mejoramiento del Pavimento Flexible Aplicando Aditivo AGGREBIND para Estabilizar Suelos en la Calle Los Eucaliptos, en el Distrito de Chaclacayo-Lima-2018. Tesis (Titulado en Ingeniería Civil). Lima: Universidad Privada Telesup, Facultad de Ingeniería y Arquitectura, 2018. 117 pp.

Disponible en: <https://repositorio.utelesup.edu.pe/handle/UTELESUP/792>

17. INICENTE, Sherry. Diseño de pavimento flexible empleando Método AASHTO 93 para mejoramiento de infraestructura vial en la carretera Cajamarca – Celendín 2021. Tesis (Titulado en Ingeniería Civil). Lima: Universidad César Vallejo, Facultad de Ingeniería y Arquitectura, 2021. 57 pp.

Disponible en: <https://repositorio.ucv.edu.pe/handle/20.500.12692/75219>

18. J. Vargas Jiménez; M. Moncayo Theurer; J. Córdova Rizo La geomalla como elemento de refuerzo en pavimentos flexibles. 2017.

Disponible en:

<https://www.redalyc.org/journal/467/46752305006/>

19. LARIOS León, Fiorela y MENDOZA Vásquez, Renata. Rehabilitación del pavimento flexible de la avenida Salvador Lara, Trujillo 2021. Tesis (Titulado en Ingeniería Civil). Trujillo: Universidad César Vallejo, Facultad de Ingeniería y Arquitectura, 2021. 199 pp.

Disponible en: <https://repositorio.ucv.edu.pe/handle/20.500.12692/79608>

20. RÍOS, Norma; BACCA, Bladimir; CAICEDO, Eduardo y OROBIO, Armando. Revisión de métodos para la clasificación de fallas superficiales en pavimentos flexibles. 2019.

Disponible en:

<https://www.redalyc.org/journal/911/91167857009/>

21. OLIVARES Aurora, Deyvid. Diseño del pavimento flexible avenida principal sector 2 Alto Trujillo – Trujillo - La Libertad 2019. Tesis (Titulado en Ingeniería Civil). Trujillo: Universidad Privada de Trujillo, Facultad de Ingeniería, 2019. 91 pp.

Disponible en: <http://repositorio.uprit.edu.pe/handle/UPRIT/192>

22. Pahola Porras Rodríguez, Andrés Felipe Tovar Rivera, Oscar Javier Reyes Ortiz. Diseño, construcción e instrumentación del equipo de ahuellamiento para pavimentos flexibles. Universidad Militar Nueva Granada. (2) n.º 15

Disponible en:

http://www.scielo.org.co/scielo.php?script=sci_arttext&pid=S1692-82612017000200126&lang=es

23. PARI, Spencer; CHIPANA Jimenez, Luis. Diseño de pavimento flexible por método AASHTO 93 para mejorar la transitabilidad vial en el camino vecinal, tramo Río Seco – límite Calana, distrito de Pocollay, Tacna – 2019. Tesis (Titulado en Ingeniería Civil). Tacna: Universidad Privada de Tacna, Facultad de Ingeniería, 2021. 108 pp.

Disponible en: <https://repositorio.upt.edu.pe/handle/20.500.12969/2093>

24. PEÑALOZA, Camila; VASQUEZ, Julio. Análisis comparativo del diseño del pavimento flexible mediante el método AASHTO 93 Y SHELL, AVenida. 1 – Lurigancho 2020. Tesis (Titulado en Ingeniería Civil). Lima: Universidad César Vallejo, Facultad de Ingeniería y Arquitectura, 2020. 109 pp.

Disponible en: <https://repositorio.ucv.edu.pe/handle/20.500.12692/66403>

25. POVEDA, Manuel; BERNAL Rojas, Fausto y MARÍN Zamora, Andrés. Diseño de un pavimento para la estructura vial, de la vía conocida como “el kilómetro 19”, desde el K2+000 AL K2+500, que comunica a los municipios de Chipaque - UNE, en el departamento de Cundinamarca. Trabajo de grado (Especialización en Ingeniería de Pavimentos). Bogotá D.C.: Universidad Católica de Colombia, Facultad de Ingeniería, 2014. 85 pp.

Disponible en:

https://repository.ucatolica.edu.co/bitstream/10983/2574/1/Dise%C3%B1o-de-un-pavimento-en-el-Kil%C3%B3metro-19_Chipaque-Une.pdf

26. PRADEEP Kumar; Shalineeshukla. Flexible pavement construction using different waste materials: A review Motilal Nehru National Institute of Technology Allahabad. 2022.

Disponible en:

<https://www.sciencedirect.com/science/article/pii/S221478532202870X>

27. PRADO Canchari, Dante. Comparación de resultados del diseño de pavimento flexible entre el método AASHTO 93 y método mecanicista, Andahuaylas 2021. Tesis (Titulado en Ingeniería Civil). Lima: Universidad César Vallejo, Facultad de Ingeniería y Arquitectura, 2022. 113 pp.

Disponible en: <https://repositorio.ucv.edu.pe/handle/20.500.12692/85819>

28. QUEZADA Ascate, Carlos. Diseño estructural de pavimentos flexibles y rígidos en la calle Antisuyo – sector pueblo nuevo, provincia de Jaén, región Cajamarca- Perú 2018. Tesis (Titulado en Ingeniería Civil). Trujillo: Universidad Privada de Trujillo, Facultad de Ingeniería, 2019. 125 pp.

Disponible en: <http://repositorio.uprit.edu.pe/handle/UPRIT/132>

29. QUIMBAYO Morales, Maritza y USECHE Ayerbe, Ever. Diseño de la estructura de pavimento flexible por el método AASHTO – 93, para 1.3 kilómetros, de la vía de acceso a la vereda la palmita del municipio de Natagaima Tolima. Trabajo de grado (Especialización en Diseño y Construcción de Pavimentos). Ibagué: Universidad Cooperativa de Colombia, 2021. 67 pp.

Disponible en: <https://repository.ucc.edu.co/handle/20.500.12494/36256>

30. RAMÍREZ Villanueva, María. Propuesta de diseño del pavimento flexible para las calles 4, 5 y 6 del asentamiento humano Las Lomas sector I, distrito de Huanchaco - Trujillo - La Libertad, 2018. Tesis (Titulado en Ingeniería Civil). Trujillo: Universidad Privada de Trujillo, Facultad de Ingeniería, 2018. 107 pp.

Disponible en: <http://repositorio.uprit.edu.pe/handle/UPRIT/71>

31. Rodríguez Moreno, Mario Alberto; Echaveguren Navarro, Tomás; Thenoux Zeballos, Guillermo. Including reliability in the AASHTO-93 flexible pavement design method integrating pavement deterioration models Revista de Construcción. 2017.

Disponible en: <https://www.redalyc.org/articulo.oa?id=127652705010>

32. ROHIT R. Salgude, SUNIL S.Pimplikar, PRANAV S.Kumbhar, KALPESH D.Shinde. Effect of geopathic stress on flexible pavement distresses and accidents. Dr. Vishwanath Karad MIT World Peace University. 2022.

Disponible en:

<https://www.sciencedirect.com/science/article/pii/S221478532202644X>

33. SARA Spadoni, ANDREA Graziani, FRANCESCO Canestrari. Laboratory and field investigation of grouted macadam for semi-flexible pavements. Università Politecnica delle Marche, Via Brecce Bianche. 2022.

Disponibile en:

<https://www.sciencedirect.com/science/article/pii/S2214509521003685>

34. SOSA Amanzo, Henry. Aplicación de los métodos de diseño de pavimento flexible mecánico empírico y AASHTO 93 en la carretera mo-107 Moquegua 2018. Tesis de Maestría. Moquegua: Universidad José Carlos Mariátegui, Facultad de Ingeniería, 2020. 137 pp.

Disponibile en:

https://www.lareferencia.info/vufind/Record/PE_8dc850f38148c14e30ea103d6a48aa41

35. SUICA Macazana, Jesus. Estudio comparativo del diseño de pavimento flexible empleando el método Aashto 93 y Mecánico-Empírico, Chorrillos 2020. Tesis (Titulado en Ingeniería Civil). Chorrillos: Universidad César Vallejo, Facultad de Ingeniería y Arquitectura, 2021. 164 pp.

Disponibile en: <https://repositorio.ucv.edu.pe/handle/20.500.12692/58060>

36. SUSHMITA Bhandari, XIAOHUA Luo, FENG Wang Understanding the effects of structural factors and traffic loading on flexible pavement performance. International Journal of Transportation Science and Technology. 2021.

Disponibile en:

<https://www.sciencedirect.com/science/article/pii/S2046043022000211>

37.S. Vijayasimhan Sivapriya, Shanmugam Ganesh-Kumar. Functional and cost-benefits of geosynthetics as subgrade reinforcement in the design of flexible pavement. Universidad Pedagógica y Tecnológica de Colombia. 2018. E

Disponible en: <https://www.redalyc.org/journal/4139/413959633003/>

38.TERRONES, Giancarlos. 2018. Diseño estructural del pavimento flexible utilizando método de AASHTO 93 en las calles I y J de la cuarta etapa del C.H Micaela Bastidas-Piura. Facultad de Ingeniería, Universidad Cesar Vallejo. Piura: s.n., 2018.

Disponible en: <https://repositorio.ucv.edu.pe/handle/20.500.12692/32280>

39.Thais Aparecida dos Santos; Carlos Alberto Prado da Silva; Junior Heliana Barbosa Fontenele El efecto de los espectros de carga por eje del método AASHTO en el rendimiento del pavimento flexible. Universidade Estadual de Maringá. 2017.

Disponible en: <https://www.redalyc.org/journal/3032/303260200002/>

40.TREJOS, Christopher y AVILA, tania. 2017. Costa Rica's Mechanical Empirical Design Software for Flexible Pavements CRME. Facultad de Ingeniería, Universidad de Costa Rica. 2017.

Disponible en:

<https://www.lanamme.ucr.ac.cr/repositorio/bitstream/handle/50625112500/1053/Costa%20Rica%20Mechanical%20Empirical%20Design%20Software%20For%20Flexible.pdf?sequence=1>

41.XIAN, Xun y LEE, Warren. 2017. ONTARIO'S LOCAL CALIBRATION OF THE MEPDG DISTRESS AND PERFORMANCE MODELS FOR FLEXIBLE ROADS: A SUMMARY. Pavement and Foundation Section, Ministry of Transportation of Ontario. Toronto-Canada : s.n., 2017.

Disponible en:

https://www.tac-atc.ca/sites/default/files/conf_papers/yuanleeli-ontarios_local_calibration_of_the_mepdg_distress_performance_models.pdf

42.YAPUCHURA, Hugo. 2018. Comparativo técnico-económico entre metodologías ASSHTO93 e IA, para el diseño de pavimento flexible de la variate de la carretera PE-26B,2018. Facultad de Ingenieria Civil, Universidad Cesar Vallejo. Lima: s.n., 2018.

