

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



TESIS PARA OPTAR EL TÍTULO PROFESIONAL DE
INGENIERO CIVIL

DISEÑO GEOMETRICO Y ESTRUCTURAL PARA LA PAVIMENTACIÓN EN EL
AA. HH. LA PRIMAVERA DEL DISTRITO DE CASTILLA, PIURA.

Área de Investigación:
Transportes

Autores:
Br. Galecio Purizaca, Wilfredo
Br. Villegas Huayanay, Alex Christian

Jurado Evaluador:

Presidente: Ing. Lujan Silva, Enrique

Secretario: Ing. Henriquez Ulloa, Paul

Vocal: Ing. Cancino Rodas, Cesar

Asesor:
Ing. Merino Martínez, Marcelo Edmundo

Código Orcid: <https://orcid.org/0000-0003-4733-4959>

PIURA- PERÚ
2022

Fecha de sustentación: 2022/11/25

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



TESIS PARA OPTAR EL TÍTULO PROFESIONAL DE
INGENIERO CIVIL

DISEÑO GEOMETRICO Y ESTRUCTURAL PARA LA PAVIMENTACIÓN EN EL
AA. HH. LA PRIMAVERA DEL DISTRITO DE CASTILLA, PIURA.

Área de Investigación:
Transportes

Autores:
Br. Galecio Purizaca, Wilfredo
Br. Villegas Huayanay, Alex Christian

Jurado Evaluador:

Presidente: Ing. Lujan Silva, Enrique

Secretario: Ing. Henriquez Ulloa, Paul

Vocal: Ing. Cancino Rodas, Cesar

Asesor:
Ing. Merino Martínez Marcelo Edmundo
Código Orcid: <https://orcid.org/0000-0003-4733-4959>

PIURA- PERÚ
2022

Fecha de sustentación: 2022/11/25

**DISEÑO GEOMETRICO Y ESTRUCTURAL PARA LA PAVIMENTACIÓN EN EL
AA. HH. LA PRIMAVERA DEL DISTRITO DE CASTILLA, PIURA.**

JURADO CALIFICADOR

PRESIDENTE

ING. LUJAN SILVA, ENRIQUE

CIP N° 54460

SECRETARIO

ING. HENRIQUEZ ULLOA, PAUL

CIP N° 118101

VOCAL

ING. CANCINO RODAS, CESAR

CIP N° 71188

Dedicatoria

En primer lugar, agradecer a Dios por brindarme la vida, salud, sabiduría y fortaleza para enfrentar todos los obstáculos presentados en mi vida.

Dedicar también este trabajo a mis padres por sus cuidados y amor, y sobre todo por inculcarme siempre a ser una persona de bien, por motivarme a ser un buen profesional, y sobre todo por nunca apartarme del amor de Dios.

A mis hermanos que siempre estuvieron pendientes de mi en mi niñez, y porque siempre me ayudaron a mi crecimiento personal como profesional.

A mis abuelos que están en el cielo y siempre quisieron verme como ingeniero, porque, aunque no se encuentren conmigo, siempre llevo presente sus consejos, a vivir en humildad y que los logros siempre se obtienen con trabajo y sobre todo con mucho esfuerzo.

WILFREDO GALECIO PURIZACA

Dedicatoria

En primer lugar, dar gracias a Dios por brindarme salud, perseverancia e inteligencia para enfrentar todos los obstáculos presentados a lo largo de mi vida. También dedico este trabajo a mis seres queridos como lo son mis padres y hermanos, amigos que estuvieron atentos en mi desarrollo profesional.

ALEX CHRISTIAN VILLEGAS HUAYANAY

Agradecimiento

Manifestar nuestro agradecimiento al señor todo poderoso por las bendiciones recibidas, a todos nuestros familiares que siempre nos aconsejaron con el ejemplo, a dedicarnos a nuestros estudios, y ha no rendirnos hasta conseguir nuestra meta de formarnos como profesionales.

Se agradece también a nuestros maestros por las enseñanzas impartidas en el salón de clases. A nuestro asesor Ing. Marcelo Edmundo Merino Martínez, por su apoyo incondicional en el proceso de ejecución de la presente Tesis de titulación. Agradecer también a la Universidad Privada Antenor Orrego, que nos acogió como estudiantes y nos permitió ser profesionales. Gracias.

Los autores

Resumen

El propósito de este estudio es determinar un diseño geométrico y estructural para pavimentación en el Asentamiento Humano La Primavera, Distrito de Castilla, Departamento de Piura, para lo cual se ha seguido los parámetros del Manual de Carretera: Diseño Geométrico DG-2018 y la metodología AASHTO 93. Para la realización de la investigación se usó el diseño Cuantitativo.

Del diseño geométrico se obtuvo el resultado: que la carretera es de tercera clase, se consideró una velocidad de diseño de 30 km/h, un ancho de calzada de 6.60 m con un bombeo de 2%. Del estudio de tráfico se pudo determinar el IMDa, con un resultado de 396 veh/día, con un ESAL de 2250751 EE, para el estudio de suelos se realizó 32 calicatas las mismas que tuvieron un CBR que se clasifican entre buenos y excelentes, para el diseño estructural se determinó un cálculo de pavimento rígido con un CBR de diseño de 12%, con lo que se obtuvo un pavimento rígido de 22 cm de espesor y una base de 20cm.

Este documento servirá de guía a las empresas involucradas en este tipo de proyectos para optimizar sus procesos.

Palabras clave: *Diseño geométrico, Diseño estructural, Pavimentación.*

Abstract

The purpose of this study is to determine a geometric and structural design for paving in the La Primavera Human Settlement, district of Castilla, department of Piura, for which the parameters of the Road Manual have been followed: Geometric Design DG-2018 and the methodology AASHTO 93. To carry out the research, the Quantitative design was used.

From the geometric design, the result was obtained: that the road is third class, a design speed of 30 km/h, a roadway width of 6.60 m with a pumping of 2% was considered. From the traffic study it was possible to determine the IMDa, with a result of 396 veh/day, with an ESAL of 2250751 EE, for the study of soils 32 pits were carried out, the same ones that had a CBR that are classified between good and excellent, for the structural design determined a calculation of rigid pavement with a design CBR of 12%, with which a rigid pavement of 20 cm thickness and a base of 22 cm was obtained.

This document will serve as a guide for companies involved in this type of project to optimize their processes.

Keywords: *Geometric design, Structural design, Paving*

Presentación

Estimados señores del Jurado Evaluador de la Universidad Privada Antenor Orrego, se presenta ante ustedes el informe final de tesis denominado “Diseño Geométrico y Estructural para la Pavimentación en el AA.HH. La Primavera del Distrito de Castilla, Piura” para su evaluación respectiva con el fin de alcanzar el prestigioso título profesional de Ingeniero Civil.

Br. Galecio Purizaca, Wilfredo

Br. Villegas Huayanay, Alex Christian

Índice de contenido

DEDICATORIA	V
DEDICATORIA	VI
AGRADECIMIENTO	VII
RESUMEN	VIII
ABSTRACT	IX
PRESENTACIÓN	X
ÍNDICE DE CONTENIDO	XI
ÍNDICE DE TABLAS	XIV
ÍNDICE DE FIGURAS	XVI
I. INTRODUCCIÓN	1
1.1. PROBLEMA DE INVESTIGACIÓN	1
1.1.1. <i>Formulación del problema</i>	3
1.1.2. <i>Problemas específicos</i>	3
1.2. OBJETIVOS	4
1.2.1. <i>Objetivo General</i>	4
1.2.2. <i>Objetivos específicos</i>	4
1.3. JUSTIFICACIÓN DEL ESTUDIO	4
1.3.1 <i>ACADÉMICA</i>	4
1.3.2 <i>PRÁCTICA</i>	5
1.3.3 <i>SOCIAL</i>	5
II. MARCO DE REFERENCIA	5
2.1. ANTECEDENTES DEL ESTUDIO	5
2.1.1. <i>Antecedentes internacionales</i>	5
2.1.2. <i>Antecedentes nacionales</i>	7
2.1.3. <i>Antecedentes locales</i>	9
2.2. MARCO TEÓRICO	10
2.2.1 <i>BASES TEÓRICAS:</i>	10
2.2.2 <i>BASES CIENTÍFICAS:</i>	25
2.3. MARCO CONCEPTUAL	27

2.4.	SISTEMA DE HIPÓTESIS	30
2.4.1.	<i>Hipótesis principal</i>	30
2.4.2.	<i>Hipótesis específicas</i>	30
2.4.3.	<i>Variable</i>	30
2.4.4.	<i>Operacionalización de variables</i>	31
III.	METODOLOGÍA EMPLEADA	32
3.1.	TIPO Y NIVEL DE INVESTIGACIÓN	32
3.1.1.	<i>De acuerdo con su finalidad</i>	32
3.1.2.	<i>De acuerdo con la técnica de contrastación</i>	32
3.1.3.	<i>Línea de investigación</i>	32
3.2.	POBLACIÓN Y MUESTRA DE ESTUDIO	32
3.2.1.	<i>Población</i>	32
3.3.	DISEÑO DE INVESTIGACIÓN	32
3.4.	TÉCNICAS E INSTRUMENTOS DE INVESTIGACIÓN	32
3.5.	PROCESAMIENTO Y ANÁLISIS DE DATOS	33
3.5.1.	<i>ESTUDIO TOPOGRÁFICO</i>	33
3.5.2.	<i>ESTUDIO DE MECÁNICA DE SUELOS</i>	35
3.5.3.	<i>ANÁLISIS PARA MEJORAR EL SUELO DE LA SUBRASANTE</i>	44
3.5.4.	<i>ESTUDIO DE TRÁFICO</i>	45
3.5.5.	<i>TRABAJOS EN GABINETE</i>	52
3.5.5.1	<i>CÁLCULO DE ÍNDICE MEDIA DIARIO ANUAL</i>	60
3.5.5.2	<i>DISEÑO GEOMÉTRICO</i>	67
3.5.5.3	<i>DISEÑO ESTRUCTURAL</i>	73
IV.	PRESENTACIÓN DE RESULTADOS	82
4.1	PROPUESTA DE LA INVESTIGACIÓN	82
4.2	ANÁLISIS E INTERPRETACIÓN DE RESULTADOS	82
4.2.1	<i>INTERPRETACIÓN DE RESULTADOS DE ESTUDIO TOPOGRÁFICO</i>	82
4.2.2	<i>INTERPRETACIÓN DE RESULTADOS DE ESTUDIO DE MECÁNICA DE SUELOS</i> ...	86
4.2.3	<i>INTERPRETACIÓN DE RESULTADOS DEL ANÁLISIS PARA MEJORAR EL SUELO DE LA SUBRASANTE</i>	92
4.2.4	<i>INTERPRETACIÓN DE RESULTADOS DE ESTUDIO DE TRÁFICO</i>	100
4.2.5	<i>INTERPRETACIÓN DE RESULTADOS TRABAJO DE GABINETE</i>	101
4.2.6	<i>RESULTADOS DE IMD</i>	101

4.2.6.1 RESULTADO DE DISEÑO GEOMÉTRICO.....	102
4.2.6.2 RESULTADO DE DISEÑO ESTRUCTURAL.....	103
4.3 DOCIMASIA DE HIPÓTESIS	106
V. DISCUSIÓN DE LOS RESULTADOS.....	109
CONCLUSIONES	112
RECOMENDACIONES	113
REFERENCIAS BIBLIOGRÁFICAS	114
ANEXOS.....	118
ANEXO 01: INSTRUMENTO DE RECOLECCIÓN DE DATOS.....	118
ANEXO 02: EVIDENCIAS DE LA EJECUCIÓN DE LA PROPUESTA	119
ANEXO 03: R.D QUE APRUEBA EL PROYECTO DE INVESTIGACIÓN	130
ANEXO 04: CONSTANCIA DE LA INSTITUCIÓN DONDE SE HA DESARROLLADO LA PROPUESTA DE INVESTIGACIÓN	131
ANEXO 05: COMPROMISO DEL ASESOR.....	132

ÍNDICE DE TABLAS

TABLA 1 RED VIAL EN EL PERÚ	3
TABLA 2 DISEÑO DE CONCRETO PARA ROTURA Y REPOSICIÓN DE PAVIMENTOS.....	11
TABLA 3 NIVELES DE SEVERIDAD	17
TABLA 4 INFRAESTRUCTURA VIAL POR DEPARTAMENTO POR KM	19
TABLA 5 CALIFICACIÓN DE MEDIA INCLINACIÓN	22
TABLA 6 CALIFICACIÓN DE CURVATURA MEDIA.....	23
TABLA 7 MATRIZ DE OPERACIONALIZACIÓN DE LA VARIABLE INDEPENDIENTE	31
TABLA 8 UBICACIÓN DE COORDENADAS UTM.....	35
TABLA 9 LISTADO DE CALICATAS Y MUESTRAS EXTRAÍDAS.....	37
TABLA 10 ENSAYOS DE MECÁNICA DE SUELOS EJECUTADOS	39
TABLA 11 LÍMITES PERMISIBLES.....	43
TABLA 12 CLASIFICACIÓN DE SUELOS DE SUBRASANTE SEGÚN CBR	45
TABLA 13 SERVICIOS BÁSICOS EXISTENTES	46
TABLA 14 CARACTERÍSTICAS DE LA INFRAESTRUCTURA VIAL EXISTENTE	48
TABLA 15 DÍAS DE CONTEO VEHICULAR POR ESTACIONES.....	51
TABLA 16 CLASIFICACIÓN DE VEHÍCULOS POR PESO	61
TABLA 17 UBICACIÓN DE ESTACIONES	62
TABLA 18 RESULTADOS DE LOS CONTEOS DE TRÁFICO	63
TABLA 19 TRAFICO ACTUAL POR TIPO DE VEHÍCULO	64
TABLA 20 PORCENTAJE TRÁFICO ACTUAL POR TIPO DE VEHÍCULO	65
TABLA 21 CÁLCULO DE IMD ESTACIONES N°01.....	66
TABLA 22 CLASIFICACIÓN DE LA VÍA URBANA.....	69
TABLA 23 NÚMERO DE CARRILES Y ANCHO DE CALZADA	70
TABLA 24 CUADRO RESUMEN DE PERFILES LONGITUDINALES	83
TABLA 25 CUADRO RESUMEN DE ENSAYOS ESTÁNDAR.....	87
TABLA 26 RESULTADOS DE PRUEBAS DE COMPACTACIÓN.....	91
TABLA 27 RESULTADOS DE PRUEBAS DE SALES SOLUBLES TOTALES	92
TABLA 28 CLASIFICACIÓN DE LA SUBRASANTE SEGÚN NORMA CE-010	93
TABLA 29 SUELOS EXPANSIVOS Y SU CLASIFICACIÓN	94
TABLA 30 RESUMEN DEL ANÁLISIS DEL PORCENTAJE DE EXPANSIÓN DEL SUELO.....	96
TABLA 31 CONTEO VEHICULAR POR SEMANA	100
TABLA 32 CÁLCULO DE IMD ESTACIÓN N° 01.....	101

TABLA 33 ANCHO DE VÍAS SEGÚN SU CLASIFICACIÓN	102
TABLA 34 DISEÑO GEOMÉTRICO Y ESTRUCTURAL ES ADECUADO PARA LA PAVIMENTACIÓN	106
TABLA 35 FLUJO VIAL Y PEATONAL CUMPLE CON TRANSITABILIDAD	107
TABLA 36 ESTRUCTURA PARA EL DRENAJE PLUVIAL SUPERFICIAL	107
TABLA 37 TRABAJOS DE CONSERVACIÓN DEL PAVIMENTO	108

ÍNDICE DE FIGURAS

FIGURA 1 TENSIONES BAJO LA ESTRUCTURA DE PAVIMENTO	10
FIGURA 2 TENSIONES BAJO LA ESTRUCTURA DE PAVIMENTO	14
FIGURA 3 SECCIÓN TRANSVERSAL IMPROPIA	14
FIGURA 4 DRENAJE INADECUADO	15
FIGURA 5 ONDULACIONES	15
FIGURA 6 SURCOS	16
FIGURA 7 EXCESO DE POLVO	16
FIGURA 8 BACHES	17
FIGURA 9 PÉRDIDA DE AGREGADOS	18
FIGURA 10 UBICACIÓN DE TESTIGOS PARA PAVIMENTOS FLEXIBLES	21
FIGURA 11 UBICACIÓN DE TESTIGOS PARA PAVIMENTOS RÍGIDOS	22
FIGURA 12 ÁREA DEL LEVANTAMIENTO TOPOGRÁFICO	33
FIGURA 13 UBICACIÓN DE CALICATAS	36
FIGURA 14 SIGNOS CONVENCIONALES PARA PERFIL DE CALICATAS – CLASIFICACIÓN SUCS	40
FIGURA 15 UBICACIÓN DE ESTACIONES DE CONTEO VEHICULAR	50
FIGURA 16 FACTORES DE CORRECCIÓN ESTACIONARIA	62
FIGURA 17 CONTEO DE VEHÍCULOS POR DÍA	63
FIGURA 18 RANGOS DE VELOCIDAD DE DISEÑO EN FUNCIÓN A LA CLASIFICACIÓN DE LA CARRETERA POR DEMANDA Y OROGRAFÍA	68
FIGURA 19 CUADRO DE PENDIENTES MÁXIMAS	71
FIGURA 20 CUADRO DE ANCHO DE CARRILES	72
FIGURA 21 TABLA DE VALORES DEL BOMBEO DE LA CALZADA	72
FIGURA 22 CÁLCULO DE ESTRUCTURA DEL PAVIMENTO 1 DE 6	75
FIGURA 23 CÁLCULO DE ESTRUCTURA DEL PAVIMENTO 2 DE 6	76
FIGURA 24 CÁLCULO DE ESTRUCTURA DEL PAVIMENTO 3 DE 6	77
FIGURA 25 CÁLCULO DE ESTRUCTURA DEL PAVIMENTO 4 DE 6	78
FIGURA 26 CÁLCULO DE ESTRUCTURA DEL PAVIMENTO 5 DE 6	79
FIGURA 27 CÁLCULO DE ESTRUCTURA DEL PAVIMENTO 6 DE 6	80
FIGURA 28 SECCIÓN TÍPICA A UTILIZAR	105
FIGURA 29 DESCRIPCIÓN DE PAQUETE ESTRUCTURAL	110

I. INTRODUCCIÓN

1.1. Problema de investigación

a) Descripción de la realidad problemática

La realidad problemática de la infraestructura vial en nuestro país se vuelve cada vez más aguda, ya que a la fecha poco o casi nada se ha impulsado los proyectos de infraestructura vial, caracterizado por una clara deficiencia en cuanto a calidad. Además de ello se suma la decidía de las autoridades locales, regionales y hasta nacionales que no impulsan políticas de desarrollo a corto, mediano y largo plazo para mejorar esta deficiencia de infraestructura vial que atraviesa nuestro Perú.

La gran importancia de generar una red de infraestructura vial en nuestro país se hace cada vez más importante, para un sostenible desarrollo nacional. La infraestructura vial y su importancia para alcanzar niveles de desarrollo nacional es indiscutible. Calderón y Servén (2004), en su investigación manifiesta que el crecimiento de la infraestructura vial tiene un impacto positivo en el desarrollo económico y distribución del ingreso. Si en el Perú se alcanzara a incrementar la infraestructura social y productiva con niveles similares alcanzados por Costa Rica, su PBI crecería un 3,5% anual y en 2,2% con niveles similares a los del vecino país de Chile. Es preciso mencionar que dos tercios de este crecimiento se manifestarían por mayor conjunto de infraestructura, y una mejor calidad de los servicios producto de una mejor infraestructura sería el tercio restante.

Vásquez y Bendezú (2008) en su ensayo manifiesta si creciera el 1% de infraestructura vial el PBI se incrementaría en un 0,218%, con lo que se beneficiaría a sectores productivos emergentes. Existiendo una relación directa entre la inversión, la competitividad y desarrollo del PBI. Los países con mayor nivel de inversión son altamente competitivos, todo ello va de la mano de grandes niveles de inversión, por cuanto cuentan con altos crecimientos económicos. Sin embargo, alcanzar mayores índices de competitividad sostenible de las diferentes regiones no solo se necesita impulsar inversiones en infraestructura vial, sino también corregir la institucionalidad y políticas de gobierno para el mejor desarrollo económico, un buen ambiente de negocios, la innovación, uso sostenible y racional de recursos naturales, la conservación del ambiente, salud y educación de calidad.

b) Descripción del problema:

La problemática vial en el Perú es preocupante, pero más preocupante aun es el nulo desarrollo de una adecuada infraestructura vial urbana en todo el país y sobre todo en el departamento de Piura.

A la actualidad la Provincia de Piura y sobre todo los Distritos que lo componen viene saliendo de un duro golpe a toda su infraestructura de vías urbanas debido al fenómeno del niño costero, que azoto la región de Piura en el año 2017 y que hasta la fecha no ha logrado dar solución, por lo que la actualidad se ha convertido en un álgido problema para nuestra ciudad.

Es por ello que en este caso el Distrito de Castilla, exactamente en el AA.HH. La Primavera, sufre de un problema de infraestructura vial, que actualmente se encuentran en terreno natural a excepción de su calle de acceso principal, pero que presenta desgaste en su superficie de rodadura. Las calles que se encuentran a nivel de terreno natural presentan superficie encalaminado, empozamiento de agua pluviales en cuencas ciegas, además de gran desprendimiento de partículas finas producto de los fuertes vientos en la zona.

El desgaste de un camino sin pavimentar se da en principio por el deterioro del suelo y el constante tráfico. Debiendo realizar con frecuencia los trabajos de mantenimiento durante su empleo para prevenir y extender la vida útil y disminuir el costo de mantenimiento periódico, sin realizar trabajos de reconstrucción.

Un recorrido por las calles de Piura y Castilla se puede evidenciar toda la problemática de sus caminos locales con serios deterioros en su superficie, que dificultan la libre transitabilidad, ocasionando altos costos de mantenimiento y operación. Presentando evidentes deficiencias en los pavimentos existentes que podrían ser de origen funcional o estructural.

La municipalidad tiene el deber de comenzar a mejorar las calles de su jurisdicción, haciendo en total 1,700 km de vías, siendo 1,400 km sin pavimentar. Eso corresponde en porcentaje a las vías con una superficie de rodadura asfaltada o losas de concreto. Las carreteras tipo A, solo se encuentran en Lima.

La red vial nacional lo componen tres (03) ejes principales: la panamericana, la longitudinal de la sierra y la longitudinal de la selva, además de veinte ejes transversales. En el año 2018 lograba 95,863 kilómetros, de ellos 15,496 son carreteras asfaltadas (16,16%) y 80,367 kilómetros (83.84%) sin pavimento.

Tabla 1*Red vial en el Perú*

Clase de vía	Nacional	
	Km	%
Asfalto	15,496	16.16
Afirmado	80,367	83.84
Total	95,863	100.00

Nota. Fuente: Perú Construye (Centro de Comercio Exterior, 2018).

Los principales factores que influyen son: el diseño de la vía (curvas, peraltes y pendientes), Además, factores externos que afectan la carretera (Lluvias y Altura) y el flujo vehicular (tráfico afecta la vía).

Ante esta problemática antes mencionada es necesario plantear soluciones técnicas, recurriendo a los conocimientos adquiridos dentro de la etapa de estudiante de la carrera profesional de ingeniería civil, y plantear propuestas técnicas para el mejoramiento de la infraestructura vial urbana y así contribuir con el crecimiento ordenado y sostenible del Distrito de Castilla.

1.1.1. Formulación del problema

¿Cuál es el diseño geométrico y estructural requerido para la pavimentación del AA. HH La Primavera del Distrito de Castilla, Piura?

1.1.2. Problemas específicos

- ¿Cuál es el diseño geométrico de transitabilidad para el flujo vial y peatonal?
- ¿Cuáles es el diseño estructural del pavimento para el mejor desempeño a las sollicitaciones de carga?
- ¿Cuáles son las características de los suelos para el diseño del pavimento?

1.2. Objetivos

1.2.1. Objetivo General

Realizar el diseño geométrico y estructural para la pavimentación en el AA-HH La Primavera, Distrito de Castilla, Piura.

1.2.2. Objetivos específicos

- Obtener el plano topográfico para determinar los niveles del terreno.
- Realizar el estudio de mecánica de suelos para determinar las propiedades físicas, mecánicas y químicas del suelo, para la pavimentación.
- Elaborar el estudio de tráfico para identificar la cantidad de vehículos que transitan por la vía (IMDa) y determinar el tipo de vehículo de diseño.
- Elaborar el diseño geométrico según los parámetros de las normas vigentes.
- Elaborar el diseño estructural del pavimento según el método AASHTO 93.

1.3. Justificación del estudio

El presente trabajo de investigación está justificado por tres razones:

1.3.1 Académica

Consistente en poner en práctica todos los conocimientos académicos adquiridos en nuestra etapa de estudiantes y además con el imperioso afán de proporcionar un diseño geométrico y estructural acorde a la realidad vial existente y las propiedades físicas del terreno, siendo el AA.HH. La Primavera del Distrito de Castilla, altamente compleja debido a su desordenado paisaje urbanístico y también a su ubicación por ser una zona baja, además de ello con elevadas temperaturas y frecuentes eventos climáticos que afectan la plataforma vial que no están pavimentadas, perjudicando notablemente a la población.

La investigación será importante considerando la normatividad técnica referente al manual de diseño geométrico, para garantizar una estructura vial de calidad y confianza al conductor, economizando los costos de operación de automóviles, decreciendo la duración del recorrido peatonal en el desplazamiento y para conservar el gasto en cada nivel del proceso constructivo.

Para el desarrollo de la tesis nos basamos en las siguientes normas:

- Manual de Carreteras: Diseño Geométrico DG – 2018
- Manual de Carreteras: Especificaciones Técnicas Generales para Construcción RD N° 22-2013-MTC/14

- Manual de Diseño de Carreteras no Pavimentadas de Bajo Volumen de Tránsito
 - Manual de Diseño Geométrico de Vías Urbanas - 2005 - VCHI
 - Manual de Hidrología, Hidráulica y Drenaje
 - Manual de Carreteras Suelos, Geología, Geotecnia y Pavimentos
 - Manual de Dispositivos de Control del Tránsito Automotor para Calles y Carreteras
- Así también en tesis concernientes al proyecto de investigación.

1.3.2 Práctica

La justificación es de forma práctica, pues la investigación obtenida se usará como guía de información a otros investigadores, y enriquecerá de datos para futuros proyectos de pavimentación que se realicen en el Distrito y de la región, permitiendo llegar a optimizar el mejor diseño geométrico y estructural de las vías urbanas.

1.3.3 Social

Porque se beneficiará a los pobladores del AA.HH. La Primavera, con una mejor infraestructura vial urbana, conociendo las propiedades físicas del terreno, eligiendo una mejor alternativa en cuanto al tipo de pavimentación a proyectar. Además de ello servirá de fuente referencial para el diseño geométrico y estructural para futuros proyectos de pavimentación urbana.

II. MARCO DE REFERENCIA

2.1. Antecedentes del estudio

Realizando una indagación bibliográfica a nivel internacional, nacional y local vía web, se logró encontrar información relevante concerniente a la presente investigación.

De la indagación bibliográfica se pudo obtener trabajos relacionados con la presente investigación.

2.1.1. Antecedentes internacionales

Correa (2021) Manual de Diseño de Vías Urbanas (Design Manual for Urban Roads). Tesis de grado en Universidad EAFIT. Elabora un manual para diseño geométrico de vías urbanas teniendo en cuenta las normas y condiciones existentes. Resalta la importancia de un buen conocimiento sobre las diferentes clases de vías y su adecuado diseño, Abordando los diferentes criterios que se deben tener en cuenta al momento del diseño y unifica diversos criterios en una

sola fuente de información que sea medio de consulta para diversas entidades públicas, privadas y educativas.

Cordedero y Arteaga (2018) Diseño Geométrico de la Vía, desde Bello Horizonte hasta la Fanca en la Ciudad de Bahía de Caraquez. Jipijapa. UNESUM. Facultad de Ciencias Técnicas. Proyecto que se enfoca en el diseño geométrico de la vía desde las ciudadelas Bello Horizonte hasta la Fanca en la ciudad de Bahía de Caraquez del cantón Sucre, cumpliendo con normativas vigente en el Ecuador dando a conocer así un nuevo diseño vial para los habitantes y turistas de la zona, considerando una buena estética vial, y así poder aportar con el crecimiento urbano vial de la ciudad. Este diseño pretende complementar la red vial urbana del sector y así poder equilibrar el tráfico vehicular en la ciudad.

