

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



TESIS PARA OPTAR EL TÍTULO PROFESIONAL DE INGENIERO CIVIL

Diseño de la vía alterna malecón quiliche para mejorar la transitabilidad de la Av. Ricardo Palma de la ciudad de Bambamarca – Cajamarca, 2022

Línea de investigación:
Ingeniería de transportes

Sub Línea de investigación:
Transportes

Autores:

Barboza Llamo, Walter Antonio

Lavado Castillo, José Orlando

Jurado Evaluador:

Presidente : Burgos Sarmiento, Tito Alfredo

Secretario : Velásquez Diaz, Gilberto Anaximandro

Vocal : Sagastegui Plasencia, Fidel German

Asesor:

Rodríguez Ramos, Mamerto.

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

Piura -Perú

2023

Fecha de sustentación: 2023/03/17

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



TESIS PARA OPTAR EL TÍTULO PROFESIONAL DE INGENIERO CIVIL

Diseño de la vía alterna malecón quiliche para mejorar la transitabilidad de la Av.
Ricardo Palma de la ciudad de Bambamarca – Cajamarca, 2022

Línea de investigación:
Ingeniería de transportes

Sub Línea de investigación:
Transportes

Autores:

Barboza Llamo, Walter Antonio

Lavado Castillo, José Orlando

Jurado Evaluador:

Presidente : Burgos Sarmiento, Tito Alfredo

Secretario : Velásquez Diaz, Gilberto Anaximandro

Vocal : Sagastegui Plasencia, Fidel German

Asesor:

Rodríguez Ramos, Mamerto.

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

Piura -Perú

2023

Fecha de sustentación: 2023/03/17

**DISEÑO DE LA VÍA ALTERNA MALECÓN QUILICHE PARA
MEJORAR LA TRANSITABILIDAD DE LA AV. RICARDO PALMA DE
LA CIUDAD DE BAMBAMARCA – CAJAMARCA, 2022**

JURADO CALIFICADOR

.....
Ing. Tito Alfredo Burgos Sarmiento
CIP: 82596
PRESIDENTE

.....
Ing. Gilberto Anaximandro Velásquez Diaz
CIP: 29040
SECRETARIO

.....
Ing. Fidel German Sagastegui Plasencia
CIP: 32720
VOCAL

.....
Ing. MAMERTO RODRIGUEZ RAMOS
CIP: 3689
ASESOR

DEDICATORIA

“Dedico esta tesis a mi familia y mis seres queridos que ya no están presentes, por guiarme y ofrecerme su respaldo en todo este tiempo de mis estudios universitarios, quienes fueron la principal razón para poder cumplir este logro que significa un paso más en mi vida profesional, con todo el aprecio y cariño incondicional va para ellos”.

Orlando Lavado

“Dedico esta tesis a mi padre que en paz descansé Luis Barboza Villena, mi madre, hermanos y tía que siempre estuvieron presentes en los momentos difíciles, apoyándome en mi formación profesional”.

Barboza Llamo Walter Antonio

AGRADECIMIENTO

“Agradezco a mis profesores, compañeros y la universidad por haberme apoyado en esta etapa de estudiante, por los consejos, experiencias y sobre todo con sus conocimientos que me han brindado”.

Orlando Lavado

“Agradezco a la universidad y sus catedráticos por haberme formado profesionalmente; Agradezco a mis padres, hermanos y familiares que siempre me apoyaron y creyeron en mí incondicionalmente”.

Barboza Llamo Walter Antonio

RESUMEN

En este trabajo de investigación el objetivo principal es realizar el diseño de la Vía Alternativa Malecón Quiliche para mejorar la transitabilidad de la Av. Ricardo Palma de la ciudad de Bambamarca – Cajamarca. La metodología empleada fue de un tipo de investigación de campo de tipo transversal de enfoque exploratorio, tomando como muestra de estudio al tramo de la Av. Ricardo Palma que consta de ocho cuadras, conformado por dos intersecciones y seis pasajes. En cuanto a los resultados que se han obtenido en este estudio, se puede determinar que, en su levantamiento topográfico de la zona de estudio, identificaron pendientes de -5.98% a 28.91%, de su estudio de tráfico vehicular se determinó un índice medio diario semanal de 5008 veh/sem, un índice medio diario anual de 6109.76 y un ESAL de 3,922,984.79 EE, en su estudio de suelos se identificó suelos de grava y arena arcillosa o limosa con una clasificación SC y SM, con un CBR de 21.07% y 21.72%, bajo dichas consideraciones se logró diseñar la estructura del pavimento, determinando subbase granular y losa de concreto con espesor de 20 cm, y en cuanto a su presupuesto, se consideró un presupuesto que asciende al monto de S/ 2,307,221.63 Soles. Como conclusión principal se puede hacer mención que con la simulación tridimensional en VISSIM 2.1., la propuesta elaborada mejora en función del tiempo y distancia, debido a su reducción de estos parámetros, esta mejora de transitabilidad obtenida fue de 41.53%

Palabras Clave: Pavimentación, veredas, simulación, presupuesto.

ABSTRACT

In this research work, the main objective is to carry out the design of the Alternate Via Malecon Quiliche to improve the passability of Av. Ricardo Palma in the city of Bambamarca - Cajamarca. The methodology used was a type of cross-sectional field research with an exploratory approach, taking as a study sample the section of Av. Ricardo Palma, that consists of eight blocks, made up of two intersections and six passages. Regarding the results that have been obtained in this study, it can be determined that, in their topographic survey of the study area, they identified slopes of -5.98% to 28.91%, from their vehicular traffic study an average daily index was developed. weekly rate of 5,008 veh/week, an annual average daily rate of 6,109.76 and an ESAL of 3,922,984.79 EE, in its soil study gravel and clayey or silty sand soils were identified with a SC and SM classification, with a CBR of 21.07% and 21.72%, under these considerations the design of the pavement structure was modified, determining its structure by granular Subbase and concrete slab with a thickness of 20 cm, and in terms of its budget, a budget was considered sufficient for the amount of S/ 2,307,221.63 soles. As a main conclusion, it can be mentioned that with the three-dimensional simulation in VISSIM 2.1., the elaborated proposal improves based on time and distance, due to its reduction of these parameters, this improvement of passability obtained was 41.53%.

Keywords: Paving, sidewalks, simulation, budget.

PRESENTACIÓN

Señores Miembros del Jurado:

Dando cumplimiento y conformidad a los requisitos establecidos en el Reglamento de Grados y Títulos de la Universidad Privada Antenor Orrego y el Reglamento Interno de la Escuela Profesional de Ingeniería Civil para obtener el Título Profesional de Ingeniero Civil, ponemos a vuestra disposición la presente Tesis titulada:

“DISEÑO DE LA VÍA ALTERNA MALECÓN QUILICHE PARA MEJORAR LA TRANSITABILIDAD DE LA AV. RICARDO PALMA DE LA CIUDAD DE BAMBAMARCA – CAJAMARCA,2022”

El contenido del presente trabajo ha sido desarrollado tomándose en cuenta las normas técnicas sobre el estudio de los agregados y los conocimientos adquiridos durante nuestra formación profesional, junto a información obtenida de otras investigaciones, con la convicción de alcanzar el propósito del estudio.

Atentamente,

Br. Barboza Llamo, Walter Antonio

Br. Lavado Castillo, José Orlando

ÍNDICE

DEDICATORIA	iv
AGRADECIMIENTO	v
RESUMEN	vi
ABSTRACT	vii
PRESENTACIÓN	viii
ÍNDICE	ix
ÍNDICE DE TABLAS	xii
ÍNDICE DE FIGURAS	xiv
II. INTRODUCCIÓN	1
1.1. Realidad problemática	1
1.2. Objetivos	3
1.2.1. Objetivo general	3
1.2.2. Objetivos específicos.....	3
1.3. Justificación del Estudio	3
III. MARCO DE REFERENCIA	4
2.1. Antecedentes del estudio	4
2.1.1. Antecedentes internacionales	4
2.1.2. Antecedentes nacionales	5
2.1.3. Antecedentes locales	6
2.2. Marco teórico	7
2.2.1. Diseño geométrico y/o elementos geométricos.....	7
2.2.2. Pavimentos.	8
2.2.3. Diseño de Pavimentos.	9
2.2.4. Tráfico vial.	11

2.2.5.	Suelos	12
2.2.6.	Ensayos de laboratorio.....	14
2.3.	Marco conceptual.....	19
2.4.	Hipótesis	20
2.5.	Variables y operacionalización de variables	20
2.5.1.	Variable Independiente	20
2.5.2.	Operacionalización de las variables.....	21
IV.	METODOLOGÍA EMPLEADA	22
3.1.	Tipo y nivel de investigación.....	22
3.2.	Población y muestra de estudio	22
3.2.1.	Población	22
3.2.2.	Muestra	22
3.3.	Diseño de investigación.....	22
3.4.	Técnicas e instrumentos de investigación	23
3.5.	Procesamiento y análisis de datos.....	23
V.	PRESENTACIÓN DE RESULTADOS	50
4.1.	Análisis e interpretación de resultados.....	50
4.1.1.	Levantamiento topográfico	50
4.1.2.	Tráfico vehicular	51
4.1.3.	Elementos geométricos.....	51
4.1.4.	Propiedades del suelo	52
4.1.5.	Diseño del pavimento.....	53
4.1.6.	Simulación de las vías.....	55
4.1.7.	Presupuesto del pavimento.....	56
4.2.	Prueba de hipótesis	59
VI.	DISCUSIÓN DE RESULTADOS	60

VII. CONCLUSIONES	63
RECOMENDACIONES	64
REFERENCIAS BIBLIOGRÁFICAS	65
ANEXOS	69

ÍNDICE DE TABLAS

Tabla 1 Clasificación de suelos según el MTC.....	15
Tabla 2 Índice de plasticidad.....	17
Tabla 3 Operacionalización de variables.....	21
Tabla 4. Técnica e instrumento de recolección de datos.....	23
Tabla 5 Equipos empleados.....	24
Tabla 6 Personal técnico.....	24
Tabla 7 Información topográfica de los puntos BMs.....	26
Tabla 8 Volumen de corte y relleno.....	27
Tabla 9 Información general para conteo vehicular.....	30
Tabla 10 Resultados del conteo vehicular.....	30
Tabla 11 Tasa de crecimiento promedio de vehículos.....	31
Tabla 12 Vehículos promedio contados por día.....	32
Tabla 13 Tráfico acumulado en el primer año, en ejes equivalentes.....	33
Tabla 14 Propiedades físicas de las muestras de suelo.....	35
Tabla 15 Densidad seca de las muestras de suelo.....	35
Tabla 16 Contenido de humedad óptimo de las muestras de suelo.....	35
Tabla 17 C.B.R en las muestras de suelo.....	36
Tabla 18 Porcentaje de desgaste en las muestras de suelo.....	36
Tabla 19 Parámetros de diseño para el pavimento.....	39
Tabla 20 Parámetros de diseño para el pavimento.....	39
Tabla 21 Comparación de parámetros de simulación en VISSIM 2.1.....	44
Tabla 22 Metrados del pavimento.....	45
Tabla 23 Metrados del veredas y sardinel.....	47
Tabla 24 Análisis de costos unitarios del proyecto.....	48

Tabla 25 Pendientes y longitudes de tramos de la vía.....	51
Tabla 26 Parámetros del tráfico vehicular.	51
Tabla 27 Características del los componentes geométricos.....	52
Tabla 28 Propiedades físicas y mecánicas del suelo.....	53
Tabla 29 Propiedades físicas y mecánicas del suelo.....	54
Tabla 30 Comparación de parámetros de simulación en VISSIM 2.1.	55
Tabla 31 Comparación de mejora en tiempo y distancia de la vía.	56
Tabla 32 Presupuesto del proyecto.	57

ÍNDICE DE FIGURAS

Figura 1	Esquema General de los elementos Geométricos de la vía.....	8
Figura 2	Pavimentos rígidos	9
Figura 3	Esquema de pavimento flexible y rígido.....	10
Figura 4	Clasificación de suelos según su origen	13
Figura 5	Clasificación de los suelos por su granulometría.....	14
Figura 6	Límites de Atterberg.....	16
Figura 7	Signos convencionales para perfil de calicatas-clasificación AASHTO	18
Figura 8	Signos convencionales para perfil de calicatas-clasificación SUCS	18
Figura 9	Usamos Diagrama para calcular el “K”.....	37
Figura 10	Cálculo de “K” por perdida potencial de soporte corregido	38
Figura 11	Dibujo de la vía en condición actual en VISSIM 2.1	40
Figura 12	Detalles de intersecciones de la vía de estudio.....	41
Figura 13	Esquema tridimensional de la vía actual en VISSIM	41
Figura 14	Dibujo de la propuesta en VISSIM 2.1	42
Figura 15	Detalles de intersecciones de la propuesta	43
Figura 16	Esquema tridimensional de la propuesta en VISSIM	44
Figura 17	Criterios a considerar en el diseño del pavimento rígido.....	54
Figura 18	Esquema del pavimento rígido.....	55

I. INTRODUCCIÓN

1.1. Realidad problemática

Con la evolución del transporte nace la “Ingeniería de tránsito” con el fin de lograr una planificación integral del transporte, para realizar el proyecto, la explotación de las redes viales y las infraestructuras complementarias como: carreteras, terminales y estacionamientos, etc. Y zonas que comparten las mismas características, así como la relación con otros medios de transporte (Rafael Cal y Mayor Reyes, 2007). La ingeniería de tránsito nace gracias a conocimientos profesionales para identificar las características y los problemas que se desarrollan en una determinada vía, con la ingeniería de tránsito podemos mejorar la transitabilidad y solucionar los problemas para compensar la necesidad de la población solucionando los problemas que lo afectan.

En la actualidad podemos apreciar gracias a estudios realizados que existen varios problemas que no permiten que se realice de una forma adecuada la transitabilidad de los vehículos, porque anteriormente las vías fueron diseñadas para satisfacer la demanda vehicular que en ese momento existía, para aquel entonces las vías satisfacían los requerimientos de la localidad; hoy en día estas vías son las que generan diferentes problemas como congestión vehicular, accidentes vehiculares, etc. Estos problemas se generan en diferentes partes del mundo, porque las vías no satisfacen la demanda vehicular que actualmente existe gracias al crecimiento considerable del transporte.

En nuestro país con una gran población podemos apreciar que existe problemas de tránsito que generan una mala calidad de vida para las personas, que son generados por el gran crecimiento del parque automotor donde la carga vehicular actual ha sobrepasado el diseño urbano, que ocasionan un desorden vehicular provocando una congestión vehicular saturada debido al incremento del parque automotor y se requiere de un largo tiempo de viaje, estos problemas podemos solucionarlo con una adecuada renovación de las vías, para reducir

tiempos de viaje, reducir los accidentes de tránsito, y reducir las pérdidas económicas de las población, para lograr alcanzar que nuestro país alcance un mejor transporte terrestre.

En los ocho últimos años, especialmente desde el año 2013, la ciudad de Bambamarca capital de distrito de Cajamarca ha experimentado problemas de congestión vehicular, demoras para trasladarse de un lugar a otro y accidentes de tránsito, que se generan a partir de un aumento del parque automotor y de la demanda del transporte vial, particularmente debido a su crecimiento poblacional y expansión urbana, esta congestión de tránsito surge por un mayor acceso al transporte tanto de vehículos livianos y pesados generando problemas que perturba a los conductores y a los peatones, ocasionando una gran pérdida de eficiencia y seguridad vial y otros aspectos negativos para la sociedad.

Para desarrollar nuestra investigación nos enfocaremos en una de las vías con mayor congestión vehicular en la ciudad de Bambamarca donde el flujo vehicular de esta vía en estudio se ve saturado debido al gran exceso que ha elevado la demanda vehicular, incrementando el tiempo de viaje y atascamientos, este fenómeno sucede frecuentemente en las horas punta u horas pico, y esto afecta a los conductores y peatones; este congestionamiento vehicular genera consecuencias que se denotan en accidentes de tránsito a pesar que los automóviles no circulan con una velocidad que sobrepase los límites. Nuestra investigación consiste en realizar un estudio topográfico, un estudio vehicular, un estudio de suelos y una simulación para realizar el diseño geométrico y estructural del pavimento de la vía en mención, para posteriormente medir de qué manera influye este diseño en la transitabilidad.

Ante ello, surge la siguiente pregunta de investigación: ¿De qué manera el diseño de la vía alterna Malecón Quiliche influye en la transitabilidad de la avenida Ricardo Palma de la ciudad de Bambamarca-Cajamarca?

1.2. Objetivos

1.2.1. Objetivo general

Realizar el diseño de la Vía Alternativa Malecón Quiliche para mejorar la transitabilidad de la Av. Ricardo Palma de la ciudad de Bambamarca – Cajamarca, 2022.

1.2.2. Objetivos específicos

Verificar los componentes geométricos de la Vía Alternativa Malecón Quiliche.

Realizar el diseño estructural del pavimento de la Vía Alternativa Malecón Quiliche.

Determinar de qué manera mejora la transitabilidad mediante la simulación en VISSIM.

Determinar el presupuesto del diseño de la Vía Alternativa Malecón Quiliche.

1.3. Justificación del Estudio

Académico:

El presente estudio se justifica de manera académica dado que servirá de base para desarrollar los procesos y metodologías que servirán de apoyo y guía para los demás estudiantes o profesionales que quieran realizar proyectos de diseño estructural de pavimento.

Social:

Se justifica socialmente porque dará mucha relevancia en la sociedad, y brinda una excelente alternativa para poder mejorar el problema que actualmente tiene la avenida Ricardo Palma, donde aportará de manera sustancial en mejorar la transpirabilidad de vehículos en la avenida de estudio y la vía alterna.

II. MARCO DE REFERENCIA

2.1. Antecedentes del estudio

2.1.1. Antecedentes internacionales

Delgado, C & Rivera, L. (2018) en su tesis “Propuesta de diseño de pavimento rígido de la vía Virgen de Fátima – Naranjal (km 11)–Taura”, Ecuador. Tuvo por objetivo elaborar un diseño del pavimento rígido en su zona de estudio, basado en un método alternativo que en un futuro pueda ser implementado en otras construcciones. Teniendo como resultados del estudio geotécnico de las calicatas que la subrasante está conformada por suelos limosos con un IP bajo. Por otro lado, el espesor de la subrasante se calculó mediante el software StreetPave 12, obteniendo un espesor de 120 mm, con juntas cada 2.52 metros y para el método AASHTO el software WinPAS 12, dando como resultado un espesor de 130 mm con juntas cada 2.73 metros. Concluyendo que el método PCA obtiene un espesor de subrasante menor, asimismo el tiempo de vida del nuevo diseño es de 20 años y es más económico que un pavimento rígido convencional.

Ospina, J. (2018) en su tesis “Diseño estructural de pavimento rígido de las vías urbanas en el Municipio del Espinal–Departamento de Tolima”, Colombia. Tuvo por objetivo diseñar el pavimento de las vías urbanas de la zona de estudio. Como resultados obtuvo un espesor de la subcapa granular clase B SBG-50 = 22.50 cm, un espesor de la losa de concreto hidráulico MR 4.0 MPa = 25 cm. El aporte de su investigación fueron las dos propuestas de diseño de pavimento en base al tipo de vehículo que transita en la vía, contribuyendo al lector en qué tipo de procesos seguir para la revisión del cálculo de diseño. Concluyendo de los dos tipos de métodos usados para el diseño del pavimento, que el enfoque PCA es apropiado para ejecutar el diseño, tomando en consideración el tipo de vehículo que circula por la vía, así como las particularidades del lugar en el que se realizará el proyecto.

2.1.2. Antecedentes nacionales

Hanco, H. (2018) en su tesis "Estudio y diseño del pavimento rígido en la Av. Perú de la ciudad de Juliaca, tramo I Jr. Mantaro - Jr. Francisco Pizarro". Tuvo por objetivo establecer espesores de pavimento rígido que tengan un bajo costo y una vida útil considerable en la zona de estudio. Teniendo como resultados que de acuerdo al proyecto de investigación se ha realizado dos metodologías de cálculo AASHTO 93 y PCA, para establecer el espesor de la carpeta asfáltica. Con el método PCA los espesores asumidos son $E=16,17$ y 18 cm, la cual, realizado el análisis, se tiene dos opciones próximas a tomar $E=17$ y 18 cm, donde se toma el espesor de $E=18$ cm con equivalencia inmediata a 20 cm. Así mismo se realizó todos los cálculos con el método AASHTO 93 el espesor de la losa es de 17.45 cm, subbase 22.55 cm y sub rasante 30.00 cm. El aporte de esta investigación es presentar dos tipos de metodologías de cálculo, el cual aporta información para revisar el proceso de cálculo. Concluyendo que ambos métodos muestran diferente espesor de la losa de concreto.

Vega, D. (2018) en su tesis "Diseño de los pavimentos de la carretera de acceso al nuevo puerto de Yurimaguas (km 1+000 al 2+000)". Tuvo por objetivo implementar las metodologías AASHTO, IA y PCA en el diseño del pavimento del área de estudio. Se obtuvo mediante la metodología AASHTO, que el espesor de la carpeta asfáltica es de: $4''-5''$, una base granular con un espesor: $15\text{cm}-30\text{cm}$, CBR:112%, subbase Granular con un espesor: $40\text{cm}-70\text{cm}$. CBR:29% y una Subrasante de espesor: 30 cm. CBR:6%. Así mismo se realizó el cálculo con la metodología (IA), teniendo como resultado una carpeta asfáltica de espesor: $4''-5''$, una base granular con un espesor: $15\text{cm}-30\text{cm}$, CBR:112%, subbase Granular con un espesor: $65\text{cm}-95\text{cm}$. CBR:29% y una Subrasante de espesor: 30 cm. CBR:6%. Del mismo modo para el diseño del pavimento rígido con el AASHTO 93, se tiene un espesor: 28 cm, base granular de espesor: 15cm . CBR:112% y la subrasante de espesor: 30cm . CBR:6%; Y con el método PCA, se tiene como resultado la losa de concreto con espesor: 24cm , Base granular con espesor: 15cm . CBR: 112% y una subrasante de espesor: 30cm . CBR:6%. Concluyendo que

la diferencia entre las dos metodologías AASHTO Y AI. Y que el diseño con la metodología AASHTO contempla un costo menor.

Huanca y Rojas (2019), en su tesis “Propuesta de mejora del diseño vial del óvalo La Curva de Chorrillos validado con el software VISSIM-9.0”. Tuvo como objetivo principal plantear un diseño geométrico que perfeccione las condiciones de servicio actual y determine los problemas de tráfico vehicular en el óvalo La Curva, Chorrillos. Investigación del tipo descriptiva y explicativa, que cuenta con una muestra de todos los vehículos que transitan La curva Chorrillos en hora punta, usando instrumentos tales como cronómetro, cámara fotográfica, formatos de trabajo y cinta métrica. Se realizó el cálculo de aforo vehicular y se determinó la hora punta, para posteriormente construir, calibrar y validar el modelo que mejore el congestionamiento vehicular. El diseño propuesto que implica un cambio a desnivel fue la mejor solución para disminuir los problemas de tráfico vehicular.

2.1.3. Antecedentes locales

Basan, C. y Vargas, O. (2021) en su tesis “Diseño estructural de pavimentos para mejorar la transpirabilidad de las calles las Margaritas, 7 de julio y Ricardo Palma del barrio 1 en Alto Trujillo”. Tuvo por objetivo realizar el diseño estructural de un pavimento en base a la metodología AASHTO 93 para mejorar la transitabilidad de las calles que conforman la zona de estudio. Teniendo como resultados se obtuvo que la carpeta tendrá un espesor de 7,5cm, la base un espesor de 20cm y la subbase un espesor de 10cm, estos espesores contemplan un costo de ejecución de S/. 2,584,807.35 soles y tendría un tiempo de duración para su ejecución de 114 días. Por otro lado, si se usara una base de 20cm y una subbase de 10cm, este tendría un costo de s/. 3,259,059.76 y con 140 días de tiempo de ejecución.

Y su aporte que lograron fue realizar dos propuestas para el diseño de pavimentos, además de ello se determinó el costo de pavimento según el tipo y el tiempo de realización de

los mismos, el cual aporta información para revisar el proceso de cálculo. Concluyendo que el tiempo y costo de reconstrucción del pavimento flexible es menor al pavimento rígido.

Rojas, L. (2019) en su tesis “Propuesta de diseño de los pavimentos de la calle Fernando Belaunde Terry (km 0+000 a 1+000) Provincia de Jaén, Región de Cajamarca, 2019”. Tuvo como objetivos proponer el diseño de pavimentos rígidos y flexibles en zona de estudio y realizar una comparación de ambos en cuanto a costos. Teniendo como resultados que la topografía contó con pendiente de 0.10% al 5.7%. el estudio de tráfico determinó un IMDA de 858 vehículos /día, clasificándose como un camino de rango 8 (Tp8), asumiendo dos carriles de 6.00 m cada uno y una calzada, además en el estudio de mecánica de suelos de las 2 calicatas, se diferenciaron tres tipos de estratos, obteniendo luego el ensayo en la calicata N°1 un CBR de 8.70% (suelo limoso) y de la calicata N° 2 un CBR de 25.20% (suelo arena arcilla – limosa), el cual se eligió el CBR promedio de 17% proporcionada a una subrasante buena. Así mismo se determinó que la mejor propuesta de diseño es el pavimento flexible usando el AASHTO 93 la cual presenta un presupuesto de S/.906,871.75, concluyendo que el pavimento rígido tiene un costo menor

2.2. Marco teórico

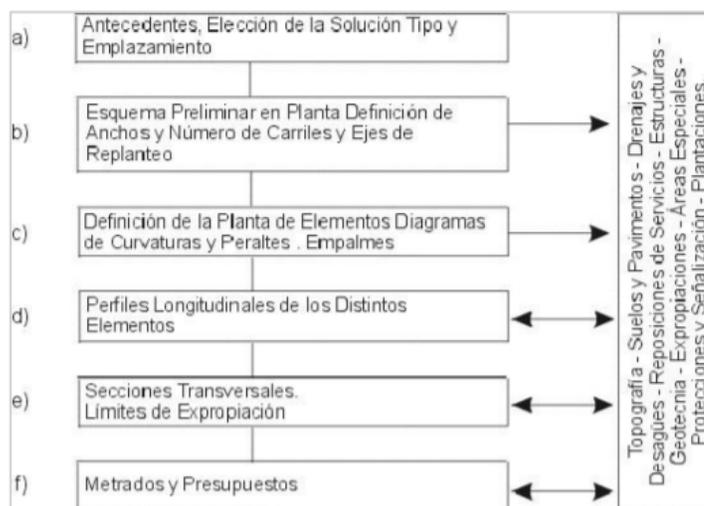
2.2.1. Diseño geométrico y/o elementos geométricos.

Para el diseño geométrico se toma en cuenta los criterios encontrados en los manuales y normas que admitan el buen funcionamiento e integración con el lugar, con la economía y que permita posibles ampliaciones en un futuro. (Chávez, 2005)

Criterios de Diseño Geométrico

Esquema General de Diseño. En la figura 4 se exhibe la secuencia general que se debe tener en cuenta para comprender el diseño geométrico.

Figura 1
Esquema General de los elementos Geométricos de la vía



Nota. MTC (2018)

Criterios Generales de Diseño. Se debe tener en cuenta la capacidad de los flujos emergentes y las vías, diseño en perfil, planta y de la sección transversal.

2.2.2. Pavimentos.

Está formado por una serie de capas apiladas horizontalmente, que se encuentran técnicamente diseñadas y construidas a partir de materiales compactados y adecuados. Estas estructuras estratificadas se ubican sobre suelos de cimentación de caminos debido a la excavación y relleno durante la exploración y deben resistir adecuadamente las fuerzas debidas a las frecuentes cargas de tráfico transmitidas durante el periodo para el cual se diseña la estructura de pavimentación (Gutiérrez Lázares, 2021).

Tipo de pavimento.

●Pavimentos flexibles.

Desde la perspectiva del área de construcción, según Cardoza-Zambrano et al., (2019) un pavimento flexible hace referencia a los cimientos horizontales de una estructura específica que sirve de soporte para personas, animales o cualquier mueble y puede estar recubierto de

diferentes materiales; respecto al proceso de elaboración, está construido en base a materiales menos rígidos y débiles (generalmente menos que el hormigón), más flexibles en cuanto a deformación, que transmiten las cargas de forma más centralizada, dispersando la carga total en un área de soporte más pequeña para el proceso productivo.

●Pavimentos semirrígidos.

Según Montejo (2002), guardan básicamente una estructura igual al pavimento flexible, pero a diferencia del flexible en este una de sus capas es rigidizada con un aditivo con el fin de mejorar sus propiedades mecánicas, por lo que su costo es más elevado.

●Pavimentos rígidos.

Según Mecías et al. (2018) está formado por una losa de concreto hidráulico, que se encuentra ubicado encima del terreno o de la capa conocida como subcapa maciza del pavimento. Debido a que el hormigón hidráulico tiene un módulo de elasticidad y rigidez elevado, la tensión se distribuye en una amplia zona. Además, tiene una cierta resistencia a la tracción y la actitud del pavimento sólido es satisfactoria incluso con la existencia de puntos frágiles en el suelo.

Figura 2
Pavimentos rígidos



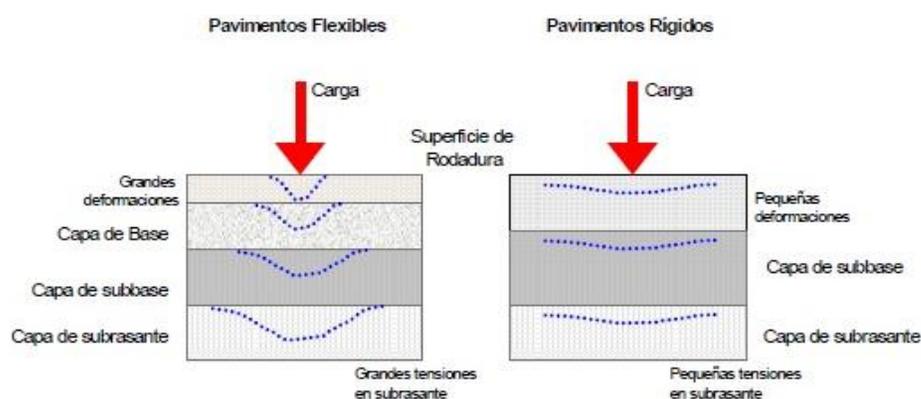
Nota. Ministerio de transportes y comunicaciones (2013).