Disponible en: <https://repositorio.ucv.edu.pe/handle/20.500.12692/33940>

ANEXO 1

OPERACIONALIZACIÓN DE VARIABLES

Variable independiente:

- Diseño de un pavimento flexible

Variable	Definición Conceptual	Definición operacional	Dimensión	Indicadores	Escala de Medición
Diseño de un pavimento flexible	“El diseño de un pavimento flexible es el resultado de estudios e investigaciones los cuales son de gran significancia para llevar a cabo una construcción o mantenimiento de la vía pavimentada.” (Poveda, Bernal y Marín; 2014, p.12)	Para el diseño de un pavimento se necesita desarrollar estudios los cuales nos brinden datos de la situación actual en la zona beneficiaria, por lo que estos estudios serán de vital importancia al momento de llevar a cabo el diseño del pavimento.	Estudio de trafico	Volumen (v/h)	Intervalo
				Peso (ton)	Intervalo
			Estudio de propiedades del suelo	Granulometría (%)	Intervalo
				Límites de Consistencia (%)	Intervalo
				Contenido de Humedad (%)	Intervalo
				Densidad Máxima (Und/cm ³)	Intervalo
			Resistencia del suelo	CBR (%)	Intervalo

Variable dependiente:

- Metodología AASHTO-93

Variables	Definición Conceptual	Definición operacional	Dimensión	Indicadores	Medición
Metodología AASHTO-93	“El método AASHTO-93 utiliza un modelo o ecuación que da un parámetro llamado número estructural (SN) necesario para determinar el espesor de las capas que componen el pavimento las cuales son: la capeta asfáltica, base granular y la sub base granular.” (Ing. Garcia, 2015, p.3)	En la metodología AASHTO-93 se necesita ciertos valores los cuales nos ayudarán a definir la estructura optima de nuestro pavimento estos valores serán: ESAL, Dd, DI, r, n, CBR, TTP, Mr, %R, Zr, So, Pi, Pt, ΔPSI, SN, SNR, ai, di y mi.	Estructura del pavimento	Carpeta Asfáltica (cm)	Intervalo
				Base Granular (cm)	Intervalo
				Sub Base Granular (cm)	Intervalo
			Transito acumulado	W ₁₈ (tn)	Intervalo
			Numero estructural	SN (cm)	Intervalo

ANEXO 2

MATRIZ DE CONSISTENCIA


TITULLO: "Diseño de pavimento flexible usando la metodología AASHTO-93 para las avenidas Aviación y Víctor Raúl Huanchaquito-Huanchaco-Trujillo-La Libertad 2022"						
PROBLEMAS	OBJETIVOS	HIPÓTESIS	VARIABLES E INDICADORES			METODOLOGIA
Problema general ¿Cuál será el diseño del pavimento flexible en las avenidas Aviación y Víctor Raúl, y las calles Cecilio Venegas y Santísima Cruz usando la metodología AASHTO-93?	Objetivo general Elaborar el diseño del pavimento flexible usando la metodología AASHTO-93 en las avenidas Aviación y Víctor Raúl, y las calles Cecilio Venegas y Santísima Cruz las cuales conectan ambas avenidas de la localidad de Huanchaquito-Trujillo-La Libertad 2022.	Hipótesis general Diseñando el pavimento flexible mediante la metodología ASSHTO se obtendrá la estructura adecuada para las avenidas Aviación y Víctor Raúl, y las calles Cecilio Venegas y Santísima Cruz las cuales conectan ambas avenidas de la localidad de Huanchaquito.	Variable	Dimensiones	Indicadores	Tipo de investigación:
			Diseño de un pavimento flexible	Estudio de trafico	Volumen (v/h)	- Cuantitativo. - Aplicada. - Descriptivo. - Transversal.
					Peso (ton)	
					Granulometría (%)	
				Estudio de propiedades del suelo	Límites de Consistencia (%)	Diseño de investigación:
					Contenido de Humedad (%)	El diseño de investigación es considerando no experimental de tipo correlacional.
Densidad Máxima (Und/cm ³)	Población:					

				Resistencia del suelo	CBR (%)	
Problemas específicos	Objetivos específicos	Hipótesis específica	Variable	Dimensiones	Indicadores	
<p>1. ¿Cómo obtenemos las curvas de nivel para trazar el pavimento flexible en las avenidas Aviación y Victor Raúl, y las calles Cecilio Venegas y Santísima Cruz?</p> <p>2. ¿De qué manera podemos determinar las propiedades del suelo en las avenidas Aviación y Victor Raúl, y las calles Cecilio Venegas y Santísima Cruz?</p> <p>3. ¿Cuál es el método adecuado para determinar el</p>	<p>1. Ejecutar un estudio topográfico de las avenidas Aviación y Victor Raúl, y las calles Cecilio Venegas y Santísima Cruz las cuales conectan ambas avenidas.</p> <p>2. Aplicar un estudio de suelos de las avenidas Aviación y Victor Raúl, y las calles Cecilio Venegas y Santísima Cruz las cuales conectan ambas avenidas.</p> <p>3. Desarrollar el estudio de tráfico de las avenidas Aviación y Victor</p>	<p>1. Ejecutando un estudio topográfico se obtendrá la geografía de las avenidas Aviación y Victor Raúl, y las calles Cecilio Venegas y Santísima Cruz las cuales conectan ambas avenidas.</p> <p>2. Aplicando un estudio de suelos determinaremos el tipo de suelo y sus características las cuales nos permitirán diseñar el pavimento flexible de las avenidas Aviación y Victor Raúl, y las calles Cecilio Venegas y Santísima Cruz las cuales conectan ambas</p>	Metodología AASHTO-93	Estructura del pavimento	Carpeta Asfáltica (cm)	Dentro de la localidad de encuentran diversas vías las como lo son la Av. Costa Azul, Av. Tupac Amaru, Av. Piura, Av. La Rivera, Av. Aviación y Av. Victor Raúl; dichas vías están conformadas por una calzada y dos carriles.
					Base Granular (cm)	Muestra:
					Sub Base Granular (cm)	La muestra a estudiar tendrá una longitud total de 3.80 kilómetros de las avenidas Aviación y Victor Raúl, así como también para las calles Cecilio Venegas y Santísima Cruz las cuales conectan ambas avenidas.
					Transito acumulado	W18 (tn)
				Numero estructural	SN (cm)	No probabilístico debido a que la población fue escogida con base a que

<p>tipo de tráfico de las avenidas Aviación y Víctor Raúl, y las calles Cecilio Venegas y Santísima Cruz?</p> <p>4. ¿Cómo obtendremos la estructura del pavimento flexible que se usará en las avenidas Aviación y Víctor Raúl, y las calles Cecilio Venegas y Santísima Cruz?</p>	<p>Raúl, y las calles Cecilio Venegas y Santísima Cruz las cuales conectan ambas avenidas.</p> <p>4. Diseñar la estructura del pavimento flexible usando la metodología AASHTO-93 de las avenidas Aviación y Víctor Raúl, y las calles Cecilio Venegas y Santísima Cruz las cuales conectan ambas avenidas.</p>	<p>avenidas.</p> <p>3. Desarrollando el estudio de tráfico obtendremos el tipo de transito que tendrá nuestra vía por lo que nos permitirá elaborar un diseño de pavimento óptimo para las avenidas Aviación y Víctor Raúl, y las calles Cecilio Venegas y Santísima Cruz las cuales conectan ambas avenidas.</p> <p>4. Gracias al diseño del pavimento flexible mediante la metodología AASHTO-93 se logrará encontrar la estructura adecuada mismo para cada vía en cuestión.</p>				<p>consideramos las calles y avenidas más importantes para el beneficio de la población de Huanchaquito.</p>
--	---	---	--	--	--	--

ANEXO 3

RECOLECCIÓN DE DATOS POR EL LABORATORIO JALCEP



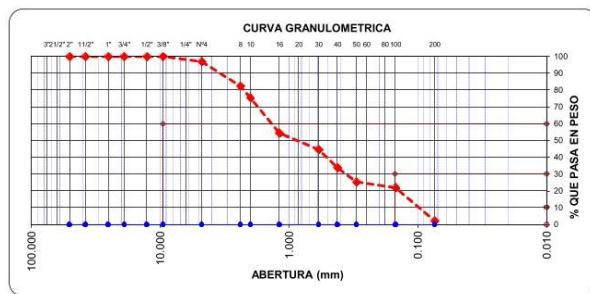
Laboratorio de Suelos, Concreto, Asfalto y Estudios Geotécnicos

ANÁLISIS MECÁNICO POR TAMIZADO
ASTM D 422


Proyecto : Diseño de pavimento flexible usando la metodología AASHTO-93 para las avenidas Aviación y Víctor Raúl Huanchaquito-Huanchaco-Trujillo-La Libertad 2022
Solicitante : Gonzales Valqui, Juan Carlos
 Rodas Gómez, Erick Alexis
Ubicación : Trujillo - La Libertad
Fecha : Trujillo, octubre del 2022
Tipo de suelo : Arena Uniforme (SP)
Calicata : PC 14 - M2

Peso de muestra seca : 435.0
 Peso de muestra lavada : 9.3

Tamices ASTM	Abertura en mm.	Peso Retenido	%Retenido Parcial	%Retenido Acumulado	% que Pasa	Límites e Índices de Consistencia
3"	76.200	0.00	0.0	0.0	100.00	L. Líquido : 23.47
2 1/2"	63.500	0.00	0.0	0.0	100.00	L. Plástico : 0.00
2"	50.600	0.00	0.0	0.0	100.00	Ind. Plástico : 0.00
1 1/2"	38.100	0.00	0.0	0.0	100.00	Clas. SUCS : SP
1"	25.400	0.00	0.0	0.0	100.00	Clas. AASHTO : A-1-b (0)
3/4"	19.050	0.00	0.0	0.0	100.00	
1/2"	12.700	0.00	0.0	0.0	100.00	
3/8"	9.525	0.00	0.0	0.0	100.00	
Nº4	4.760	13.60	3.1	3.1	96.87	HUMEDAD NATURAL
Nº8	2.380	63.60	14.6	17.7	82.25	Sh + Tara : 263.6
Nº10	2.000	29.70	6.8	24.6	75.43	Ss + Tara : 252.6
Nº16	1.190	91.50	21.0	45.6	54.39	Tara : 43
Nº30	0.590	42.60	9.8	55.4	44.60	Peso Agua : 11.0
Nº40	0.420	47.20	10.9	66.3	33.75	Peso Suelo Seco : 209.6
Nº50	0.300	36.80	8.5	74.7	25.29	Humedad (%) : 5.24
Nº100	0.149	15.10	3.5	78.2	21.82	
Nº200	0.074	85.60	19.7	97.9	2.14	
<Nº200		9.30	2.1	100.0	0.00	
Total		435.00				



CURVA GRANULOMETRICA



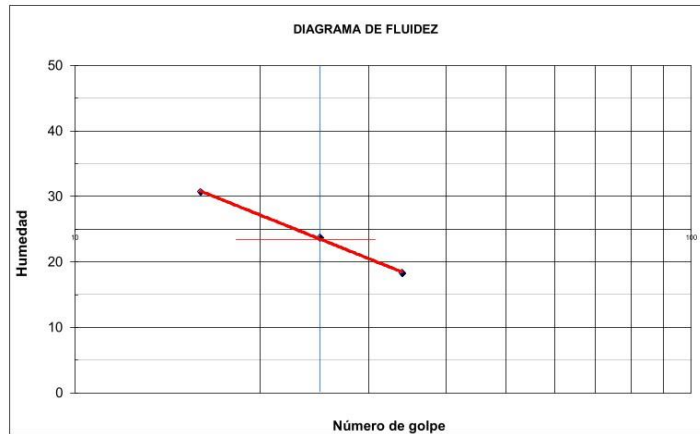
Ing. Luis D. Gallardo Murga
JEFE DE LABORATORIO
CIP. 268381 -

Oficina: Calle José Gil de Castro N° 557 Urb. El Bosque – Trujillo, La Libertad
 Email: jalcepsac5@gmail.com
 Cel: 942739259/938 992 973

**LIMITES DE CONSISTENCIA
ASTM D 4318**

Proyecto : Diseño de pavimento flexible usando la metodología AASHTO-93 para las avenidas Aviación y Víctor Raúl
 Huanchaquito-Huanchaco-Trujillo-La Libertad 2022
Solicitante : Gonzales Valqui, Juan Carlos
 Rodas Gómez, Erick Alexis
Ubicación : Trujillo - La Libertad
Fecha : Trujillo, octubre del 2022
Tipo de suelo : Arena Uniforme (SP)
Calicata : PC 14 - M2

Muestra	Limite Líquido			Limite Plástico		
Límites de Consistencia						
N° de golpes	16	25	34	-		
Peso tara (g)	21.82	21.06	22.25			
Peso tara + suelo húmedo (g)	36.72	35.60	35.32			
Peso tara + suelo seco (g)	33.22	32.81	33.30			
Humedad %	30.70	23.74	18.28			
Límites				23.47		
Índice Plástico						