Cabrera y Matute (2019). Listado de vías públicas de Samborondón. Tesis en la Universidad de Espíritu Santo - Ecuador. Determina la Categoría, mediante un inventario para analizar su clasificación por la que se debe realizar los mantenimientos, de acuerdo con el reglamento de caminos. Considerando el empleo de tecnología para obtener información a través de UAV, incidiendo en las áreas con mayor incidencia poblacional para darle prioridad en sus requerimientos viales para generar bienestar.

Carpio (2017). Gestión de mantenimiento de vías en el área rural de la provincia del Azuay. investigación de Maestría en la Universidad de Cuenca - Ecuador, sostiene que el deterioro y el inexistente mantenimiento vial rural, enfocándose en solucionar los problemas del manejo y procesamiento de datos en los organismos públicos de Cuenca para tomar una adecuada decisión. Aportando al estudio una propuesta en la red de mantenimiento, mostrando las necesidades de mantenimiento.

Perafan (2014) Mantenimiento rutinario de caminos sin pavimentar. En la Universidad de Medellín. Abordo la temática sobre el Mantenimiento rutinario de vías no pavimentadas, de una manera didáctica tratando de implementar el programa "Caminos para la Prosperidad", haciendo alusión a la importancia de incentivar en todos los niveles de gobierno, la aplicación de medidas preventivas, tiendan a mantener las vías no pavimentadas en buenas condiciones, considerando aspectos de corte social y ambiental tratando de acoplar variables con la finalidad de conservar sus recursos y los recursos hídricos, manejando adecuadamente los

residuos sólidos, materiales excedentes, del suelo y la vegetación, generando empleo produciendo impactos positivos para mejorar la vía.

Ruíz (2011) Factores del deterioro de pavimentos rígidos, tesis de Maestría en la UPO, Caracas. Cuyo objetivo fue determinar los desgastes producidos por el pavimento rígido, el estudio realizado fue descriptivo, llegando a la conclusión que se evidencio el deterioro en la estructura, con la justificación para elaborar estudios de suelos e inspeccionar la calidad de los agregados empleados en la superficie de rodadura más adecuados.

2.1.2. Antecedentes nacionales

Purisaca (2015). Diseño Geométrico de la Carretera: P. J. Federico Villarreal C.P.M. Las Salinas, Distrito de Túcume – Lambayeque – Lambayeque”. Informe de ingeniería. UNPRG. Tiene como objetivo identificar obstáculos de transitabilidad vehicular en algunas partes del tramo de la vía existente, como partes muy angostas y vegetación arbórea, para contribuir con la solución, debido a que en la zona se produce una gran producción agrícola. Determinando ancho de calzada de 6.0m. ancho de berma de 0.50m y un radio mínimo para curvas horizontales de 50.00m. además de determinación de los suelos, concluyendo en un suelo limo-arcilloso, un talud de relleno de 1:1.5, obteniendo un diseño acorde a la realidad vial que servirá como base para realización de estudios definitivos.

Garrido y Matos (2020). Modelo de empleo del cronograma de mantenimiento de caminos. Tesis en la Universidad Particular Ricardo Palma. Señalando que la ejecución de la conservación de vías, los profesionales en ingeniería determinan los tramos del camino a ser reparados, aplicando un cronograma de mantenimiento periódico. La investigación se efectúa con la finalidad de elaborar un listado de caminos locales, cuya finalidad general es inventariar caminos mediante un cronograma alternativo de mantenimiento de calles, partiendo de la normatividad de los países limítrofes, siendo de utilidad para todos los niveles del estado como los Gobiernos Regionales, provinciales y distritales, que tienen bajo su jurisdicción las vías.

Chávez (2019) Estabilizante químico para mejorar la subrasante en la cantera Santa Rita, Distrito de Pariñas - Talara - Piura, 2018. tesis de maestría en la UPAO. La investigación tiene como objetivo aplicar técnicas para estabilizar la subrasante en el camino a Santa Rita. Justificando el campo social como casuística, la

metodología fue no experimental mediante técnicas de investigación experimental. De la investigación realizada se afirma que es necesario aplicar estabilizante químico de manera alternativa.

Napaico (2019). Índice de Rugosidad Internacional y la Conservación de caminos. Universidad Peruana Los Andes. En el estudio, con la finalidad determinar el Índice de Rugosidad para mejorar el mantenimiento de calles. El método fue cuantitativo. Aplicado a 2,527 metros, la muestra fue no probabilística, Concluyendo que para determinar el IRI se debe optimizar significativamente la conservación de caminos urbanos, a través de los valores obtenidos estableciendo el momento adecuado para realizar una conservación rutinaria o periódica. Señala que el IRI, señalado como estándar de medida regularizada superficialmente en una vía, es obtenida mediante equipos de medición rugosos. El efecto superficial en relación con el IRI, sobre el desplazamiento vehicular y las lluvias producen un decrecimiento en la superficie sobre la rugosidad sostenida en tres capas (p.14).

Pillpe (2018), Sistema de gestión de pavimentos mediante el Índice de Rugosidad Internacional en la red vial del Distrito de Concepción – Junín, investigación en la Universidad Continental., con el objetivo: determinar las vías considerando la rugosidad internacional en las calles de Concepción – Junín, proponiendo optimizar los recursos del distrito a través de una planificación económica.

Concluyendo:

- a) El promedio de pavimentos está operativo.
- b) Las calles son buenas cuando tienen un mantenimiento periódico.
- c) El IRI y el costo infieren en el empleo correcto, optimizado los recursos al 50% manteniendo las pistas como si se invirtiera el 100 % del costo, reduciendo los gastos indirectos al mínimo, con menor presupuesto de inversión.
- d) Los presupuestos son bajos cuando no existe proyectos con cobertura todos los costos. La suma de estos costos supera los gastos para mantener la vía anualmente.
- e) Se podría tomar una decisión económica razonable en lo que se refiere al mantenimiento de las calles, utilizando el 10%, 20%, 25% o 50 % de los recursos asignados, manteniendo el pavimento en condición aceptable más eficiente con menos recursos.

f) Se ubicaron las calles a reparar y los costos calculados para esta el mantenimiento.

2.1.3. Antecedentes locales

Zapata (2020). “Nivel de Servicio y Mejora del Diseño Geométrico en la Avenida Prolongación Grau de la Ciudad de Piura”, tesis de maestría en la UPAO. El objetivo principal de esta investigación es plantear un mejor Diseño Geométrico y el Nivel de Servicio como solución para el congestionamiento vehicular de esta vía. Tomando como muestra de estudio una avenida principal de 7.1 km, evidenciando un problema de congestión vehicular diaria, basando su estudio en el conteo vehicular de 7 días consecutivos durante las 24 horas ubicando cuatro estaciones de conteo estratégicos entregados por el Gobierno Regional Piura mediante un Estudio de Trafico, obteniendo así un índice Medio Diario IMD y horas punta de los tramos estudiados, y luego realizar el conteo vehicular de las Intersecciones, utilizando videocámaras, posterior a ello se inició un trabajo de gabinete con la metodológica HCM 2010 y el uso de Software SYNCHRO 8 para la simulación y diseño geométrico planteado, obteniendo el aforo de la avenida y determinando el Nivel de Servicio de sus intersecciones, y plantea soluciones, fundamentadas en su diseño geométrico.

Ocaña (2018). “Propuesta Técnica para el Diseño Geométrico y Diseño Estructural del Pavimento Flexible, Pavimento Semiflexible y Pavimento Rígido para la Avenida las Amapolas, en los Distritos de Veintiséis de Octubre y Piura, Provincia de Piura, Región Piura”. Tesis en la Universidad Nacional de Piura. Recomendando que tener seriedad en la etapa de ejecución de los estudios básicos de ingeniería (estudio topográfico, estudio de geología y estudio de tráfico). Considerando normas nacionales para conseguir el mejor rendimiento del diseño. Además, resaltando que para elevar el CBR de diseño se debe mejorar la subrasante con trabajos de densificación para bajar los espesores de las capas. indicando que para elegir el tipo de pavimento a utilizar se debe considerar el costo-beneficio del pavimento, teniendo en cuenta el tipo de manteniendo a utilizar, y así elegir el que mejor convenga.

2.2. Marco teórico

Fundamentos teóricos de la investigación y científicos.

2.2.1 Bases teóricas:

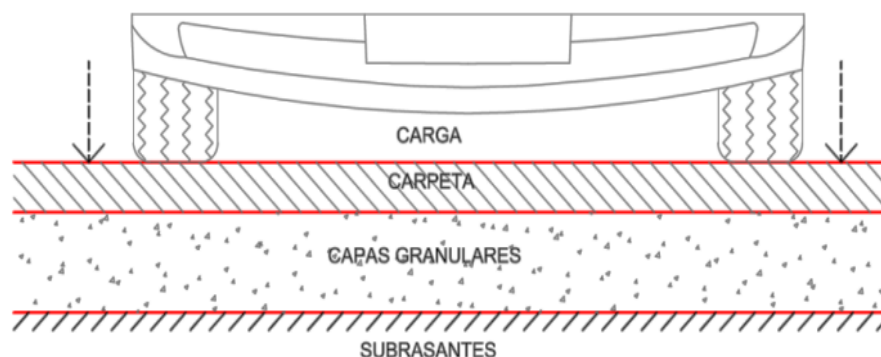
Diseño geométrico y estructural del pavimento

El diseño geométrico de pavimentos es el proceso por el cual se establecen los espesores, características, proceso constructivo y mantenimiento de los componentes de la estructura del pavimento. Como resultado del diseño se obtiene el desarrollo tridimensional (planta, perfil y sección transversal) de un corredor vial. El diseño Estructural de Pavimentos Rígidos está condicionado por una serie de factores que determinan la capacidad que deberá tener el pavimento en cuanto a resistencia del hormigón, y espesor de la losa (Construcción, 2018)

Además, complementario a las cartillas elaboradas para vías Colectoras, Troncales y Metropolitanas en base a los métodos AASHTO, se pueden utilizar otras fuentes de consulta de forma equitativa, previa autorización y probación del área responsable (SERVIU, 2020)

Figura 1

Tensiones bajo la estructura de pavimento



Tomada de las Especificaciones Técnicas del SERVIU Metropolitano (2021) cartillas de diseño para tráficos de menores.

Diseño de Pavimentos

Diseño estructural rotura y reposición de pavimentos

Los diseños estructurales de sustitución de pavimentos asfálticos y de concreto deberán realizarse de acuerdo con las especificaciones técnicas, excepto en casos donde el diseño del pavimento aplique un múltiplo de seguridad equivalente a 1,40:

a. Rotura perpendicular al eje de la carretera en una intersección

b. Paños de hasta 20 m².

c. Ampliación de vías con un ancho de 1 m o menos

Tabla 2 *Diseño de concreto para rotura y reposición de pavimentos*

Espesor de Pavimentos de Hormigón (mm)								
Tipo de Vía	Tránsito	Capa	Resistencia	CBR Subrasante (%)				
				≤ 3	4 - 7	8 - 12	13 – 19	≥ 20
Pasaje	≤ 50.000 EE	Losa	Rmf= 5 (Mpa)	200	180	170	170	170
		Base	CBR ≥ 60 %	420	210	210	210	210
Local	≤ 200.000 EE	Losa	Rmf= 5 (Mpa)	220	200	180	180	180
		base	CBR ≥ 60 %	240	210	210	210	210
Servicio	≤ 1.000.000 EE	Losa	Rmf= 5 (Mpa)	240	220	210	210	210
		base	CBR ≥ 60 %	420	210	210	210	210
Colectora	≤ 3.000.000 EE	Losa	Rmf= 5 (Mpa)	270	250	250	250	240
		base	CBR ≥ 60 %	420	280	280	280	210
Troncal	≤ 10.000.000 EE	Losa	Rmf= 5 (Mpa)	320	310	310	310	300
		base	CBR ≥ 60 %	420	280	280	280	210
Expresa	≤ 20.000.000 EE	Losa	Rmf= 5 (Mpa)	360	360	350	350	340
		base	CBR ≥ 60 %	420	280	280	280	210

Nota. Fuente: Especificaciones Técnicas del SERVIU Metropolitano (2021) cartillas de diseño para tráfico de menores

Notas:

- (1) Concreto de Resistencia media a la flexo-tracción equivalente a 50 kg/cm² a los 28 días.
- (2) Base CBR ≥ 60%.
- (3) Si existe napa freática, el proyectista debe plantear diseños que estime apropiados.
- (4) De existir suelos expansivos, el proyectista debe plantear los diseños constructivos adicionales que considere apropiados para el mejoramiento de los suelos.

(5) El espesor se indicará en mm

Además del diseño estructural, los proyectos de demolición y reemplazo de pavimentos deben cumplir con las siguientes especificaciones para pavimentos de concreto y asfalto:

- a. Para pavimentos de concreto, el ancho mínimo a renovar será de 2.0 m.
- b. Para el pavimento asfáltico, el ancho menor a eliminar y reponer corresponderá a 5.00m, independiente de que sea convencional o modificado.
- c. La distancia máxima de las reparaciones será de 5 m, si las distancias son menores se debe demoler y reponer toda el área perjudicada.
- d. El vano que se habilite para reparar una tubería, afecta dos carriles de la calzada, se debe tener en cuenta la demolición entre soleras y reposición de éstas.
- e. Si el vano que se habilite para reparar una tubería afecta un solo carril, se demolerá media calzada, reponer soleras e incluir la junta, en cumplimiento con lo señalado en el punto a).
- f. La eliminación y reinstalación de soleras es total para los paños intervenidos y se debe suplir las soleras deterioradas o en mal estado.
- g. Se contará con equipamiento mínimo como rodillo vibratorio liso de peso estático mínimo 2 Toneladas. para densificar agregados no aglomerados.
- h. La densidad de compactación debe ser \geq al 95 % de la D.M.C.S. del Proctor Modificado de cada capa y se mide con la prueba del cono de arena, ó con densímetro nuclear, previa autorización del inspector fiscal. Se puede utilizar densímetro no nuclear anticipadamente graduado con cono de arena. El corte se deberá hacer con equipo mecánico que contengan disco de corte.
- i. Todos los buzones que se encuentren en la zona de intervención deberán considerarse levantamiento de fuste y tapa a nivel de la rasante proyectada, adicionando un anillo de refuerzo.
- j. Para instalación de tuberías, éstas serán colocadas a una profundidad mayor a 1.2 m, medido desde la rasante hasta la clave del tubo.

Para el caso de tuberías instaladas a profundidades menores a 1.20m, estas serán reforzadas y justificadas con un cálculo estructural.

Diseño de pavimentos de hormigón

Para el caso de suelos expansivos o contaminados, se considerará el mejoramiento de la subrasante utilizando geotextil de polipropileno de 200gr/m², o en todo caso

un mejoramiento con material granular en un espesor mínimo de 20cm.

El proyectista deberá plantear diseños constructivos para casos de suelos con existencia de napa freática alta, con su respectiva memoria de cálculo.

La cantidad mínima de cemento utilizado en relación del grado de resistencia y exposición especificado es de 360 kg/m³. El espesor recomendado se expresa en milímetros.

El Ministerio de Transporte y Comunicaciones (MTC, 2017), indica que los elementos que conforman este tipo de vía es:

- a) Plataforma: Constituido principalmente por la superficie de rodadura, empleada para soportar la circulación vehicular y buen drenaje para un mejor mantenimiento. Tiene un bombeo entre 2% y 3%.
- b) Obras de drenaje: para evitar se acumule y pueda filtrarse el agua, ocasionando daño estructural, superficial. Es necesario tener buenos de agregados (p.12 – 13).

Características del deterioro del pavimento

Ciclo del deterioro de una vía

Primera fase: Construcción.

Excelente condición para la satisfacer la vía.

Segunda fase: Desgaste imperceptible.

En buen estado y después de un tiempo, presenta deterioro en la plataforma.

Tercera fase 3: Deterioro acelerado.

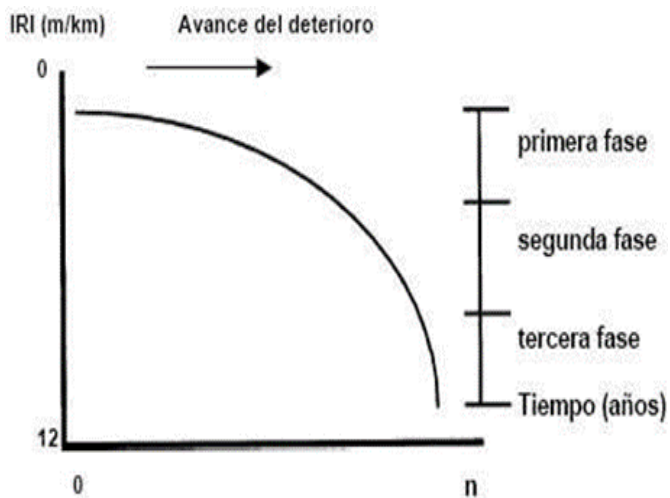
Comienza el deterioro superficial con mayor deterioro en la plataforma con poca resistencia al tránsito vehicular.

Cuarta fase 4: Descomposición Total

Dificultad en la circulación vehicular, incrementando los costos de operación.

Figura 2

Tensiones bajo la estructura de pavimento



Tomada de Arriaga et. al (1998)

Desgaste del pavimento

Paterson (2017) señala que al mezclarse los finos con la humedad aglutinan los más gruesos, con la acción del tráfico por los neumáticos llegando a pulverizarse cuando secan, comenzando a desgastarse progresivamente formando depresiones, baches, y ondulaciones.

Sección transversal impropia

Cuando sucede el desgaste en la vía tendrá dificultad al transitar, deberá tener una inclinación transversal favorable para escurrir las aguas rápidamente fuera de la plataforma.

Figura 3

Sección transversal impropia



Tomada de Andina.pe

Inadecuado drenaje

La superficie de rodadura acumula agua en las cunetas.

Figura 4

Drenaje inadecuado



Tomado de E.P.S GRAU S.A

Ondulaciones

Se origina por el tránsito continuo de vehículos, pulverización de finos, plataforma con malas pendiente y sin capas granulares.

Las ondulaciones son crestas y depresiones en intervalos regulares menores de 1m a lo largo del pavimento.

Existen cada clasificación (Bajo, Mediano, Alto):

- Bajo (B). poca vibración, sin incomodar.
- Mediano (M). Genera vibración, con incomodidad.
- Alto (A). Ocasiona un movimiento excesivo del auto, con significativo malestar en el auto, requiere reducir la velocidad por seguridad.

Figura 5

Ondulaciones



Tomada de invias.gob.co

Surcos

Depresiones longitudinales al eje de vía originada por el desgaste frecuente de la base capacidad de soporte débil.

Figura 6

Surcos



Tomada de obra carretera camino vecinal A.H. Ollanta Humala – Piura, se realizó la toma de surco colocando una regla y verificando que tenía 1”.

Cuentan con tres niveles de severidad:

- Bajo (B). Imperceptible bienestar al transitar.
- Mediano (M). Genera mucho malestar de manejo y hace bajar la velocidad.
- Alto (A). Incomodidad al manejar reducir la velocidad.

Exceso de polvo

Originado al desprenderse la mezcla de agregados finos excedente de la base granular o del afirmado. Generando incomodidad.

Figura 7

Exceso de polvo



Tomado de Walac.pe

Baches

Originado por los factores siguientes: Al presentarse 1 o 2 baches por cada 20 m, se deberá dar inicio a la reconstrucción de forma oportuna, a fin de evitar aumentar la falla.

Figura 8

Baches



Tomado de diariocorreo.pe

El bacheo se realizará con mezcla asfáltica, iniciando el relleno con más de 700 mm se procederá a realizar niveles compactándose, abriendo camino al tráfico de vehículos.

Tabla 3

Niveles de severidad

Profundidad Máxima (cm)	Diámetro promedio del bache (cm)		
	70	70 - 80	Mayor a 100
Menor de 2.5	B	B	M
De 2.5 a 5.0	B	M	A
Mayor de 5.0	M	M	A

Nota. Fuente: Catálogo de Daños en Pavimentos de Concreto Asfáltico. SIECA 2000.

Pérdida de agregados

Ocasionado por la constante circulación de vehículos sobre la superficie de rodadura, que se aprecia en los surcos de las ruedas donde se depositan los agregados gruesos y mayormente en los bordes de la plataforma por la falta de aglutinantes en la mezcla.

Figura 9

Pérdida de agregados



Tomado de larepublica.pe

Trabajos de conservación del pavimento

Son actividades desarrolladas para reparar vías, pudiendo ser mantenimiento rutinario o periódico, generalmente es localizado y de tamaño limitado puede ser completo o por partes de la plataforma.

Tabla 4

Infraestructura vial por departamento por Km

DEPARTAMENTO	LONGITUD TOTAL	NACIONAL			DEPARTAMENTAL			VECINAL		
		SUB TOTAL	Pavimentada	No Pavimentada	SUB-TOTAL	Pavimentada	No Pavimentada	SUB-TOTAL	Pavimentada	No Pavimentada
TOTAL	168.473,1	27.109,6	21.434,0	5.675,6	27.505,6	3.623,1	23.882,5	113.857,9	1.858,9	111.999,0
Amazonas	3.341,4	851,9	851,9	0,0	746,5	31,3	715,3	1.742,9	0,0	1.742,9
Ancash	10.775,2	1.893,4	1.234,4	659,0	1.218,6	482,8	735,8	7.663,3	112,4	7.550,9
Apurímac	7.491,1	1.281,0	923,2	357,8	1.261,9	9,1	1.252,8	4.948,1	7,3	4.940,9
Arequipa	9.391,4	1.497,1	1.215,6	281,5	1.738,9	571,0	1.167,9	6.155,4	402,3	5.753,2
Ayacucho	12.360,6	1.801,0	1.664,5	136,5	1.853,7	264,8	1.588,9	8.705,9	19,0	8.686,9
Cajamarca	14.649,2	1.738,9	1.465,3	273,7	886,4	31,8	854,6	12.023,8	40,1	11.983,7
Callao	50,3	43,4	43,4	0,0	6,9	5,2	1,7	0,0	0,0	0,0
Cusco	17.088,0	2.034,1	1.623,4	410,7	2.801,2	480,9	2.320,3	12.252,7	115,3	12.137,4
Huancavelica	8.227,0	1.403,7	1.194,5	209,1	2.002,3	21,3	1.981,0	4.821,1	0,7	4.820,4
Huánuco	7.708,6	1.305,5	674,9	630,6	772,4	16,7	755,8	5.630,7	4,0	5.626,7
Ica	3.505,2	697,9	680,7	17,2	743,1	48,9	694,1	2.064,2	82,0	1.982,2
Junín	11.983,8	1.741,5	984,4	757,1	1.126,9	67,7	1.059,2	9.115,5	212,9	8.902,6
La Libertad	8.796,0	1.261,8	794,2	467,6	1.932,1	92,0	1.840,1	5.602,1	155,8	5.446,3
Lambayeque	3.291,0	562,0	452,6	109,3	672,4	208,6	463,8	2.056,6	27,6	2.029,1
Lima	7.513,0	1.684,4	1.282,8	401,6	1.577,3	160,4	1.416,9	4.251,3	166,3	4.084,9
Loreto	891,2	124,9	93,6	31,3	320,7	97,2	223,6	445,5	19,1	426,4
Madre de Dios	2.015,0	399,3	399,3	0,0	340,0	2,3	337,6	1.275,8	6,4	1.269,4
Moquegua	2.643,2	469,2	469,2	0,0	908,9	91,4	817,6	1.265,1	99,8	1.165,3
Pasco	3.292,5	590,2	346,9	243,3	607,6	34,4	573,1	2.094,7	0,0	2.094,7
Piura	8.934,2	1.736,0	1.586,8	149,2	589,7	167,5	422,2	6.608,5	170,6	6.437,9
Puno	13.211,6	2.018,0	1.779,4	238,7	2.368,0	416,4	1.951,6	8.825,6	42,4	8.783,2
San Martín	5.289,6	873,2	728,4	144,8	966,1	161,4	804,7	3.450,2	0,1	3.450,1
Tacna	2.520,3	635,7	584,4	51,3	489,7	85,0	404,7	1.394,9	163,1	1.231,8
Tumbes	991,1	138,5	138,5	0,0	285,3	69,5	215,8	567,3	9,3	558,0
Ucayali	2.512,6	327,2	221,6	105,5	1.288,8	5,5	1.283,3	896,6	2,3	894,3

Nota. Fuente: MTC 2018

Martínez (2008) Concepto de Rugosidad de la superficie de rodadura en el mantenimiento. de pistas en Santiago. Chile. Sostiene que las características de un camino inciden en la comodidad y seguridad, afectando la operatividad por el uso propio de los vehículos, modificando la estructura del esfuerzos y deformaciones de la vía. La plataforma mejorara la estructura que soporta el tránsito y el bienestar del usuario al desplazarse.

Gouro (2018) Sostiene que en el camino circulan por la vía Piura – Catacaos se está construyendo una segunda calzada con la finalidad de viabilizar las vías en Piura, los gobiernos locales son los únicos responsables de controlar el tránsito pesado por la zona urbana. Castilla es un Distrito, localizado en el departamento de Piura, sus vías están formadas por agregados granulares sobre la superficie de rodadura, con trabajos preliminares de nivelación, secciones transversales y longitudinales, con un adecuado drenaje en la plataforma. Realiza actividades previas, de acuerdo con la demanda en carreteras con plataformas estabilizadas, considerando el transporte de personal, material, equipo y otros necesarios.

El proyecto planteará a la Municipalidad Distrital de Castilla, una necesidad de los pobladores, de beneficiarse con un proyecto público en beneficio de la población, ante el crecimiento y desarrollo en una realidad incuestionable, de calles totalmente deterioradas, lo que no permite una adecuada transitabilidad vehicular y peatonal, además de vulnerabilidad de los cimientos de las viviendas, por lo que se puede afirmar que cualquier intervención en la misma generará un gran impacto en el desarrollo de los pobladores de la zona.

El AA.HH La Primavera, situada en la parte Noreste del Distrito de Castilla, a 1.5 Km. de la Ciudad de Piura. A la zona se llega tomando la avenida Guardia Civil, vía que se encuentra pavimentada y es la principal vía que conecta el Distrito de Castilla, ubicado al noreste de la ciudad de Piura. El acceso principal a la zona donde se ubica el proyecto es la Carretera Panamericana Norte; donde esta vía se encuentra asfaltada en buenas condiciones, tiene una superficie de 403,906.92 m²; de los cuales 160,020.31 m² representan las áreas libres y de vías.

Tipo de pavimentos

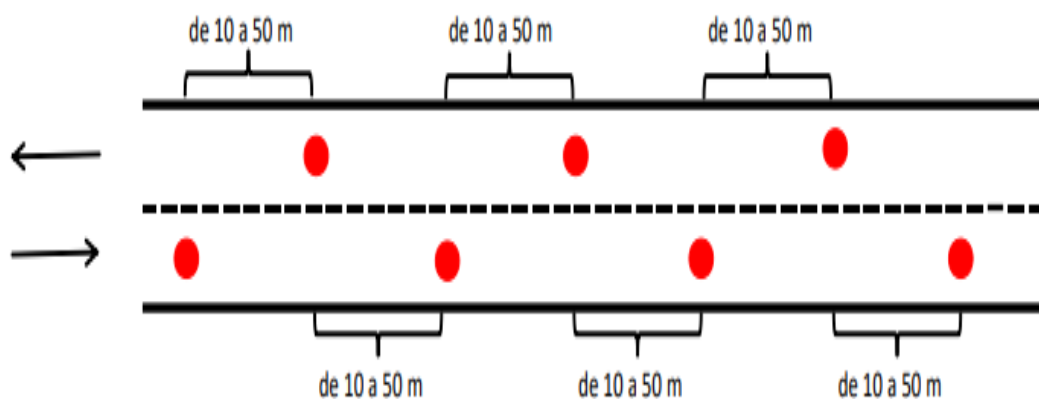
Pavimentos Flexibles

Como se muestra en el siguiente esquema, las pruebas se realizarán cada 30 metros por calzada y se obtendrán al menos dos (02) pruebas por pista. La prueba se puede realizar tanto en el área de huella de pasajeros ó en el centro de la pista. La memoria de cálculo estructural debe contener mínimamente lo siguiente:

- La estructura de diseño o existente, mediante obtención de testigos tomados por laboratorios registrados y vigentes en el MTC.
- Estudio de mecánica de suelo donde indique la capacidad portante de la subrasante (CBR).
- Factor de corrección (C) para cálculo del Módulo Resiliente (MR).
- En el caso de vías colectoras, troncales y metropolitanas, requerirán de cálculos de vida remanente (SN), por cada prueba evaluada.
- Característica de suelo de subrasante con módulo Resiliente (MR), en Mpa, de cada ensayo.
- Condición estructural del pavimento con Deflexión Máxima (D0) Normalizada a 50 kN y 20°C.
- Número Estructural (Ne).
- Módulos de elasticidad por cada capa que conforman el paquete estructural del pavimento.

