

UNIVERSIDAD PRIVADA ANTONOR ORREGO
FACULTAD DE INGENIERÍA
PROGRAMA DE ESTUDIO DE INGENIERÍA CIVIL



TESIS PARA OPTAR EL TÍTULO PROFESIONAL DE
INGENIERO CIVIL

Diseño estructural del pavimento en avenida dos de mayo-Marcavelica- Sullana - región
Piura, 2022

Línea de Investigación:
Ingeniería de Transportes

Sub Línea de Investigación:
Transportes

Autores:

Chamba Infante, Derian Alonso
Salazar Benavides, María Regina

Jurado Evaluador:

Presidente: Hurtado Zamora, Oswaldo
Secretario: Merino Martinez, Marcelo Edmundo
Vocal: Velasquez Diaz, Gilberto Anaximandro

Asesor:

Rodríguez Ramos, Mamerto

Código Orcid: <https://orcid.org/0000-0003-3024-0155>

Piura, Perú
2023

Fecha de Sustentación: 2023/12/15

UNIVERSIDAD PRIVADA ANTONOR ORREGO
FACULTAD DE INGENIERÍA
PROGRAMA DE ESTUDIO DE INGENIERÍA CIVIL



TESIS PARA OPTAR EL TÍTULO PROFESIONAL DE
INGENIERO CIVIL

Diseño estructural del pavimento en avenida dos de mayo-Marcavelica- Sullana - región
Piura, 2022

Línea de Investigación:
Transportes

Sub Línea de Investigación:
Transportes

Autores:

Chamba Infante, Derian Alonso
Salazar Benavides, María Regina

Jurado Evaluador:

Presidente: Hurtado Zamora, Oswaldo
Secretario: Merino Martinez, Marcelo Edmundo
Vocal: Velasquez Diaz, Gilberto Anaximandro

Asesor:

Rodríguez Ramos, Mamerto

Código Orcid: <https://orcid.org/0000-0003-3024-0155>

Piura, Perú
2023

Fecha de Sustentación: 2023/12/15

Diseño estructural del pavimento en avenida dos de mayo- Marcavelica- Sullana - región Piura, 2022

INFORME DE ORIGINALIDAD

11 %	10 %	1 %	5 %
INDICE DE SIMILITUD	FUENTES DE INTERNET	PUBLICACIONES	TRABAJOS DEL ESTUDIANTE

FUENTES PRIMARIAS

1	hdl.handle.net Fuente de Internet	3 %
2	repositorio.upao.edu.pe Fuente de Internet	2 %
3	Submitted to Universidad Privada Antenor Orrego Trabajo del estudiante	2 %
4	repositorio.undac.edu.pe Fuente de Internet	1 %
5	repositorio.unsaac.edu.pe Fuente de Internet	1 %
6	repositorio.unp.edu.pe Fuente de Internet	1 %
7	repositorio.upt.edu.pe Fuente de Internet	1 %
8	repositorio.usanpedro.edu.pe Fuente de Internet	1 %

9

www.asocem.org.pe
Fuente de Internet

1%

Excluir citas

Apagado



Excluir coincidencias < 1%

Excluir bibliografía

Apagado

.....
Rodríguez Ramos, Mamerto
CIP: 3689

DECLARACIÓN DE ORIGINALIDAD

Yo, Mamerto Rodríguez Ramos, docente del Programa de Estudio de Ingeniería Civil de la Universidad Privada Antenor Orrego, asesor de la tesis de investigación titulada “**Diseño estructural del pavimento en avenida dos de mayo-Marcavelica- Sullana - región Piura, 2022.**”, de los autores **Derian Alonso Chamba Infante** y **Maria Regina Salazar Benavides**, dejo constancia de lo siguiente:

- El mencionado documento tiene un índice de puntuación de similitud del 11 %. Así lo consigna el reporte de similitud emitido por el software Turnitin el día 06 de diciembre del 2023.
- He revisado con detalle dicho reporte de la tesis “**Diseño estructural del pavimento en avenida dos de mayo-Marcavelica- Sullana - región Piura, 2022.**”, y no se advierte indicios de plagio.
- Las citas a otros autores y sus respectivas referencias cumplen con las normas establecidas por la Universidad.

Ciudad y fecha: Trujillo, 06/12/2023

CHAMBA INFANTE DERIAN ALONSO
DNI: 77015406

SALAZAR BENAVIDES MARIA REGINA
DNI:60757827

MAMERTO RODRIGUEZ RAMOS
DNI: 18034417
ORCID: <https://orcid.org/0000-0003-3024-0155>

DEDICATORIA

La presente tesis se la dedico en primer lugar a Dios por guiar siempre mi camino. Así mismo, a mis padres, por brindarme su amor, esfuerzo y sacrificio durante estos años, gracias a ellos siempre tengo la fuerza y voluntad para lograr mis éxitos personales y profesionales. A mis hermanas Alejandra y Mayta por ser las personas que siempre han estado a mi lado en cada uno de mis logros y por querer siempre lo mejor para mí.

Br. Salazar Benavides María Regina.

La presente Tesis está dedicada a mi madre, por el gran esfuerzo que realizo brindándome su apoyo económico como alentador para no rendirme en lograr mis objetivos personales como profesionales. A Dios por guiarme los caminos adecuados, porque si salen bien las cosas, significa que escogí el camino correcto. Y por último a nuestro asesor de tesis por la paciencia y explicación que nos brindó para pulir detalles técnicos.

Br. Chamba Infante Derian Alonso.

RESUMEN

Este presente trabajo de investigación se ubicó en la Av. Dos de mayo del distrito de Marcavelica, en la provincia de Sullana, región Piura, utilizando el tipo de investigación cuantitativa aplicada, teniendo como objetividad primordial de crear un Diseño Estructural para la Av. Dos de mayo en Distrito de Marcavelica para mejorar la transitabilidad.

Se tomó en consideración las proyecciones y volúmenes de tránsito de la zona, del mismo modo se autorizó y accedió al manejo de las metodologías y procedimientos para poder obtener el objetivo principal de este proyecto que es diseñar estructuralmente el pavimento, eligiéndose el pavimento rígido por ser el más ventajoso para la zona.

Desarrollando la obtención de datos a través de métodos seleccionados, que son extraídos de la realidad de la zona, además se ejecutó el correspondiente estudio de tráfico y la respectiva recolección de información. Añadiendo a la información el Estudio de Mecánica de suelos y obteniendo a través de los mismos la caracterización del suelo presente en la zona de estudio.

La presente tesis busca obtener una solución hacia la hipótesis planteada; del mismo modo, busca diseñar el pavimento rígido con el diseño idóneo, a través de la realización de los ensayos respectivos de laboratorio y estudios de tránsito, teniendo el mejor acercamiento a la realidad a través de los datos obtenidos, y logrando una mejora en la transitabilidad vehicular y peatonal como en mejorar la vida de la población de la zona en estudio.

Palabras claves: Pavimento Rígido, Transitabilidad, Diseño estructural.

ABSTRACT

This present research work was located on Av. Dos de Mayo in the district of Marcavelica, in the province of Sullana, Piura region, using the type of applied quantitative research, with the primary objective of creating a Structural Design for Av. Dos May in the Marcavelica District to improve trafficability.

The projections and traffic volumes of the area were taken into consideration, in the same way the management of the methodologies and procedures was authorized and agreed to be able to obtain the main objective of this project, which is to structurally design the pavement, choosing the rigid pavement because it is the most advantageous for the area.

Developing the obtaining of data through selected methods, which are extracted from the reality of the area, in addition, the corresponding traffic study and the respective information collection are carried out. Adding to the information the Soil Mechanics Study and obtaining through them the characterization of the soil present in the study area.

This thesis seeks to obtain a solution to the proposed hypothesis; In the same way, it seeks to design the rigid pavement with the optimal design, through the performance of separate laboratory tests and traffic studies, having the best approach to reality through the data obtained, and achieving an improvement in the vehicular and pedestrian traffic as well as improving the life of the population in the area under study.

Keywords: Rigid Pavement, Trafficability, Structural Design.

PRESENTACIÓN

Señores Miembros del Jurado:

Brindando cumplimiento y aprobación a los requisitos establecidos en el Reglamento de Grados y Títulos de la Universidad Privada Antenor Orrego y el Reglamento Interno de la Facultad de Ingeniería para obtener el Título Profesional de Ingeniero Civil, ponemos a su disposición la presente tesis titulada:

“Diseño estructural del pavimento en Avenida Dos de Mayo-Marcavelica- Sullana - Región Piura, 2022”.

El contenido de la presente tesis ha sido desarrollado teniendo en cuenta todos los conocimientos adquiridos durante nuestra formación profesional, guiándonos de información de investigaciones anteriores y contando con el asesoramiento del Ing. Mamerto Rodríguez Ramos

Atentamente,

INDICE

DEDICATORIA	iv
RESUMEN	v
ABSTRACT	vi
PRESENTACION	vii
INDICE	viii
INDICE DE FIGURAS	x
INDICE DE TABLAS	xii
I. INTRODUCCIÓN	1
1.1. Problema de Investigación	1
1.2. Objetivos	2
1.2.1. Objetivo General	2
1.2.2. Objetivos Específicos	2
1.3. Justificación del estudio	3
II. MARCO DE REFERENCIA	5
2.1. Antecedentes del estudio	5
2.2. Marco Teórico	8
2.2.1. Diseño Geométrico	8
2.2.2. Pavimento	8
2.2.3. Pavimento Flexible	9
2.2.4. Pavimento Rígido	15
2.2.5. Pavimento Articulado	16
2.3. Marco Conceptual	17
2.4. Sistema de Hipótesis	19
2.5. Variables e Indicadores	20
III. METODOLOGÍA EMPLEADA	21

3.1. Tipo y nivel de investigación.....	21
3.2. Población y muestra de estudio.....	21
3.2.1. Población	21
3.2.2. Muestra.....	21
3.3. Diseño de Investigación	21
3.4. Técnicas e instrumentos de investigación	22
3.4.1. Técnicas	22
3.4.2. Instrumentos	22
3.5. Procesamiento y análisis de datos	22
IV. PRESENTACIÓN DE RESULTADOS.....	24
4.1. Análisis e Interpretación de resultados.....	24
4.1.1. Estudio de levantamiento topográfico.....	24
4.1.2. Diseño Geométrico Horizontal y Vertical	27
4.1.3. Estudio de Mecánica de Suelos	29
4.1.4. Estudio de Trafico	45
4.1.5. Diseño de Espesores mediante el Método AASTHO 93.....	50
4.1.6. Costo Unitario por m2 de acuerdo al Tipo de Pavimento	70
4.2. Docimasia de Hipótesis.....	73
V. DISCUSIÓN DE RESULTADOS.....	74
CONCLUSIONES.....	78
RECOMENDACIONES	80
REFERENCIAS BIBLIOGRÁFICAS	82
ANEXOS	88

INDICE DE FIGURAS

Figura 1	24
Figura 2	25
Figura 3	25
Figura 4	26
Figura 5	26
Figura 6	28
Figura 7	28
Figura 8	30
Figura 9	31
Figura 10	32
Figura 11	34
Figura 12	35
Figura 13	36
Figura 14	38
Figura 15	39
Figura 16	40
Figura 17	42
Figura 18	43
Figura 19	44
Figura 20	53
Figura 21	54
Figura 22	55
Figura 23	56
Figura 24	57
Figura 25	58
Figura 26	59
Figura 27	60
Figura 28	63
Figura 29	63
Figura 30	65
Figura 31	67
Figura 32	68
Figura 33	70
Figura 34	76

Figura 35	76
Figura 36	77

INDICE DE TABLAS

Tabla 1	20
Tabla 2	27
Tabla 3	29
Tabla 4	30
Tabla 5	33
Tabla 6	37
Tabla 7	41
Tabla 8	42
Tabla 9	45
Tabla 10	46
Tabla 11	47
Tabla 12	48
Tabla 13	48
Tabla 14	49
Tabla 15	49
Tabla 16	50
Tabla 17	52
Tabla 18	71
Tabla 19	72
Tabla 20	73
Tabla 21	75
Tabla 22	75

I. INTRODUCCIÓN

1.1. Problema de Investigación

La construcción y habilitación vial de avenidas satisface intercambios de tipo terrestre, lo que hace posible realizar distintas actividades de servicio, turísticas, incluso productivas y de traslado, según Municipalidad Distrital de Marcavelica (2023).

El pavimento suministra una capa de rodadura la cual garantiza el tránsito vehicular seguro y cómodo a velocidades de diseño establecidas, ante las diferentes situaciones climática que se puedan llegar a presentar. Además, existen diferentes tipos de pavimentos; que la selección del diseño estructural para la carretera que se está diseñando depende del tipo de vehículo que transite por esa zona y la demanda de tráfico que experimente la zona donde se está realizando el estudio.

El distrito de Marcavelica está ubicado cruzando la carretera Panamericana Norte según Municipalidad Distrital de Marcavelica (2023) y dentro de la circulación del distrito mismo, se encuentra la avenida en estudio, siendo esta no pavimentada, generando contaminación al medio ambiente, recorre una longitud de 4 km y de ancho 20 metros, siendo una vía de doble carril, generando así 8 km de vía en estudio, cuenta con redes de agua y desagüe, además esta avenida conecta el coliseo deportivo principal de Marcavelica y la zona de viviendas.

Actualmente el estado de avenida genera congestionamiento vehicular, esto es causado por tres razones: primero se debe a el tamaño inapropiado de transporte público; la segunda razón es que sus avenidas tienen un inadecuado diseño y están en condiciones no optimas , esto debido a que carecen de una planificación urbanística y la tercera razón es que, cuentan con un mal sistema de semaforización ya que no tienen un control adecuado; estas razones en conjunto hacen que la transitabilidad en las pistas no sea la adecuada para los usuarios.

Se plantea un proyecto donde se efectuó el diseño estructural de un pavimento que cumple con la normativa AASHTO 93 para la avenida dos de mayo en distrito de Marcavelica provincia de Sullana - Región Piura, 2022, que satisfaga las necesidades de sus usuarios brindándoles una transitabilidad segura y confortable. En consecuencia, se propone el problema de investigación como el siguiente:

¿Cuál es el diseño estructural del pavimento para la avenida Dos de mayo en distrito de Marcavelica - Sullana - Región Piura, 2022?

Así mismo, las siguientes preguntas específicas:

- a) ¿Cuál es el diseño geométrico de la avenida?
- b) ¿Qué estudios deben realizarse para obtener el CBR de la subrasante?
- c) ¿Cómo determinar la carga vehicular de la avenida?
- d) ¿Cómo determinar los espesores del pavimento?
- e) ¿Cómo determinar el pavimento adecuado y ventajoso para la zona?

1.2. Objetivos

1.2.1. Objetivo General

Diseñar un pavimento estructural para la avenida dos de mayo en distrito de Marcavelica - Sullana - Región Piura, 2022.

1.2.2. Objetivos Específicos

- Efectuar el diseño geométrico de la Avenida.
- Realizar el estudio de mecánica suelos para obtener el cbr de la subrasante.
- Determinación de la carga vehicular mediante metodología AASTHO.
- Determinar el espesor de las capas del Pavimento por medio de la metodología AASHTO 93.

- Definir los costos unitarios por m² de los tipos de pavimento y seleccionar el más ventajoso para la zona.

1.3. Justificación del estudio

El presente proyecto de investigación se justifica teóricamente, porque se tomó en consideración la norma indicada en Diseño Geométrico de Carreteras DG-2018 y la Norma GH 020 Componentes de Diseño Urbano, que nos permitió a través de su parámetro elaborar el diseño estructural idóneo para la avenida en estudio. Asimismo, se tomó en consideración el Manual de carreteras, suelos, geotecnia y pavimentos 2014, y la Normativa de la metodología AASHTO 93 para realizar el diseño estructural de los pavimentos.

Una información importante que brinda este proyecto es dar una nueva actualización del Índice (IMD) encontrada en la vía elegida, así como, otros datos importantes que se obtendrán.

Se justifica metodológicamente, con la selección de información mediante observación, aplicando procesos normados para realizar la diferente obtención de información necesaria para nuestro diseño, considerando información de fuentes confiables y con un respaldo de seguridad. Además, se contó con el apoyo de docentes que tiene experiencia en el tema para que nos orienten de manera idónea para realizar un buen proyecto.

Esta investigación se justifica socialmente porque el diseño de pavimentación planteado ayudo a mejorar la transitabilidad tanto vehicular como peatonal de los usuarios que viven por esta zona, brindándoles reducciones en

tiempo al llegar a los diferentes lugares, y haciendo que se tenga unas mejores relaciones entre los usuarios de esta vía y mejorando su calidad de vida.

Desde la perspectiva práctica, a través del diseño que se presentó busca mejorar la transitabilidad en el camino existente de esta carretera, el cual es una trocha carrozal, realizando un diseño estructural que cumpla con todos los parámetros establecidos en la Norma Diseño Geométrico 2018, así mismo la Norma GH 020 Componentes de Diseño Urbano, y el diseño de pavimentación que cumpla con la Normativa de la Metodología AASHTO 93 que se emplea logrando de esta manera, sea un beneficio para los usuarios de la misma.

II. MARCO DE REFERENCIA

2.1. Antecedentes del estudio

Internacionales

Díaz (2020), en su investigación de la vía ubicada en la localidad de puente Aranda en Bogotá, describe a la vía en estudio como una estructura vial en la que transitan gran cantidad de vehículos de carga pesada, a través de un diagnóstico visual con metodología VIZIR Y PCI, que la vía presenta daño en la estructura vial. Por ello el objetivo principal del estudio es plantear tres opciones de tipos de pavimento que cumplan con los parámetros funcionales y estructurales del pavimento. Seleccionándose como mejor opción desde el punto de vista constructivo y económico el pavimento que implementa geosintéticos en su diseño, ya que ofrece la resistencia requerida a la gran carga vehicular que transita en esa vía. Esta investigación nos ayuda a identificar a través de diferentes metodologías las fallas en un pavimento, así mismo a conocer los procedimientos para elaborar diferentes propuestas de diseño para una vía de tránsito pesado.

Real y Montaña (2021), en su investigación para optimizar el transporte de vehículos de carga pesada, tienen como objetivo principal determinar los potenciales daños que pueden generar a la estructura de un pavimento el tránsito de vehículos de carga pesada, realizaron una evaluación de los daños que presenta el pavimento, mediante la metodología de evaluación SHELL y el método del instituto de asfalto; obteniéndose como resultados de la investigación que al implementar tránsito de vehículos de carga pesada hay una reducción del número de ejes equivalentes y en consecuencia beneficiándose a los daños a la estructura. Esta investigación, nos ayudó a identificar las consecuencias de incrementar la

carga vehicular en una estructura vial de diseño, a través de diferentes metodologías de estudio.

Nacionales

Matta y Pulido (2019), en su proyecto de investigación ubicado en la Avenida Arica, en el tramo jirón Camino Real, tuvieron como objetivo primordial evaluar la estructura de un pavimento de tipo flexible, ya que el pavimento evaluado se encontraba en deterioro y encontrar las posibles causas del estado de la estructura. Durante la evaluación y el desarrollo de la investigación se obtuvo como resultado que la carpeta asfáltica presenta diferentes patologías y así mismo, que el contenido de humedad se encuentra en gran porcentaje ya que, presenta napa freática. Esta investigación nos ayudó a identificar posibles fallas que puede tener un pavimento, por no realizar una evaluación antes de realizar un diseño final de estructura vial.

Rodríguez (2019), en su investigación describe la problemática existente en la vía en estudio, la cual está a nivel de afirmado y que por las cargas vehiculares que transitan por la misma tiene baches, planteando como objetivo principal de su investigación, realizar un diseño de pavimento flexible que se adecue a las condiciones de la vía. Teniendo como resultado de investigación las medidas de cada capa del pavimento idóneas para la zona, según el tránsito vehicular de la zona. Esta investigación nos permitió ver el procedimiento para elaborar un diseño estructural acorde a las condiciones y necesidades que tiene una vía, y determinar un número estructural idóneo.