Ing. Luis D. Gallardo Murga
 JEFE DE LABORATORIO
 C.I.P. 268381 -

CONTENIDO DE HUMEDAD
ASTM D 2216

Proyecto : Diseño de pavimento flexible usando la metodología AASHTO-93 para las avenidas Aviación y Víctor Raúl Huanchaquito-Huanchaco-Trujillo-La Libertad 2022
Solicitante : Gonzales Valqui, Juan Carlos
 Rodas Gómez, Erick Alexis
Ubicación : Trujillo - La Libertad |
Fecha : Trujillo, octubre del 2022
Tipo de suelo : Arena Uniforme (SP)
Calicata : PC 14 - M2

Descripcion	1
Peso de tara (gr)	43.0
Peso de la tara + muestra húmeda (gr)	263.6
Peso de la tara + muestra seca (gr)	252.6
Peso del agua contenida (gr)	11.0
Peso de la muestra seca (gr)	209.6
Contenido de Humedad (%)	5.24
Contenido de Humedad Promedio (%)	5.24




Ing. Luis D. Gallardo Murga
 JEFE DE LABORATORIO
 CIP. 268381 -

📍 *Oficina:* Calle José Gil de Castro N° 557 Urb. El Bosque – Trujillo, La Libertad

✉ *Email:* jalcepsac5@gmail.com

☎ *Cel:* 942739259/938 992 973

ANÁLISIS QUÍMICO DEL SUELO
ASTM D 1889 / ASTM D 516 / ASTM D 512

Proyecto : Diseño de pavimento flexible usando la metodología AASHTO-93 para las avenidas Aviación y Víctor Raúl Huanchaquito-Huanchaco-Trujillo-La Libertad 2022
Solicitante : Gonzales Valqui, Juan Carlos
 Rodas Gómez, Erick Alexis
Ubicación : Trujillo - La Libertad
Fecha : Trujillo, octubre del 2022
Tipo de suelo : Arena Uniforme (SP)
Calicata : PC 14 - M2

ANÁLISIS QUÍMICO DEL SUELO (ppm)

ITEM	MUESTRA	Sales Solubles Totales (ppm)	Cl ⁻ (ppm)	SO ₄ ²⁻ (ppm)
1	SP	458.9	75.6	121.5

ANÁLISIS QUÍMICO DEL SUELO (%)

ITEM	MUESTRA	Sales Solubles Totales (%)	Cl ⁻ (%)	SO ₄ ²⁻ (%)
1	SP	0.05	0.01	0.01




 Ing. Luis D. Gallardo Murga
 JEFE DE LABORATORIO
 CIP. 268381 -

Oficina: Calle José Gil de Castro N° 557 Urb. El Bosque – Trujillo, La Libertad

Email: jalcepsac5@gmail.com

Cel: 942739259/938 992 973

**REGISTRO DE SONDAJE
(PERFIL ESTADIGRAFICO DEL TERRENO)**

Proyecto : Diseño de pavimento flexible usando la metodología AASHTO-93 para las avenidas Aviación y Víctor Raúl Huanchaquito-Huanchaco-Trujillo-La Libertad 2022


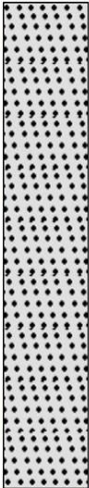

Solicitante : Gonzales Valqui, Juan Carlos
Rodas Gómez, Erick Alexis

Ubicación : Trujillo - La Libertad

Fecha : Trujillo, octubre del 2022

Tipo de suelo : Arena Uniforme (SP)

CALICATA PC 14

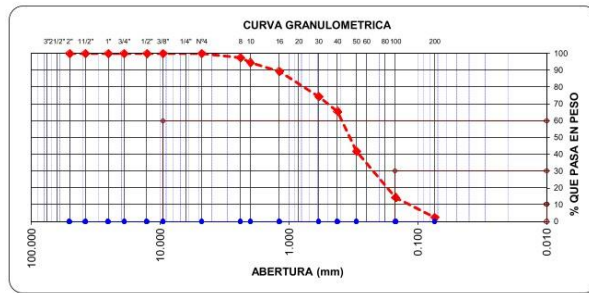
ESCALA	PROF. (m)	ESPESOR (m)	DESCRIPCIÓN	SUCS	GRÁFICA	OBSERVACIÓN
10 cm	-0.30	0.30	Arena Uniforme mezclada con grava, desmonte y materiales de desecho	-		
20 cm						
30 cm						
40 cm						
50 cm						
60 cm	-3.00	2.80	Arena Uniforme (SP) sin índice de plasticidad, en estado seco, con un contenido de humedad de 5.24%, color beige claro y una densidad de 1.66 ton/m3	SP		Excavación a Cielo Abierto
70 cm						
80 cm						
90 cm						
100 cm						
110 cm						
120 cm						
130 cm						
140 cm						
150 cm						
160 cm						
170 cm						
180 cm						
190 cm						
200 cm						
210 cm			CONTINÚA Arena Uniforme (SP) color beige claro	SP		 Ing. Luis D. Gallardo Murga JEFE DE LABORATORIO CIP. 268381
220 cm						
230 cm						
240 cm						
250 cm						
260 cm						
270 cm						
280 cm						
290 cm						
300 cm						
310 cm						
320 cm						
330 cm						
340 cm						
350 cm						
360 cm						
370 cm						
380 cm						
390 cm						
400 cm						

**ANALISIS MECANICO POR TAMIZADO
ASTM D 422**

Proyecto : Diseño de pavimento flexible usando la metodología AASHTO-93 para las avenidas Aviación y Victor Raúl Huanchaquito-Huanchaco-Trujillo-La Libertad 2022
Solicitante : Gonzales Valqui, Juan Carlos
Rodas Gómez, Erick Alexis
Ubicación : Trujillo - La Libertad
Fecha : Trujillo, octubre del 2022
Tipo de suelo : Arena Uniforme (SP)
Calicata : PC 01 - M2

Peso de muestra seca : 510.5
Peso de muestra lavada : 12.2

Tamices ASTM	Abertura en mm.	Peso Retenido	%Retenido Parcial	%Retenido Acumulado	% que Pasa	Limites e Indices de Consistencia
3"	76.200	0.00	0.0	0.0	100.00	L. Líquido : 31.09
2 1/2"	63.500	0.00	0.0	0.0	100.00	L. Plástico : 0.00
2"	50.600	0.00	0.0	0.0	100.00	Ind. Plástico : 0.00
1 1/2"	38.100	0.00	0.0	0.0	100.00	Clas. SUCS : SP
1"	25.400	0.00	0.0	0.0	100.00	Clas. AASHTO : A-2-4 (0)
3/4"	19.050	0.00	0.0	0.0	100.00	
1/2"	12.700	0.00	0.0	0.0	100.00	
3/8"	9.525	0.00	0.0	0.0	100.00	
Nº4	4.760	0.43	0.1	0.1	99.92	HUMEDAD NATURAL
Nº8	2.380	12.60	2.5	2.6	97.45	Sh + Tara : 236.3
Nº10	2.000	14.80	2.9	5.5	94.55	Ss + Tara : 226.8
Nº16	1.190	26.40	5.2	10.6	89.38	Tara : 39.2
Nº30	0.590	77.00	15.1	25.7	74.29	Peso Agua : 9.8
Nº40	0.420	45.50	8.9	34.6	65.38	Peso Suelo Seco : 187.6
Nº50	0.300	120.60	23.6	58.2	41.76	Humedad (%) : 5.20
Nº100	0.149	140.90	27.6	85.8	14.16	
Nº200	0.074	60.10	11.8	97.6	2.38	
<Nº200		12.17	2.4	100.0	0.00	
Total		510.50				

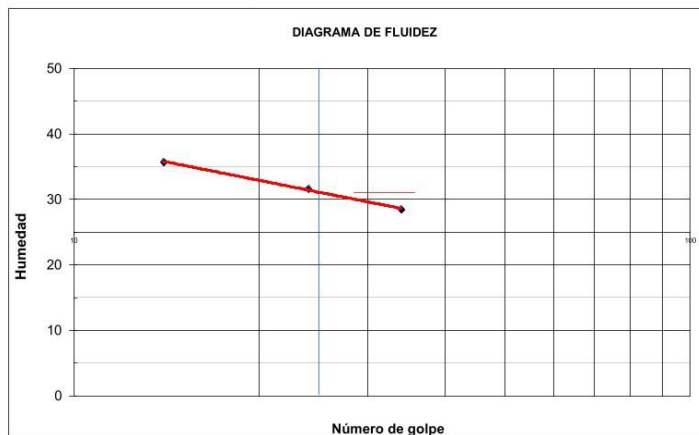


Luis D. Gallardo Murga
Ing. Luis D. Gallardo Murga
JEFE DE LABORATORIO
CIP. 268381 -

**LIMITES DE CONSISTENCIA
ASTM D 4318**

Proyecto : Diseño de pavimento flexible usando la metodología AASHTO-93 para las avenidas Aviación y Víctor Raúl Huanchaquito-Huanchaco-Trujillo-La Libertad 2022
Solicitante : Gonzales Valqui, Juan Carlos
 Rodas Gómez, Erick Alexis
Ubicación : Trujillo - La Libertad
Fecha : Trujillo, octubre del 2022
Tipo de suelo : Arena Uniforme (SP)
Calicata : PC 01 - M2

Muestra	Limite Líquido			Limite Plástico		
Nº de golpes	14	24	34	-		
Peso tara (g)	17.86	20.50	21.20			
Peso tara + suelo húmedo (g)	32.60	31.70	34.95			
Peso tara + suelo seco (g)	28.72	29.01	31.90			
Humedad %	35.73	31.61	28.50			
Limites				31.09		
Indice Plástico						

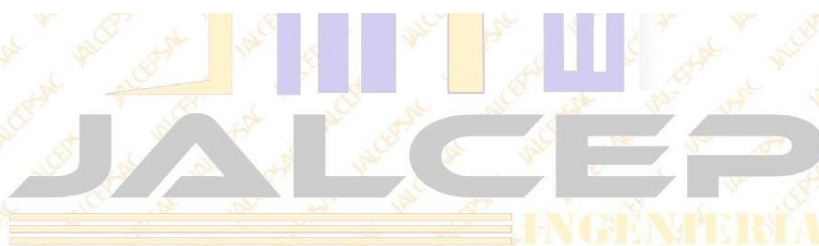



Ing. Luis D. Gallardo Murga
 JEFE DE LABORATORIO
 CIP. 268381 -

CONTENIDO DE HUMEDAD
ASTM D 2216

Proyecto : Diseño de pavimento flexible usando la metodología AASHTO-93 para las avenidas Aviación y Víctor Raúl Huanchaquito-Huanchaco-Trujillo-La Libertad 2022
Solicitante : Gonzales Valqui, Juan Carlos
 Rodas Gómez, Erick Alexis
Ubicación : Trujillo - La Libertad |
Fecha : Trujillo, octubre del 2022
Tipo de suelo : Arena Uniforme (SP)
Calicata : PC 01 - M2

Descripcion	1
Peso de tara (gr)	39.2
Peso de la tara + muestra húmeda (gr)	236.5
Peso de la tara + muestra seca (gr)	226.8
Peso del agua contenida (gr)	9.8
Peso de la muestra seca (gr)	187.6
Contenido de Humedad (%)	5.20
Contenido de Humedad Promedio (%)	5.20




Ing. Luis D. Gallardo Murga
 JEFE DE LABORATORIO
 CIP. 268381 -

ANÁLISIS QUÍMICO DEL SUELO
ASTM D 1889 / ASTM D 516 / ASTM D 512

Proyecto : Diseño de pavimento flexible usando la metodología AASHTO-93 para las avenidas Aviación y Víctor Raúl Huanchaquito-Huanchaco-Trujillo-La Libertad 2022
Solicitante : Gonzales Valqui, Juan Carlos
 Rodas Gómez, Erick Alexis
Ubicación : Trujillo - La Libertad
Fecha : Trujillo, octubre del 2022
Tipo de suelo : Arena Uniforme (SP)
Calicata : PC 01 - M2