Figura 10

Ubicación de testigos para pavimentos flexibles



Tomada de Especificaciones Técnicas del SERVIU Metropolitano (2021)

Pavimentos rígidos

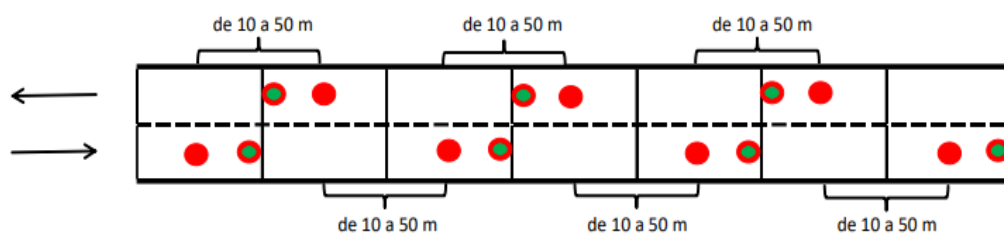
Como se muestra en el siguiente esquema, las pruebas se realizarán cada 30 metros por calzada y se obtendrán al menos dos (02) pruebas por pista. La prueba se puede realizar en el centro de la pista.

Deberá contener las siguientes evaluaciones:

- Análisis en Centro de Losa
- Análisis de perímetro de losa. Hacer solo en losa en que se muestreo el centro de losa.

Figura 11

Ubicación de testigos para pavimentos rígidos



Tomada de las Especificaciones Técnicas del SERVIU Metropolitano (2021) MTC (2018).

Según los niveles establecidos, el grado de curvatura al inclinarse se calcula mediante el procedimiento publicado por el BM (p. 151).

a) Media inclinación

Esta dada por el promedio de un vehículo desplazándose en metros por kilómetro ascendidos y descendidos, lo cual da un porcentaje (%).

Tabla 5

Calificación de media inclinación

0 a 8	Llano
8 a 20	Ondulado
20 a 30	Accidentado
Mayor a 30	Montañoso

Nota. Fuente: Crespo (1999): Geometría de vías

b) Curvas

Se expresa en grados por kilómetro.

Tabla 6

Calificación de curvatura media

Curvatura media (Grados/km)	Calificación
0 a 25	Rectilíneo
25 a 50	Normal
50 a 75	Regular
Mayor a 75	Sinuoso

Nota. Fuente: (Crespo del Rio, 1999): Medida de la geometría de carreteras

Especificaciones Técnicas del SERVIU Metropolitano (2021) señala que el análisis del estado existente de un pavimento, determinando sus propiedades estructurales y funcionales. Estos métodos son útiles para el mantenimiento, planificación, evaluación y conservación de un pavimento que conlleve a tomar las mejores decisiones posibles para extender la vida útil del pavimento.

Tanto en la etapa de construcción como en la operación, es necesario conocer las características estructurales de la vía. Durante la ejecución, es preciso conocer si la estructura a construir cumple con las especificaciones del diseñador (P.22).

Mediante la conducción, la capacidad portante de la acera es importante evaluar la vida útil de la acera y así mismo definir las medidas de rehabilitación. La capacidad de evaluar rápidamente el pavimento utilizando equipos como un deflector Clase 1 tiene ventaja, pues permite realizar una gran cantidad de evaluaciones. Esto evita largos cierres de carreteras y evalúa los costos de reemplazo requeridos de manera destructiva del punto.

El difractor de impacto de Clase 1 se puede usar para establecer la concavidad de deflexión ocasionada por cargas controladas con mayor precisión que otros métodos de prueba que existen. Este dispositivo crea cargas de impulso dinámico que simulan las cargas de ruedas en movimiento, en lugar de cargas estáticas, semi-estáticas o de vibración. Los datos generados por estas pruebas se pueden utilizar para obtener el módulo de elasticidad de la estructura del pavimento, junto con el espesor de la capa. Esta información luego se puede usar en análisis estáticos para fijar la capacidad de carga, evaluar la vida residual y computar las

exigencias de recubrimiento según sea necesario.

Obras de conservación del pavimento

Requerimientos de conservación

A) Obras de conservación rutinaria

Son trabajos preliminares para ejecutar la conservación de la calzada, drenaje, señalización y obras de arte.

- Clima y temperaturas: Clima tropical seco en la costa de temperaturas entre 22 °C y 38 °C en verano.
- Hidrografía: Originadas por las precipitaciones a través del curso de agua que inundan las quebradas secas. Y entre los 23 y 27 °C durante el verano. La humedad promedio anual es 66%.

B) Obras de conservación periódica

- Acciones de conservación periódica: Seguridad a los usuarios para conservar el nivel de calidad y evitar daños estructurales sobre la superficie de rodadura, como actividades preliminares de bacheo, sellado de grietas y nivelación.
- Ejecución de trabajos periódicos
 - Pavimentos.
 - Rellenos superficiales.

C) Obras de conservación puntual

Actividades de conservación para corregir la estructura y sirve para eliminar un riesgo.

- Grietas: Son fallas frecuentes originadas por cualquier elemento estructural del pavimento empleado para su construcción. Es difícil dar un valor numérico de cuanto se debe corregir o reconstruir, cuando se presenten agrietamientos para evitar deterioros mayores.
- Fisuras de piel de cocodrilo: Son pequeños polígonos irregulares de ángulos agudos.

D) Obras de emergencia

Acciones de Rehabilitación

- a) En carreteras: De manera correctiva, esta actividad, es necesaria para mejorarlas o sustituirlas.
- b) Señalización en puentes: mejorar un servicio seguro a los usuarios.

2.2.2 Bases científicas:

a) Propiedades físicas:

Para conocer el tipo de terreno del área de investigación, se extraerán muestras representativas para conocer sus características y propiedades físicas y aplicando el método SUCS y AASHTO se determinará la clasificación de los suelos, ejecutando los ensayos siguientes:

Contenido de Humedad Natural (ASTM D-2216, Norma NTP 339.127)

Con este ensayo se determinará el contenido de agua de una muestra, expresado en porcentaje entre el peso de agua y el peso de material seco. Cuyo valor es relativo debido a las condiciones atmosféricas variables. Una vez realizado este ensayo es conveniente trabajar con este resultado de formada inmediata, y evitar así errores en los cálculos.

Análisis Granulométrico por tamizado (ASTM D-4222, Norma NTP 339.128)

Con este ensayo se determinará la distribución de partículas de los suelos con respecto a su tamaño, mediante el proceso de tamizado por mallas de diferente diámetro hasta la malla N°200, tomando el material que pasa por esta malla y utilizando el ensayo de sedimentación se logra conocer su distribución granulométrica. Este ensayo deriva en una curva granulométrica mostrando el diámetro de tamiz contra el porcentaje que se retiene o pasa, dependiendo del uso del agregado.

Límite Líquido (MTC E-110) y Límite Plástico (MTC E-111) (ASTM D-4318, Norma NTP 339.129)

Con este ensayo se determinará la plasticidad de un suelo y su capacidad de ser moldeable. Dependiendo la cantidad de arcilla contenido en el material que pasa por la malla N°200, porque este material opera como ligante.

Dependiendo el contenido de humedad que contenga, este material pasa por tres estados: líquido, plástico y seco. Cuando un agregado no puede ser moldeable su estado es semilíquido, y conforme va perdiendo agua se vuelve consistente permitiendo moldearlo y se hace trabajable, es entonces que su estado es plástico.

Si se sigue perdiendo agua, llega el momento que no es trabajable y se resquebraja, entonces su estado es semi seco. Se le denomina Limite Liquido (MTC E-110), cuando se transforma de su estado semilíquido a su estado plástico, y se denomina Limite Plástico (MTC E-1 11), cuando transforma de su estado plástico a su estado semi seco.

Clasificación del Suelo por Método SUCS (ASTM D-2487) y AASHTO (M-145)

Utilizando el Sistema Unificado de Clasificación de Suelos (SUCS), se determinará su clasificación en 15 grupos determinados por nombre y símbolos. Los suelos se definirán por los diferentes tamaños de sus partículas, encontrados por combinaciones de diferentes suelos, por ejemplo: arenas, limos, gravas, arcillas y limo arcilloso, etc. Para la determinación de los Límites de consistencia, depende de la gradación de sus tamaños de las partículas y su estabilidad de los diferentes tipos de ensayos

b) Propiedades Mecánicas:

Con el propósito de determinar las propiedades mecánicas y nos permitan conocer su resistencia de corte y soporte del suelo, además de su comportamiento a las solicitaciones de carga, estando en controladas situaciones de humedad y densidad, se realizarán los ensayos siguientes:

Ensayo de Proctor Modificado (MTC E-1 15)

Con este ensayo se determinará un óptimo contenido de humedad, consiguiendo las máximas densidades secas del suelo bajo una determinada compactación. En el caso de los agregados este ensayo se debe de realizar antes de ser utilizado con el fin de obtener la cantidad necesaria de agua que debería añadirse para una mejor compactación. Este ensayo es de vital importancia para el % de compactación, dado que para cada tipo de suelo existe una humedad optima (humedad inicial), producido por el máximo peso específico seco conseguido durante el proceso de compactación.

California Bearing Ratio CBR (MTC E-132).

Con este ensayo se determinará las capacidades de soporte (CBR) de las diferentes muestras extraídas. Obteniendo la capacidad de soporte y resistencia a la penetración de un suelo bajo controladas condiciones de humedad y densidad.

c) Propiedades Químicas

Con el propósito de obtener la agresividad de los suelos hacia el pavimento, concreto y acero bajo la acción química, se ejecutaron los siguientes ensayos:

Ensayos químicos

Con este ensayo se determinará la existencia de elementos químicos de los suelos y su agresividad actuante sobre el concreto y acero, produciendo efectos perjudiciales y destructivos en las estructuras. Esta reacción química ocurre con la interacción del agua subterránea y el concreto, debidos al ascenso por capilaridad o presencia de aguas infiltradas por razones ajenas (tuberías rotas, lluvias, inundaciones, etc.) al estado de los suelos.

Los principales elementos químicos a ensayar son los cloruros y sulfatos, además de los ensayos de sales solubles totales debido a la acción mecánica hacia los cimientos, al producir asentamientos violentos producto del lavado de sales en contacto con agua (lixiviación).

2.3. Marco conceptual

Definición de términos

- **Análisis granulométrico o mecánico:** Procedimiento para determinar la granulometría de un material o determinación cuantitativa de la distribución de tamaños.
- **Asentamiento diferencial:** Diferencia de nivel como consecuencia del desplazamiento vertical o hundimiento de cualquier elemento de la vía.
- **Base:** Capa de material selecto y procesado que se coloca entre la parte superior de una sub-base o de la subrasante y la capa de rodadura. La base es parte de la estructura de un pavimento.
- **Berma:** Franja longitudinal, paralela y adyacente a la superficie de rodadura de la carretera, que sirve de confinamiento de la capa de rodadura y se utiliza como zona de seguridad para estacionamiento de vehículos en caso de emergencia.

- **Bombeo:** Inclinación transversal que se construye en las zonas en tangente a cada lado del eje de la plataforma de una carretera con la finalidad de facilitar el drenaje lateral de la vía.
- **Calicata:** Excavación superficial que se realiza en un terreno, con la finalidad de permitir la observación de los estratos del suelo a diferentes profundidades y obtener muestras generalmente disturbadas.
- **Calzada:** Pérez (2015) sostiene que “el diseño de la vía se realiza de acuerdo con el material a emplear, de modo que la plataforma soporte el tráfico intenso favoreciendo la elevada velocidad de manera segura y estable” (p. 23).
- **Carretera:** Camino para el tránsito de vehículos motorizados, de por lo menos dos ejes, con características geométricas definidas de acuerdo a las normas técnicas vigentes en el Ministerio de Transportes y Comunicaciones.
- **Carril:** Parte de la calzada destinada a la circulación de una fila de vehículos en un mismo sentido de tránsito.
- **CBR (California Bearing Ratio):** Valor relativo de soporte de un suelo o material, que se mide por la penetración de una fuerza dentro de una masa de suelo.
- **Concreto:** Mezcla de material aglomerante y agregados fino y grueso. En algunos casos se agrega aditivos para proporcionarle cualidades que no poseen y en otros para mejorar los que poseen.
- **Conservación vial:** Acciones necesarias para preservar y mantener un camino en buenas condiciones para el tránsito vehicular con características geométricas (MTC, 2018).
- **Contenido de humedad óptimo:** Es el contenido de humedad al cual un suelo o material granular al ser compactado utilizando un esfuerzo especificado proporciona una máxima densidad seca. El esfuerzo puede ser estándar o modificado.
- **Contenido de humedad:** Volumen de agua de un material determinado bajo ciertas condiciones y expresado como porcentaje de la masa del elemento húmedo, es decir, la masa original incluyendo la sustancia seca y cualquier humedad presente.
- **Cota de rasante:** Valor numérico de un punto topográfico que representa el nivel terminado o rasante referido a un BENCH MARK (BM).

- **Dispositivos de control de tránsito:** Señal, demarcación, semáforos, etc. cuya función es facilitar al conductor reglas de circulación vehicular.
- **Eje de la carretera:** Línea longitudinal ubicada en el centro de la calzada, en autopistas se ubica en el separador central.
- **Granulometría:** Representa la distribución de los tamaños que posee el agregado mediante el tamizado según especificaciones técnicas.
- **Infraestructura vial:** Constituye la vía y todos sus soportes que conforman la estructura de las carreteras y caminos.
- **Levantamiento topográfico:** Conjunto de operaciones de medidas efectuadas en el terreno para obtener los elementos necesarios y elaborar su representación gráfica.
- **Límite líquido:** Contenido de agua del suelo entre el estado plástico y el líquido de un suelo.
- **Límite plástico:** Contenido de agua de un suelo entre el estado plástico y el semisólido.
- **Limos:** Partículas de roca o minerales cuyas dimensiones están entre 0,02 y 0,002 mm.
- **Limpieza de cunetas:** Actividad manual con el objetivo de remover cualquier empozamiento de agua (MTC, 2018)
- **Limpieza de calzada:** Trabajo de remoción de material ajeno con la finalidad de normalizar el tránsito vehicular (Manual de conservación vial, 2018).
- **Mantenimiento periódico:** Conjunto de actividades programables cada cierto periodo, que se realizan en las vías para conservar sus niveles de servicio.
- **Mantenimiento rutinario:** Conjunto de actividades que se realizan en las vías con carácter permanente para conservar sus niveles de servicio.
- **Napa freática:** Nivel superficial de las aguas subterráneas en los trabajos de exploraciones. Este nivel se determina con respecto al nivel de terreno natural o cotas referenciales.
- **Reparación:** MTC, Especificaciones Técnicas Caminos (2018), menciona: Los procedimientos para poner en uso la plataforma vial.
- **Rugosidad del pavimento:** De Solminihac et al. (2018) mencionaron: La rugosidad de un pavimento son irregularidades en la superficie para determinan desviaciones (p. 87).

- **Pavimento flexible:** Constituido con materiales bituminosos como aglomerantes, agregados y de ser el caso aditivos.
- **Pavimento rígido:** Constituido por cemento Portland como aglomerante, agregados y de ser el caso, aditivos.
- **Red vial nacional:** Corresponde a las carreteras de interés nacional conformada por los principales ejes longitudinales y transversales, que constituyen la base del Sistema Nacional de Carreteras (SINAC).
- **Red vial vecinal o rural:** Correspondiente a carreteras que forman parte de las vías locales, que unen las provincias con los distritos y/o centros poblados además unen vías nacionales y departamentales.
- **Sección transversal:** Sección de una carretera, graficada de forma transversal al eje de la carretera a cada cierta distancia.
- **Señalización vial:** Transmite al conductor la información sobre normas de tránsito indicándole sobre los peligros y la orientación necesaria de su trayecto (Kraemer, y otros, 2003).
- **Vía urbana:** Vías de un centro poblado, y que no forman parte del Sistema Nacional de Carreteras (SINAC).

2.4. Sistema de hipótesis

2.4.1. Hipótesis principal

Con el diseño geométrico y estructural se determinará el tipo de pavimentación adecuada para el AA. HH La Primavera, Distrito de Castilla, Piura.

2.4.2. Hipótesis específicas

- El flujo vial y peatonal cumple con las condiciones aceptables de transitabilidad en su diseño geométrico.
- La estructura para el drenaje pluvial superficial es segura y cómoda.
- Los trabajos de conservación del pavimento requeridos son adecuados.

2.4.3. Variable

independiente: diseño geométrico y estructural de pavimentación.

2.4.4. Operacionalización de variables

Tabla 7

Matriz de Operacionalización de la variable independiente

Variable	Definición conceptual	Dimensión	Indicadores
Diseño geométrico y estructural de pavimentación	Concepto: mantener las vías según su clasificación, características y mantenimiento.	Diseño de Pavimentos	<ul style="list-style-type: none"> • Diseño geométrico de pavimentos. • Diseño de pavimentos rígidos.
	Superficie de rodadura conformada por suelos estabilizados. (Resolución Directoral N° 02-2018-MTC/14).	Características del deterioro del pavimento	<ul style="list-style-type: none"> • Ciclo del deterioro de una vía. • Desgaste del pavimento
		Trabajos de conservación del pavimento	<ul style="list-style-type: none"> • Tipos de pavimento • Obras de conservación del pavimento

Nota. Elaboración propia

III. METODOLOGÍA EMPLEADA

3.1. Tipo y nivel de investigación

3.1.1. De acuerdo con su finalidad

- Aplicada (Hernández y Baptista, 2014)

3.1.2. De acuerdo con la técnica de contrastación

- Cuantitativa. (Hernández et. al, 2017)

3.1.3. Línea de investigación

- Transporte

3.2. Población y muestra de estudio

3.2.1. Población

Se está tomando la zona del AA.HH. La Primavera en toda su extensión.

Muestra

La muestra se creó de acuerdo con los propósitos perseguidos en la investigación. Además, según lo requerido con el Manual de Carreteras: Diseño Geométrico – DG 2018 y Manual de Diseño Geométrico de Vías Urbanas - 2005 – VCHI. Se determinó como muestra a la Av. Las Begonias, ya es el ingreso principal al AA.HH. La Primavera.

Además, se tienen en cuenta las valiosas opiniones de expertos con conocimientos de investigación en diseño geométrico y estructural de pavimentación correspondientes a una determinada población.

3.3. Diseño de investigación

El estudio se realizó empleando métodos y técnicas como la visita de campo, además de explorar el área. Procediendo a aplicar el método siguiente:

O-I-R-A

Donde:

O: Observación, **I:** Investigación, **R:** Resultados, **A:** Análisis.

3.4. Técnicas e instrumentos de investigación

Se llevaron a cabo visitas periódicas al área de investigación, con el propósito de conocer la realidad existente, y así obtener información fehaciente para la elaboración de la presente investigación. Durante estas visitas se realizaron técnicas como: estudio topográfico, estudio de tráfico, exploración del subsuelo a través de calicatas. Posterior a ello se realizarán los análisis en laboratorio para obtener las propiedades físicas, químicas y mecánicas, para luego realizar el diseño geométrico y estructural del área de investigación, los equipos utilizados son todos

los necesarios para el estudio topográfico, exploración del subsuelos, ensayos, análisis y procesamiento de datos.

Las técnicas consideradas son las siguientes:

1. Estudio Topográfico
2. Estudio de Mecánica de Suelos
3. Análisis para el mejoramiento del suelo a nivel de Subrasante
4. Estudio de Trafico
5. Trabajos en gabinete:
 - 5.1 Determinación de IMD.
 - 5.2 Diseño Geométrico
 - 5.3 Diseño Estructural

3.5. Procesamiento y análisis de datos

3.5.1. Estudio Topográfico

El Estudio Topográfico tiene por finalidad determinar su planimetría y altimetría, de un terreno a través de puntos topográficos, con esta información tomada en campo se procede a realizar el trabajo en gabinete de la topografía, cartografía, elementos estructurales, hidráulicos y demás elementos de la zona de estudio, que luego serán graficados para tener información real del área en investigación.

Figura 12

Área del Levantamiento Topográfico



Elaboración propia.

Para dar inicio a una de las primeras actividades comprendidas en presente estudio topográfico, primero se realiza el reconocimiento in-situ del área total a estudiar. Se realizó un recorrido peatonal de toda el área para determinar el plan de trabajos orientado al presente estudio, definiendo criterios para minimizar errores en los trabajos de campo, buscando obtener la siguiente información para:

- Proporcionar información de base topográfica para diseños de ingeniería, arquitectura, que permitan elaborar los planos topográficos a escala adecuada.
- Posibilitar la exacta definición de la ubicación y las dimensiones de los elementos físicos estructurales existentes tales como, esquinas de manzana, lotización existente, muros, sardineles, veredas, buzones, cajas de registro, pórticos de entra vehicular a los predios, postes del sistema eléctrico aéreo de la zona, postes del sistema aéreo de telefonía, arboles, pavimentos; además el seccionamiento de terreno natural para su representación de relieves y depresiones de las misma mediante plano taquimétrico.
- Elaboración y edición de planos de perfiles longitudinales y transversales que definan la realidad topográfica de pasajes, calles y avenidas, para diseño de rasante y cálculo de movimiento de tierras.
- Determinar el estado actual de las avenidas, calles, jirones y pasajes con respecto a la precipitación pluvial.
- Proporcionar información detallada para los estudios de hidrológica, geología, suelos e impacto ambiental.
- Determinar puntos referenciales para posibles modificaciones durante el proceso de construcción.
- Ejecutar un correcto diseño geométrico.

El AA.HH. La Primavera, se encuentra ubicado geográficamente en el Distrito de Castilla, ubicado al Noreste del Distrito, sector 17S, de la zona horaria del Perú, en las coordenadas mostradas en el siguiente cuadro.

Tabla 8*Ubicación de Coordenadas UTM*

BM	AV / CALLE	Coordenadas UTM WGS 84		Altitud (msnm)
		- 17S		
		Norte (m)	Este (m)	
1	Av. Amapolas / Jr. Los Jazmines	9427038.0000	543037.0000	38.000
11	Av. Amapolas / Av. Guardia Civil	9426148.3970	543454.8574	37.455
17	Av. Guardia Civil / Jirón 1	9426286.6990	543914.4654	37.187
22	Jr. Los Jazmines / Jirón 1	9426755.8770	543801.7532	37.125

*Nota: Elaboración propia.***3.5.2. Estudio de Mecánica de Suelos**

El objetivo del estudio de mecánica de suelos, es determinar las características físico-mecánicas y químicas, de los suelos a nivel de desplante y/o de fundación, las características encontradas permiten definir el perfil estratigráfico del terreno, así como su calidad respecto a los requisitos técnicos para Sub Rasante, estipulados en las Normas Técnicas Vigentes (CE.010 Pavimentos Urbanos, Manual de Carretera Especificaciones Técnicas Generales para la Construcción EG. 2013, Manual de Carreteras Suelos Geología y Geotecnia, Sección Suelos y Pavimentos 2018), de ser necesario recomendar un mejoramiento y/o estabilización de suelos, conocidas estas características se diseñara los espesores de las capas estructurales del pavimento con una superficie de rodadura Flexible, Rígido y/o Articulado, que permitan disipar la energía producida por las cargas del Trafico vial en lo concerniente a la demanda de carga por eje, y la presión de los neumáticos en el caso de vehículos pesados (camiones y ómnibus) guarda relación directa con el deterioro del pavimento.

Trabajos de Campo

La ubicación de los puntos de exploración del terreno se ejecutó de acuerdo a lo indicado en la CE 0.10 (Norma de Pavimentos Urbanos), por lo que se realizaron 32 calicatas (C) de excavación manual a tajo abierto, ubicadas estratégicamente con el fin de recolectar toda la información del área, que fueron identificadas y enumeradas de forma correlativa desde la C-1 a la C-32; la máxima profundidad de exploración fue de -1.50 m. y en algunos casos hasta ubicar Napa freática (ver Tabal N°9).

Figura 13*Ubicación de calicatas**Elaboración propia.*

Durante la exploración se obtuvo muestras representativas y necesarias, todas ellas disturbadas y sin ninguna alteración para la realización de sus respectivos análisis de laboratorio, todos estos pasaron por un proceso de identificación y descripción acorde a las características con el propósito de definir el perfil estratigráfico del área además de sus propiedades físicas, mecánicas y químicas como es el tipo de suelo, humedad, plasticidad, coloración, CBR, etc.; en compatibilidad de la nomenclatura indicada en la norma ASTM D 2488 - 06 Practice for Description and Identification of Soils (Visual-Manual Procedure), además se tomaron fotografías de cada calicata ejecutada.

Es preciso manifestar que esta información tomada en campo se digitalizó con los formatos propios trabajados en el área de Laboratorio de Mecánica de Suelos, especialmente para tal fin.

A continuación, se detalla tabla mostrando el nombre, profundidad, la ubicación y nivel freático de las 32 calicatas realizadas en campo.

Tabla 9*Listado de Calicatas y Muestras Extraídas*

Calicata	Muestra Obtenida	Profundidad (m)	Ubicación (coordenadas)	Nivel Freático
C - 1	S/M	0.00 - 0.30	543911	NO
	M - 1	0.30 - 1.50	9426345	
C - 2	S/M	0.00 - 0.40	543814	NO
	M - 1	0.40 - 1.50	9426320	
C - 3	S/M	0.00 - 0.40	543835	NO
	M - 1	0.40 - 1.50	9426413	
C - 4	S/M	0.00 - 0.40	543797 9426589	NO
	M - 1	0.40 - 1.20		
	M - 2	1.20 - 1.50		
C - 5	S/M	0.00 - 1.20	543838	NO
	M - 1	1.20 - 1.50	9426609	
C - 6	S/M	0.00 - 0.40	543810	NO
	M - 1	0.40 - 1.50	9426722	
C - 7	S/M	0.00 - 0.40	543683	NO
	M - 1	0.40 - 1.50	9426566	
C - 8	S/M	0.00 - 0.40	543763	NO
	M - 1	0.40 - 1.50	9426459	
C - 9	S/M	0.00 - 0.90	543733 9426380	NO
	M - 1	0.90 - 1.30		
	M - 2	1.30 - 1.50		
C - 10	S/M	0.00 - 0.90	543453	NO
	M - 1	0.90 - 1.50	9426429	
C - 11	S/M	0.00 - 0.40	543409 9426270	NO
	M - 1	0.40 - 1.00		
	M - 2	1.00 - 1.50		
C - 12	S/M	0.00 - 0.50	543551	NO
	M - 1	0.50 - 1.50	9426320	
C - 13	S/M	0.00 - 1.00	543394	NO
	M - 1	1.00 - 1.50	9426467	
C - 14	S/M	0.00 - 1.00	543414	NO
	M - 1	1.00 - 1.50	9426548	
C - 15	S/M	0.00 - 0.80	543583	NO
	M - 1	0.80 - 1.50	9426605	
C - 16	S/M	0.00 - 0.20	543653	NO
	M - 1	0.20 - 1.50	9426694	

Calicata	Muestra Obtenida	Profundidad (m)	Ubicación (coordenadas)	Nivel Freático
C - 17	S/M	0.00 - 0.40	543717	NO
	M - 1	0.40 - 1.50	9426695	
C - 18	S/M	0.00 - 0.80	543756	NO
	M - 1	0.80 - 1.50	9426731	
C - 19	S/M	0.00 - 0.50	543580	NO
	M - 1	0.50 - 1.50	9426794	
C - 20	S/M	0.00 - 0.40	543464	NO
	M - 1	0.40 - 1.50	9426776	
C - 21	S/M	0.00 - 0.50	543534	NO
	M - 1	0.50 - 1.50	9426722	
C - 22	S/M	0.00 - 0.20	543484	NO
	M - 1	0.20 - 1.50	9426641	
C - 23	S/M	0.00 - 0.20	543335	NON
	M - 1	0.20 - 1.50	9426585	
C - 24	S/M	0.00 - 0.80	543312	NO
	M - 1	0.80 - 1.50	9426516	
C - 25	S/M	0.00 - 0.30	543364	NO
	M - 1	0.30 - 1.50	9426696	
C - 26	S/M	0.00 - 0.20	543385 9426792	NO
	M - 1	0.20 - 0.60		
	M - 2	0.60 - 1.10		
	M - 3	1.10 - 1.50		
C - 27	S/M	0.00 - 0.40	543283	NO
	M - 1	0.40 - 1.50	9426882	
C - 28	S/M	0.00 - 0.30	543280	NO
	M - 1	0.30 - 1.50	9426740	
C - 29	S/M	0.00 - 0.20	543235 9426688	NO
	M - 1	0.20 - 0.60		
	M - 2	0.60 - 1.50		
C - 30	S/M	0.00 - 0.30	543179	NO
	M - 1	0.30 - 1.50	9426794	
C - 31	S/M	0.00 - 0.60	543139	NO
	M - 1	0.60 - 1.50	9426881	
C - 32	S/M	0.00 - 0.40	543118	NO
	M - 1	0.40 - 1.50	9426943	

Nota. Elaboración propia.