2.2.3. Diseño de Pavimentos.

La subrasante, según Peng et al. (2020), sirve como base de la construcción del pavimento y evita las presiones producidas debido a la carga del tráfico. El diseño es una operación donde el componente estructural (carpeta, base, losa, subrasante, subbase) de la

carretera dependen de la naturaleza de la subrasante. La comprensión del comportamiento integrante de los suelos de subrasante es fundamental para predecir con precisión el rendimiento del pavimento. Se cree que la subrasante es elástica lineal en el diseño de pavimento estándar. No obstante, varias investigaciones encontraron que el suelo de la subrasante es de forma no lineal su comportamiento, significando que el módulo del suelo de la subrasante se ve afectado por la humedad y tensión.

Figura 3
Esquema de pavimento flexible y rígido



Nota. (Peng et al., 2020)

Diseño de pavimentos rígidos.

Metodología de diseño AASHTO 1993.

De acuerdo con la técnica AASHTO 1993, para construcciones nuevas, el pavimento comienza a servir en un nivel alto hasta que el servicio disminuye debido a las cargas de tráfico repetidas a lo largo del tiempo. La técnica requiere que se mantenga un nivel de servicio del período de diseño. (Manual de Carreteras, 2014, p.224).

Los espesores de las losas de concreto se asumen iterativamente hasta encontrar equilibrio en la ecuación AASHTO 93. El espesor de hormigón tiene la finalidad de soportar, al final calculado, el paso de un número específico de cargas sin crear una degradación en el nivel de servicio que sea inferior a la esperada. (Manual de Carreteras, 2014, p.224).

Ec.1:

$$W_{8.2} = Z_R S_O + 7.35 \text{Log}_{10}(D + 25.4) - 10.39 + \frac{\text{Log}_{10}\left(\frac{\Delta PSI}{4.5 - 1.5}\right)}{1 + \frac{1.25 \times 10^{19}}{(D + 25.4)^{8.46}}} + (4.22 - 0.32 P_t) x \left[\frac{M_r C_{dx} (0.09 D^{0.75} - 1.132)}{1.51 x J \left(0.09 D^{0.75} - \frac{7.38}{(E_c / K)^{0.25}} \right)} \right]$$

2.2.4. Tráfico vial.**Estudio de tráfico.**

Bañón y Beviá (2000) indica que colabora a realizar un acertado planeamiento y un correcto diseño viario, de esta manera tendremos mejor fluidez y un ordenamiento de la velocidad de los vehículos.

Asimismo, el IMDA (Índice de Medio Anual) es la finalidad de un estudio de tráfico, en el cual primero se realiza el conteo vehicular por 7 días, luego de ello se realiza el procesamiento de datos tomados en el campo y se identifican tramos (Fustamante, 2019).

Capacidad Vial.

Chávez (2005) manifiesta que para hallar la capacidad de una red viaria urbana se requiere conocer sus particularidades geométricas y particularidades del movimiento vehicular.

Una disposición que tiene el sistema vial es la de brindar un servicio a la demanda de tránsito esto sería capacidad u oferta.

El tiempo que se utiliza frecuentemente para el estudio de capacidad es de 15 minutos, se piensa que es el intervalo más corto donde se muestra un flujo seguro. También es importante ver el tipo de infraestructura de la vía dado que se analizará y de acuerdo a esto se determinará procedimientos para el cálculo de su capacidad.

Estrada & Rodriguez (2018) nos comenta que el flujo conexo y flujo inconexo solo son tipos de caminos, ya que no describen la calidad del flujo vehicular que circula en ella, por tanto, la capacidad es limitada por el área física y por el tiempo que permite la variedad de desplazamientos de la corriente de tránsito.

Claúsulas prevalecientes.

Según Chávez (2005) las condiciones más sobresalientes son las siguientes:

La estructura vial. Están relacionadas con los rasgos físicos de una carretera, características geométricas, crecimiento del entorno, velocidad del proyecto y tipo de terreno de la obra.

Tránsito. Es el reparto del tránsito en un determinado espacio y tiempo, y en su composición encontramos vehículos ligeros, camiones, autobuses y vehículos para uso personal.

Inspección. Son los dispositivos que tienen como función controlar el tráfico.

a. Velocidad de diseño.

Velocidad seleccionada para el trazo de las carreteras, teniendo en cuenta que la velocidad máxima con la que se puede conducir con seguridad debe encontrarse dentro del rango de esta (Ministerio de Transporte y Comunicaciones, 2018).

2.2.5. Suelos.

Es un módulo antiguo de construcción, sin embargo, es el material de ingeniería difícil, que requiere numerosas fases de investigación de características físicas y mecánicas, que se requiere en la construcción. así como la repavimentación de carreteras (Gutiérrez Lázares, 2021).

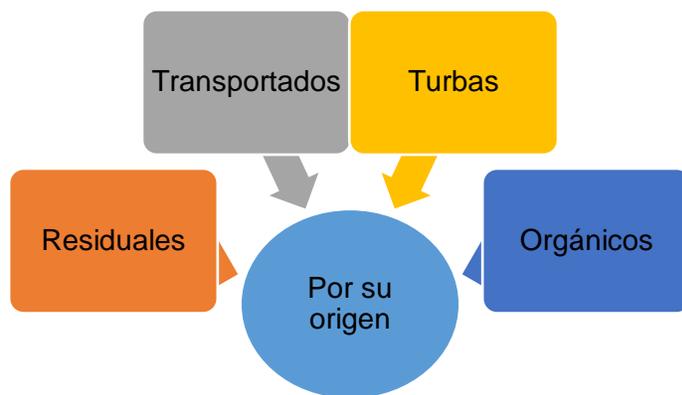
Debido a que el suelo está expuesto a los elementos, para Macías et al. (2018), está mezclado de minerales en varias formas, materia orgánica, y diversos componentes formados como resultado de la meteorización.

Se debe realizar un análisis del suelo para obtener una subrasante funcionalmente compatible teniendo en cuenta las normas vigentes. Para garantizar el correcto comportamiento del pavimento, es fundamental conocer sus cualidades, ya que es el cimiento de la estructura y soportará las cargas de la estructura (Gutiérrez Lázares, 2021).

La meteorización es una ocurrencia común en los suelos el cual es una prioridad de investigación. Debido a que las rocas utilizadas en la construcción son vulnerables a los procesos de durabilidad y meteorización, es transcendental analizarlas inicialmente. En base a lo mencionado, es factible determinar el tipo de piedra apropiada del proyecto. Debido a que están presentes todo tipo de cargas de construcción, es vital comprender las cualidades del subsuelo, porque la tierra es responsable de sobrellevar estas cargas y sirve como base de la estructura para la construcción (Macías et al., 2018).

Los suelos, según Macías et al. (2018), se catalogan según el origen en residuos, que constituyen las rocas y persisten en la superficie, o trasladados, que se generan como consecuencia de la movilización del viento y del agua. Los suelos orgánicos, que están hechos de suelo inorgánico y turba, se forman a través de materia orgánica descompuesta.

Figura 4
Clasificación de suelos según su origen

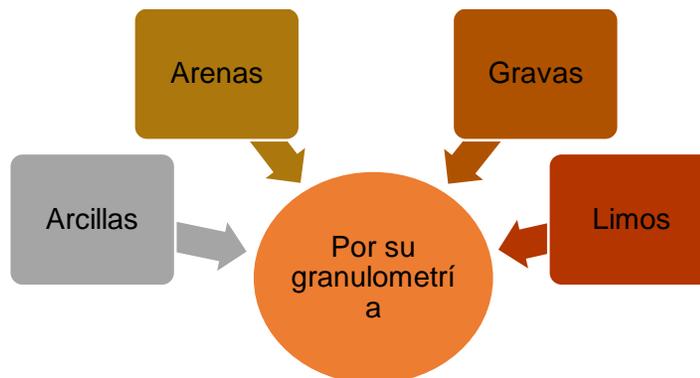


Nota. Elaboración propia

Su clasificación se da en cuatro tipos según su tamaño de grano: arcilla, grava, arena y limo. Las arcillas son materiales de silicato de aluminio hidratado con características de plasticidad, cambio de compresibilidad y volumen. Las arenas están compuestas por materiales muy finos que contienen cantos rodados y minerales, y cuando se prueban con el método de granulometría, pertenecen a aquellas que pasan la malla de 5 mm pero se mantienen en la malla de 2 mm. Las gravas están compuestas por materiales con mallas que

van desde los 2 hasta los 64 mm. Los limos es aquel polvo en estado líquido con una fluidez de hasta el 50% compuesta por rocas inorgánicas (Moreno, 2019).

Figura 5
Clasificación de los suelos por su granulometría



Nota. Elaboración propia

2.2.6. Ensayos de laboratorio.

Determinación del contenido de humedad.

Es la relación, del peso del agua con las partículas sólidas en una masa dada del suelo, expresada porcentualmente; dicho contenido se calcula, según la **ecuación 4**. (Manual de Ensayo de Materiales; 2016, p. 49).

Ec. 4.

$$W = \frac{M_{CWS} - M_{CS}}{M_{CS} - M_C} \times 100 = \frac{M_w}{M_s} \times 100$$

Donde:

W = es el contenido de humedad, (%)

M_{CWS} = es el peso de contenedor más el suelo húmedo, en gramos

M_{CS} = es el peso del contenedor más el suelo secado en horno, en gramos

M_C = es el peso del contenedor, en gramos

M_w = es el peso del agua, en gramos

M_s = es el peso de las partículas sólidas, en gramos

Análisis granulométrico.

Los agregados se miden por granulometría, la cual se realiza por tamizado de acuerdo con la MTC EM-107. Se realizan análisis granulométricos para evaluar la cantidad de los constituyentes que componen el suelo, categorizado en función de su tamaño (MTC, 2013).

Tabla 1

Clasificación de suelos según el MTC

Tipo de Material		Tamaño de las partículas
	Grava	Desde 75 mm a 4.75 mm
		Gruesa: desde 4.75mm a 2.00mm
	Arena	Media: desde 2.00mm a 0.425mm
		Fina: desde 0.425 mm a 0.075mm
Material fino	Limo	Desde 0.075mm a 0.005mm
	Arcilla	Inferior a 0.005mm

Nota. (Ministerio de transportes y comunicaciones, 2013)

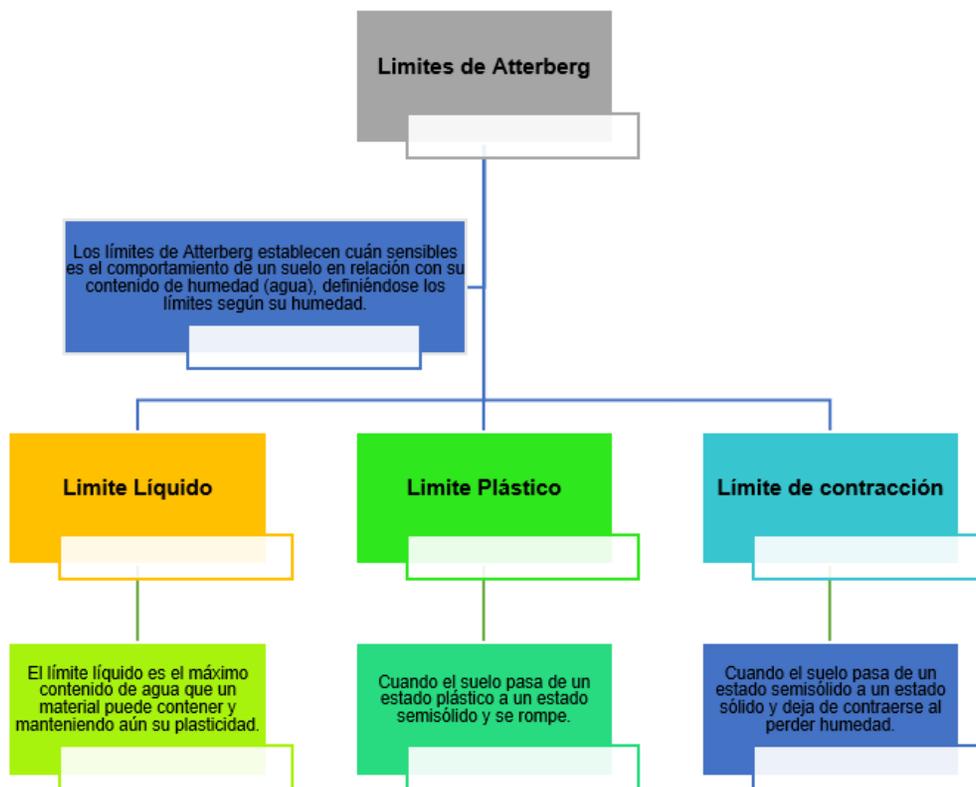
Gravedad específica de los sólidos.

Es el peso de un cierto volumen de material dividido por el peso de una cantidad igual de agua (20°C). Esto muestra cuán pesada o liviana es la sustancia en relación con el agua. El agua destilada o desmineralizada es necesaria para un análisis más confiable y todas las mediciones deben tomarse a una temperatura determinada. La gravedad específica generalmente se aplica simplemente a la proporción de suelo que atraviesa la malla No. 4. Según Menéndez, J. (2009, p.15).

Determinación del límite líquido, plástico y determinación del índice de plasticidad.

El estudio granulométrico no permite comprender esta característica, por lo que se debe calcular el límite de Atterberg. El siguiente diagrama muestra las limitaciones de Atterberg según lo define el Manual de Carreteras. (Ministerio de transportes y comunicaciones, 2013).

Figura 6
Límites de Atterberg



Nota. Manual de Carreteras (Ministerio de transportes y comunicaciones, 2013).

Índice de plasticidad (IP).

El MTC (2013) categoriza los suelos en base al índice de plasticidad, definiendo los límites de Atterberg, los cuales son los siguientes:

Ec. 5

$$IP = LL - LP$$

Donde:

LP: Límite plástico

LL: Límite líquido

Tabla 2
Índice de plasticidad

Índice de Plasticidad	Plasticidad	Característica
IP mayor a 20	Alta	Demasiados arcillosos
IP menor a 20 IP mayor a 7	Media	Arcillosos
IP menor a 7	Baja	Bajo contenido de arcilla plasticidad
IP igual a 0	No plástico (NP)	Sin arcilla

Nota. (Ministerio de transportes y comunicaciones, 2013)

Ensayo de relación esfuerzo densidad Proctor modificado (ensayo de compactación).

Según Menéndez, J. (2009, p.16) la compactación es la actividad de aumentar el número de sólidos por unidad de volumen de suelo mediante procesos mecánicos. que es un procedimiento básico de construcción de subrasante, terraplenes, pavimentos, y obras similares.

El aumento de la densidad mejora las cualidades del suelo, como la resistividad, la permeabilidad y la compresibilidad. La densidad del suelo se utiliza para calcular el nivel de compactación (peso unitario seco). Según Menéndez, J. (2009, p.16).

Ensayo de CBR.

Debido a que la firmeza del suelo está relacionada con la densidad y humedad, se realizan estudios de suelo que cubren el estudio de CBR. (Ministerio de transportes y comunicaciones, 2013).

Luego, se realiza la clasificación de los suelos con el sistema AASHTO Y SUCS (MTC, 2013).

a. Descripción de la clasificación de los suelos.

Los suelos descubiertos estarán clasificados y caracterizados acorde con la metodología vial; la categorización será ordenada por SUCS y AASHTO (Manual de Carreteras, 2014, p.31).

Figura 7
Signos convencionales para perfil de calicatas-clasificación AASHTO

Simbología	Clasificación	Simbología	Clasificación
	A - 1 - a		A - 5
	A - 1 - b		A - 6
	A - 3		A - 7 - 5
	A - 2 - 4		A - 7 - 6
	A - 2 - 5		Materia Orgánica
	A - 2 - 6		Roca Sana
	A - 2 - 7		Roca Desintegrada
	A - 4		

Nota. simbología AASHTO

Figura 8
Signos convencionales para perfil de calicatas-clasificación SUCS

	Grava bien graduada, mezcla de grava con poco o nada de materia fina, variación en tamaños granulares		Materiales finos sin plasticidad o con plasticidad muy bajo
	Grava mal graduada, mezcla de arena-grava con poco o nada de material fino		Arena arcillosa, mezcla de arena-arcillosa
	Grava limosa, mezcla de grava, arena limosa		Limo orgánico y arena muy fina, polvo de roca, arena fina limosa o arcillosa o limo arcilloso con ligera plasticidad
	Grava arcillosa, mezcla de grava-arena-arcilla; grava con material fino cantidad apreciable de material fino		Limo orgánico de plasticidad baja o mediana, arcilla grava, arcilla arenosa, arena limosa, arcilla magra
	Arena bien graduada, arena con grava, poco o nada de material fino. Arena limpia poco o nada de material fino, amplia variación en tamaños granulares y cantidades de partículas en tamaños intermedios		Limo orgánico y arcilla limosa orgánica, baja plasticidad
	Arena mal graduada con grava poco o nada de material fino. Un tamaño predominante o una serie de tamaños con ausencia de partículas intermedias		Limo inorgánico, suelo fino gravoso o limoso, micacea o diatometacea, limo elástico
	Arcilla inorgánica de elevada plasticidad, arcilla gravosa		
	Arcilla orgánica de mediana o elevada plasticidad, limo orgánico		
	Turba, suelo considerablemente orgánico		

Nota. Manual de Ensayos de Materiales – Norma MTC E101, 2014, p.19.

2.3. Marco conceptual

Subrasante

Aquel terreno ubicado en la zona superior de un terreno natural (Instituto de la Construcción y Gerencia, 2019).

Estabilización de suelos

Proceso de mejora de las propiedades de los suelos en secciones para hacerlos más estables (Instituto de la Construcción y Gerencia, 2019).

Pavimento

Es aquella composición de capas ubicadas en la zona superior del terreno (Instituto de la Construcción y Gerencia, 2019).

Pavimento flexible

Conformada por 1 o más capas de mezclas asfálticas (Instituto de la Construcción y Gerencia, 2019).

Contenido de humedad

Es aquel porcentaje de agua de una proporción del suelo (Varon, 2005).

Granulometría

Distribución y tamaño de partículas de diversos tamaños del agregado (Ministerio de transportes y comunicaciones, 2013).

Suelo

Porción de la cortezuela terrestre concertada de materia prima biológica, minerales en diversas formas y diversos componentes formados como resultado de la meteorización (Macías et al., 2018).

Compactación

Facilita llegar al índice de consistencia del volumen (SENCICO, 2018).

Estabilidad funcional del suelo

Es el que realiza el material del suelo actual manteniendo su estructura y contenido esencial (SENCICO, 2018).

Estabilización por combinación de suelos

Establece la disposición de materia prima del suelo a fin de brindar características de mejor soporte (SENCICO, 2018).

2.4. Hipótesis

El diseño de la Vía Alternativa Malecón Quiliche mejora entre 40% a 45% la transitabilidad de la Av. Ricardo Palma de la ciudad de Bambamarca – Cajamarca, 2022.

2.5. Variables y operacionalización de variables**2.5.1. Variable Independiente**

Diseño de la Vía Alternativa Malecón Quiliche.

2.5.2. Operacionalización de las variables

Tabla 3

Operacionalización de variables

VARIABLE	DEFINICIÓN CONCEPTUAL	DIMENSIONES	INDICADORES	ESCALA DE MEDICIÓN	INSTRUMENTOS
Variable Independiente Diseño de la vía	Diseñar una vía implica determinar e integrar los elementos geométricos que la componen (Ministerio de Transporte y Comunicaciones, 2018)	Elementos geométricos	Estudio topográfico Estudio de tráfico	Nominal Vehículos/día	DRON-Estación total
		Diseño del pavimento	Estudio de suelos	Nominal	Equipos de laboratorio
			Diseño estructural del pavimento	Nominal	Normativa
		Presupuesto del diseño de la vía	Metrado y ACU	m3-soles	Normas
		Simulación vehicular	Tiempo y distancia de viaje	segundos - metros	VISSIM 2.1.

Nota. Elaboración propia, 2022.

III. METODOLOGÍA EMPLEADA

3.1. Tipo y nivel de investigación

3.1.1. Tipo de investigación

La investigación es de tipo aplicada, dado que se evaluó la mejora de la transitabilidad a través del diseño de una vía. Según Taboada (2017) una investigación es aplicada dado que explora, estudia, indaga y analiza un tema poco tocado anteriormente.

3.1.2. Nivel de investigación

Según Hernández (2018) una investigación descriptiva tiene por finalidad especificar las propiedades y características de personas, grupos o fenómenos que se sometan a un análisis. El nivel es descriptivo, ya que también se va a describió los procedimientos llevados a cabo en los diversos estudios, así mismo se describió el proceso llevado a cabo en los cálculos y diseño de la vía.

3.2. Población y muestra de estudio

3.2.1. Población

La cantidad de la población de estudio considerada en el tramo de la Av. Ricardo Palma y calle Malecón Quiliche.

3.2.2. Muestra

La muestra obtenida del tramo de la Av. Ricardo Palma que consta de ocho cuadras donde encontramos dos intersecciones y seis pasajes donde no transitan vehículos.

3.3. Diseño de investigación

El diseño de la presente es no experimental, ya que solo se representará la mejora de la transitabilidad a nivel de simulación.

Según Hernández (2018) el estudio tiene un diseño no experimental, puesto que no se realizará la manipulación de las variables.

3.4. Técnicas e instrumentos de investigación

El presente estudio empleó como técnica la observación. La observación nos permite reunir datos para la realización del diseño del pavimento, del estudio de tráfico y estudio de suelos.

Datos secundarios obtenidos por otros investigadores nos permite tener más información del tema por ejemplo cómo realizar el diseño estructural del pavimento. Estos datos los podemos obtener mediante la revisión de normas, manuales, libros entre otros documentos físicos o virtuales que ayudarán a lograr el objetivo de estudio. Los instrumentos de recolección es la ficha de observación, los cuales contendrán información de acuerdo a los ensayos que se realicen.

Tabla 4.

Técnica e instrumento de recolección de datos

Técnica	Instrumento
Observación	Ficha de observación

Nota. Elaboración propia

3.5. Procesamiento y análisis de datos

El presente estudio implementó como análisis de datos estadístico el método descriptivo, dado que se describirán los resultados y procedimientos de los estudios, tales como estudio de suelos, de tráfico y topográfico. Es descriptivo porque las anotaciones recopiladas son descritas tal cual como se observa en un determinado período, esto concuerda con: Hernández, Fernández, & Baptista (2014, pág. 154), “se toman datos en un tiempo fijo” y “no se pueden manipular pues cada dato se trata individualmente”. Por lo que, será necesario detallar el procedimiento de cada estudio considerado previamente al desarrollo de cada objetivo.

3.5.1. Levantamiento topográfico

El terreno de estudio en la Vía Alternativa Malecón Quiliche, se presencia una superficie de pendiente leve con un relieve uniforme con poca vegetación. Por lo que, para el desarrollo del levantamiento topográfico, fue necesario considerar los siguientes equipos y personal requerido.

a) Equipos y personal empleado

Tabla 5
Equipos empleados

Cantidad	Unidad	Descripción
01	Und	Estación Total Topcon GTS 204
01	Und	GPS Garmin modelo Etrex 10
01	Und	Prismas
01	Und	Jalones
01	Und	Computadora Laptop
01	Und	Winchas de 5 m
01	Und	Winchas de 50 m

Nota. Elaboración propia, 2022.

Tabla 6
Personal técnico

Cantidad	Descripción
01	Bach. Walter Antonio Barboza Llamo
01	Bach. José Orlando Lavado Castillo
01	Técnico en topografía
02	Porta prismas

Nota. Elaboración propia, 2022.

b) Procedimientos

En cuanto a los procedimientos en el levantamiento topográfico, fue necesario considerar como actividades a lo siguiente:

- Se realizó el reconocimiento del área de estudio para realizar el conteo de viviendas, beneficiarios, y otras características del mismo lugar de estudio.
- Se realizó el levantamiento topográfico para determinar las coordenadas del lugar de estudio mediante la identificación de estas coordenadas UTM en el Datum Horizontal WGS-84 en puntos específicos denominados BMs que se encuentren cercanos, para realizar la unión de estos para identificar las condiciones del lugar.
- Registro y procesamiento de los puntos topográficos con el fin de unir estos puntos para formar poligonales que sirvan de apoyo y elaboración de planos respectivos.

d) Análisis y procesamiento de la información de campo

Para el análisis y procesamiento de todos los resultados obtenidos en gabinete consideró como apoyo al software TOPCON LINKS, con el fin de extraer todos los puntos registrados. En este caso, la data topográfica obtenida del levantamiento topográfico realizado en campo en el lugar de estudio estuvo conformada por 742 puntos, en la que se identificaron sus coordenadas (Norte, Este) y sus cotas.

d) Puntos de apoyo

Los puntos que conformaron la data topográfica fueron extraídos en Microsoft Office Excel, con el fin de formar su poligonal abierta de las vías de estudio teniendo como apoyo a 10 puntos BMs, como se detalla en la siguiente tabla.

Tabla 7
Información topográfica de los puntos BMs

Ítem	Descripción	Este	Norte	Cota
1	BM1	773973.355	9261369.88	2505.4281
2	BM2	773971.441	9261371.58	2505.6835
3	BM3	773838.984	9261448.2	2517.0505
4	BM4	773833.179	9261449.9	2517.3719
5	BM5	773651.727	9261567.88	2520.0405
6	BM6	773645.921	9261569.25	2520.9047
7	BM7	773491.973	9261673.21	2527.4595
8	BM8	773488.602	9261675.47	2527.626
9	BM9	773411.983	9261686.35	2538.7545
10	BM10	773406.227	9261677.29	2542.1988

Nota. Elaboración propia, 2022.

Tabla 8
Volumen de corte y relleno.

Progresiva	Volumen de Corte (-)	Volumen de Relleno (+)
0+000	-0.94	
0+020	-0.09	
0+040		+0.68
0+060		+1.12
0+080		+1.41
0+100		+1.10
0+120		+0.72
0+140		+0.21
0+160		+0.32
0+180		+0.64
0+200		+0.63
0+220		+0.38
0+240		+0.41
0+260		+0.84
0+280		+0.72
0+300		+0.51
0+320		+0.77
0+340		+0.61
0+360	-0.54	
0+380	-0.26	
0+400		+1.31
0+420		+1.38
0+440		+0.98
0+460		+0.58
0+480	-0.17	
0+500		+0.02
0+520		+0.22
0+540		+1.05
0+560		+0.80
0+580		+0.78
0+600		+1.18
0+620		+0.68
0+640	-1.66	
0+660	-2.62	
0+680		+0.11
0+700		+1.51
0+720		+2.34
0+740		+2.31
Volumen Total de Corte o Relleno	-6.28	+26.32

Nota. Elaboración propia, 2022.

Nota. Elaboración propia, 2022.

Asimismo, como se visualiza en la tabla anterior, se realizó la determinación de volumen de corte y volumen de relleno, la cual fue obtenido por el levantamiento topográfico, obteniendo valores de 6.28 m³ de corte y un valor de relleno de 26.32 m³.

3.5.2. Estudio de tráfico vehicular

En esta investigación realizó un conteo vehicular con la finalidad de realizar el tráfico vehicular permitiendo así la identificación de tipos de vehículos que pasan durante el día, y volumen de los mismos que se movilizan por cada día actualmente por las vías de estudio. Por lo que, después del procesamiento de resultados, en el trabajo de gabinete, se logró obtener el índice Medio Diario Anual (IMDA), el cual se logró registrar la ficha del conteo vehicular para tener la información requerida.

Asimismo, es importante mencionar que, el índice Medio Diario Anual o IMDA es aquel parámetro que se requiere para el diseño de infraestructuras según el Manual de Diseño Geométrico de Carreteras, actualizado del 2018 por el Ministerio de Transporte y Comunicaciones.

a) Recopilación de información en campo

La recopilación de información en campo estuvo basada en el conteo volumétrico de tráfico considerando la toma de información preestablecida tanto como día, fecha y hora del conteo realizado, así como cada tipo de vehículo identificado según su eje. Para ello, fue necesario identificar un punto específico de la vía para ser considerada como estación de conteo, la cual fue denominada como E-01 ubicado en Av. Ricardo Palma cuadra 1- Jr. Tinajas cuadra 1 en la Vía Alternativa Malecón Quiliche.

Tabla 9
Información general para conteo vehicular

Generalidades	Descripción
Tramo de la carretera	1
Sentido	Norte-Sur
Ubicación	Vía Alternativa Malecón Quiliche
Código de la Estación	E-1
Ubicación	Av. Ricardo Palma cdra. 1- Jr. Tinajas cdra. 1
Entrada	Av. Ricardo Palma (final de la avenida- cuadra 1)
Salida	Av. Ricardo Palma (cuadra 1- final de la avenida)
Período de Tiempo para Conteo	04/07/2022 - 10/07/2022

Nota. Elaboración propia, 2022.

b) Conteo vehicular de tráfico

Durante el conteo vehicular de tráfico se realiza después de haber realizado el reconocimiento del lugar de estudio, en este caso la Vía Alternativa Malecón Quiliche, en la que, permitió identificar puntos críticos para elegir el punto como estación, eligiendo así a la Av. Ricardo Palma cdra. 1- Jr. Tinajas cdra. 1. Asimismo, se procedió a evaluar el flujo vehicular existente teniendo en consideración los formatos elaborados de conteo de tráfico, en la que, se muestra la siguiente tabla resumen.

Tabla 10
Resultados del conteo vehicular

Tipo de Vehículo	06/07	09/07	10/07	Total
Autos	306	283	250	839
Pick UP	687	907	1,001	2,595
Rural Combi	313	254	261	828
Micro	14	8	0	22
Bus 3E	2	0	0	2
Camión 2E	224	176	147	547
Camión 3E	42	18	17	77
Camión 4E	0	29	13	42
Semi Trayler 2S3	1	0	0	1
Semi Trayler 3S3	14	20	21	55
TOTAL	1603	1695	1710	5,008

Nota. Elaboración propia, 2022.

De esta manera, se logra identificar que el día domingo 10/07 existió un mayor volumen de tráfico vehicular, al contar con un valor de 1710 veh/día. A diferencia del día miércoles 06/07, con un volumen de 1603 veh/día. De esta manera, se logra evidenciar que, los días de fin de semana, como domingo, existe mayor flujo de movilización de vehículos.

Asimismo, dentro de los diversos vehículos identificados que transitan en las calles, se consideró a la camioneta "Pick up", aquel tipo de vehículo con mayor cantidad de volumen que transita sobre esta Vía Alternativa Malecón Quiliche.

c) Tasa de crecimiento de vehículos

En la presente investigación se ha considerado utilizar un factor como la tasa de crecimiento de vehículos con el fin de determinar el Índice Medio Diario Anual por el Ministerio de Transporte y Comunicaciones- PROVIAS Nacional. Estos factores son elegidos según la vía o tramo de estudio, en este caso, debido a su ubicación se consideran las siguientes tasas de crecimiento.