ANÁLISIS QUÍMICO DEL SUELO (ppm)

ITEM	MUESTRA	Sales Solubles Totales (ppm)	Cl ⁻ (ppm)	SO ₄ ²⁻ (ppm)
1	SP	321.5	78.9	87.5

ANÁLISIS QUÍMICO DEL SUELO (%)

ITEM	MUESTRA	Sales Solubles Totales (%)	Cl ⁻ (%)	SO ₄ ²⁻ (%)
1	SP	0.03	0.01	0.01




 Ing. Luis D. Gallardo Murga
 JEFE DE LABORATORIO
 CIP. 268381 -

Oficina: Calle José Gil de Castro N° 557 Urb. El Bosque – Trujillo, La Libertad

Email: jalcepsac5@gmail.com

Cel: 942739259/938 992 973

REGISTRO DE SONDAJE (PERFIL ESTADIGRAFICO DEL TERRENO)

Proyecto : Diseño de pavimento flexible usando la metodología AASHTO-93 para las avenidas Aviación y Víctor Raúl Huanchaquito-Huanchaco-Trujillo-La Libertad 2022


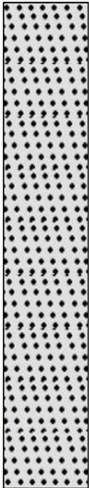

Solicitante : Gonzales Valqui, Juan Carlos
Rodas Gómez, Erick Alexis

Ubicación : Trujillo - La Libertad

Fecha : Trujillo, octubre del 2022

Tipo de suelo : Arena Uniforme (SP)

CALICATA PC 01

ESCALA	PROF. (m)	ESPEJOR (m)	DESCRIPCIÓN	SUCS	GRÁFICA	OBSERVACIÓN
10 cm	-0.30	0.30	Arena Uniforme mezclada con grava, desmonte y materiales de desecho			
20 cm						
30 cm						
40 cm						
50 cm						
60 cm	-3.00	2.80	Arena Uniforme (SP) sin índice de plasticidad, en estado seco, con un contenido de humedad de 5.20%, color beige claro y una densidad de 1.65 ton/m3	SP		Excavación a Cielo Abierto
70 cm						
80 cm						
90 cm						
100 cm						
110 cm						
120 cm						
130 cm						
140 cm						
150 cm						
160 cm						
170 cm						
180 cm						
190 cm						
200 cm						
210 cm	-3.00	2.80	CONTINÚA Arena Uniforme (SP) color beige claro	SP		Ing. Luis D. Gallardo Murga JEFE DE LABORATORIO CIP. 268381
220 cm						
230 cm						
240 cm						
250 cm						
260 cm						
270 cm						
280 cm						
290 cm						
300 cm						
310 cm						
320 cm						
330 cm						
340 cm						
350 cm						
360 cm						
370 cm						
380 cm						
390 cm						
400 cm						

ENSAYO DE CBR Y EXPANSION

Proyecto : Diseño de pavimento flexible usando la metodología AASHTO-93 para las avenidas Aviación y Victor Raúl Huanchaquito-Huanchaco-Trujillo-La Libertad 2022
Solicitante : Gonzales Valqui, Juan Carlos
 Rodas Gómez, Erick Alexis
Ubicación : Trujillo - La Libertad
Fecha : Trujillo, octubre del 2022
Tipo de suelo : Arena Uniforme (SP)
Calicata : PC 01 - M2

ENSAYO DE COMPACTACION CBR

ESTADO	SIN SATURAR	SATURADO	SIN SATURAR	SATURADO	SIN SATURAR	SATURADO
MOLDE	MOLDE 1		MOLDE 2		MOLDE 3	
N° DE GOLPES POR CAPA	56		25		12	
SOBRECARGA (gr.)	4530		4530		4530	
Peso de Suelo húmedo + Molde (gr.)	8260	8060	8060	7800	7800	7800
Peso de Molde (gr.)	4135	4135	4135	4135	4135	4135
Peso del suelo Húmedo (gr.)	4125	3925	3925	3665	3665	3665
Volumen del Molde (cm ³)	3211	3211	3211	3211	3211	3211
Volumen del Disco Espaciador (cm ³)	1095	1095	1095	1095	1095	1095
Volumen Util (cm ³)	2116	2116	2116	2116	2116	2116
Densidad Húmeda (gr/cm ³)	1.95	1.85	1.85	1.73	1.73	1.73
CAPSULA N°	1		2		3	
Peso de suelo Húmedo + Cápsula (gr.)	68.6	67.3	67.3	67.62	67.62	67.62
Peso de suelo seco + Cápsula (gr.)	66.0	64.7	64.7	65.10	65.10	65.10
Peso de Agua (gr)	2.59	2.6	2.6	2.52	2.52	2.52
Peso de Cápsula (gr.)	27.6	27.45	27.45	28.1	28.1	28.1
Peso de Suelo Seco (gr.)	38.4	37.2	37.2	37.00	37.00	37.00
% de Humedad	6.75	7.04	7.04	6.81	6.81	6.81
Densidad de Suelo Seco (gr/cm ³)	1.83	1.73	1.73	1.62	1.62	1.62

1.85

ENSAYO DE EXPANSION

DIA	LECT. DIAL	HINCH. (%)	LECT. DIAL	HINCH. (%)	LECT. DIAL	HINCH. (%)
1	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00
2	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00
3	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00
4	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00

SUELO NO EXPANSIVO

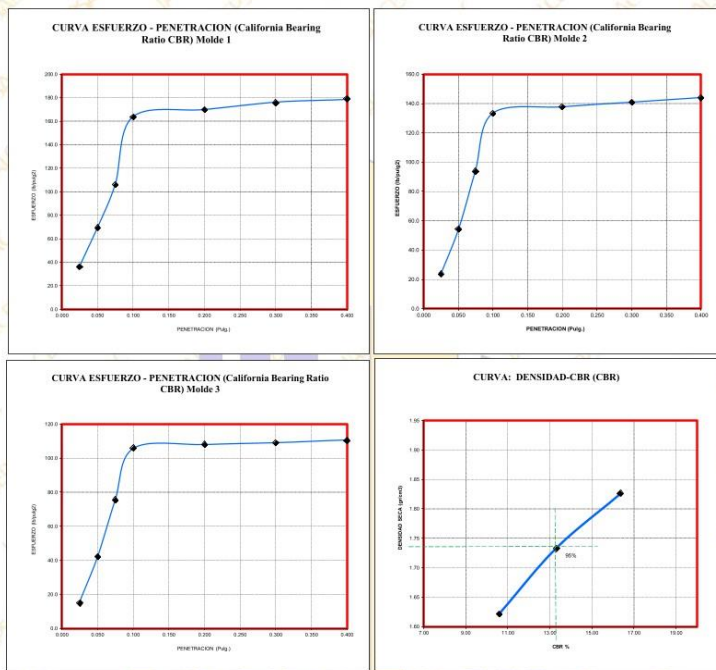
Estructura	Limite Max
TIPO	HINCH. (%)
Base	1
Sub Base	2
Sub Rasante	3

ENSAYO DE CARGA PENETRACION

ENSAYO DE CARGA	LECTURA	MOLDE 1	56 GOLPES	LECTURA	MOLDE 2	25 GOLPES	LECTURA	MOLDE 3	12 GOLPES
PENETRACION	DIAL	lbs.	lbs/pulg2	DIAL	lbs.	lbs/pulg2	DIAL	lbs.	lbs/pulg2
0.025	15	108.1	36.0	11	71.7	23.9	8	44.3	14.8
0.050	26	208.4	69.5	21	162.8	54.3	17	126.4	42.1
0.075	38	317.8	105.9	34	281.3	93.8	28	226.6	75.5
0.100	57	491.0	163.7	47	399.8	133.3	38	317.8	105.9
0.200	59	509.2	169.7	49	413.5	137.8	39	324.2	108.1
0.300	61	527.5	175.8	50	422.6	140.9	39	326.9	109.0
0.400	62	536.6	178.9	51	431.8	143.9	40	331.5	110.5

NOTA: Los material fueron muestreados por el solicitante, el laboratorio solo se limitó a realizar el ensayo

Ing. Luis D. Gallardo Murga
 JEFE DE LABORATORIO
 CIP. 268381 -



Valores Corregidos

MOLDE Nº	PENETRACION (pulg)	PRESION APLICADA (lbs/pulg2)	PRESION PATRÓN (Lb/pulg2)	C.B.R %	DENSIDAD SECA (gr/cm3)
1	0.1	163.7	1000	16.37	1.83
2	0.1	133.3	1000	13.33	1.73
3	0.1	105.9	1000	10.59	1.62

MOLDE Nº	PENETRACION (pulg)	PRESION APLICADA (lbs/pulg2)	PRESION PATRÓN (Lb/pulg2)	C.B.R %	DENSIDAD SECA (gr/cm3)
1	0.2	169.7	1500	11.32	1.83
2	0.2	137.8	1500	9.19	1.73
3	0.2	108.1	1500	7.20	1.62

Máxima Densidad Seca (gr./cm3)	1.83
ÓPTIMO Contenido de Humedad	6.75%
C.B.R Al 100 % de la Máxima Densidad Seca	16.37%
C.B.R Al 95% de la Máxima Densidad Seca	13.33%

NOTA: Los material fueron muestreados por el solicitante, el laboratorio solo se limitó a realizar el ensayo


Ing. Luis D. Gallardo Murga
 JEFE DE LABORATORIO
 C.I.P. 268381 -

Oficina: Calle José Gil de Castro N° 557 Urb. El Bosque – Trujillo, La Libertad

Email: jalcepsac5@gmail.com

Cel: 942739259/938 992 973

ENSAYO DE CBR Y EXPANSION

Proyecto : Diseño de pavimento flexible usando la metodología AASHTO-93 para las avenidas Aviación y Victor Raúl Huanchaquito-Huanchaco-Trujillo-La Libertad 2022
Solicitante : Gonzales Valqui, Juan Carlos
 Rodas Gómez, Erick Alexis
Ubicación : Trujillo - La Libertad
Fecha : Trujillo, octubre del 2022
Tipo de suelo : Arena Uniforme (SP)
Calicata : PC 14 - M2

ENSAYO DE COMPACTACION CBR

ESTADO	SIN SATURAR		SATURADO		SIN SATURAR		SATURADO		SIN SATURAR		SATURADO	
	MOLDE 1				MOLDE 2				MOLDE 3			
N° DE GOLPES POR CAPA	56				25				12			
SOBRECARGA (gr.)	4530				4530				4530			
Peso de Suelo húmedo + Molde (gr.)	8261		8052		7796							
Peso de Molde (gr.)	4135		4135		4135							
Peso del suelo Húmedo (gr.)	4126		3917		3661							
Volumen de Molde (cm3)	3211		3211		3211							
Volumen del Disco Espaciador (cm3)	1095		1095		1095							
Volumen Útil (cm3)	2116		2116		2116							
Densidad Húmeda (gr/cm3)	1.95		1.85		1.73							
CAPSULA N°	1				2				3			
Peso de suelo Húmedo + Cápsula (gr.)	66.4		70.2		67.73							
Peso de suelo seco + Cápsula (gr.)	63.9		67.4		65.17							
Peso de Agua (gr)	2.45		2.7		2.56							
Peso de Cápsula (gr.)	27.6		27.45		28.1							
Peso de Suelo Seco (gr.)	36.3		40.0		37.07							
% de Humedad	6.75		6.83		6.91							
Densidad de Suelo Seco (gr/cm3)	1.83		1.73		1.62							

1.85

ENSAYO DE EXPANSION

DIA	LECT. DIAL	HINCH. (%)	LECT. DIAL	HINCH. (%)	LECT. DIAL	HINCH. (%)
1	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00
2	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00
3	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00
4	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00