Locales

Ocaña (2018), en su investigación tuvo como prioridad establecer una propuesta basada en diseñar geométricamente a nivel de los tres tipos de pavimento flexible, semiflexible y rígido para la Av. Amapolas, por la problemática existente en el tramo de investigación para poder eliminar este problema de raíz y realizar un idóneo modelo propone el diseño vial urbano para la vía en estudio, que argumenta sus dimensiones del diseño acorde al diseño de desarrollo urbano que propone nuestra región. Este proyecto me permite conocer los parámetros a considerar para la selección de la capa de rodadura de un pavimento según los parámetros establecidos y me brinda recomendaciones para la selección de diferentes variables de diseño que influyen en nuestro proyecto.

Campos (2018), En su proyecto de investigación tuvo como propósito elaborar el diseño estructural de pavimento flexible empleando la metodología AASHTO 93, tomando en consideración factores importantes como son: peculiaridades del tráfico que tiene las calles de su estudio, así como el tipo de suelo que tiene la zona. La investigación que realiza por los estudios de suelos elaborados en laboratorios es del tipo aplicado. En la elección de muestra para realizar los estudios de tráfico necesarios eligió la 4ta etapa del C.H: Micaela Bastidas y las calles I y J haciendo necesarias el uso de dos estaciones ubicando una por cada calle, en este estudio se obtuvo datos como: el tipo de vehículos que transitan la zona, y en consecuencia el ESAL de diseño también conocido como el número de ejes equivalente que resulto ser de un valor de 8.2. Así mismo en el estudio de mecánica de suelos de las dos calles realizado obtuvo un CBR de 20.6; en conclusión, con estos datos su diseño de pavimento flexible quedo con un espesor total en la Calle I: 17.5" y en la calle J un espesor total de pavimento de

21.8" tomando en cuenta en este espesor la capa de rodadura, base granular y la Sub base Granular. Esta investigación nos permitió conocer cómo se realizan gran parte de los estudios que se requieren para obtener un diseño de pavimentación, así como, me brinda información de cómo seleccionar parte de mi muestra para estos estudios para poder obtener resultados más confiables.

2.2. Marco Teórico

2.2.1. Diseño Geométrico

Es la parte esencial porque en él, se define la estructura geométrica tridimensional, para que la carretera en diseño cumpla con los requisitos fundamentales de diseño y sea una vía: segura, cómoda estética, funcional, económica y sea acorde con el medio ambiente. (Cárdenas,2013).

2.2.2. Pavimento

Según Giordani (2015), define como pavimento a la composición de redes de comunicación vía terrestre, que puede estar compuesta por una o diversas capas de material natural o fabricados, que son puestos sobre el terreno preparado para un mejor desempeño de la vía, con el objetivo de que sirva para acceder a la circulación de vehículos en circunstancias óptimas. Así mismo, resalta lo trascendente considerar que el pavimento pueda construirse o elaborarse de diferentes tipos de materiales.

Un pavimento es la construcción de una vía que está fundada sobre una superficie especialmente diseñada, que tiene como objetividad brindar una superficie de rodadura que permita transitabilidad de manera segura, viable y cómoda a la diversidad de vehículos especialmente el vehículo de diseño usado para definir sus parámetros, a velocidad operacional definida y bajo cualquier condición climática. (Universidad Mayor de San Simón, 2004).

2.2.3. Pavimento Flexible

Es el pavimento se forma por una capa bituminosa que se apoyan principalmente sobre dos capas las cuales no tienen rigidez llamadas base y subbase, Sin embargo, todo depende de las características que necesite cada obra. Las capas que lo conforman presentan pequeñas estimaciones de resistencia a la flexo-tracción, la condición de resistencia que tengan sus capas del pavimento se reduce conforme incrementa su distancia de la rasante (Monsalve, Giraldo & Maya, 2012).

Una de las funciones principales del pavimento flexible es que posibilita la circulación de vehículos livianos y ciertos vehículos pesados, los cuales, en su transitabilidad, transmiten esfuerzos a las capas inferiores, por lo que necesita superior cantidad de material en la base para que pueda resistir estas cargas. (Uco, Hernández, & Quen, 2018).

Escobar & Huincho (2017) señalan que “el pavimento del tipo flexible se encuentra formado por diferentes capas granulares llamadas base y subbase, con una capa de rodadura que está formada por materiales bituminosos como lo son: aglomerantes, agregados y según se presente el caso se puede agregar algún aditivo a la mezcla. Se estima a: mortero asfáltico, tratamiento superficial bicapa, micro pavimentos, mezclas asfálticas en frío y mezclas asfálticas en caliente; como capa de rodadura asfáltica sobre capas granulares”. (p.17)

Según Minaya & Ordoñez (2006) los pavimentos flexibles cuentan con las siguientes capas:

Capa de Rodadura. La capa de rodamiento brinda una superficie pareja invariable al transporte en disposición, debe soportar las consecuencias abrasivas que son causadas por el tránsito y medio ambiente.

Capa Base. Esta capa es usualmente granular, se asienta sobre la subbase, tiene como función transmitir los esfuerzos que proceden del tráfico, hacia la subbase y subrasante. La calidad de material que debe llevar esta capa es muy rigurosa.

Subbase. Esta capa depende del diseño si se debe ocupar o no. Se apoya sobre la subrasante y los materiales que la conforman tienen una menor rigurosidad, ya que los esfuerzos verticales que se transfieren se dan con mayor intensidad en las primeras capas y con menor intensidad al llegar a esta capa del pavimento. Esta capa es la más profunda que conforma el pavimento se conforma de material seleccionado por ello los materiales que lo conforman tienen una menor rigurosidad.

Tránsito. Para definir esta variable de diseño debemos realizar el cálculo de vehículos que pasan y realizar una clasificación según su tipo de vehículos, de esta manera se podrá hacer un cálculo de espesores idóneo y en consecuencia a esto, tendremos menos posibilidad de que nuestro pavimento presente fallas y fisuras en el tiempo de serviciabilidad. (Aristizábal, Hoyos, Gil, Gómez, & Gómez, 2014).

Los diferentes componentes de tránsito en consideración para el diseño según Montealegre (2019) son los siguientes:

- **Tránsito Común:** Se considera al tránsito que se encuentra normalmente en la vía sin que se presente alguna condición externa que lo afecte.

- **Tránsito Atraído:** Es considerado como la cantidad de vehículos que se saca de una vía externa hacia la vía de estudio, para ser analizado con iteraciones y ver las ventajas que tendría la vía elaborada una vez puesta en march.

- **Tránsito Creado:** Es el transito que se observa después de realizada la vía o de haberla mejorado. Esto se calcula a través de estudios socioeconómicos

Desviación Estándar. “Se define como Error estándar al error mezclado de la predicción del tráfico que presentará la vía y el comportamiento estructural del diseño. Los valores entre los que se encuentra este error estándar están entre 0.40 y 0.45” (García, 2015, p. 9).

Confiabilidad. Con este parámetro se trata de definir el grado de confianza que tiene la información que se ha obtenido para realizar el diseño del pavimento.

El método AASHTO asigna el valor de confiabilidad (%R) que tiene como significado el porcentaje de probabilidad que una estructura se comporte y es el grado de confianza durante el periodo de diseño. Esta probabilidad está vinculada a los agentes internos y externos que actúan sobre el pavimento y su comportamiento (Sarmiento, 2015). De acuerdo a la guía AASHTO se puede aproximar considerablemente que tipo de comportamiento tendrá el pavimento ante el tráfico presente en la vía, para ello se debe guiar de una ley de distribución normal, y a si se pueda aplicar conceptos de manera estadística con la objetividad de conseguir una confiabilidad determinada (Sarmiento, 2015). Por ejemplo, si obtenemos como resultado un 90% a 95%, estos resultados nos indican que únicamente un 5% a 10% del tramo que este pavimentado, tiene el índice de serviciabilidad que es inferior; es decir que el modelo de comportamiento se realizó para que tenga criterios de serviciabilidad mas no de falla. Entonces, para obtener un nivel mayor

confiabilidad se debe tener un incremento en las medidas de las diferentes capas del pavimento diseñado.

Módulo de Resiliencia. “Estableciendo el módulo de resiliencia según la guía AASHTO 93 aquí se considera diferentes parámetros como la subrasante y su humedad, variación en estudios para el funcionamiento de diseño del módulo resiliente, siendo un parámetro importante e influyente en el cálculo del SN” (Herrera, 2014, p. 9).

Se tiene los siguientes parámetros:

- $MR(PSI) = 1,500 * CBR$ (Para valores donde el CBR es menor al valor del 7.20%).
- $MR(PSI) = 3000 * CBR$ (Para valores donde el CBR está entre 7.2 % al 20%).
- El MTC y el Ministerio de la Vivienda toman en consideración como valor mínimo de CBR en la Subrasante 6%.
- $MR(PSI) = 2555 * CBR^{0.64}$ (Expresión General en la Guía AASHTO 2002)

Serviciabilidad del Pavimento. Este término es elemental en una estructura para brindar el servicio deseado y que ha sido diseñado con anticipación en el boceto del proyecto. Según Maya, Monsalve & Giraldo (2012) conceptualizan los siguientes términos referentes a esta variable:

Serviciabilidad inicial: equivalencia del rendimiento de una estructura recién elaborada por tanto debe estar al 100% de la serviciabilidad de su diseño.

Índice de servicio terminal: equivalencia del rendimiento de una estructura en funcionamiento y reaccionando al tránsito que pasa por la vía.

Perdida de la Serviciabilidad: Los números que perciben aquí precedentemente descritos nos indican estipular la pérdida de la capacidad del pavimento, se genera de manera progresiva.

Número estructural del Pavimento (SN). El pavimento flexible según Gómez (2014) se fundamenta en obtener un “(SN)” para el diseño de sus posteriores capas y de la carpeta de rodadura, con el objetivo de que pueda resistir su carga de diseño. Una vez establecido este número se definen bajo criterios de norma los espesores a utilizar estos dependen de todos los estudios previos realizados como conteo vehicular y zonificación de vivienda siendo ellos los más importantes.

Los datos encontrados se sustituyen en la ecuación determinada por AASHTO y es así como nos brinda un numero estructural, que nos indica el espesor total que debe llevar nuestro pavimento y además de las medidas de las siguientes capas, y se aplica la ecuación siguiente:

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

Donde:

a1, a2, a3= Coeficientes estructurales de las capas.

d1, d2, d3= Espesores en centímetros de las capas.

m2, m3 = Coeficientes de drenaje de las capas base y subbase.

De acuerdo a AASHTO la ecuación de la SN, no tiene una única solución, sino que existen diferentes combinaciones de espesores dando así soluciones óptimas. Y es de acuerdo al ingeniero que debe realizar el análisis correspondiente del comportamiento de las diferentes alternativas y con ello dar los mejores valores

para una buena funcionalidad estructural del pavimento flexible. (Manual de Carreteras, Suelos, Geología, Geotecnia y Pavimentos, 2014)

Coefficientes Estructurales. En su obtención de estos coeficientes se deben emplear métodos los cuales son:

“Cuando los materiales y/o mezclas de sub- base y bases no han sido tratada se utilizada: Método de ensayo AASHTO T-274, a través de este método se calcula el valor del módulo de elasticidad dinámico” (Mejía, 2014, p.20). Cuando se trata de mezclas asfálticas y suelos estabilizados el método utilizado es: Métodos de ensayo ASTM D4123 o ASTM C469, que nos brindan el valor del módulo elástico.

Valores promedio usualmente usados en la graduación de ábaco:

Capa de rodamiento en caliente: 0.44 pulgadas.

Segunda capa granular: 0.14 pulgadas.

Tercera capa granular: 0.11 pulgadas.

Periodo de Diseño. Puede ser hasta 10 años para caminos que tienen un tránsito con un volumen bajo, el periodo de diseños que se da por dos etapas que constan cada etapa de 10 años y periodo de diseño que constan de 20 años. El Ingeniero a cargo del proyecto en el diseño puede seleccionar los de periodo que utilizará, dependiendo de su criterio y las condiciones que el proyecto disponga y lo que la entidad encargada solicite. (Manual de Carreteras, Suelos, Geología, Geotecnia y Pavimentos, 2014)

Medio Ambiente. Se debe tener en cuenta la buena armonía del diseño que se elaboró de pavimento con relación al medio ambiente debido a que los factores

como el crecimiento poblacional continuo y la climatología causan altas temperaturas y el diseño de pavimento debe resistir estos hechos posibles. El efecto se produce en el alto consumo de energía y en las condiciones climáticas, que pueden mitigarse aumentando las áreas verdes y/o construyendo pavimentos medioambientales o verdes. (ASOCEM, 2015).

Se debe tener en cuenta el aumento de la reflectancia de la superficie del pavimento, reduciendo la temperatura; produciendo ahorro de energía en la instalación de postes de iluminación e influencia directa al aumentar la visibilidad nocturna. Se destaca la importancia de la ingeniería verde, es decir, el buen uso de los recursos para no contaminar, con el uso de no materiales tóxicos. (ASOCEM, 2015).

2.2.4. Pavimento Rígido

El pavimento rígido también conocido como pavimento de concreto, este pavimento absorbe los esfuerzos que se presenten sobre el pavimento rígido, generando una correcta distribución de las cargas, siendo la resultante tensiones bajas en la capa de la subrasante (Miranda, 2010). En cambio, en el pavimento flexible tiene amplia tensión en la subrasante. Las partes del pavimento rígido son los siguientes:

Subrasante. Es el sostén natural y compactado, donde se puede hacer el pavimento, tiene como función de dar soporte uniforme.

Subbase. Esta capa se encuentra entre la losa rígida y la subrasante, tiene como función de evitar que se presente bombeo de suelos que contengan granos finos, tiene una capa o más de material granular. Esta capa mejora el drenaje.

Losa de Concreto. Tiene como material fundamental el cemento portland, es la capa principal que tiene resistencia y durabilidad de acuerdo al diseño establecido.

2.2.5. Pavimento Articulado

El pavimento articulado también es conocido como pavimento semirrígido (Giordani & Leone, 2015), se compone por lo siguiente:

Subbase. La capa está conformada por roca triturada o grava, que esta es colocada bajo la capa de la base.

Base. Este se emplea con tráfico pesado, conformado por material granular compactado.

Cama de Arena. Conformada por la capa de arena con un espesor de 5 cm, esta debe ser de arena limpia.

Arena para juntas. Puede ser del mismo material empleado en la cama de arena, incluso más fina para su mejor ingreso en las juntas entre los bloques de adoquines.

Sardineles. Son los bordes que tiene como función de confinamiento laterales.

Adoquines. Bloques de capa de rodadura, de acuerdo al tamaño del bloque, pues este es en función de la resistencia a la compresión y el uso del tránsito.

2.3. Marco Conceptual

Afirmado

Es una capa procesada o natural que se encuentra sobre la capa denominada subrasante y actúa como capa de rodadura. (Rengifo, J. y Vargas, M, 2017).

Agregado grueso

Es el material que deriva de la descomposición que puede ser del tipo natural o procesada de la roca que es retenida en la malla en la malla N°4 (4.75 mm). (Abanto, F 2018).

Capacidad Portante

Es la fuerza o presión que se ejerce sobre una superficie de terreno, además siendo la capacidad de soporte. (Real Academia Española, 2020).

Carretera

Es una infraestructura de tránsito que está adaptada principalmente a lo largo de una extensión de área nombrado como derecho de vía, con el objetivo de dejar el desplazamiento del tránsito de forma ininterrumpida en el espacio y en el tiempo, asegurando la comodidad y seguridad de los usuarios. (Cárdenas, 2013).

Diseño

Es el resultado final usando un método o proceso, que busca la solución adecuada cumpliendo con criterios establecidos. (Real Academia Española, 2020)

Estructura

Está conformado por capas que es capaz de deflectarse o flexionarse de acuerdo a las cargas que actúan sobre él. (Real Academia Española, 2020)

Ingeniería de Tránsito

“Es definida como una parte que corresponde a la ingeniería de transporte que se encarga de planear, realizar el modelo geométrico y los procesos operacionales de tráfico presente en carreteras, vías y todo lo relacionado al transporte” (Transconsult, 2021).

Metodología

Se denomina metodología a una serie de pasos, técnicas, métodos, que forman parte de un proceso de investigación para alcanzar resultados óptimos cercano a la teoría. (Real Academia Española, 2020)

Proyecto

Es la realización de una planificación, porque consiste en un conjunto de acciones o actividades que se elaboran de manera articulada, y esto es con el fin de generar bienes y servicios que puedan satisfacer necesidades o de cierta forma resolver problemas sociales, de acuerdo a los límites del presupuesto y del periodo de tiempo que requiere. (Real Academia Española, 2020).

Recursos

Son los medios necesarios, pueden ser económicos, humanos, públicos, entre otros que son usados para el fin de cumplir una necesidad. (Real Academia Española, 2020)

Superficie

Hace referencia a la proporcionalidad de un terreno o el límite de un terreno, que además está vinculado con el área. (RAE, 2020)

Transitabilidad

Representa la calidad que tiene de serviciabilidad la infraestructura vial que garantiza una condición que permite que el movimiento vehicular común de la carretera

se dé sobre un determinado lapso de tiempo. (Ministerio de Transportes y Comunicaciones - MTC,2018, p.22).

Zonificación

Es la conceptualización de subdivisión de un terreno con un plan de desarrollo urbano. (Alccamari, 2017).

2.4. Sistema de Hipótesis

Probablemente el tipo de pavimento más adecuado para la avenida es el pavimento rígido. No obstante, al final de la presente tesis se determinará cual será el más adecuado para dicha avenida. De acuerdo al presupuesto y a la climatología de la zona.

2.5. Variables e Indicadores

Tabla 1

Operacionalización de variables

Variable	Def. Conceptual	Def. Operacional	Dimensiones	Indicadores	Instrumentos	
Diseño estructural del pavimento (Variable Independiente)	Es un conjunto de capas de material seleccionado que recibe de forma directa las cargas del tránsito y las transmite de forma disipada a los estratos inferiores, proporcionando una capa de rodamiento que funcione de forma segura (García, 2012)	El presente proyecto estructural se orienta a proporcionar un diseño de pavimento que pueda resistir adecuadamente a los esfuerzos destructivos del tránsito, de la intemperie y del agua por los que atraviese, cumpliendo con su vida útil de diseño. Se hace uso en su elaboración de los Manuales de carretera DG-2018, Manual de Carretera DG-2014 y la metodología AASTHO 93 Vigentes en nuestro país.	Diseño Geométrico	Diseño sección Vial	Norma GH 0.20, Componentes de Diseño Urbano.	
			Estudio de mecánica de suelos.	Análisis Granulométrico	Contenido de Humedad	Manual de Carreteras (2014): Suelos, Geotecnia y Pavimentos
				Límites de Atterberg	Ensayo de Compactación Proctor Modificado	
			Estudio de tráfico.	IMDA y ESAL de diseño	Tasa de crecimiento	Velocidad de Diseño
Metodología AASTHO 93	Número Estructural de Diseño	Diseño de Espesor de capas del pavimento		Diseño de pavimentos AASTHO 93		

Nota: Esta tabla muestra las dimensiones, indicadores e instrumentos de la variable.

III. METODOLOGÍA EMPLEADA

3.1. Tipo y nivel de investigación

- Según el enfoque es: Cuantitativa
- Según la finalidad es: Aplicada
- Según el nivel es: Descriptiva
- Según la temporalidad es: Transeccional

3.2. Población y muestra de estudio

3.2.1. Población

Conformada por el área de influencia del proyecto comprendido en el distrito de Marcavelica provincia de Sullana.

3.2.2. Muestra

Conformada por el tramo en estudio que inicia desde la Panamericana Norte hasta la culminación con sus dos desvíos como referencia Iglesia Bautista Jesús- Las palmeras Marcavelica, tiene una extensión de 8.00 km.