Tabla 11
Tasa de crecimiento promedio de vehículos

Descripción	Valor
Tasa Crecimiento Vehículos ligeros	0.57%
Tasa Crecimiento. Vehículos pesados	1.29%
Promedio de tasa de crecimiento	1.22%

Nota. Ministerio de Transporte y Comunicaciones (2017).

d) Cálculo del Índice Medio Diario, Índice Medio Diario Semanal e índice Medio Diario Anual

Una vez teniendo la información del conteo vehicular sin la aplicación del factor de corrección, se calcula el índice Medio Diario Anual, representando el tráfico actual en la vía de estudio. Sin embargo, para ello, es necesario obtener el índice medio diario y el índice medio semanal, por lo que, a continuación, se detalla el procedimiento para la obtención final del IMDA. En la siguiente tabla, se visualiza:

Tabla 12
Vehículos promedio contados por día.

Descripción	Cantidad
Volumen de vehículos 06/07/2022	1,603.00
Volumen de vehículos 09/07/2022	1,695.00
Volumen de vehículos 10/07/2022	1,710.00
Sumatoria de vehículos contados	5,008.00
Promedio de vehículos por día (TVC)	1,669.33

Nota. Elaboración propia, 2022.

Para el cálculo del índice medio diario, fue necesario contar con los valores de VPD: Volumen Promedio Diario, TVC: Total de vehículos contados por día y TCH: Total de horas promedio contados, para ser utilizados en la siguiente ecuación:

Ecuación 1: Índice Medio Diario (VPD)

$$VPD = \frac{TVC}{TCH} * 24$$

$$VPD = \frac{1.669.33}{8} * 24$$

$$VPD = 5008$$

Asimismo, para la obtención del índice medio diario semanal, fue necesario el valor VPD que representa al índice medio diario, el cual obtuvo un promedio de 1,669.33 vehículos diarios.

Ecuación 2: Índice Medio Diario Semanal (IMDS)

$$IMDS = \frac{VPD * 7}{\# \text{ Días}}$$

$$IMDS = \frac{5008 * 7}{7}$$

$$IMDS = 5008$$

Finalmente, considerando el índice medio diario semanal obtenido por un valor de 5008 vehículos, se puede obtener el índice medio diario anual que es afectado por un factor de

crecimiento promedio de los vehículos ligeros y pesados, que fue determinado con un valor de 1.22% calculado anteriormente.

Ecuación 3: Índice Medio Diario Anual (IMDA)

$$IMDA = IMDS * FC$$

$$IMDA = 5008 * 1.22$$

$$IMDA = 6109.76$$

e) Cálculo del ESAL

Para la obtención del ESAL, se consideró de importancia la obtención de las tasas de crecimiento de cada tipo de vehículo identificado anteriormente, en la cual para vehículo ligeros fue un valor de 0.57% y para vehículos pesados un valor de 1.29%. Para así calcular los factores del ESAL, factor de carril, factor direccional según sus sentidos, número de calzadas y carriles por cada sentido.

Para ello, se muestra la siguiente distribución porcentual del tráfico actual según el tipo de vehículo.

Tabla 13

Tráfico acumulado en el primer año, en ejes equivalentes.

Descripción	IMDA	EEb2	IMDA x EEb2
Vehículo B2	7.33	3.529	25.87
Vehículo B3	2.00	3.071	6.15
Vehículo C2	182.33	3.529	643.45
Vehículo C3	25.67	3.406	87.44
Vehículo C4	14.00	4.958	69.42
Vehículo 2S3	1.00	6.513	6.52
Vehículo 3S3	18.33	6.390	117.13
	IMDi		955.98
	$\sum EEi = IMDi \times Fd \times Fc \times Fp$		477.99
	$\sum EEi = 955.98 \times 0.50 \times 1.00 \times 1.00$		

Nota. Elaboración propia, 2022.

Para la obtención del cálculo del tráfico W18 fue necesario considerar el cálculo del indicador "Fca" Factor de crecimiento acumulado, el cual se detalla a continuación:

Ecuación 4: Cálculo del Fca

$$Fca = \frac{(1+r)^n - 1}{r}$$

Donde: r= Tasa de crecimiento promedio (%) y n= periodo de diseño: 20 años. Por lo que, se llegó a obtener un factor de crecimiento acumulado de 22.49

$$Fca = \frac{(1+1.22\%)^{20} - 1}{1.22\%} = 22.49$$

Una vez obtenido el factor de crecimiento acumulado, se puede obtener el cálculo de tráfico W18 o ESAL (#EE), como se detalla a continuación:

Ecuación 5: Cálculo de tráfico W18 o ESAL

$$W18 = \sum EEi \times Fca \times \#días.$$

$$W18 = 477.99 \times 22.49 \times 365$$

$$W18 = 3,922,984.79 \text{ EE.}$$

3.5.3. Estudio de suelo

El presente estudio de suelos se enfocó en realizar el estudio de las muestras que han sido extraídas de dos calicatas realizadas en la Vía Alternativa Malecón Quiliche, con el fin de identificar las propiedades físicas y mecánicas de estas mismas. Los resultados obtenidos en laboratorio fueron plasmados para la determinación de las condiciones y características del suelo obtenido de dos calicatas C-1 y C-2 a una profundidad de 1.50 m.

A continuación, se podrá visualizar los resultados obtenidos de su clasificación del suelo basado del análisis granulométrico, contenido de humedad e índice de plasticidad.

Tabla 14*Propiedades físicas de las muestras de suelo.*

Descripción	C-01	C-02
Ubicación	Av. Ricardo Palma-Bambamarca	Av. Ricardo Palma-Bambamarca
Profundidad	0.00 – 1.50	0.20 – 1.50
Índice de grupo	0	0
	A-2-4	A-2-4
Clasificación AASHTO	Grava y arena arcillosa o limosa	Grava y arena arcillosa o limosa
Clasificación Unificada	Arena arcillosa con grava SC	Arena limosa con grava SM
Contenido de humedad	9.82%	13.12%
Índice de plasticidad (LL-LP)	8.20%	3.63%

Nota. Elaboración propia, 2022.

En cuanto a sus propiedades mecánicas, estas muestras de suelo de estudio identificaron valores de su máxima densidad seca y su porcentaje de humedad óptimo mediante el ensayo de proctor modificado.

Tabla 15*Densidad seca de las muestras de suelo.*

	1	2	3	4
C- 01	2.13 gr/cm ³	1.98 gr/cm ³	1.83 gr/cm ³	1.84 gr/cm ³
C- 02	2.14 gr/cm ³	1.94 gr/cm ³	1.83 gr/cm ³	1.84 gr/cm ³

Nota. Elaboración propia, 2022.**Tabla 16***Contenido de humedad óptimo de las muestras de suelo.*

	1	2	3	4
C- 01	11.64 %	8.90 %	8.81 %	13.80 %
C- 02	11.64 %	8.90 %	8.81 %	13.80 %

Nota. Elaboración propia, 2022.

Finalmente, en el ensayo de California Bearing Ratio (CBR) llegaron a obtener un valor de CBR por cada muestra de suelo, como se detalla a continuación.

Tabla 17*C.B. R en las muestras de suelo.*

Calicata	Expansión (%)	COH (%)	MDS al 100%	MDS al 95%	C.B.R al 100%	C.B.R al 95%
C-01	0.98%	11.64%	2.14 gr/cc	2.03 gr/cc	22.60%	21.07%
C-02	0.75%	11.64%	2.14 gr/cc	2.04 gr/cc	25.15%	21.72%

Nota. Elaboración propia, 2022.

Durante el ensayo de desgaste a la abrasión se realizó bajo el cumplimiento de la Norma ASTM C-535, como se detalla a continuación.

Tabla 18*Porcentaje de desgaste en las muestras de suelo.*

Calicata	Desgaste (%)
C-01	47.79 %
C-02	47.37 %

Nota. Elaboración propia, 2022.

3.5.4. Diseño estructural del pavimento

En esta investigación, se consideró necesario determinar el módulo de reacción de la subrasante "K", se obtuvieron valores diferentes de CBR. Así mismo para la subrasante se consideró un espesor de 20.00 cm.

$$ME = MR$$

Habiendo obtenido valores de $CBR_1 = 22.60$ y $CBR_2 = 25.15$

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

$$ME = 2555 * 23.88^{0.64} = 19,468.52 \text{ lb/m}^2$$

$$MR_1 = 2555 * 22.60^{0.64} = 18,794.05 \text{ lb/m}^2$$

$$MR_2 = 2555 * 25.15^{0.64} = 20,124.97 \text{ lb/m}^2$$

Figura 9
usamos Diagrama para calcular el "K"

Highway Pavement Structural Design

II-39

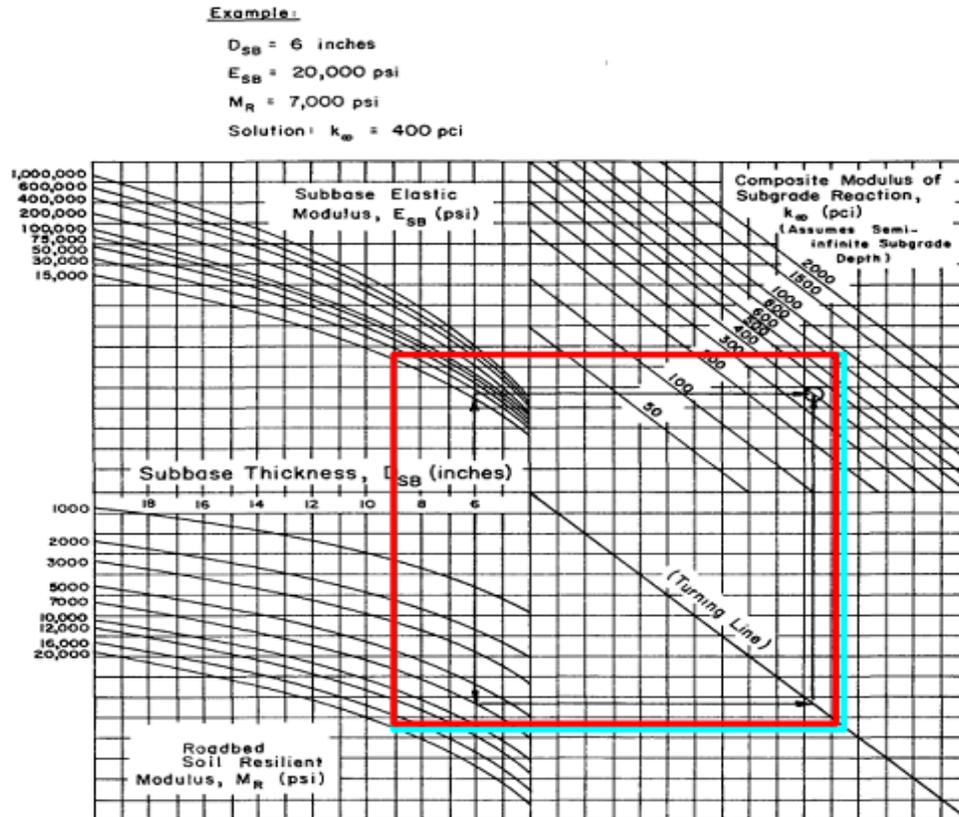


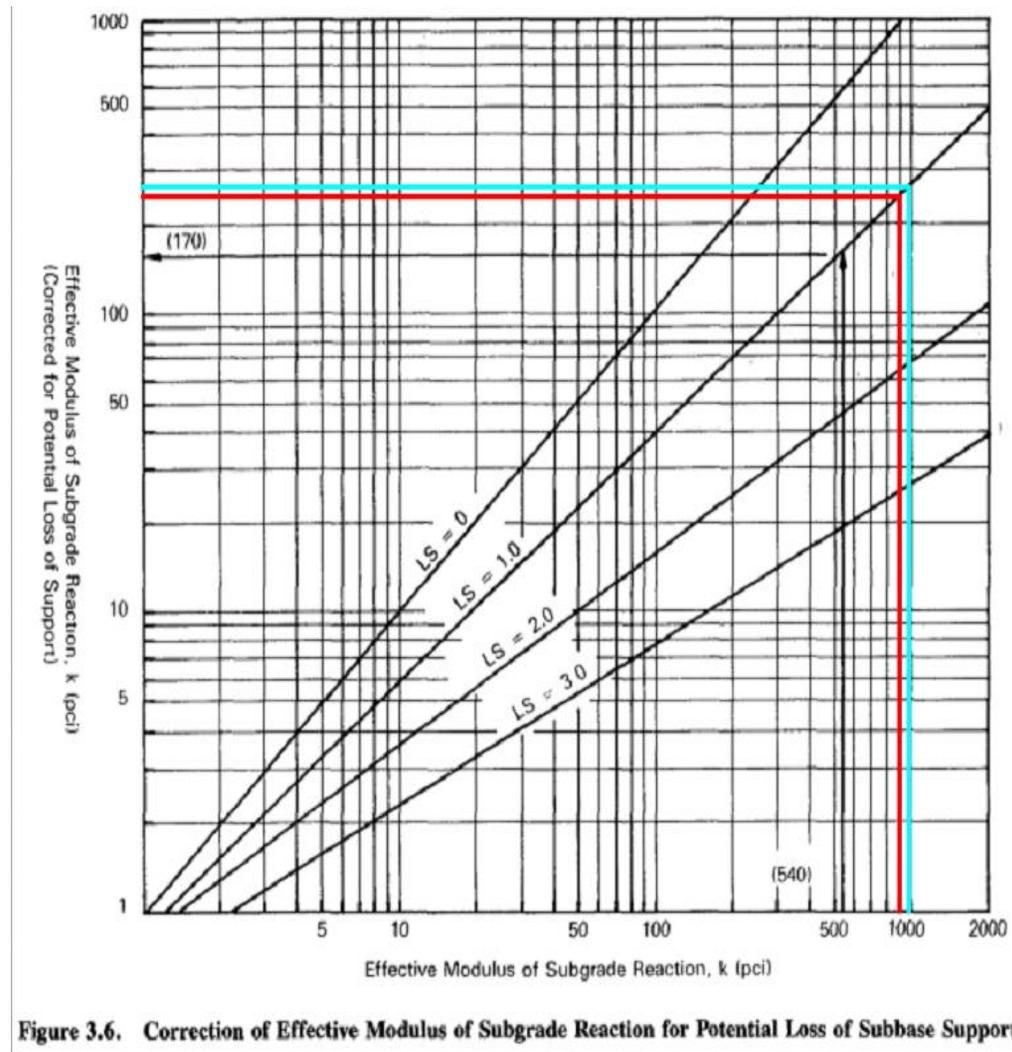
Figure 3.3. Chart for Estimating Composite Modulus of Subgrade Reaction, k_w , Assuming a Semi-Infinite Subgrade Depth. (For practical purposes, a semi-infinite depth is considered to be greater than 10 feet below the surface of the subgrade.)

$$K1 = 900 \text{ psi}$$

$$K2 = 990 \text{ psi}$$

Nota. Elaboración propia, 2022.

Figura 10
Cálculo de "K" por pérdida potencial de soporte corregido



$$K1 = 260 \text{ psi}$$

$$K2 = 270 \text{ psi}$$

Nota. Elaboración propia, 2022.

De esta manera, se realizó la determinación de los valores de módulo de reacción de la subrasante "k", considerando así los siguientes parámetros de diseño para el pavimento rígido.

Tabla 19*Parámetros de diseño para el pavimento.*

Parámetros de diseño		Valor	
Módulo de reacción de subrasante	K1 =	260 psi	
Módulo de reacción de subrasante	K2 =	270 psi	
Módulo de elasticidad del concreto	Ec =	3.12E+06 psi	
Módulo de rotura al flexo tracción	S'c =	640.05 lb/in ²	
Transferencia de carga	J =	3.8	
Coefficiente de drenaje	Cd =	1.00	
Pérdida de serviciabilidad	Δpsi =	1.80	
Confiability	R =	85%	
Desviación estándar	So =	0.35	
ESAL o W18	EE =	3.92E+06 ESAL	

Nota. Elaboración propia, 2022.

Teniendo en consideración los parámetros de diseño para pavimento rígido, se llega a obtener el valor de espesor de losa en pulgadas y en centímetros, como se visualiza en la siguiente tabla.

Tabla 20*Parámetros de diseño para el pavimento.*

Espesor de las capas de losa			
D1	=	7.2 in	18.29 cm
D2	=	7.4 in	18.80 cm

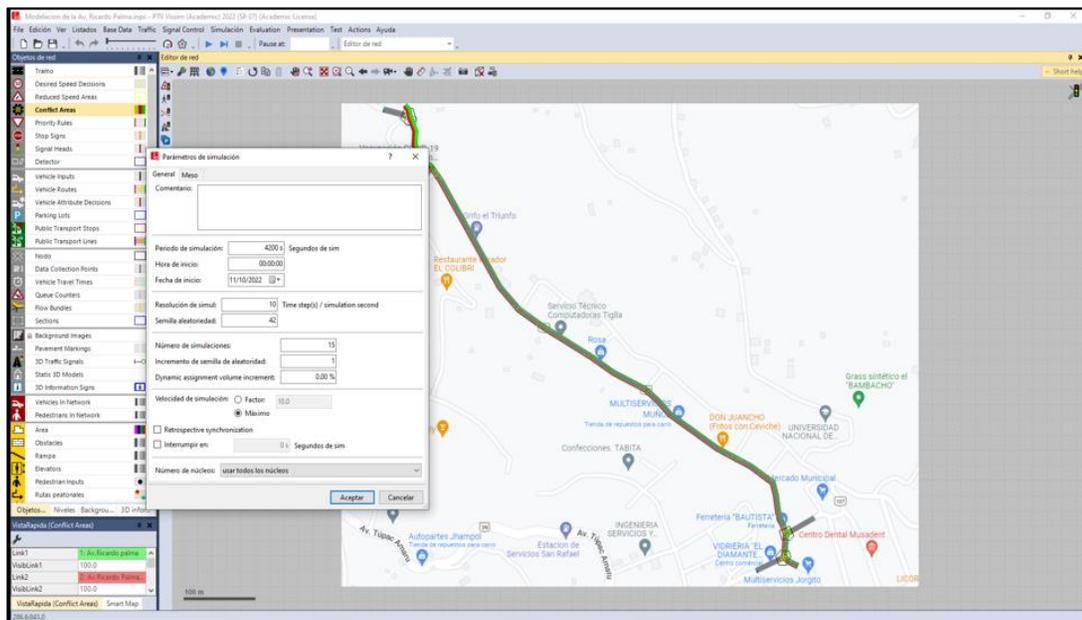
Nota. Elaboración propia, 2022.

3.5.4.1. Simulación en VISSIM 2.1.

La simulación en VISSIM 2.1, tuvo como objetivo representar la condición actual y proyectar la propuesta de pavimentación, con el fin de diferenciar los tiempos y duración de recorrido de los vehículos que participan o emplean estas vías. Primero se realizó el modelado

en su condición actual, como se visualiza en la siguiente figura, insertando los parámetros de simulación necesarios considerando la situación actual.

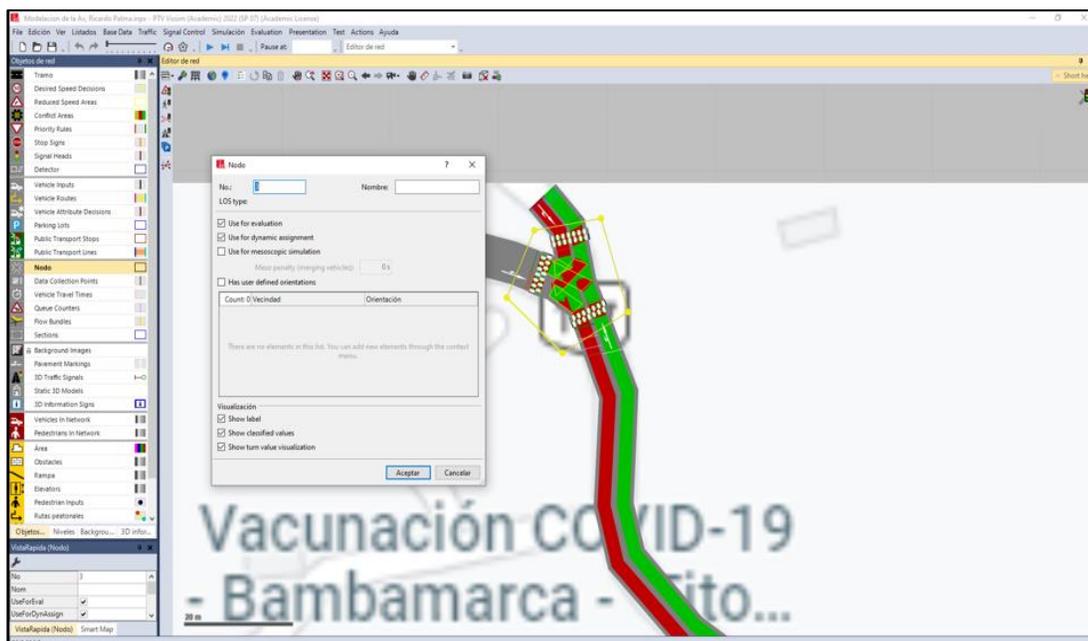
Figura 11
Dibujo de la vía en condición actual en VISSIM 2.1



Nota. Elaboración propia, 2022.

Asimismo, se realizó el dibujo de los detalles de intersecciones, señalización de marcas en el pavimento del sentido de vías, entre otros detalles de importancia para representar la condición actual.

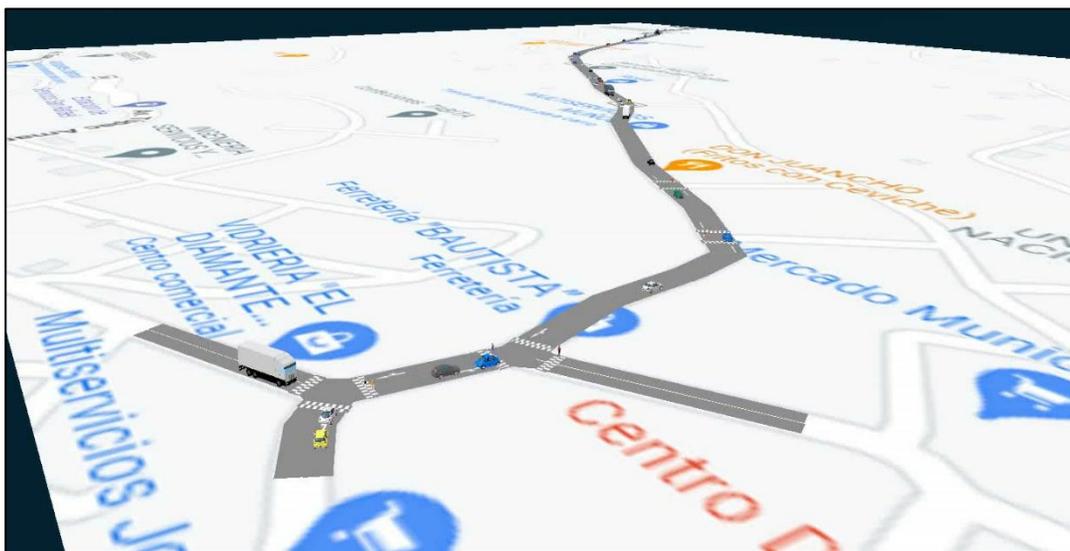
Figura 12
Detalles de intersecciones de la vía de estudio



Nota. Elaboración propia, 2022.

Finalmente, se puede visualizar el dibujo tridimensional en VISSIM 2.1., el que se adjunta a continuación:

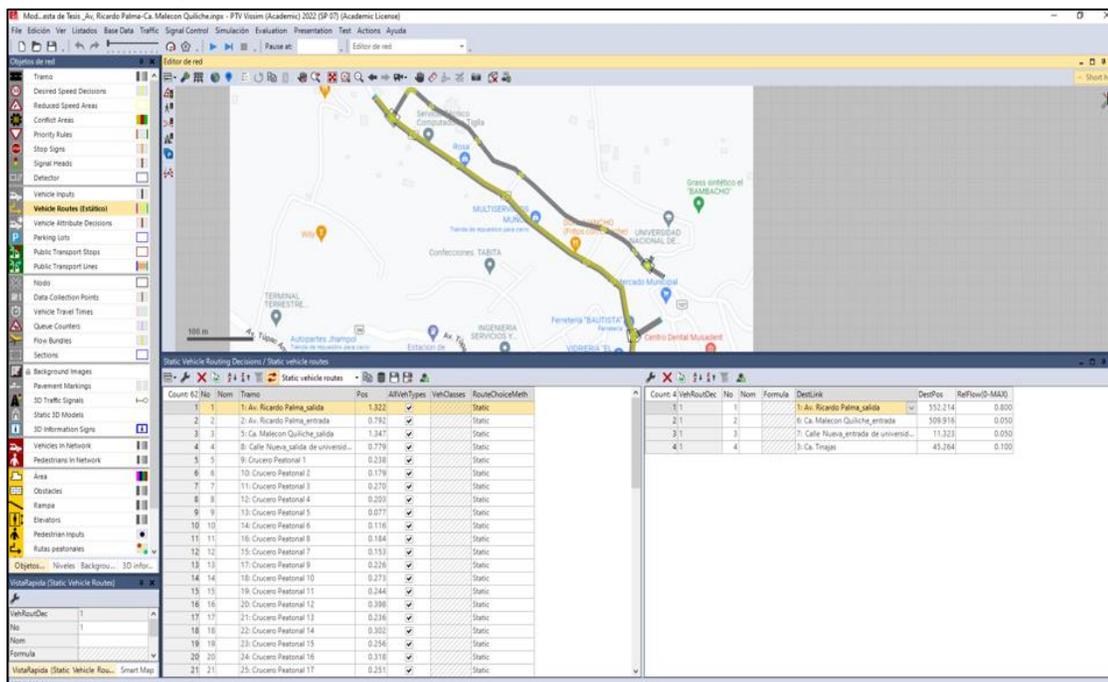
Figura 13
Esquema tridimensional de la vía actual en VISSIM



Nota. Elaboración propia, 2022.

En el caso de la propuesta elaborada, se consideró proyectar la condición que presentaría la misma ante el diseño del pavimento de la Vía Alternativa Malecón Quiliche en el software VISSIM 2.1, con el fin de obtener tiempos y distancias reales ante la condición propuesta.

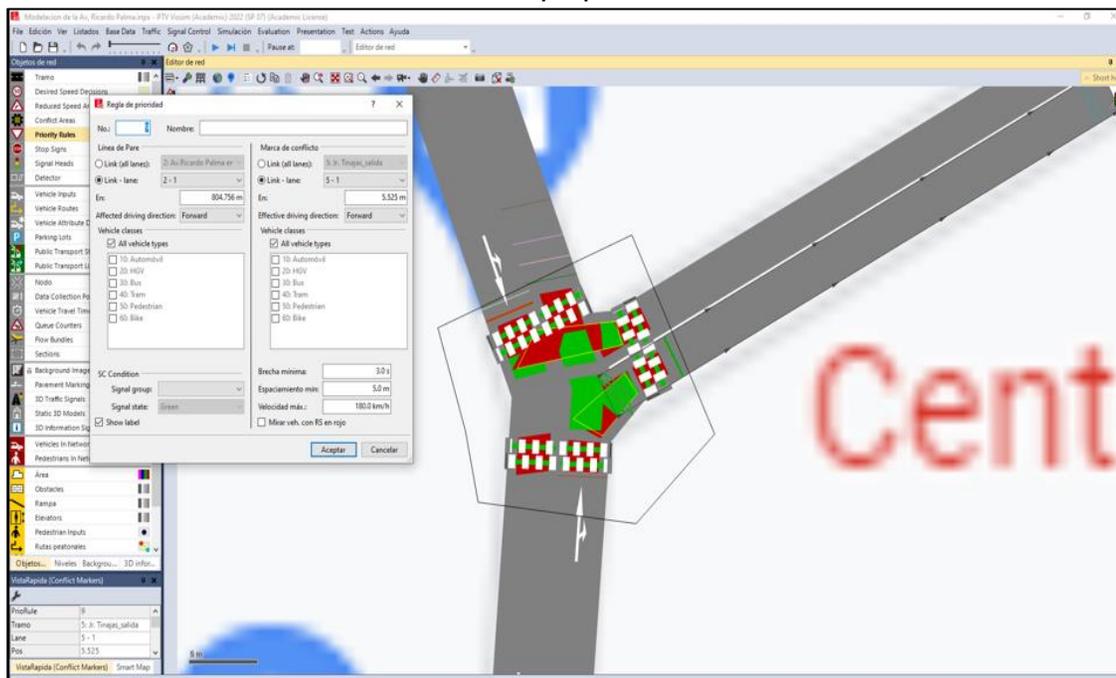
Figura 14
Dibujo de la propuesta en VISSIM 2.1



Nota. Elaboración propia, 2022.

Para ello, fue necesario dibujar los detalles de la misma, tanto en las intersecciones adicionales de la vía, entre otros.

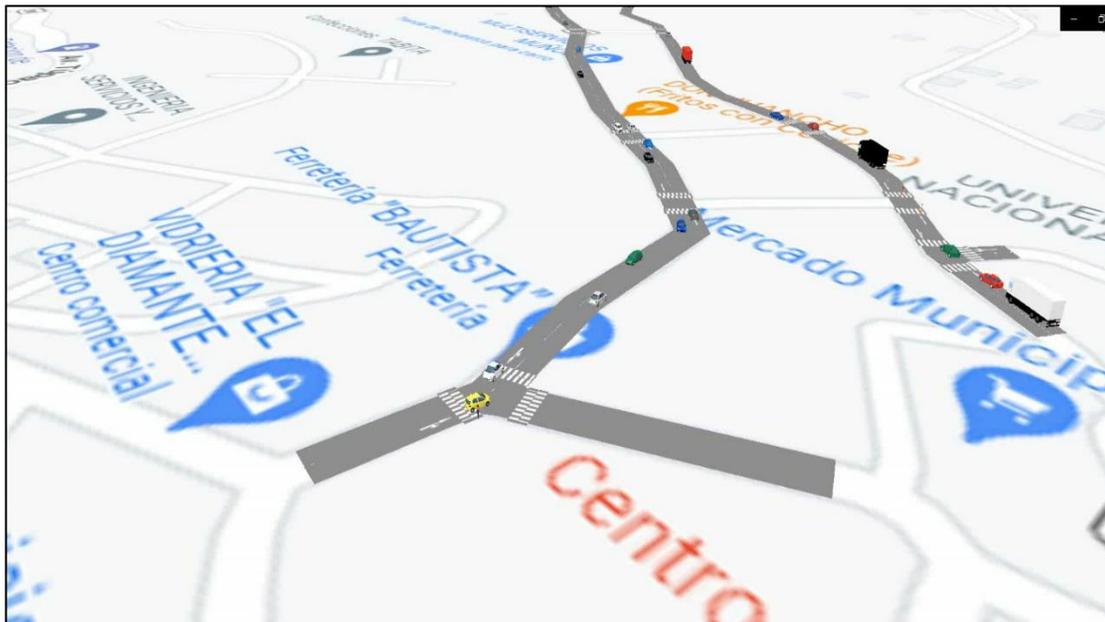
Figura 15
 Detalles de intersecciones de la propuesta



Nota. Elaboración propia, 2022.