SUELO NO EXPANSIVO

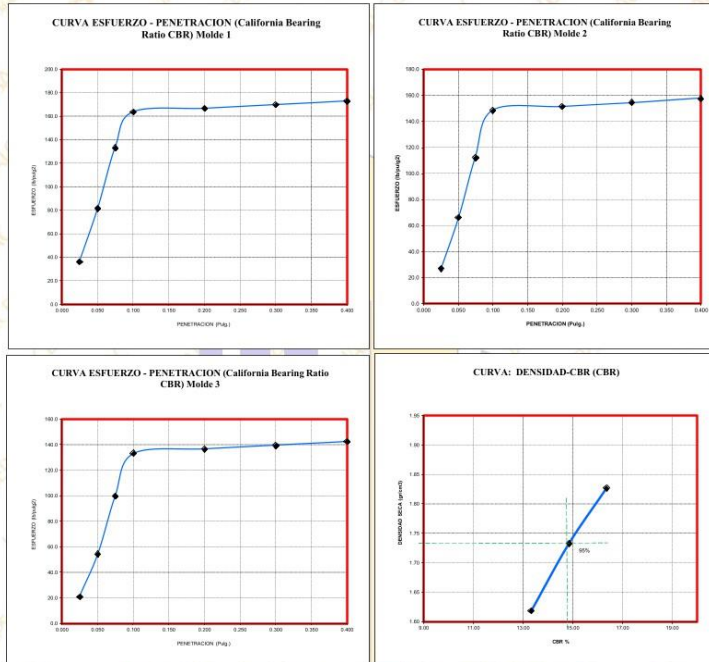
Estructura	Limite Max
TIPO	HINCH. (%)
Base	1
Sub Base	2
Sub Rasante	3

ENSAYO DE CARGA PENETRACION

ENSAYO DE CARGA	LECTURA		MOLDE 1		56 GOLPES		LECTURA		MOLDE 2		25 GOLPES		LECTURA		MOLDE 3		12 GOLPES	
	DIAL	lbs.	lbs.	pulg2	DIAL	lbs.	lbs.	pulg2	DIAL	lbs.	lbs.	pulg2	DIAL	lbs.	lbs.	pulg2	DIAL	lbs.
0.025	15	108.1	36.0		12	80.8	26.9		10	62.6	20.9							
0.050	30	244.9	81.6		25	199.3	66.4		21	162.8	54.3							
0.075	47	399.8	133.3		40	336.0	112.0		36	299.6	99.9							
0.100	57	491.0	163.7		52	445.4	148.5		47	399.8	133.3							
0.200	58	500.1	166.7		53	454.5	151.5		48	409.0	136.3							
0.300	59	509.2	169.7		54	463.7	154.6		49	418.1	139.4							
0.400	60	518.3	172.8		55	472.8	157.6		50	427.2	142.4							

NOTA: Los material fueron muestreados por el solicitante, el laboratorio solo se limitó a realizar el ensayo

Ing. Luis D. Gallardo Murga
 JEFE DE LABORATORIO
 CIP. 268381 -



Valores Corregidos

MOLDE Nº	PENETRACION (pulg)	PRESION APLICADA (lbs/pulg2)	PRESION PATRÓN (Lb/pulg2)	C.B.R %	DENSIDAD SECA (gr/cm3)
1	0.1	163.7	1000	16.37	1.83
2	0.1	148.5	1000	14.85	1.73
3	0.1	133.3	1000	13.33	1.62

MOLDE Nº	PENETRACION (pulg)	PRESION APLICADA (lbs/pulg2)	PRESION PATRÓN (Lb/pulg2)	C.B.R %	DENSIDAD SECA (gr/cm3)
1	0.2	166.7	1500	11.11	1.83
2	0.2	151.5	1500	10.10	1.73
3	0.2	136.3	1500	9.09	1.62

Máxima Densidad Seca (gr./cm3)	1.83
ÓPTIMO Contenido de Humedad	6.75%
C.B.R Al 100 % de la Máxima Densidad Seca	16.37%
C.B.R Al 95% de la Máxima Densidad Seca	14.85%

NOTA: Los material fueron muestreados por el solicitante, el laboratorio solo se limitó a realizar el ensayo


Ing. Luis D. Gallardo Murga
 JEFE DE LABORATORIO
 C.I.P. 268381 -

Oficina: Calle José Gil de Castro N° 557 Urb. El Bosque – Trujillo, La Libertad

Email: jalcepsac5@gmail.com

Cel: 942739259/938 992 973

ANEXO 4

HOJA DE CÁLCULO DISEÑO DE PAVIMENTO FLEXIBLE AASHTO 93

EXPLORACIÓN DETERMINACIÓN DE LA CAPACIDAD DE SOPORTE DE LOS SUELOS DE SUBRASANTE (CBR de diseño)

Tiene por objetivo la determinación del denominado California Bearing Ratio (CBR), llamado también relación de soporte de California o índice CBR, mide la resistencia al corte de un suelo bajo condiciones de humedad y densidad controladas en comparación con la resistencia que ofrecen un material de piedra triturada estandarizado.

Dado que el comportamiento de los suelos varía de acuerdo con su “grado de alteración”, con su granulometría y sus características físicas, el método a seguir para determinar el CBR será diferente en cada caso, así se tiene:

- Determinación del CBR de suelos perturbados y pre moldeados.
- Determinación del CBR de suelos inalterados.
- Determinación del CBR in situ.
- Para el presente proyecto se determinó el CBR de diseño, obteniéndose el siguiente resultado.

CALICATA	MUESTRA	PROF.	CLASIF. SUCS	CLASIF. AASHTO	CBR 0.1 mm (%) 100% de MDS	CBR de diseño
PC 01	M – 2	2.00 m	SP	A-2-4 (0)	16.37	17.01 %
PC 02	M – 2	2.00 m	SP	A-2-4 (0)	17.28	
PC 03	M – 2	2.00 m	SP	A-2-4 (0)	16.06	
PC 04	M – 2	2.00 m	SP	A-2-4 (0)	17.89	
PC 05	M – 2	2.00 m	SP	A-2-4 (0)	16.03	
PC 06	M – 2	2.00 m	SP	A-2-4 (0)	17.70	
PC 07	M – 2	2.00 m	SP	A-2-4 (0)	17.10	
PC 08	M – 2	2.00 m	SP	A-2-4 (0)	16.58	
PC 09	M – 2	2.00 m	SP	A-2-4 (0)	17.89	
PC 010	M – 2	2.00 m	SP	A-2-4 (0)	18.31	
PC 11	M – 2	2.00 m	SP	A-2-4 (0)	16.73	
PC 12	M – 2	2.00 m	SP	A-2-4 (0)	16.18	
PC 13	M – 2	2.00 m	SP	A-2-4 (0)	17.58	
PC 14	M – 2	2.00 m	SP	A-2-4 (0)	16.37	

Cuadro 1 CBR de diseño

De acuerdo a la auscultación de calicatas se determinó un CBR de diseño de 17.01%, por consiguiente, este valor induce por la importancia de la vía, que el terreno de fundación no requiere de un mejoramiento de suelos. Por lo que la subrasante tiene buenas propiedades de capacidad portante como se muestra en el cuadro 2.

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

Cuadro 2 Categorías de Subrasante

(Ministerio de Transporte y Comunicaciones, Manual de Carreteras MTC - Suelos Geología, 2013)

Según el cuadro 2 se considera como materiales aptos para las capas de la subrasante los suelos con un CBR igual o mayor al 6%, por lo tanto, según nuestro CBR de diseño tenemos un S₃: Subrasante Buena.

ESTUDIO DE TRÁFICO

Tiene por objetivo la determinación del denominado Número de Ejes Equivalentes (N), para ello se debe estudiar las condiciones del tráfico actual y proyectarlas durante la vida útil del proyecto. Las condiciones del tráfico actuales están definidas por su composición y cantidad de vehículos. Estas condiciones actuales de tráfico se proyectan para la vida útil del proyecto que en este caso se establece en 20 años.

Para la determinación de la cantidad de vehículos se necesita realizar el conteo de los mismos desde una estación de la vía, el conteo es realizado por especialistas y arroja un parámetro denominado IMD, para cada tipo de vehículo.

FORMULARIO Nº 2

PROMEDIO SEMANAL SEGÚN EL SENTIDO

TRAMO DE LA CARRETERA	Av. Aviación y Av. Víctor Raúl
SENTIDO	β
UBICACIÓN	HUANCHAQUITO

DIA	FECHA	MOTOS	AUTO	STATION WAGON	CAMIONETAS			MICRO	BUS			CAMION				SEMI TRAYLER				TOTAL
					PICK UP	MINI BAN	COMBI		B2	B4-1	C4	C2RB2	C3	C3RB2	T2S1	T2S2	T2S3	T3Se2	T3Se3	
LUNES	05/09/2022	8	108	-	32	11	3	1	-	-	2	2	1	-	1	-	1	1	-	171
MARTES	06/09/2023	9	94	-	27	11	2	4	-	-	3	2	-	-	1	-	2	3	1	156
MIÉRCOLES	07/09/2023	9	104	-	28	10	3	4	-	-	3	3	1	-	2	-	2	2	1	169
JUEVES	08/09/2024	10	107	-	29	11	3	4	-	-	3	3	1	-	2	-	1	2	1	174
VIERNES	09/09/2024	8	74	2	29	11	3	4	-	-	3	3	1	-	2	-	1	1	1	140
SÁBADO	10/09/2025	11	94	-	29	11	3	4	-	-	3	2	-	-	1	-	1	3	1	161
DOMINGO	11/09/2025	7	82	-	26	11	3	4	-	-	2	1	-	-	-	-	1	2	-	137
TOTAL		61	661	2	198	76	20	25	-	-	19	14	3	-	7	-	7	13	3	1,106

TRAMO DE LA CARRETERA	Av. Aviación y Av. Víctor Raúl
SENTIDO	β
UBICACIÓN	HUANCHAQUITO

DIA	FECHA	MOTOS	AUTO	STATION WAGON	CAMIONETAS			MICRO	BUS			CAMION				SEMI TRAYLER				TOTAL
					PICK UP	MINI BAN	COMBI		B2	B4-1	C4	C2RB2	C3	C3RB2	T2S1	T2S2	T2S3	T3Se2	T3Se3	
LUNES	05/09/2022	9	103	-	28	10	3	1	-	-	2	1	1	-	1	-	1	1	-	160
MARTES	06/09/2023	12	78	-	33	11	2	1	-	-	2	1	-	-	1	-	1	1	-	140
MIÉRCOLES	07/09/2023	10	82	-	42	11	3	1	-	-	2	1	1	-	2	-	1	1	-	153
JUEVES	08/09/2024	13	93	-	32	12	3	2	-	-	2	2	1	-	1	-	1	1	-	161
VIERNES	09/09/2024	9	88	-	38	11	3	2	-	-	3	2	1	-	2	-	1	1	-	158
SÁBADO	10/09/2025	13	99	-	32	11	3	2	1	1	1	1	1	-	-	-	1	1	-	163
DOMINGO	11/09/2025	12	88	6	36	12	3	2	1	1	1	1	-	-	-	-	1	2	-	162
TOTAL		76	629	6	239	77	20	9	1	1	12	7	4	-	6	-	6	6	-	1,096

MOTOS	AUTO	STATION WAGON	CAMIONETAS			MICRO	BUS			CAMION				SEMI TRAYLER				TOTAL		
			PICK UP	MINI BAN	COMBI		B2	B4-1	C4	C2RB2	C3	C3RB2	T2S1	T2S2	T2S3	T3Se2	T3Se3			
9	94	2	28	11	3	4	-	-	3	2	1	-	1	-	1	-	1	2	1	160
11	90	6	34	11	3	1	1	1	2	1	1	-	1	-	1	-	1	1	-	163
20	184	8	62	22	6	5	1	1	5	3	1	-	2	-	2	-	3	1	1	323



















CANT. DE VEHICULOS POR DÍA = **323**

Cuadro 3 Estudio de Trafico y Calculo del IMD

FORMULARIO Nº 3

ESTUDIO DE CLASIFICACION VEHICULAR IMDS

PROYECTO	"Diseño de pavimento flexible usando la metodología AASHTO-93 para las avenidas Aviación y Víctor Raúl Huanchaquito-Huanchaco-Trujillo-La Libertad 2022"
SENTIDO	AMBOS SENTIDOS
UBICACIÓN	Av. Aviación y Av. Víctor Raúl
ESTACION	A-B
FECHA	05/09/2022