3.3. Diseño de Investigación

No experimental, Transaccional: descriptivo simple

Su esquema se representa así:



G: Indica el lugar donde se obtuvieron las muestras para los estudios del proyecto y la población que se beneficiará. (avenida dos de mayo en distrito de Marcavelica provincia de Sullana-Región Piura)

O: Representa la información que se obtiene a través del proyecto de investigación. (Diseño de Pavimentación).

3.4. Técnicas e instrumentos de investigación

3.4.1. Técnicas

Se empleó la técnica denominada como observación estructurada.

En primer lugar, se va a campo para poder conocer y realizar lo denominado como reconocimiento del terreno, para poder obtener el Estudio de tráfico y un protocolo de recolección de datos.

Se realizó un Estudio de mecánica de suelos y con el mismo se caracterizó el suelo en estudio mediante ensayos de laboratorio con fines de pavimentación.

3.4.2. Instrumentos

AUTOCAD 2018: Se empleó para poder visualizar el plano de ubicación de la Av.

AUTOCAD CIVIL 3D 2018: Se utilizó para realizar el diseño geométrico.

Se empleó una ficha técnica (Anexo N°1) para el conteo vehicular de autos y estudio de tráfico de la zona en estudio para obtener datos que nos ayudó como base para estructurar nuestro proyecto, además del cuaderno de apuntes, tablas y fórmulas de acuerdo al Método Aastho 93.

3.5. Procesamiento y análisis de datos

Se tomarán datos de conteo vehicular durante varias semanas las 24 horas del día y también en 1 hora punta, para el cálculo la carga vehicular que resistirá el Pavimento en Diseño en avenida dos de mayo en distrito de Marcavelica provincia

de Sullana - Región Piura según la categorización indicada en el Manual de Carreteras.

Para el Estudio de Mecánica de Suelos se recolectaron datos a través de la realización de calicatas y muestras de suelo en cada una de ellas en diferentes tramos de la zona en estudio con el objetivo de realizar los ensayos necesarios y poder obtener una caracterización del suelo en el que va a trabajar.

Se empleará el software Civil 3D para el Diseño geométrico, ya que nos permitirá llevar esta parte del proyecto de manera más eficaz.

Por último, para nuestras propuestas de Diseños de pavimentos estructurales se utilizará la metodología AASHTO 93, se realizarán los cálculos necesarios con ayuda de las hojas de Excel y los parámetros establecidos por este método, así como la ayuda de su Abaco Aastho 93.

IV. PRESENTACIÓN DE RESULTADOS

4.1. Análisis e Interpretación de resultados

4.1.1. Estudio de levantamiento topográfico

El levantamiento topográfico nos indica los puntos de ubicación del proyecto, que son necesarios para realizar los planos AutoCAD Civil 3D.

Ubicación del proyecto

El distrito de Marcavelica cuenta con las coordenadas de latitud sur $04^{\circ}52'39''$ y de latitud oeste $80^{\circ}41'51''$.

Figura 1

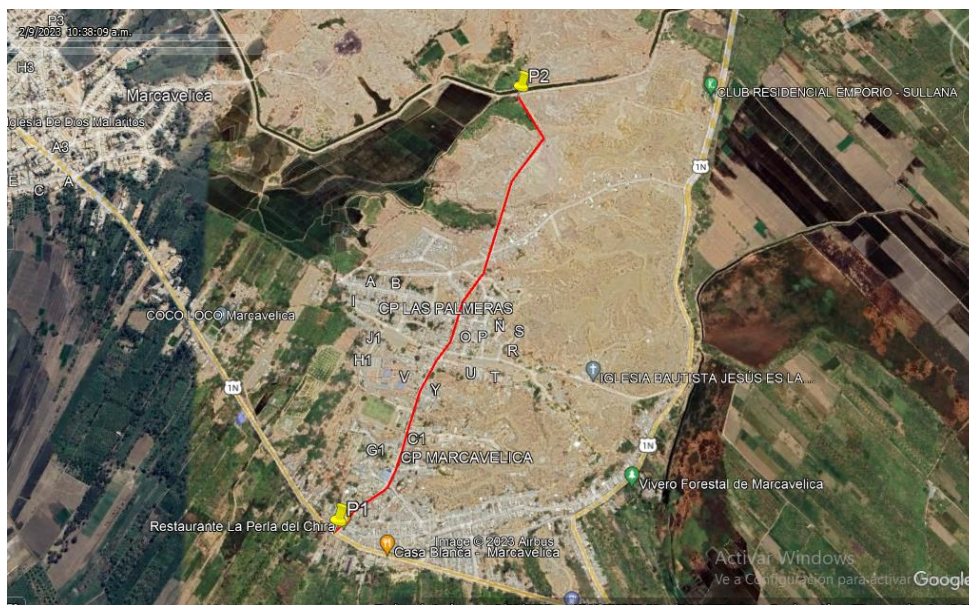
Mapa de la Provincia de Sullana



Nota: Esta figura muestra los distritos de la provincia de Sullana, de Sullana Perla del Chira (<https://yordimarcelo04.wordpress.com/>).

Figura 2*Mapa del Distrito de Marcavelica*

Nota: Esta figura muestra el distrito de Marcavelica, de Perú Tours (<https://www.perutoptours.com/index19pisullana.html>).

Figura 3*Avenida dos de mayo*

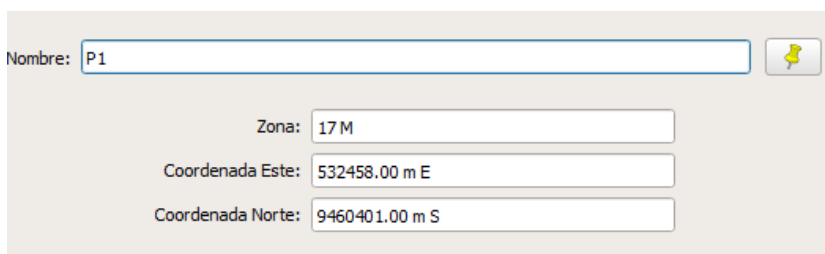
Nota: Esta figura muestra la avenida dos de mayo y el recorrido de esta, de Google Earth Pro (<https://earth.google.com/web/>).

Coordenadas del inicio y termino de avenida

Las coordenadas del inicio de la avenida conformada por el P1 y el término de la avenida dos de mayo está conformado por el P2.

Figura 4

Coordenadas del P1



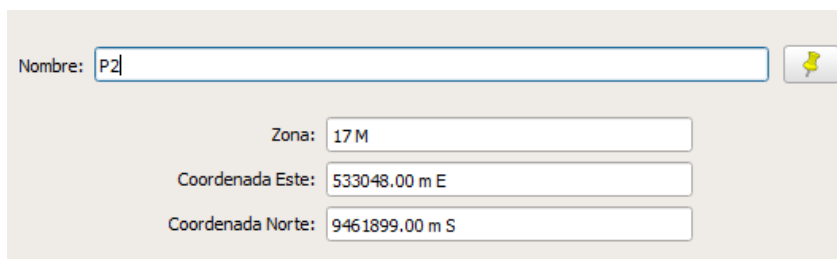
A screenshot of a data entry form for point P1. The form has a light beige background and contains several input fields. At the top left, there is a label 'Nombre:' followed by a text box containing 'P1' and a small yellow pushpin icon to its right. Below this, there are three more input fields: 'Zona:' with '17 M', 'Coordenada Este:' with '532458.00 m E', and 'Coordenada Norte:' with '9460401.00 m S'.

Nombre:	P1
Zona:	17 M
Coordenada Este:	532458.00 m E
Coordenada Norte:	9460401.00 m S

Nota: Esta figura muestra las coordenadas del Punto 1 del inicio de la avenida dos de mayo.

Figura 5

Coordenadas del P2



A screenshot of a data entry form for point P2. The form has a light beige background and contains several input fields. At the top left, there is a label 'Nombre:' followed by a text box containing 'P2' and a small yellow pushpin icon to its right. Below this, there are three more input fields: 'Zona:' with '17 M', 'Coordenada Este:' with '533048.00 m E', and 'Coordenada Norte:' with '9461899.00 m S'.

Nombre:	P2
Zona:	17 M
Coordenada Este:	533048.00 m E
Coordenada Norte:	9461899.00 m S

Nota: Esta figura muestra las coordenadas del Punto 2 del término de la avenida dos de mayo.

Instrumentos empleados

- 01 wincha (5m).
- 01 estación total (leica).
- 02 prismas.

- GPS (Garming).
- Cámara fotográfica.

4.1.2. Diseño Geométrico Horizontal y Vertical

METODOLOGIA

La investigación según sus características en el estudio es de tipo aplicada ya que utiliza datos extraídos del problema mismo para realización del diseño vial.

CRITERIOS DE DISEÑO GEOMETRICO DE LA VIA URBANA

Los criterios utilizados para el diseño son guiados por la Norma GH.020 componentes de Diseño Urbano; exactamente en el capítulo II, artículo 8:

Tabla 2

TIPOS DE VIAS	VIVIENDA			COMERCIAL	INDUSTRIAL	USOS ESPECIALES
VIAS LOCALES PRINCIPALES						
ACERAS O VEREDAS	1.80	2.40	3.00	3.00	2.40	3.00
ESTACIONAMIENTO	2.40	2.40	3.00	3.00 - 6.00	3.00	3.00 - 6.00
PISTAS O CALZADAS	SIN SEPARADOR CENTRAL	CON SEPARADOR CENTRAL		SIN SEPARADOR	SIN SEPARADOR	SIN SEPARADOR
	2 MODULOS DE SEPARADOR A CADA LADO DEL SEPARADOR	2 MODULOS DE SEPARADOR	2 MODULOS DE SEPARADOR	2 MODULOS DE SEPARADOR	2 MODULOS DE SEPARADOR	2 MODULOS DE SEPARADOR
	3.60	3.00	3.30	3.60	3.60	3.30 - 3.60
	CON SEPARAD. CENTRAL: 2 MODULOS A C/ LADO					
VIAS LOCALES SECUNDARIAS						
ACERAS O VEREDAS	1.20			2.40	1.80	1.80 - 2.40
ESTACIONAMIENTO	1.80			5.40	3.00	2.20 - 5.40
PISTAS O CALZADAS	DOS MODULOS DE 2.70			2 MODULOS DE 3.00	2 MODULOS DE 3.60	2 MODULOS DE 3.00

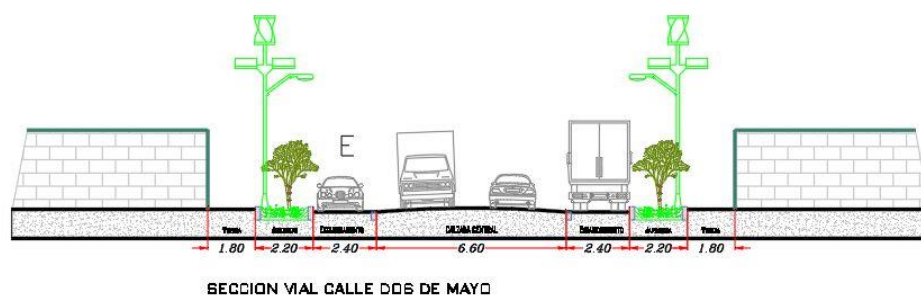
Nota: Esta tabla muestra las medidas mínimas para las veredas y estacionamiento y calzadas de las vías, de Norma GH.020 (<https://www.gob.pe/institucion/munisantamariadelmar/informes-publicaciones/2619672-norma-gh-020-componentes-de-diseno-urbano-ds-n-006-2011>).

Con los criterios seleccionados según la zonificación donde se realizará el proyecto, la sección vial queda de la siguiente manera:

Figura 6

Sección vial Transversal – Calle Dos de Mayo

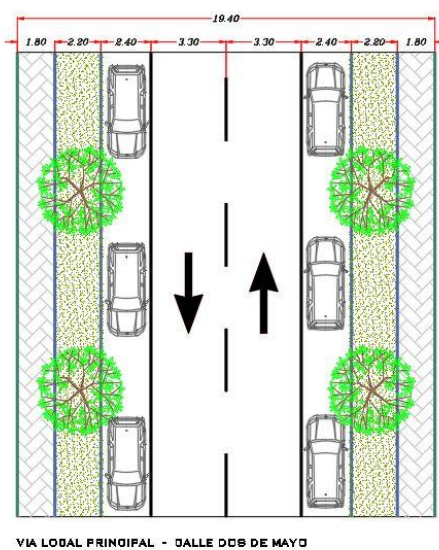
VIA LOCAL PRINCIPAL - VIVIENDA



Nota: Esta figura muestra la sección de la vía Transversal dos de mayo.

Figura 7

Sección vial Longitudinal– Calle Dos de Mayo



Nota: Esta figura muestra la sección de la vía Longitudinal dos de mayo.

4.1.3. Estudio de Mecánica de Suelos

Este estudio implica desarrollar la caracterización físico- mecánica de lo que se encuentra formada la subrasante de la zona en estudio, esta investigación se realiza a través de la elaboración de 3 calicatas de profundidad de 1.50 metros (Anexo 4), realizadas en puntos específicos a lo largo de la longitud de la avenida en estudio.

Exploración de Campo

Se realizaron 3 calicatas con una profundidad de 1.50 m con respecto a la superficie natural del terreno de la vía en estudio.

Tabla 3

Calicatas realizadas

CALICATA	PROFUNDIDAD (m)	UBICACIÓN
C-1	1.50	Av. Dos de Mayo Marcavelica
C-2	1.50	Av. Dos de Mayo Marcavelica
C-3	1.50	Av. Dos de Mayo Marcavelica

Nota: Esta tabla muestra la profundidad con las que fueron realizadas las calicatas 1,2,3.

Ensayo de Laboratorio

a. Contenido de Humedad

Este valor nos indica el porcentaje de agua en el terreno. Los resultados obtenidos de cada calicata se representan en la siguiente tabla:

Tabla 4


Contenido de Humedad

N° de calicata	N° de muestra	Contenido de Humedad %
C-1	M-1	11.40
C-2	M-2	11.00
C-3	M-3	11.20

Nota: Esta tabla muestra el contenido de humedad de cada calicata realizada.

Figura 8

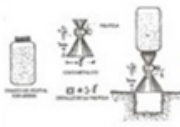
Cálculo de contenido de Humedad de Calicata C-1

 JNC RUC. 10036748244 LABORATORIO DE MECANICA DE SUELOS Y PAVIMENTOS CALLE SANTA TERESA 730 URB. SANTA ROSA - SULLANA Mail: juan_nonato_carrasco@hotmail.com									
ENSAYO PROCTOR MODIFICADO (NORMA AASHTO T-180, ASTM D 1557)									
PROYECTO	ESTUDIO DE C B R EN AVENIDA DOS DE MAYO EN EL DISTRITO DE MARCAVELICA PROVINCIA DE SULLANA DPTO DE PIURA								
SOLICITA	MARIA REGINA SALAZAR BENAVIDES								
UBICACIÓN	AVENIDA DOS DE MAYO - MARCAVELICA								
DATOS DE LA MUESTRA									
MUESTRA :	TERRENO NATURAL								
FECHA	M-44896								
COORD	532904 - 9461230								
	CLASF. (SUCS)								
	CLASF. (AASHTO A-2-4 (0))								
Peso suelo + molde	gr	10718	10927	10934	10904				
Peso molde	gr	6128	6128	6128	6128				
Peso suelo húmedo compact	gr	4590	4799	4806	4776				
Volumen del molde	cm ³	2152	2152	2152	2152				
Peso volumétrico húmedo	gr	2.13	2.23	2.23	2.22				
Recipiente N°									
Peso del suelo húmedo+tara	gr	615.8	705.4	705.4	725.3	630.1	730.9	645.8	695.4
Peso del suelo seco + tara	gr	561.0	644.0	645.0	665.8	555.0	644.0	558.9	602.0
Tara	gr								
Peso de agua	gr	54.8	61.4	60.4	59.5	75.1	86.9	86.9	93.4
Peso del suelo seco	gr	561.0	644.0	524.8	524.8	555.0	644.0	558.9	602.0
Contenido de agua	%	9.77	9.53	11.51	11.34	13.53	13.49	15.55	15.51
Promedio Contenido de agua	%	9.65		11.42		13.51		15.53	
Peso volumétrico seco	gr/cm ³	1.947	2.003	1.968	1.921				
						Densidad máxima (gr/gr)	2.003		
						Humedad óptima (%)	11.4		

Nota: Esta figura muestra el cálculo de Contenido de Humedad Óptima en porcentaje para la Calicata C-1.

Figura 9


Cálculo de contenido de Humedad de Calicata C-2

 JNC RUC. 10036748244 LABORATORIO DE MECÁNICA DE SUELOS Y PAVIMENTOS CALLE SANTA TERESA 730 URB. SANTA ROSA - SULLANA Mail: juan_nonato_carrasco@hotmail.com						
ENSAYO PROCTOR MODIFICADO (NORMA AASHTO T-180, ASTM D 1557)						
OBRA	ESTUDIO DE C B R EN AVENIDA DOS DE MAYO EN EL DISTRITO DE MARCAVELICA PROVINCIA D SULLANA DPTO DE PIURA					
SOLICITA	MARIA REGINA SALAZAR BENAVIDES					
UBICACIÓN	AVENIDA DOS DE MAYO - MARCAVELICA					
DATOS DE LA MUESTRA						
MUESTRA	TERRENO NATURAL					
FECHA	DICIEMBRE 2022			CLASF. (SUCS)	SM	
COORD	532168 - 9461340			CLASF. (AASHTO A-2-4 (0))		
molde	gr	10605	10815	10845	10865	
	gr	6128	6128	6128	6128	
úmido compact	gr	4477	4687	4717	4737	
molde	cm ³	2152	2152	2152	2152	
rico húmedo	gr	2.08	2.18	2.19	2.20	
		1.0	2.0	3.0	4.0	
o húmedo+tara	gr	680.4	720.4	680.9	725.9	
o seco + tara	gr	625.0	663.1	604.0	633.2	
	gr					
	gr	55.4	57.3	76.9	92.7	
o seco	gr	625.0	524.8	604.0	633.2	
agua	%	8.86	10.92	12.73	14.64	
rico seco	gr/cm ³	1.911	1.964	1.944	1.920	
				<i>Densidad máxima (gr/cm³)</i>		1.964
				<i>Humedad óptima (%)</i>		11.0

Nota: Esta figura muestra el cálculo de Contenido de Humedad Óptima en porcentaje para la Calicata C-2.

Figura 10

Cálculo de contenido de Humedad de Calicata C-3

 JNC RUC. 10036748244 LABORATORIO DE MECANICA DE SUELOS Y PAVIMENTOS CALLE SANTA TERESA 730 URB. SANTA ROSA - SULLANA Mail: juan_nonato_carrasco@hotmail.com									
ENSAYO PROCTOR MODIFICADO (NORMA AASHTO T-180, ASTM D 1557)									
PROYECTO	ESTUDIO DE C B R EN AVENIDA DOS DE MAYO EN EL DISTRITO DE MARCAVELICA PROVINCIA DE SULLANA DPTO DE PIURA								
SOLICITA	MARIA REGINA SALAZAR BENAVIDES								
UBICACIÓN	AVENIDA DOS DE MAYO - MARCAVELICA								
DATOS DE LA MUESTRA									
MUESTRA :	TERRENO NATURAL								
FECHA	DICIEMBRE 2022				CLASF. (SUCS) GC				
COORD	532991 - 9461475				CLASF. (AASHTO A-1-b (0)				
METODO DE COMPACTACION	: C				FECHA DE ENSAYO:				
Peso suelo + molde	gr	10685	10915	10955	10903				
Peso molde	gr	6128	6128	6128	6128				
Peso suelo húmedo compact	gr	4557	4787	4827	4775				
Volumen del molde	cm ³	2152	2152	2152	2152				
Peso volumétrico húmedo	gr	2.12	2.22	2.24	2.22				
Recipiente N°									
Peso del suelo húmedo+tara	gr	671.1	725.1	576.8	731.9	707.8	689.7	648.1	705.4
Peso del suelo seco + tara	gr	618.0	667.0	520.6	675.0	628.4	611.0	564.3	614.0
Tara	gr								
Peso de agua	gr	53.1	58.1	56.2	56.9	79.4	78.7	83.8	91.4
Peso del suelo seco	gr	618.0	667.0	524.8	524.8	628.4	611.0	564.3	614.0
Contenido de agua	%	8.59	8.71	10.71	10.84	12.64	12.88	14.85	14.89
Promedio Contenido de agua	%	8.65		10.78		12.76		14.87	
Peso volumétrico seco	gr/cm ³	1.948		2.007		1.987		1.931	
		Densidad máxima (gr/cc)							2.008
		Humedad óptima (%)							11.16

Nota: Esta figura muestra el cálculo de Contenido de Humedad Óptima en porcentaje para la Calicata C-3.

b. Análisis Granulométrico por Tamizado

Representa la distribución de los tamaños que tiene la muestra de suelo.