A continuación, se puede visualizar el esquema tridimensional de la propuesta proyectada ante la pavimentación de la Vía Alternativa Malecón Quiliche mediante el software VISSIM 2.1.

Figura 16
Esquema tridimensional de la propuesta en VISSIM



Nota. Elaboración propia, 2022.

Esta simulación mediante un modelado en VISSIM 2.1 se consideró el tipo de vehículo, cantidad de vehículos para obtener el tiempo y distancia considerada antes y después de la propuesta de pavimentación. Por lo que, se detalla a continuación en la siguiente tabla.

Tabla 21

Comparación de parámetros de simulación en VISSIM 2.1.

Tipo de vehículo	Cantidad de Vehículo	Tiempo	Distancia	Condición
1	429	382.72	773.32	Antes (sin propuesta)
	730	95.85	543.73	Después (con propuesta)
2	367	149.21	778.47	Antes (sin propuesta)
	1500	102.77	542.23	Después (con propuesta)

Nota. Elaboración propia, 2022.

De esta manera, se puede obtener que la propuesta elaborada reduce el tiempo y distancia para la transitabilidad por lo que, se puede determinar una mejora identificada mediante la simulación en VISSIM 2.1. tanto para el vehículo de tipo 1 y 2. Asimismo, se puede

determinar que, la cantidad de estos vehículos considerados es mayor después de la propuesta, a diferencia del antes sin considerar la propuesta, a pesar de considerar una menor cantidad de vehículos, la distancia y el tiempo el mayor.

3.5.4.2. Metrados de la propuesta

A continuación, se realiza la cuantificación de aquellas partidas que serán necesarias considerar para lograr el objetivo propuesto, en este caso del proyecto comprendido por pavimento, veredas y sardineles. En el caso de la presente propuesta se considerarán obras provisionales, trabajos preliminares, pavimento, drenajes y señalización vial.

Tabla 22

Metrados del pavimento.

DESCRIPCIÓN	UND.	TOTAL
<u>OBRAS PROVISIONALES</u>		
ALMACEN Y CASETA DE GUARDIANÍA	MES	1.00
MOVILIZACION Y DESMOVILIZACION DE EQUIPO	GLB	1.00
CARTEL DE OBRA (GIGANTOGRAFIA 8.50 X 3.60)	GLB	1.00
<u>TRABAJOS PRELIMINARES</u>		
LIMPIEZA DE TERRENO	M2	5,928.60
TRAZO Y REPLANTEO INICIAL	ML	723.00
TRAZO Y REPLANTEO DURANTE LA EJECUCIÓN DE OBRA	ML	723.00
SEÑALIZACIÓN DE SEGURIDAD DE OBRA INTERIOR DE CALLES Y/O DESVIO DE TRAFICO EN OBRA	GLB	2.00
SEÑALIZACIÓN DE SEGURIDAD DE OBRA EN ESQUINAS E INTERSECCIONES	UND	5.00
<u>PAVIMENTOS</u>		
MOVIMIENTO DE TIERRAS		
CORTE DE TERRENO A NIVEL DE SUBRASANTE	M3	3,811.00
RELLENO CON MATERIAL PROPIO CON EQUIPO	M3	393.74
MEJORAMIENTO Y COMPACTACIÓN DE SUB-RASANTE	M2	5,205.60
COLOCACIÓN, EXTENDIDO Y COMPACTACION DE SUB - BASE GRANULAR E=0.20 M	M2	5,205.60

COLOCACIÓN, EXTENDIDO Y COMPACTACION DE BASE GRANULAR E=0.20 M	M2	5,205.60
ELIMINACIÓN DE MATERIAL EXCEDENTE CON MAQUINARIA D PROM=80 M. + 25% ESP.	M3	4,370.01
LOSA DE CONCRETO (PAVIMENTO RIGIDO)		
CONCRETO F'C=210 KG/CM2 E=0.20 M, LOSA DE RODADURA	M3	737.46
ENCOFRADO Y DESENCOFRADO DE PAVIMENTO RÍGIDO	M2	443.50
CURADO DE CONCRETO EN LOSA DE PAVIMENTO CON YUTE	M2	3,043.83
JUNTAS DE DILATACIÓN		
DOWELLS, PASADORES LISOS Ø 5/8" Transversales	UND	3,098.57
JUNTAS ASFÁLTICAS LONGITUDINALES Y TRANSVERSALES	ML	1,807.50
CONCRETO SIMPLE		
RAMPAS P/ DISCAPACITADO + TAPAS CRUCE EN CUNETAS		
CONCRETO DE F'C=175 KG/CM2	M3	0.47
ENCOFRADO Y DESENCOFRADO	M2	2.16
ACERO fy=4,200 kg/cm2.	KG	13.68
<u>DRENAJES</u>		
CONCRETO DE F'C=210 KG/CM2 EN CUNETAS	M3	108.74
ENCOFRADO Y DESENCOFRADO DE CUNETAS	M2	361.00
JUNTAS ASFÁLTICAS EN CUNETAS	ML	1,732.80
SEÑALIZACION VIAL		
SEÑALIZACIÓN VERTICAL		
SEÑALIZACIÓN INFORMATIVA - NOMBRE DE CALLES EN INTERSECCIONES Y ESQUINAS	M2	5.00
SEÑALIZACIÓN REGLAMENTARIA - VELOCIDAD MÁXIMA	0.00	4.00
SEÑALIZACIÓN HORIZONTAL		
PINTURA ZONAL (CRUCE PEATONAL)	M2	36.00
PINTURA LINEAL E=0.10 BLANCO	M2	72.30

Nota. Elaboración propia, 2022.

Asimismo, como obras complementarias que permite brindar mayor viabilidad a la propuesta, se consideran veredas y sardineles de concreto, las cuales comprenden lo siguiente.

Tabla 23
Metrados de veredas y sardinel.

DESCRIPCIÓN	UND.	TOTAL
<u>VEREDAS DE CONCRETO</u>		
OBRAS PRELIMINARES		
TRAZO Y REPLANTEO EN VEREDAS	M2	1,446.00
MOVIMIENTO DE TIERRAS		
CORTE DE TERRENO MANUAL EN VEREDAS	M3	289.20
CONFORMACIÓN DE SUBRASANTE EN VEREDAS	M2	1,446.00
COLOCACIÓN, EXTENDIDO Y COMPACTACION DE BASE GRANULAR e=0.15M	M2	1,446.00
ELIMINACIÓN DE MATERIAL EXCEDENTE CON MAQUINARIA (DIST= 80 M) + 25% ESP	M3	361.50
OBRAS DE CONCRETO SIMPLE		
VEREDAS DE CONCRETO F'C=175 Kg/cm ² E=10 cm.	M3	170.62
ENCOFRADO Y DESENCOFRADO DE VEREDAS	M2	144.60
JUNTAS ASFÁLTICAS EN VEREDAS	ML	482.00

Nota. Elaboración propia, 2022.

Una vez contando con la cuantificación respectiva de cada partida de los títulos anteriormente mencionados, se elaboró los análisis de precios unitarios que obtienen el costo específico por cada partida.

3.5.4.3. Análisis de Precios Unitarios

Los análisis de precios unitarios o también denominado análisis de costos unitarios son aquellos precios de cada partida considerada en un proyecto comprendida por recursos como mano de obra, materiales, equipos, herramientas y subcontratos, por lo que, en la presente propuesta, se muestra a continuación.

Tabla 24*Análisis de costos unitarios del proyecto.*

Ítem	Descripción	Und.	Precio S/.
01	OBRAS PROVISIONALES		
01.01	ALMACEN Y CASETA DE GUARDIANÍA	MES	500.00
01.02	MOVILIZACION Y DESMOVILIZACION DE EQUIPO PESADO	GLB	49,550.00
01.03	CARTEL DE OBRA (GIGANTOGRAFÍA 8.50 X 3.60)	GLB	800.00
02	TRABAJOS PRELIMINARES		
02.01	LIMPIEZA DE TERRENO	m2	0.60
02.02	TRAZO Y REPLANTEO INICIAL	m	33.03
02.03	TRAZO Y REPLANTEO DE OBRA DURANTE LA EJECUCIÓN	m	33.58
02.04	SEÑALIZACIÓN DE SEGURIDAD DE OBRA EN INTERIOR DE CALLES	GLB	1,872.53
02.05	SEÑALIZACIÓN DE SEGURIDAD DE OBRA EN ESQUINAS E INTERSECCIONES	und	103.69
03	PAVIMENTOS		
03.01	MOVIMIENTO DE TIERRAS		
03.01.01	CORTE DE TERRENO A NIVEL DE SUB RASANTE	m3	17.17
03.01.02	RELLENO CON MATERIAL PROPIO CON EQUIPO	m3	109.90
03.01.03	MEJORAMIENTO Y COMPACTACIÓN DE SUB-RASANTE	m2	11.60
03.01.04	COLOCACIÓN, EXTENDIDO Y COMPACTACION DE SUB - BASE GRANULAR E=0.20 M.	m2	61.61
03.01.05	BASE GRANULAR E=0.20 M REND. =980 M2/DIA FACT. COMPACT. =1.20	m2	74.05
03.01.06	ELIMINACIÓN DE MATERIAL EXCEDENTE CON MAQUINARIA DPROM=30 M. + 25% ESP.	m3	25.80
03.02	LOSA DE CONCRETO (PAVIMENTO RIGIDO)		
03.02.01	CONCRETO F'C= 210 KG/CM2, E=0.20 M, LOSA DE RODADURA.	m3	614.31
03.02.02	ENCOFRADO Y DESENCOFRADO MADERA DE DOS USOS	m2	86.74
03.02.03	CURADO DE CONCRETO EN LOSA DE PAVIMENTO CON YUTE	m2	0.94
03.03	JUNTAS DE DILATACION		
03.03.01	DOWELLS - PASADORES LISOS Ø 5/8"	und	23.74

03.03.02	RELLENO DE JUNTAS LONGITUDINALES Y TRANSVERSALES	m	5.46
04	CONCRETO SIMPLE		
04.01	RAMPAS P/ DISCAPACITADO + TAPAS Cº		
04.01.01	CONCRETO DE F'C=175 KG/CM2	M3	580.70
04.01.02	ENCOFRADO Y DESENCOFRADO	m2	35.95
04.01.03	ACERO fy=4,200 kg/cm2.	kg	8.46
05	DRENAJES		
05.01	CUNETAS		
05.01.01	CONCRETO DE F'C=175 KG/CM2 INCL. ACABADOS C+A	M3	580.70
05.01.02	ENCOFRADO Y DESENCOFRADO	m2	35.95
05.01.03	JUNTAS ASFÁLTICAS	m	6.37
06	VEREDA DE CONCRETO		
06.01	OBRAS PRELIMINARES		
06.01.01	TRAZO Y REPLANTEO	m2	2.37
06.02	MOVIMIENTO DE TIERRAS		
06.02.01	CORTE DE TERRENO MANUAL EN VEREDAS	m3	16.07
06.02.02	CONFORMACIÓN DE SUBRASANTE EN VEREDAS	m2	4.01
06.02.03	COLOCACIÓN, EXTENDIDO Y COMPACTACION DE SUB - BASE GRANULAR E=0.10 M.	m2	69.01
06.02.04	ELIMINACION DE MATERIAL EXCEDENTE CON MAQUINARIA DPROM=30 M. + 25% ESP.	m3	25.80
06.03	OBRAS DE CONCRETO SIMPLE		
06.03.01	CONCRETO DE F'C=175 KG/CM2	M3	580.70
06.03.02	ENCOFRADO Y DESENCOFRADO	m2	35.95
06.03.03	JUNTAS ASFÁLTICAS	m	6.37
07	SEÑALIZACION VIAL		
07.01	SEÑALIZACIÓN VERTICAL		
07.01.01	SEÑALIZACIÓN INFORMATIVA - NOMBRE DE CALES EN INTERSECCIONES Y ESQUINAS	und	550.23
07.01.02	SEÑALIZACIÓN REGLAMENTARIA - VELOCIDAD MÁXIMA	und	537.62
07.02	SEÑALIZACIÓN HORIZONTAL		
07.02.01	PINTURA ZONAL (CRUCE PEATONAL)	m2	19.90
07.02.02	PINTURA LINEAL E=0.10 BLANCO	M2	19.90

Nota. Elaboración propia, 2022.

IV. PRESENTACIÓN DE RESULTADOS

4.1. Análisis e interpretación de resultados

Para la elaboración de la presente propuesta de diseño del pavimento, fue necesario realizar ensayos básicos de ingeniería previo para la obtención de información de las condiciones del lugar de estudio, para así realizar una adecuada propuesta. Asimismo, se planteó realizar una simulación tridimensional antes y después de la pavimentación de las vías de estudio. Finalmente, se realizó la evaluación económica mediante la elaboración de un presupuesto de la propuesta.

4.1.1. Levantamiento topográfico

En el levantamiento topográfico se consideró 10 puntos BMs las cuales cuentan con cotas entre los 2505.4281 m.s.n.m a 2542.1988 m.s.n.m. Asimismo se puede considerar que el punto BM1 tiene unas coordenadas de 9261369.88N, 773973.355E y el último punto BM10 comprendió unas coordenadas de 9261677.29N y 773406.227E.

Del levantamiento topográfico, se logró obtener las pendientes y longitudes reales en la condición actual del lugar donde se proyecta el pavimento. Por lo que, será detallado a continuación:

Tabla 25*Pendientes y longitudes de tramos de la vía.*

Descripción	Pendiente (%)	Longitud (m)
Tramo 01	6.98 %	72.12 m
Tramo 02	6.38 %	70.17 m
Tramo 03	6.51 %	57.71 m
Tramo 04	0.68 %	130.00 m
Tramo 05	-4.13 %	22.52 m
Tramo 06	6.67 %	30.00 m
Tramo 07	5.71 %	35.00 m
Tramo 08	4.09 %	38.59 m
Tramo 09	-5.98 %	13.12 m
Tramo 10	0.44 %	23.31 m
Tramo 11	6.67 %	30.00 m
Tramo 12	5.71 %	70.00 m
Tramo 13	6.92 %	55.00 m
Tramo 14	28.91 %	42.18 m

Nota. Elaboración propia, 2022.**4.1.2. Tráfico vehicular**

Del conteo de tráfico vehicular realizado en la vía Alternativa Malecón Quiliche, considerando una Estación E-1 ubicada en Av. Ricardo Palma cdra. 1- Jr. Tinajas cdra. 1, se logró obtener los parámetros esenciales, mencionados en la siguiente tabla.

Tabla 26*Parámetros del tráfico vehicular.*

Descripción	Cantidad
Índice Medio Diario	5008.00
Índice Medio Diario Semanal	5008.00
Índice Medio Diario Anual	6109.76
ESAL	3,922,984.79

Nota. Elaboración propia, 2022.**4.1.3. Elementos geométricos**

Basándose del levantamiento topográfico, se realizó la determinación de los elementos geométricos de la Vía Alternativa Malecón Quiliche, obteniendo así las siguientes características de los elementos de curva:

Tabla 27
Características de los elementos geométricos de la vía

Curva	Radio	Longitud	Tangente
C1	30.000	1.623	0.812
C2	30.000	2.928	1.465
C3	30.000	5.519	2.767
C4	30.000	10.416	5.261
C5	30.000	5.712	2.865
C6	30.000	11.550	5.847
C7	30.000	7.216	3.626
C8	30.000	7.440	3.739
C9	30.000	4.006	2.006
C10	30.000	11.317	5.727
C11	15.000	14.246	7.711
C12	15.000	8.370	4.297
C13	15.000	3.301	1.657
C14	15.000	2.036	1.019
C15	15.000	2.933	1.471
C16	15.000	5.117	2.584
C17	15.000	1.107	0.554
C18	15.000	2.950	1.480
C19	15.000	2.018	1.011
C20	15.000	24.315	15.772
C21	15.000	2.947	1.478

Nota. Ministerio de Transporte y Comunicaciones (2017).

4.1.4. Propiedades del suelo

Del estudio de suelos realizado, se logró identificar las propiedades físicas y mecánicas del suelo, las cuales son detalladas a continuación.

Tabla 28
Propiedades físicas y mecánicas del suelo.

Descripción	C-01	C-02
Ubicación	Av. Ricardo Palma- Bambamarca	Av. Ricardo Palma- Bambamarca
Profundidad	0.00 – 1.50 A-2-4	0.20 – 1.50 A-2-4
Clasificación AASHTO	Grava y arena arcillosa o limosa	Grava y arena arcillosa o limosa
Clasificación Unificada	Arena arcillosa con grava SC	Arena limosa con grava SM
Contenido de humedad	9.82%	13.12%
Índice de plasticidad	8.20%	3.63%
Densidad seca	2.13 gr/cc	2.14 gr/cc
Contenido óptimo de humedad	11.64%	11.64%
Expansión	0.98%	0.75%
CBR	21.07%	21.72%
Desgaste	47.79%	47.37%

Nota. Elaboración propia, 2022.

4.1.5. Diseño del pavimento

En el diseño del pavimento rígido realizado bajo la metodología AASHTO-93 se obtuvo espesores de capas de losa de 18.29 cm y 18.80 cm, por lo que, se debe considerar 20 cm.

Figura 17
Crterios a considerar en el diseo del pavimento rido

Elemento		Tipo de Pavimento		Adoquines
		Flexible	Rido	
Sub-rasante		95 % de compactación: Suelos Granulares - Proctor Modificado Suelos Cohesivos - Proctor Estándar		
		Espesor compactado: ≥ 250 mm – Vías locales y colectoras ≥ 300 mm – Vías arteriales y expresas		
Sub-base		CBR ≥ 40 %	CBR ≥ 30 %	
Base		CBR ≥ 80 %	N.A.*	CBR ≥ 80%
Imprimación/capa de apoyo		Penetración de la Imprimación ≥ 5 mm	N.A.*	Cama de arena fina, de espesor comprendido entre 25 y 40 mm.
Espesor de la capa de rodadura	Vías locales	≥ 50 mm	≥ 150 mm	≥ 60 mm
	Vías colectoras	≥ 60 mm		≥ 80 mm
	Vías arteriales	≥ 70 mm		NR**
	Vías expresas	≥ 80 mm	≥ 200 mm	NR**
Material		Concreto asfáltico ***	MR ≥ 34 Kg/cm ² (3,4 MPa)	f _c ≥ 380 Kg/cm ² (38 MPa)

Nota. Norma técnica CE.010 pavimentos urbanos.

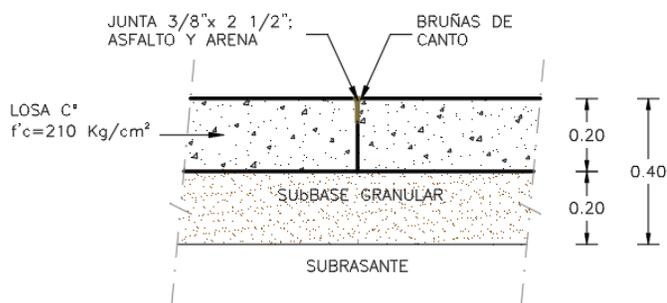
Tabla 29
Propiedades físicas y mecánicas del suelo.

Espesor de las capas de losa			
D1	=	7.2 in	18.29 cm
D2	=	7.4 in	18.80 cm

Nota. Elaboración propia, 2022.

De esta manera, se considera que el pavimento estará conformado por dos capas, una subbase granular de 20 cm y una losa de concreto $f'_c = 210 \text{ kg/cm}^2$ de 20 cm (losa de rodadura), es decir, el total del pavimento rido estará conformado por 40 cm, como se visualiza en la siguiente figura, debido que el CBR de la Subrasante está por encima del límite mayor al 6%, según se indica en el manual de cerretas "suelos y pavimentos) y en la Norma AASHTO-93 .

Figura 18
Esquema del pavimento rígido



Nota. Elaboración propia, 2022.

4.1.6. Simulación de las vías

En esta investigación se realizó la simulación mediante un modelado en VISSIM 2.1 para obtener el tipo de vehículo, cantidad de vehículos, tiempo y distancia considerada antes y después de la propuesta.

Por lo que, se muestra a continuación, en la siguiente tabla.

Tabla 30

Comparación de parámetros de simulación en VISSIM 2.1.

Tipo de vehículo	Cantidad de Vehículo	Tiempo	Distancia	Condición
1	429	382.72	773.32	Antes (sin propuesta)
	730	95.85	543.73	Después (con propuesta)
2	367	149.21	778.47	Antes (sin propuesta)
	1500	102.77	542.23	Después (con propuesta)

Nota. Elaboración propia, 2022.

De esta manera, se puede obtener que la propuesta elaborada reduce el tiempo y distancia para la transitabilidad por lo que, se puede determinar una mejora identificada mediante la simulación en VISSIM 2.1. tanto para el vehículo de tipo 1 y 2. Asimismo, se puede determinar que, la cantidad de estos vehículos considerados es mayor después de la

propuesta, a diferencia del antes sin considerar la propuesta, a pesar de considerar una menor cantidad de vehículos, la distancia y el tiempo el mayor.

Sin embargo, para cuantificar la mejora obtenida, se necesita realizar una comparación porcentual del tiempo y distancia de recorrido obtenido de ambas alternativas de la vía.

Tabla 31

Comparación de mejora en tiempo y distancia de la vía.

	Tiempo	Mejora %	Distancia	Mejora %
Vehículo tipo 1 (antes)	382.72		773.32	
Vehículo tipo 1 (después)	95.85	74.96%	543.73	29.69%
Vehículo tipo 2 (antes)	149.21		778.47	
Vehículo tipo 2 (después)	102.77	31.12%	542.23	30.35%
	Mejora en tiempo (%)	53.04%	Mejora en distancia (%)	30.02%
Promedio de mejora		41.53%		

Nota. Elaboración propia, 2022.

En la tabla anterior, se visualiza la mejora en porcentajes en función del tiempo y distancia, frente al tipo de vehículo 1 y 2, obteniendo así una mejora promedio de tiempo de 53.04% y de la distancia en un 30.02%. Finalmente, bajo los parámetros de mejora indicados se obtuvo un valor de 41.53%.

4.1.7. Presupuesto del pavimento

Una vez culminados los metrados y el análisis de precios unitarios de cada partida considerada en el proyecto, se procede a realizar la multiplicación de ambos valores de cada partida, para obtener el precio parcial. Asimismo, se llega a obtener el costo directo, el cual comprende la sumatoria de los precios parciales, los gastos generales que representa el 6.1605% del costo directo. De esta manera, se logró obtener un costo directo de S/ 2,173,333.42 Soles, gastos generales de S/ 133,888.21 Soles y así un presupuesto que

asciende a la suma de S/ 2,307,221.63 Soles (Dos millones trescientos siete mil doscientos veintiuno y 63/100 Soles).

Tabla 32*Presupuesto del proyecto.*

Ítem	Descripción	Un d.	Metra do	Precio S/.	Parcial S/.
01	OBRAS PROVISIONALES				50,850.00
01.01	ALMACEN Y CASETA DE GUARDIANA	ME S	1.00	500.00	500.00
01.02	MOVILIZACION Y DESMOVILIZACION DE EQUIPO PESADO	GL B	1.00	49,550.00	49,550.00
01.03	CARTEL DE OBRA (GIGANTOGRAFÍA 8.50 X 3.60)	GL B	1.00	800.00	800.00
02	TRABAJOS PRELIMINARES				55,979.70
02.01	LIMPIEZA DE TERRENO	m2	5,928.60	0.60	3,557.16
02.02	TRAZO Y REPLANTEO INICIAL	m	723.00	33.03	23,880.69
02.03	TRAZO Y REPLANTEO DE OBRA DURANTE LA EJECUCION	m	723.00	33.58	24,278.34
02.04	SEÑALIZACION DE SEGURIDAD DE OBRA EN INTERIOR DE CALLES	GL B	2.00	1,872.53	3,745.06
02.05	SEÑALIZACION DE SEGURIDAD DE OBRA EN ESQUINAS E INTERSECCIONES	und	5.00	103.69	518.45
03	PAVIMENTOS				1,741,483.58
03.01	MOVIMIENTO DE TIERRAS				1,163,695.14
03.01.01	CORTE DE TERRENO A NIVEL DE SUB RASANTE	m3	6,930.59	17.17	118,998.23
03.01.02	RELLENO CON MATERIAL PROPIO CON EQUIPO	m3	649.33	109.90	71,361.37
03.01.03	MEJORAMIENTO Y COMPACTACION DE SUB-RASANTE	m2	5,205.60	11.60	60,384.96
03.01.04	COLOCACION, EXTENDIDO Y COMPACTACION DE SUB - BASE GRANULAR E=0.20 M.	m2	5,205.60	61.61	320,717.02
03.01.05	BASE GRANULAR E=0.20 M REND. =980 M2/DIA FACT. COMPACT. =1.20	m2	5,205.60	74.05	385,474.68
03.01.06	ELIMINACION DE MATERIAL EXCEDENTE CON MAQUINARIA DPROM=30 M. + 25% ESP.	m3	8,013.91	25.80	206,758.88
03.02	LOSA DE CONCRETO (PAVIMENTO RIGIDO)				494,359.44

03.02.01	CONCRETO F'C= 210 KG/CM2, E=0.20 M, LOSA DE RODADURA ENCOFRADO Y	m3	737.46	614.31	453,029.05
03.02.02	DESENCOFRADO MADERA DE DOS USOS	m2	443.50	86.74	38,469.19
03.02.03	CURADO DE CONCRETO EN LOSA DE PAVIMENTO CON YUTE	m2	3,043.83	0.94	2,861.20
03.03	JUNTAS DE DILATACION				83,429.00
03.03.01	DOWELLS - PASADORES LISOS Ø 5/8"	und	3,098.57	23.74	73,560.05
03.03.02	RELLENO DE JUNTAS LONGITUDINALES Y TRANSVERSALES	m	1,807.50	5.46	9,868.95
04	CONCRETO SIMPLE				466.31
04.01	RAMPAS P/ DISCAPACITADO + TAPAS Cº				466.31
04.01.01	CONCRETO DE F'C=175 KG/CM2	M3	0.47	580.70	272.93
04.01.02	ENCOFRADO Y DESENCOFRADO	m2	2.16	35.95	77.65
04.01.03	ACERO fy=4,200 kg/cm2.	kg	13.68	8.46	115.73
05	DRENAJES				87,161.21
05.01	CUNETAS				87,161.21
05.01.01	CONCRETO DE F'C=175 KG/CM2 INCL. ACABADOS C+A	m3	108.74	580.70	63,145.32
05.01.02	ENCOFRADO Y DESENCOFRADO	m2	361.00	35.95	12,977.95
05.01.03	JUNTAS ASFALTICAS	m	1,732.80	6.37	11,037.94
06	VEREDA DE CONCRETO				230,335.82
06.01	OBRAS PRELIMINARES				3,427.02
06.01.01	TRAZO Y REPLANTEO	m2	1,446.00	2.37	3,427.02
06.02	MOVIMIENTO DE TIERRAS				119,561.06
06.02.01	CORTE DE TERRENO MANUAL EN VEREDAS	m3	289.20	16.07	4,647.44
06.02.02	CONFORMACION DE SUBRASANTE EN VEREDAS	m2	1,446.00	4.01	5,798.46
06.02.03	COLOCACION, EXTENDIDO Y COMPACTACION DE SUB - BASE GRANULAR E=0.10 M.	m2	1,446.00	69.01	99,788.46
06.02.04	ELIMINACION DE MATERIAL EXCEDENTE CON MAQUINARIA DPROM=30 M. + 25% ESP.	m3	361.50	25.80	9,326.70
06.03	OBRAS DE CONCRETO SIMPLE				107,347.74
06.03.01	CONCRETO DE F'C=175 KG/CM2	M3	170.62	580.70	99,079.03

06.03.	ENCOFRADO Y					
02	DESENCOFRADO	m2	144.60	35.95	5,198.37	
06.03.	JUNTAS ASFALTICAS					
03		m	482.00	6.37	3,070.34	
07	SEÑALIZACION VIAL					7,056.80
07.01	SEÑALIZACION VERTICAL					4,901.63
07.01.	SEÑALIZACION INFORMATIVA -					
01	NOMBRE DE CALES EN	und	5.00	550.23	2,751.15	
	INTERSECCIONES Y ESQUINAS					
07.01.	SEÑALIZACION					
02	REGLAMENTARIA - VELOCIDAD	und	4.00	537.62	2,150.48	
	MÁXIMA					
07.02	SEÑALIZACION HORIZONTAL					2,155.17
07.02.	PINTURA ZONAL (CRUCE					
01	PEATONAL)	m2	36.00	19.90	716.40	
07.02.	PINTURA LINEAL E=0.10					
02	BLANCO	M2	72.30	19.90	1,438.77	
	COSTO DIRECTO					2,173,333.42
	GASTOS GENERALES 6.1605%					133,888.21

	SUB TOTAL					2,307,221.63
=====						
	PRESUPUESTO_TOTAL					2,307,221.63
	SON: Dos Millones Trescientos Siete Mil Doscientos Veintiuno y 63/100 Soles					

Nota. Elaboración propia, 2022.

4.2. Prueba de hipótesis

En base a los resultados obtenidos, la hipótesis planteada inicialmente en la investigación: “El diseño de la Vía Alternativa Malecón Quiliche mejora entre 40% a 45% la transitabilidad de la Av. Ricardo Palma de la ciudad de Bambamarca – Cajamarca” se acepta, ya que, la mejora en tiempo y distancia fue de 41.53%.

V. DISCUSIÓN DE RESULTADOS

En cuanto a su *primer objetivo específico*, la presente investigación realizó la determinación de los elementos geométricos de la Vía Alternativa Malecón Quiliche, en la que, se encontraron curvas con radios de 15 m y 30 m, basándose de un estudio topográfico realizado con 10 puntos BMs, con pendientes de -5.98% a 28.91%. Mientras que, en cuanto a su estudio de tráfico, se determinó su índice medio diario semanal de 5008 veh/sem, así como un ESAL de 3,922,984.79 EE.