Los ensayos de laboratorio se ejecutaron para cada variación estratigráfica en concordancia con el Manual de Ensayos de Laboratorio (EM-2016-versión mayo). Se logro obtener información de las propiedades de los suelos con los ensayos

mecánicos, físicos y químicos de las muestras perturbadas y sin alterar, derivados de las 32 calicatas trabajadas, información necesaria para un correcto diseño del pavimento.

A continuación, se muestran todos los ensayos que se ejecutaron a las muestras extraídos en los trabajos de campo, en el siguiente cuadro se describen los ensayos, usos, métodos, clasificación y propósito.

Tabla 10

Ensayos de Mecánica de Suelos Ejecutados

Ensayo	Uso	Ensayo NTP	Método MTC	Ensayo ASTM	Propósito del Ensayo
Análisis Granulométrico por tamizado	Clasificación	339.128	E- 107	D422	Para determinar la distribución del tamaño de partículas del suelo.
Contenido de Humedad	Clasificación	339.127	E- 108	D2216	Halar la cantidad de humedad del suelo.
Límite Líquido	Clasificación	339.129	E – 110	D4318	Obtener la cantidad de agua de los estados Líquido y Plástico.
Límite Plástico	Clasificación	339.129	E- 111	D4318	Obtener la cantidad de agua de los estados Plásticos y semi sólidos.
Índice Plástico	Clasificación	339.129	E- 111	D 4318	obtener el rango de cantidad de agua por encima del cual, el suelo está en un estado plástico.
Clasificación de Suelos	Clasificación	339.134		D 2467	Determinar la Clasificación de los suelos mediante los Sistemas SUCS y ASSTHO.
Compactación Proctor Modificado	Diseño de espesores Control de Rellenos	339.141	E-115	D1557	Determinar la relación entre el Contenido de Agua y Peso Unitario de los Suelos (Curva de Compactación).
California Bearing Ratio (CBR)	Diseño de espesores		E-132	D1883	Obtener el vínculo entre la resistencia a la penetración y su capacidad de soporte de un suelo.
Sales Solubles Totales	Agresividad del Suelo a la Cimentación	339.152	E 219	D1883	Obtener la reacción química de un suelo por acción mecánica sobre una estructura de concreto.

Nota: Elaboración propia.

Estos ensayos se trabajaron en el Laboratorio de Mecánica de Suelos del Gobierno Regional Piura, en concordancia con las normas señaladas por la American Society for Testing and Materials (ASTM), MTC y las Normas Técnicas Peruanas (NTP). Revisar Anexos, Certificados y Cuadro: “Resumen de Resultados de Ensayos Estándar en Laboratorio”.

Figura 14

Signos Convencionales para Perfil de Calicatas – Clasificación SUCS

	Gravas bien mezcladas, grava con poca o nada de material fino, variación en tamaños granulares.		Materiales finos sin plasticidad o con plasticidad muy baja.
	Grava mal graduada, mezcla de arena-grava con poca nada de material fino.		Arenas arcillosas, mezclas de arena-arcillosa.
	Gravas limosas, mezclas de grava arena limosa.		Limas orgánicas y arenas muy finas, polvo de roca, arenas finas limosas o arcillosas o limas arcillosas con ligera plasticidad.
	Gravas arcillosas, mezclas de grava-arena-arcilla grava con material fino cantidad apreciable de material fino.		Arcillas inorgánicas de plasticidad baja o mediana, arcillas gravas, arcillas arenosas, arenas limosas, arcillas negras.
	Arena bien graduada, arenas con grava, poca o nada de material fino. Arenas limpias poca o nada, amplia variación en tamaño granulares y cantidades de partículas en tamaño intermedios.		Limas orgánicas y arcillas limosas orgánicas, baja plasticidad.
	Arena mal graduada con grava poca o nada de material fino. Un tamaño predominante o una serie de tamaños con ausencia de partículas intermedias.		Lima inorgánicas suelos finos granosos o limosas, micaicas o diatomáceas, limas elásticas.

	Arcillas inorgánicas de elevada plasticidad, arcillas grasosas.
	Arcillas orgánicas de mediana o elevada plasticidad, limas orgánicas.
	Turba, suelos considerablemente orgánicos.

Tomada de Manual de Ensayos de Materiales – Norma MTC E101, Símbolos gráficos para suelos.

➤ ENSAYOS ESTÁNDAR

Para obtener su característica y su propiedad física de cada una de las muestras trabajadas, y para lograr determinar su respectiva clasificación de los suelos, se utilizó el método SUCS y AASHTO, a continuación, se describen los ensayos ejecutados:

- **Contenido de Humedad Natural (ASTM D-2216, Norma NTP 339.127).**

Con este ensayo se determinará el contenido de agua de una muestra, expresado en porcentaje entre el peso de agua y el peso de material seco. Cuyo valor es relativo debido a las condiciones atmosféricas variables. Una vez realizado este ensayo es conveniente trabajar con este resultado de formada inmediata, y evitar así errores en los cálculos.

- **Análisis Granulométrico por tamizado (ASTM D-4222, Norma NTP 339.128)**

Con este ensayo se determinará la distribución de partículas de los suelos con respecto a su tamaño, mediante el proceso de tamizado por mallas de diferente diámetro hasta la malla N°200, tomando el material que pasa por esta malla y utilizando el ensayo de sedimentación se logra conocer su distribución granulométrica. Este ensayo deriva en una curva granulométrica mostrando el diámetro de tamiz contra el porcentaje que se retiene o pasa, dependiendo del uso del agregado.

- **Límite Líquido (MTC E-110) y Límite Plástico (MTC E-111) (ASTM D-4318, Norma NTP 339.129)**

Con este ensayo se determinará la plasticidad de un suelo y su capacidad de ser moldeable. Dependiendo la cantidad de arcilla contenido en el material que pasa por la malla N°200, porque este material opera como ligante.

Dependiendo el contenido de humedad que contenga, este material pasa por tres estados: líquido, plástico y seco. Cuando un agregado no puede ser moldeable su estado es semilíquido, y conforme va perdiendo agua se vuelve consistente permitiendo moldearlo y se hace trabajable, es entonces que su estado es plástico. Si se sigue perdiendo agua, llega el momento que no es trabajable y se resquebraja, entonces su estado es semi seco. Se le denomina Limite Liquido (MTC E-110), cuando se transforma de su estado semilíquido a su estado plástico, y se denomina Limite Plástico (MTC E-1 11), cuando transforma de su estado plástico a su estado semi seco.

- **Clasificación del Suelo por Método SUCS (ASTM D-2487) y AASHTO (M-145)**

Utilizando el Sistema Unificado de Clasificación de Suelos (SUCS), se determinará su clasificación en 15 grupos determinados por nombre y símbolos. Los suelos se definirán por los diferentes tamaños de sus partículas, encontrados por combinaciones de diferentes suelos, por ejemplo: arenas, limos, gravas, arcillas y limo arcilloso, etc. Para la determinación de los Límites de consistencia, depende de la gradación de sus tamaños de las partículas y su estabilidad de los diferentes tipos de ensayos

➤ ENSAYOS MECÁNICOS

Con el propósito de determinar las propiedades mecánicas y nos permitan conocer su resistencia de corte y soporte del suelo, además de su comportamiento a las sollicitaciones de carga, estando en controladas situaciones de humedad y densidad, se realizarán los ensayos siguientes:

- **Ensayo de Proctor Modificado (MTC E-1 15)**

Con este ensayo se determinará un óptimo contenido de humedad, consiguiendo las máximas densidades secas del suelo bajo una determinada compactación. En el caso de los agregados este ensayo se debe de realizar antes de ser utilizado con el fin de obtener la cantidad necesaria de agua que debería añadirse para una mejor compactación. Este ensayo es de vital importancia para el % de compactación, dado que para cada tipo de suelo existe una humedad optima (humedad inicial), producido por el máximo peso específico seco conseguido durante el proceso de compactación.

- **California Bearing Ratio CBR (MTC E-132).**

Con este ensayo se determinará las capacidades de soporte (CBR) de las diferentes muestras extraídas. Obteniendo la capacidad de soporte y resistencia al corte de un suelo bajo controladas condiciones de humedad y densidad.

➤ ENSAYOS QUÍMICOS

Con los ensayos químicos se busca determinar la existencia de elementos químicos de los suelos y su agresividad actuante sobre el concreto y acero, produciendo efectos perjudiciales y destructivos en las estructuras. Esta reacción química ocurre con la interacción del agua subterránea y el concreto, debidos al ascenso por capilaridad o presencia de aguas infiltradas por razones ajenas (tuberías rotas, lluvias, inundaciones, etc.) al estado de los suelos.

Los elementos químicos principales a ensayar son los cloruros y sulfatos, además de los ensayos de sales solubles totales debido a la acción mecánica hacia los cimientos, al producir asentamientos violentos producto del lavado de sales en contacto con agua (lixiviación).

Para obtener la agresividad de los suelos a la estructura del pavimento y unidades de concreto, se consideran límites permisibles que a continuación se detallan:

Tabla 11

Límites Permisibles

Presencia en el Suelo de:	p.p.m.	Grado de Alteración	Observaciones
*Sulfatos	0-1000	Leve	Ocasiona un ataque químico al concreto de la cimentación
	1000-2000	Moderado	
	2000-20 000	Severo	
	>20 000	Muy Severo	
**Cloruros	> 6 000	Perjudicial	Ocasiona problemas de corrosión de armaduras o elementos metálicos.
**Sales Solubles Totales	> 15 000	Perjudicial	Ocasiona problemas de pérdida de resistencia mecánica por problema de lixiviación

Nota. Fuente: Comité ACI 318-83

➤ DETERMINACIÓN DE EXISTENCIA DE NIVELES FREÁTICOS

Es preciso señalar que de las 32 calicatas ejecutas, no ha encontrado niveles freáticos.

3.5.3. Análisis para mejorar el suelo de la subrasante

Con la definición de las áreas de análisis se dio inicio a evaluar la condición de los suelos en sus niveles de fundación o subrasante con el objetivo de determinar el tipo de mejoramiento.

Con este análisis se determinará que sectores tienen suelos de menor capacidad de soporte o que presentan problemas especiales tales como suelos blandos, expansivos y con presencia de material orgánico, obteniendo de esta manera sus dimensiones tanto de largo, ancho y profundidad, para posibles reemplazos ó mejoramientos de los suelos con otros de excelentes características físico-mecánicas; teniendo en cuenta los cambios de niveles de la subrasante establecidas por el diseño horizontal y vertical respecto a los niveles del terreno.

Se evaluarán los siguientes criterios:

- Suelos de bajo soporte
- Existencia de material orgánico
- Suelos expansivos (alta y mediana expansión)
- Suelos blandos
- Licuefacción de Arenas

➤ SUELOS DE SUBRASANTE CON MINIMA CAPACIDAD DE SOPORTE

El Manual de Carreteras: Diseño Geométrico, en su sección de “Suelos, Geología, Geotecnia y Pavimentos, señala que, para apoyar un afirmado o la estructura de un pavimento, se necesita que los últimos 0.60m de la capa inferior de la subrasante alcance un CBR \geq 6%; si estos no lo cumplieren se dispondrán estabilizaciones, mejoras o refuerzos dependiendo su naturaleza, realizando estudios geotécnicos para determinar su respuesta mecánica del subsuelo hasta la “profundidad donde pueden generarse deformaciones significativas”.

Requisitos para Subrasantes (Fuente CE-0.10)

La Norma CE. 0.10 (Pavimentos Urbanos), señala que entre uno de los factores principales que afectan el diseño de una estructura de Pavimento es el Soporte de la Subrasante, señalando que lo Suelos ubicados por debajo de los niveles superiores de una subrasante establecida (Suelo de Fundación), se efectuarán

Ensayos de Laboratorio que permitan determinar las características de soporte de los suelos de SR, debiendo considerar la siguiente clasificación:

Tabla 12

Clasificación de Suelos de Subrasante según CBR

Clasificación De Suelos De Subrasante	Propiedades Típicas	
	Módulo Resiliente (MR)	Valor CBR
Excelentes	≥ 170 MPa (25.000 psi)	CBR $\geq 17\%$
Buenos	80 MPa (12,000 psi) < MR < 170 MPa (25.000 psi)	8% < CBR < 17%
Regular	30 MPa (4500 psi) < MR < 80 MPa (12,000 psi)	3% < CBR < 8%
Pobre	MR ≤ 30 MPa (4,500 psi)	CBR $\leq 3\%$

Nota. Fuente: Norma CE. 0.10 Pavimentos Urbanos

• Análisis de Licuefacción de Arenas

La licuefacción de arenas se presenta en suelos granulares, especialmente en suelos arenosos mediante vibraciones sísmicas también denominado fenómeno de licuefacción, producto de una generación violenta de vibraciones la misma que origina presión de los poros originadas en las aguas contenidas en las arenas, produciendo una merma breve de la resistencia al corte.

Esta merma se presenta con asentamientos de gran magnitud ocurridos durante el periodo de movimiento del sismo o inmediatamente después de estos; se debe indicar que un suelo es susceptible a la licuefacción de sus arenas siempre y cuando muestre de manera simultánea las siguientes características (Seed and Idriss):

- a) Está conformado por arenas finas y limosas.
- b) Debe hallarse inmersa en zona de Napa freática.
- c) Debe ser de baja densidad relativa.

3.5.4. Estudio de Tráfico

Fue necesario realizar primero un trabajo de campo, para identificar las estaciones. A continuación, se realizó la medición de los flujos vehiculares en el Jr. Las Begonias, vía de ingreso al A.H. La Primavera, para determinar los sectores de influencia, con la finalidad de identificar la totalidad del flujo vehicular.

➤ **Infraestructura Vial Existente**

La Av. Mariscal Tito y Jirón Los Jazmines, son vías representativas del sector urbano del A.H La Primavera que conducen hacia el Puente San Antonio comunicándose directamente con Urbanizaciones cercanas.

Los Jirones Miraflores y Begonias, son arterías por donde se ingresa al A.H La Primavera, conformada por una calzada de dos (02) carriles (ingreso y salida), estas vías son consideradas como arterías de mayor tránsito vehicular. Además, se evidencia que actualmente cuenta con pavimento articulado en gran parte de su extensión de la vía, las mismas que presentan deterioro en su superficie, además de encalaminado, deterioro de sardineles de confinamiento. Además, estas vías no cuentan con reguladores de velocidad (tachas ó resaltos), con respecto a la señalización estas son muy deficientes ya que los que existen no son tan eficientes pues muestra deterioro de sus componentes (despintado), sumado a la incorrecta ubicación y orientación de las señales.

Se observan veredas con distintos criterios de construcción y en mal estado, falta de alineamiento de las viviendas, no existiendo homogeneidad en las estructuras para la transitabilidad peatonal. Además de ello se evidencia que los niveles de las veredas están por debajo del nivel de las vías.

En los trabajos de campo se pudo evidenciar que actualmente se encuentra la presencia de varios paraderos, muchos de ellos informales en las vías.

Es preciso indicar que el A.H La Primavera cuenta con los principales servicios, encontrándose apropiada la construcción de la pavimentación, en la siguiente tabla se muestra la disponibilidad de servicios básicos.

Tabla 13

Servicios Básicos Existentes

Servicios básicos:	Disponibilidad
Agua Potable y Alcantarillado	Si
servicio eléctrico público y domiciliario	Si
Teléfono – Internet	Si
Gas	No
Jardines y Áreas Verdes	Si

Nota: Elaboración propia

➤ **Infraestructura de transporte existente**

Vehículos menores – 03 Ruedas (Motaxis)

Es la modalidad con mayor presencia e informal; generando así la congestión vehicular en muchas de las intersecciones, generando contaminación ambiental y auditiva debido al pésimo estado de conservación de sus unidades.

El número de mototaxis que transitan en la ciudad es muy superior al resto de tipos vehiculares que transitan por las Calles perimetrales de la ciudad; según el Plan Regulador de Rutas del 2005 se tenía 6,000 unidades el cual a la actualidad se aproxima a más de 14,000 unidades ya que se debe al incremento poblacional y desempleo.

Transporte en taxi disperso:

Esta modalidad en servicio de taxi se está incrementando informalmente, debido a que las autoridades competentes no determinan límites de inscripción en el total de vehículos a prestar el servicio. Por ende, en la actualidad se tiene un aproximado de 10,000 (Diez mil) unidades.

Transporte urbano e interurbano:

Este tipo de transporte es totalmente caótico, con empresas de transporte en la que el dueño es una persona que en muchos casos no tiene ni un solo vehículo y que la palabra “Empresa” lo usa para aprovecharse de los propietarios de las unidades vehiculares, cobrándoles diariamente un promedio de 50 nuevos soles diarios a un aproximado de 20 unidades por día.

Tabla 14*Características de la Infraestructura Vial Existente*

Vías	Características Técnicas De Las Vías								
	Longitud mt	Topografía	Ancho de Vía (mt)	Superficie de Rodadura	Estado De la Vía	Sub Base	Base	Cama de arena	Espesor de pavimento
Jirón 1	478	Plana	10	Terreno natural	Mala	0	0	0	0
Jirón Las Rosas	454	Plana	6.6	Terreno natural	Mala	0	0	0	0
Av. Los Tamarindos	447	Plana	9.50-7.00	Terreno natural	Mala	0	0	0	0
Jirón Los Pinos	572	Plana	11.00-7.50	Terreno natural	Mala	0	0	0	0
Jirón Las Begonias	644	Plana	14.60-11.70	Adoquín	Regular	Si	Si	Si	0
Jirón Las Fresas	102	Plana	6.6	Terreno natural	Mala	0	0	0	0
Jirón Las Flores	175	Plana	6.6	Terreno natural	Mala	0	0	0	0
Jirón Miraflores	712	Plana	9.50-8.80	Adoquín	Regular	Si	Si	Si	0
Av. La Primavera	663	Plana	11.25-8.90	Terreno natural	Mala	0	0	0	0
Jirón Los Geranios	787	Plana	11.00-5.80	Adoquín/Ter. N.	Mala	0	0	0	0
Jirón Los Ceibos	108	Plana	6.6	Terreno natural	Mala	0	0	0	0
Malecón Mariscal Tito	977	Plana	18.00-10.00	Adoquín	Regular	Si	Si	Si	0
Jirón Los Lirios	100	Plana	6.6	Terreno natural	Mala	0	0	0	0
Jirón Los Rosales	113	Plana	6.6	Adoquín	Regular	Si	Si	Si	0
Jirón Los Almendros	455	Plana	9	Terreno natural	Mala	0	0	0	0
Jirón San Francisco	467	Plana	9.25-6.60	Terreno natural	Mala	0	0	0	0
Jirón Los Cocos	328	Plana	9.50-7.30	Terreno natural	Mala	0	0	0	0
Jirón Las Palmeras	540	Plana	9.10-6.60	Terreno natural	Mala	0	0	0	0
Jirón Nopal	397	Plana	10.10-6.60	Terreno natural	Mala	0	0	0	0

Vías	Características Técnicas De Las Vías								
	Longitud mt	Topografía	Ancho de Vía (mt)	Superficie de Rodadura	Estado De la Vía	Sub Base	Base	Cama de arena	Espesor de pavimento
Jirón Los Claveles	567	Plana	12.40-10.10	Terreno natural	Mala	0	0	0	0
Jirón Los Algarrobos	353	Plana	10.00-6.60	Terreno natural	Mala	0	0	0	0
Jirón Los Álamos	320	Plana	5.5	Terreno natural	Mala	0	0	0	0
Pasaje 1	71	Plana	6.6	Terreno natural	Mala	0	0	0	0
Jirón Las Diamelas	169	Plana	6.6	Terreno natural	Mala	0	0	0	0
Jirón Los Pepinos	105	Plana	6.6	Terreno natural	Mala	0	0	0	0
Jirón Los Ficus	316	Plana	6.6	Terreno natural	Mala	0	0	0	0
Jirón Los Girasoles	375	Plana	6.6	Terreno natural	Mala	0	0	0	0
Jirón Los Laureles	194	Plana	6.6	Terreno natural	Mala	0	0	0	0
Jirón Los Jazmines	818	Plana	5.8	Adoquín	Mala	0	0	0	0

Nota. Elaboración propia

Ubicación de Estaciones

Se definieron la ubicación de dos (02) estaciones, optando asignar a la Av. Las Begonias y al Jirón los Jazmines, ya que es el ingreso principal y secundario respectivamente al AA.HH. La Primavera.

Estación N°01: Intersección de Jirón. Las Begonias y Jirón Los Rosales

En este tramo se aprecia el tránsito de vehículos livianos como mototaxi, autos y motos lineales, además de vehículos semi pesados muy minoritariamente. El Jirón Las Begonias está conformada por 02 carril a nivel de adoquín de concreto, uno de ida (entrada) y uno de venida (Salida).

El tráfico vehicular en la estación N° 01 es mayor comparativamente con la estación N° 02 y concentra el 60 % del total de flujo vehicular.

Estación N° 02: Intersección de Jirón. Mariscal Tito y Jirón los Jazmines

En este tramo se aprecia el tránsito de vehículos livianos como mototaxis, autos y motos lineales, además de vehículos semi pesados muy minoritariamente. El Jirón Los Jazmines está conformada por 01 carril a nivel de adoquín de concreto.

Figura 15

Ubicación de Estaciones de Conteo Vehicular



Elaboración Propia

➤ **Estudio:**

El presente capítulo contiene tres componentes específicos: Índice medio Diario, análisis por carril y tráfico proyectado en 20 años.

➤ **Metodología del trabajo de campo.**

El trabajo de campo consistió en la realización de conteos de vehículos durante los siete días de la semana.

Tabla 15

Días de Conteo Vehicular por Estaciones

Día	Estaciones de Conteo	Términos - Condiciones
Lunes, 05 de Setiembre del 2022	Estación N° 01: Intersección de Jirón. Las Begonias y Jirón Los Rosales.	- Mediciones continuas durante un periodo de veinticuatro horas, comenzando a las 00 horas, en intervalos de una hora.
Martes, 06 de Setiembre del 2022		- Se ha determinado los volúmenes vehiculares que forman parte del análisis de las condiciones del tránsito en caminos vecinales
Miércoles, 07 de Setiembre del 2022		- Se requirió familiarizarse con la vía durante la visita de campo, visualizando la geometría vial, los volúmenes, accesos y composición vehicular, y los tipos de vehículos.
Jueves, 08 de Setiembre del 2022		- El trabajo de campo (recolección de datos por observación) fue llevado a cabo por nuestra cuenta, previa capacitación con personal de experiencia en encuestas de tráfico y transporte.
Viernes, 09 de Setiembre del 2022	Estación N° 02: Intersección de Jirón. Mariscal Tito y Jirón Los Jazmines	- En las visitas de campo también se reconoció la magnitud del tránsito por movimiento y la composición vehicular; esto con el fin de determinar la cantidad de personal que se requiere utilizar para la toma de información.
Sábado, 10 de Setiembre del 2022		
Domingo, 11 de Setiembre del 2022		

Nota. Elaboración propia

3.5.5. Trabajos en gabinete

Con los datos obtenidos del estudio topográfico, los resultados de Laboratorio del EMS, estudio de tráfico, se elaboró un consolidado de resultados obtenidos de los estudios antes mencionados.

Descripción Del Perfil Estratigráfico

En los trabajos de campo, se realizó la exploración de 32 calicatas, enumeradas de forma consecutiva iniciando desde la C - 1 hasta la C - 32, por lo que a continuación se detalla el perfil estratigráfico de cada una de las calicatas extraídas:

Calicata C – 1:

0.00 – 0.30: Estrato contaminado con grava, limos y residuos de construcción, e=0.30m

0.30 – 1.50: Arena limosa sin plasticidad, coloración beige claro, condición húmeda, resistencia firme, estructura homogénea. Según SUCS se clasifica como SM, e=1.20m.

A la profundidad explorada, no presenta Nivel Freático.

Calicata C – 2:

0.00 – 0.40: Estrato contaminado con grava, limos y residuos de construcción, e=0.40m

0.40 – 1.50: Arena limosa sin plasticidad, coloración beige claro, condición húmeda, resistencia firme, estructura homogénea. Según SUCS se clasifica como SM, e=1.10m.

A la profundidad explorada, no presenta Nivel Freático.

Calicata C – 3:

0.00 – 0.40: Estrato contaminado con grava, limos y residuos de construcción, e=0.40m

0.40 – 1.50: Arena limosa sin plasticidad, coloración beige claro, condición húmeda, resistencia firme, estructura homogénea. Según SUCS se clasifica como SM, e=1.10m.

A la profundidad explorada, no presenta Nivel Freático.

Calicata C – 4:

- 0.00 – 0.50: Estrato contaminado con grava, limos y residuos de construcción, e=0.50m
- 0.50 – 1.20: Arena escasamente gradada con poco o nada de fino, color beige claro, condición húmeda, resistencia firme, estructura homogénea. Según SUCS se clasifica como SP, e=0.70m.
- 1.20 – 1.50: Arcilla arenosa de moderada plasticidad, coloración marrón claro, condición húmeda, resistencia dura. Según SUCS se clasifica como CL, e=0.30m

A la profundidad explorada, no presenta Nivel Freático.

Calicata C – 5:

- 0.00 – 1.20: Estrato contaminado con grava, limos y residuos de construcción, e=1.20m
- 1.20 – 1.50: Arena limosa sin plasticidad, coloración beige claro, condición húmeda, resistencia firme, estructura homogénea. Según SUCS se clasifica como SM, e=0.30m.

A la profundidad explorada, no presenta Nivel Freático.

Calicata C – 6:

- 0.00 – 0.40: Estrato contaminado con grava, limos y residuos de construcción, e=0.40m
- 0.40 – 1.50: Arena limosa sin plasticidad, coloración beige claro, condición húmeda, resistencia firme, estructura homogénea. Según SUCS se clasifica como SM, e=1.10m.

A la profundidad explorada, no presenta Nivel Freático.

Calicata C – 7:

- 0.00 – 0.40.- Estrato contaminado con grava, limos y residuos de construcción, e=0.40m
- 0.40 – 1.50.- Arena limosa sin plasticidad, coloración beige claro, condición húmeda, resistencia firme, estructura homogénea. Según SUCS se clasifica como SM, e=1.10m.

A la profundidad explorada, no presenta Nivel Freático.

Calicata C – 8:

0.00 – 0.40: Estrato contaminado con grava, limos y residuos de construcción, e=0.40m

0.40 – 1.50: Arena limosa sin plasticidad, coloración beige claro, condición húmeda, resistencia firme, estructura homogénea. Según SUCS se clasifica como SM, e=1.10m.

A la profundidad explorada, no presenta Nivel Freático.

Calicata C – 9:

0.00 – 0.90: Estrato contaminado con grava, limos y residuos de construcción, e=0.90m

0.90 – 1.20: Arena arcillosa, coloración marrón, condición húmeda, resistencia firme, estructura homogénea. Según SUCS se clasifica como SC, e=0.30m.

1.20 – 1.50: Arena limosa sin plasticidad, coloración beige claro, condición húmeda, resistencia firme, estructura homogénea. Según SUCS se clasifica como SM, e=0.30m.

A la profundidad explorada, no presenta Nivel Freático.

Calicata C – 10:

0.00 – 0.40: Estrato contaminado con grava, limos y residuos de construcción, e=0.40m

0.40 – 1.50: Arena arcillosa, coloración marrón claro, condición húmeda, resistencia firme, estructura homogénea. Según SUCS se clasifica como SC, e=1.10m.

A la profundidad explorada, no presenta Nivel Freático.

Calicata C – 11:

0.00 – 0.40: Estrato contaminado con grava, limos y residuos de construcción, e=0.40m

0.40 – 1.00: Arena limosa sin plasticidad, coloración beige oscuro, condición húmeda, resistencia firme, estructura homogénea. Según SUCS se clasifica como SM, e=0.60m

1.00 – 1.50: Arena limosa sin plasticidad, coloración beige claro, condición

húmeda, resistencia firme, estructura homogénea. Según SUCS se clasifica como SM, $e=0.50m$.

A la profundidad explorada, no presenta Nivel Freático.

Calicata C – 12:

0.00 – 0.50: Estrato contaminado con grava, limos y residuos de construcción, $e=0.50m$

0.50 – 1.50: Arena limosa sin plasticidad, coloración beige claro, condición húmeda, resistencia firme, estructura homogénea. Según SUCS se clasifica como SM, $e=1.00m$.

A la profundidad explorada, no presenta Nivel Freático.

Calicata C – 13:

0.00 – 1.00: Estrato contaminado con grava, limos y residuos de construcción, $e=1.00m$

1.00 – 1.50: Arena limosa sin plasticidad, coloración beige claro, condición húmeda, resistencia firme, estructura homogénea. Según SUCS se clasifica como SM, $e=0.50m$.