Tabla 5*Análisis Granulométrico*

N° de calicata	N° de muestra	% Grava	% Arena	% Finos
C-1	M-1	0.0	97.9	2.1
C-2	M-2	0.3	55.4	44.3
C-3	M-3	0.0	99.5	0.5

Nota: Esta tabla muestra el resumen de cada calicata donde nos indica el porcentaje de grava, arena y finos.

Figura 11

Cálculo de porcentaje Grava, Arena y Finos de Calicata C-1

							
ANÁLISIS GRANULOMÉTRICO POR TAMIZADO (MTC E-107 / ASTM D-422, C-117 / AASHTO T-27, T-88)							
ESTUDIO DE C B R EN AVENIDA 2 DE MAYO DISTRITO MARCAVELICA PROVINCIA SULLANA							
MARIA REGINA SALAZAR BENAVIDES							
AVENIDA 2 DE MAYO - MARCAVELICA							
TERRENO NATURAL							
DICIEMBRE 2022							
532904 - 9461230							
Abertura (mm)	Peso Retenido	Retenido Parcial	Retenido Acumulado	Porcentaje que Pasa	Arena - Concreto		Descripcion
127.000							1. Peso de Material
101.600							Peso Inicial Total (kg)
73.000							Peso Fraccion Fina Para Lavar (gr) 500.0
60.300							2. Caracteristicas
50.800							Tamaño Maximo 3/8"
37.500							Tamaño Maximo Nominal 1/4"
25.400							Grava (%)
19.000							Arena (%) 97.9
12.700							Finos (%) 2.1
9.520					100	100	Modulo de Fineza (%) 2.6
6.350							
4.750				100.0	95	100	
2.360	33.50	6.7	6.7	93.3	80	100	3. Clasificacion
2.000							Limite Liquido (%) 27.96
1.190	75.10	15.0	21.7	78.3	50	85	Limite Plastico (%) 19.29
0.850							Indice de Plasticidad (%) 8.66
0.600	165.50	33.1	54.8	45.2	25	60	Clasificacion SUCS SC
0.420							Clasificacion AASHTO A-1-a (0)
0.300	151.80	30.4	85.2	14.8	10	30	
0.250							
0.180							
0.150	53.00	10.6	95.8	4.2	2	10	
0.075	10.60	2.1	97.9	2.10			
	2.5	0.5	98.4				

Nota: Esta figura muestra el cálculo de Cálculo de porcentaje Grava, Arena y Finos de Calicata C-1.

Figura 12


Cálculo de porcentaje Grava, Arena y Finos de Calicata C-2

Tamices ASTM	Abertura (mm)	Peso Retenido	Retenido Parcial	Retenido Acumulado	Porcentaje que Pasa	Material sin Especificación	Descripcion
5"	127.000						1. Peso de Material
4"	101.600						Peso Inicial Total (kg) <u>500</u>
3"	73.000						Peso Fraccion Fina Para Lavar (gr) <u>500.0</u>
2 1/2"	60.300						
2"	50.800						2. Caracteristicas
1 1/2"	37.500						Tamaño Maximo <u>3/8"</u>
<	25.400						Tamaño Maximo Nominal <u>N°30</u>
3/4"	19.000						Grava (%) <u>0.3</u>
1/2"	12.700						Arena (%) <u>55.4</u>
3/8"	9.520				100.0		Finos (%) <u>44.3</u>
1/4"	6.350						Modulo de Fineza (%)
N° 4	4.750	2	0.3	0.3	99.7		
N° 8	2.360						3. Clasificacion
N° 10	2.000	5.5	1.1	1.4	98.6		Limite Liquido (%) <u>27.42</u>
N° 16	1.190						Limite Plastico (%) <u>19.30</u>
N° 20	0.850	3.9	0.8	2.2	97.8		Indice de Plasticidad (%) <u>8.12</u>
N° 30	0.600	2.1	0.4	2.6	97.4		Clasificacion SUCS <u>SC</u>
N° 40	0.420	3.6	0.7	3.3	96.7		Clasificacion AASHTO <u>A-4 (1)</u>
N° 50	0.300	2.7	0.5	3.9	96.1		
N° 60	0.250						
N° 80	0.180						
N° 100	0.150	45.4	9.1	12.9	87.1		
N° 200	0.075	214.7	42.8	55.7	44.3		
Pasante		222.1	44.3	100.0			

Nota: Esta figura muestra el cálculo de Cálculo de porcentaje Grava, Arena y Finos de Calicata C-2.

Figura 13

Cálculo de porcentaje Grava, Arena y Finos de Calicata C-3

 JNC RUC. 10036748244 LABORATORIO DE MECÁNICA DE SUELOS Y PAVIMENTOS CALLE SANTA TERESA 730 URB. SANTA ROSA - SULLANA Mail: juan_nonato_carrasco@hotmail.com ANÁLISIS GRANULOMÉTRICO POR TAMIZADO (MTC E-107 / ASTM D-422, C-117 / AASHTO T-27, T-88)								
LABORATORIO DE MECÁNICA DE SUELOS, CONCRETO Y PAVIMENTOS								
ANÁLISIS GRANULOMÉTRICO POR TAMIZADO (MTC E-107 / ASTM D-422, C-117 / AASHTO T-27, T-88)								
PROYECTO	ESTUDIO DE C B R EN AVENIDA DOS DE MAYO EN EL DISTRITO DE MARCAVELICA PROVINCIA DE SULLANA DPTO DE PIURA							
SOLICITA	MARIA REGINA SALAZAR BENAVIDES							
UBICACIÓN	AVENIDA DOS DE MAYO - MARCAVELICA							
MUESTRA	TERRENO NATURAL							
FECHA	DICIEMBRE 2022							
COORD	532991 - 9461475							
Tamices ASTM	Abertura (mm)	Peso Retenido	Retenido Parcial	Retenido Acumulado	Porcentaje que Pasa	Arena - Concreto		Descripcion
5"	127.000							1. Peso de Material
4"	101.600							Peso Inicial Total (kg) 492.000
3"	73.000							Peso Fraccion Fina Para Lavar (gr)
2 1/2"	60.300							
2"	50.800							2. Características
1 1/2"	37.500							Tamaño Maximo 3/8"
1"	25.400							Tamaño Maximo Nominal 1/4"
3/4"	19.000							Grava (%)
1/2"	12.700							Arena (%) 99.5
3/8"	9.520					100	100	Finos (%) 0.5
1/4"	6.350							Modulo de Fineza (%) 2.7
N° 4	4.750				100.0	95	100	
N° 8	2.360	33.50	6.8	6.8	93.2	80	100	3. Clasificación
N° 10	2.000							Limite Liquido (%) 27.04
N° 16	1.190	75.10	15.3	22.1	77.9	50	85	Limite Plastico (%) 18.87
N° 20	0.850							Indice de Plasticidad (%) 8.17
N° 30	0.600	165.50	33.6	55.7	44.3	25	60	Clasificación SUCS SC
N° 40	0.420							Clasificación AASHTO A-1-a (0)
N° 50	0.300	151.80	30.9	86.6	13.4	10	30	
N° 60	0.250							
N° 80	0.180							
N° 100	0.150	53.00	10.8	97.3	2.7	2	10	
N° 200	0.075	10.60	2.2	99.5	0.52			
Pasante		2.5	0.5	100.0				

Nota: Esta figura muestra el cálculo de Cálculo de porcentaje Grava, Arena y Finos de Calicata C-3.

c. Límite líquido, límite plástico e índice de plasticidad

La realización de estos ensayos define el comportamiento del suelo en estudio con relación con el contenido que tenga de humedad así mismo, proceder a clasificar el tipo de suelo.

Tabla 6

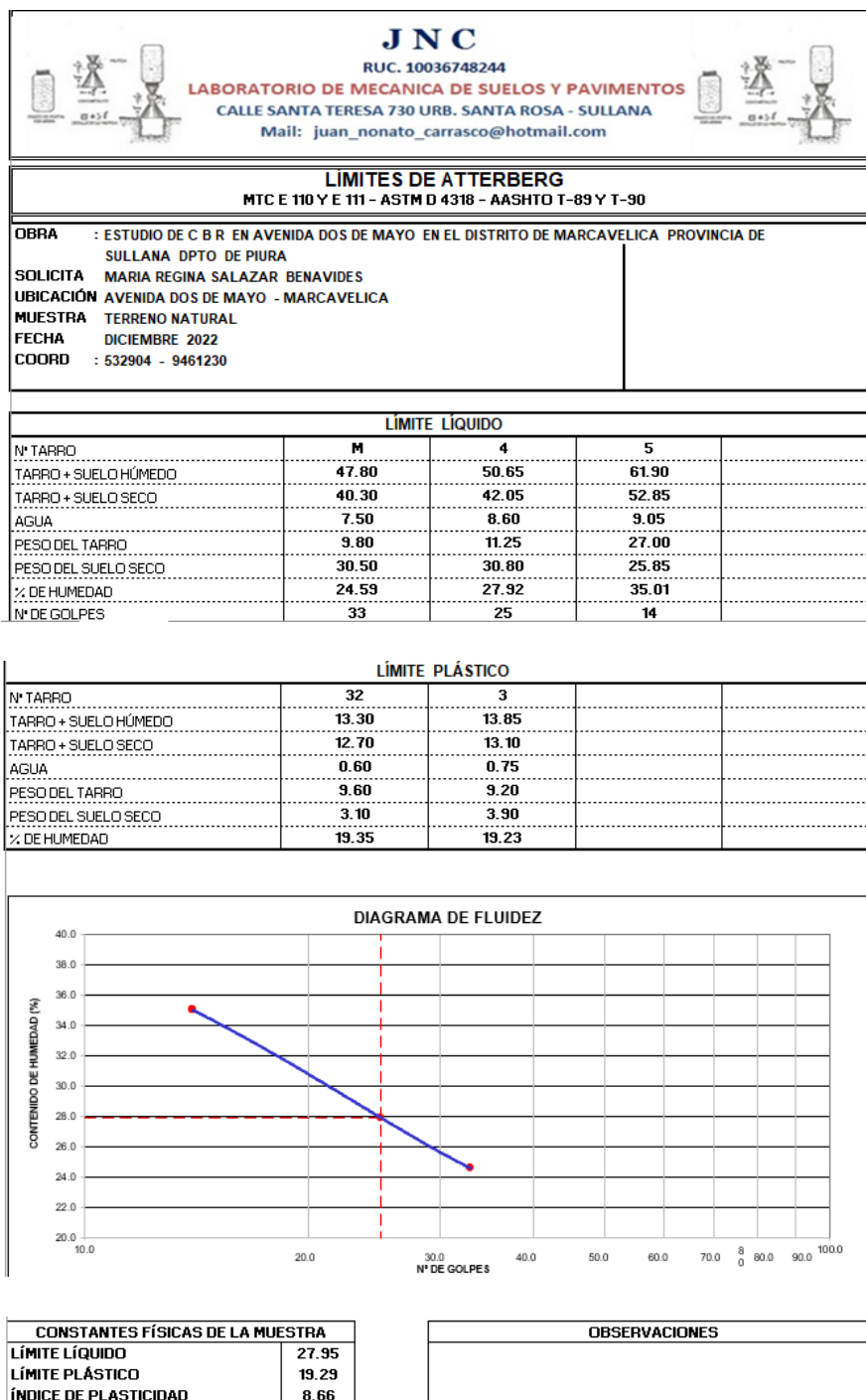
Límite líquido, límite plástico e índice de plasticidad

N° de calicata	N° de muestra	Límite Líquido	Límite Plástico	Índice de plasticidad
C-1	M-1	27.95	19.29	8.66
C-2	M-2	27.42	19.3	8.12
C-3	M-3	27.04	18.87	8.17

Nota: Esta tabla muestra el resumen de cada calicata donde nos indica el límite líquido, límite plástico e índice de plasticidad.

Figura 14

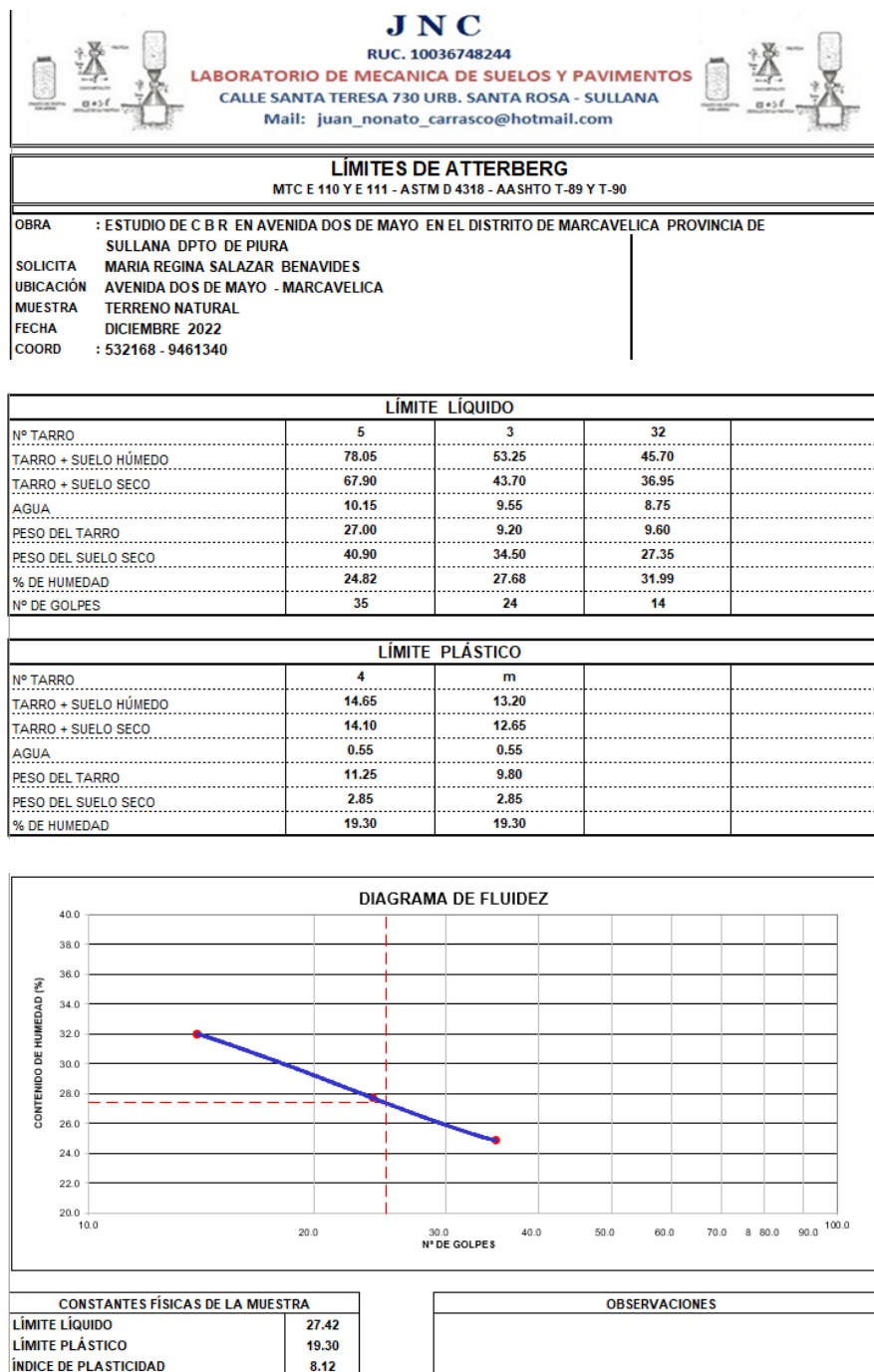
Cálculo de Límite Líquido, Límite Plástico e Índice de Plasticidad de la C-1



Nota: Esta figura muestra el cálculo del límite líquido, límite plástico e índice de plasticidad de la Calicata C-1.

Figura 15

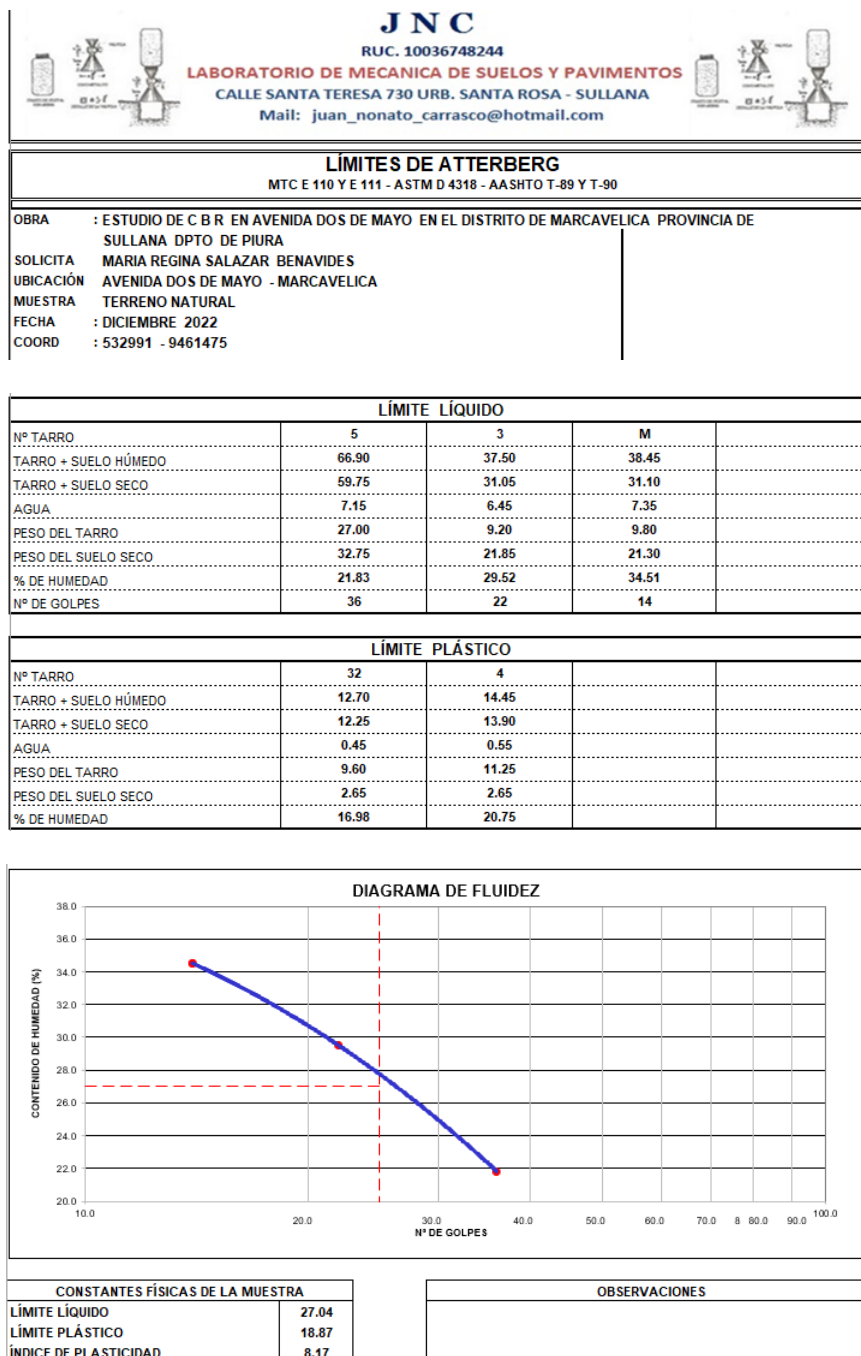
Cálculo de Límite Líquido, Límite Plástico e Índice de Plasticidad de la C-2



Nota: Esta figura muestra el cálculo del límite líquido, límite plástico e índice de plasticidad de la Calicata C-2.