En la investigación de Rojas (2019), en su estudio realizó una topografía en la que obtuvieron pendientes de 0.10% a 5.7%, mientras que, en su estudio de tráfico, logró alcanzar un IMD de 858 veh/día y un valor de ESAL para pavimento rígido de $5.8E+06$ y para pavimento flexible, un valor de $4.2E+06$.

Asimismo, Vega (2018) afirma que, no considera de importancia el estudio topográfico, por lo que, plasma el desarrollo del estudio de tráfico, llegó a obtener un IMDA de 2320 veh/día para automóviles, para vehículo C2 y C3 alcanzaron valores de 796 veh/día y 101 veh/día respectivamente, también se obtuvo un ESAL para pavimento rígido de $15.19 E+06$ y un ESAL para pavimento flexible de $12.00 E+06$. Todo lo descrito anteriormente concuerda con la investigación de Delgado y Rivera (2018), quienes no realizaron levantamiento topográfico, sin embargo, realizaron su estudio de tráfico con el fin de obtener su ESAL como factor indispensable para el diseño de pavimento, este llegó a obtener un valor de 832,948 EE.

En respuesta al *segundo objetivo específico*, esta investigación realizó previamente un estudio de suelos con el fin de determinar el tipo del material que se presenta en la Vía Alternativa Malecón Quiliche, clasificándose según AASHTO como un suelo grava y arena arcillosa o limosa A-2-4, mientras que, según la clasificación SUCS se consideraron muestras de arena limosa/arcillosa con grava SC o SM, con CBR de 21.07% y 21.72%. De esta manera, se realizó el diseño estructural del pavimento rígido proyectado, considerando así una subbase granular de 20 cm, y una losa de concreto 210 kg/cm² con un espesor de 20 cm; donde la subrasante

no es necesario la estabilización de los suelos, debido que el CBR es superior al mínimo 6% según se indica en el manual de Carreteras (suelos y pavimentos).

Mientras que, en la investigación de Delgado y Rivera (2018), en su propuesta del pavimento rígido de la vía Virgen de Fátima – Naranjal (km11)–Taura, evaluó las propiedades del suelo, determinando así que, al contar con un índice de plasticidad bajo, clasificándose, así como suelos limosos. De esta manera, determinó un diseño de pavimento mediante método PCA, un espesor de subrasante de 120 mm, juntas cada 2.52 m, a diferencia del diseño con AASHTO 93, que determinó espesor de 130 mm con juntas cada 2.73 m.

A diferencia de la investigación de Ospina (2018), en la que se realizó el diseño del pavimento considerando un espesor de subcapa granular base B de 22.50 cm, y una losa de concreto de 25 cm. Hanco (2018), en su investigación realizó un diseño de pavimento flexible, en el que se obtuvo un valor de espesor de 17 cm y 18 cm, por lo que se optó con considerar un espesor equivalente de 20 cm. Asimismo, mediante el método AASHTO 93 se consideró el espesor de losa de 17.45 cm, subbase de 22.55 cm, con una subrasante de 30 cm.

En la investigación de Vega (2018), quien realizó el diseño de pavimento flexible de la carretera mediante el método AASHTO 93, obtuvo espesor de carpeta asfáltica de 4" a 5", una base granular de 15 cm a 30 cm, al haber obtenido un CBR de 112%, una subbase granular con espesor de 40 cm a 70 cm, al haber obtenido un CBR de 29%, y una subrasante de 30 cm, al haber obtenido un CBR de 6%.

Finalmente, en la investigación de Rojas (2019) en su estudio de suelos, se obtuvo muestra de suelo limoso con un CBR de 8.70% en la calicata 01 y en la calicata 02, se obtuvo una muestra de un suelo arena arcilla- limosa alcanzó un CBR de 25.20%, de esta manera, de esta manera un CBR promedio de 17%. La propuesta del pavimento mediante el método AASHTO 93 determinó un espesor de carpeta asfáltica de 3.5", una base de 15 cm, y una subbase de 25 cm y un diseño de pavimento rígido por el método PCA, en la que se obtuvo una losa de concreto de 19 cm, una base de 15 cm.

En discusión al *tercer objetivo específico*, la presente investigación mediante un modelado y simulación en VISSIM 2.1. para las condiciones de la Vía Alternativa Malecón Quiliche antes y después de la propuesta de mejora, obtuvo una reducción de tiempo de un 46.96% y de distancia, se obtuvo una reducción de 69.98%.

Sin embargo, en la investigación de Acosta (2020), quien obtuvo con la simulación vehicular, una propuesta con mejores resultados para el área de estudio frente a su situación actual, al haber obtenido una reducción promedio en tiempo de viaje de 52.07% y una reducción de distancia promedio de 1.46%

En la investigación de Salazar (2018), se obtuvo una demora de viaje vehicular promedio reducido en un 65.2% en la nueva propuesta, así como al haber obtenido una reducción del tiempo de viaje promedio peatonal. Así como en la investigación de Huanca y Rojas (2019), en el diseño final propuesta implica un cambio a desnivel, se redujo las demoras en un 34% en promedio de toda la intersección, logrando así mejorar los parámetros de eficiencia y mitigando los problemas de congestión vehicular.

En cuanto al *cuarto objetivo específico*, esta investigación realizó la cuantificación económica de la propuesta elaborada de pavimento rígido en la Vía Alternativa Malecón Quiliche, obteniendo así un presupuesto de S/ 2,307,221.63 Soles (Dos millones trescientos siete mil doscientos veintiuno y 63/100 Soles). A diferencia de Rojas (2019), quien en su investigación elaboró dos propuestas de pavimento, la cual el pavimento mediante método AASHTO 93 obtuvo un presupuesto de S/ 906,871.75 Soles, mientras que, el pavimento rígido diseñado por método PCA, obtuvo un presupuesto de S/ 1'190,727.97 Soles.

Mientras que, en la investigación de Basan y Vargas (2021), ante la aplicación del método AASHTO 93, se obtuvo una carpeta de 7.50 cm, una base de 20 cm, subbase de 10 cm. Esta propuesta fue evaluada económicamente, obteniendo así un presupuesto que ascendió a un costo de S/ 3,259,059.76 Soles.

VI. CONCLUSIONES

1.- En la verificación de componentes geométricos de la Vía Alternativa Malecón Quiliche, fue necesario los estudios básicos como levantamiento topográfico para obtener los datos geométricos para su diseño. Asimismo, en su tráfico vehicular, se obtuvo un índice medio diario semanal de 5008 veh/sem. Y su índice medio diario anual de 6109.76, y un ESAL de 3,922,984.79 EE.

2.- En cuanto al diseño estructural del pavimento de la Vía Alternativa Malecón Quiliche fue elaborado bajo los parámetros del estudio de suelos, considerándose un CBR de 21.07% y 21.72%, obteniendo así en su diseño conformado por capas de subbase granular de 20 cm de espesor, y losa de concreto $f'c = 210$ kg/cm de 20cm de acuerdo a la metodología AASHTO 1993; cabe recalcar que la sub rasante no se tendrá ninguna estabilización de suelos por tener un CBR mayor al 6%, según se indica en el manual de carreteras en la sección de suelos y pavimentos y la normativa AASHTO-93

3.- La mejora de la transitabilidad mediante la simulación en el programa VISSIM 2.1., el resultado obtenido de la propuesta elaborada frente a la condición actual fue de 53.04% en función del tiempo, y en función de la distancia fue una mejora de 30.02%. Finalmente, en función a una mejora generalizada, se logró obtener un valor de 41.53%.

4.- El presupuesto del diseño del pavimento de la Vía Alternativa Malecón Quiliche obtuvo un costo directo de S/ 2,173,333.42 Soles, gastos generales de S/ 133,888.21 Soles y así un presupuesto general que asciende a la suma de S/ 2,307,221.63 Soles (Dos Millones Trescientos Siete Mil Doscientos Veintiuno y 63/100 Soles).

RECOMENDACIONES

1.- Se recomienda la puesta de servicio de la vía alterna, se haga el manteniendo a los componentes del sistema de drenaje, señalización; así mismo se recomienda hacer un trabajo de descolmatación a la quebrada adyacente a la vía, a fin de proteger la estructura del mencionado proyecto, y así garantizar el buen funcionamiento durante la vida útil.

2.- Se sugiere en todos los trabajos de investigación se elaboren modelos tridimensionales como simulación de las condiciones de las vías que sean evaluadas y mejoradas mediante alguna propuesta específica, apoyados con las herramientas que tiene en el mercado como VISSIM 2.1. De esta manera, permitirá demostrar que la propuesta elaborada garantiza mejor funcionalidad, así como se ha realizado en el presente estudio.

3.- Se recomienda que, para garantizar calidad en la ejecución de una obra, contratar profesionales con experiencia comprobada en proyectos similares, tanto en la supervisión, del mismo modo para la residencia de obra.

REFERENCIAS BIBLIOGRÁFICAS

- Acosta, L. (2020). *Propuesta vial para mejorar la transitabilidad vehicular en la intersección de las Avenidas Prolongación Francisco Bolognesi y José Leonardo Ortiz en la provincia de Chiclayo, departamento de Lambayeque*. Lima: Universidad San Martín de Porres.
- Bañón , L., & Beviá García , J. F. (2000). *Manual de carreteras. Volumen I: elementos y proyecto*. Alicante: Ortiz e Hijos, Contratista de Obras, S.A.
http://rua.ua.es/dspace/bitstream/10045/1788/1/MC_Tomo_1.pdf
- Bazan, C., & Vargas, O. (2021). *Diseño estructural de pavimentos para mejorar la transpirabilidad de las calles las Margaritas, 7 de julio y Ricardo Palma del barrio 1 en el Centro Poblado alto Trujillo*. Lima: Universidad Privada Antenor Orrego.
<https://repositorio.upao.edu.pe/handle/20.500.12759/7092>
- Cardoza-Zambrano, M., Palomino-Cadena, K., & Angulo-Blanquissett, G. (2019). Pavimento flexible utilizando una mezcla asfáltica con grano de caucho reciclado para su sostenibilidad en Colombia. *Sostenibilidad, Tecnología Y Humanismo*, 10(2), 17-27.
<http://revistas.unitecnar.edu.co/index.php/sth/article/view/16>
- Chávez, V. (2005). *Manual de Diseño Geométrico de vías Urbanas*. Lima: "Instituto de la Construcción y Gerencia".
- Delgado, L. (2018). *Propuesta de diseño de pavimento rígido de la vía Virgen de Fátima – Naranjal (km 11)*. Ecuador: Escuela Superior Politécnica del Litoral.
<https://www.dspace.espol.edu.ec/xmlui/handle/123456789/46908>
- Estrada, L., & Rodríguez, L. (2018). *Propuesta para Mejorar los Niveles de Servicio en Dos Intersecciones de la Av. Simón Bolívar, Comprendidas Entre las Avenidas José de San Martín y Paso de los Andes – Pueblo Libre*. Tesis para optar el título de ingeniero, Universidad Peruana de Ciencias Aplicadas, Facultad de Ingeniería, Lima.

- Fustamante, F. (2019). *Estructuración del método de cálculo del IMDA aplicado a*. Piura: Universidad de Piura.
https://pirhua.udep.edu.pe/bitstream/handle/11042/4201/ICI_283.pdf?sequence=1&isAllowed=y
- Gutiérrez Lázares, W. (2021). *Mecánica de suelos aplicada a vías de transporte*. Marcombo.
https://books.google.com.pe/books?id=JE1OEAAAQBAJ&printsec=frontcover&dq=Mec%C3%A1nica+de+suelos+aplicada+a+v%C3%ADas+de+transporte&hl=es-419&sa=X&redir_esc=y#v=onepage&q=Mec%C3%A1nica%20de%20suelos%20aplicada%20a%20v%C3%ADas%20de%20transporte&f=false
- Hanco, H. (2018). *Estudio y diseño del pavimento rígido en la Av. Perú de la ciudad de Juliaca, tramo I Jr. Mantaro-Jr. Francisco Pizarro*. Perú: Universidad Nacional del Altiplano.
<http://repositorio.unap.edu.pe/handle/UNAP/7058>
- HERNÁNDEZ Sampieri, R. (2018). *Metodología de la Investigación*. México: Mc Graw Hill.
<https://virtual.cuautitlan.unam.mx/rudics/?p=2612>
- Huanca, & Rojas. (2019). *Propuesta de mejora del diseño vial del óvalo La Curva de Chorrillos validado con el software Vissim 9.0*. Lima.
https://repositorioacademico.upc.edu.pe/bitstream/handle/10757/626486/HuancaT_S.pdf?sequence=7&isAllowed=n
- Huanca, S., & Rojas, A. (2019). *Propuesta de mejora del diseño vial del óvalo La Curva de Chorrillos validado con el software Vissim 9.0*. Lima: Universidad Peruana de Ciencias Aplicadas.
- Instituto de la Construcción y Gerencia. (2019). *Norma Técnica CE. 010 Pavimentos Urbanos*. ICG. https://cdn-web.construccion.org/normas/files/tecnicas/Pavimentos_Urbanos.pdf
- Macías, A., Carvajal, D., Cobos, D., Fienco, B., Peralta, J., & Zambrano, J. (2018). *TOMO I: Mecánica de suelos*. Alicante: 3 Ciencias.

- Ministerio de Transporte y Comunicaciones. (Enero de 2018). Manual de Carreteras : Diseño Geométrico. Lima: Gobierno del Perú.
- Ministerio de transportes y comunicaciones. (2013). *Manual de Carreteras: Suelos, Geología, Geotecnica y Pavimentos*. Lima: Dirección general de caminos y ferrocarriles. http://transparencia.mtc.gob.pe/idm_docs/P_recientes/4515.pdf
- Montejo, A. (2002). *Ingeniería de pavimentos*. https://www.academia.edu/22782711/Ingenieria_de_pavimentos_Alfonso_Montejo_Fonseca
- Moreno, L. (2019). Caracterización mecánica de suelos del perfil costero entre Ancón y Anconcito. *Revista Ciencia UNEMI*, 12(31), 40-53. <https://doi.org/https://doi.org/10.29076/issn.2528-7737vol12iss31.2019pp40-53p>
- Ospina, J. (2018). *Diseño estructural de pavimento rígido de las vías urbanas en el Municipio del Espinal-Departamento del Tolima*. Colombia: Universidad Cooperativa de Colombia. https://repository.ucc.edu.co/bitstream/20.500.12494/7482/1/2019_dise%C3%B1o_estructural_pavimento_r%C3%ADgido.pdf
- Peng, J., Zhang, J., Li, J., Yao, Y., & Zhanga, A. (2020). Modeling humidity and stress-dependent subgrade soils in flexible pavements. *Computers and Geotechnics*. <https://doi.org/https://doi.org/10.1016/j.compgeo.2019.103413>
- Rojas, L. (2019). *Propuesta de diseño de los pavimentos de la calle Fernando Belaunde Terry (km 0+000 a 1+000) Provincia de Jaén, Región de Cajamarca, 2019*. Trujillo: Universidad Nacional de Trujillo. <https://dspace.unitru.edu.pe/handle/UNITRU/14756>
- Salazar, C. (2018). *Análisis por micro simulación de la intersección entre la Av. Brasil y el Jr. General Borgoño empleando VISSIM 8*. Lima: Pontificia Universidad Católica del Perú.
- SENCICO. (2018). *REGLAMENTO NACIONAL DE EDIFICACIONES NORMA TÉCNICA E.050 SUELOS Y CIMENTACIONES*.

<http://www.jorgealvahurtado.com/files/N.T.E.%20E%20050%20-%20Suelos%20y%20Cimentaciones.pdf>

- TABOADA, M. (2017). *Metodología de la Investigación Científica* (1era Edición ed.). Trujillo: Editorial Universitaria de la Universidad Nacional de Trujillo (EDUNT).
<https://isbn.cloud/9789972213328/metodologia-de-la-investigacion-cientifica/>
- Varon, J. (2005). *Diseño, construcción puesta a punto de un prototipo de quemador para la combustión continua y eficiente de la cascarilla de arroz*. Colombia : Universidad de los Llanos . <http://www.scielo.org.co/pdf/rori/v14s1/v14s1a13.pdf>
- Vega, P. (2018). *Diseño de los pavimentos de la carretera de acceso al nuevo puerto de Yurimaguas (km 1+000 a 2+000)*. Lima: Pontificia Universidad Católica del Perú.
<https://tesis.pucp.edu.pe/repositorio/handle/20.500.12404/12088>

ANEXOS

Anexo N° 01. Fotografías.



Fotografía 1. Muestra de la calicata 02.



Fotografía 2. Investigador en su estudio de suelos.



Fotografía 3. Medición de la profundidad de la calicata.



Fotografía 4. Muestreo de las calicatas realizadas.



Fotografía 5. Muestra de calicata 01 y 02.



Fotografía 6. Tamizaje de las muestras por análisis granulométrico.



Fotografía 7. Contenido de humedad de las muestras de suelo.



Fotografía 8. Materiales para el ensayo de límite líquido.



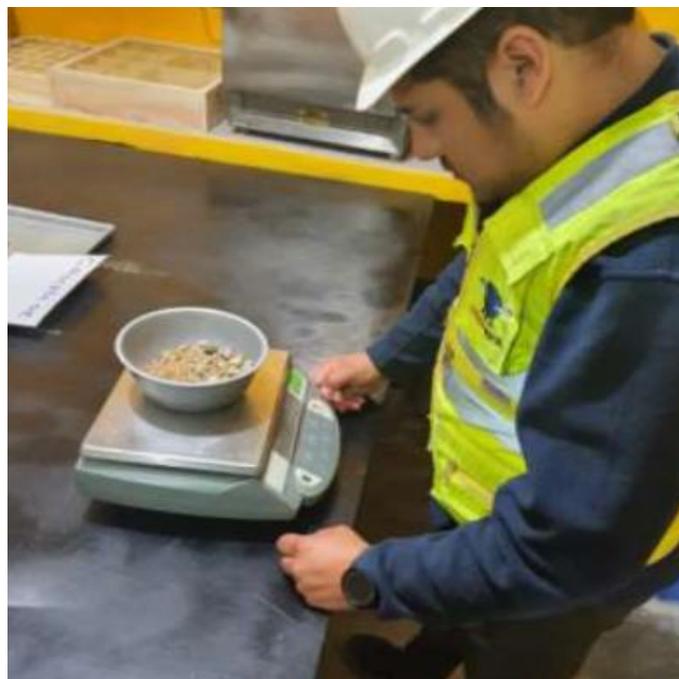
Fotografía 9. Materiales para el ensayo de límite plástico.



Fotografía 10. Materiales para el análisis de proctor modificado.



Fotografía 11. Materiales para el ensayo de CBR.



Fotografía 12. Pesaje de los materiales de suelo.



Fotografía 13. Reconocimiento del lugar de estudio



Fotografía 14. Prueba de equipos topográficos.



Fotografía 15. Levantamiento topográfico en lugar de estudio.



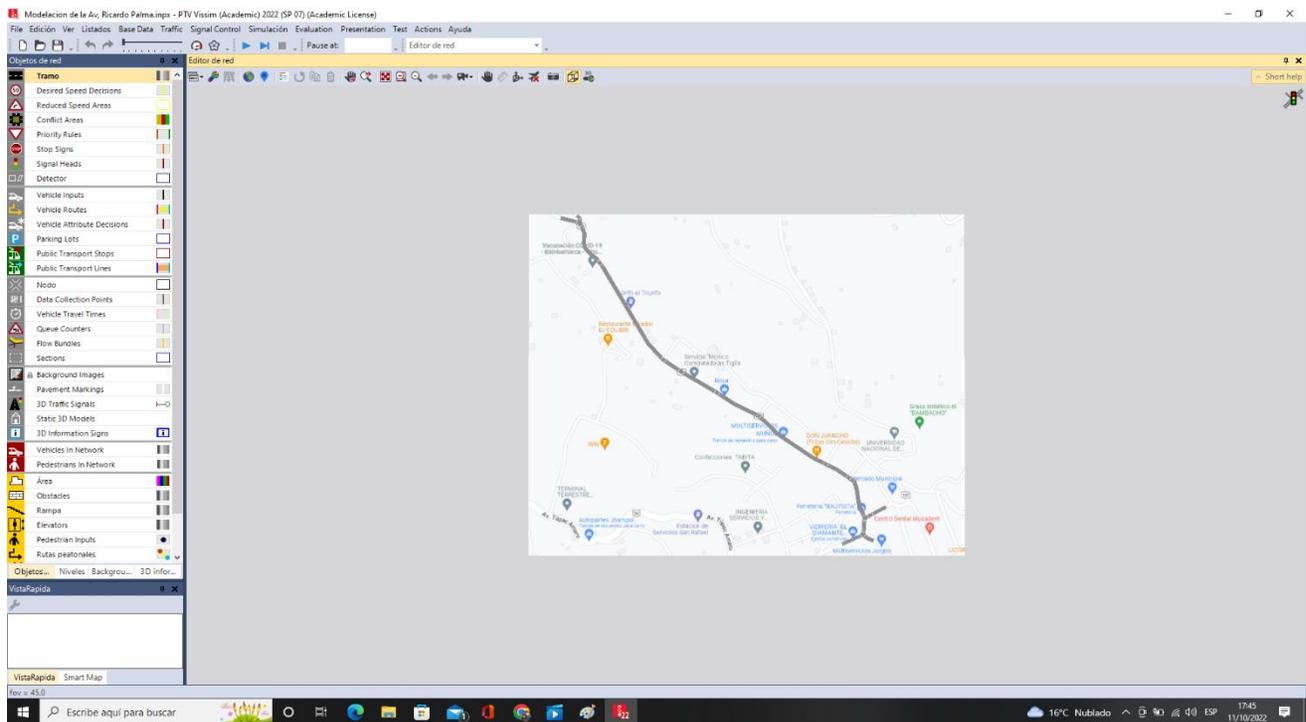
Fotografía 16. Levantamiento topográfico en lugar de estudio.



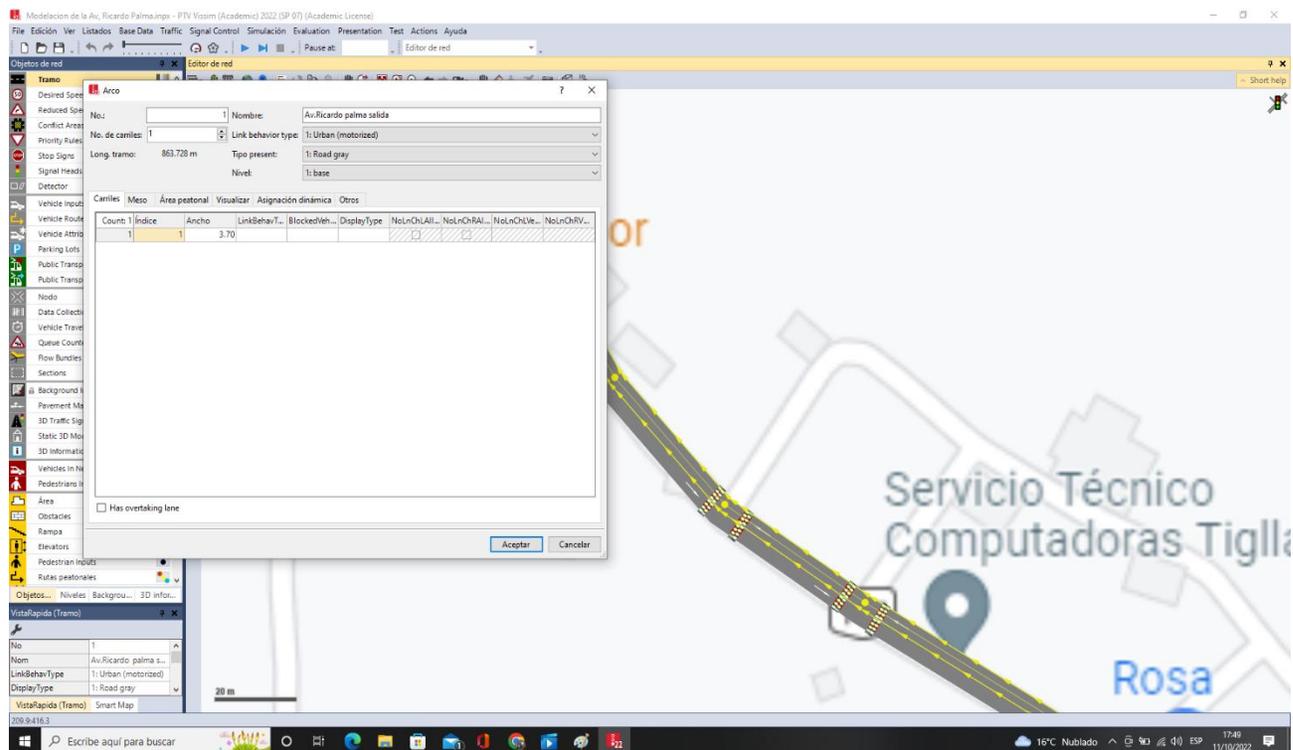
Fotografía 17. Levantamiento topográfico en lugar de estudio.



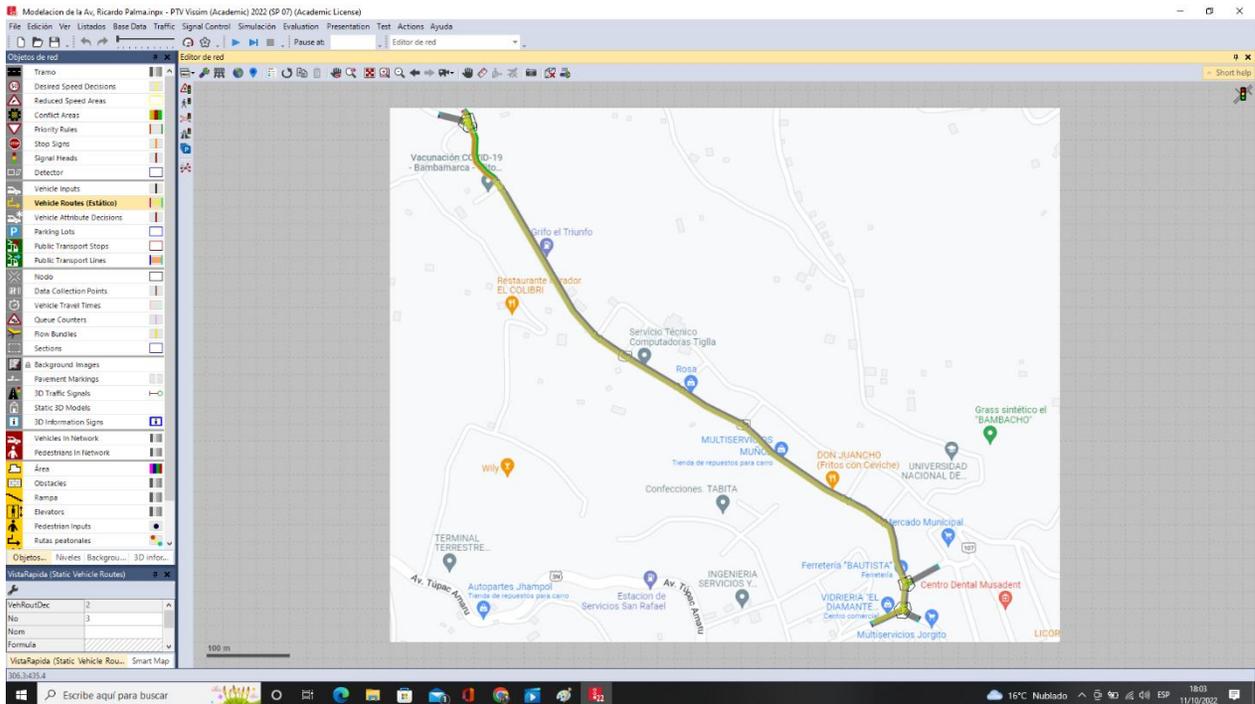
Fotografía 18. Levantamiento topográfico en lugar de estudio.



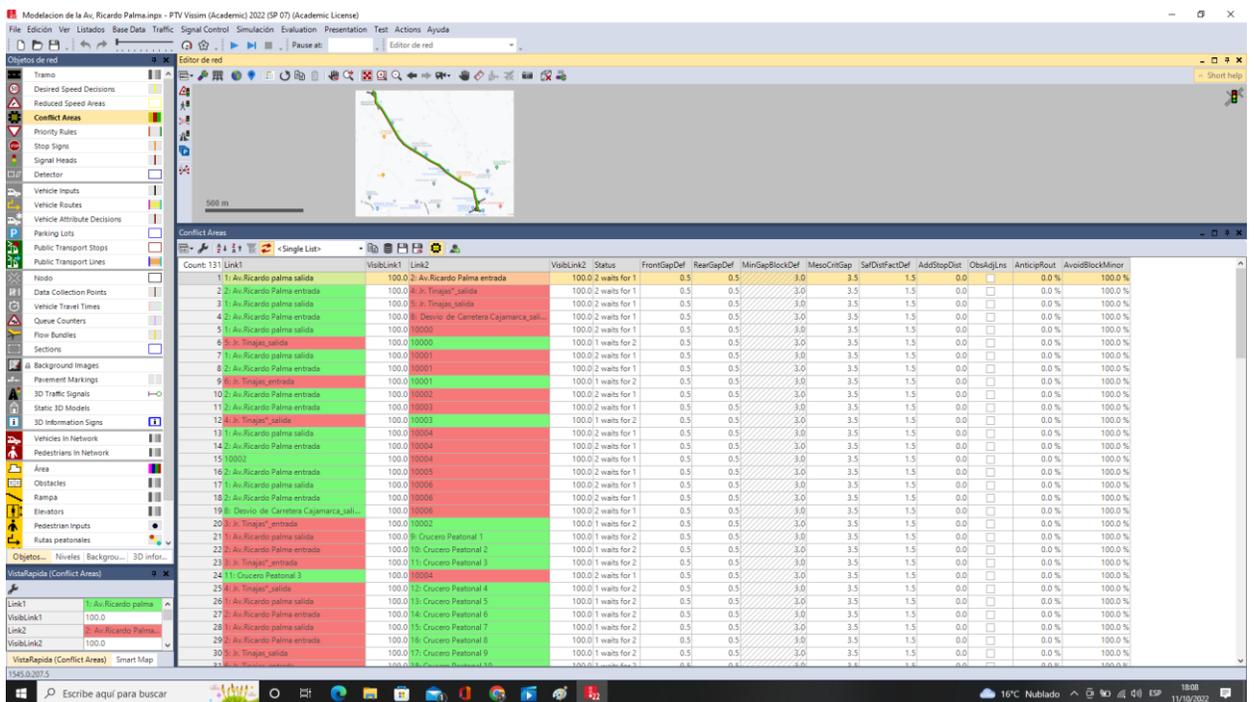
Fotografía 19. Dibujo en VISSIM de la condición actual de la Av. Ricardo Palma.