A la profundidad explorada, no presenta Nivel Freático.

Calicata C – 14:

.00 – 1.00: Estrato contaminado con grava, limos y residuos de construcción, $e=1.00m$

1.00 – 1.50: Arena limosa sin plasticidad, coloración beige claro, condición húmeda, resistencia firme, estructura homogénea. Según SUCS se clasifica como SM, $e=0.50m$.

A la profundidad explorada, no presenta Nivel Freático.

Calicata C – 15:

0.00 – 0.50: Estrato contaminado con grava, limos y residuos de construcción, $e=0.50m$

0.50 – 1.50: Arena limosa sin plasticidad, coloración beige claro, condición húmeda, resistencia firme, estructura homogénea. Según SUCS se clasifica como SM, $e=1.00m$.

A la profundidad explorada, no presenta Nivel Freático.

Calicata C – 16:

0.00 – 0.20: Estrato contaminado con grava, limos y residuos de construcción, e=0.20m

0.20 – 1.50: Arena limosa sin plasticidad, coloración beige claro, condición húmeda, resistencia firme, estructura homogénea. Según SUCS se clasifica como SM, e=1.30m.

A la profundidad explorada, no presenta Nivel Freático.

Calicata C – 17:

0.00 – 0.40: Estrato contaminado con grava, limos y residuos de construcción, e=0.40m

0.40 – 1.50: Arcilla arenosa de moderada plasticidad, coloración beige claro, condición húmeda, resistencia firme, estructura homogénea. Según SUCS se clasifica como CL, e=1.10m.

A la profundidad explorada, no presenta Nivel Freático.

Calicata C – 18:

0.00 – 0.80: Estrato contaminado con grava, limos y residuos de construcción, e=0.80m

0.80 – 1.50: Arena limosa sin plasticidad, coloración beige claro, condición húmeda, resistencia firme, estructura homogénea. Según SUCS se clasifica como SM, e=0.70m.

A la profundidad explorada, no presenta Nivel Freático.

Calicata C – 19:

0.00 – 0.50: Estrato contaminado con grava, limos y residuos de construcción, e=0.50m

0.50 – 1.50: Arcilla arenosa de moderada plasticidad, coloración marrón claro, condición húmeda, resistencia firme. Según SUCS se clasifica como CL, e=1.00m.

A la profundidad explorada, no presenta Nivel Freático.

Calicata C – 20:

0.00 – 0.40: Estrato contaminado con grava, limos y residuos de construcción, e=0.40m

0.40 – 1.50: Arena limosa sin plasticidad, coloración beige claro, condición húmeda, resistencia firme, estructura homogénea. Según SUCS se clasifica como SM, e=1.10m.

A la profundidad explorada, no presenta Nivel Freático.

Calicata C – 21:

0.00 – 0.50: Estrato contaminado con grava, limos y residuos de construcción, e=0.50m

0.50 – 1.50: Arena limosa sin plasticidad, coloración beige claro, condición húmeda, resistencia firme, estructura homogénea. Según SUCS se clasifica como SM, e=1.00m.

A la profundidad explorada, no presenta Nivel Freático.

Calicata C – 22:

0.00 – 0.20: Estrato contaminado con grava, limos y residuos de construcción, e=0.20m

0.20 – 1.50: Arena limosa sin plasticidad, coloración beige claro, condición húmeda, resistencia firme, estructura homogénea. Según SUCS se clasifica como SM, e=1.30m.

A la profundidad explorada, no presenta Nivel Freático.

Calicata C – 23:

0.00 – 0.20: Estrato contaminado con grava, limos y residuos de construcción, e=0.20m

0.20 – 1.50: Arcilla arenosa de moderada plasticidad, coloración marrón claro, condición húmeda, resistencia firme. Según SUCS se clasifica como CL, e=1.30m.

A la profundidad explorada, no presenta Nivel Freático.

Calicata C – 24:

0.00 – 0.80: Estrato contaminado con grava, limos y residuos de construcción,

e=0.80m

0.80 – 1.50.- Arena limosa sin plasticidad, coloración beige claro, condición húmeda, resistencia firme, estructura homogénea. Según SUCS se clasifica como SM, e=0.70m.

A la profundidad explorada, no presenta Nivel Freático.

Calicata C – 25:

0.00 – 0.30.- Estrato contaminado con grava, limos y residuos de construcción, e=0.30m

0.30 – 1.50.- Arena limosa sin plasticidad, coloración beige claro, condición húmeda, resistencia firme, estructura homogénea. Según SUCS se clasifica como SM, e=1.20m.

A la profundidad explorada, no presenta Nivel Freático.

Calicata C – 26:

0.00 – 0.20: Estrato contaminado con grava, limos y residuos de construcción, e=0.20m

0.20 – 0.60: Arena arcillosa con grava, coloración amarillo oscuro, condición húmeda, resistencia firme, estructura homogénea. Según SUCS se clasifica como SC, e=0.40m.

0.60 – 1.10: Arcilla arenosa de moderada plasticidad, coloración marrón oscuro, condición húmeda, resistencia duro. Según SUCS se clasifica como CL, e=0.50m.

1.10 – 1.50: Arena limosa escasamente gradada, coloración beige claro, condición húmeda, resistencia firme, estructura homogénea. Según SUCS se clasifica como SP – SM, e=0.40m.

A la profundidad explorada, no presenta Nivel Freático.

Calicata C – 27:

0.00 – 0.40: Estrato contaminado con grava, limos y residuos de construcción, e=0.40m

0.40 – 1.50: Arena limosa sin plasticidad, coloración beige claro, condición húmeda, resistencia firme, estructura homogénea. Según SUCS se clasifica como SM, e=1.10m.

A la profundidad explorada, no presenta Nivel Freático.

Calicata C – 28:

- 0.00 – 0.30.- Estrato contaminado con grava, limos y residuos de construcción, e=0.30m
- 0.30 – 1.50.- Arcilla arenosa de moderada plasticidad, coloración marrón claro, condición húmeda, resistencia duro. Según SUCS se clasifica como CL, e=1.20m.

A la profundidad explorada, no presenta Nivel Freático.

Calicata C – 29:

- 0.00 – 0.20.- Estrato contaminado con grava, limos y residuos de construcción, e=0.20m
- 0.20 – 0.60.- Arena limosa sin plasticidad, coloración beige claro, condición húmeda, resistencia firme, estructura homogénea. Según SUCS se clasifica como SM, e=0.40m.
- 0.60 – 1.50.- Arena limosa sin plasticidad, coloración beige claro, condición húmeda, resistencia firme, estructura homogénea. Según SUCS se clasifica como SM, e=0.90m.

A la profundidad explorada, no presenta Nivel Freático.

Calicata C – 30:

- 0.00 – 0.30: Estrato contaminado con grava, limos y residuos de construcción, e=0.30m
- 0.30 – 1.50: Arena limosa sin plasticidad, coloración beige claro, condición húmeda, resistencia firme, estructura homogénea. Según SUCS se clasifica como SM, e=1.20m.

A la profundidad explorada, no presenta Nivel Freático.

Calicata C – 31:

- 0.00 – 0.60: Estrato contaminado con grava, limos y residuos de construcción, e=0.60m
- 0.60 – 1.50: Arena limosa sin plasticidad, coloración beige claro, condición húmeda, resistencia firme, estructura homogénea. Según SUCS se

clasifica como SM, e=0.90m.

A la profundidad explorada, no presenta Nivel Freático.

Calicata C – 32:

0.00 – 0.40: Estrato contaminado con grava, limos y residuos de construcción, e=0.40m

0.40 – 1.50: Arena limosa escasamente gradada, coloración beige claro, condición húmeda, resistencia firme, estructura homogénea. Según SUCS se clasifica como SM, e=1.10m.

A la profundidad explorada, no presenta Nivel Freático.

3.5.5.1 Cálculo de Índice Media Diario Anual.

Con la información obtenida se procedió a realizar los trabajos de cálculo de índice Medio Diario Anual (IMD), para ello se procedió a rellenar los resultados en tablas Excel. Colocando en estas Hojas resumen los volúmenes vehiculares encontrados para cada uno de los siguientes tipos de vehículos:

Concluido el llenado de las tablas Excel y se calcula los volúmenes de vehículos, que nos ayudara para determinar la demanda, se procedió a multiplicar los volúmenes reales por su respectivo factor por tipo de vehículo solo para las motos lineales y mototaxis en continuidad a la metodología de análisis de demanda.

Para la obtención de las cantidades vehiculares a lo largo de las vías urbanas se procedió a procesar las fichas de conteo para cada uno de los tramos anteriormente indicados.

Análisis de tráfico

Los conteos volumétricos realizados tienen por objeto conocer los volúmenes de tráfico vehicular que soporta la carretera en estudio, así como su composición vehicular y la variación diaria.

Para convertir el volumen de tráfico obtenido del conteo, en Índice Medio Diario (IMD), se ha empleado la siguiente fórmula:

$$IMDA = \frac{(VDL1 + VDL2 + VDL3 + VDL4 + VDsab + VDdom + VDL5)}{7} \times F.C.E.$$

Donde:

$V_{DL1}, V_{DL2}, V_{DL3}, V_{DL4}$ y V_{DL5}Volúmenes de tráfico registrados en los días laborables

$V_{D SAB}$Volumen de tráfico registrado sábado

$V_{D DOM}$Volumen de tráfico registrado domingo

FCE.....Factor de corrección estacional

IMD Anual.....Índice Medio Diario Anual

Para la obtención del IMD se ha determinado la siguiente clasificación vehicular.

Tabla 16 Clasificación de vehículos por peso

Clasificación de Vehículos por Peso	Descripción
LIGEROS	MOTO LINEAL MOTO TAXI AUTOS CAMIONETA RURAL
PESADOS	MICROBUSES OMNIBUS CAMIÓN TRAYLES SEMITRAYLER

Nota. Elaboración Propia

Obtenidos los aforos vehiculares en campo se realizó el trabajo de gabinete, este trabajo consiste en la digitalización de los datos recolectados en campo en una hoja de cálculo de formato Excel.

Para convertir el volumen de tráfico obtenido en Índice Medio Diario Anual (IMD), de las estaciones principales, se utilizó la siguiente fórmula:

$$IMDA = IMDs * FC m$$

$$IMDs = [(\sum VI + \sum Vnl) / 7] \text{ (Estaciones de 7 días).}$$

Donde:

IMDs = Volumen clasificado promedio de la semana.

VI = Volumen clasificado día laboral (lunes, martes, miércoles, jueves, viernes).

Vnl = Volumen clasificado días no laborables (día sábado (Vs), Domingo (Vd)).

FCE m = Factor de Corrección Estacional, obtenido de la Ficha estándar para la formulación y evaluación de proyectos, publicada por el

MTC, factores de corrección promedio para los años 2010-2016, de la unidad de Peaje más cercana (Piura - Sullana).

Los factores de corrección se expresan tanto para vehículos ligeros como para vehículos pesados, tal como se indica en la tabla siguiente:

Figura 16

Factores de Corrección Estacionaria

MES	FCE	
	LIGEROS	PESADOS
ENERO	1.103229977	1.077656658
FEBRERO	1.080797468	1.063472884
MARZO	1.177995321	1.122140804
ABRIL	1.097735705	1.060678593
MAYO	1.053617372	1.038585532
JUNIO	1.047485794	1.011995053
JULIO	0.964589923	1.019916573
AGOSTO	0.947215	0.969332881
SETIEMBRE	0.995293492	0.989259061
OCTUBRE	0.9479146	0.971072156
NOVIEMBRE	0.944261321	0.936324364
DICIEMBRE	0.735416432	0.783956934

Tomada de MTC - Provias Nacional

Se consideró los factores de corrección promedios del mes de setiembre, fecha en que se realizó el conteo vehicular de las 02 estaciones, **FCEL= 0.995293492** y **FCEP= 0.989259061**.

Resultados de los Conteos

Luego de la información recogida de los conteos de las 02 estaciones, se obtuvo los resultados de los volúmenes de tráfico, por día, tipo de vehículo, por sentido, y el consolidado de ambos sentidos.

Tabla 17

Ubicación de Estaciones

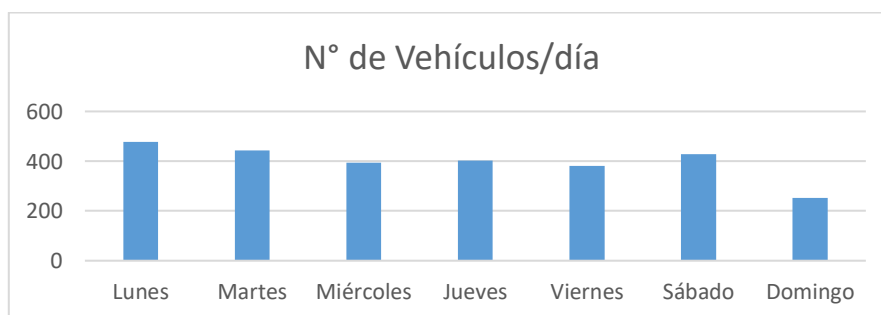
VIA:	Estación 01	Ubicación	Estación N° 01: Intersección de Jirón. Las Begonias y Jirón Los Rosales
VIA:	Estación 02	Ubicación	Estación N° 02: Intersección de Jirón. Mariscal Tito y Jirón Los Jazmines

Nota. Elaboración propia

Tabla 18*Resultados de los Conteos de Tráfico*

Tipo de Vehículo	Tráfico Vehicular en dos Sentidos por Día						
	Lunes	Martes	Miércoles	Jueves	Viernes	Sábado	Domingo
Moto Lineal	92	82	50	63	81	93	49
Moto Taxi	137	178	116	135	114	168	121
Auto	108	88	76	81	62	76	54
Camioneta Pick up	25	37	41	59	39	46	28
Camioneta Rural	2					2	
MICRO				2			
BUS 2E	88	84	89	87	86	44	
BUS 3E							
Camión 2E	6						
Camión 3E							
CAMION 4E							
SEMITRAYLER 2S1/2S2							
SEMITRAYLER 2S3							
SEMITRAYLER 3S1/3S2							
SEMITRAYLER >= 3S3							
TOTAL	458	469	372	427	382	429	252

Nota. Elaboración propia.

Figura 17*Conteo de Vehículos por Día*

Elaboración propia

Tabla 19*Trafico Actual por Tipo de Vehículo*

Tipo de Vehículo	Tráfico Vehicular, en dos sentidos por día							Total Semana
	Lunes	Martes	Miércoles	Jueves	Viernes	Sábado	Domingo	
Moto Lineal	92	82	50	63	81	93	49	510
Moto Taxi	156	153	138	115	114	168	121	965
Auto	108	88	76	76	62	76	54	540
Camioneta Pick up	25	37	41	59	39	46	28	275
Camioneta Rural	2					2		4
MICRO				2				2
BUS 2E	88	84	89	87	86	44		478
BUS 3E								0
Camión 2E	6							6
Camión 3E								0
CAMION 4E								0
SEMITRAYLER 2S1/2S2								0
SEMITRAYLER 2S3								0
SEMITRAYLER 3S1/3S2								0
SEMITRAYLER >= 3S3								0
TOTAL	477	444	394	402	382	429	252	2,780

Nota. Elaboración propia.

Tabla 20*Porcentaje Tráfico Actual por Tipo de Vehículo*

Tipo de Vehículo	IMDa	Porcentaje
Moto Lineal	73	18%
Moto Taxi	137	35%
Auto	77	19%
Camioneta Pick up	39	10%
Camioneta Rural	1	0%
MICRO	0	0%
BUS 2E	68	17%
BUS 3E	0	0%
Camión 2E	1	0%
Camión 3E	0	0%
CAMION 4E	0	0%
SEMITRAYLER 2S1/2S2	0	0%
SEMITRAYLER 2S3	0	0%
SEMITRAYLER 3S1/3S2	0	0%
SEMITRAYLER >= 3S3	0	0%
TOTAL	396	100%

Nota. Elaboración propia

Tabla 21

Cálculo de IMD Estaciones N°01

SENTIDO	MOTO		AUTO	CAMIONETA		MICRO	BUS		CAMION			SEMITRAYLER					TRAYLER			IMD		
	LINEAL	TAXI		PICK UP	RURAL		2E	3E	2E	3E	4E	2S1	2S2	2S3	3S1	3S2	3S3	2T2	2T3		3T2	3T3
E	44	76	43	21	1	0	34	0	1	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	219
S	28	62	34	18	0	0	33	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	176
E - S	73	137	77	39	1	1	68	0	1	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	396

Nota. Elaboración propia.

Los volúmenes de tráfico contenidos en esta tabla están afectados por el factor de corrección.

Ingresado los datos en hoja de cálculo, se obtiene un **IMD de 396**.

3.5.5.2 Diseño Geométrico.

El diseño geométrico, es la parte más importante del proyecto de una carretera, estableciendo, con base en los condicionantes o factores existentes, la configuración geométrica definitiva del conjunto tridimensional que supone, para satisfacer al máximo los objetivos fundamentales, es decir, la funcionalidad, la seguridad, la comodidad, la integración en su entorno, la armonía o estética, la economía y la elasticidad.

Culminado el proceso de obtención de resultados, y en cumplimiento del Manual de Carreteras: Diseño Geométrico DG 2018, se procedió al diseño geométrico.

a. Clasificación de Carreteras

a.1 Clasificación Por Demanda

Las carreteras del Perú se clasifican, en función a la demanda en:

- Autopistas de Primera Clase
- Autopistas de Segunda Clase
- Carreteras de Primera Clase
- Carreteras de Segunda Clase
- Carreteras de Tercera Clase

De acuerdo al cálculo de IMD calculado, podemos clasificar a las Calles del A.H La Primavera como una **Carretera de Tercera Clase**

b.1 Clasificación por Orografía

Las carreteras del Perú, en función a la orografía predominante del terreno por dónde discurre su trazado, se clasifican en:

- Terreno plano (tipo 1)
- Terreno ondulado (tipo 2)
- Terreno accidentado (tipo 3)
- Terreno escarpado (tipo 4)

Por lo que se puede clasificar a las Calles del A.H La Primavera como **Terreno Plano (Tipo 1)**

c.1 Velocidad de Diseño

Es la velocidad escogida para el diseño, entendiéndose que será la máxima que se podrá mantener con seguridad y comodidad, sobre una sección determinada de la carretera, cuando las circunstancias sean favorables para que prevalezcan las condiciones de diseño.

Velocidad de diseño del tramo homogéneo

La Velocidad de Diseño está definida en función de la clasificación por demanda u orografía de la carretera a diseñarse. Por lo que se le asigna la Velocidad de Diseño en el rango que se indica en la Tabla 204.01 del Manual de Carreteras: Diseño Geométrico DG – 2018.

Figura 18

Rangos de velocidad de Diseño en Función a la Clasificación de la Carretera por Demanda y Orografía

Tabla 204.01
Rangos de la Velocidad de Diseño en función a la clasificación de la carretera por demanda y orografía.

CLASIFICACIÓN	OROGRAFÍA	VELOCIDAD DE DISEÑO DE UN TRAMO HOMOGÉNEO VTR (km/h)												
		30	40	50	60	70	80	90	100	110	120	130		
Autopista de primera clase	Plano													
	Ondulado													
	Accidentado													
	Escarpado													
Autopista de segunda clase	Plano													
	Ondulado													
	Accidentado													
	Escarpado													
Carretera de primera clase	Plano													
	Ondulado													
	Accidentado													
	Escarpado													
Carretera de segunda clase	Plano													
	Ondulado													
	Accidentado													
	Escarpado													
Carretera de tercera clase	Plano													
	Ondulado													
	Accidentado													
	Escarpado													

Tomada de Manual de Carreteras: Diseño Geométrico DG-2018.

Tomando en cuenta su clasificación y Orografía podemos determinar que la velocidad de diseño es de: **V= 30 km/h.**

d.1 Clasificación de Las Vías

Para clasificar una vía urbana, se deben establecer parámetros importantes para un excelente diseño, y vincular su funcionalidad y desempeño que otorgará en una red de vías urbana, estableciendo los siguientes parámetros:

- Velocidad de diseño
- Tipos de flujo que circularan por las vías
- Comprobación de ingresos y vinculación con vías externas
- Cantidad de carriles
- Prestación a las poblaciones contiguas
- Concordancia con los transportes públicos
- Comodidad para estacionar, cargar y descargar las mercaderías.

Siguiendo estos parámetros se determinó la clasificación de cada vía:

Tabla 22

Clasificación de la Vía Urbana

VIAS	Clasificación de Vía Urbana
Jirón Los Geranios	Vía local
Av. La Primavera	Vía local
Jirón Miraflores	Vía local
Jirón Begonias	Vía local
Jirón Los Pinos	Vía local
Av. Tamarindos	Vía local
Jirón Las Rosas	Vía local
Jirón Los Ceibos	Vía local
Pasaje Las Flores	Vía local
Jirón Las Fresas	Vía local
Jirón Los Almendros	Vía local
Jirón San Francisco	Vía local
Jirón Los Cocos	Vía local
Jirón Las Palmeras	Vía local
Jirón Nopal	Vía local
Jirón Los Claveles	Vía local
Jirón Los Algarrobos	Vía local
Jirón Los Álamos	Vía local
Jirón Las Diamelas	Vía local
Jirón Los Pepinos	Vía local
Jirón Los Ficus	Vía local
Jirón Girasoles	Vía local
Jirón Los Laureles	Vía local

Nota. Elaboración propia

e.1 Particularidades Geométricas de Secciones Transversales

➤ Cantidad de Carriles y Ancho de Calzada

Usando el Manual de Carreteras: Diseño Geométrico DG: 2018, se determinó su clasificación (carretera de tercera clase) se definió que las vías serán de dos (02) carriles de 3.30 de ancho, con lo que el ancho de la calzada será de 6.60m.

Tabla 23

Número de Carriles y Ancho de Calzada

Vías	Cantidad de carriles	Ancho de Calzada (mt)
Jirón Los Geranios	2	6.60
Av. La Primavera	2	6.60
Jirón Miraflores	2	6.60
Jirón Begonias	2	6.60
Jirón Los Pinos	2	6.60
Av. Tamarindos	2	6.60
Jirón Las Rosas	2	6.60
Jirón Los Ceibos	2	6.60
Pasaje Las Flores	2	6.60
Jirón Las Fresas	2	6.60
Calle paralela Av. Guardia Civil	2	6.60
Jirón Los Lirios	2	6.60
Jirón Los Rosales	2	6.60
Jirón Los Almendros	2	6.60
Jirón San Francisco	2	6.60
Jirón Los Cocos	2	6.60
Jirón Las Palmeras	2	6.60
Jirón Nopal	2	6.60
Jirón Los Claveles	2	6.60
Jirón Los Algarrobos	2	6.60
Jirón Los Álamos	2	6.60
Jirón Las Diamelas	2	6.60
Jirón Los Pepinos	2	6.60
Jirón Los Ficus	2	6.60
Jirón Girasoles	2	6.60
Jirón Los Laureles	2	6.60

Nota. Elaboración propia

➤ **Pendiente Mínima.**

Pendientes regidas por las dificultades en los drenajes, es por ello que se aceptaran pendientes mínimas de 0.3% siempre y cuando el bombeo de la calzada sea como mínimo 2%

➤ **Pendientes Máximas.**

En vías urbanas, se tendrá en cuenta las atenciones económicas, constructivas y resultados de la pendiente en la acción vehicular. En el siguiente cuadro se presentan pendientes acordes a su clasificación de la vía y a la orografía del terreno.

Figura 19

Tipos de Vías y sus Pendientes

TIPO DE VÍA	Terreno Plano	Terreno Ondulado	Terreno Montañoso
Vía Expresa	3%	4%	4%
Vía Arterial	4%	5%	7%
Vía Colectora	6%	8%	9%
Vía Local	Según topografía	10%	10%
Rampas de acceso o salidas a vías libres de Intersecciones	6% - 7%	8% - 9%	8% - 9%

Tomada de Manual de Diseño Geométrico de Vías Urbanas – 2005 – VCHI

➤ **Secciones Transversales.**

Los elementos de la sección transversal considerados en el presente manual son:

- Número de carriles / ancho de las calzadas;
- Ancho de los carriles;
- Bombeo y Peralte (Pendiente Transversal)
- Separadores o bermas centrales;
- Bermas laterales;
- Sardineles
- Distancias laterales y verticales libres en las vías;
- Secciones en túnel
- Secciones transversales típicas

Figura 20

Cuadro de Ancho de Carriles

CLASIFICACION DE VIAS		Velocidad (Km/Hr)	Ancho Recomendable (Mts)	Ancho Mínimo de Carril en Pista Normal (Mts) (2, 3)	Ancho Mínimo de Carril único del tipo Solo Bus (Mts)	Ancho de dos carriles juntos (mts) (5)
	LOCAL	30 A 40	3.00	2.75	3.50 (4)	6.50
	COLECTORA	40 A 50	3.30	3.00	3.50 (4)	6.50
ARTERIAL		50 A 60	3.30	3.25	3.50	6.75
	60 a 70	3.50	3.25	3.75	6.75	
	70 a 80	3.50	3.50	3.75	7.0	
EXPRESAS		80 a 90	3.60	3.50	3.75	7.25
		90 a 100	3.60	3.50	No aplicable	No aplicable

Tomada de Manual de Diseño Geométrico de Vías Urbanas – 2005 – VCHI

Teniendo en cuenta la clasificación vial previa del área de estudio se clasifica como **Vía Local**, se determinó que nuestras vías serán de 02 carriles de 3.30 m cada una, con lo que se tendría un ancho de calzada de 6.60m.

Bombeo

Cumpliendo con lo indicado en el Manual de Carreteras: Diseño Geométrico DG-2018, se ha determinado los bombeos de calzada según lo indicado en la Tabla 304.03 como se muestra a continuación.

Figura 21

Tabla de Valores del Bombeo de la Calzada

Tabla 304.03
Valores del bombeo de la calzada

Tipo de Superficie	Bombeo (%)	
	Precipitación <500 mm/año	Precipitación >500 mm/año
Pavimento asfáltico y/o concreto Portland	2.0	2.5
Tratamiento superficial	2.5	2.5-3.0
Afirmado	3.0-3.5	3.0-4.0

Tomada de Manual de Carreteras: Diseño Geométrico DG - 2018

Según la tabla de valores de bombeo de la calzada se tomó en cuentas que nuestra vía está ubicada en el Distrito de Castilla, región Piura, que soporta precipitaciones menores a 500mm/año, entonces se determinó que nuestra vía tendrá un Bombeo equivalente al **2.0%**, tal y como lo muestra en tabla precedente.

3.5.5.3 Diseño Estructural.

Periodo de Diseño

Se ha considerado el periodo de diseño de 20 años, siendo un periodo de diseño usual para este tipo de proyectos de infraestructura vial de concreto.

Determinación del EAL de Cálculo

Del Estudio de Tráfico elaborado, se determinó las distribuciones del flujo vehicular en cada estación, de un total de dos (02), y en donde se ha efectuado la proyección para los 20 años.

El cálculo del tráfico de diseño (EAL) se efectúa a través del IMD anual del estudio de tráfico corregido por todos los factores y las tasas de crecimiento, compatibles con el Estudio de Tráfico realizado. Se aplicaron las ecuaciones generales de la AASHTO para calcular los Factores Camión, y se empleó el método simplificado que considera el AASHTO, empleando las cargas del reglamento de pesos y medidas. Para el diseño se requiere calcular el número de repeticiones de ejes equivalentes en función de las cargas de tráfico, el factor de crecimiento y el número de años. Para determinar el Tráfico Total Proyectado, se ha tomado como base el Tráfico Actual, que es en el año 0 (IMD₀), habiéndose considerado:

- Periodo de diseño : 20 años
- Tasa de crecimiento geométrico :
 - Para vehículos de pasajeros : 1.03% (Tasa de Crecimiento Anual de la Población)
 - Para vehículos de carga : 6.60% (Tasa de Crecimiento Anual del PBI Regional)
- Tráfico generado : 20% Con lo cual obtenemos el Tráfico Proyectado Total a los 20 años (IMD₂₀).