Figura 16

Cálculo de Límite Líquido, Límite Plástico e Índice de Plasticidad de la C-3



Nota: Esta figura muestra el cálculo del límite líquido, límite plástico e índice de plasticidad de la Calicata C-3.

d. Ensayo de Compactación- Proctor Modificado

Este ensayo se realizó con el objetivo de calcular el peso volumétrico seco máximo que puede tener un material, así como la humedad óptima de compactación, de acuerdo a los datos de la Fig. 08, Fig. 09 y Fig. 10.

Tabla 7

Proctor Modificado

N° de calicata	N° de muestra	CLASIFICACIÓN	
		Densidad Máxima Seca (g/cm ³)	Humedad Óptima (%)
C-1	M-1	2.003	11.4
C-2	M-2	1.964	11.0
C-3	M-3	2.008	11.2

Nota: Esta tabla muestra el resumen de cada calicata donde nos indica la densidad máxima seca y la humedad óptima en porcentaje.

e. CBR (California Bearing Ratio)

Este ensayo se realiza con el objetivo de calcular la resistencia que presenta el suelo cuando está sometido a esfuerzos cortantes, así mismo para determinar la calidad que presenta el suelo de la capa subrasante del terreno.

Tabla 8

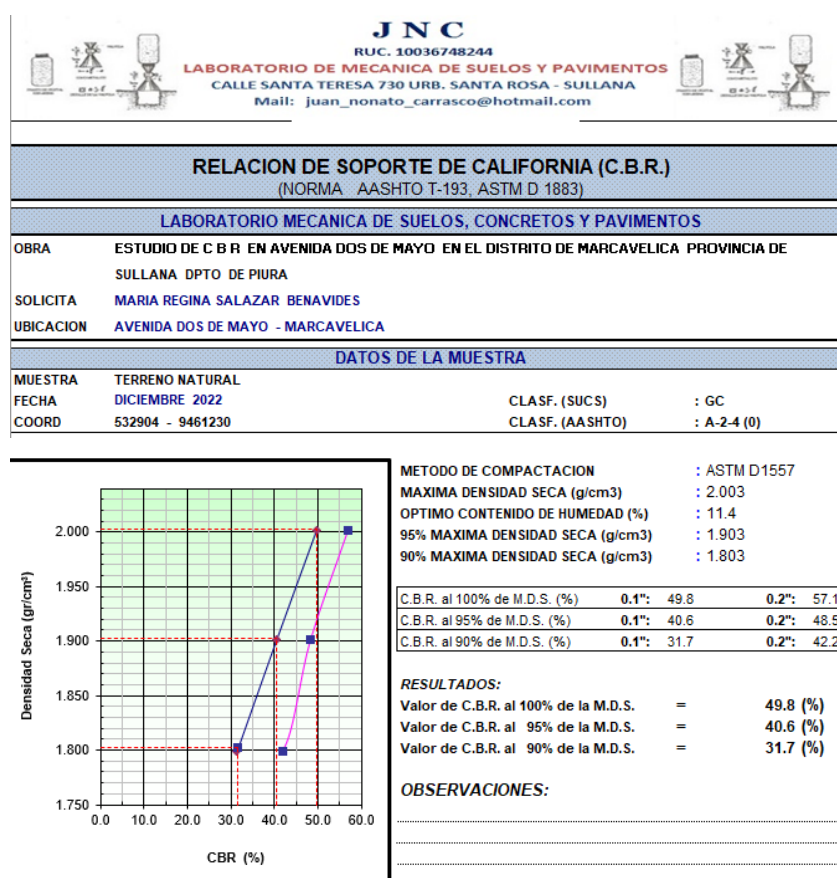
Valores de CBR

N° de calicata	N° de muestra	CBR
C-1	M-1	49.80%
C-2	M-2	37.30%
C-3	M-3	44.70%

Nota: Esta tabla muestra el CBR en porcentaje de cada Calicata.

Figura 17

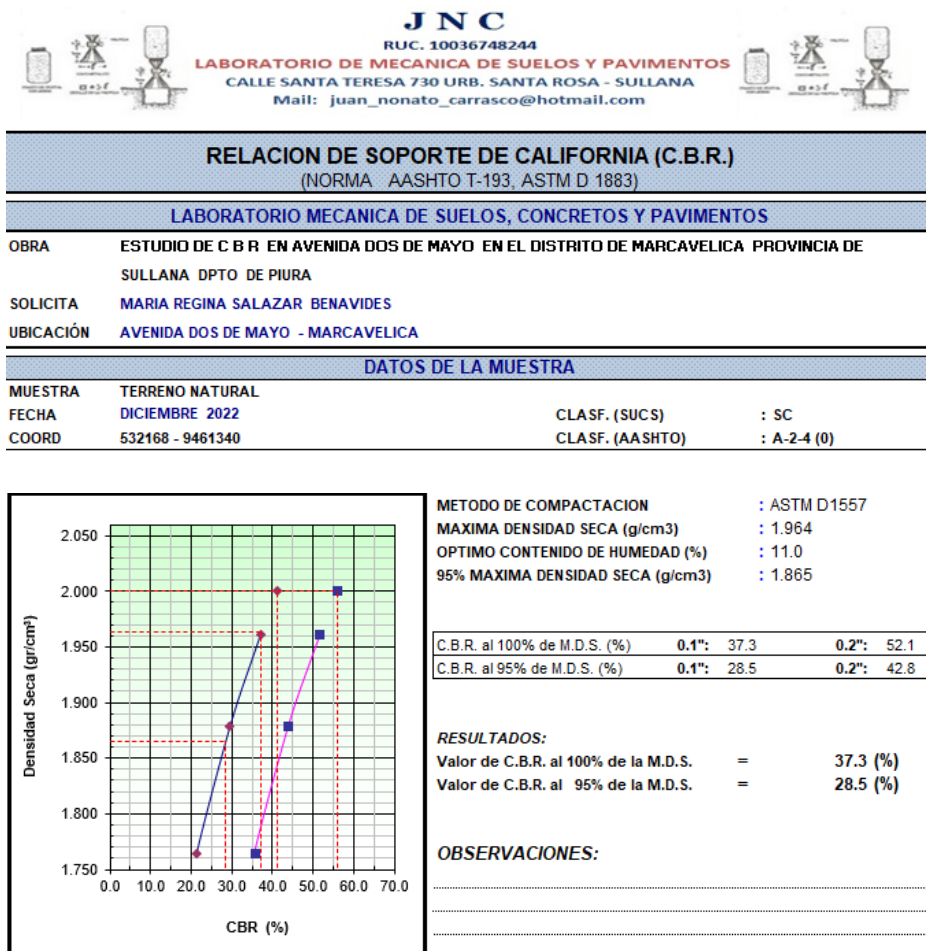
Cálculo del CBR de la Calicata C-1 al 100%



Nota: Esta figura muestra el cálculo del CBR de la calicata C-1 al 100%.

Figura 18

Cálculo del CBR de la Calicata C-2 al 100%



Nota: Esta figura muestra el cálculo del CBR de la calicata C-2 al 100%.

Figura 19

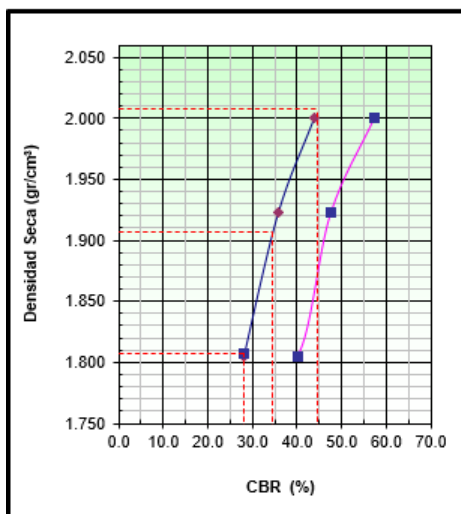
Cálculo del CBR de la Calicata C-3 al 100%



JNC
RUC. 10036748244
LABORATORIO DE MECANICA DE SUELOS Y PAVIMENTOS
CALLE SANTA TERESA 730 URB. SANTA ROSA - SULLANA
Mail: juan_nonato_carrasco@hotmail.com



RELACION DE SOPORTE DE CALIFORNIA (C.B.R.) (NORMA AASHTO T-193, ASTM D 1883)	
LABORATORIO MECANICA DE SUELOS, CONCRETOS Y PAVIMENTOS	
PROYECTO	ESTUDIO DE C B R EN AVENIDA DOS DE MAYO EN EL DISTRITO DE MARCAVELICA PROVINCIA DE SULLANA DPTO DE PIURA
SOLICITA	MARIA REGINA SALAZAR BENAVIDES
UBICACION	AVENIDA DOS DE MAYO - MARCAVELICA
DATOS DE LA MUESTRA	
MUESTRA:	TERRENO NATURAL
FECHA	DICIEMBRE 2022
COORD	532991 - 9461475
CLASF. (SUCS)	: GC
CLASF. (AASHTO)	: A-1-b (0)



METODO DE COMPACTACION : ASTM D1557
 MAXIMA DENSIDAD SECA (g/cm3) : 2.008
 OPTIMO CONTENIDO DE HUMEDAD (%) : 11.2
 95% MAXIMA DENSIDAD SECA (g/cm3) : 1.907
 90% MAXIMA DENSIDAD SECA (g/cm3) : 1.807

C.B.R. al 100% de M.D.S. (%)	0.1": 44.7	0.2": 58.5
C.B.R. al 95% de M.D.S. (%)	0.1": 34.4	0.2": 46.2
C.B.R. al 90% de M.D.S. (%)	0.1": 28.1	0.2": 40.2

RESULTADOS:
 Valor de C.B.R. al 100% de la M.D.S. = 44.7 (%)
 Valor de C.B.R. al 95% de la M.D.S. = 34.4 (%)
 Valor de C.B.R. al 90% de la M.D.S. = 28.1 (%)

OBSERVACIONES:

Nota: Esta figura muestra el cálculo del CBR de la calicata C-3 al 100%.

Para seleccionar el CBR de diseño, se eligió el valor de: 37.30 % por ser el menor valor obtenido en el estudio realizado.

Perfil Estratigráfico

Se realiza para poder ver los diferentes estratos que contiene el suelo en los diferentes tramos a lo largo de la vía en estudio, teniendo como resultado lo siguiente:

Tabla 9

Perfil Estratigráfico

CALICATA	PROFUNDIDAD (m)	CLASIFICACIÓN	
		DESCRIPCIÓN DEL MATERIAL	SUCS
C-1	1.5	Gravas arcillosas, mezcla de grava, arena y arcilla	GC
C-2	1.5	Gravas arcillosas, mezcla de grava, arena y arcilla	SC
C-3	1.5	Gravas arcillosas, mezcla de grava, arena y arcilla	GC

Nota: Esta tabla muestra el resumen de cada calicata donde nos indica la descripción del contenido del material según el perfil estratigráfico.

4.1.4. Estudio de Trafico

El procedimiento para el análisis de los resultados de tráfico presentados, y se toman los valores del número de vehículos y la masa de las cargas. Los factores

considerados son de acuerdo al tráfico inicial y tráfico esperado a lo largo del periodo de diseño.

Carril de Diseño

Se ha considerado el 50% del tráfico, debido a que se trata de dos carriles.

Tabla 10

Factor de Distribución de Carril

N° de carriles en cada dirección	Porcentaje de ejes simples equivalentes de 18 kips en el carril de diseño
1	100
2	80-100
3	60-80
4 o más	50-75

Nota: Esta tabla muestra el número de carriles y el porcentaje de factor de distribución para cada una de ellas, de AASTHO 93 (<https://dokumen.tips/documents/guia-aashto-93-version-en-espanol.html?page=1>).

Periodo de Diseño

Los pavimentos están diseñados para resistir los efectos acumulativos del tráfico a lo largo del tiempo. En nuestro informe consideramos utilizar un tiempo de diseño de 20 años según las recomendaciones de AASTHO 93. (Fig. 4).

Tabla 11*Periodo de Diseño*

Tipo de Carretera	Periodo de Diseño
Urbana con alto volúmenes de tránsito	30-50 años
Interurbana con altos volúmenes de tránsito	20-50 años
Pavimentada con bajos volúmenes de tránsito	15-25 años
Revestidas con bajos volúmenes de tránsito	10-20 años

Nota: Esta tabla muestra el periodo de diseño según el tipo de carretera, de AASTHO 93(<https://dokumen.tips/documents/guia-aashto-93-version-en-espanol.html?page=1>).

Crecimiento de tráfico

Para la Región de Piura se ha tomado como $r = 4.16\%$ para el incremento anual de vehículos.

Factor de Crecimiento = $[(1+r)^n - 1]/r$

$n = 20$ años

$r = 4.16\%$

$$F_c = (1 + 4.16)^{20} - 1 / 4.16$$

$$F_c = 30.28 \%$$

Reemplazando los valores se obtiene $FC = 30.28\%$

Determinación del Factor Camión

Tipos de Vehículos

AC= Automóviles y Camionetas Pequeñas

CC= Camionetas y Combis

B1= Ómnibus de eje Simple

C1= Camiones medianos de 2 ejes simples

C2= Camiones de 2 ejes uno simple y otro Tándem

Tabla 12

Tipo de Vehículo: Camión C1

Camión C1	Peso en Toneladas		Factor Equivalente de Carga	
	Cargado	Descargado	Cargado	Descargado
Eje Delantero	7.00	7.00	0.5311	0.5311
Eje Posterior	11.00	7.00	3.2383	0.5311
Total	18.00	14.00	3.7693	1.0621
Promedio	16.00		2.4157	

Nota: Esta tabla muestra el factor equivalente de carga para el Camión C1.

Tabla 13

Tipo de Vehículo: Camión T2S2-252

Camión 3 ejes T2S2-252	Peso en Toneladas		Factor Equivalente de Carga	
	Cargado	Descargado	Cargado	Descargado
Eje Delantero Simple	7.00	7.00	0.5311	0.5311
Eje Posterior Simple	11.00	7.00	3.2383	0.5311
Eje Posterior Tándem	18.00	7.00	2.1880	0.0500
Total	36.00	21.00	5.9573	1.1121
Promedio	28.50		3.5347	

Nota: Esta tabla muestra el factor equivalente de carga para el Camión T2S2-252.

Tabla 14*Tipo de Vehículo: Camión C2*

Camión C2	Peso en Toneladas		Factor Equivalente de Carga	
	Cargado	Descargado	Cargado	Descargado
Eje Delantero Simple	7.00	7.00	0.5311	0.5311
Eje Posterior Tándem	18.00	7.00	2.1880	0.0500
Total	25.00	14.00	2.7190	0.5811
Promedio	19.50		1.6501	

Nota: Esta tabla muestra el factor equivalente de carga para el Camión C2.

Correspondiente al factor camión de Automóviles y camionetas pequeñas se empleó 0.002 y respecto a camionetas y combis se empleó 0.02.

Tabla 15*ESAL de Vehículos Livianos*

Descripción	Veh/	Veh/	50% de un Carril	Veh/	Factor Camión	Factor de Crecimiento	EAL
	Hora	Día		Año			
Autos y Camionetas pequeñas	5	120	60	21900	0.002	30.28	1,326.26
Camionetas y combis	16	384	192	70080	0.02	30.28	42,440.45
Ómnibus	1	24	12	4380	2.4157	30.28	320,385.59
Totales	22	528	264	96360			364,152.30

Nota: Esta tabla muestra el ESAL de Vehículos Livianos para diferentes vehículos y la suma total.

Tabla 16*ESAL de Vehículos Pesados*

Descripción	Veh/ hora	Veh/ Día	50% de un Carril	Veh/ Año	Factor Camión	Factor de Crecimien to	EAL
Camión C1	3	72	36	13140	2.4157	30.28	961,156.78
Camión C2	1	24	12	4380	1.6501	30.28	218,846.82
Camión T2S2-252	0	0	0	0	3.5347	30.28	0
Totales	4	96	48	17520			1,180,003.60

Nota: Esta tabla muestra el ESAL de Vehículos Pesados para diferentes vehículos y la suma total.

Por ende, el EAL de diseño calculado es de 1,544,155.90

4.1.5. Diseño de Espesores mediante el Método AASTHO 93

A) Pavimento Flexible

El método de diseño se efectúa atreves de la hipótesis de un número estructural del pavimento, considerando este número se hacen pruebas de manera analítica hasta que se pueda equilibrar la ecuación que se utiliza para el diseño del pavimento o a través de monogramas.

La ecuación básica utilizada para diseñar un pavimento propuesta por la AASTHO 93 es la siguiente:

$$\text{Log}W_{18} = Z_R \cdot S_0 + 9.36 \cdot \text{Log}(SN + 1) - 0.20 + \frac{\text{Log} \frac{(\Delta PSI)}{4.2 - 1.5}}{0.40 + \frac{1094}{(SN + 1)^{5.19}}} + 2.32 \cdot \text{Log}M_R - 8.07$$

Dónde:

W18 = Tráfico

Zr = desviación estándar normal

So = error estándar combinado de la predicción del tráfico

Δ PSI = diferencia de serviciabilidad

Mr = módulo resiliente

SN = número estructural indicativo del espesor total del pavimento

$SN = a_1D_1 + a_2D_2m_2 + a_3D_3m_3$

Confiabilidad (R)

Para este parámetro el grado de confianza que merece la información y de acuerdo a la vía se empleó 85%.

Desviación Estándar Combinada (So)

Según la recomendación se usó 0.45.

Módulo Resiliente

Se usó la Expresión General $MR(PSI) = 2555 * CBR^{0.64}$

El CBR según la Tabla 08 es de 37.30%.

$Mr (Psi) = 2555 * 37.30^{0.64}$

$Mr (Psi) = 25,899$

Índice de Servicialidad

Para un pavimento nuevo el Índice de Servicio Inicial es de 4 y cuando termina su vida útil, se estimó Servicio Final de 2, en consecuencia, la pérdida de Servicialidad es de 2.

Coefficiente de Drenaje

Para este valor en la ciudad de Sullana, el tiempo que se puede demorar el agua en ser evacuada es alrededor entre 15 días y un mes siento la calidad de drenaje malo o muy pobre, por ende, el coeficiente determinado es del 1%.

Coefficientes Estructurales

Se calculan los coeficientes a_1 , a_2 , a_3 por medio de su modulo elástico, utilizando los ábacos de diseño.

Cálculo del Número Estructural

El diseño se fundamenta esencialmente en calcular el número estructural "SN" para el pavimento que tenga la capacidad de poder resistir los niveles de cargas a las que el pavimento este sometido. El número estructural se identifica a través de la siguiente expresión:

$$SN = a_1D_1 + a_2D_2m_2 + a_3D_3m_3$$

Para el cálculo de espesores D_1 , D_2 , D_3 (en pulgadas), la metodología empleada recomienda considerar los siguientes valores mínimos, que van relacionados con el valor de ejes equivalentes acumulados.