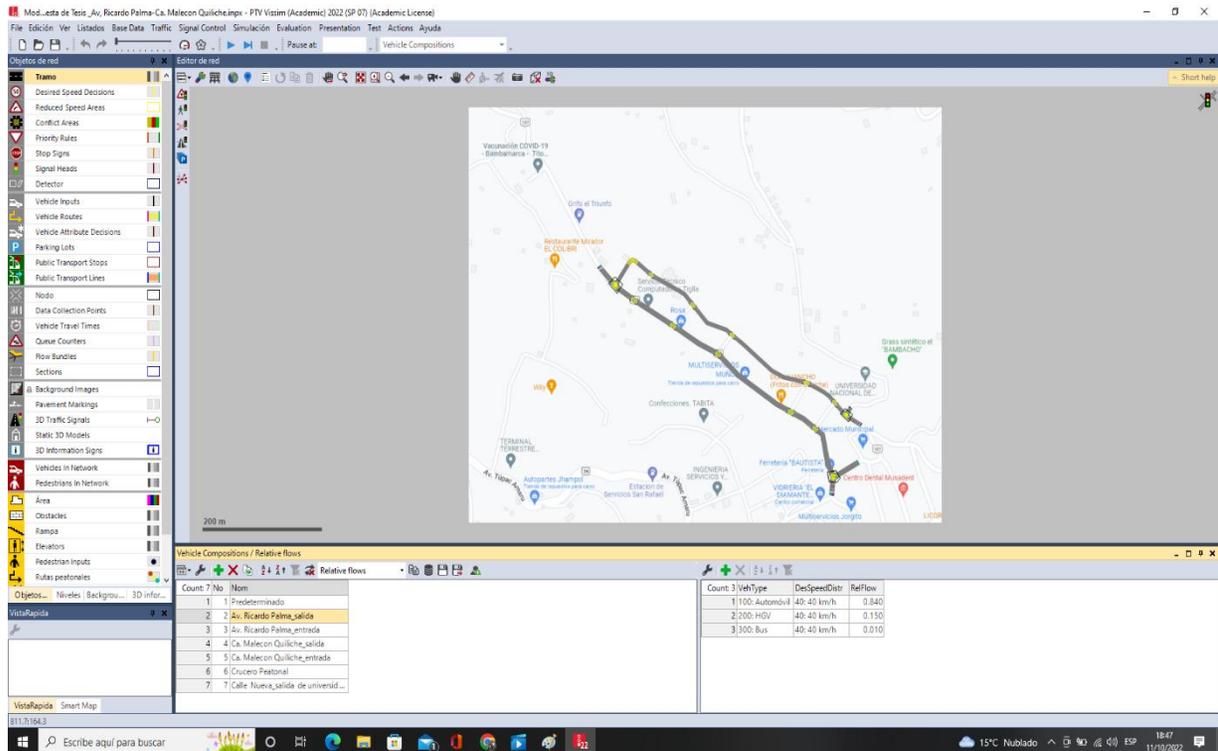
Fotografía 20. Detalles de intersecciones y arcos de la vía actual.



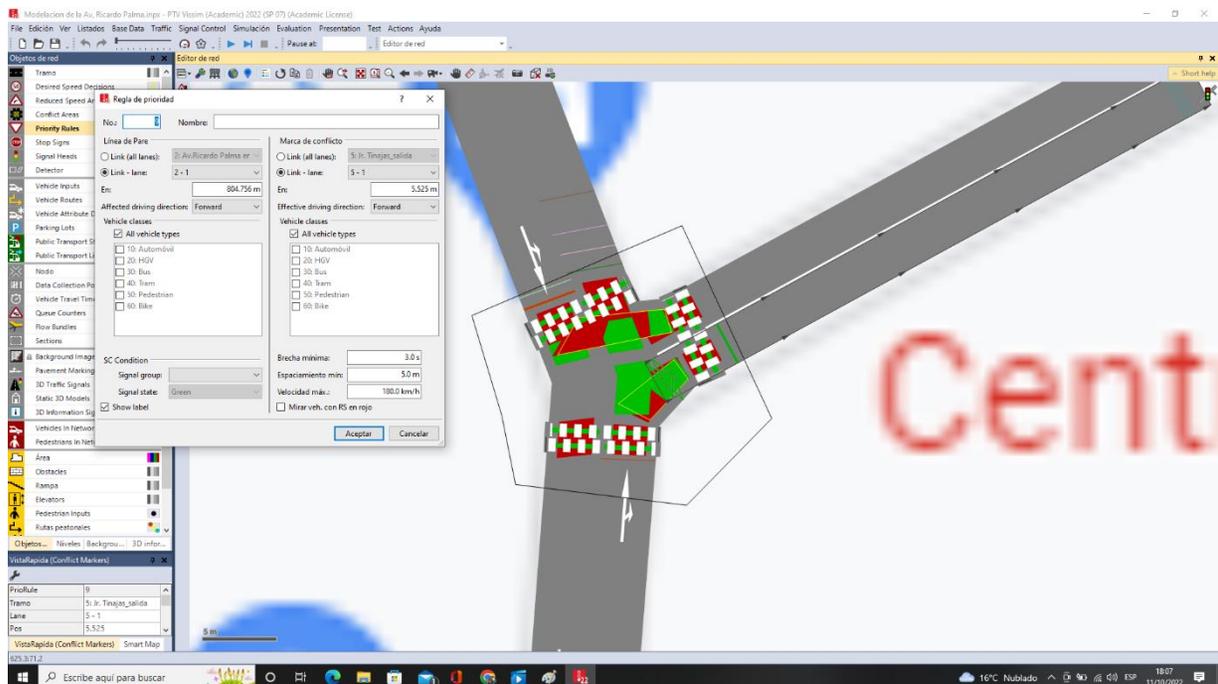
Fotografía 21. Vía actual representada en VISSIM.



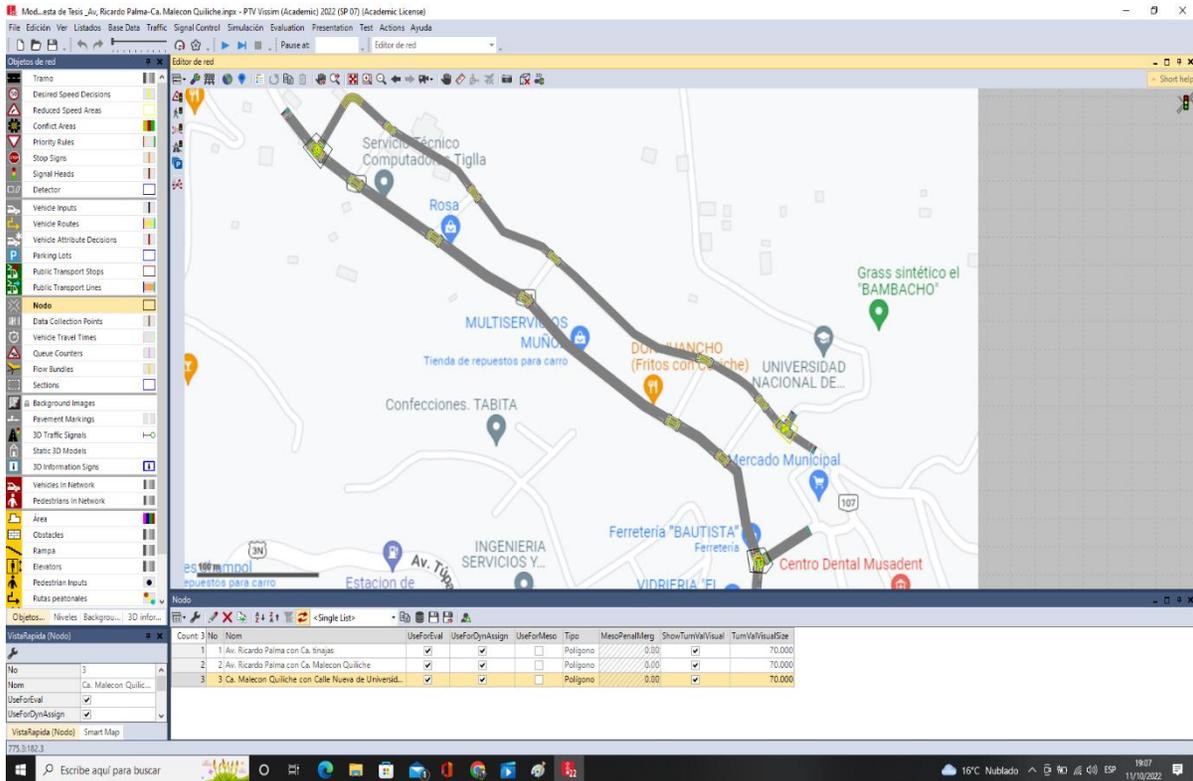
Fotografía 22. Obtención de la información de la condición actual.



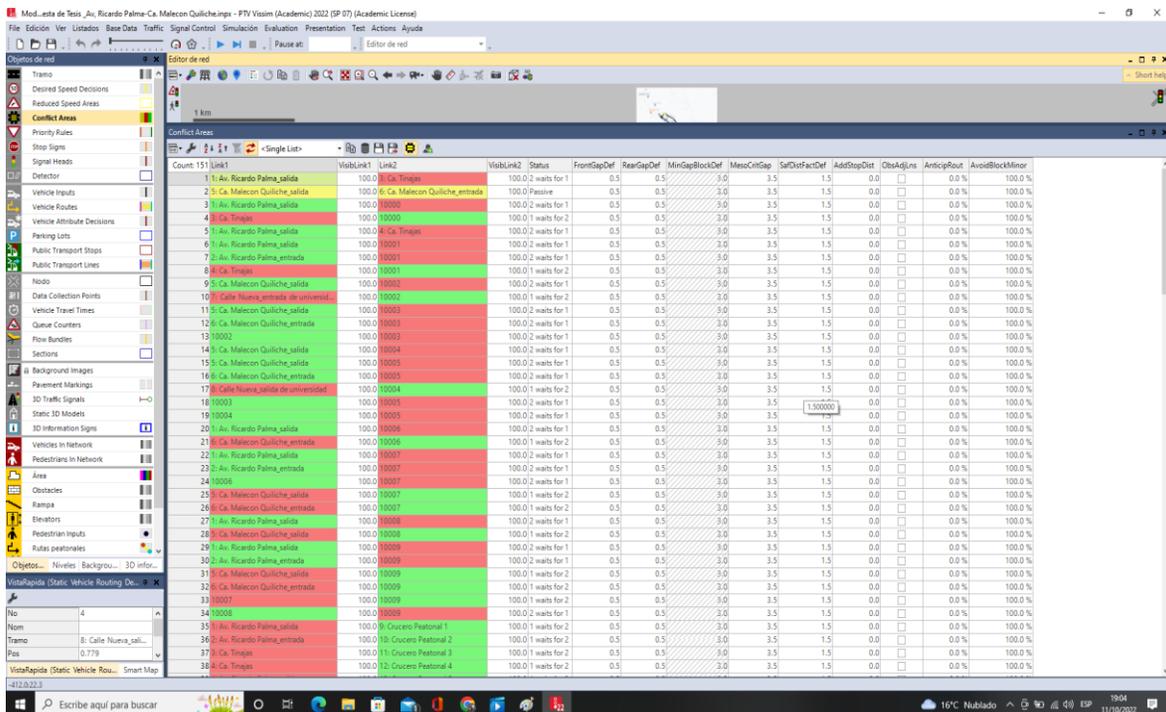
Fotografía 23. Dibujo en VISSIM de la propuesta de pavimentación.



Fotografía 24. Detalles de intersecciones y arcos de la vía propuesta.



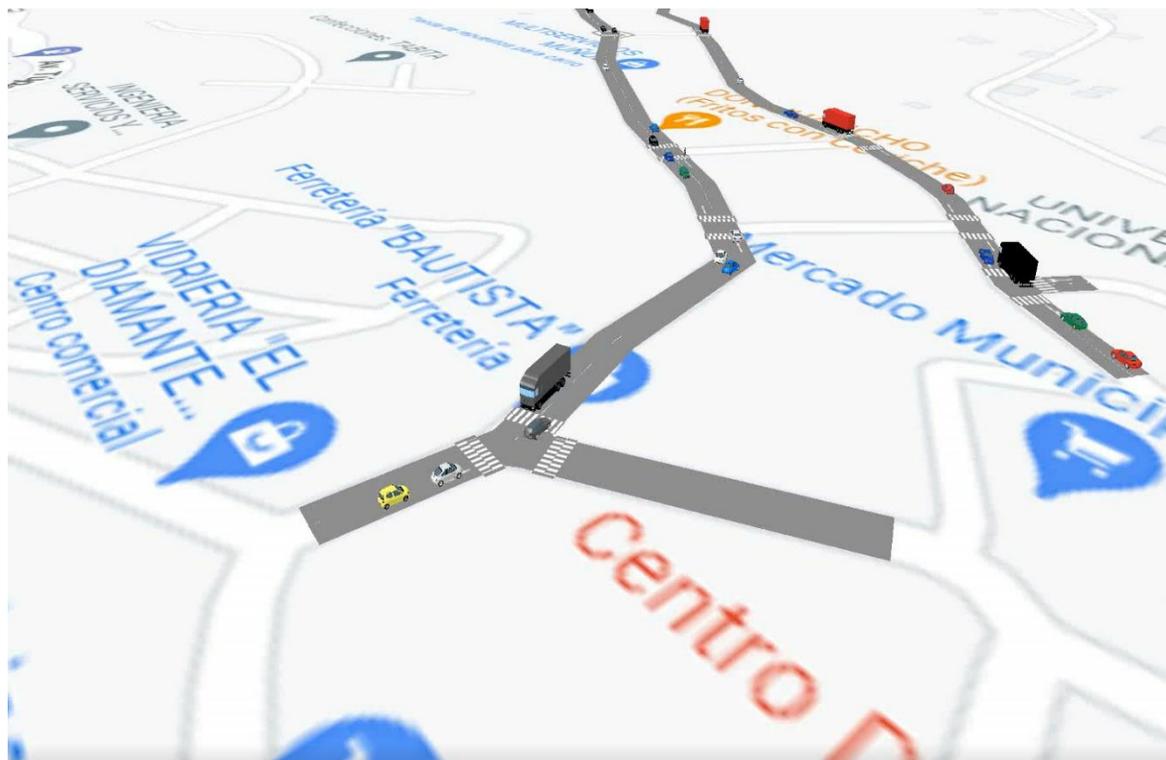
Fotografía 25. Vía propuesta representada en VISSIM.



Fotografía 26. Obtención de la información de la condición propuesta.



Fotografía 27. Modelado tridimensional de la condición actual de la vía Ricardo Palma.



Fotografía 28. Modelado tridimensional de la propuesta en la investigación.

Anexo N° 02: Estudio de mecánica de suelos

Ensayos de la calicata C-01



LABORATORIO DE SUELOS, ASFALTO Y CONCRETO

REGISTRO DE EXPLORACION DE SUELOS

PROYECTO	DISEÑO DE LA VÍA ALTERNA MALECÓN QUILICHE PARA MEJORAR LA TRANSITABILIDAD DE LA AV. RICARDO PALMA DE LA CIUDAD DE BAMBAMARCA, HUALGAYOC - CAJAMARCA.
UBICACION	AV. RICARDO PALMA - BAMBAMARCA
SOLICITADO	Walter Antonio Berboza Llamo ID: 000136271 Lavado Castillo José Orlando ID:000149606
FECHA	25 DE JULIO 2022

CALICATA 01	N:9261411 E:773938 Z:2527 msnm
-------------	--------------------------------

COTA	PROFUND. MTS	DESCRIPCIÓN DEL SUELO	SÍMBOLO	MUESTRAS OBTENIDAS	OBSERVACIONES
	0.00				
	0.20	Se ubica un estrato de material de relleno Suelo pobre no clasificado, combinado con suelo de la zona y materia orgánica.		R	
	0.90	Perfil conformado por grava, arena arcillosa o limosa, superficialmente el estrato se observa aparentemente compacto, en el centro y hasta el final de la excavación presenta una consistencia suave a media, de contenido de humedad progresiva, de color beige.		R	
	1.50	Perfil conformado por grava, arena arcillosa o limosa, superficialmente el estrato se observa aparentemente compacto, en el centro y hasta el final de la excavación presenta una consistencia suave a media, de contenido de humedad progresiva, de color pardo. De baja resistencia al corte bajo condiciones de humedad y densidad no controladas C.B.R, se considera pobre a regular a nivel de subrasante definida. Arena arcillosa con grava SC		M-1 SC A-2-4 [0]	
		Observación: No se ubico el nivel freatico hasta la profundidad explorada		R	
IMAGEN					

SONDEO MANUAL Sistema de Perforación excavación a Cielo abierto. Muestras disturbadas, obtenidas, recuperadas e mano.



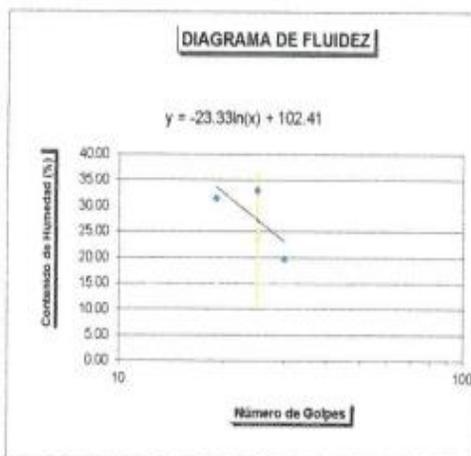
LABORATORIO DE SUELOS, ASFALTO Y CONCRETO

NOMBRE DE TESIS:	DISEÑO DE LA VÍA ALTERNIA MALECÓN QUILICHE PARA MEJORAR LA TRANSITABILIDAD DE LA AV. RICARDO PALMA DE LA CIUDAD DE BAMBAMARCA, HUALGAYOC - CAJAMARCA.	FECHA:	25 DE JULIO 2022.
ESTUDIANTE:	Walter Antonio Barboza Llano ID: 000136271 Orlando ID: 000149606	Lavado Castillo José	
MUESTRA:	CALICATA 01	LOCALIZACIÓN:	AV. RICARDO PALMA - BAMBAMARCA
		Nº 9261431 E-773938 Z: 2527 metros	

LIMITE LIQUIDO			
Nº de Golpes	19	25	30
Recipiente No	1A	2A	3A
Peso Suelo H. (g)	64.23	62.36	51.74
Peso Suelo S. (g)	54.01	52.13	46.72
Peso Tarro (g)	21.53	21.10	21.20
% de humedad	31.47%	32.97%	19.67%

LIMITE PLASTICO	
Recipiente No	4A
Peso Suelo H. (g)	37.73
Peso Suelo S. (g)	35.23
Peso Tarro (g)	22.15
% de humedad	19.11%

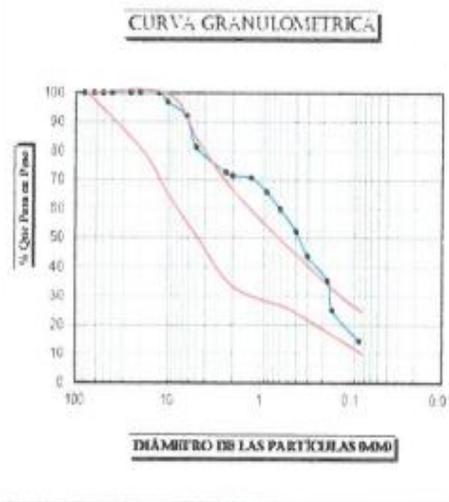
HUMEDAD NATURAL	
Recipiente No	5A
Peso Suelo H. (g)	52.35
Peso Suelo S. (g)	49.83
Peso Tarro (g)	24.18
% de humedad	9.82%



LL =	27.31%	Índice de Grupo	0
LP =	19.11%	Clasificación AASHTO	A-2-4 Grava y arena arcillosa o limosa
IP =	8.20%	Clasificación Unificada	Arena arcillosa con grava SC
W =	9.82%		

ANÁLISIS GRANULOMÉTRICO POR TAMIZADO ASTM C-136

Peso de la muestra (gr)		699.00			
Tamices		Suelo Retenido (g)	% Retenido	% Que Pasa	Especificaciones para Base
nro	mm				
3"	80	0.00	0.00	100.00%	IN SITU
2 1/2"	63	0.00	0.00	100.00%	A-1
2"	50	0.00	0.00	100.00%	100.00
1 1/2"	40	0.00	0.00%	100.00%	
1"	25	0.00	0.00%	100.00%	
3/4"	20	0.00	0.00%	100.00%	80.00 100.00
1/2"	12.5	0.00	0.00%	100.00%	72.50 100.00
3/8"	10	22.00	3.15%	96.85%	65.00 100.00
1/4"	6.3	34.00	4.86%	91.99%	57.50 92.50
No 4	5	75.00	10.73%	81.26%	50.00 85.00
No 8	2.36	61.00	8.73%	72.53%	43.50 76.00
No 10	2	8.00	1.14%	71.39%	33.00 67.00
No 16	1.25	5.00	0.72%	70.67%	31.00 62.50
No 20	0.84	35.00	5.01%	65.67%	29.00 56.00
No 30	0.6	40.50	5.79%	59.87%	27.00 50.50
No 40	0.4	55.00	7.87%	52.00%	25.00 45.00
No 50	0.3	58.50	8.37%	43.63%	21.25 40.00
No 80	0.18	59.00	8.44%	35.19%	17.50 35.00
No 100	0.150	71.50	10.23%	24.96%	13.75 30.00
No 200	0.080	73.50	10.52%	14.45%	10.00 25.00
Fondo	fondo	101.00	14.45%		
		699.00	100.00%		



MUESTRA	CALICATA 01
LOCALIZACIÓN	AV. RICARDO PALMA - BAMBAMARCA
PROFUNDIDAD	0.00 - 1.50



LABORATORIO DE SUELOS, ASFALTO Y CONCRETO

NOMBRE DE TESIS :	DISEÑO DE LA VÍA ALTERNA MALECÓN QUIULCHE PARA MEJORAR LA TRANSITABILIDAD DE LA AV. RICARDO PALMA DE LA CIUDAD DE BAMBAMARCA, HUALGAYOC - CAJAMARCA.	FECHA:	23 DE JULIO 2022
ESTUDIANTE :	Walter Antonio Barboza Llamo ID: 000136271 Lavado Castillo José Orlando ID:000149606		
MUESTRA:	CALICATA 01	LOCALIZACIÓN:	AV. RICARDO PALMA - BAMBAMARCA

Tamices	Tamiz (mm)	Pasa (%)	Pasante (%)
4"	100	100.00	100.00
3"	80	100.00	100.00
2 1/2"	63	100.00	100.00
2"	50	100.00	100.00
1 1/2"	40	100.00	100.00
1"	25	100.00	100.00
3/4"	20	100.00	100.00
1/2"	12.5	100.00	100.00
3/8"	10	96.85	96.85
1/4"	6.3	91.99	91.99
No 4	5	81.26	81.26
No 8	2.36	72.53	72.53
No 10	2	71.39	71.39
No 16	1.25	70.67	70.67
No 20	0.84	65.67	65.67
No 30	0.6	59.87	59.87
No 40	0.4	52.00	52.00
No 50	0.3	43.63	43.63
No 80	0.18	35.19	35.19
No 100	0.160	24.96	24.96
No 200	0.080	14.45	14.45
Fondo	fondo	0.00	0.00

D ₆₀ :	0.68 mm
D ₃₀ :	0.18 mm
D ₁₀ (diámetro efectivo):	mm
Coefficiente de uniformidad (C _u):	
Grado de curvatura (C _c):	

Sistema Unificado de Clasificación de Suelos (S.U.C.S.)

Suelo de partículas gruesas. Suelo de partículas gruesas con finos (suelo sucio).
Arena arcillosa con grava SC

Limite líquido, LL:	27.31 %
Limite plástico, LP:	19.11 %
Índice plasticidad, IP:	8.20 %

Arena arcillosa con grava SC



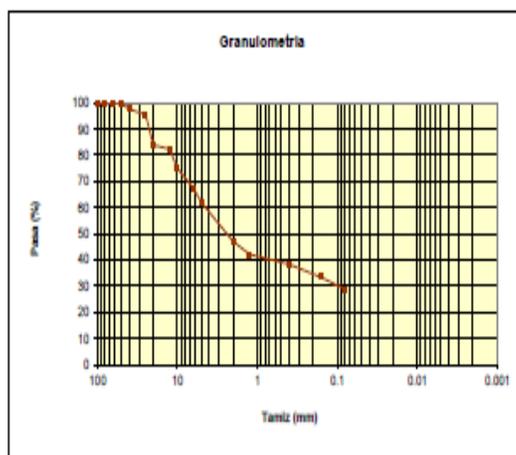
CONSULTING FERTI IP S/RL

LABORATORIO DE SUELOS, ASFALTO Y CONCRETO

NOMBRE DE TESIS :	DISEÑO DE LA VÍA ALTERNIA MALECÓN QUILICHE PARA MEJORAR LA TRANSITABILIDAD DE LA AV. RICARDO PALMA DE LA CIUDAD DE BAMBAMARCA, HUALGAYOC - CAJAMARCA.	FECHA:	25 DE JULIO 2022
ESTUDIANTE :	Walter Antonio Barboza Llamo ID: 000136271 Lavedo Castillo José Orlando ID:000149606		
MUESTRA:	CALICATA 01	LOCALIZACIÓN:	AV. RICARDO PALMA - BAMBAMARCA

M1	Tamiz (mm)	Pasa (%)	Pasante (%)	Retenido acumulado (%)	Retenido parcial (%)
4"	100	100.00	100.00	0.00	0.00
3"	80	100.00	100.00	0.00	0.00
2 1/2"	63	100.00	100.00	0.00	0.00
2"	50	100.00	100.00	0.00	0.00
1 1/2"	40	100.00	100.00	0.00	0.00
1"	25	100.00	100.00	0.00	0.00
3/4"	20	100.00	100.00	0.00	0.00
1/2"	12.5	100.00	100.00	0.00	0.00
3/8"	10	96.85	96.85	3.15	3.15
1/4"	6.3	91.99	91.99	8.01	4.86
No 4	5	81.26	81.26	18.74	10.73
No 8	2.36	72.53	72.53	27.47	8.73
No 10	2	71.39	71.39	28.61	1.14
No 16	1.18	70.67	70.67	29.33	0.72
No 20	0.84	65.67	65.67	34.33	5.01
No 30	0.6	59.87	59.87	40.13	5.79
No 40	0.4	52.00	52.00	48.00	7.87
No 50	0.3	43.63	43.63	56.37	8.37
No 80	0.18	35.19	35.19	64.81	8.44
No 100	0.160	24.96	24.96	75.04	10.23
No 200	0.080	14.45	14.45	85.55	10.52
Fondo	fondo	0.00	0.00	100.00	14.45

Clasificación AASHTO



Límite líquido LL:	27.31 %
Límite plástico LP:	19.11 %
Índice plasticidad IP:	8.20 %

Pasa tamiz N° 4 (5mm):	81.26 %
Pasa tamiz N° 200 (0,080 mm):	14.45 %
D ₅₀ :	4.98 mm
D ₁₀ :	0.135 mm
D ₆₀ (diámetro efectivo):	0.107 mm
Coeficiente de uniformidad (Cu):	46.54
Grado de curvatura (Cc):	0.03

Material granular

Excelente a bueno como subgrado
A-2-4 Grava y arena arcillosa o limosa

Valor del índice de grupo (IG):

0



LABORATORIO DE SUELOS, ASFALTO Y CONCRETO

ENSAYO CALIFORNIA BEARING RATIO

PROYECTO: DISEÑO DE LA VÍA ALTERNA MALECÓN QUILICHE PARA MEJORAR LA TRANSITABILIDAD DE LA AV. RICARDO PALMA DE LA CIUDAD DE BAMBAMARCA, HUALGAYOC - CAJAMARCA.

COORDENADAS: N:9261411 E:773938 Z:2527 msnm

SOLICITANTE: Walter Antonio Barboza Llano ID: 000136271
Lavado Castillo José Orlando ID:000149606

MUESTRA: CALICATA 01 **LOCALIZACIÓN:** AV. RICARDO PALMA - BAMBAMARCA

FECHA: 25 DE JULIO 2022

IP MUESTRA 8.20

Ubicación	CALICATA 01
Profundidad	0.00 - 1.50

C. B. R.						
Molde N°	07		09		15	
N° de Capas	05		05		05	
No de golpes por capa	56		25		12	
condicion de la muestra	Sin mojar	Mojada	Sin mojar	Mojada	Sin mojar	Mojada
Peso Molde + Suelo Humedo	9391.69	9161.26	8092.03	8896.23	8412.38	8622.11
Peso del Molde	4271.00	4271.00	4365.00	4365.00	4136.00	4136.00
Peso del Suelo Humedo	5120.69	4890.26	4627.03	4531.23	4276.38	4486.11
Volumen del Suelo	2143.00	2143.00	2143.00	2143.00	2143.00	2143.00
Densidad Humeda	2.389	2.282	2.159	2.114	1.996	2.093
Tarro N°	11	12	13	14	15	16
Peso Tarro + Suelo Humedo	493.22	479.28	476.08	564.64	530.70	483.82
Peso Tarro + Suelo Seco	474.33	446.87	461.11	545.44	517.04	459.83
Peso de Agua Contenida	18.89	32.41	14.97	19.20	13.66	23.99
Peso de Tarro	312.00	278.00	293.00	379.00	362.00	286.00
Peso del Suelo Seco	162.33	168.87	168.11	166.44	155.04	173.83
% Humedad	11.64	19.19	8.90	11.54	8.81	13.80
Densidad Seca	2.14	1.91	1.98	1.90	1.83	1.84

EXPANSION											
MOLDE N°			07			09			15		
FECHA	HORA	TIEMPO	DIAL	EXPANSION		DIAL	EXPANSION		DIAL	EXPANSION	
			mm	mm	%	mm	mm	%	mm	mm	%
21/07/2022	09:30	0	5.000	-	-	4.830	-	-	4.890	-	-
22/07/2022	09:30	24	5.400	0.4	0.34	4.880	0.050	0.04	4.890	0.000	0.00
23/07/2022	09:30	48	5.700	0.7	0.60	5.230	0.400	0.34	5.240	0.350	0.30
24/07/2022	09:30	72	5.950	0.95	0.82	5.680	0.850	0.73	5.640	0.750	0.65
25/07/2022	09:30	96	6.300	1.3	1.12	5.980	1.150	0.99	5.840	0.950	0.82

PENETRACION																	
PENET.	CARGA	STD	MOLDE N° 07					MOLDE N° 09					MOLDE N° 15				
			mm./pulg.	LIBRAS	LECTURA	CORREGIDA			LECT.	CORREGIDA			LECT.	CORREGIDA			
						LIBRAS	lib/pulg2	%		LIBRAS	lib/pulg2	%		LIBRAS	lib/pulg2	%	
0.020			3.20	120.47	40.16		1.97	108.32	36.11		0.98	98.49	32.83				
0.040			16.53	252.14	84.05		9.63	184.01	61.34		5.83	146.41	48.81				
0.060			26.57	351.34	117.12		17.83	265.03	88.35		10.67	194.25	64.75				
0.080			34.35	428.25	142.76		23.06	316.68	105.57		13.93	226.49	75.50				
0.100	700		39.04	474.53	158.18	22.60	27.30	358.61	119.54	17.08	16.22	249.08	83.03	11.86			
0.200	1500		57.11	659.04	217.69		40.73	491.28	163.77		24.57	331.56	110.53				
0.300			67.88	759.46	253.17		48.20	565.07	188.37		29.16	376.99	125.67				
0.400			74.69	826.73	275.59		53.19	614.31	204.78		32.43	409.23	136.42				
0.500			80.10	880.24	293.43		58.16	663.48	221.17		34.96	434.23	144.75				



LABORATORIO DE SUELOS, ASFALTO Y CONCRETO

ENSAYO CALIFORNIA BEARING RATIO

PROYECTO: DISEÑO DE LA VÍA ALTERNA MALECÓN QUILICHE PARA MEJORAR LA TRANSITABILIDAD DE LA AV. RICARDO PALMA DE LA CIUDAD DE BAMBAMARCA, HUALGAYOC - CAJAMARCA.