Fórmula utilizada:

$$EAL = \sum_{i=1}^n (IMD_0)(FECV)(G)(D)(L)(365)(N)$$

Donde:

- (IMD₀) = Número de vehículo inicial de tipo "i"
- N = Periodo de diseño o vida útil del pavimento
20 años

- D = Factor Direccional, se asume 0.5 para carreteras de una calzada, y dos sentidos de circulación
0.50
- L = Factor de distribución del tránsito por carril
1.0
- G = Factor de crecimiento

$$G = \frac{[(1+r)^N - 1]}{r}$$
 r = 1.03% Tasa de Crecimiento Anual de la Población
 r = 6.60% Tasa de Crecimiento Anual del PBI Regional
- Fp Factor destructivo en el pavimento, por presión de inflado de llantas
1.0
- FECV = Factor de Ejes Equivalentes de Carga por Vehículo
 N° de días/año 365

Cálculo de la Estructura de los Pavimentos

Por las características climatológicas de la región, es que se tienen temporadas con fuerte precipitaciones pluviales, que, unido a las bajas pendientes del suelo, se hace necesario contar con un drenaje permanente de las vías, tratar de optimizar el pavimento, discurrir de las aguas pluviales, y en superficies de rodadura con alineamientos verticales rectos, con el mínimo de variaciones. Además, se necesita que las superficies tengan una adecuada rugosidad, no solo para seguridad de los peatones, sino también para garantizar una adecuada adherencia entre el pavimento y las llantas de los vehículos, y permitir distancia de frenados cortas. Teniendo en cuenta estos requerimientos, es que se ha optado por emplear un Pavimento Rígido. Teniendo dos opciones de emplear: el sistema de losas AASHTO, o la Losas Optimizadas TCP. Debido a la poca información de sobre losas optimizadas, es que opto por utilizar el sistema de losas AASHTO.

Figura 22

Cálculo de Estructura del Pavimento 1 de 6

DISEÑO DE PAVIMENTO RÍGIDO

TESIS:	DISEÑO GEOMETRICO Y ESTRUCTURAL PARA LA PAVIMENTACIÓN EN EL AA. HH. LA PRIMAVERA DEL DISTRITO DE CASTILLA, PIURA
TESISTAS:	BR. GALECIO PURIZACA WILFREDO, BR VILLEGAS HUAYANAY ALEX CHRISTIAN

MÉTODO AASTHO -93

El presente Diseño esta basado en el metodo AASHTO 93, por ser uno de los métodos mas utilizados y de mayor utilización a nivel internacional para el diseño de pavimentos rígidos.

FORMULACIÓN DE DISEÑO

La ecuación actual de diseño para pavimentos rígidos es la que a continuación se presenta:

FORMULA GENERAL AASTHO

$$\text{Log}_{10}(W18) = Z_r \times S_o + 7.35 \times \text{Log}_{10}(D + 1) - 0.06 + \frac{\text{Log}_{10}\left(\frac{\Delta\text{PSI}}{4.5 - 1.5}\right)}{1 + \frac{1.624 \times 10^7}{(D + 1)^{8.46}}}$$

$$+ \left(4.22 - 0.32 \times P_t\right) \times \text{Log}_{10}\left[215.63 \frac{S'_c \times C_d \times (D^{0.75} - 1.132)}{215.63 \times J \times (D^{0.75} - \frac{18.42}{\left(\frac{E_c}{k}\right)^{0.25}})}\right]$$

Donde:	
D	= Espesor de la losa del pavimento en (in)
W18	= Tráfico (Número de ESAL's)
Zr	= Desviación Estándar Normal
So	= Error Estándar Combinado de la predicción del Tráfico
ΔPSI	= Diferencia de Serviciabilidad (Po-Pt)
Po	= Serviciabilidad Inicial
Pt	= Serviciabilidad Final
S'c	= Módulo de Rotura del concreto en (psi).
Cd	= Coeficiente de Drenaje
J	= Coeficiente de Transferencia de Carga
Ec	= Módulo de Elasticidad de concreto
K	= Módulo de Reacción de la Sub Rasante en (psi).

Nota: Elaboración propia, Calculo de pavimento rígido

Figura 23

Cálculo de Estructura del Pavimento 2 de 6

VARIABLES DEL DISEÑO

ESPESOR (D).

El espesor de losa de concreto, es la variable "D" que pretendemos determinar al realizar un diseño de pavimento rígido. El resultado del espesor se ve afectado por todas las demás variables que interviene en los cálculos. Es importante especificar lo que se diseña, ya que a partir de espesores regulares una pequeña variación puede significar una variación importante en la vida útil.

1.- ESTUDIO DE TRANSITO

1.1.- Transito (demanda)

Probablemente, la variable más importante en el diseño de una vía es el tránsito, pues, si bien el volumen y dimensiones de los vehículos influyen en su diseño geométrico, el número y el peso de los ejes de éstos son factores determinantes en el diseño de la estructura del pavimento.

La demanda o volumen de tráfico (IMDA ó TPD), requiere ser expresado en términos de Ejes Equivalentes acumulados para el periodo de diseño. Un eje equivalente (EE) equivale al efecto de deterioro causado sobre el pavimento, por un eje simple de dos ruedas cargado con 8.2 ton de peso, con neumáticos con presión de 80 lb./pulg².

Cálculo de tasas de crecimiento y la proyección

Se puede calcular el crecimiento de tránsito utilizando una fórmula simple:

$$T_n = T_o (1 + i)^{n-1}$$

Donde:

T_n = Tránsito proyectado al año "n" en veh/día.

T_o = Tránsito actual (año base o) en veh/día.

n = Años del período de diseño.

i = Tasa anual de crecimiento del tránsito que se define en correlación con la dinámica de crecimiento socio-económico.

La demanda o volumen de tráfico (IMDA ó TPD), requiere ser expresado en términos de Ejes Equivalentes acumulados para el periodo de diseño. Un eje equivalente (EE) equivale al efecto de deterioro causado sobre el pavimento.

1.2.- Determinación del tránsito existente.

El volumen existente en el tramo, considera el promedio diario anual del total de vehículos (ligeros y pesados) en ambos sentidos.

Se definieron la ubicación de dos (02) estaciones, optando asignar a la Av. Las Begonias y al Jirón los Jazmines, ya que es el ingreso principal y secundario respectivamente al AA.HH. La Primavera. Definiendo al Jirón Las Beogonias como muestra ya es el ingreso principal y donde se registra la mayor circulación. Para la obtención de la demanda de tránsito que circula en el tramo en estudio, se requirió como mínimo la siguiente información:

a. El tránsito promedio semanal (TPDS) mediante conteos de tránsito en la estación N°01 (Jirón Las Begonias con Jirón Los Rosales) (incluyendo un sábado o un domingo) por un período consecutivo de 7 días (5 día de semana+Sábado+Domingo), como mínimo, de una semana que haya sido de circulación normal. Los conteos serán volumétricos y clasificados por tipo de vehículo. Así mismo en caso no hubiera información oficial, sobre pesos por eje, aplicable a la zona, se efectuara un censo de carga Vehicular durante 2 días consecutivos.

b. Número, tipo y peso de los ejes de los vehículos pesados.

c. Con los datos obtenidos, se definió el Número de Repeticiones de Ejes Equivalentes (EE) para el periodo de diseño del pavimento.

1.1. CALCULO DE LOS EJES EQUIVALENTES ESAL'S(W18)

ESAL's(W18) =	2,250,751.00
ESAL's(W18) =	2.25E+06

Nota: Elaboración propia, Calculo de pavimento rígido

Figura 24

Cálculo de Estructura del Pavimento 3 de 6

2. CONFIABILIDAD:

Se denomina confiabilidad (R%) a la probabilidad de que un pavimento desarrolle su función durante su vida útil en condiciones adecuadas para su operación. También se puede entender a la confiabilidad como un factor de seguridad, de ahí que su uso se debe al mejor de los criterios.

TIPO DE PAVIMENTO	CONFIABILIDAD.
Autopistas	90%
Carreteras	75%
Rurales	65%
Zonas industriales	60%
Urbanas principales	55%
Urbanas secundarias	50%

DESVIACIÓN ESTÁNDAR (Zr)	
Confiabilidad R (%)	Desviac. Están. (Zr)
50	0.000
60	-0.253
70	-0.524
75	-0.674
80	-0.841
85	-1.037
90	-1.282
91	-1.340
92	-1.405
93	-1.476
94	-1.555
95	-1.645
96	-1.751
97	-1.881
98	-2.054
99	-2.327
99.9	-3.090
99.99	-3.750

$$R (\%) = 75.00 \%$$

2.1. DESVIACIÓN ESTÁNDAR (Zr).

Es función de los niveles seleccionados de confiabilidad.

$$Z_r = -0.674$$

2.2. ERROR ESTÁNDAR COMBINADO (So):

AASHTO propuso los siguientes valores para seleccionar la Variabilidad o Error Estándar Combinado So, cuyo valor recomendado es:

Para pavimentos rígidos	0.30 – 0.40
En construcción nueva	0.35
En sobre capas	0.4

$$S_o = 0.300$$

Nota: Elaboración propia, Cálculo de pavimento rígido

Figura 25

Cálculo de Estructura del Pavimento 4 de 6

3. SERVICIABILIDAD (Δ PSI):

La serviciabilidad se define como la habilidad del pavimento de servir al tipo de tráfico (autos y camiones) que circulan en la vía. La medida primaria de la serviciabilidad es el Índice de Serviciabilidad Presente. El procedimiento de diseño AASHTO predice el porcentaje de pérdida de serviciabilidad (Δ PSI) para varios niveles de tráfico y cargas de ejes.

Como el índice de serviciabilidad final de un pavimento es el valor más bajo de deterioro a que puede llegar el mismo, se sugiere que para carreteras de primer orden (de mayor tránsito) este valor sea de 2.5 y para vías menos importantes sea de 2.0; para el valor del índice de serviciabilidad inicial la AASTHO llegó a un valor de 4.5 para pavimentos de concreto y 4.2 para pavimentos de asfalto.

INDICE DE SERVICIO	CALIFICACIÓN
5	Excelente
4	Muy bueno
3	Bueno
2	Regular
1	Malo
0	Intransitable

Entonces:

$$P_o = 4.5$$

$$P_t = 1.0$$

$$\Delta \text{ PSI} = P_o - P_t$$

$$\Delta \text{ PSI} = 3.50$$

4. MÓDULO DE RUPTURA ($S'c$)

Es una propiedad del concreto que influye notablemente en el diseño de pavimentos rígidos de concreto. Debido a que los pavimentos de concreto trabajan principalmente a flexión, es recomendable que su especificación de resistencia sea acorde con ello, por eso el diseño considera la resistencia del concreto trabajando a flexión, que se le conoce como resistencia a la flexión por tensión ($S'c$) ó módulo de ruptura normalmente especificada a los 28 días

Concreto a Utilizar

$$F'c = 280 \text{ Kg/cm}^2$$

$$S'c = 32(F'c)$$

-159.33

TIPO DE PAVIMENTO

$S'c$ RECOMENDADO

	Psi
Autopistas	682.70
Carretera	682.70
Zonas Industriales	640.10
Urbanos principales	640.10
Urbanos Secundarios	597.40

$$S'c = 535.46 \text{ Psi}$$

5. DRENAJE (C_d)

Calidad de Drenaje	% de tiempo del año en que el pavimento está expuesto a niveles de saturación			
	Menor a 1%	1% a 5%	5% a 25%	Mayor a 25%
Excelente	1.25 – 1.20	1.20 – 1.15	1.15 – 1.10	1.10
Bueno	1.20 – 1.15	1.15 – 1.10	1.10 – 1.00	1.00
Regular	1.15 – 1.10	1.10 – 1.00	1.00 – 0.90	0.90
Pobre	1.10 – 1.00	1.00 – 0.90	0.90 – 0.80	0.80
Muy pobre	1.00 – 0.90	0.90 – 0.80	0.80 – 0.70	0.70

Para el caso los materiales a ser usados tiene una calidad regular de drenaje y esta expuesto en un 30% durante un año normal de precipitaciones.

$$C_d = 0.9$$

Nota: Elaboración propia, Calculo de pavimento rígido

Figura 26

Cálculo de Estructura del Pavimento 5 de 6

6. COEFICIENTE DE TRANSFERENCIA DE CARGA (J).

Es la capacidad que tiene la losa de transmitir fuerzas cortantes a las losas adyacentes, lo que repercute en minimizar las deformaciones y los esfuerzos en Este concepto depende de los siguientes factores:

- Cantidad de Tráfico.
- Utilización de pasajuntas.
- Soporte lateral de las Losas.

La AASTHO recomienda un valor de 3.2 para pavimentos rígidos

$$J = 3.2$$

7. MODULO DE ELASTICIDAD DEL CONCRETO (Ec).

Se denomina Módulo de elasticidad del concreto a la tracción, a la capacidad que obedece la ley de Hooke, es decir, la relación de la tensión unitaria a la deformación unitaria. Se determina por la Norma ASTM C469. Sin embargo en caso de no disponer de los ensayos experimentales para su cálculo existen varios criterios con los que pueda estimarse ya sea a partir del Módulo de Ruptura, o de la resistencia a la compresión a la que será diseñada la mezcla del concreto.

Las relaciones de mayor uso para su determinación son:

$f'c$ = Resistencia a la compresión del concreto (Kg/cm²) = 210 Kg/cm²

$E_c = 5500 \times (f'c)^{1/2}$ (En MPa)

$E_c = 17000 \times (f'c)^{1/2}$ (En Kg/cm²)

$$E_c = 17000 \times (280)^{1/2} \quad E_c = 284,464.41 \quad \text{Kg/cm}^2$$

$$E_c = 4046034.007 \quad \text{Psi}$$

8. MODULO DE REACCIÓN DE LA SUB RASANTE (K)

Se han propuesto algunas correlaciones de "K" a partir de datos de datos de CBR de diseño de la Sub Rasante, siendo una de las más aceptadas por ASSHTO las expresiones siguientes:

$$K = 2.55 + 52.5(\text{Log CBR}) \quad \text{Mpa/m} \quad \rightarrow \quad \text{CBR} \leq 10$$

$$K = 46.0 + 9.08(\text{Log CBR})^{3.2} \quad \text{Mpa/m} \quad \rightarrow \quad \text{CBR} > 10$$

$$\text{CBR sub rasante} = 12.00 \quad \%$$

Se eligió un CBR de diseño como lo establece el Manual de Suelos y Pavimentos, y con los resultados obtenidos en Laboratorio de Mecánica de suelos.

$$K = 58.63908106$$

9. ESPESOR DE LA LOSA DE CONCRETO

Según la fórmula General AASHTO:

$$\text{Log}_{10}(W18) = Z_r \times S_o + 7.35 \times \text{Log}_{10}(D+1) - 0.06 + \frac{\text{Log}_{10}\left(\frac{\Delta PSI}{4.5 - 1.5}\right)}{1 + \frac{1.624 \times 10^7}{(D+1)^{8.46}}}$$

$$+ (4.22 - 0.32 \times Pt) \times \text{Log}_{10}\left[215.63 \frac{S'c \times Cd \times (D^{0.75} - 1.132)}{215.63 \times J \times (D^{0.75} - \frac{18.42}{(E_c/k)^{0.25}})}\right]$$

Nota: Elaboración propia, Cálculo de pavimento rígido

Figura 27

Cálculo de Estructura del Pavimento 6 de 6

Haciendo tanteos de espesor hasta que (Ecuación I) Sea aproximadamente Igual a (Ecuación II):

$$D = 8.420 \text{ in}$$

$$\log_{10}(W18) - Z_r \times S_o + 0.06 = 6.615 \dots \text{Ecuación I}$$

$$7.35 \times \log_{10}(D + 1) + \frac{\log_{10}\left(\frac{\Delta PSI}{4.5 - 1.5}\right)}{1 + \frac{1.624 \times 10^7}{(D + 1)^{8.46}}}$$

$$+ (4.22 - 0.32 \times Pt) \times \log_{10}\left[215.63 \frac{S'_c \times C_d \times (D^{0.75} - 1.132)}{215.63 \times J \times (D^{0.75} - \frac{18.42}{(\frac{E_c}{k})^{0.25}})}\right] = 6.615 \dots \text{Ecuación II}$$

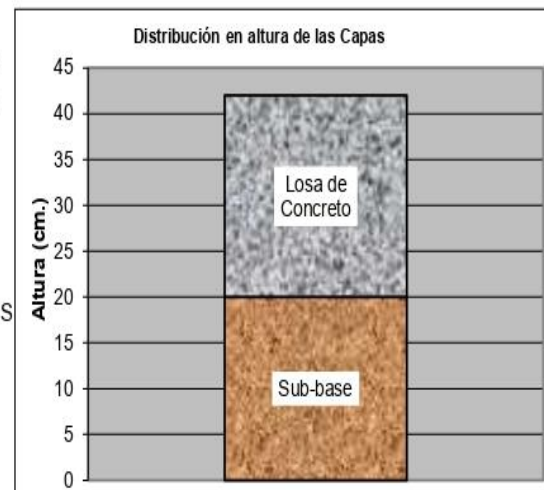
Espesor de la Losa de Concreto

$$D = 21.39 \text{ Cm}$$

ESTRUCTURA DEL PAVIMENTO

Losa de C° Hidráulico	e= 8,66 Pulg. =	22
Sub-Base Granular	e= 8 Pulg. =	20

El espesor de la base se definió según recomendaciones del EMS



Nota: Elaboración propia, Cálculo de pavimento rígido

Jardines

De acuerdo al diseño urbanístico, para los casos de las áreas verdes, se optó colocar una capa de arena de cultivo de 0.30 m de espesor y luego sembrado de gras americano.

Veredas

En concordancia con el Estudio de Mecánica de Suelos, se colocará material de Sub Base granular de 0.15 m, y luego una losa de 10 cm de concreto con una resistencia cilíndrica a la compresión a los 28 días calendario de 175 Kg/cm². El concreto será premezclado fabricado con cemento tipo MS o similar; se determinó, la sección de la estructura de vereda de la siguiente manera:

- Losa de concreto $f'c=175$ Kg/cm²: 10 cm.
- Sub Base de material granular: 15 cm.
- sardineles de por lo menos 15 x 30 cm, en los extremos que estén expuestos a humedad.
- Tendrán una diferencia de nivel mínima de 0.15 m, respecto al eje de la Pista.
- Pendiente 1% hacia la pista.

IV. PRESENTACIÓN DE RESULTADOS

4.1 Propuesta de la investigación

4.2 Análisis e interpretación de resultados

4.2.1 Interpretación de resultados de estudio Topográfico

Teniendo la base definida, sincerada en campo y georreferenciada; se procedió con el levantamiento topográfico mediante el método por radiación (ángulos y distancias) con equipo topográfico (estación total ts02 7”), para realizar un levantamiento a detalle de los elementos físicos naturales y artificiales como: postes del sistema eléctrico, sistema de telefonía, buzones, cajas de registro de aguas residuales, cajas de control de agua potable, portones de cochera en viviendas, arboles, veredas, pavimentos, lotización, manzaneo, etc. Además del seccionamiento de terreno natural de todas y cada una de las avenidas, jirones, calles y pasajes en lugares requeridos según las necesidades reales y así obtener los resultados propuestos, también de instalaron puntos (estaciones) auxiliares temporales, estos fueron instaladas en clavos o pintadas con corrector en veredas, sardineles, etc.

Terminadas las actividades de campo, se procedió al dibujo de plano topográfico en Software Civil 3d, elaborando así la planimetría y el modelamiento digital de terreno, representado con una equidistancia de 0.25 las curvas de nivel Obteniendo como resultado el plano topográfico taquimétrico.

A continuación, se presenta el cuadro resumen de perfiles longitudinales de la topografía.

Tabla 24*Cuadro Resumen de Perfiles Longitudinales*

Vía	PROGRESIVA		CURVA										Ancho de Calzada (m)	Cantidad de carriles	
			CONCAVA					CONVEXA							
	INICIO	FIN	PROG.	PIV.	K	A	LC	PROG.	PIV.	K	A	LC			
Jirón Mariscal Tito	0+000.00	0+969.22											6.60	2	
Jirón Los Geranios	0+000.00	0+787.57	0+283.55	37.46	8.41	2.33%	19.567	0+306.53	38.56	3.46	5.92%	20.450	6.60	2	
Av. La Primavera	0+000.00	0+670.81						0+181.40	37.17	7.94	0.66%	5.220	6.60	2	
									0+240.14	37.78	9.89	3.54%			35.011
									0+306.09	37.7	11.93	2.85%			33.983
Jirón Miraflores	0+000.00	0+716.32											6.60	2	
Jirón Las Begonias	0+000.00	0+645.42											6.60	2	
Jirón Los Pinos	0+000.00	0+572.77											6.60	2	
Av. Los Tamarindos	0+000.00	0+447.77											6.60	2	
Jirón 1	0+000.00	0+479.30											6.60	2	
Jirón Las Rosas	0+000.00	0+458.58						0+006.38	37.1	2.9	3.99%	11.576	6.60	2	
									0+153.99	36.58	3.98	0.73%			2.950
Jirón Los Ceibos	0+000.00	0+129.05						0+017.10	37.24	5.99	1.70%	10.177	6.60	2	
Pasaje Las Flores	0+000.00	0+152.67						0+146.33	36.88	2.84	4.09%	11.613	6.60	2	
Jirón Las Fresas	0+000.00	0+096.42						0+007.50	37.08	2.83	4.52%	12.794	6.60	2	
Calle paralela a la Av. Guardia Civil	0+000.00	0+480.50											6.60	2	
Jirón Los Lirios	0+000.00	0+098.00											6.60	2	
Jirón Los Rosales	0+000.00	0+107.42											6.60	2	
Jirón Los Almendros	0+000.00	0+448.85						0+002.56	37.3	0.76	6.68%	5.091	6.60	2	
									0+132.37	36.66	5.96	1.78%			10.607
									0+298.95	36.67	9.88	2.16%			21.391
									0+370.93	36.75	5.99	0.92%			5.480
Jirón San Francisco	0+000.00	0+463.88						0+063.48	37.53	5.9	2.40%	14.173	6.60	2	

Vía	PROGRESIVA		CURVA										Ancho de Calzada (m)	Cantidad de carriles
			CONCAVA					CONVEXA						
	INICIO	FIN	PROG.	PIV.	K	A	LC	PROG.	PIV.	K	A	LC		
Jirón Los Cocos	0+000.00	0+320.48						0+013.28	37.65	3.85	4.89%	18.809	6.60	2
								0+084.63	37.27	6.02	0.92%	5.520		
								0+187.20	37.07	6	0.67%	4.047		
								0+275.92	36.91	5.99	1.22%	7.325		
Jirón Las Palmeras	0+000.00	0+477.15						0+014.75	37.49	7.91	2.52%	19.898	6.60	2
								0+100.00	37.42	7.79	2.38%	18.558		
								0+162.87	37.28	7.97	2.05%	16.341		
Jirón Nopal	0+000.00	0+388.76						0+013.19	37.45	5.38	4.39%	23.586	6.60	2
								0+164.88	37.14	7.82	1.46%	11.393		
								0+212.74	37.18	7.82	2.04%	15.956		
								0+272.65	37.26	7.92	1.76%	13.933		
Jirón Los Claveles	0+000.00	0+556.89						0+032.23	37.79	7.57	1.69%	12.821	6.60	2
								0+103.10	37.85	5.69	2.70%	15.378		
								0+181.67	37.04	5.4	3.32%	17.948		
Jirón Los Algarrobos	0+000.00	0+332.16						0+218.94	37.12	7.59	3.76%	28.529	6.60	2
								0+026.86	37.94	5.95	3.60%	21.387		
								0+101.90	36.97	7.98	1.26%	10.094		
Jirón Los Alamos	0+000.00	0+317.10						0+165.09	36.78	7.82	1.74%	13.640	6.60	2
								0+087.49	36.65	1.85	4.03%	7.464		
								0+153.44	36.96	9.91	1.80%	17.869		
							0+233.38	37.13	3.97	2.94%	11.655			
Pasaje 1	0+000.00	0+064.93										6.60	2	
Jirón Las Diamelas	0+000.00	0+095.87										6.60	2	
Jirón Los Pepinos	0+000.00	0+106.32						0+020.00	37.17	7.67	0.94%	7.239	6.60	2
Jirón Los Ficus	0+000.00	0+277.98										6.60	2	

Vía	PROGRESIVA		CURVA										Ancho de Calzada (m)	Cantidad de carriles
			CONCAVA					CONVEXA						
	INICIO	FIN	PROG.	PIV.	K	A	LC	PROG.	PIV.	K	A	LC		
Jirón Los Girasoles	0+000.00	0+358.07						0+011.81	37.84	5.96	2.86%	17.052	6.60	2
							0+341.52	36.97	5.86	2.62%	15.353			
Jirón Los Laureles	0+000.00	0+189.94						0+019.20	37.17	7.52	4.25%	31.960	6.60	2
Jirón Los Jazmines	0+000.00	0+817.45											6.60	2
TOTAL		12+027.65												

Nota. Elaboración propia.

Terminado este proceso de dibujo se puede determinar lo siguiente:

- EL A.H. LA PRIMAVERA está ubicado en sector este del Distrito de Castilla, limita por el norte y este con el dren pluvial 1308, por el sur con la prolongación Av. Guardia Civil (Carretera Piura -Chulucanas) por el oeste con el Canal Biaggio Arbulu.
- Se obtiene una longitud de 12,027.65 m, de pavimentación, además en cuadro resumen se establece el ancho de la calzada.
- Su estudio topográfico está enmarcado dentro de las siguientes coordenadas UTM WGS84-17S; **X=542997.684_Y=9427060.227,** **X=543829.331_Y=9426782.691,** **X= 543952.529_Y=9426291.068,** **X=543447.029_Y=9426126.708.**
- El levantamiento topográfico fue realizado por el método por radiación, se utilizó equipo de estación total marca LEICA TS02- con precisión de 7", y georreferenciado con GPS NAVEGADOR -UTM WGS84 _17S.
- Data topográfica suman un total de 23,604 puntos topográficos.
- Poligonal de enlace está conformada por 96 BMs. para posterior replanteo topográficos de una forma rápida y fiable

Los resultados obtenidos en el presente plano taquimétrico son reales y fidedignos (ver plano topográfico en cap. Anexo), enmarcados dentro de lo que es la práctica de la topografía.

4.2.2 Interpretación de resultados de estudio de Mecánica de Suelos

Los ensayos de laboratorio se ejecutaron para cada variación estratigráfica en concordancia con el Manual de Ensayos de Laboratorio (EM-2016-versión mayo). Se logro obtener información de las propiedades de los suelos con los ensayos mecánicos, físicos y químicos de las muestras perturbadas y sin alterar, derivados de las 32 calicatas trabajadas, información necesaria para un correcto diseño del pavimento.

➤ ENSAYOS ESTÁNDAR

Para obtener su característica y su propiedad física de cada una de las muestras trabajadas, y para lograr establecer su respectiva clasificación de los suelos, se utilizó el método SUCS y AASHTO, a continuación, se describen los ensayos ejecutados:

- Contenido de Humedad Natural (ASTM D-2216, Norma NTP 339.127).
- Análisis Granulométrico por tamizado (ASTM D-4222, Norma NTP 339.128).
- Límite Líquido (MTC E-110) y Límite Plástico (MTC E-111) (ASTM D-4318, Norma NTP 339.129).
- Clasificación de los Suelos utilizando los Métodos SUCS (ASTM D-2487) y AASHTO (M-145).

Ver cuadro siguiente de resultado de ensayos estándar.

En la tabla N° 24: "Resumen de Resultados de Ensayos Estándar en Laboratorio", identificando N° de Calicata y Muestra, Profundidad, Contenido de Humedad, Datos Granulométricos, Límite Líquido, Índice Plástico, y Clasificación del Suelo.