Tabla 17

Capas según ESAL de diseño

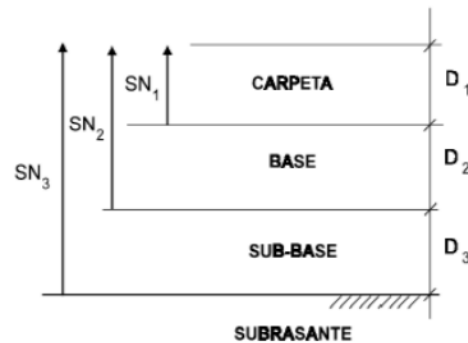
Tránsito (ESAL's) En Ejes Equivalentes	Carpeta de Concreto Asfáltico (cm)	Bases Granulares (cm)
Menos de 50,000	12.5	10
50,001 - 150,000	5.00	10
150,001 - 500,000	6.25	10
500,001 - 2'000, 000	7.50	15
2'000,001 - 7'000,000	8.75	15
Mayor de 7'000,000	10.00	15

Nota: Esta tabla muestra la Base Granular y la capa de asfalto en cm según el ESAL, de AASTHO, Guide for Design of Pavement Structures 1993 (<https://dokumen.tips/documents/guia-aashto-93-version-en-espanol.html?page=1>).

El número estructural que se encuentra sobre la capa sub rasante es el primer calculo a realizarse. Así mismo, debe calcularse el número estructural que debe utilizarse sobre las capas de la sub base y base, usando los valores de resistencia adaptables para cada uno.

Figura 20

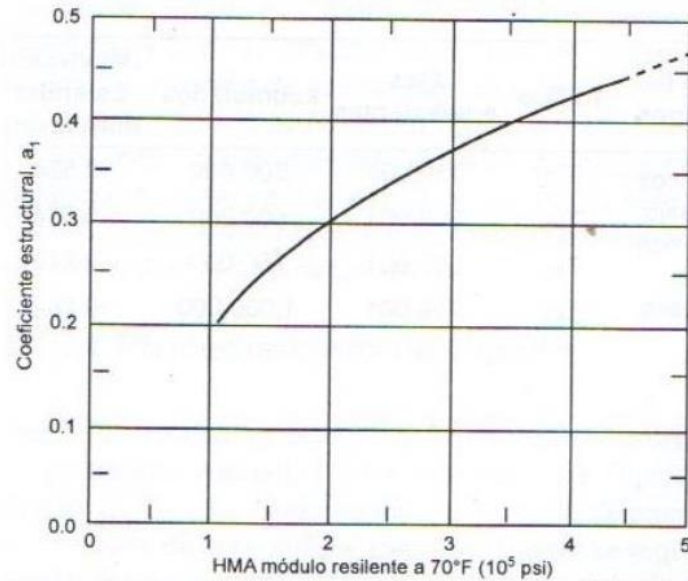
Las capas y números Estructurales



Nota: Esta figura muestra las capas y números estructurales que corresponde a la formula, de ASSHTO, Guide for Design of Pavement Structures 1993 (<https://dokumen.tips/documents/guia-aashto-93-version-en-espanol.html?page=1>).

Figura 21

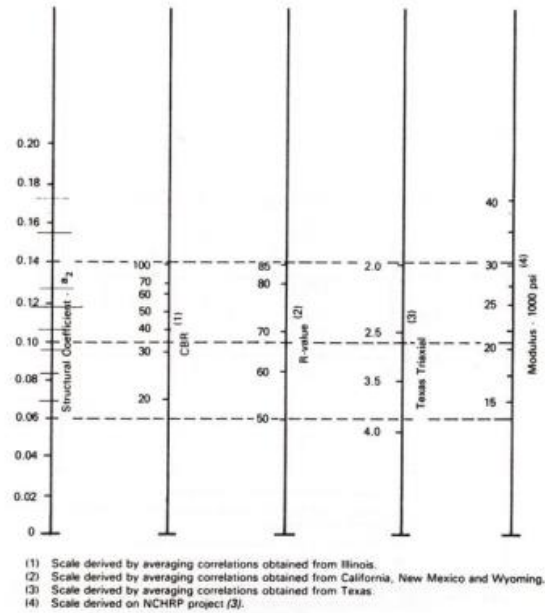
Coefficiente estructural de capa de la carpeta asfáltica (a₁)



Nota: Esta figura muestra el coeficiente estructural del asfalto según al módulo resiliente, de ASSTHO, Guide for Design of Pavement Structures 1993 (<https://dokumen.tips/documents/quia-aashto-93-version-en-espanol.html?page=1>).

Figura 22

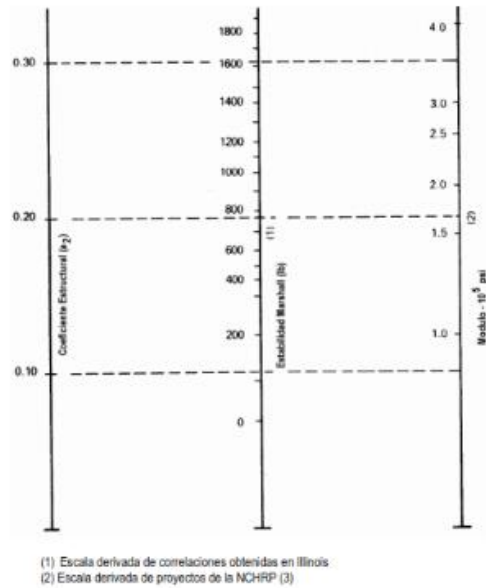
Variación de coeficiente de base granular (a2) sin tratar



Nota: Esta figura muestra la variación de coeficiente de base granular sin tratar, de ASSTHO, Guide for Design of Pavement Structures 1993 (<https://dokumen.tips/documents/guia-aashto-93-version-en-espanol.html?page=1>).

Figura 23

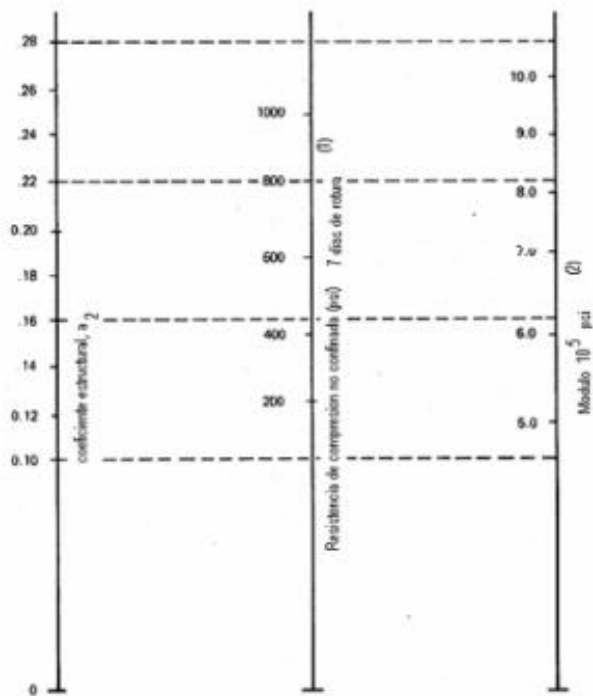
Variación de coeficiente capa de bases tratadas con asfalta (a2)



Nota: Esta figura muestra la variación de coeficiente capa de base tratada con asfalto, de ASSTHO, Guide for Design of Pavement Structures 1993 (<https://dokumen.tips/documents/quia-aashto-93-version-en-espanol.html?page=1>).

Figura 24

Variación de coeficiente capa de bases tratadas con cemento (a2)

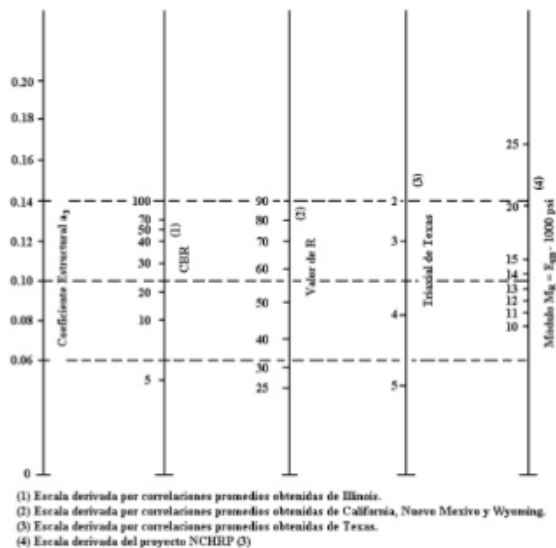


(1) Escala derivada de correlaciones obtenidas en Illinois, Louisiana y Texas
 (2) Escala derivada de proyectos de la NCHRP (3)

Nota: Esta figura muestra la variación de coeficiente capa de base tratada con cemento, de ASSTHO, Guide for Design of Pavement Structures 1993 (<https://dokumen.tips/documents/quia-aashto-93-version-en-espanol.html?page=1>).

Figura 25

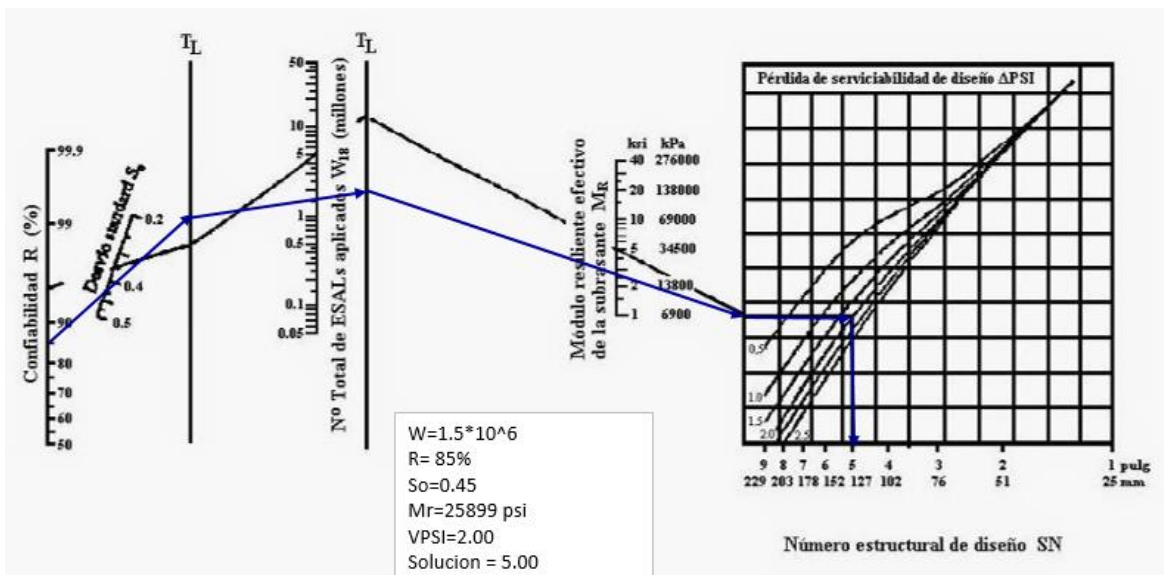
Abaco para estimar el numero estructural de la sub base granular (a3)



Nota: Esta figura muestra la estimación del número estructural de la sub base granular, de ASSTHO, Guide for Design of Pavement Structures 1993 (<https://dokumen.tips/documents/guia-aashto-93-version-en-espanol.html?page=1>).

Figura 26

Abaco de diseño para Pavimento Flexible



Nota: Esta figura muestra el ábaco modificado de color azul donde indica el cálculo del número estructural SN, de ASSTHO, Guide for Design of Pavement Structures 1993 (<https://dokumen.tips/documents/guia-aashto-93-version-en-espanol.html?page=1>).

Ecuación de Diseño Aastho 93

$$NE= a1*h1+a2*h2* D2+a3*h3*D3$$

- a1: 0.41
- h1: 2.50 Pulgadas
- a2: 0.135 Con CBR 80% en la base
- h2: 10.00 Pulgadas
- D2: 1.00 %
- a3: 0.110 Con CBR 30% en la Subase
- h3: 8.00 Pulgadas

D3: 1.00 %

$$\text{SN calculado} = (0.41 \cdot 2.50) + (0.135 \cdot 10 \cdot 1) + (0.11 \cdot 8 \cdot 1)$$

$$\text{SN calculado} = 3.26$$

$$\text{SN Abaco} = 5.00$$

Entonces se realiza la conversión de pulgadas a metros de los valores de h1, h2 y h3.

Carpeta Asfáltica: $2.50 \cdot 0.0254 = 0.06$, pero consideramos **0.08 m**

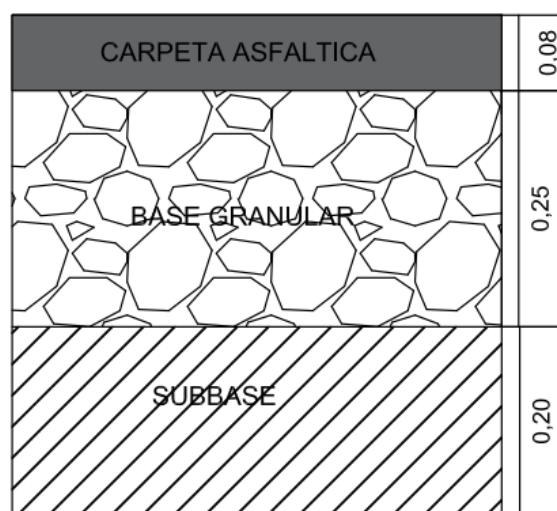
Base: $10 \cdot 0.0254 = \mathbf{0.25m}$

Subbase: $8 \cdot 0.0254 = \mathbf{0.20 m}$

Total: $\mathbf{= 0.54 m}$

Figura 27

Capas de Pavimento Flexible



Nota: Esta figura muestra las capas que conforman el pavimento flexible y las medidas respectivas en centímetros.

B) Pavimento Rígido

El procedimiento tiene como función proporcionar el peso de la losa de concreto que garantice un buen diseño para la vida útil del pavimento. Además, el espesor tiene como finalidad soportar el peso que genera el paso de vehículos en estudio para que suceda deterioros

La ecuación básica utilizada para diseñar un pavimento propuesta por la AASTHO 93 es la siguiente:

$$\text{Log}W_{18} = Z_R \cdot S_0 + 7.35 \cdot \text{Log}(D + 1) - 0.06 + \frac{\text{Log} \frac{(\Delta PSI)}{4.2 - 1.5}}{\frac{1.624 \times 10^7}{(D + 1)^{0.46}}} + (4.22 - 0.32 P_t) \text{Log} \frac{S_0 C_d (D^{0.75} - 1.132)}{215.63 J (D^{0.75} - \frac{18.42}{(\frac{E_c}{k})^{0.25}})}$$

Dónde:

W18 = Tráfico

Zr = desviación estándar normal

So = error estándar combinado de la predicción del tráfico

Δ PSI = diferencia de serviciabilidad

D= espesor de pavimento de concreto en milímetros

Mr = resistencia media del concreto a flexo tracción a los 28 días

Pt=índice de serviciabilidad final

Cd= Coeficiente de drenaje

J=Coeficiente de transmisión de cargas en las juntas

Ec = módulo de elasticidad del concreto, en Mpa.

K= módulo de reacción, dado en Mpa/m de la superficie

Confiabilidad (R)

Para este parámetro el grado de confianza que merece la información y de acuerdo a la vía se empleó 85%.

Desviación Estándar Combinada (So)

Según la recomendación se usa para pavimentos Rígidos 0.35.

Módulo de Elasticidad del Concreto

El módulo de elasticidad del concreto es estimado usando la correlación de ACI.

$E = 57,000 * (f'c)^{0.50}$, donde $f'c$ en Psi.

Para este caso el concreto tiene $f'c$ de 280 kg/cm²

Entonces $E = 3,122,019.00$

Módulo de reacción de la subrasante (k)

Para un Cbr de 37.30% para subrasante se tiene un módulo de reacción de 126 Psi.

Módulo de Rotura del Concreto(s'c)

Se tiene valores recomendados según rango de tráfico.

Figura 28

Valores recomendados de rotura del concreto

RANGOS DE TRÁFICO PESADO EXPRESADO EN EE	RESISTENCIA MÍNIMA A LA FLEXOTRACCIÓN DEL CONCRETO (MR)	RESISTENCIA MÍNIMA EQUIVALENTE A LA COMPRESIÓN DEL CONCRETO (F'c)
≤ 5'000,000 EE	40 kg/cm ²	280 kg/cm ²
> 5'000,000 EE ≤ 15'000,000 EE	42 kg/cm ²	300 kg/cm ²
> 15'000,000 EE	45 kg/cm ²	350 kg/cm ²

Nota: Esta figura muestra la Resistencia mínima a la compresión del concreto F'c según el rango de tráfico, de Manual de carreteras, suelos, Geotecnia y Pavimentos 2014(https://portal.mtc.gob.pe/transportes/caminos/normas_carreteras/MTC%20NORMAS/ARCH_PDF/MAN_7%20SGGP-2014.pdf).

Coefficiente de transferencia de carga

J es un número de acuerdo al uso que se le da, se usó 2.8.

Figura 29

Coefficientes de transferencia de cargas

Banquina	Concreto	Asfáltico	Hormigón vinculado a calzada	
Elementos (barras) de transferencia de cargas	Si	No	Si	No
Tipo de pavimento				
Hormigón simple o Armado c/juntas	3,2	3,8 – 4,4	2,5 – 3,1	3,6 – 4,2
Hormigón armado Continuo	2,9 – 3,2	-----	2,3 – 2,9	-----

Nota: Esta figura muestra el coeficiente de transferencia de carga según la Banquina, de Manual de carreteras, suelos, Geotecnia y Pavimentos 2014(https://portal.mtc.gob.pe/transportes/caminos/normas_carreteras/MTC%20NORMAS/ARCH_PDF/MAN_7%20SGGP-2014.pdf).

Índice de Servicialidad

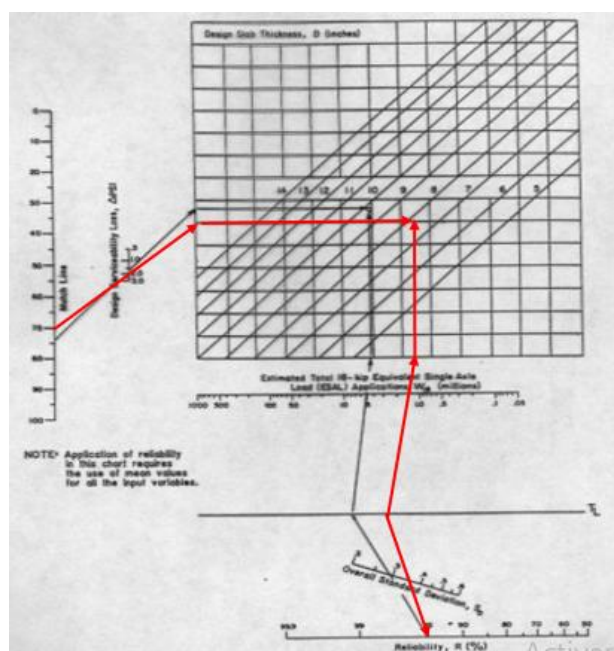
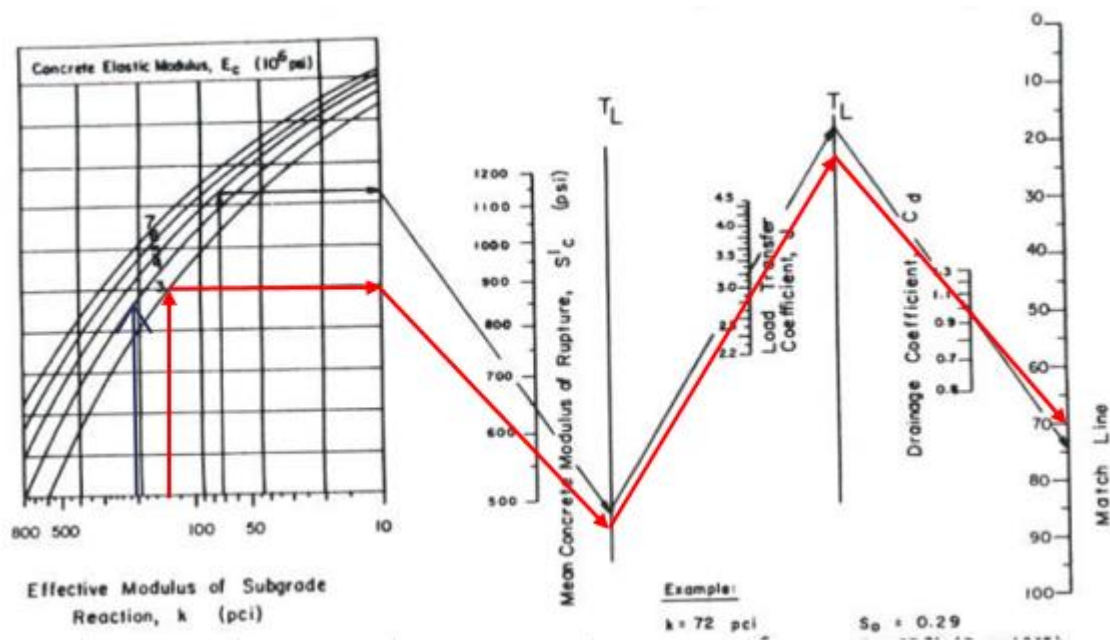
Para un pavimento nuevo el Índice de Servicio Inicial es de 4.5 y cuando termina su vida útil, se estimó Servicio Final de 2, en consecuencia, la pérdida de Servicialidad es de 2.5.