COORDENADAS: N:9261411 E:773938 Z:2527 msnm

SOLICITANTE: Walter Antonio Barboza Llamo ID: 000136271
Lavado Castillo José Orlando ID:000149606

MUESTRA: CALICATA 01 **LOCALIZACIÓN:** AV. RICARDO PALMA - BAMBAMARCA

FECHA: 25 DE JULIO 2022

Ubicación	CALICATA 01
Profundidad	0.00 - 1.50

CALIFORNIA BEARING RATIO = C.B.R. (%)					
MOLDE N°	PENETRACION	LBS/PULG ²	N° DE GOLPES	C.B.R.(%)	D.M. SECA
07	0.1"	158.18	56	22.60	2.14
09	0.1"	119.54	25	17.08	1.98
15	0.1"	83.03	12	11.86	1.88

EMBEBIDO	EXPANSION	PENET. PULG.	OPT. HUM. %	MAX. DENS. 100%	MAX. DENS. 95%	C.B.R 100%	C.B.R 95%
04 Dias	0.98%	0.1"	11.64	2.14 Gr/cc	2.03 Gr/cc	22.60	21.07



CALCULO DE CBR AL 95 %

MDS-

2.03 Gr/cc

CALCULO DE CBR AL 95 %

21.07



LABORATORIO DE SUELOS, ASFALTO Y CONCRETO

ENSAYO DE COMPACTACION (PROCTOR MODIFICADO ASTM D - 1557)

PROYECTO: DISEÑO DE LA VÍA ALTERNA MALECÓN QUILICHE PARA MEJORAR LA TRANSITABILIDAD DE LA AV. RICARDO PALMA DE LA CIUDAD DE BAMBAMARCA, HUALGAYOC - CAJAMARCA.

COORDENADAS: N:9261411 E:773938 Z:2527 msnm

SOLICITANTE: Walter Antonio Barboza Llamo ID: 000136271
Lavado Castillo José Orlando ID:000149606

MUESTRA: CALICATA 01

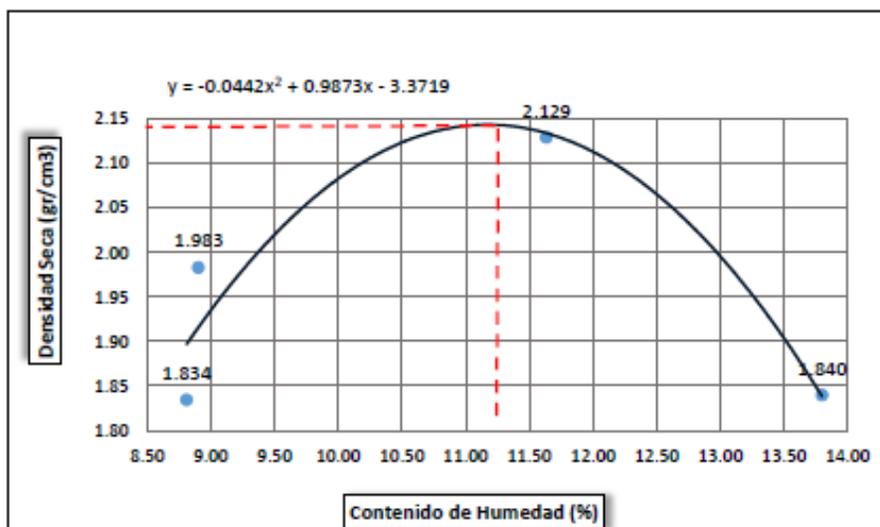
LOCALIZACIÓN: AV. RICARDO PALMA - BAMBAMARCA

FECHA: 25 DE JULIO 2022

NORMA: ASTM D - 1557

Volumen del Molde = 2130 cm ³						
	PRUEBA N°		1	2	3	4
1	Peso de molde + Suelo humedo compactado	(g)	9391.69	8992.03	8412.38	8622.11
2	Peso del molde	(g)	4271	4365	4136	4136
3	Peso del Suelo humedo compactado (1-2)	(g)	5120.69	4627.03	4276.38	4486.11
4	Densidad humeda	(g)	2.389	2.159	1.996	2.093
5	Densidad seca	(g/cm ³)	2.13	1.98	1.83	1.84

CONTENIDO DE HUMEDAD						
	DEPOSITO N°		10	20	30	40
1	PESO DEPOSITO + MUESTRA HUMEDA	(g)	493.22	476.08	530.70	483.82
2	PESO DEPOSITO + MUESTRA SECA	(g)	474.33	461.11	517.04	459.83
3	PESO DE AGUA CONTENIDA (1-2)	(g)	18.89	14.97	13.66	23.99
4	PESO DEPOSITO	(g)	312.00	293.00	362.00	286.00
5	PESO MUESTRA SECA (2-4)	(g)	162.33	168.11	155.04	173.83
6	CONTENIDO DE HUMEDAD (3/5)x100	(%)	11.64	8.90	8.81	13.80



Maxima Densidad Seca	2.13 gr/cm ³
Optimo Contenido de Humedad	11.36 %



LABORATORIO DE SUELOS, ASFALTO Y CONCRETO

ENSAYO DE DESGASTE A LA ABRASIÓN

(NORMA ASTM C - 535)

PROYECTO: DISEÑO DE LA VÍA ALTERNA MALECÓN QUIICHE PARA MEJORAR LA TRANSITABILIDAD DE LA AV. RICARDO PALMA DE LA CIUDAD DE BAMBAMARCA, HUALGAYOC - CAJAMARCA.

COORDENADAS: N:9261411 E:773938 Z:2527 msnm

SOLICITANTE: Walter Antonio Barboza Llamo ID: 000136271
Lavado Castillo José Orlando ID:000149606

MUESTRA: CALICATA 01

LOCALIZACIÓN: AV. RICARDO PALMA - BAMBAMARCA

FECHA: 25 DE JULIO 2022

NORMA: ASTM C 535

MUESTRA	ÚNICA
RETENIDO TAMIZ	PESO (g)
1 1/2"	9545.9
1"	4987.5
TOTAL MUESTRA	14533.4
RET. TAMIZ N° 12	7587.6
% DESGASTE	47.79



LABORATORIO DE SUELOS, ASFALTO Y CONCRETO

PROYECTO :	DISEÑO DE LA VÍA ALTERNA MALECÓN QUILICHE PARA MEJORAR LA TRANSITABILIDAD DE LA AV. RICARDO PALMA DE LA CIUDAD DE BAMBAMARCA, HUALGAYOC - CAJAMARCA.		
SOLICITANTE :	Walter Antonio Barboza Llamo ID: 000136271 Lavado Castillo José Orlando ID:000149606		
MUESTRA:	CAUCATA 01	LOCALIZACIÓN:	AV. RICARDO PALMA - BAMBAMARCA

CAPACIDAD PORTANTE DE LOS SUELOS PARA CIMENTACIONES SUPERFICIALES

DATOS DE ENTRADA

Datos del suelo:

Dato	Valor	Unidad
C	0.45	Ton/m ²
ϕ	33.52	°
γ	0.51	Ton/m ³
Dw	3.00	m

Tipo de falla:

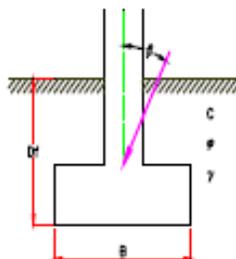
Tipo	Valor
General	SI
Local	NO

Corrección por forma a ϕ (Meyerhof):

Aplicar	
SI	NO

Factor de seguridad

Dato	Valor	Unidad
FS	3	S/D



Datos de forma de la cimentación:

Dato	Valor	Unidad
Df	2.50	m
B	2.00	m
L	3.00	m

Corrección por excentricidad (Meyerhof):

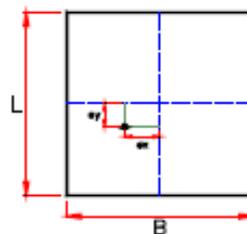
Datos	Valor	Unidad
ex	0.25	m
ey	0.23	m

Datos de inclinación de carga:

Dato	Valor	Unidad
β	0	°

Corrección por Nivel Freático

Dato	Valor	Unidad
γ'	0.26	Ton/m ³



DATOS FINALES DE CÁLCULO

Dato	Valor	Unidad
C'	0.5	Ton/m ²
ϕ'	34.9	°
γ	0.26	Ton/m ³

Dato	Valor	Unidad
Df	2.50	m
B'	1.50	m
L'	2.54	m

FACTORES DE CAPACIDAD DE CARGA

Factor	Terzagui	Meyerhof
Nc	65.677	65.677
Nq	62.041	46.804
N γ	71.558	52.413

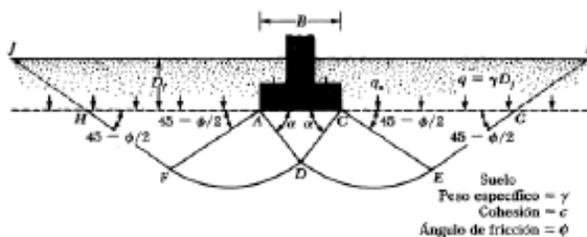
FACTORES DE CORRECCIÓN

Por forma (DeBeer, 1970)		Por profundidad de cimentación (Hansen, 1970)		Por inclinación de la carga (Meyerhof, 1963)	
Fcs	1.421	Fcd	1.412	Fci	1.000
Fqs	1.412	Fqd	1.651	Fqi	1.000
F γ s	0.764	F γ d	1.000	F γ i	1.000

CAPACIDAD PORTANTE DEL SUELO

Teoría	qu	qadm	Unidad
Terzagui	160.123	53.374	Ton/m ²
Meyerhof	138.001	46.000	Ton/m ²

FORMULA GENERAL DE TERZAGUI



$$q_{adm} = \frac{q_u}{FS}$$

$$q_u = C N_c + q N_q + \frac{1}{2} \gamma B N_\gamma$$

Teoría	qu	qadm	Unidad
Terzagui	1.633	1.194	Kg/cm ²



LABORATORIO DE SUELOS, ASFALTO Y CONCRETO

PROYECTO :	DISEÑO DE LA VÍA ALTERNA MALECÓN QUILICHE PARA MEJORAR LA TRANSITABILIDAD DE LA AV. RICARDO PALMA DE LA CIUDAD DE BAMBAMARCA, HUALGAYOC - CAJAMARCA.		
SOLICITANTE :	Walter Antonio Sarboza Llano ID: 000136271 Lavedo Castillo José Orlando ID:000149606		
MUESTRA:	CALICATA 01	LOCALIZACIÓN:	AV. RICARDO PALMA - BAMBAMARCA

Geometría cimentación		Datos	
B (m)		2.92	
L (m)		2.8	
z (m)		3.1	
Carga			
q (kPa)		180	
Terreno			
E (kPa)		8000	
v		0.5	

Cálculo Asentamiento	
ξ_s	1.14
I_s (esquina)	0.598
I_s (centro)	1.197
$\delta_{esquina}$ (m)	0.029
δ_{centro} (m)	0.059

Capacidad Portante Terreno	
Cimentación Corrida (kg/cm ²)	0.965
Cimentación Cuadrada (kg/cm ²)	0.938

Asiento en el centro de una cimentación de dimensiones B x L (Giroud, 1968)

$$I_s = \frac{2}{\pi} \left[\ln \left(\xi_s + \sqrt{1 + \xi_s^2} \right) + \xi_s \cdot \ln \frac{1 + \sqrt{1 + \xi_s^2}}{\xi_s} \right]$$

$\xi_s = L / B$

$$s = \frac{q \cdot B \cdot (1 - \nu^2)}{E} \cdot I_s$$

Nota: El I_s para el asiento en la esquina es igual a la mitad del valor del I_s en el centro

E: Módulo elástico del terreno
v: Coeficiente de Poisson del terreno
 I_s : Factor de influencia que depende de la relación LB

Incremento de tensión en un punto situado bajo la esquina de la zapata a una profundidad z:

$$I_s = \frac{1}{4 \cdot \pi} \left[\frac{2mn\sqrt{m^2+n^2+1}}{m^2+n^2+m^2n^2+1} \left(\frac{m^2+n^2+2}{m^2+n^2+1} \right) + \arctg \left(\frac{2mn\sqrt{m^2+n^2+1}}{m^2+n^2-m^2n^2+1} \right) \right]$$

$$I_s = \frac{1}{4 \cdot \pi} \left[\frac{2mn\sqrt{m^2+n^2+1}}{m^2+n^2+m^2n^2+1} \left(\frac{m^2+n^2+2}{m^2+n^2+1} \right) + \arctg \left(\frac{2mn\sqrt{m^2+n^2+1}}{m^2+n^2-m^2n^2+1} \right) + \pi \right]$$

$m = B/z$ y $n = L/z$ **1=Si; 0=No**



LABORATORIO DE SUELOS, ASFALTO Y CONCRETO

PROYECTO :	DISEÑO DE LA VÍA ALTERNA MALECÓN QUILICHE PARA MEJORAR LA TRANSITABILIDAD DE LA AV. RICARDO PALMA DE LA CIUDAD DE BAMBAMARCA, HUALGAYOC - CAJAMARCA.		
SOLICITANTE :	Walter Antonio Barboza Llano ID: 000136271 Lavedo Castillo José Orlando ID:000149606		
MUESTRA:	CALICATA 01	LOCALIZACIÓN:	AV. RICARDO PALMA - BAMBAMARCA

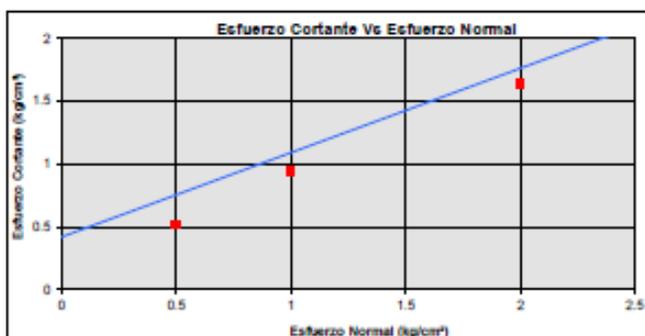
PARAMETROS DE RESISTENCIA - CORTE DIRECTO - COEFICIENTES DE FRICCIÓN (ASTM D3080)

COHESION (C) (kg/cm²)	0.45
ANGULO DE FRICCIÓN (Φ)	33.52

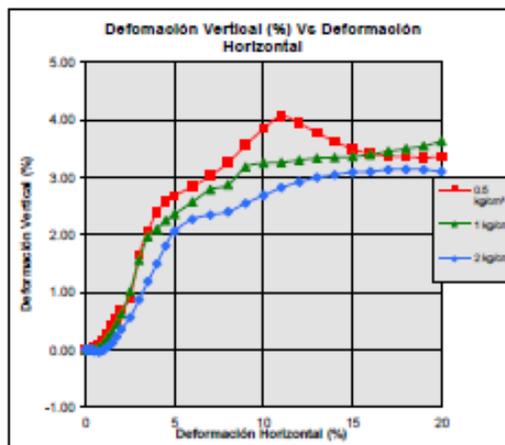
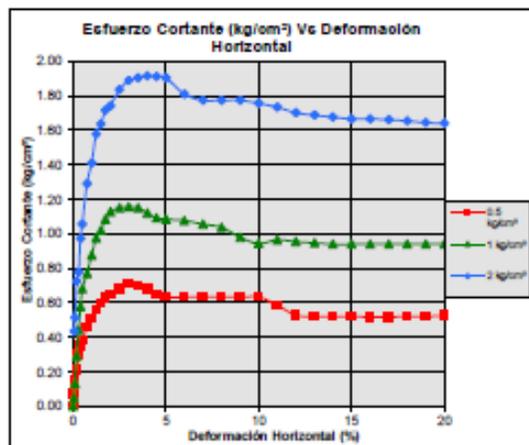
Limite inferior Eje X		0.00
Limite superior Eje X		4.00
Limite inferior Eje Y		0.00
Limite superior Eje Y		4.00
Envolvente	0.00	0.45
	4.00	3.10

CONSTANTE (K) (9 , 10 ó 11) :	10
AREA :	19.6350

FUERZA F	ESFUERZO σ	ESFUERZO σ
-	$\sigma = K \cdot F / A$	$\sigma = 58.0665$
kg	kg/cm ²	kPa
0.100	0.051	4.994
0.250	0.127	12.486
0.500	0.255	24.972
1.000	0.509	49.945
2.000	1.019	99.890
4.000	2.037	199.779
8.000	4.074	399.559
16.000	8.149	799.118
32.000	16.297	1598.235



PARAMETROS DE RESISTENCIA		CUADRO DE LECTURAS	CUADRO DE LECTURAS	CUADRO DE LECTURAS
ESFUERZO NORMAL	(kg/cm ²)	0.50	1.00	2.00
ESFUERZO CORTANTE	(kg/cm ²)	0.53	0.94	1.64
COHESION (C)	(kg/cm ²)	0.45		
ANGULO DE FRICCIÓN (Φ)	(°)	33.52		
FACTOR DE FRICCIÓN ESTRUCT - SUELO (Φ)		0.43		



Ensayos de la calicata C-02



LABORATORIO DE SUELOS, ASFALTO Y CONCRETO

REGISTRO DE EXPLORACION DE SUELOS

PROYECTO	DISEÑO DE LA VÍA ALTERNA MALECÓN QUILICHE PARA MEJORAR LA TRANSITABILIDAD DE LA AV. RICARDO PALMA DE LA CIUDAD DE BAMBAMARCA, HUALGAYOC - CAJAMARCA.
UBICACION	AV. RICARDO PALMA - BAMBAMARCA
SOLICITADO	Weiter Antonio Barboza Llano ID: 000136271 Lavado Castillo José Orlando ID:000149606
FECHA	25 DE JULIO 2022

CALICATA 02	N:9261684 E:773485 Z:2542 msnm
-------------	--------------------------------

COTA	PROFUND. MTS	DESCRIPCIÓN DEL SUELO	SÍMBOLO	MUESTRAS OBTENIDAS	OBSERVACIONES
	0.00				
	0.20	Se ubica un estrato de material de relleno Suelo pobre no clasificado, combinado con suelo de la zona y materia orgánica.		R	
	0.90	Perfil conformado por grava, arena arcillosa o limosa, superficialmente el estrato se observa aparentemente compacto, en el centro y hasta el final de la excavación presenta una consistencia suave a media, de contenido de humedad progresiva, de color beige.		R	
	1.50	Perfil conformado por grava, arena arcillosa o limosa, superficialmente el estrato se observa aparentemente compacto, en el centro y hasta el final de la excavación presenta una consistencia suave a media, de contenido de humedad progresiva, de color pardo. De baja resistencia al corte bajo condiciones de humedad y densidad no controladas C.B.R, se considera pobre a regular a nivel de subrasante definida. Arena arcillosa con grava SM		M-2 SM A-2-4 (0)	
		Observación: No se ubica el nivel freático hasta la profundidad explorada		R	
IMAGEN					

SONDEO MANUAL: Sistema de Perforación excavación a Cielo abierto. Muestras disturbadas, obtruidas, recuperadas a mano.



LABORATORIO DE SUELOS, ASFALTO Y CONCRETO

NOMBRE DE TESIS :	DISEÑO DE LA VÍA ALTERNIA MALECÓN QUILICHE PARA MEJORAR LA TRANSITABILIDAD DE LA AV. RICARDO PALMA DE LA CIUDAD DE BAMBAMARCA, HUALGAYOC - CAJAMARCA.	FECHA:	25 DE JULIO 2022
ESTUDIANTE :	Walter Antonio Barboza Llano ID: 000136271 Lavado Cestillo José Orlando ID:000149606		
MUESTRA:	CAJICATA 02	LOCALIZACIÓN:	AV. RICARDO PALMA - BAMBAMARCA N°3261684 E:773485 T:2542 msnm

LIMITE LIQUIDO			
No de Golpes	19	25	30
Recipiente No	6A	7A	8A
Peso Suelo H. (g)	62.4	60.21	53.39
Peso Suelo S. (g)	54.15	54.35	49.14
Peso Tarro (g)	21.53	21.10	21.20
% de humedad	25.29%	17.62%	15.21%

LIMITE PLASTICO	
Recipiente No	9A
Peso Suelo H. (g)	54.14
Peso Suelo S. (g)	50.37
Peso Tarro (g)	25.3
% de humedad	15.04%

HUMEDAD NATURAL	
Recipiente No	10A
Peso Suelo H. (g)	52.54
Peso Suelo S. (g)	49.25
Peso Tarro (g)	24.18
% de humedad	13.12%

ANÁLISIS GRANULOMÉTRICO POR TAMIZADO ASTM C-136					
Peso de la muestra (gr)		700.00			
Tamices		Suelo Retenido (g)	% Retenido	% Que Pasa	Especificaciones para Base
nro	m m				
3"	80	0.00	0.00	100.00%	IN SITU
2 1/2"	63	0.00	0.00	100.00%	A - 2
2"	50	0.00	0.00	100.00%	100.00
1 1/2"	40	0.00	0.00%	100.00%	
1"	25	0.00	0.00%	100.00%	
3/4"	20	0.00	0.00%	100.00%	80.00 100.00
1/2"	12.5	15.00	2.14%	97.86%	72.50 100.00
3/8"	10	20.00	2.86%	95.00%	65.00 100.00
1/4"	6.3	45.00	6.43%	88.57%	57.50 92.50
No 4	5	55.00	7.86%	80.71%	50.00 85.00
No 8	2.98	50.00	7.14%	73.57%	41.50 76.00
No 10	2	10.00	1.43%	72.14%	33.00 67.00
No 16	1.25	5.00	0.71%	71.43%	31.00 61.50
No 20	0.84	44.30	6.33%	65.10%	29.00 56.00
No 30	0.6	48.50	6.93%	58.17%	27.00 50.50
No 40	0.4	46.95	6.71%	51.46%	25.00 45.00
No 50	0.3	58.75	8.39%	43.07%	21.25 40.00
No 80	0.18	56.90	8.13%	34.94%	17.50 35.00
No 100	0.160	67.10	9.59%	25.36%	13.75 30.00
No 200	0.080	72.00	10.29%	15.07%	10.00 25.00
Fondo	fondo	105.50	15.07%		
		700.00	100.00%		

LL =		
LL =	18.67%	Índice de Grupo
LP =	15.04%	Clasificación AASHTO
IP =	3.63%	Clasificación Unificada
W =	13.12%	

DIAGRAMA DE FLUIDEZ

Indice de Grupo	0
Clasificación AASHTO	A-2-4 Grava y arena arcillosa o limosa
Clasificación Unificada	Arena limosa con grava SM

CURVA GRANULOMÉTRICA

MUESTRA	CAJICATA 02
LOCALIZACIÓN	AV. RICARDO PALMA - BAMBAMARCA
PROFUNDIDAD	0.20 - 1.50



LABORATORIO DE SUELOS, ASFALTO Y CONCRETO

NOMBRE DE TESIS :	DISEÑO DE LA VÍA ALTERNA MALECÓN QUILICHE PARA MEJORAR LA TRANSITABILIDAD DE LA AV. RICARDO PALMA DE LA CIUDAD DE BAMBAMARCA, HUALGAYOC - CAJAMARCA.	FECHA:	23 DE JULIO 2022
ESTUDIANTE :	Walter Antonio Barboza Llamo ID: 000136271 Lavado Castillo José Orlando ID:000149606		
MUESTRA:	CALICATA 02	LOCALIZACIÓN: AV. RICARDO PALMA - BAMBAMARCA	

Tamices	Tamiz (mm)	Pasa (%)	Pasante (%)
4"	100	100.00	100.00
3"	80	100.00	100.00
2 1/2"	63	100.00	100.00
2"	50	100.00	100.00
1 1/2"	40	100.00	100.00
1"	25	100.00	100.00
3/4"	20	100.00	100.00
1/2"	12.5	97.88	97.88
3/8"	10	95.00	95.00
1/4"	6.3	88.57	88.57
No 4	5	80.71	80.71
No 8	2.36	73.57	73.57
No 10	2	72.14	72.14
No 16	1.25	71.43	71.43
No 20	0.84	65.10	65.10
No 30	0.6	58.17	58.17
No 40	0.4	51.46	51.46
No 50	0.3	43.07	43.07
No 80	0.18	34.94	34.94
No 100	0.160	25.38	25.38
No 200	0.080	15.07	15.07
Fondo	fondo	0.00	0.00

D ₆₀ :	0.71 mm
D ₃₀ :	0.18 mm
D ₁₀ (diámetro efectivo):	mm
Coefficiente de uniformidad (C _u):	
Grado de curvatura (C _c):	

Sistema Unificado de Clasificación de Suelos (S.U.C.S.)

Suelo de partículas gruesas. Suelo de partículas gruesas con finos (suelo sucio).
Arena limosa con grava SM

Limite líquido, LL:	18.87	%
Limite plástico, LP:	15.04	%
Índice plasticidad, IP:	3.83	%

Arena limosa con grava SM



CONSULTING TERRAPRO

LABORATORIO DE SUELOS, ASFALTO Y CONCRETO

NOMBRE DE TESIS :	DISEÑO DE LA VÍA ALTERNA MALECÓN QUIULCHE PARA MEJORAR LA TRANSITABILIDAD DE LA AV. RICARDO PALMA DE LA CIUDAD DE BAMBAMARCA, HUALGAYOC - CAJAMARCA.	FECHA:	26 DE JULIO 2022
ESTUDIANTE :	Walter Antonio Barboza Llano ID: 000136271 Orlando ID:000149606	Levado Castillo José	
MUESTRA:	CALICATA 02	LOCALIZACIÓN:	AV. RICARDO PALMA - BAMBAMARCA

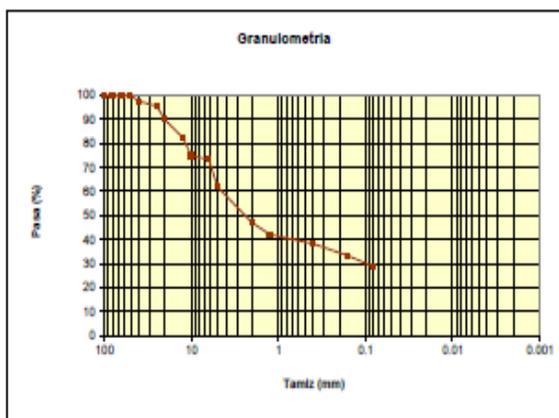
M1	Tamiz (mm)	Pasa (%)	Posante (%)	Retenido acumulado (%)	Retenido parcial (%)
4"	100	100.00	100.00	0.00	0.00
3"	80	100.00	100.00	0.00	0.00
2 1/2"	63	100.00	100.00	0.00	0.00
2"	50	100.00	100.00	0.00	0.00
1 1/2"	40	100.00	100.00	0.00	0.00
1"	25	100.00	100.00	0.00	0.00
3/4"	20	100.00	100.00	0.00	0.00
1/2"	12.5	97.86	97.86	2.14	2.14
3/8"	10	95.00	95.00	5.00	2.86
1/4"	6.3	88.57	88.57	11.43	6.43
No 4	5	80.71	80.71	19.29	7.86
No 8	2.36	73.57	73.57	26.43	7.14
No 10	2	72.14	72.14	27.86	1.43
No 16	1.18	71.43	71.43	28.57	0.71
No 20	0.84	65.10	65.10	34.90	6.33
No 30	0.6	58.17	58.17	41.83	6.93
No 40	0.4	51.46	51.46	48.54	6.71
No 50	0.3	43.07	43.07	56.93	8.39
No 80	0.18	34.94	34.94	65.06	8.13
No 100	0.160	25.36	25.36	74.64	9.59
No 200	0.080	15.07	15.07	84.93	10.29
Fondo	fondo	0.00	0.00	100.00	15.07

100.00

Limite líquido LL	18.67 %
Limite plástico LP	15.04 %
Índice plasticidad IP	3.63 %

Pasa tamiz N° 4 (5mm):	80.71 %
Pasa tamiz N° 200 (0,080 mm):	15.07 %
D ₁₀ :	7.01 mm
D ₃₀ :	0.125 mm
D ₆₀ (diámetro efectivo):	0.102 mm
Coeficiente de uniformidad (Cu):	68.73
Grado de curvatura (Cc):	0.022

Clasificación AASHTO



Material granular

Excelente a bueno como subgrado
A-2-4 Grava y arena arcillosa o limosa

Valor del índice de grupo (IG):

0



LABORATORIO DE SUELOS, ASFALTO Y CONCRETO

ENSAYO CALIFORNIA BEARING RATIO

PROYECTO: DISEÑO DE LA VÍA ALTERNA MALECÓN QUILICHE PARA MEJORAR LA TRANSITABILIDAD DE LA AV. RICARDO PALMA DE LA CIUDAD DE BAMBAMARCA, HUALGAYOC - CAJAMARCA.