SENTIDO	MOTOS	AUTO	STATION WAGON	CAMIONETAS			MICRO	BUS		CAMION				SEMI TRAYLER					TOTAL
				PICK UP	MINI BAN	COMBI		B2	B4-1	C4	C2RB2	C3	C3RB2	T2S1	T2S2	T2S3	T3Se2	T3Se3	
																			
à	61	661	2	198	76	20	25	-	-	19	14	3	-	7	-	7	13	3	1,106
ß	76	629	6	239	77	20	9	1	1	12	7	4	-	6	-	6	6	-	1,096
%	6	59	0	20	7	2	2	0	0	1	1	0	-	1	-	1	1	0	100
TOTAL	137	1,290	8	437	152	40	34	1	1	31	21	7	-	13	-	13	19	3	2,202


















ENCUESTADOR : Gonzales Valqui, Juan Carlos y Rodas Gómez, Erick Alexis

Cuadro 4 Calculo del IMDS

FORMULARIO Nº 4

ESTUDIO DE CLASIFICACION VEHICULAR IMDA

PROYECTO	"Diseño de pavimento flexible usando la metodología AASHTO-93 para las avenidas Aviación y Víctor Raúl Huancaquito-Huanchaco-Trujillo-La Libertad 2022"
SENTIDO	AMBOS SENTIDOS
UBICACIÓN	Av. Aviación y Av. Víctor Raúl
ESTACION	A-B
FECHA	05/09/2022

SENTIDO	MOTOS	AUTO	STATION WAGON	CAMIONETAS			MICRO	BUS		CAMION				SEMI TRAYLER				TOTAL	
				PICK UP	MINI BAN	COMBI		B2	B4-1	C4	C2RB2	C3	C3RB2	T2S1	T2S2	T2S3	T3Se2		T3Se3
																			
à	61	661	2	198	76	20	25	-	-	19	14	3	-	7	-	7	13	3	1,106
ß	76	629	6	239	77	20	9	1	1	12	7	4	-	6	-	6	6	-	1,096
TOTAL	137	1,290	8	437	152	40	34	1	1	31	21	7	-	13	-	13	19	3	2,202
IMDA	6,552	61,896	384	20,976	7,296	1,896	1,608	48	48	1,464	1,008	312	-	600	-	600	888	120	105,696

ENCUESTADOR : Gonzales Valqui, Juan Carlos y Rodas Gómez, Erick Alexis

Cuadro 5 Calculo del IMDA


FORMULARIO Nº 5

CUADRO DE RESUMEN DE TRAFICO

CUADRO DE RESUMEN DE TRAFICO VEHICULAR		
IMD	323	VEH/DIA
IMDS	2202	VEH/DIA
IMDA	105696	VEH/DIA

Cuadro 6 Resumen de Trafico

NÚMERO DE EJES EQUIVALENTES

 Ministerio de Transportes y Comunicaciones	CALCULO DE EJES EQUIVALENTES			
TIPO DE VEHICULO	IMDS 2022	CARGA DE VEH. EJE	EJE EQUIVALENTE (EE A2 TN)	F. IMDA
MOTOS, AUTOS CAMIONETAS	2096	1	0.00053	1.10
Y COMBIS	2096	1	0.00053	1.10
B2	1	7	1.26537	1.27
	1	11	3.23829	3.24
B4-1	1	7	1.26537	1.27
	1	7	1.26537	1.27
	1	16	1.36594	1.37
C4	30.5	7	1.26537	38.59
	30.5	23	1.50818	46.00
C2RB2	21	7	1.26537	26.57
	21	11	3.23829	68.00
	21	18	2.01921	42.40
C3	6.5	7	1.26537	8.22
	6.5	18	2.01921	13.12
C3RB2	0	7	1.26537	0.00
	0	18	2.01921	0.00
	0	18	2.01921	0.00
T2S1	12.5	7	1.26537	15.82
	12.5	11	3.23829	40.48
	12.5	11	3.23829	40.48
T2S2	0	7	1.26537	0.00
	0	11	3.23829	0.00
	0	18	2.01921	0.00
T2S3	12.5	7	1.26537	15.82
	12.5	11	3.23829	40.48
	12.5	25	1.70603	21.33
T3Se2	18.5	7	1.26537	23.41
	18.5	18	2.01921	37.36
	18.5	11	3.23829	59.91
	18.5	11	3.23829	59.91
T3Se3	2.5	7	1.26537	3.16
	2.5	18	2.01921	5.05
	2.5	11	3.23829	8.10
	2.5	18	2.01921	5.05
			ΣF*IMDA=	629.86

Cuadro 7 Calculo de Ejes Equivalentes.

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

Cuadro 8 Factores de Distribución Direccional y de Carril para determinar el Tránsito en el Carril de Diseño.

Fuente: Elaboración propia en base a los datos de la Guía AASHTO-93

$$\Sigma F \cdot I = 629.86$$

$$DD = 0.50$$

$$DL = 0.80$$

$$r\% = 0.05$$

$$n = 20$$

$$L = \left(\frac{\Sigma F \cdot I}{A} \right) x \left(\frac{x \left((1+r)^n - 1 \right)}{r} \right)$$

$$ESAL = 3040753.11$$

Imagen 1 Calculo de ESAL

El resultado obtenido de la figura 1 Calculo de ESAL es: EE = 3,040,753.11

TIPOS DE TRAFICO PESADO EN EE	RANGOS DE TRAFICO PESADO EXPRESADO EN EE
T _{P1}	>150,000 EE ≤ 300,000 EE
T _{P2}	>300,000 EE ≤ 500,000 EE
T _{P3}	>500,000 EE ≤ 750,000 EE
T _{P4}	>750,000 EE ≤ 1'000,000 EE
T _{P5}	>1'000,000 EE ≤ 1'500,000 EE
T _{P6}	>1'500,000 EE ≤ 3'000,000 EE
T _{P7}	>3'000,000 EE ≤ 5'000,000 EE
T _{P8}	>5'000,000 EE ≤ 7'500,000 EE
T _{P9}	>7'500,000 EE ≤ 10'000,000 EE
T _{P10}	>10'000,000 EE ≤ 12'500,000 EE
T _{P11}	>12'500,000 EE ≤ 15'000,000 EE
T _{P12}	>15'000,000 EE ≤ 20'000,000 EE
T _{P13}	>20'000,000 EE ≤ 25'000,000 EE
T _{P14}	>25'000,000 EE ≤ 30'000,000 EE
T _{P15}	>30'000,000 EE

Cuadro 8 Número de Repeticiones Acumuladas de Ejes Equivalentes de 8.2t en el carril de Diseño

(Ministerio de Transporte y Comunicaciones, Manual de Carreteras MTC - Suelos Geología, 2013)

Según el cuadro 8, el tipo de tráfico pesado expresado en EE es un Tp7 (por defecto).

El CBR de diseño será efectivamente:

$$\text{CBR diseño} = 17.01\%$$

En base al valor de CBR se puede obtener el Módulo Resiliente (Mr).

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

$$\text{Mr}_{(\text{psi})} = 2555 \times (17.01)^{0.64}$$

$$\text{Mr}_{(\text{psi})} = 15666.07$$

$$\text{Mr}_{(\text{KSI})} = 15.67$$

PARÁMETROS DE DISEÑO DE PAVIMENTO FLEXIBLE

Los parámetros necesarios para emplear la metodología propuesta por el AASHTO 93, son los siguientes:

- **Nivel de confiabilidad (R) y Desviación Estándar Normal (Z_R):**

El factor de confiabilidad (R), se refiere al grado de certidumbre (seguridad) de que una determinada alternativa de diseño alcance a durar, en la realidad, el tiempo establecido en el período seleccionado. El Cuadro 06, permite obtener los niveles adecuados de Confiabilidad (R) para diferentes tipos de vías, clasificadas por la AASHTO 93, según su grado de servicio.

TIPO DE CAMINOS	TRAFICO	EJES EQUIVALENTES ACUMULADOS		NIVEL DE CONFIABILIDAD (R)	DESVIACION ESTANDAR NORMAL (Z _R)
CAMINOS DE BAJO VOLUMEN DE TRANSITO	T _{P0}	100,000	150,000	65%	-0.385
	T _{P1}	150,001	300,000	70%	-0.524
	T _{P2}	300,001	500,000	75%	-0.674
	T _{P3}	500,001	750,000	80%	-0.842
	T _{P4}	750,001	1,000,000	80%	-0.842

RESTO DE CAMINOS	T _{P5}	1,000,001	1,500,000	85%	-1.036
	T _{P6}	1,500,001	3,000,000	85%	-1.036
	T _{P7}	3,000,001	5,000,000	85%	-1.036
	T _{P8}	5,000,001	7,500,000	90%	-1.282
	T _{P9}	7,500,001	10,000,000	90%	-1.282
	T _{P10}	10,000,001	12,500,000	90%	-1.282
	T _{P11}	12,500,001	15,000,000	90%	-1.282
	T _{P12}	15,000,001	20,000,000	95%	-1.645
	T _{P13}	20,000,001	25,000,000	95%	-1.645
	T _{P14}	25,000,001	30,000,000	95%	-1.645
	T _{P15}	>30,000,000		95%	-1.645

Cuadro 9 Valores recomendados de Nivel de Confiabilidad (R) y Desviación Estándar Normal (Z_R) Para una sola etapa de 20 años según rango de Tráfico

(Ministerio de Transporte y Comunicaciones, Manual de Carreteras MTC - Suelos Geología, 2013)

Como ya sabemos nuestro tipo de tráfico el cual es un T_{P7} buscamos en el cuadro 9, de acuerdo a nuestro tipo de tráfico tenemos una Confiabilidad de 85 % y una Desviación Estándar Normal (Z_R) de -1.036.

- **Desviación Estándar Combinada (S_o):**

La Desviación Estándar Combinada (S_o), es un valor que toma en cuenta la variabilidad esperada de la predicción del tránsito y de los otros factores que afectan el comportamiento del pavimento como, por ejemplo, construcción, medio ambiente, incertidumbre del modelo. La Guía AASHTO recomienda adoptar para los pavimentos flexibles, valores de S_o comprendidos entre 0.40 y 0.50, en el presente diseño se adopta el valor de 0.45.

- **Serviciabilidad Inicial (Pi) y Servicios Final (Pt):**

TIPO DE CAMINOS	TRAFICO	EJES EQUIVALENTES ACUMULADOS		SERVICIABILIDAD INICIAL (Pi)	SERVICIABILIDAD FINAL (Pt)
CAMINOS DE BAJO VOLUMEN DE TRANSITO	T _{P1}	150,001	300,000	3.80	2.00
	T _{P2}	300,001	500,000	3.80	2.00
	T _{P3}	500,001	750,000	3.8	2.00
	T _{P4}	750,001	1,000,000	3.80	2.00
RESTO DE CAMINOS	T _{P5}	1,000,001	1,500,000	4.00	2.50
	T _{P6}	1,500,001	3,000,000	4.00	2.50
	T _{P7}	3,000,001	5,000,000	4.00	2.50
	T _{P8}	5,000,001	7,500,000	4.00	2.50
	T _{P9}	7,500,001	10,000,000	4.00	2.50
	T _{P10}	10,000,001	12,500,000	4.00	2.50
	T _{P11}	12,500,001	15,000,000	4.00	2.50
	T _{P12}	15,000,001	20,000,000	4.20	3.00
	T _{P13}	20,000,001	25,000,000	4.20	3.00
	T _{P14}	25,000,001	30,000,000	4.20	3.00
	T _{P15}	>30,000,000		4.20	3.00

Cuadro 10 Índice de Servicios Inicial (Pi) y Índice Servicios Final (Pt)

(Ministerio de Transporte y Comunicaciones, Manual de Carreteras MTC - Suelos Geología, 2013)

Como ya sabemos nuestro tipo de tráfico el cual es un TP7 buscamos en el cuadro 10, de acuerdo a nuestro tipo de tráfico tenemos un Índice de Servicios Inicial (Pi) de 4.00 y Índice Servicios Final (Pt) de 2.50.