Coefficiente de Drenaje

Para el coeficiente de drenaje en la ciudad de Sullana, el tiempo que tarda el agua en ser evacuada es alrededor entre 15 días y un mes siendo la calidad de drenaje malo o muy pobre, por ende, el coeficiente determinado es del 1%.

Figura 30

Abaco de diseño para Pavimento Rígido



Nota: Esta figura muestra el ábaco modificado de color rojo donde indica cálculo del número estructural SN, de ASSTHO, Guide for Design of Pavement Structures 1993 (<https://dokumen.tips/documents/guia-aashto-93-version-en-espanol.html?page=1>).

Diseño Aastho 93

ESAL:	1544155
R:	85.00%
So:	0.35
K:	126.00 Psi
EC	3122018.58
Servicio Inicial:	4.5
Servicio Final:	2.5
Pérdida de Servicio:	2
S'c:	568.00 Psi
J:	2.8
cd:	1

De acuerdo a la figura 30 se concluye que el espesor de la losa de concreto es de 8 pulgadas, las cuales son convertidas a metros.

Losa de Concreto: 0.20 m ($8 * 0.0254 = 0.20$ m)

Para la Capa de la Base por consideración se estima 6 pulgadas.

Base: 0.15 m 6 in

Total: 0.35 m

Figura 31*Capas del Pavimento Rígido*

Nota: Esta figura muestra las capas que conforman el pavimento rígido y las medidas respectivas en centímetros.

C) Pavimento Articulado**Confiabilidad (R)**

Para este parámetro el grado de confianza que merece la información y de acuerdo a la vía se empleó 85%.

Desviación Estándar Combinada (So)

Según la recomendación se usó 0.45.

Módulo Resiliente

Se usó la Expresión General $MR(PSI) = 2555 * CB^{0.64}$

$$Mr (Psi) = 25,899$$

Índice de Servicialidad

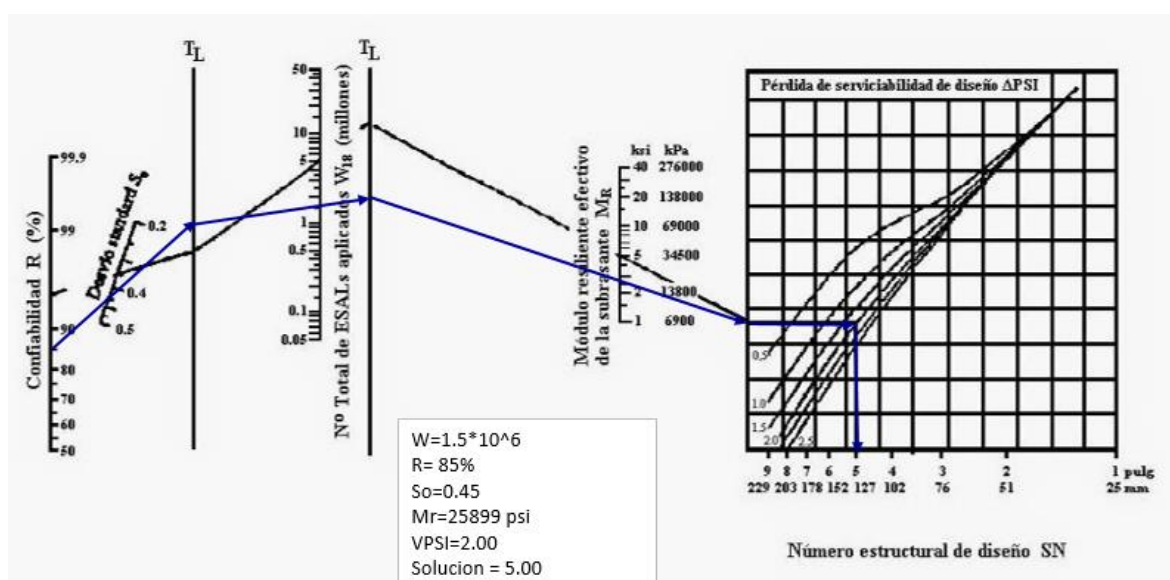
Para un pavimento nuevo el Índice de Servicio Inicial es de 4 y cuando termina su vida útil, se estimó Servicio Final de 2, en consecuencia, la pérdida de Servicialidad es de 2.

Coeficiente de Drenaje

Para el coeficiente de drenaje en la ciudad de Sullana, el tiempo que tarda el agua en ser evacuada es alrededor entre 15 días y un mes siento la calidad de drenaje malo o muy pobre, por ende, el coeficiente determinado es del 1%.

Figura 32

Abaco de diseño para Pavimento Articulado



Nota: Esta figura muestra el ábaco modificado de color azul donde indica cálculo del número estructural SN, de ASSTHO, Guide for Design of Pavement Structures 1993 (<https://dokumen.tips/documents/guia-aashto-93-version-en-espanol.html?page=1>).

Aplicación de Método AASHTO 93

$$NE = a_1 \cdot h_1 + a_2 \cdot h_2 \cdot D_2$$

Donde:

a_1 = Coeficiente estructural de Capa de Rodadura.

h_1 = Espesor del adoquín

a_2 = Coeficiente estructural de la base.

h_2 = Espesor de la base

D_2 = Coeficiente de drenaje de la base.

a_1 :	0.41	Adoquín f'c 350 kg/cm ²
h_1 :	2.36	pulgadas
a_2 :	0.135	Con CBR 80% en la base
h_2 :	12	pulgadas
D_2 :	1.00	% Región Costa

SN Tabla: 5.00

Se tiene las siguientes medidas

Las medidas cumplen con las recomendaciones mínimas de

AASHTO 93:

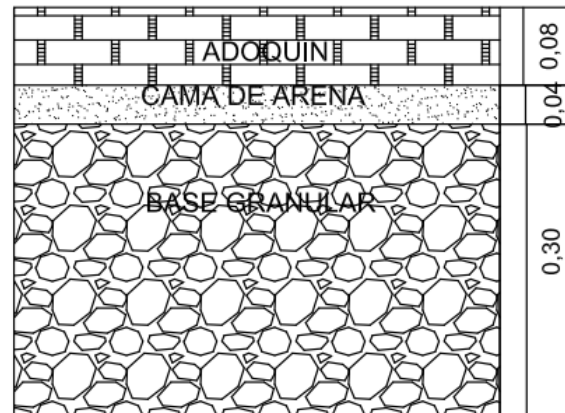
Entonces se realiza la conversión de pulgadas a metros de los valores de h_1 , h_2 y h_3 .

Adoquín:	0.08	M Altura de Adoquin
Cama de Arena Gruesa	0.04	M Espesor Minimo
Base Granular	0.30	M (12 pulgadas)

Total: 0.42 M

Figura 33

Capas del Pavimento Articulado



Nota: Esta figura muestra las capas que conforman el pavimento articulado y las medidas respectivas en centímetros.

4.1.6. Costo Unitario por m² de acuerdo al Tipo de Pavimento

A) Pavimento Flexible

Según los Espesores tenemos:

Carpeta Asfáltica: = **0.08 m**

Base: = 0.25m
 Subbase: = 0.20 m
 Total: = 0.54 m

Tabla 18

Costo total por m2 Pavimento Flexible

N°	DESCRIPCION	COSTO	UNIDAD	COSTO PARCIAL	UNIDAD
1.-	Excavación Costo	S/11.73	S/ /m3	S/6.33	S/ /m2
2.-	Eliminación de Desmonte (25% Factor Esponj.)	S/15.00	S/ /m3	S/10.07	S/ /m2
3.-	Nivelación y compactación de la subrasante Costo	S/4.00	S/ /m2	S/4.00	S/ /m2
4.-	Conformación de la subbase a todo costo	S/23.29	S/ /m2	S/23.29	S/ /m2
5.-	Conformación de la Base a todo costo	S/47.47	S/ /m2	S/47.47	S/ /m2
6.-	Imprimación asfáltica sobre la base	S/10.83	S/ /m2	S/10.83	S/ /m2
7.-	Conf. carpeta asfáltica en caliente	S/350.00	S/ /m3	S/54.98	S/ /m2
8.-	Evaluación. superficial y estructural final del pavimento	S/0.50	S/ /m2	S/0.50	S/ /m2
COSTO TOTAL				S/157.47	S/ /m2

Nota: Esta tabla muestra el costo total por m2 para el pavimento flexible según la descripción de la actividad por realizar.

B) Pavimento Rígido

Según los Espesores tenemos:

Losa de Concreto: 0.20 m

Base: 0.15 m

Total: 0.35 m

Tabla 19

Costo total por m2 pavimento rígido

N°	DESCRIPCION	COSTO	UNIDAD	COSTO PARCIAL	UNIDAD
1.-	Excavación hasta nivel de la Subrasante	S/11.73	S/ /m3	S/4.10	S/ /m2
2.-	Eliminación de Desmonte (25% Factor Esponj.)	S/15.00	S/ /m3	S/5.25	S/ /m2
3.-	Nivelación y compactación de la subrasante	S/3.98	S/ /m2	S/3.98	S/ /m2
4.-	Conformación de la Base	S/28.42	S/ /m2	S/28.42	S/ /m2
5.-	Losa de Concreto de f'c 280 kg/cm2	S/298.66	S/ /m3	S/59.73	S/ /m2
6.-	Corte Juntas de Contracción de fragua	S/6.00	S/ /ml	S/6.00	S/ /ml
7.-	Sello Sikaflex Juntas de Contracción de fragua	S/12.00	S/ /ml	S/12.00	S/ /ml
8.-	Dowells	S/12.00	S/ / c/u	S/12.00	S/ / c/u
9.-	Encofrado del perímetro	S/40.00	S/ / m2	S/40.00	S/ / m2
10.-	Curado Químico de la Losa de Concreto	S/5.00	S/ / m2	S/5.00	S/ / m2
COSTO TOTAL				S/176.48	S/ / m2

Nota: Esta tabla muestra el costo total por m2 para el pavimento rígido según la descripción de

la actividad por realizar.

C) Pavimento Articulado

Según los Espesores tenemos:

Adoquín: 0.08 m

Cama de Arena Gruesa: 0.04 m

Base Granular 0.30 m

Total: 0.42 m

Tabla 20

Costo total por m2 de pavimento articulado

PARTID A	ESPECIFICACIONES	COSTO			
		COSTO	UNIDAD	PARCIAL	UNIDAD
1	Trazo y nivelación.	S/3.31	m2	S/3.31	S/m2
2	Excavación al nivel de la Subrasante.	S/11.73	m3	S/4.93	S/m2
3	Eliminación del desmonte.	S/15.00	m3	S/6.30	S/m2
4	Nivelación y Compactación de la Subrasante	S/3.98	m2	S/3.98	S/m2
5	Conformación de la Base Encofrado Y Desencofrado para	S/55.90	m3	S/16.77	S/m2
6	Sardineles	S/40.00	m2	S/40.00	S/m2
7	Excavación en Sardineles con Barreta	S/20.00	m3	S/20.00	S/m2
8	Eliminación del desmonte de Excavación de Sardinel	S/30.00	m3	S/9.00	S/m2
9	Vaceado de Concreto f'c 210 Kg/cm2	S/298.66	m3	S/125.44	S/m2
10	Colocación Cama de Arena	S/40.00	m3	S/1.60	S/m2
11	Suministro y Colocación de Adoquín de 8cm	S/30.78	m2	S/30.78	S/m2
12	Sellado con Arena Fina	S/5.00	m2	S/5.00	S/m2
13	Limpieza General de la Obra	S/0.50	m2	S/0.50	S/m2
COSTO TOTAL				S/267.60	

Nota: Esta tabla muestra el costo total por m2 para el pavimento articulado según la descripción de la actividad por realizar.

4.2. Docimasia de Hipótesis

De acuerdo a la hipótesis planteada, hemos realizado el diseño de la estructura de los pavimentos flexible, rígido y articulado con la metodología AASHTO 93, además se diseñó la sección transversal en base a la Norma Técnica GH.020, obteniendo con ello el presupuesto.

El diseño del pavimento rígido cumple con la necesidad de brindar una circulación segura, cómoda para los peatones y vehículos, además de proporcionar un acceso de acuerdo a la climatología de la zona, ya que se ve afectada por el fenómeno del niño. Asimismo, verificamos que el proyecto mejorará con gran magnitud la transitabilidad de las vías o calles en diseño.

V. DISCUSIÓN DE RESULTADOS

Para realizar el conteo vehicular utilizamos una vía auxiliar a la vía en estudio que está debidamente pavimentada, se obtuvo un Índice Medio Diario Anual (IMDA) y posteriormente procesando los datos obtuvimos la carga vehicular de diseño (W82). El

conteo vehicular se realizó durante una semana, las 24 horas del día, obteniendo como resultado lo mostrado en la tabla 21:

Tabla 21

ESAL de Diseño

UBICACIÓN	ESAL DE DISEÑO
Av. Dos de Mayo	1,544,155.90

Nota: Esta tabla muestra el ESAL de diseño calculado para el diseño.

Para realizar un buen estudio de Mecánica de Suelos se hicieron tres calicatas, ubicadas en el inicio, tramo medio y final de la Vía en estudio, una en el medio del tramo y una al final de la vía teniendo cada una de las calicatas una profundidad de 1.50 m, obteniendo como resultado un material de grava mal gradada con arcilla. Los resultados obtenidos mediante las calicatas están representados en la tabla número 22.

Tabla 22

Resultado de Estudios de Mecánica de Suelos para el diseño de Pavimentos.

CALICATA	CLASIF. AASHTO	CLASIF. SUCS	CBR (%)
----------	-------------------	-----------------	---------

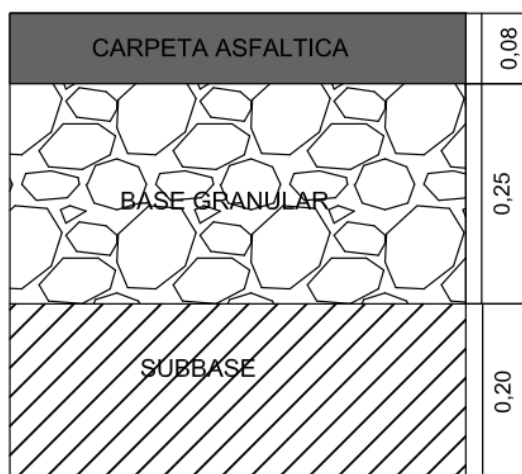
C-1	A-2-4(0)	GC	49.80%
C-2	A-2-4(0)	SC	37.30%
C-3	A-1-b (0)	GC	44.70%

Nota: Esta tabla muestra el CBR en porcentaje de acuerdo a las calicatas realizadas en campo.

Se empleo la metodología AASTHO 93 para realizar el diseño estructural de los tres tipos de pavimentos; teniendo como resultado las figuras ya mostradas anteriormente que se colocan:

Figura 34

Capas de Pavimento Flexible



Nota: Esta figura muestra las capas que conforman el pavimento flexible y las medidas respectivas en centímetros.

Figura 35

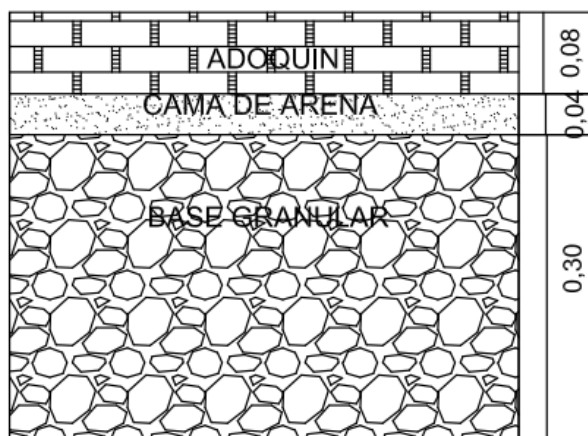
Capas del Pavimento Rígido



Nota: Esta figura muestra las capas que conforman el pavimento rígido y las medidas respectivas en centímetros.

Figura 36

Capas del Pavimento Articulado



Nota: Esta figura muestra las capas que conforman el pavimento articulado y las medidas respectivas en centímetros.

Además, los pavimentos presentan la siguiente caracterización: pavimento flexible está diseñado con una mezcla asfáltica en caliente, pavimento rígido diseñado con losa de concreto de resistencia $f'c$: 280 kg/cm² y pavimento articulado diseñado con adoquín

de 8 cm de espesor, según norma la base donde se trabaja debe tener un mínimo de CBR de 80% compactada a un 100% de la Máxima densidad seca (MDS), la capa de subbase debe tener un CBR no menor al 30% compactada al 95% de la MDS.

El costo total por m² de pavimento flexible es de S/157.47, para el pavimento rígido el costo por m² es S/176.48 y para el pavimento articulado el costo por m² de pavimento es S/267.60, siendo elegido para el diseño por criterios de durabilidad y costos, el pavimento rígido como el pavimento estructural para la Vía Avenida Dos de Mayo- Marcavelica- Sullana.

CONCLUSIONES

1. El diseño de la sección vial guiado de la norma GH 020 Componentes de Diseño Urbano da un ancho de vía de 20 metros, siendo sus componentes como una vía principal, calzadas sin separador central de 3.30 m, veredas de 1.8m y estacionamiento de 2.4 m.
2. Se concluye el Estudio de Tráfico teniendo como resultado un ESAL de diseño de 1,544,155.90; para un periodo de 20 años.
3. En el estudio de mecánica de suelos se obtuvo un material de grava mal gradada con arcilla; el CBR presente en la subrasante es de 37.3% con lo cual se concluye que el suelo es apto para el pavimento diseñado.
4. El diseño estructural de los tres tipos de pavimentos, se realizó utilizando la Metodología AASTHO 93, adquiriendo para cada pavimento los espesores siguientes: para el pavimento flexible una carpeta asfáltica de 0.08m, la base de 0.25m, la subbase de 0.20m; para pavimento rígido un espesor de losa de concreto de 0.20m y una base de 0.15m y para el pavimento articulado se obtuvo un espesor de adoquín de 0.08m, una cama de arena gruesa de 0.04m y una base de 0.30m.
5. El diseño estructural de pavimento rígido representa mejor durabilidad y resistencia a la climatología de la zona entre los pavimentos evaluados, por lo cual se convierte en el pavimento más conveniente en temas económicos y constructivos, así mismo ofrece mejor comportamiento ante posibles precipitaciones que puedan presentarse en la zona

y cuenta con un bajo costo de mantenimiento por ello es el pavimento idóneo para la Vía en estudio.