COORDENADAS N:9261684 E:773485 Z:2542 msnm

Walter Antonio Barboza Llamo ID: 000136271
Lavado Castillo José Orlando ID:000149606

SOLICITANTE: CALICATA 02 **LOCALIZACIÓN:** AV. RICARDO PALMA - BAMBAMARCA

MUESTRA: CALICATA 02

FECHA: 25 DE JULIO 2022

IP MUESTRA 3.63

Ubicación	CALICATA 02
Profundidad	0.20 - 1.50

C. B. R.						
Molde N°	07		09		15	
N° de Capas	05		05		05	
No de golpes por capa	56		25		12	
condicion de la muestra	Sin mojar	Mojada	Sin mojar	Mojada	Sin mojar	Mojada
Peso Molde + Suelo Humedo	9401.73	9061.26	8892.03	8896.23	8412.38	8623.06
Peso del Molde	4271.00	4271.00	4365.00	4365.00	4136.00	4136.00
Peso del Suelo Humedo	5130.73	4790.26	4527.03	4531.23	4276.38	4487.06
Volumen del Suelo	2143.00	2143.00	2143.00	2143.00	2143.00	2143.00
Densidad Humeda	2.394	2.235	2.112	2.114	1.996	2.094
Tarro N°	21	22	23	24	25	26
Peso Tarro + Suelo Humedo	493.22	479.28	476.08	564.64	530.70	483.82
Peso Tarro + Suelo Seco	474.33	446.87	461.11	545.44	517.04	459.83
Peso de Agua Contenida	18.89	32.41	14.97	19.20	13.66	23.99
Peso de Tarro	312.00	278.00	293.00	379.00	362.00	286.00
Peso del Suelo Seco	162.39	168.87	168.11	166.44	155.04	173.83
% Humedad	11.64	19.19	8.90	11.54	8.81	13.80
Densidad Seca	2.14	1.88	1.94	1.90	1.83	1.84

EXPANSION											
MÓLDE N°			07			09			15		
FECHA	HORA	TIEMPO	DIAL	EXPANSION		DIAL	EXPANSION		DIAL	EXPANSION	
			mm	mm	%	mm	mm	%	mm	mm	%
21/07/2022	09:30	0	5.000	-		4.830	-		4.890	-	
22/07/2022	09:30	24	5.150	0.15	0.13	5.180	0.350	0.30	5.090	0.200	0.17
23/07/2022	09:30	48	5.550	0.55	0.47	5.480	0.650	0.56	5.390	0.500	0.43
24/07/2022	09:30	72	5.600	0.6	0.52	5.680	0.850	0.73	5.390	0.500	0.43
25/07/2022	09:30	96	5.900	0.9	0.78	5.780	0.950	0.82	5.640	0.750	0.65

PENETRACION													
PENET. mm/pulg	CARGA STD LIBRAS	MOLDE N° 07				MOLDE N° 09				MOLDE N° 15			
		LECTURA	CORREGIDA			LECT.	CORREGIDA			LECT.	CORREGIDA		
			LIBRAS	lib/pulg2	%		LIBRAS	lib/pulg2	%		LIBRAS	lib/pulg2	%
0.020		3.20	120.47	40.16		1.97	108.32	36.11		0.98	98.49	32.83	
0.040		36.19	446.39	148.80		22.28	308.98	103.00		14.24	229.58	76.53	
0.060		59.39	675.63	225.22		38.58	470.02	156.68		23.52	321.21	107.08	
0.080		75.31	832.84	277.63		51.48	597.43	199.15		31.43	399.37	133.13	
0.100	1300	90.28	980.75	326.93	25.15	60.50	686.61	228.88	17.61	38.24	466.66	155.56	
0.200	1500	128.29	1356.33	452.13		91.35	991.37	330.47		54.88	631.01	210.35	
0.300		151.50	1585.57	528.55		109.30	1168.72	389.59		64.70	728.08	242.70	
0.400		169.06	1759.09	586.39		122.20	1296.13	432.07		72.61	806.24	268.76	
0.500		180.18	1868.94	623.01		129.57	1369.00	456.36		79.42	873.52	291.19	



LABORATORIO DE SUELOS, ASFALTO Y CONCRETO

ENSAYO CALIFORNIA BEARING RATIO

PROYECTO: DISEÑO DE LA VÍA ALTERNA MALECÓN QUILICHE PARA MEJORAR LA TRANSITABILIDAD DE LA AV. RICARDO PALMA DE LA CIUDAD DE BAMBAMARCA, HUALGAYOC - CAJAMARCA.

COORDENADAS: N:9261684 E:773485 Z:2542 msnm

SOLICITANTE: Walter Antonio Barboza Llamo ID: 000136271
Lavado Castillo José Orlando ID:000149606

MUESTRA: CALICATA 02 **LOCALIZACIÓN:** AV. RICARDO PALMA - BAMBAMARCA

FECHA: 25 DE JULIO 2022

Ubicación	CALICATA 02
Profundidad	0.20 - 1.50

CALIFORNIA BEARING RATIO = C.B.R. (%)					
MOLDE N°	PENETRACION	LBS/PULG ²	N° DE GOLPES	C.B.R. (%)	D.M. SECA
07	0.1"	326.93	56	25.15	2.14
09	0.1"	228.88	25	17.61	1.94
15	0.1"	155.56	12	11.97	1.83

EMBEBIDO	EXPANSION	PENET. PULG.	OPT. HUM. %	MAX. DENS 100%	MAX. DENS. 95%	C.B.R 100%	C.B.R. 95%
04 Dias	0.75%	0.1"	11.64	2.14 Gr/cc	2.04 Gr/cc	25.15	21.72



CALCULO DE CBR AL 95 % MDS= 2.04 Gr/cc

CALCULO DE CBR AL 95 % 21.72



LABORATORIO DE SUELOS, ASFALTO Y CONCRETO

ENSAYO DE COMPACTACION (PROCTOR MODIFICADO ASTM D - 1557)

PROYECTO: DISEÑO DE LA VÍA ALTERNA MALECÓN QUILICHE PARA MEJORAR LA TRANSITABILIDAD DE LA AV. RICARDO PALMA DE LA CIUDAD DE BAMBAMARCA, HUALGAYOC - CAJAMARCA.

COORDENADAS: N:9261684 E:773485 Z:2542 msnm

SOLICITANTE: Walter Antonio Barboza Llamo ID: 000136271
Lavado Castillo José Orlando ID:000149606

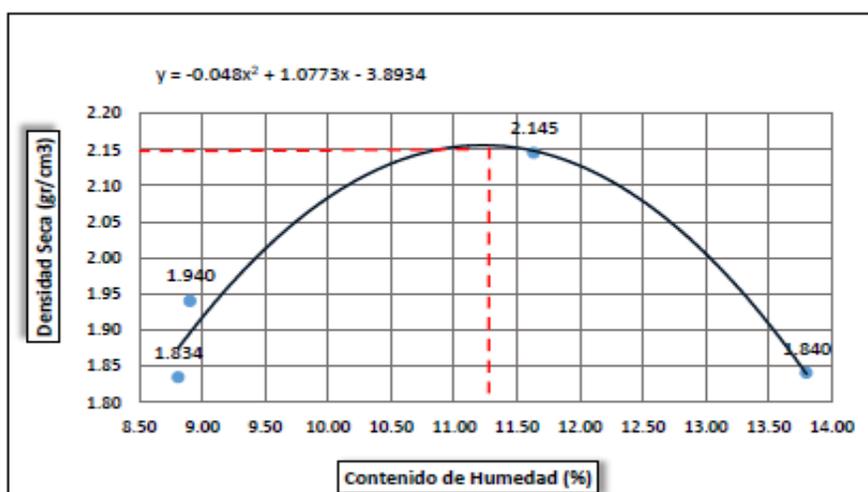
MUESTRA: CALICATA 02 **LOCALIZACIÓN:** AV. RICARDO PALMA - BAMBAMARCA

FECHA: 25 DE JULIO 2022

NORMA: ASTM D - 1557

Volumen del Molde = 2130 cm ³					
PRUEBA N°		5	6	7	8
1	Peso de molde + Suelo humedo compactado (g)	9401.73	8892.03	8412.38	8623.06
2	Peso del molde (g)	4271	4365	4136	4136
3	Peso del Suelo humedo compactado (1-2) (g)	5130.73	4527.03	4276.38	4487.06
4	Densidad humeda (g)	2.394	2.112	1.996	2.094
5	Densidad seca (g/cm ³)	2.14	1.94	1.83	1.84

CONTENIDO DE HUMEDAD					
DEPOSITO N°		50	60	70	80
1	PESO DEPOSITO + MUESTRA HUMEDA (g)	493.22	476.08	530.70	483.82
2	PESO DEPOSITO + MUESTRA SECA (g)	474.33	461.11	517.04	459.83
3	PESO DE AGUA CONTENIDA (1-2) (g)	18.89	14.97	13.66	23.99
4	PESO DEPOSITO (g)	312.00	293.00	362.00	286.00
5	PESO MUESTRA SECA (2-4) (g)	162.33	168.11	155.04	173.83
6	CONTENIDO DE HUMEDAD (3/5)x100 (%)	11.64	8.90	8.81	13.80



Maxima Densidad Seca	2.14 gr/cm ³
Optimo Contenido de Humedad	11.41 %



LABORATORIO DE SUELOS, ASFALTO Y CONCRETO

ENSAYO DE DESGASTE A LA ABRASIÓN

(NORMA ASTM C - 535)

PROYECTO: DISEÑO DE LA VÍA ALTERNA MALECÓN QUILICHE PARA MEJORAR LA TRANSITABILIDAD DE LA AV. RICARDO PALMA DE LA CIUDAD DE BAMBAMARCA, HUALGAYOC - CAJAMARCA.

COORDENADAS N:9261684 E:773485 Z:2542 msnm

SOLICITANTE: Walter Antonio Barboza Uamo ID: 000136271
Lavado Castillo José Orlando ID:000149606

MUESTRA: CALICATA 02 **LOCALIZACIÓN:** AV. RICARDO PALMA - BAMBAMARC

FECHA: 25 DE JULIO 2022

NORMA: ASTM C 535

MUESTRA	ÚNICA
RETENIDO TAMIZ	PESO (g)
1 1/2"	9351.7
1"	5023.3
TOTAL MUESTRA	14375
RET. TAMIZ N° 12	7565.4
% DESGASTE	47.37



CONSULTING GROUP SRL

LABORATORIO DE SUELOS, ASFALTO Y CONCRETO

PROYECTO :	DISEÑO DE LA VÍA ALTERNA MALECÓN QUILICHE PARA MEJORAR LA TRANSITABILIDAD DE LA AV. RICARDO PALMA DE LA CIUDAD DE BAMBAMARCA, HUALGAYOC - CAJAMARCA.		
SOLICITANTE :	Walter Antonio Barboza Llamo ID: 000136271 Lavado Castillo José Orlando ID:000149606		
MUESTRA:	CALICATA 02	LOCALIZACIÓN:	AV. RICARDO PALMA - BAMBAMARCA

CAPACIDAD PORTANTE DE LOS SUELOS PARA CIMENTACIONES SUPERFICIALES

DATOS DE ENTRADA

Datos del suelo:

Dato	Valor	Unidad
C	0.44	Ton/m ²
φ	33.62	°
γ	0.59	Ton/m ³
Dw	3.00	m

Tipo de falla:

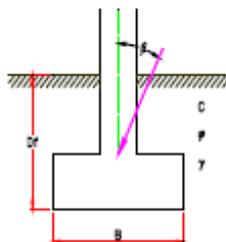
Tipo	Valor
General	SI
Local	NO

Corrección por forma a φ (Meyerhof):

Aplicar	
SI	NO

Factor de seguridad

Dato	Valor	Unidad
FS	3	S/D



Datos de forma de la cimentación:

Dato	Valor	Unidad
Df	1.00	m
B	2.00	m
L	3.00	m

Corrección por excentricidad (Meyerhof):

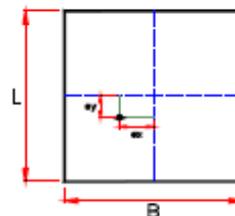
Datos	Valor	Unidad
ex	0.25	m
ey	0.23	m

Datos de inclinación de carga:

Dato	Valor	Unidad
β	0	°

Corrección por Nivel Freático

Dato	Valor	Unidad
γ'	0.59	Ton/m ³



DATOS FINALES DE CALCULO

Dato	Valor	Unidad
C'	0.4	Ton/m ²
φ'	35.0	°
γ	0.59	Ton/m ³

Dato	Valor	Unidad
Df	1.00	m
B'	1.50	m
L'	2.54	m

FACTORES DE CAPACIDAD DE CARGA

Factor	Terzagui	Meyerhof
Nc	66.034	66.034
Nq	63.053	47.232
N γ	72.953	53.175

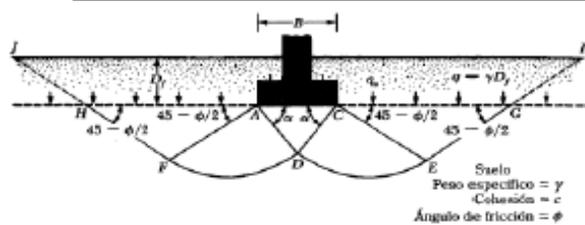
FACTORES DE CORRECCIÓN

Por forma	Por profundidad de cimentación	Por inclinación de la carga			
(DeBeer, 1970)	(Hansen, 1970)	(Meyerhof, 1963)			
Fcs	1.422	Fcd	1.287	Fci	1.000
Fqs	1.413	Fqd	1.420	Fqi	1.000
F γ s	0.764	F γ d	1.000	F γ i	1.000

CAPACIDAD PORTANTE DEL SUELO

Teoría	qu	qadm	Unidad
Terzagui	142.873	47.624	Ton/m ²
Meyerhof	126.267	42.089	Ton/m ²

FORMULA GENERAL DE TERZAGUI



$$q_{adm} = \frac{q_u}{FS}$$

$$q_u = C N_c + q N_q + \frac{1}{2} \gamma B N_\gamma$$

Teoría	qu	qadm	Unidad
Terzagui	1.457	1.076	Kg/cm ²



LABORATORIO DE SUELOS, ASFALTO Y CONCRETO

PROYECTO :	DISEÑO DE LA VÍA ALTERNA MALECÓN QUILICHE PARA MEJORAR LA TRANSITABILIDAD DE LA AV. RICARDO PALMA DE LA CIUDAD DE BAMBAMARCA, HUALGAYOC - CAJAMARCA.		
SOLICITANTE :	Walter Antonio Barboza Llamo ID: 000136271 Lavado Castillo José Orlando ID:000149606		
MUESTRA:	CALICATA 02	LOCALIZACIÓN:	AV. RICARDO PALMA - BAMBAMARCA

ASENTAMIENTO RECTANGULAR			
Geometría cimentación	Datos	Cálculo Asentamiento	
B (m)	2.8	ξ_s	1.14
L (m)	2.8	I_s (esquina)	0.568
z (m)	3.2	I_s (centro)	1.197
Carga			
q (kPa)	180	$\delta_{esquina}$ (m)	0.028
Terreno			
E (kPa)	8000	δ_{centro} (m)	0.057
v	0.5	Capacidad Portante Terreno	
		Cimentación Corrida (kg/cm2)	0.958
		Cimentación Cuadrada (kg/cm2)	0.924
Asiento en el centro de una cimentación de dimensiones B x L (Giroud, 1968)			
$I_s = \frac{2}{\pi} \left[\ln \left(\xi_s + \sqrt{1 + \xi_s^2} \right) + \xi_s \cdot \ln \frac{1 + \sqrt{1 + \xi_s^2}}{\xi_s} \right]$ $\xi_s = L / B$ $s = \frac{q \cdot B \cdot (1 - \nu^2)}{E} \cdot I_s$		<p>Nota: El I_s para el asiento en la esquina es igual a la mitad del valor del I_s en el centro</p> <p>E: Módulo elástico del terreno v: Coeficiente de Poisson del terreno I_s: Factor de influencia que depende de la relación L/B</p>	
Incremento de tensión en un punto situado bajo la esquina de la zapata a una profundidad z:			
$I_1 = \frac{1}{4 \cdot \pi} \left[\frac{2mn\sqrt{m^2+n^2+1}}{m^2+n^2+m^2n^2+1} \left(\frac{m^2+n^2+2}{m^2+n^2+1} \right) + \operatorname{arctg} \left(\frac{2mn\sqrt{m^2+n^2+1}}{m^2+n^2-m^2n^2+1} \right) \right]$ $I_2 = \frac{1}{4 \cdot \pi} \left[\frac{2mn\sqrt{m^2+n^2+1}}{m^2+n^2+m^2n^2+1} \left(\frac{m^2+n^2+2}{m^2+n^2+1} \right) + \operatorname{arctg} \left(\frac{2mn\sqrt{m^2+n^2+1}}{m^2+n^2-m^2n^2+1} \right) + \pi \right]$ <p>m = B/2 y n = L/2</p>		$m^2+n^2+1 < m^2 \cdot n^2 \quad \rightarrow \quad m^2+n^2+1 < m^2 \cdot n^2$ <p>1=Sí; 0=No</p>	



LABORATORIO DE SUELOS, ASFALTO Y CONCRETO

PROYECTO :	DISEÑO DE LA VÍA ALTERNA MALECÓN QUIULICHE PARA MEJORAR LA TRANSITABILIDAD DE LA AV. RICARDO PALMA DE LA CIUDAD DE BAMBAMARCA, HUALGAYOC - CAJAMARCA.		
SOLICITANTE :	Walter Antonio Barboza Llamo ID: 000136271 Lavado Castillo José Orlando ID:000149606		
MUESTRA:	CALICATA 02	LOCALIZACIÓN:	AV. RICARDO PALMA - BAMBAMARCA

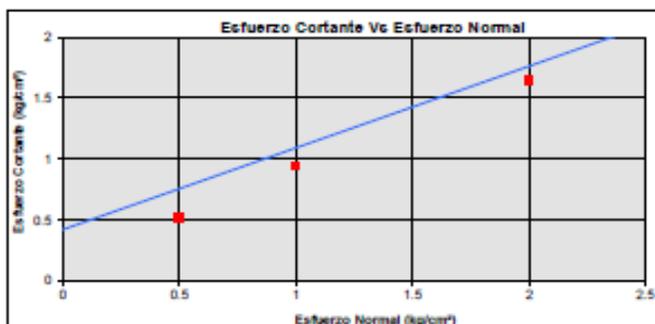
PARAMETROS DE RESISTENCIA - CORTE DIRECTO - COEFICIENTES DE FRICCIÓN (ASTM D3080)

COHESION (C) (kg/cm ²)	0.44
ANGULO DE FRICCIÓN (Φ)	33.62

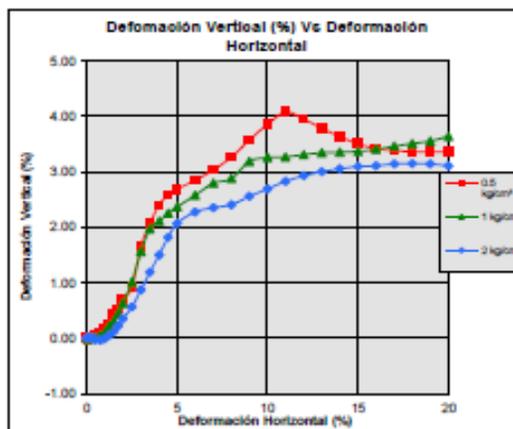
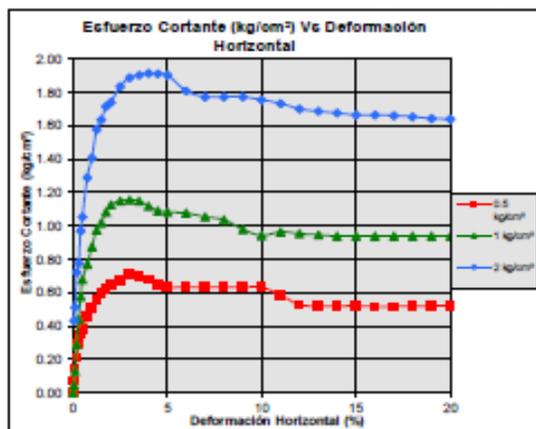
Limite inferior Eje X	0.00	
Limite superior Eje X	4.00	
Limite inferior Eje Y	0.00	
Limite superior Eje Y	4.00	
Envolvente	0.00	0.44
	4.00	3.10

CONSTANTE (K) (9 , 10 o 11) :	11
AREA :	19.6350

FUERZA F kg	ESFUERZO σ kg/cm ²	ESFUERZO σ kPa
-	$\sigma = K \cdot F/A$	$\sigma = 98.0665$
0.100	0.056	5.494
0.250	0.140	13.735
0.500	0.280	27.470
1.000	0.560	54.939
2.000	1.120	109.879
4.000	2.241	219.757
8.000	4.482	439.515
16.000	8.964	879.030
32.000	17.927	1758.059



PARAMETROS DE RESISTENCIA		CUADRO DE LECTURAS	CUADRO DE LECTURAS	CUADRO DE LECTURAS
ESFUERZO NORMAL	(kg/cm ²)	0.51	1.00	2.00
ESFUERZO CORTANTE	(kg/cm ²)	0.54	0.94	1.64
COHESION (C)	(kg/cm ²)	0.44		
ANGULO DE FRICCIÓN (Φ)	(°)	33.62		
FACTOR DE FRICCIÓN ESTRUCC - SUELO (Φ)		0.44		



Anexo N° 03: Fichas de conteo vehicular

Ficha de conteo vehicular Día 06/07/2022

FORMATO DE CONTEO Y CLASIFICACION VEHICULAR

TRAMO DE LA CARRETERA		Av. Ricardo Palma									ESTACION		Av. Ricardo Palma cuadra 1 - Jr. Tinajas cuadra 1						
SENTIDO	ENTRADA (E) SALIDA (S)	Av. Ricardo Palma (final de la avenida - cuadra 1) Av. Ricardo Palma (cuadra 1 - final de la avenida)									CODIGO DE LA ESTACION	1	DIA			FECHA			
											miercoles			6/07/2022					
HORA	SENTIDO	AUTO	CAMIONETAS			MICRO	BUS		CAMION			SEMI TRAYLER				TRAYLER			
			PICK UP	RURAL Combi			2E	>=3E	2E	>=3E	4E	2S1/2S2	2S3	3S1/3S2	>=3S3	2T2	2T3	3T2	>=3T3
DIAGRA. VEH.																			
8.00	S	17.00	31.00	27.00	0.00	0.00	0.00	19.00	9.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	3.00	0.00	0.00		
8.00	E	21.00	38.00	24.00	0.00	0.00	0.00	21.00	7.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	1.00	0.00	0.00		
9.00	S	19.00	33.00	19.00	1.00	0.00	0.00	14.00	6.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	2.00	0.00	0.00		
9.00	E	25.00	42.00	27.00	4.00	0.00	1.00	12.00	8.00	0.00	0.00	1.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00		
10.00	S	16.00	45.00	16.00	0.00	0.00	0.00	7.00	5.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00		
10.00	E	11.00	37.00	11.00	2.00	0.00	0.00	13.00	2.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	1.00	0.00	0.00		
11.00	S	9.00	36.00	9.00	0.00	0.00	0.00	8.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	1.00	0.00	0.00		
11.00	E	14.00	45.00	13.00	1.00	0.00	0.00	7.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00		
12.00	S	16.00	41.00	16.00	0.00	0.00	0.00	11.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00		
12.00	E	11.00	39.00	12.00	0.00	0.00	0.00	14.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00		
13.00	S	13.00	23.00	9.00	0.00	0.00	0.00	9.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00		
13.00	E	17.00	27.00	7.00	0.00	0.00	0.00	13.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00		
14.00	S	12.00	24.00	11.00	0.00	0.00	0.00	8.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00		
14.00	E	10.00	17.00	15.00	0.00	0.00	0.00	3.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00		
15.00	S	21.00	23.00	12.00	1.00	0.00	0.00	5.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	1.00	0.00	0.00		
15.00	E	13.00	32.00	13.00	3.00	0.00	0.00	9.00	1.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	1.00	0.00	0.00		
16.00	S	7.00	25.00	10.00	0.00	0.00	0.00	11.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00		
16.00	E	15.00	24.00	15.00	0.00	0.00	0.00	7.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00		
17.00	S	11.00	27.00	13.00	0.00	0.00	1.00	8.00	4.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	3.00	0.00	0.00		
17.00	E	9.00	21.00	11.00	1.00	0.00	0.00	5.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00		
18.00	S	12.00	32.00	14.00	0.00	0.00	0.00	8.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00		
18.00	E	7.00	25.00	9.00	1.00	0.00	0.00	12.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	1.00	0.00	0.00		
PARCIAL		306.00	687.00	313.00	14.00	0.00	2.00	224.00	42.00	0.00	0.00	1.00	0.00	14.00	0.00	0.00	0.00	0.00	
ENCUESTADOR		ZAMBRANO CERDAN YONI EDILSON.																	
ASESOR		RAMOS RODRIGUEZ MAMERTO.																	
FUENTE		MTC																	

Ficha de conteo vehicular Día 09/07/2022

FORMATO DE CONTEO Y CLASIFICACION VEHICULAR																		
TRAMO DE LA CARRETERA		Av. Ricardo Palma						ESTACION		Av. Ricardo Palma cuadra 1 - Jr. Tinajas cuadra 1								
SENTIDO	ENTRADA (E)	Av. Ricardo Palma (final de la avenida - cuadra 1)						CODIGO DE LA ESTACION		2								
	SALIDA (S)	Av. Ricardo Palma (cuadra 1 - final de la avenida)						DIA	sabado		FECHA	9/07/2022						
HORA	SENTIDO	AUTO	CAMIONETAS		MICRO	BUS		CAMION			SEMI TRAYLER				TRAYLER			
			PICK UP	RURAL Combi		2E	>=3E	2E	>=3E	4E	2S1/2S2	2S3	3S1/3S2	>=3S3	2T2	2T3	3T2	>=3T3
DIAGRA. VEH.																		
7.00	E							8.00		1.00							1.00	
8.00	S	15.00	43.00	8.00	3.00			13.00	2.00								2.00	
8.00	E	13.00	45.00	15.00	1.00			4.00									1.00	
9.00	S	18.00	36.00	9.00	1.00			7.00									3.00	
9.00	E	21.00	50.00	14.00				9.00										
10.00	S	9.00	36.00	16.00				12.00										
10.00	E	13.00	41.00	11.00				14.00	1.00								1.00	
11.00	S	8.00	54.00	17.00	1.00			7.00										
11.00	E	15.00	43.00	10.00				9.00										
12.00	S	19.00	61.00	9.00	2.00			13.00		2.00							1.00	
12.00	E	12.00	47.00	15.00				10.00										
13.00	S	7.00	31.00	9.00				4.00										
13.00	E	11.00	37.00	12.00				7.00										
14.00	S	16.00	53.00	9.00				9.00										
14.00	E	18.00	46.00	10.00				11.00		1.00							1.00	
15.00	S	11.00	35.00	8.00				5.00										
15.00	E	11.00	49.00	9.00				9.00										
16.00	S	7.00	29.00	14.00				4.00										
16.00	E	9.00	37.00	6.00				7.00										
17.00	S	11.00	36.00	13.00				5.00	7.00	13.00							5.00	
17.00	E	17.00	29.00	17.00				2.00	1.00	4.00							1.00	
18.00	S	13.00	38.00	14.00				6.00	5.00	7.00							3.00	
18.00	E	9.00	31.00	9.00				1.00	2.00	1.00							1.00	
PARCIAL		283.00	907.00	254.00	8.00	0.00	0.00	176.00	18.00	29.00	0.00	0.00	0.00	20.00	0.00	0.00	0.00	0.00
ENCUESTADOR		ZAMBRANO CERDAN YONI EDILSON.																
ASESOR		RAMOS RODRIGUEZ MAMERTO.																
FUENTE		MTC																

Ficha de conteo vehicular Día 10/07/2022

FORMATO DE CONTEO Y CLASIFICACION VEHICULAR																		
TRAMO DE LA CARRETERA		Av. Ricardo Palma						ESTACION		Av. Ricardo Palma cuadra 1 - Jr. Tinajas cuadra 1								
SENTIDO	ENTRADA (E)	Av. Ricardo Palma (final de la avenida - cuadra 1)						CODIGO DE LA ESTACION		3								
	SALIDA (S)	Av. Ricardo Palma (cuadra 1 - final de la avenida)						DIA		domingo		FECHA		10/07/2022				
HORA	SENTIDO	AUTO	CAMIONETAS		MICRO	BUS		CAMION			SEMI TRAYLER				TRAYLER			
			PICK UP	RURAL Combi		2E	>=3E	2E	>=3E	4E	2S1/2S2	2S3	3S1/3S2	>=3S3	2T2	2T3	3T2	>=3T3
DIAGRA. VEH.																		
7.00	E																	
8.00	S	16.00	44.00	22.00				4.00										
8.00	E	12.00	69.00	18.00				6.00	3.00	1.00					2.00			
9.00	S	14.00	58.00	10.00				7.00										
9.00	E	10.00	62.00	14.00				2.00										
10.00	S	8.00	53.00	11.00				6.00										
10.00	E	12.00	66.00	16.00				8.00	2.00						1.00			
11.00	S	6.00	31.00	8.00				4.00		1.00								
11.00	E	10.00	48.00	14.00				10.00										
12.00	S	10.00	52.00	8.00				4.00	2.00						1.00			
12.00	E	14.00	64.00	12.00				8.00										
13.00	S	8.00	39.00	7.00				3.00										
13.00	E	5.00	27.00	5.00				5.00										
14.00	S	16.00	30.00	10.00				4.00	1.00						2.00			
14.00	E	18.00	54.00	12.00				4.00										
15.00	S	12.00	44.00	8.00				6.00	2.00						1.00			
15.00	E	8.00	28.00	9.00				7.00										
16.00	S	10.00	32.00	10.00				8.00	1.00	3.00					1.00			
16.00	E	14.00	28.00	14.00				9.00										
17.00	S	6.00	30.00	8.00				6.00							4.00			
17.00	E	13.00	34.00	9.00				10.00	4.00	1.00								
18.00	S	8.00	28.00	10.00				8.00	1.00	3.00					3.00			
18.00	E	6.00	28.00	6.00				4.00										
19.00	S	10.00	22.00	12.00				8.00	1.00	4.00					6.00			
19.00	E	4.00	30.00	8.00				6.00										
PARCIAL		250.00	1,001.00	261.00	0.00	0.00	0.00	147.00	17.00	13.00	0.00	0.00	0.00	21.00	0.00	0.00	0.00	0.00
ENCUESTADOR		ZAMBRANO CERDAN YONI EDILSON.																
ASESOR		RAMOS RODRIGUEZ MAMERTO.																
FUENTE		MTC																

Anexo N° 04: Planos de la investigación