Tabla 25

Cuadro resumen de Ensayos Estándar

Calicata	C - 1	C - 2	C-3	C-4	C-5	C-6	C-7	C-8	
Muestra	M - 1	M-1	M-1	M-1	M-2	M-1	M-1	M-1	M-1
Profundidad (m.)	0.30 - 1.50	0.40 - 1.50	0.40 - 1.50	0.50 - 1.20	1.20 - 1.50	1.20 - 1.50	0.40 - 1.50	0.40 - 1.50	0.40 - 1.50
% Pasa Malla N° 4	100	100	100	100	100	100	100	100	100
% Pasa Malla N° 200	21.7	13.1	28.1	3.6	86.2	28.9	19.5	26.5	14.4
% GRAVA	0	0	0	0	0	0	0	0	0
% ARENA	78.3	86.9	71.9	96.4	13.8	71.1	80.5	73.5	85.6
Límite líquido	NP	NP	NP	NP	40	NP	NP	NP	NP
Índice Plástico	NP	NP	NP	NP	15	NP	NP	NP	NP
Contenido de humedad %	5.4	2.3	7.5	5.0	32.2	3.7	7.0	5.9	0.7
Clasificación de Suelos "SUCS"	SM	SM	SM	SP	CL	SM	SM	SM	SM

Calicata	C - 17	C - 18	C-19	C-20	C-21	C-22	C-23	C - 24	C-25
Muestra	M - 1	M-1	M-1	M-1	M-1	M-1	M-1	M-1	M-1
Profundidad (m.)	0.40 -1.50	0.40 - 1.50	0.50 - 1.50	0.40 - 1.50	0.50 - 1.50	0.20 - 1.50	0.20 - 1.50	0.80 - 1.50	0.30 - 1.50
% Pasa Malla N° 4	100	100	100	100	100	100	100	100	100
% Pasa Malla N° 200	66.7	27.3	88.2	19.4	13.2	6.5	51	41	25.1
% GRAVA	0	0	0	0	0	0	0	0	0
% ARENA	33.3	72.7	11.8	80.6	86.8	93.5	49	59	74.9
Límite líquido	36	NP	37	NP	NP	NP	36	35	NP
Índice Plástico	13	NP	14	NP	NP	NP	24	11	NP
Contenido de humedad %	13.9	17.7	22.4	5.0	4.2	3.7	4.8	8.2	9.2
Clasificación de Suelos "SUCS"	CL	SM	CL	SM	SM	SP	CL	SC	SM

Calicata	C-26			C - 27	C-28	C-29		C - 30	C - 31	C-32
Muestra	M-1	M-2	M-3	M-1	M-1	M-1	M-2	M - 1	M-1	M-1
Profundidad (m.)	0.20 - 0.60	0.60 - 1.10	1.10 - 1.50	0.40 - 1.50	0.30 - 1.50	0.20 - 0.60	0.60 - 1.50	0.30 - 1.50	0.60 - 1.50	0.40 - 1.50
% Pasa Malla Nº 4	70.9	100	100	100	100	100	100	100	100	100
% Pasa Malla Nº 200	27.3	75.1	9.2	27.9	59.2	28.4	22.3	29.1	31.8	11
% GRAVA	29.1	0	0	0	0	0	0	0	0	0
% ARENA	43.6	24.9	90.8	72.1	40.8	71.6	77.7	70.9	68.2	89
Límite líquido	29	40	NP	NP	36	NP	NP	NP	NP	NP
Índice Plástico	12	16	NP	NP	15	NP	NP	NP	NP	NP
Contenido de humedad %	6.3	10.4	2.9	4.0	7.2	5.5	2.5	7.8	2.4	2.1
Clasificación de Suelos "SUCS"	SC	CL	SP-SM	SM	CL	SM	SM	SM	SM	SP-SM

Nota. Elaboración propia

➤ ENSAYOS MECÁNICOS

Se obtuvieron las propiedades mecánicas de las muestras ensayadas; se ejecutaron los siguientes ensayos:

- Ensayo de Proctor Modificado (MTC E-1 15)
- California Bearing Ratio CBR (MTC E-132).

Tabla 26

Resultados de Pruebas de Compactación

CALICATA	C - 1	C-3	C-6	C - 9	C - 11	C - 13	C - 15	C-19	C-20	C-23	C-26	C-29	C-32
Muestra	M - 1	M-1	M-1	M - 1	M-1	M-1	M-1	M-1	M-1	M-1	M-2	M-1	M-1
Profundidad (m.)	0.30 - 1.50	0.40 - 1.50	0.40 - 1.50	0.90 - 1.30	0.40 - 1.00	1.00 - 1.50	0.50 - 1.50	0.50 - 1.50	0.40 - 1.50	0.20 - 1.50	0.60 - 1.10	0.60 - 1.50	0.40 - 1.50
Clasificación de Suelos "SUCS"	SM	SM	SM	SC	SM	SM	SM	CL	SM	CL	CL	SM	SP-SM
Proctor MDS (gr/cm3)	1.657	1.673	1.650	1.690	1.756	1.707	1.727	1.795	1.622	1.876	1.874	1.663	1.649
OCH (%)	12.70%	11.20%	12.40%	12.40%	12.70%	10.90%	12.40%	12.50%	12.20%	11.30%	12.20%	14.00%	14%
CBR													
PENETRACION 0.1" 95%	16.60%	15.20%	18.60%	9.80%	17.00%	15.60%	16.60%	5.00%	15.90%	6.40%	5.70%	15.20%	17.30%
100%	21.00%	21.60%	24.30%	12.20%	23.30%	19.70%	21.60%	7.57%	21.00%	9.80%	6.40%	20.70%	20.60%
PENETRACION 0.2" 95%	21.70%	19.60%	25.50%	13.80%	22.60%	20.40%	23.20%	6.30%	21.00%	8.30%	6.80%	20.50%	22.60%
100%	27.20%	27.30%	31.30%	16.10%	30.80%	25.40%	29.00%	7.40%	27.40%	12.90%	7.90%	27.40%	27.40%

Nota. Elaboración propia

➤ ENSAYOS QUIMICOS

Se busca determinar la existencia de elementos químicos de los suelos y su agresividad actuante sobre el concreto, se consideran los siguientes ensayos:

- Presencia en el suelo de Sulfatos
- Presencia en el suelo de Cloruros
- Presencia en el suelo de Sales Solubles Totales

En la siguiente tabla, la calicata C-3, muestra un porcentaje de sales solubles de 0.195 %, equivalente a 1950 partículas por millón (P.P.M). A continuación, se presentan los siguientes resultados:

Tabla 27

Resultados de Pruebas de Sales Solubles Totales

Datos			Ensayo Sales Solubles	
Calicata	Muestra	Profundidad (m)	%	P.P.M
C - 1	M - 1	0.30 - 1.50	0.151	1510
C - 3	M - 1	0.40 - 1.50	0.195	1950
C - 7	M - 1	0.40 - 1.50	0.061	610
C - 11	M - 1	0.40 - 1.50	0.020	200
C - 15	M - 1	0.50 - 1.50	0.021	210
C - 19	M - 1	0.50 - 1.50	0.164	1640
C - 26	M - 1	0.60 - 1.10	0.110	1100

Nota. Elaboración propia

4.2.3 Interpretación de resultados del Análisis para mejorar el suelo de la Subrasante

Se determinó las zonas de suelos con menor capacidad de soporte o que presentan dificultades especiales tales como suelos blandos, expansivos y con presencia de material orgánico, para los reemplazos ó mejoramientos de los suelos con otros de excelentes características físico-mecánicas.

Los criterios que se evaluaron, se describen a continuación:

- Suelos de menor soporte
- Existencia de material orgánico
- Suelos de alta y mediana expansión
- Suelos blandos
- Licuefacción de Arenas

Tabla 28

Clasificación de la Subrasante según Norma CE-010

CALICATA	C - 1	C-3	C-6	C - 9	C - 11	C - 13	C - 15	C-19	C-20	C-23	C-26	C-29	C-32
Muestra	M - 1	M-1	M-1	M - 1	M-1	M-1	M-1	M-1	M-1	M-1	M-2	M-1	M-1
Profundidad (m.)	0.30 - 1.50	0.40 - 1.50	0.40 - 1.50	0.90 - 1.30	0.40 - 1.00	1.00 - 1.50	0.50 - 1.50	0.50 - 1.50	0.40 - 1.50	0.20 - 1.50	0.60 - 1.10	0.60 - 1.50	0.40 - 1.50
Clasificación de Suelos "SUCS"	SM	SM	SM	SC	SM	SM	SM	CL	SM	CL	CL	SM	SP-SM
Proctor MDS (gr/cm3)	1.657	1.673	1.650	1.690	1.756	1.707	1.727	1.795	1.622	1.876	1.874	1.663	1.649
OCH (%)	12.70%	11.20%	12.40%	12.40%	12.70%	10.90%	12.40%	12.50%	12.20%	11.30%	12.20%	14.00%	14%
CBR													
PENETRACION 0.1" 95%	16.60%	15.20%	18.60%	9.80%	17.00%	15.60%	16.60%	5.00%	15.90%	6.40%	5.70%	15.20%	17.30%
100%	21.00%	21.60%	24.30%	12.20%	23.30%	19.70%	21.60%	7.57%	21.00%	9.80%	6.40%	20.70%	20.60%
PENETRACION 0.2" 95%	21.70%	19.60%	25.50%	13.80%	22.60%	20.40%	23.20%	6.30%	21.00%	8.30%	6.80%	20.50%	22.60%
100%	27.20%	27.30%	31.30%	16.10%	30.80%	25.40%	29.00%	7.40%	27.40%	12.90%	7.90%	27.40%	27.40%
Clasificación de la Sub Rasante según Norma CE.-010 Pav. Urbanos	BUENOS	BUENOS	EXCELENTES	BUENOS	EXCELENTES	BUENOS	BUENOS	REGULAR	BUENOS	REGULAR	REGULAR	BUENOS	EXCELENTES

Nota. Elaboración propia

- **Existencia de Material Orgánico (Mo)**

Con los resultados obtenidos mediante la exploración de las 32 calicatas trabajadas, se puede determinar que NO existe presencia de material orgánico a niveles de paquete estructural.

- **Suelos de alta y mediana expansión**

La expansión solamente se presenta en los suelos arcillosos, siendo sumamente importante analizar de forma cuantitativa los suelos que soportaran la estructura del pavimento, para medir su grado de expansión que podrían presentar.

Tabla 29

Suelos Expansivos y su Clasificación

Expansión del Suelo	Índice Plástico	Límite Líquido
% Muy Alto	>32.0	> 70.0
% Alto	23.0 - 32.0	50.0 - 70.0
% Medio	12.0 - 23.0	35.0 - 50.0
% Bajo	< 12.0	20.0 - 35.0

Nota. Elaboración propia

- **Suelos Blandos**

Un problema de gran interés, es la alteración de suelos cohesivos aun cuando actúan cargas muy bajas, ya que son las causantes de considerables fallas de comportamiento.

Los asentamientos son probablemente los problemas más importantes de suelos con alto contenido de fino ya que no son aptos para recibir la sobrecarga impuesta por un terraplén. Estos asentamientos son causantes de:

1. Ausencia de bombeo, ya que el terraplén ejerce mayor presión en el centro de su corona que bajo sus bordes laterales (bermas)
2. Producen asentamientos diferenciales en toda su longitud, debido a la variedad de terrenos de cimentación, estos originan deterioros en el pavimento comprometiendo su funcionalidad y drenaje superficial.
3. Grandes descensos en la altura del terraplén, cuando se cruzan por zonas bajas (inundables).

4. Daños en las obras de drenajes, perjudicando su estructura, ya que presentan inconvenientes hidráulicos al hundirse en el centro, la cual genera grandes agrietamientos
5. Rajaduras en la corona del terraplén, sobre todo cuando el terraplén tiene de grandes dimensiones y bermas.

Es preciso indicar que, para suelos de cimentación conformados por Arcillas y Limos Plásticos, se deben tener en cuenta los siguientes casos:

Su comprensión es referentemente baja (CL).

Sea evidentemente comprensible (CH, MH, OH y Pt)

Cabe mencionar que, en el área evaluada, sí se ha localizado sectores con manifestación de suelos blandos o débiles

Tabla 30*Resumen del Análisis del Porcentaje de Expansión del Suelo*

CALICATA	C - 1	C - 2	C-3	C-4		C-5	C-6	C-7	C-8
Muestra	M - 1	M-1	M-1	M-1	M-2	M-1	M-1	M-1	M-1
Profundidad (m.)	0.30 - 1.50	0.40 - 1.50	0.40 - 1.50	0.50 - 1.20	1.20 - 1.50	1.20 - 1.50	0.40 - 1.50	0.40 - 1.50	0.40 - 1.50
% Pasa Malla N° 4	100	100	100	100	100	100	100	100	100
% Pasa Malla N° 200	21.7	13.1	28.1	3.6	86.2	28.9	19.5	26.5	14.4
% GRAVA	0	0	0	0	0	0	0	0	0
% ARENA	78.3	86.9	71.9	96.4	13.8	71.1	80.5	73.5	85.6
Límite líquido	NP	NP	NP	NP	40	NP	NP	NP	NP
Índice Plástico	NP	NP	NP	NP	15	NP	NP	NP	NP
Contenido de humedad %	5.4	2.3	7.5	5.0	32.2	3.7	7.0	5.9	0.7
Clasificación de Suelos "SUCS"	SM	SM	SM	SP	CL	SM	SM	SM	SM
EXPANSION DEL SUELO	BAJO	BAJO	BAJO	BAJO	MEDIO	BAJO	BAJO	BAJO	BAJO

CALICATA	C - 17	C - 18	C-19	C-20	C-21	C-22	C-23	C - 24	C-25
Muestra	M - 1	M-1	M-1	M-1	M-1	M-1	M-1	M-1	M-1
Profundidad (m.)	0.40 - 1.50	0.40 - 1.50	0.50 - 1.50	0.40 - 1.50	0.50 - 1.50	0.20 - 1.50	0.20 - 1.50	0.80 - 1.50	0.30 - 1.50
% Pasa Malla Nº 4	100	100	100	100	100	100	100	100	100
% Pasa Malla Nº 200	66.7	27.3	88.2	19.4	13.2	6.5	51	41	25.1
% GRAVA	0	0	0	0	0	0	0	0	0
% ARENA	33.3	72.7	11.8	80.6	86.8	93.5	49	59	74.9
Límite líquido	36	NP	37	NP	NP	NP	36	35	NP
Indice Plastico	13	NP	14	NP	NP	NP	12	11	NP
Contenido de humedad %	13.9	17.7	22.4	5.0	4.2	3.7	4.8	8.2	9.2
Clasificación de Suelos "SUCS"	CL	SM	CL	SM	SM	SP	CL	SC	SM
EXPANSION DEL SUELO	MEDIO	BAJO	MEDIO	BAJO	BAJO	BAJO	ALTO	BAJO	BAJO

CALICATA	C-26			C - 27	C-28	C-29		C - 30	C - 31	C-32
Muestra	M-1	M-2	M-3	M-1	M-1	M-1	M-2	M - 1	M-1	M-1
Profundidad (m.)	0.20 - 0.60	0.60 - 1.10	1.10 - 1.50	0.40 - 1.50	0.30 - 1.50	0.20 - 0.60	0.60 - 1.50	0.30 - 1.50	0.60 - 1.50	0.40 - 1.50
% Pasa Malla N° 4	70.9	100	100	100	100	100	100	100	100	100
% Pasa Malla N° 200	27.3	75.1	9.2	27.9	59.2	28.4	22.3	29.1	31.8	11
% GRAVA	29.1	0	0	0	0	0	0	0	0	0
% ARENA	43.6	24.9	90.8	72.1	40.8	71.6	77.7	70.9	68.2	89
Límite líquido	29	40	NP	NP	36	NP	NP	NP	NP	NP
Índice Plástico	12	16	NP	NP	15	NP	NP	NP	NP	NP
Contenido de humedad %	6.3	10.4	2.9	4.0	7.2	5.5	2.5	7.8	2.4	2.1
Clasificación de Suelos "SUCS"	SC	CL	SP-SM	SM	CL	SM	SM	SM	SM	SP-SM
EXPANSION DEL SUELO	MEDIO	ALTO	MEDIO	BAJO	MEDIO	BAJO	BAJO	BAJO	BAJO	BAJO

Nota. Elaboración propia

Con los resultados obtenidos del análisis del suelo a nivel de subrasante, se puede determinar que presentan variables Grados de Hinchamiento y Expansión que van de Bajo - Medio - Alto, así mismo es preciso indicar que el comportamiento de estas características cambiará dependiendo del contenido de humedad o la saturación al que se hallan sometido dichos materiales.

- **Análisis de Licuefacción De Arenas**

Si bien en algunos sectores se presentan ciertas condiciones, se puede determinar qué **No** existe problemas de Asentamientos Diferenciales en los suelos, sin embargo, dada su naturaleza, es propenso a desarrollarlo de darse los demás factores.

4.2.4 Interpretación de resultados de estudio de Tráfico

Se colocaron 02 estaciones en la Av. Las Begonias y Jirón los Jazmines ya que es el ingreso principal y secundario respectivamente al AA.HH. La primavera. Se ubicaron en la intersección de Av. Las Begonias con Jirón Los Rosales y Jirón Mariscal Tito con Jirón Los Jazmines.

Se eligió el tráfico vehicular de la estación N° 01, ya que es mayor comparativamente con la estación N° 02 y concentra el 60 % del total de flujo vehicular. Por lo que se trabajaron los datos del tráfico de la estación N° 01.

El conteo vehicular arroja que las unidades livianas como son los mototaxis son las de mayor influencia, con un total de 965 und/semana.

Tabla 31

Conteo Vehicular por Semana

Tipo de Vehículo	Total
Moto Lineal	510
Moto Taxi	965
Auto	540
Camioneta Pick up	275
Camioneta Rural	4
MICRO	2
BUS 2E	478
Camión 2E	6
TOTAL	2,780

Nota. Elaboración propia

4.2.5 Interpretación de resultados Trabajo de Gabinete

4.2.6 Resultados de IMD

Con los datos ingresados en hoja de cálculo se obtiene los siguientes resultados. Se eligió la estación N°01, por ser el de mayor demanda.

Tabla 32

Cálculo de IMD Estación N° 01

SENTIDO	MOTO		AUTO	CAMIONETA		MICRO	BUS		CAMION			SEMITRAYLER					IMD	
	LINEAL	TAXI		PICK UP	RURAL		2E	3E	2E	3E	4E	2S1	2S2	2S3	3S1	3S2		3S3
E	44	76	43	21	1	0	34	0	1	0	0	0	0	0	0	0	0	219
S	28	62	34	18	0	0	33	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	176
E - S	73	137	77	39	1	1	68	0	1	0	0	0	0	0	0	0	0	396

Nota. Elaboración propia.

Se obtuvo como resultado un **IMD de 396** Veh/día.

4.2.6.1 Resultado de Diseño Geométrico.

Secciones Transversales

➤ Ancho de Carriles

Usando el Manual de Carreteras: Diseño Geométrico DG: 2018, y el Manual de Diseño Geométrico de Vías Urbanas – 2005 – VCHI, se determinó la clasificación de las vías urbanas y el ancho de la vía.

Tabla 33

Ancho de vías según su clasificación

Vías	Clasificación de vía urbana	Ancho de Vía (mt)
Jirón Los Geranios	Vía local	6.60
Av. La Primavera	Vía local	6.60
Jirón Miraflores	Vía local	6.60
Jirón Begonias	Vía local	6.60
Jirón Los Pinos	Vía local	6.60
Av. Tamarindos	Vía local	6.60
Jirón Las Rosas	Vía local	6.60
Jirón Los Ceibos	Vía local	6.60
Pasaje Las Flores	Vía local	6.60
Jirón Las Fresas	Vía local	6.60
Calle paralela Av. Guardia Civil	Vía local	6.60
Jirón Los Lirios	Vía local	6.60
Jirón Los Rosales	Vía local	6.60
Jirón Los Almendros	Vía local	6.60
Jirón San Francisco	Vía local	6.60
Jirón Los Cocos	Vía local	6.60
Jirón Las Palmeras	Vía local	6.60
Jirón Nopal	Vía local	6.60
Jirón Los Claveles	Vía local	6.60
Jirón Los Algarrobos	Vía local	6.60
Jirón Los Álamos	Vía local	6.60
Jirón Las Diamelas	Vía local	6.60
Jirón Los Pepinos	Vía local	6.60
Jirón Los Ficus	Vía local	6.60
Jirón Girasoles	Vía local	6.60
Jirón Los Laureles	Vía local	6.60

Nota. Elaboración propia

➤ **Pendientes Mínimas.**

pendientes mínimas de 0.3%.

➤ **Pendientes Máximas.**

Se adecuará a las condiciones topográficas.

➤ **Secciones Transversales.**

Se determinó dos (02) carriles de 3.30 m cada una. Y en casos excepcionales de 2.50.

➤ **Bombeo**

El Bombeo para nuestra vía será de **2.0%**

4.2.6.2 Resultado de Diseño Estructural.

Periodo de Diseño

Se ha considerado un periodo de diseño equivalente a 20 años.

Determinación del EAL de Cálculo

Se considero lo siguiente:

- Periodo de diseño : 20 años
- Tasa de crecimiento geométrico :
 - Para vehículos de pasajeros : 1.03% (Tasa de Crecimiento Anual de la Población)
 - Para vehículos de carga : 6.60% (Tasa de Crecimiento Anual del PBI Regional)
- Tráfico generado : 20%

Cálculo de la Estructura de los Pavimentos

Se ha optado por emplear un Pavimento Rígido, por lo que el cálculo se realizó con el sistema de losas AASHTO 93.

Pavimentación

Con los cálculos realizados, se determinó que la pavimentación (paquete estructural) será conformado de la siguiente manera:

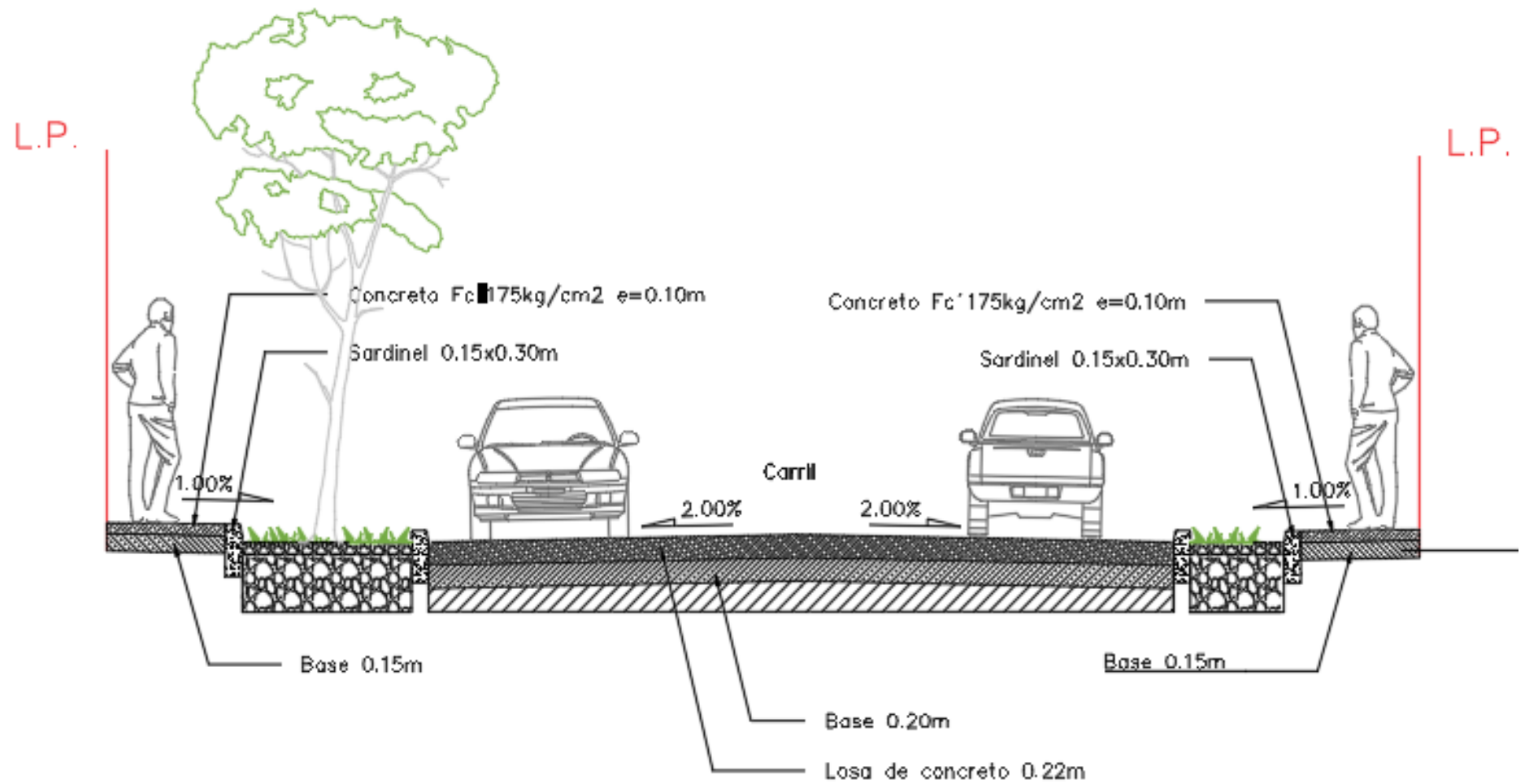
- Superficie de rodadura : Losa de concreto de $f'c= 280 \text{ Kg/cm}^2$ $e=0.22\text{m}$
- Base : Material granular, $e=0.20\text{m}$

Veredas

- Losa de concreto 175 Kg/cm^2 : 10 cm.
- Sub Base de material granular: 15 cm.
- sardineles: 15 x 30 cm, en los extremos.
- Nivel de acabado de 0.15 m de altura, respecto al eje de la Pista.
- Pendiente 1% hacia la pista.

Jardín

- Ancho variable.
- Cama de tierra de cultivo en espesor de 30cm.

Figura 28*Sección Típica a Utilizar*

Elaboración propia.

4.3 Docimasia de hipótesis

Es un proceso por el cual se examina una hipótesis en relación con la media de una población.

Prueba de hipótesis general

Formulación de hipótesis estadísticas:

- H1: El diseño geométrico y estructural es adecuado para la pavimentación en el AA. HH La Primavera, Distrito de Castilla, Piura.
- H0: El diseño geométrico y estructural NO es adecuado para la pavimentación en el AA. HH La Primavera, Distrito de Castilla, Piura.

Para el cálculo del coeficiente de correlación de Pearson, vayamos a las siguientes tablas:

Tabla 34

Diseño Geométrico y Estructural es Adecuado para la Pavimentación

		Diseño geométrico y estructural	pavimentación
Diseño geométrico y estructural	Correlación de Pearson	1	0,816**
	Sig. (bilateral) N	33	0,003 33

Nota. Elaboración propia

****.** *La correlación es directa y muy significativa (bilateral)*

El coeficiente de correlación de Pearson obtenido es 0.816, lo que indicó la existencia de una relación positiva entre las variables, en otras palabras, la dependencia entre las variables es del 82 % aproximadamente. Podemos observar que existe una tendencia lineal en la relación para verificar con exactitud la hipótesis mediante procedimientos gráficos, que, pueden resultar suficientes:

Buscamos en la tabla de t de Student para $\alpha = .005$ y $33-2 = 31$ grados de libertad.

La valoración marca una elipse: $t(0.05,31) = 1.994$

Comparando el valor t de la tabla: $3.81 > 1.994$

Para docimar una hipótesis nula con un error de 0.05. De acuerdo con el comportamiento de la muestra, la conclusión es:

Se rechaza la hipótesis nula aceptando la hipótesis alternativa, debido a que el nivel de significancia fue 0,01. Lo que indica la existencia de una relación directa entre las variables en estudios.

Prueba de hipótesis específica 1

- H1: El flujo vial y peatonal cumple con las condiciones aceptables de transitabilidad en su diseño geométrico.
- H0: El flujo vial y peatonal NO cumple con las condiciones aceptables de transitabilidad en su diseño geométrico.

Siendo el resultado de Pearson obtenido en el software Excel:

Tabla 35

Flujo Vial y Peatonal Cumple con Transitabilidad

		Diseño de Pavimentos	Flujo vial y peatonal
Diseño de Pavimentos	Correlación de Pearson	1	0,824**
	Sig. (bilateral)		0,003
	N	33	33

Nota. Elaboración propia

***.* La correlación es directa y muy significativa (bilateral)

La relación de Pearson r es 0,824; indica que existe relación positiva alta entre variables, es decir, la relación entre variables es del 82 %.

Prueba de hipótesis específica 2

- H1: La estructura para el drenaje pluvial superficial es segura y cómoda.
- Ha: La estructura para el drenaje pluvial superficial NO es segura y cómoda.

Tabla 36

Estructura para el drenaje pluvial superficial

		Características del deterioro del pavimento	Estructura
Características del deterioro del pavimento	Correlación de Pearson	1	0,839**
	Sig. (bilateral)		0,003
	N	33	33

Nota. Elaboración propia

***.* La correlación es directa y muy significativa (bilateral)

La relación de Pearson es 0,839, indicando que existe una correlación positiva alta entre las variables, es decir, del 84 % aproximadamente.

Prueba de hipótesis específica 3

Formulamos las hipótesis estadísticas:

- H1: Los trabajos de conservación del pavimento requeridos son adecuados.
- H0: Los trabajos de conservación del pavimento requeridos NO son adecuados.

Tabla 37

Trabajos de conservación del pavimento

		Trabajos de conservación	Tipos de pavimento
	Correlación de	1	,856**
Trabajos de conservación	Pearson		,003
	Sig. (bilateral)	33	33
	N		

Nota. Elaboración propia

***.* La correlación es directa y muy significativa (bilateral)

La relación de Pearson es 0,856, indicándonos que existe una correlación positiva muy fuerte entre las variables, es decir, es del 86 % aproximadamente.

V. DISCUSIÓN DE LOS RESULTADOS

En el presente capítulo se muestran los resultados de las investigaciones de campo, ensayos de laboratorio, clasificación de suelos, capacidad de soporte (CBR), ensayos químicos, diseño geométrico, diseño estructural y además los criterios de ingeniería, se concluye en el diseño geométrico y estructural para la pavimentación del AA.HH. La Primavera, las mismas que a continuación se describen:

I. Descripción del Suelo.

El suelo promedio está conformado predominantemente por arena limosa (SM) sin plasticidad, color beige claro, estado húmedo, consistencia firme, estructura homogénea.