RECOMENDACIONES

Se recomienda para el proyecto de investigación el pavimento rígido por ser de los tres pavimentos evaluados uno de los que mejor durabilidad y resistencia presenta sobre todo es el más resistente ante las lluvias que son poco frecuentes en la zona donde se ubica la vía, sin embargo, esta decisión será tomada por la entidad correspondiente, ya que al decidir se debe tomar en cuenta el mantenimiento que requiere el pavimento que se seleccione y el costo final de la construcción del mismo, para seleccionar la mejor alternativa.

REFERENCIAS BIBLIOGRÁFICAS

Adnato Castillo, F. (2018). *Tecnología del Concreto*. San Marcos.

<https://www.udocz.com/pe/read/21543/tecnologia-del-concreto-teoria-y-problemas-ing-flavio-abanto-castillo>

Alccamari Tucno, Y. (2017). *Zonificación urbana, definición, normas legales y usos*.

[Monografía para optar el Título Profesional de Licenciado en Educación Especialidad: Construcción Civil Universidad Nacional de educación, Perú.] Repositorio Institucional UNE.

<https://repositorio.une.edu.pe/bitstream/handle/UNE/4662/Zonificaci%C3%B3n%20urbana%2C%20definici%C3%B3n%2C%20normas%20legales%20y%20usos.pdf?sequence=1&isAllowed=y>

Aristizábal, M. Hoyos, J.; Gil, L Gómez, E. & Gómez, D. (2014). *Diseño de un pavimento flexible por los métodos Aastho y Racional*. Repositorio UNILIBRE.

<https://repository.unilibre.edu.co/bitstream/handle/10901/16959/DISE%C3%91O%20DE%20UN%20PAVIMENTO%20FLEXIBLE.pdf?sequence=1>

ASOCEM. (2015, 25 de mayo). *Conferencia Magistral: Pavimentos de concreto y Sostenibilidad Ambiental*.

http://www.asocem.org.pe/archivo/files/Noticias%20Julio2105_Nota%20periodistica_Conferencia%20Ing.%20Chang.pdf

- Cárdenas Grisales, J. (2013). *Diseño Geométrico de Carreteras (2da Edición ed.)*. Santafé de Bogotá: ECOE Ediciones. Universidad del Valle.
https://www.academia.edu/41350934/Dise%C3%B1o_Goem%C3%A9trico_de_Carreteras_James_C%C3%A1rdenas_Grisales
- Corredor, G. (2004). *Experimento vial de la Aashto y guías de diseño AASTHO*. Diseño de Pavimentos I. Recuperado. <https://snavarro.files.wordpress.com/2008/08/aashto-931.pdf>
- Díaz Ruiz, M. (2020). *Diagnóstico y Diseño de pavimento del segmento vial localizado en la calle 17ª entre las carreteras 55 y 56, localidad de Puente Aranda*. [Tesis de Postgrado, Universidad Nacional de Colombia]. Repositorio Institucional de la Universidad Católica de Colombia.
<https://repository.ucatolica.edu.co/items/6fa2a3f3-311c-4779-b06e-21a01c0db21b>
- Escobar B., L.; Huincho O., J. (2017). *Diseño de Pavimento Flexible, bajo influencia de parámetros de diseño debido al deterioro del Pavimento en Santa Rosa-Sachapite, Huancavelica- 2017*. [Tesis de Pregrado, Universidad Nacional de Huancavelica]. Repositorio Universidad Nacional de Huancavelica.
<http://repositorio.unh.edu.pe/handle/UNH/1388>
- García Morales, A. (2015). *Diseño de pavimento asfáltico por el método aashto-93 empleando el software disaashto-93*. [Especialización en ingeniería de Pavimentos]. Repositorio Institucional UNIMILITAR.
<https://repository.unimilitar.edu.co/bitstream/handle/10654/7544/GARCIAMORALESANDRESRICARDO2015.pdf?sequence=1&isAllowed=y>

- Giordani, C. & Leone, D. (2015). *Pavimentos*. UTN. <https://docplayer.es/67943552-Pavimentos-docentes-ing-claudio-giordani-ing-diego-leone-1o-ano-ingenieria-civil-comision-02-turno-tarde.html>
- Gómez, S. (2014). *Diseño estructural del pavimento flexible para el anillo vial del Óvalo Grau - Trujillo - La Libertad*. [Tesis de post grado. Universidad Privada Antenor Orrego, Trujillo, Perú.] <https://repositorio.upao.edu.pe/handle/20.500.12759/638>
- Herrera, M. (2014). *Determinación del módulo resiliente de diseño de pavimentos mediante criterios ASSHTO 1993 y 2002*. [Tesis de Master en Ingeniería Civil con Mención en Ingeniería Vial. Universidad de Piura.] <https://hdl.handle.net/11042/2018>
- Jugo Rebaza, M. (2021). *Lima deja de estar entre las diez ciudades con peor congestión vehicular del mundo*. GESTION PERÚ. <https://gestion.pe/peru/lima-deja-de-estar-entre-las-diez-ciudades-con-peor-congestion-vehicular-del-mundo-noticia/>
- Matta, N. & Pulido, S. (2019). *Evaluación estructural del pavimento flexible de la avenida Arica en el tramo Jirón Camino Real -jirón Santa Lucia, P.J. Dos de mayo, distrito Chimbote, Ancash 2019*. [Tesis de Pregrado, Universidad Cesar Vallejo]. Repositorio Institucional de la Universidad Cesar Vallejo. <https://repositorio.ucv.edu.pe/handle/20.500.12692/39927>
- Maya, J., Monsalve, L., Giraldo, L., (2012). *Diseño de pavimento flexible y rígido*. EL EDEN. https://sistemamid.com/panel/uploads/biblioteca/2014-04-29_03-02-0798398.pdf

Mejía, M. (2014). *Curso Diseño de Pavimentos Flexibles*. México. Ministerio de transporte.

(2004). Resolución 4100 de 2004. Bogotá. Transconsult (2021). Ingeniería de tránsito.

<https://www.pmtmedellin.co/l/ingenieria-de-transito/>

Minaya, S, & Ordoñez, A. (2006). *Diseño Moderno de Pavimentos Asfálticos*. Academia.

https://www.academia.edu/34829662/UNIVERSIDAD_NACIONAL_DE_INGENIERIA_DI_SE%3%91O_MODERNO_DE_PAVIMENTOS_ASF%3%81LTICOS_M_Sc_SILENE_MINAYA_GONZ%3%81LEZ

Ministerio de transportes y comunicaciones- MTC. (2018). Glosario de términos” de uso frecuente en proyectos de infraestructura vial.

http://transparencia.mtc.gob.pe/idm_docs/normas_legales/1_0_4032.pdf

Ministerio de transportes y comunicaciones. (2019). *MTC: 91.3% de la Red Vial Nacional estará pavimentada en 2021*. Portalturismmo. <https://portaldeturismo.pe/noticia/mtc-91-3-de-la-red-vial-nacional-estara-pavimentada-en-2021/>

Monsalve, L., Giraldo, L. & Maya, J (2012). *Diseño de pavimento flexible y rígido*. EL EDEN.

https://sistemamid.com/panel/uploads/biblioteca/2014-04-29_03-02-0798398.pdf

Montealegre Arias, W. A. (2019). *Diseño de un pavimento flexible por el método Aastho utilizando como capa de rodadura un asfalto natural y chequearlo por el método racional*. [Especialización en construcción y diseño de Pavimentos, Universidad Cooperativa de Colombia]. Repositorio Institucional UCC.

https://repository.ucc.edu.co/bitstream/20.500.12494/13528/1/2019_%20Dise%C3%B1o_Pavimento_%20Racional.pdf

Municipalidad Distrital de Marcavelica (2023). Reseña Histórica de Marcavelica.

<https://www.gob.pe/15027-resena-historica-del-distrito-de-marcavelica>

Ocaña Torrejón, H. (2018). *Propuesta técnica para el diseño geométrico y diseño estructural del pavimento flexible, pavimento semiflexible y pavimento rígido para la avenida Las Amapolas, en los distritos de Veintiséis de Octubre y Piura, provincia de Piura, Región Piura*. [Tesis para optar el título de Ingeniero Civil, Universidad Nacional de Piura].

Repositorio Institucional UNP.

<https://repositorio.unp.edu.pe/handle/UNP/1247>

Real Academia Española (2020). *Diccionario de la Lengua Española*.

<https://www.revistainfraestructura.com.mx/infraestructura-carretera-en-mexico/>

Real, D. & Montaña, M. (2021). *Evaluación estructural de Pavimentos Flexibles considerando la circulación de los vehículos de carga tipo bitren*. [Tesis de Postgrado, Universidad Nacional de Colombia]. Repositorio Institucional de la Universidad Católica de Colombia.

<https://repository.ucatolica.edu.co/entities/publication/95556e34-43f4-4b01-baa7-79947fdb9e4b>

R.D. N°10-2014-MTC/14. (2014, abril). *Manual de Carreteras, Suelos, Geología, Geotecnia y Pavimentos*. Ministerio de Transportes y Comunicaciones.

http://transparencia.mtc.gob.pe/idm_docs/P_recientes/4515.pdf

Rodríguez de Brito, J. (2019). *Diseño del pavimento flexible para mejorar el acceso vial de la Av. San Francisco pro. 0+000 al 1+241 distrito de Sunampe, Chíncha - Ica, 2019*. [Tesis

de Pregrado, Universidad Cesar Vallejo]. Repositorio Institucional de la Universidad Cesar Vallejo.

<https://repositorio.ucv.edu.pe/handle/20.500.12692/58487>

Sarmiento Soto, J. (2015). *Análisis y diseño vial de la Avenida Mártir Olaya ubicada en el distrito de Lurín del departamento de Lima*. [Tesis de Pregrado, Universidad Peruana de Ciencias Aplicadas]. Archivo Digital.

<https://repositorioacademico.upc.edu.pe/bitstream/handle/10757/528141/Tesis+Arias+-+Sarmiento.pdf;jsessionid=E2F1F17C59E1E3DE677EAC970AA9224D?sequence=1>

Terrones Campos, G. (2018). *Diseño estructural del pavimento flexible utilizando método Aastho 93 en las calles I y J de la cuarta etapa del C.H Micaela Bastidas – Piura*. [Tesis para optar el título de Ingeniero Civil, Universidad Cesar Vallejo]. Repositorio Institucional UCV. <https://repositorio.ucv.edu.pe/handle/20.500.12692/32280>

Uco, Y., Hernández, E. & Quen, M. (2018). *Diseño de Pavimento Mixto*. Revista de Ingeniería Civil.

https://www.ecorfan.org/republicofperu/research_journals/Revista_de_Ingenieria_Civil/vol2num3/Revista_de_Ingenier%C3%ADa_Civil_V2_N3_4.pdf

Universidad Mayor San Simón. (2004). *Pavimentos*. ACADEMIA.

https://www.academia.edu/16406141/Libro_de_Pavimentos

Vallverdu, A. (2010). *Pavimentos en infraestructura vial Avances y desafíos*. EmbCostrucción.

<http://www.emb.cl/construccion/articulo.mvc?xid=535&ni=pavimentos-en-infraestructura-vial-avances-y-desafios>

Figura 01

Foto 01 en la Avenida dos de Mayo



Nota: Esta figura muestra la realidad actual de la avenida dos de mayo.

Figura 02

Foto 02 en la Avenida dos de Mayo



Nota: Esta figura muestra la realidad actual de la avenida dos de mayo.

Figura 03

Foto 03 en la Avenida dos de Mayo



Nota: Esta figura muestra la realidad actual de la avenida dos de mayo.

Figura 04

Foto 04 en la Avenida dos de Mayo



Nota: Esta figura muestra la realidad actual de la avenida dos de mayo.

Figura 05

Foto 05 de Avenida dos de mayo



Nota: Esta figura muestra la realidad actual de la avenida dos de mayo.

Figura 06

Evidencias de Ejecución: Solicitud de Plano de Levantamiento Topográfico

MARIA REGINA SALAZAR BENAVIDES
DNI: 60757827
ESTUDIANTE DE INGENIERIA CIVIL

"AÑO DEL BICENTENARIO DEL PERÚ: 200 AÑOS DE INDEPENDENCIA"

Señores
MUNICIPALIDAD DISTRITAL DE MARCAVELICA-SULLANA

MUNICIPALIDAD DISTRITAL DE MARCAVELICA
Sullana, 14 de octubre del 2004
RECIBIDO
FECHA: 11/10/07 HORA: 12:24
N° EXP: 03707 FOLIO: 3
FIRMA: *[Firma]*

ATENCION: UNIDAD DE LIQUIDACIONES Y/O UNIDAD DE OBRAS Y/O CATASTRO

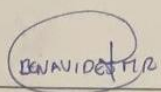
Asunto : PLANO DE LEVANTAMIENTO TOPOGRAFICO Y/O ESTUDIOS TOPOGRAFICOS
Referencia : OPTAR GRADO DE BACHILLER

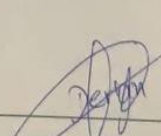
Me dirijo a Ustedes a fin de hacerle llegar mis cordiales saludos y a la vez hacer de su conocimiento que el suscrito en calidad de estudiante de la carrera profesional de ingeniería civil, de la Universidad Privada Antenor Orrego Sede Piura, cursando el décimo ciclo, a ello me vengo preparando para la formulación de la propuesta de mi proyecto de tesis para optar el grado de bachiller, con el fin de diseñar un pavimento flexible para la carretera Monterón a Tangarará en el distrito de Marcavelica para mejorar la transitabilidad vehicular y peatonal, por lo que solicitamos el plano topográfico o estudios topográficos realizados en la siguientes avenidas y/o trochas carrozables que detallo:

❖ Avenida 2 de Mayo

Sin otro en particular me despido, a la espera de su atención, en merito a Ley de transparencia de información, recorro a ustedes, por ser de su competencia.

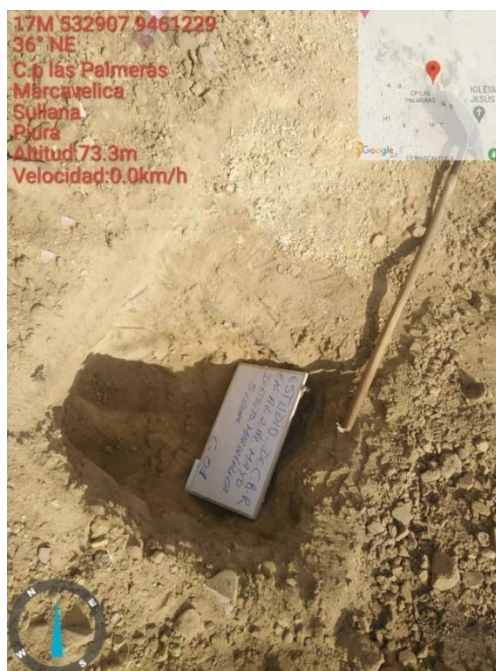
Atentamente,


 MARIA REGINA SALAZAR BENAVIDES
DNI: 60757827
ESTUDIANTE DE INGENIERIA CIVIL


 DERIAN CHAMBA INFANTE
DNI: 77015406
ESTUDIANTE DE INGENIERIA CIVIL

DIRECCION: Calle Bolivar 678- Sullana CORREO: derian_31_10@hotmail.com CELULAR: 940112429

Nota: Esta figura muestra la solicitud realizada para la realizar de estudios en la avenida dos de mayo.

Figura 08*Ubicación Calicata 1 (C-1)*

Nota: Esta figura muestra la realización de calicata 1 en campo.

Figura 09*Ubicación Calicata 2 (C-2)*

Nota: Esta figura muestra la realización de calicata 2 en campo.

Figura 10*Ubicación Calicata 3 (C-3)*

Nota: Esta figura muestra la realización de calicata 3 en campo.

Figura 11

R.D. que aprueba el proyecto de investigación



UPAO | Facultad de Ingeniería

Trujillo, 26 de octubre del 2022

RESOLUCIÓN N° 2072-2022-FI-UPAO

VISTO, el informe favorable del Jurado Evaluador del Proyecto de Tesis, titulado “**DISEÑO ESTRUCTURAL DEL PAVIMENTO EN AVENIDA DOS DE MAYO-MARCAVELICA-SULLANA –REGIÓN PIURA, 2022**”, de los Bachilleres: **CHAMBA INFANTE, DERIAN ALONSO y SALAZAR BENAVIDES, MARÍA REGINA**, del Programa de Estudio de Ingeniería Civil, y;

CONSIDERANDO:

Que, el Jurado Evaluador conformado por los señores docentes: **Dr. ENRIQUE LUJAN SILVA**, Presidente; **Ing. MARCELO MERINO MARTINEZ**, Secretario; **Ing. GILBERTO VELASQUEZ DIAZ**, Vocal; han revisado el Proyecto de Tesis, encontrándolo conforme, y;

Que, el Proyecto de Tesis ha sido elaborado conforme a las exigencias prescritas por el Reglamento de Grados y Títulos de Pregrado de la Universidad, el mismo que fue sometido a evaluación por el mencionado jurado evaluador, quien por acuerdo unánime recomendó su aprobación, tal como se desprende del informe elevado a la Facultad de Ingeniería;

Que, de acuerdo al Artículo 28° del Reglamento de Grados y Títulos de la Universidad, el Proyecto de Tesis se inscribe en el libro de proyectos de tesis a cargo de la Secretaría Académica de la Facultad;

Estando al Estatuto de la Universidad, al Reglamento de Grados y Títulos la Universidad y a las atribuciones conferidas a éste Despacho;

SE RESUELVE:

PRIMERO: APROBAR la modalidad de titulación solicitada por los Bachilleres: **CHAMBA INFANTE, DERIAN ALONSO y SALAZAR BENAVIDES, MARÍA REGINA**, consistente en presentación, ejecución y sustentación de una **TESIS** para optar el título profesional de **INGENIERO CIVIL**.

SEGUNDO: APROBAR y DISPONER la inscripción del Proyecto de Tesis titulado: “**DISEÑO ESTRUCTURAL DEL PAVIMENTO EN AVENIDA DOS DE MAYO-MARCAVELICA-SULLANA –REGIÓN PIURA, 2022**”.

TERCERO: COMUNICAR a los Bachilleres que tienen un plazo máximo de **UN AÑO** para desarrollar su tesis, a cuyo vencimiento, se produce la caducidad del mismo, perdiendo el derecho exclusivo sobre el tema elegido.

REGÍSTRESE, COMUNÍQUESE Y ARCHÍVESE.



Dr. Ángel Alánca Quenta
DECANO

C. Copia
 Anexo
 Programa de Estudio de Ingeniería Civil
 A.A.Q.P. S.A.S.

UNIVERSIDAD PRIVADA ANTENOR ORREGO
 www.upao.edu.pe

Av. América Sur 3145 Monserrate Trujillo - Perú
 Telf: (+51) (044) 604444 anexo 127
 Fax: 282900

Nota: Esta figura muestra la Resolución de aprobación de proyecto de Tesis.

Figura 12

Constancia del Compromiso del Asesor

COMPROMISO DEL ASESOR

MAMERTO RODRIGUEZ RAMOS, docente de la Escuela Profesional de Ingeniería Civil identificado con ID: 000000352 debidamente colegiado y habilitado con CIP: 3689, me comprometo a asesorar el proyecto de tesis titulado **“Diseño estructural del pavimento en Avenida Dos de Mayo-Marcavelica- Sullana - Región Piura, 2022”** cuyos autores son los bachilleres Chamba Infante Derian Alonso y Salazar Benavides María Regina; hasta la sustentación de la misma.

Trujillo, 07 de julio del 2022



Rodríguez Ramos, Mamerto

CIP: 3689

Nota: Esta figura muestra el Compromiso del asesor y la firma respectiva