- **Variación de Serviabilidad (Δ PSI):**

TIPO DE CAMINOS	TRAFICO	EJES EQUIVALENTES ACUMULADOS		VARIACIÓN DE SERVIABILIDAD (Δ PSI)
CAMINOS DE BAJO VOLUMEN DE TRANSITO	T _{P1}	150,001	300,000	1.80
	T _{P2}	300,001	500,000	1.80
	T _{P3}	500,001	750,000	1.80
	T _{P4}	750,001	1,000,000	1.80
RESTO DE CAMINOS	T _{P5}	1,000,001	1,500,000	1.50
	T _{P6}	1,500,001	3,000,000	1.50
	T _{P7}	3,000,001	5,000,000	1.50
	T _{P8}	5,000,001	7,500,000	1.50
	T _{P9}	7,500,001	10,000,000	1.50
	T _{P10}	10,000,001	12,500,000	1.50
	T _{P11}	12,500,001	15,000,000	1.50
	T _{P12}	15,000,001	20,000,000	1.20
	T _{P13}	20,000,001	25,000,000	1.20
	T _{P14}	25,000,001	30,000,000	1.20
	T _{P15}		>30,000,000	1.20

Cuadro 11 Variación de Serviabilidad (Δ PSI)

(Ministerio de Transporte y Comunicaciones, Manual de Carreteras MTC - Suelos Geología, 2013)

Como ya sabemos nuestro tipo de tráfico el cual es un TP7 buscamos en el cuadro 11, de acuerdo a nuestro tipo de tráfico tenemos una Variación de Serviabilidad (Δ PSI) de 1.50.

- **NÚMERO ESTRUCTURAL**

El AASHTO propone la siguiente fórmula para hallar el Número Estructural:

$$\log_{10}(W_{18}) = Z_R S_0 + 9.36 \log_{10}(SN + 1) - 0.20 + \frac{\log_{10} \left[\frac{\Delta PSI}{4.2 - 1.5} \right]}{0.40 + \frac{1094}{(SN + 1)^{5.19}}} + 2.32 \log_{10}(M_R) - 8.07$$

Con los parámetros obtenidos, y la fórmula anterior se elabora el Cuadro 12.

Σ F. IMDA	629.86
ESAL	3,040,753.11
TIPO	Tp 07
CBR	17.01
MR	15666.07
CONFIABILIDAD	85%
Zr	-1.036
So	0.45
Pi	4
Pt	2.5
Δpsi	1.5
SN	3.056

Cuadro 12 Resumen de datos para calcular el SN.

Como ya conocemos todos los datos que requiere la fórmula procedemos a realizar el cálculo dándonos un resultado de SN = 3.056.

SN Requerido	G _t	N18 NOMINAL	N18 CALCULO			
3.056	-0.25527	6.48	6.47			
SN= (α1x d1)+ (α2x d2x m2)+ (α3x d3x m3)						
	α1= 0.170	cm				
	α2= 0.052	cm				
	α3= 0.047	cm				
	m2= 1	cm				
	m3= 1	cm				
ALTERNATIVA	SNreq	SNresul	D1(cm)	D2(cm)	D3(cm)	
1	3.06	4.15	10	20	30	

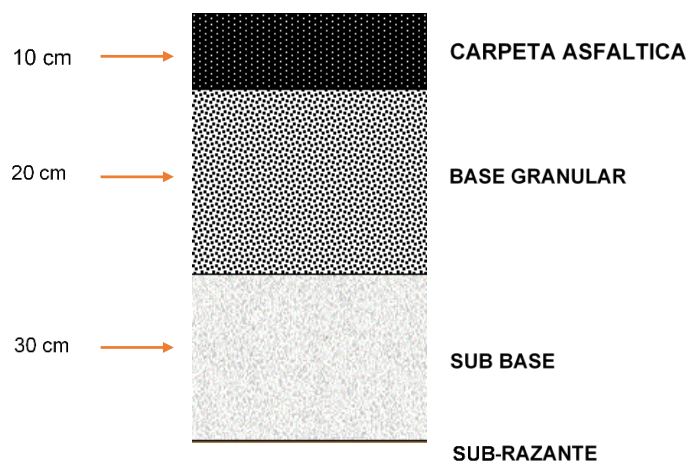
Imagen 2 Calculo el SN requerido y SN resultante.

En la figura 2 se observa que se encuentra el SN requerido esto mediante la ecuación antes mencionada, haciendo despeje mediante una función en las hojas de Excel la cual nos permite encontrar un valor desconocido dando, así como resultado que el SN Requerido = 3.056. El N18 Nominal viene a ser el Log (ESAL) y nos da un valor de 6.48, por otra parte, el N18 Calculo = 6.47 y viene a ser la ecuación aplicada para hallar el SN Requerido.

Luego tenemos a_1 , a_2 , a_3 los cuales son los coeficientes estructurales de las capas del pavimento para lo cual recurrimos a la guía de AASHTO-93 en el cual de acuerdo a nuestro tipo de pavimento y otros datos encontrados con anterioridad determinamos que $a_1 = 0.170$, $a_2 = 0.052$ y $a_3 = 0.047$. Para m_1 y m_2 se recurrió a tablas de la guía en la que se considera la “Calidad de Drenaje”, “Tiempo de Eliminación del Agua” y “Porcentaje de tiempo anual en que la estructura del pavimento está expuesta a niveles cercanos a saturación”; teniendo en cuenta esto consideramos que los valores de $m_1 = 1$ y $m_2 = 1$.

Por último, tenemos el cálculo de la estructura del pavimento en donde se usó los valores hallados con anterioridad, buscando que el SN Resultante sea mayor al SN Requerido. De acuerdo a la guía de AASHTO-93 en los cuadros consultados nos da los valores de $D_1 = 10$ cm y $D_2 = 20$ cm por lo cual tenemos que encontrar el D_3 variando el espesor de este último hasta que cumpla con lo requerido que en este caso $D_3 = 30$, por lo tanto, cumple y nuestro diseño del pavimento está realizado.

A continuación, se muestra la estructura del pavimento:



ANEXO 5

PANEL FOTOGRAFICO DE CALICATAS.