Condiciones de pavimentación:

Para el caso de suelos contaminados (con material orgánico o desmonte), deberán ser totalmente eliminados ya que estos son inadecuados para la construcción de una pavimentación.

Problemas de soporte de pavimentación:

Se recomienda realizar un mejoramiento de la Sub Rasante, para los suelos de naturaleza Arcillosa: "SC" Arena Arcilla, "CL" Arcilla de Mediana Plasticidad (C-04, C-09, C-10 y C-26), con la colocación de 0.60m., de Material Granular Tipo Hormigón, en capas de 0.20m., compactadas al 95% de su Máxima densidad Seca y su Optimo Contenido de Humedad.

II. Descripción del Diseño Geométrico.

Se estableció una sección de 6.60m de ancho de calzada, compuesta por dos (02) carriles de 3.30m, con pendientes mínimas de 0.3% y la máxima que se adecuará a la topografía del terreno y con un bombeo de 2%.

Condiciones de Diseño Geométrico.

Se tendrán presente los estudios de campo obtenidos, en concordancia con las normas vigentes y el Manual de Carretera: Diseño Geométrico DG-2018.

Problemas de Diseño Geométrico

La infraestructura vial existente, como veredas y viviendas no alineadas, aunado a que los pobladores han invadido las veredas peatonales con escalera, cercas, etc. Podrían ocasionar problemas en cuanto a la definición de la sección de la vía.

III. Descripción del Diseño Estructural.

Se empleará un pavimento rígido, con una adecuada pendiente y superficie de rugosidad.

Condiciones de Diseño Estructural.

Se ha optado por emplear un Pavimento Rígido. Conformado por un paquete estructural de: losa de concreto de $f'c=280$ kg/cm², de espesor 0.22m y base granular de 0.20m.

Figura 29

Descripción de Paquete Estructural



Elaboración propia

Problemas de Diseño Estructural

En el AA.H.H. La Primavera, los suelos de sub rasante en algunos casos presentan una baja capacidad de soporte (CBR) como se indican en las calicatas C-19 y C-26, por lo que podrían generar asentamientos en la pavimentación, por cuanto se recomienda mejorar la sub rasante con un material granular tipo hormigón de 0.60m de espesor.

IV. Descripción de la hipótesis.

Considerando la **hipótesis general** se rechaza la hipótesis nula y se afirma que: El diseño geométrico y estructural es adecuado para la pavimentación en el AA. HH La Primavera, Distrito de Castilla, Piura.

La carretera se diseña para un volumen de tránsito, que se determina como demanda diaria promedio a servir hasta el final del período de diseño, calculado como el número de vehículos promedio, que utilizan la vía por día actualmente y que se incrementa con una tasa de crecimiento anual.

Considerando la **hipótesis específica 1**, se rechaza la hipótesis nula y se afirma que: El flujo vial y peatonal cumple con las condiciones aceptables de transitabilidad en su diseño geométrico.

Una carretera debe estar diseñada para soportar el volumen de tráfico que es probable que ocurra en la vida útil del proyecto.

Considerando la **hipótesis específica 2**, se rechaza la hipótesis nula y se afirma que: La estructura para el drenaje pluvial superficial es segura y cómoda. En vías urbanas, cuando se tiene la posibilidad de elegir la pendiente a emplear en un alineamiento vertical, se deberá tener presente las consideraciones económicas, constructivas y los efectos de la gradiente en la operación vehicular.

Considerando la **hipótesis específica 3**, se rechaza la hipótesis nula y se afirma que: Los trabajos de conservación del pavimento requeridos son adecuados. No obstante, el establecimiento de la vida útil de una carretera requiere la evaluación de las variaciones de los principales parámetros en cada segmento de esta, cuyo análisis reviste cierta complejidad por la obsolescencia de la propia infraestructura o inesperados cambios en el uso de la tierra, con las consiguientes modificaciones en los volúmenes de tráfico, patrones, y demandas.

CONCLUSIONES

1. Se realizó el diseño geométrico y estructural para la pavimentación en el AA.HH. La Primavera del Distrito de Castilla, Piura, cumpliendo con los parámetros que indica el Manual de Carretera: Diseño Geométrico DG-2018 y la metodología AASHTO 93.
2. Se realizó el levantamiento topográfico y se determinó el trazo horizontal, el perfil longitudinal y altura por eje de cada calle, de acuerdo a las normas establecidas. Además, se determinó una topografía plana, las cotas del terreno oscilan entre 36.70 m.s.n.m. (cota más baja), y 38.00 m.s.n.m. (cota más alta). Además, se determinó una longitud total de vías de 12,027.65m.
3. Se realizó el estudio de suelos (EMS) ejecutando la exploración a cielo abierto de treinta y dos (32) calicatas. Se determinó un CBR de diseño de 12%, por lo que se concluye que la calidad de la subrasante es buena.
4. Se realizó el estudio de tráfico, con los datos obtenidos en campo se determinó el índice medio diario anual (IMDa), arrojando un resultado de 396 veh/día, y un ESAL equivalente a 2250751 Tn.
5. Se realizó el Diseño Geométrico, se determinó una velocidad de Diseño $V= 30$ km/h, una sección típica de una (01) calzada de ancho 6.60m, compuesta por dos (02) carriles (ambos sentidos), bombeo de 2%, pendientes mínimas de 0.3%. Además, contara con área de jardín y veredas peatonales con anchos acordes al alineamiento de las viviendas, logrando una geometría en concordancia con el Manual de Carreteras: Diseño Geométrico DG-2018.
6. Se realizó el Diseño Estructural, determinando utilizar una superficie de rodadura de losa de concreto de $f'c= 280$ Kg/cm², de espesor 0.22m y base granular de 0.20, con el fin de que tenga un buen comportamiento a las solicitaciones de cargas del Tráfico vial.

RECOMENDACIONES

1. De acuerdo los resultados obtenidos en el estudio de suelos, se recomienda eliminar el material contaminado, y remplazado por un material granular tipo hormigón con adecuadas propiedades físicas, mecánicas y químicas.
2. Para la Base Granular se recomienda que debe cumplir con las Especificaciones Técnicas Generales para la Construcción de Carreteras del MTC. Se deberá colocar un material que cumpla con un CBR superior al 80% y compactada al 100% de la máxima densidad seca del Proctor Modificado. Se recomienda la Gradación B. Además, la base debe tener un espesor de 20cm.
3. De acuerdo a los resultados del diseño geométrico, se recomienda una sección de vía, compuesta por una calzada de 6.60m, jardineras laterales y veredas peatonales, todo ello en total armonía con la geometría de la vía existente.
4. De acuerdo al diseño estructural, para la pavimentación del AA.HH. La Primavera, se ha tenido en consideración la visualización de los pavimentos existentes, y además de otros pavimentos ejecutados en el distrito, por lo que se recomienda emplear un Pavimento Rígido con el sistema de losas AASHTO, ya que posee un adecuado comportamiento a las solicitaciones de carga del tráfico vial.

Considerando un periodo de diseño equivalente a 20 años, se ha diseñado un pavimento rígido, de las siguientes características:

- Losa de concreto : $F'c=280 \text{ Kg/cm}^2$, espesor 220 mm
 - Base granular : CBR > 80%, de espesor 200 mm
5. De acuerdo al estudio de investigación para la pavimentación y a los trabajos que ello conlleva, se recomienda tener en cuenta las interferencias al ejecutar las explanaciones, como son las tuberías en las redes de agua y desagüe.

REFERENCIAS BIBLIOGRÁFICAS

- Arriaga, M., Garnica, P., & Rico, A. (1998). *Instituto Mexicano de Transportes secretaria de Comunicaciones y Transportes*. Índice Internacional de Rugosidad en la red carretera: <https://www.imt.mx/archivos/Publicaciones/PublicacionTecnica/pt108.pdf>
- Cabrera , F., & Matute, L. (2019). *Inventario vial de la avenida Samborondón determinando categorización, oferta vehicular yu nivel de servicio*. [Tesis de Pregrado] Repositorio institucional de la Universidad de Especialidades Espiritu Santo, Samborondón – Ecuador, Samborondóm. <http://repositorio.uees.edu.ec/123456789/3189>
- Calderón, C., & Servén, L. (July - december de 2004). *The Effects of Infrastructure Development on Growth and Income Distribution*.
- Carpio, F. P. (2017). *Sistema institucional para la gestión de estrategias de planificación y conservación de caminos rurales en la provincia del Azuay*. . [Tesis de Maestría], Repositorio institucional de la Universidad de Cuenca, Cuenca - Ecuador.
- Chávez, E. (2019). *Comparación del cloruro de magnesio (Bischofita) frente al cloruro de sodio como estabilizante químico para mejorar la subrasante en la vía a la cantera Santa Rita, Distrito de Pariñas - Talara - Piura, 2018*. [Tesis de maestría] Repositorio institucional de la Universidad Privada Antenor Orrego, Talara. Obtenido de <https://hdl.handle.net/20.500.12759/5060>
- Comunicaciones, M. d. (2018). Manual de diseño de carreteras no pavimentadas de bajo volumen de tránsito. Lima.
- Construcción, I. y. (2018). *civilgeeks.com*. Obtenido de Manual de Diseño estructural de Pavimentos rígidos: <https://civilgeeks.com/2018/09/07/manual-de-diseno-estructural-de-pavimentos-rigidos/>
- Cordero Garcés, M. O., & Arteaga Hernández, M. L. (2018). *Diseño geométrico de la vía, desde bello horizonte hasta la fanca en la ciudad de Bahía de Caraquez*. *Repositorio de la UNESUM*. Facultad de Ciencias Tecnicas, Ecuador. <http://repositorio.unesum.edu.ec/handle/53000/1199>

- Correa Montoya, M. (2021). *Manual de diseño de vías urbanas*. Repositorio institucional de la Universidad de EAFIT. <http://hdl.handle.net/10784/29835>
- Crespo del Rio, R. (1999). *Medida de la geometría de carreteras*. España. <http://www.aepo.es/aepoold/ausc/publ/geometria.pdf>.
- De Solminihac T., H., Echaveguren N, T., & Chamorro G., A. (2018). *Gestión de la Infraestructura Vial (Tercera edición)*. Santiago de Chile. Ediciones universidad católica de Chile.
- Decreto Supremo N° 004-2021-EM*. (2021). Obtenido de Ministerio de Energía y Minas:
<https://cdn.www.gob.pe/uploads/document/file/1733531/DS%20N%C2%B0%20004-2021-EM.pdf.pdf>
- Exterior, C. d. (2018). *Memoria Anual*.
https://www.comexperu.org.pe/upload/articles/memoria/Memoria_COMEXPERU_2018.pdf
- Garrido Zapata, G. D., & Matos Flores , A. E. (2020). *Propuesta de modelo de inventario vial para implementar un plan de conservación vial en la red departamental de bajo volumen*. [Tesis para obtener el título de Ingeniero Civil], Repositorio institucional de la Universidad Ricardo Palma, Lima. <https://hdl.handle.net/20.500.14138/3684>
- Gouro, C. (2018 de febrero de 2018). Las Vias de la región Piura carreteras no pavimentadas. (Infomercado, Entrevistador)
- Hernández, C., & Baptista, P. (2014). *Metodología de la Investigación* (Sexta ed.). México: McGraw-Hill.
<https://www.uca.ac.cr/wp-content/uploads/2017/10/Investigacion.pdf>
- Hernández, R., Méndez, S., Mendoza, C., & Cuevas, A. (2017). *Fundamentos de investigación* (Primera ed.). México: McGraw-Hill Education. <https://catalogo.cecar.edu.co/cgi-bin/koha/opac-detail.pl?biblionumber=31484>
- Kraemer, C., Pardillo, J. M., Rocci, S., Romana, M. G., Sánchez Blanco, V., & Del Val, M. Á. (2003). *Ingeniería de Carreteras* (Vol. I). (C. F. Madrid, Ed.) España.
- Martínez, O. P. (2008). *Definición de un índice de Rugoridad Intensivo de pavimento orientado a mantenimiento*. Santaigo de Chile.

- MTC. (2018). *Ministerio de Transportes y Comunicaciones*. Manual de carreteras mantenimiento o conservación vial:
https://portal.mtc.gob.pe/transportes/caminos/normas_carreteras/MTC%20NORMAS/ARCH_PDF/MAN_9%20MCV-2014_2016.pdf
- Napaico, K. (2019). *Aplicación del Índice de Rugosidad Internacional "IRI" en la Gestión De Conservación Vial Urbana*. [Título de grado] , Repositorio institucional de la Universidad Peruana Los Andes.
<https://www.leanconstruction.org/wpcontent/uploads/2021/06/Last-Planner-Workbook-rev5.pdf>
- Ocaña Torrejón, H. (2018). *Propuesta técnica para el diseño geométrico y diseño estructural del pavimento flexible, pavimento semiflexible y pavimento rígido para la avenida Las Amapolas, en los distritos de Veintiseis de Octubre y Piura, provincia de Piura, Región Piura*. Repositorio institucional de la Universidad Nacional de Piura.
<http://repositorio.unp.edu.pe/handle/UNP/1247>
- Paterson, W. D. (2017). *Road deterioration and maintenance Effects: Models for planning and management*. <https://trid.trb.org/view/380796>
- Perafan, W. (2014). *Guía para el mantenimiento rutinario de vías no pavimentadas*. [Trabajo de grado como requisito para optar al título de Especialista en Vías y Transporte]. Repositorio institucional de la Universidad de Medellín.
- Pérez, L. (2015). *Introducción a la Vialidad*. Retrieved from MOP - Dirección de Vialidad.
<http://www.vialidad.cl/areasdevialidad/laboratorionacional/MaterialCursos/CIase%20de%20Vialidad%20C%202015.pdf>
- Philips. (2013). *Philips Annual Report 2013: Employee Selection*.
<https://www.results.philips.com/publications/ar13>
- Purisaca Llontop, N. F. (2018). *Diseño Geométrico de la Carretera: P. J. Federico Villarreal C.P.M. Las Salinas, Distrito de Tucume – Lambayeque - Lambayeque*. Universidad Nacional Pedro Ruiz Gallo, Lambayeque.
<https://hdl.handle.net/20.500.12893/1603>
- Ruiz , B. C. (2011). *Análisis de los factores que producen el deterioro de los pavimentos rígidos*. [Tesis para optar el título de Ingeniero Civil, Escuela Politécnica de Sangolqui, Ecuador].

SERVIU. (2020). *Ministerio de Vivienda y Urbanismo*. Obtenido de Manual de Obras Viales, Pavimentación y Aguas Iluvias: <http://pavimentacion.metropolitana.minvu.cl/mpall3.asp>

Vásquez Cordano, A., & Bendezú Medina, L. (setiembre de 2008). *Ensayos sobre el rol de la infraestructura vial en el crecimiento económico del Perú*. (E. N. S.A.C., Ed.) Obtenido de Diagnóstico y Propuesta.

Zapata García, J. H. (2020). *Nivel de servicio y mejoramiento de diseño geométrico en avenida Prolongación Grau de la ciudad de Piura*.

Repositorio institucional de la Universidad Privada Antenor Orrego - UPAO, Piura. <https://hdl.handle.net/20.500.12759/6948>

ANEXOS






















ANEXO 01: INSTRUMENTO DE RECOLECCIÓN DE DATOS

FORMULARIO N° 1

CLASIFICACION VEHICULAR

TRAMO	
SENTIDO	
UBICACIÓN	

ESTACION	
DIA	
FECHA	

HORA	MOTO	MOTOTA	AUTO	CAMIONETAS		MICRO	BUS		CAMION			SEMI TRAYLER				TRAYLER				TOTAL			
	LINEAL	XI		PICK UP	PANEL		2 E	3 E	2 E	3 E	4 E	2S1	2S2	2S3	3S1	3S2	≥ 3S3	2T2	2T3		3T2	3T3	
0-1																							
1-2																							
2-3																							
3-4																							
4-5																							
5-6																							
6-7																							
7-8																							
8-9																							
9-10																							
10-11																							
11-12																							
12-13																							
13-14																							
14-15																							
15-16																							
16-17																							
17-18																							
18-19																							
19-20																							
20-21																							
21-22																							
22-23																							
23-24																							
TOTALES																							

ENCUESTADOR : _____

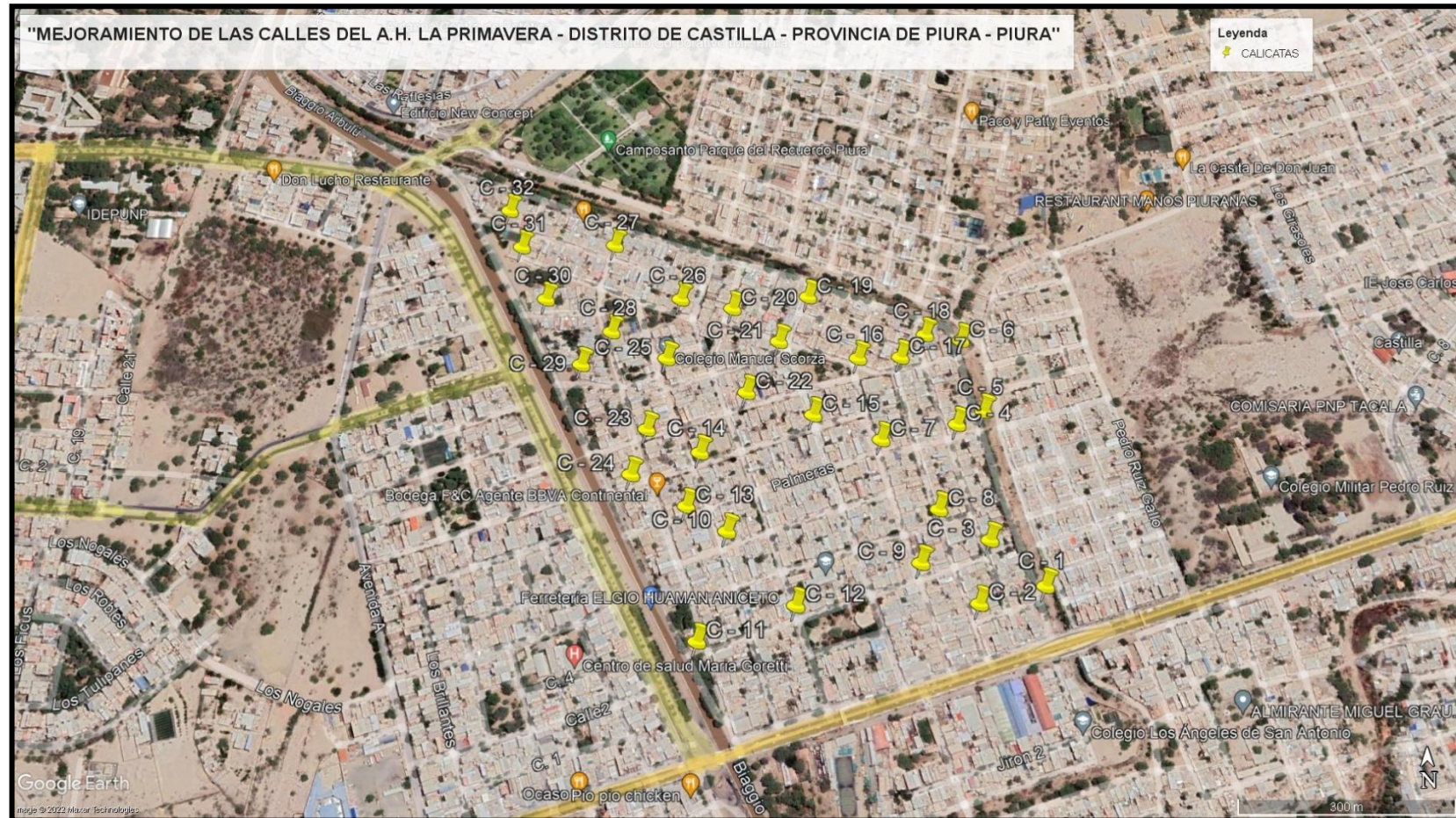
ING.RESPONS: _____

SUPERV.MTCC : _____

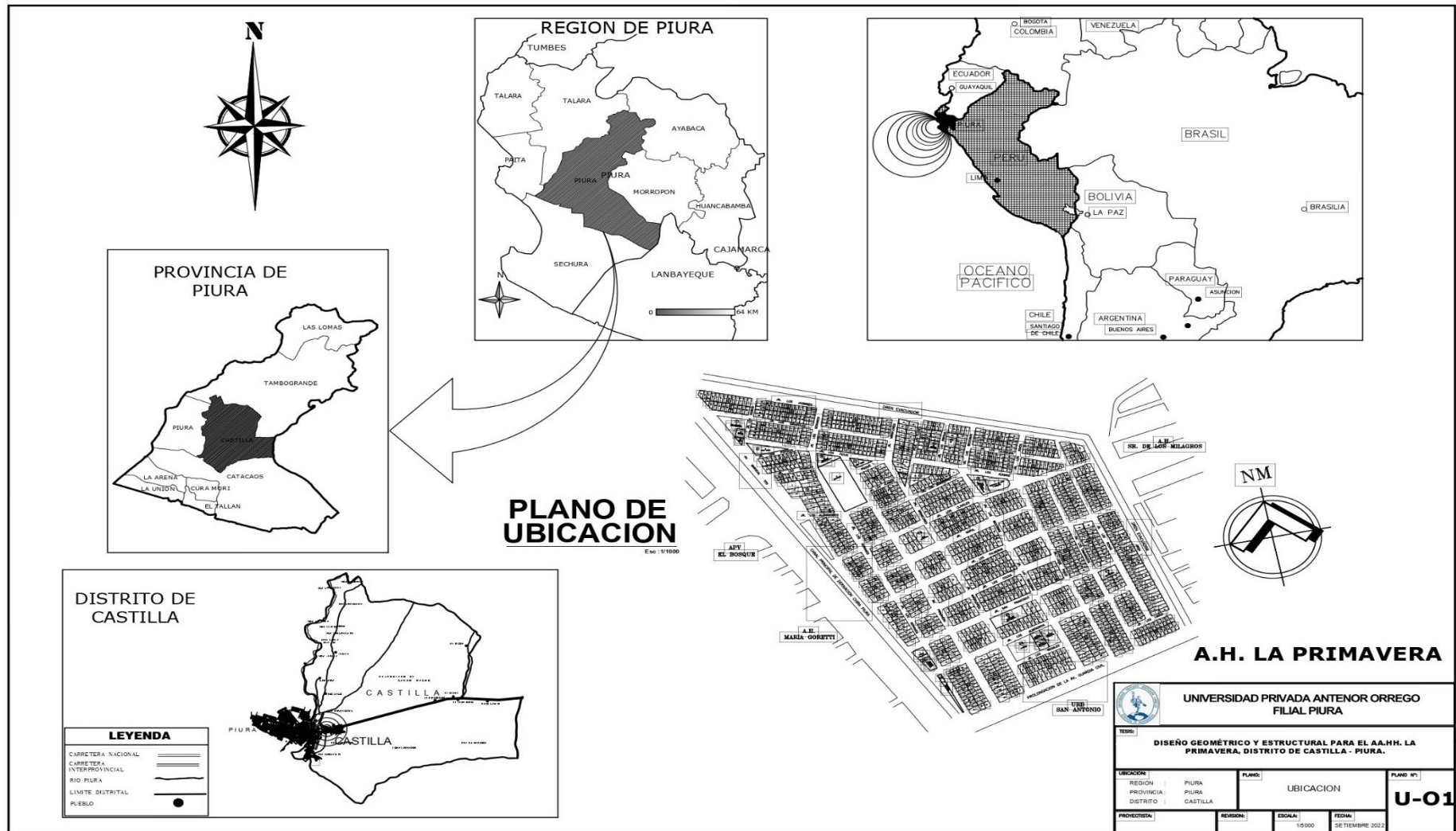
ANEXO 02: EVIDENCIAS DE LA EJECUCIÓN DE LA PROPUESTA

Mapa de ubicación de calicatas

zona de intervención en el Distrito de Castilla – Piura



PLANO DE UBICACIÓN



PANEL FOTOGRAFICO



GRANULOMETRIA

LIMITES

PROCTOR

CBR

SALES SOLUBLES

ENSAYOS MECANICOS

REGISTRO DE CALICATAS

PERFIL ESTATIGRAFICO

ANEXO 03: R.D QUE APRUEBA EL PROYECTO DE INVESTIGACIÓN



UPAO | Facultad de Ingeniería

Trujillo, 27 de setiembre del 2022

RESOLUCIÓN N° 1916-2022-FI-UPAO

VISTO, el informe favorable del Jurado Evaluador del Proyecto de Tesis, titulado "**DISEÑO GEOMETRICO Y ESTRUCTURAL PARA LA PAVIMENTACIÓN EN EL AA. HH. LA PRIMAVERA DEL DISTRITO DE CASTILLA, PIURA**", de los Bachilleres: **GALECIO PURIZACA, WILFREDO y VILLEGAS HUAYANAY, ALEX CHRISTIAN**, del Programa de Estudio de Ingeniería Civil, y;

CONSIDERANDO:

Que, el Jurado Evaluador conformado por los señores docentes: **Dr. ENRIQUE LUJAN SILVA**, Presidente; **Ing. PAUL HENRIQUEZ ULLOA**, Secretario; **Ing. CESAR CANCINO RODAS**, Vocal; han revisado el Proyecto de Tesis, encontrándolo conforme, y;

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

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

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

SE RESUELVE:

PRIMERO: APROBAR la modalidad de titulación solicitada por los Bachilleres: **GALECIO PURIZACA, WILFREDO y VILLEGAS HUAYANAY, ALEX CHRISTIAN**, consistente en presentación, ejecución y sustentación de una **TESIS** para optar el título profesional de **INGENIERO CIVIL**.

SEGUNDO: APROBAR y DISPONER la inscripción del Proyecto de Tesis titulado: "**DISEÑO GEOMETRICO Y ESTRUCTURAL PARA LA PAVIMENTACIÓN EN EL AA. HH. LA PRIMAVERA DEL DISTRITO DE CASTILLA, PIURA**".

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

REGÍSTRESE, COMUNÍQUESE Y ARCHÍVESE.



[Firma]
Dr. Ángel Alanoça Quenta
DECANO

C. Copia
E3 Archivo
El Programa de Estudio de Ingeniería Civil
A.A.Q./D. Karín

ANEXO 04: CONSTANCIA DE LA INSTITUCIÓN DONDE SE HA DESARROLLADO LA PROPUESTA DE INVESTIGACIÓN



BUENAVENTURA
CONSTRUCTORES Y
CONTRATISTAS GRALES. S.R.L.

CONSTANCIA

El que suscribe Sr. **MARIANO CHAVEZ VILCHEZ**, Representante legal de la Empresa constructora BUENAVENTURA CONSTRUCTORES Y CONTRATISTAS GENERALES S.R.L., de la ciudad de Piura.

HACE CONSTAR QUE:

Los señores:

- **GALECIO PURIZACA, WILFREDO**
- **VILLEGAS HUAYANAY, ALEX CHRISTIAN**

Bachilleres de ingeniería civil de la Universidad Privada Antenor Orrego- Piura han realizado su proyecto de tesis titulado: **“DISEÑO GEOMÉTRICO Y ESTRUCTURAL PARA LA PAVIMENTACIÓN EN EL AA.HH. LA PRIMAVERA DEL DISTRITO DE CASTILLA, PIURA”**, desde el 12 de noviembre de 2021 al 30 de junio de 2022 cumpliendo eficientemente el cronograma presentado.

Se expide la presente a solicitud de los interesados para los fines que crea conveniente.

Piura ,28 de octubre de 2022

Atentamente,


BUENAVENTURA CONSTRUCTORES
CONTRATISTAS GENERALES S.R.L.

Lic. Mariano Chavez Vilchez
GERENTE



ANEXO 05: COMPROMISO DEL ASESOR**COMPROMISO DEL ASESOR**

Merino Martínez Marcelo Edmundo, docente de la Escuela Profesional de Ingeniería Civil identificado con ID 000025374 debidamente colegiado y habilitado con CIP 77111, me comprometo a asesorar el proyecto de tesis titulado **“CONSERVACIÓN VIAL EN CARRETEREAS NO PAVIMENTADAS Y SU PROCESO CONSTRUCTIVO EN EL AA. HH MANUEL GONZALES PRADA DEL DISTRITO DE CASTILLA-PIURA”** cuyos autores son los bachilleres Galecio Purizaca, Wilfredo y Villegas Huayanay, Alex Christian; hasta la sustentación de la misma.

Trujillo, 14 de mayo de 2022



Ing. Marcelo Edmundo, Merino Martínez

CIP. 77111

c.c. Archivo