Imagen 1. Calicata - 01, progresiva 0+000 Km



Imagen 2. Calicata - 01, progresiva 0+000 Km



Imagen 3. Calicata - 01, progresiva 0+000 Km



Imagen 4. Calicata - 01, progresiva 0+000 Km



Imagen 5. Calicata - 01, progresiva 0+000 Km



Imagen 6. Calicata - 01, progresiva 0+000 Km



Imagen 7. Calicata - 02, progresiva 0+500 Km



Imagen 8. Calicata - 02, progresiva 0+500 Km



Imagen 9. Calicata - 02, progresiva 0+500 Km



Imagen 10. Calicata - 03, progresiva 1+000 Km



Imagen 11. Calicata - 03, progresiva 1+000 Km



Imagen 12. Calicata - 03, progresiva 1+000 Km



Imagen 13. Calicata - 03, progresiva 1+000 Km



Imagen 14. Calicata - 04, progresiva 1+500 Km



Imagen 15. Calicata - 04, progresiva 1+500 Km



Imagen 16. Calicata - 04, progresiva 1+500 Km



Imagen 17. Calicata - 05, progresiva 0+000 Km



Imagen 18. Calicata - 05, progresiva 0+000 Km



Imagen 19. Calicata - 05, progresiva 0+000 Km



Imagen 20. Calicata - 05, progresiva 0+000 Km



Imagen 21. Calicata - 06, progresiva 0+050 Km



Imagen 22. Calicata - 06, progresiva 0+050 Km



Imagen 23. Calicata - 06, progresiva 0+050 Km



Imagen 24. Calicata - 06, progresiva 0+050 Km

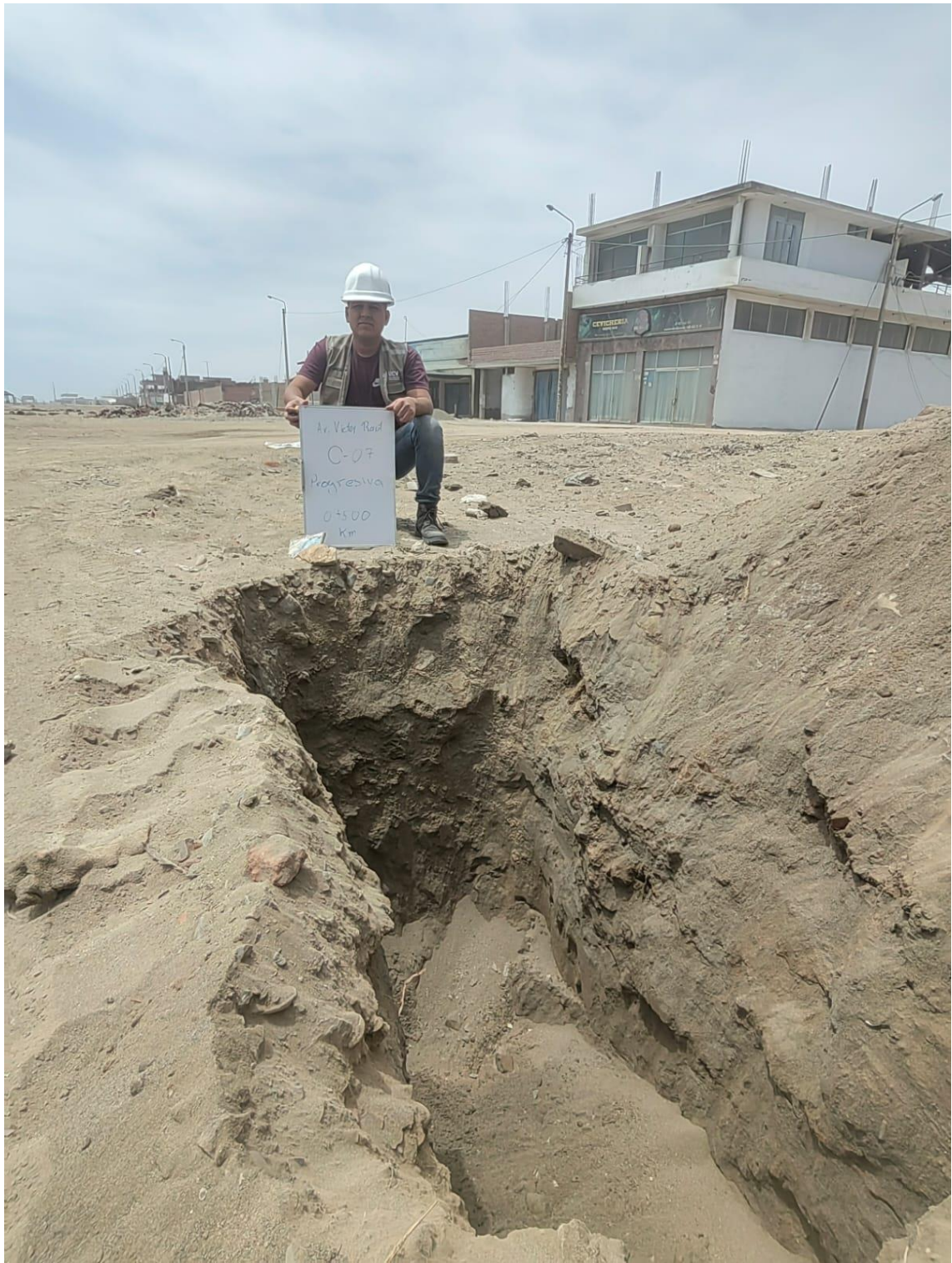


Imagen 25. Calicata - 07, progresiva 0+500 Km



Imagen 26. Calicata - 07, progresiva 0+500 Km



Imagen 27. Calicata - 07, progresiva 0+500 Km



Imagen 28. Calicata - 07, progresiva 0+500 Km



Imagen 29. Calicata - 08, progresiva 0+070 Km



Imagen 30. Calicata - 08, progresiva 0+070 Km



Imagen 31. Calicata - 08, progresiva 0+070 Km



Imagen 32. Calicata - 08, progresiva 0+070 Km



Imagen 33. Calicata - 09, progresiva 1+000 Km



Imagen 34. Calicata - 09, progresiva 1+000 Km



Imagen 35. Calicata - 09, progresiva 1+000 Km



Imagen 36. Calicata - 10, progresiva 0+050 Km



Imagen 37. Calicata - 10, progresiva 0+050 Km



Imagen 38. Calicata - 10, progresiva 0+050 Km



Imagen 39. Calicata - 11, progresiva 1+500 Km



Imagen 40. Calicata - 11, progresiva 1+500 Km



Imagen 41. Calicata - 11, progresiva 1+500 Km



Imagen 42. Calicata - 11, progresiva 1+500 Km



Imagen 43. Calicata - 12, progresiva 0+050 Km



Imagen 44. Calicata - 12, progresiva 0+050 Km



Imagen 45. Calicata - 12, progresiva 0+050 Km



Imagen 46. Calicata - 13, progresiva 2+000 Km



Imagen 47. Calicata - 13, progresiva 2+000 Km



Imagen 48. Calicata - 13, progresiva 2+000 Km



Imagen 49. Calicata - 13, progresiva 2+000 Km



Imagen 50. Calicata - 13, progresiva 2+000 Km



Imagen 51. Calicata - 14, progresiva 2+500 Km



Imagen 52. Calicata - 14, progresiva 2+500 Km



Imagen 53. Calicata - 14, progresiva 2+500 Km

ANEXO 6

PANEL FOTOGRAFICO DE LEVANTAMIENTO TOPOGRÁFICO CON DRON





8 oct. 2022 11:54:10 a. m.
8.0998802S 79.10813278W
Levantamiento topográfico con dron



8 oct. 2022 11:54:14 a. m.
8.09988195S 79.10813004W

Levantamiento topográfico con dron



8 oct. 2022 11:54:46 a. m.
8.09989315S 79.10812716W

Levantamiento topográfico con dron



8 oct. 2022 11:55:11 a. m.
8.09984813S 79.10811739W

Levantamiento topográfico con dron



8 oct. 2022 11:55:24 a. m.
8.09984629S 79.10811929W

Levantamiento topográfico con dron



8 oct. 2022 11:55:26 a. m.
8.099846S 79.10811922W

Levantamiento topográfico con dron

ANEXO 7

PANEL FOTOGRAFICO DE ESTUDIO DE MECANICA DE SUELOS



















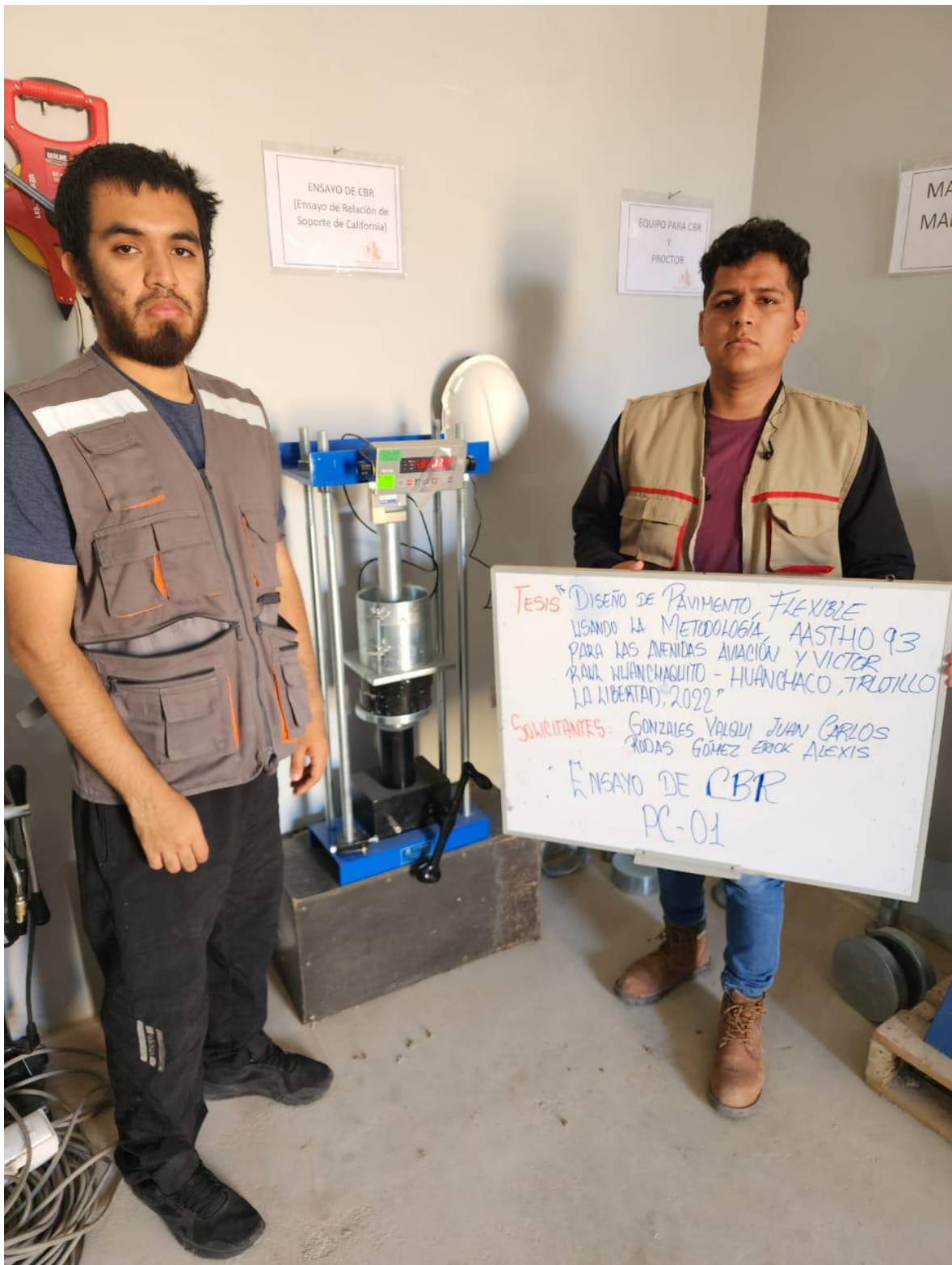


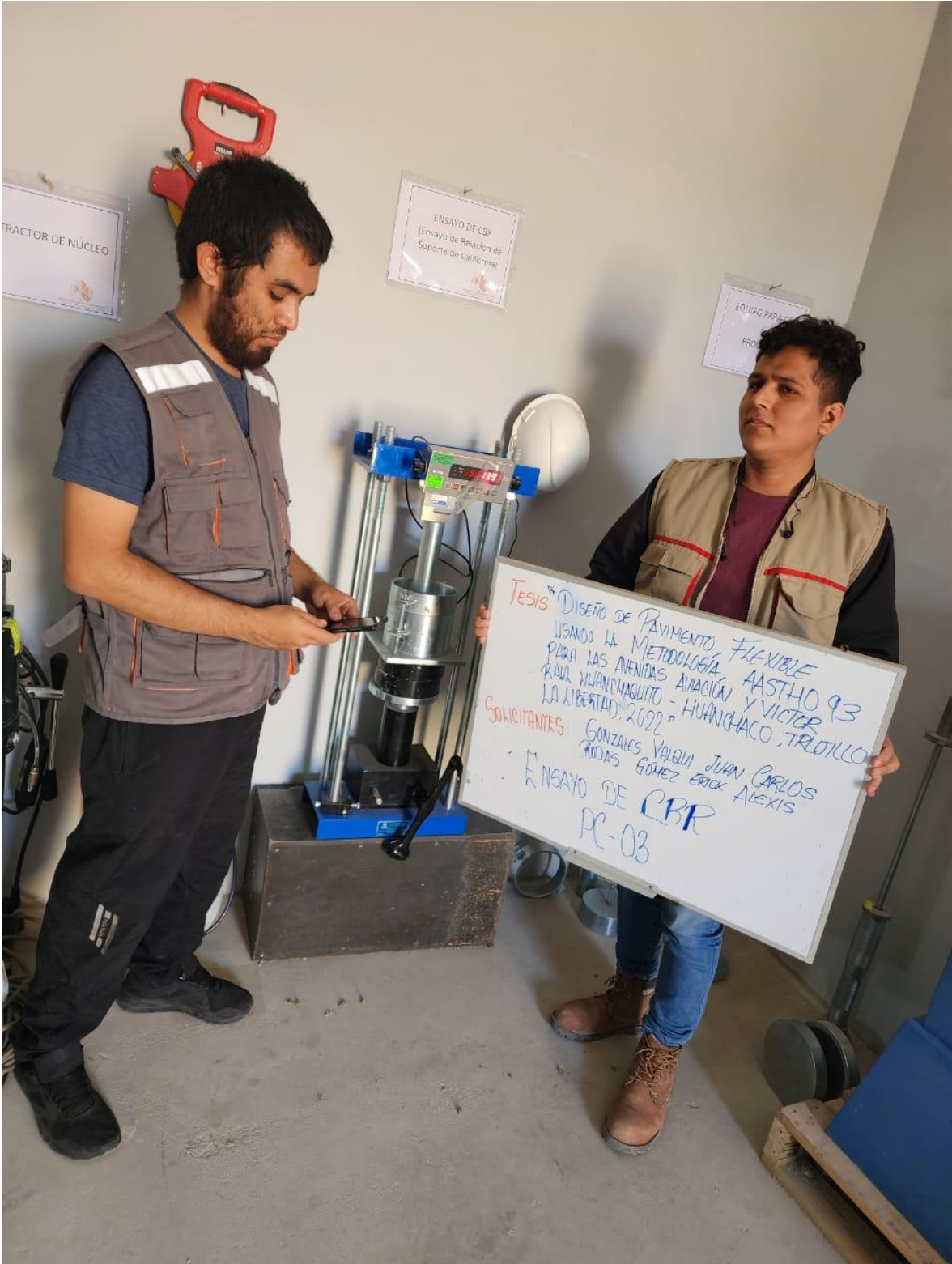




ANEXO 8

PANEL FOTOGRAFICO DE ENSAYO CBR









UNIVERSIDAD CÉSAR VALLEJO

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

Declaratoria de Autenticidad del Asesor

Yo, ELKA PANDURO ALVARADO, docente de la FACULTAD DE INGENIERÍA Y ARQUITECTURA de la escuela profesional de INGENIERÍA CIVIL de la UNIVERSIDAD CÉSAR VALLEJO SAC - TRUJILLO, asesor de Tesis titulada: "Diseño de pavimento flexible usando la metodología AASHTO-93 para las avenidas Aviación y Víctor Raúl Huancaquito-Huanchaco-Trujillo-La Libertad 2022.", cuyos autores son RODAS GOMEZ ERICK ALEXIS, GONZALES VALQUI JUAN CARLOS, constato que la investigación tiene un índice de similitud de 19.00%, verificable en el reporte de originalidad del programa Turnitin, el cual ha sido realizado sin filtros, ni exclusiones.

He revisado dicho reporte y concluyo que cada una de las coincidencias detectadas no constituyen plagio. A mi leal saber y entender la Tesis cumple con todas las normas para el uso de citas y referencias establecidas por la Universidad César Vallejo.

En tal sentido, asumo la responsabilidad que corresponda ante cualquier falsedad, ocultamiento u omisión tanto de los documentos como de información aportada, por lo cual me someto a lo dispuesto en las normas académicas vigentes de la Universidad César Vallejo.

TRUJILLO, 26 de Octubre del 2022

Apellidos y Nombres del Asesor:	Firma
ELKA PANDURO ALVARADO DNI: 18081570 ORCID: 0000-0003-4866-87070	Firmado electrónicamente por: EPANDUROAL el 30- 11-2022 22:39:26

Código documento Trilce: TRI - 0436019