



UNIVERSIDAD NACIONAL PEDRO RUIZ GALLO



FACULTAD DE INGENIERÍA CIVIL, DE SISTEMAS Y DE ARQUITECTURA

ESCUELA PROFESIONAL DE INGENIERÍA CIVIL

TESIS

Estudio definitivo de pavimentación del pueblo joven Santa Elena, del distrito de Chiclayo, provincia de Chiclayo, departamento de Lambayeque

PARA OBTENER EL TÍTULO PROFESIONAL DE:

Ingeniera Civil

Autor:

Bach. Yajaira Vanessa Nizama Vite

Asesor:

Mg. Ing. Roger Antonio Anaya Morales

Lambayeque, Perú

Octubre 2026



UNIVERSIDAD NACIONAL PEDRO RUIZ GALLO



FACULTAD DE INGENIERÍA CIVIL, DE SISTEMAS Y DE ARQUITECTURA

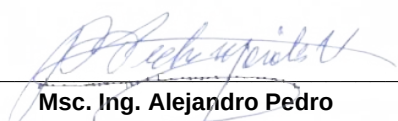
ESCUELA PROFESIONAL DE INGENIERÍA CIVIL

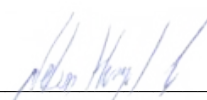
TESIS

Estudio definitivo de pavimentación del pueblo joven Santa Elena, del distrito de Chiclayo, provincia de Chiclayo, departamento de Lambayeque

PARA OBTENER EL TÍTULO PROFESIONAL DE INGENIERA CIVIL

APROBADO POR EL SIGUIENTE JURADO:


Msc. Ing. Alejandro Pedro
Morales Uchofen
Presidente


Dr. Ing. Nelson Enrique
Huangal Castañeda
Vocal


Msc. Ing. Wesley Amado
Salazar Bravo
Secretario


Mg. Ing. Roger Antonio
Anaya Morales
Asesor



ACTA DE SUSTENTACIÓN N° 049-2026-UI-FICSA

Siendo las 12:00 am del día 12 de octubre del 2026, se reunieron los miembros de jurado de la Tesis titulada: **“ESTUDIO DEFINITIVO DE PAVIMENTACIÓN DEL PUEBLO JOVEN SANTA ELENA DEL DISTRITO DE CHICLAYO, PROVINCIA DE CHICLAYO, DEPARTAMENTO DE LAMBAYEQUE”** con código N° IC_V_2024_065, y designado por Resolución Decanal N° 872-2024-UNPRG-FICSA con la finalidad de Evaluar y Calificar la sustentación de la tesis profesional antes mencionada, conformado por los siguientes docentes:

MSC. ING. ALEJANDRO PEDRO MORALES UCHOFEN
MSC. ING. WESLEY AMADO SALAZAR BRAVO
DR. ING. NELSON ENRIQUE HUANGAL CASTAÑEDA

PRESIDENTE
SECRETARIO
VOCAL

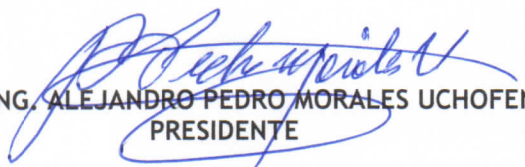
Asesorado por MSC. ING. ROGER ANTONIO ANAYA MORALES.

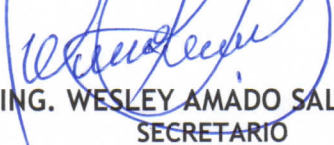
El acto de sustentación fue autorizado por OFICIO VIRTUAL N° 226-2026-UIFICSA, la tesis profesional fue presentada y sustentada por el Bachiller: **YAJAIRA VANESSA NIZAMA VITE**, tuvo una duración de 80 minutos Después de la sustentación, y absueltas las preguntas y observaciones de los miembros del jurado; se procedió a la calificación respectiva:

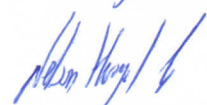
	NUMERO	LETRAS	CALIFICATIVO
YAJAIRA VANESSA NIZAMA VITE	<u>17</u>	<u>DIECISIETE</u>	<u>BUENO</u>

Por lo que queda APTA para obtener el Título Profesional de **INGENIERA CIVIL** de acuerdo con la Ley Universitaria 30220 y la normatividad vigente de la Facultad de Ingeniería Civil De Sistemas y de Arquitectura de la Universidad Nacional Pedro Ruiz Gallo.

Siendo las 13:20 hr; del mismo día, se dio por concluido el presente acto académico, dándose conformidad al presente acto, con la firma de los miembros del jurado.


MSC. ING. ALEJANDRO PEDRO MORALES UCHOFEN
PRESIDENTE


MSC. ING. WESLEY AMADO SALAZAR BRAVO
SECRETARIO


DR. ING. NELSON ENRIQUE HUANGAL CASTAÑEDA
VOCAL


MSC. ING. ROGER ANTONIO ANAYA MORALES
ASESOR



CONSTANCIA DE VERIFICACION DE ORIGINALIDAD

Yo Roger Antonio Anaya Morales usuario revisor de Tesis ☒
Trabajo de Suficiencia Profesional ☐ y/o Trabajo Académico ☐

Titulado: ESTUDIO DEFINITIVO DE PAVIMENTACIÓN DEL PUEBLO JOVEN SANTA ELENA DEL DISTRITO DE CHICLAYO, PROVINCIA DE CHICLAYO, DEPARTAMENTO DE LAMBAYEQUE

Cuyo autor es: Yajaira Vanessa Nizama Vite; con DNI N° 72401300; declaro que la evaluación realizada por el Programa informático, ha arrojado un porcentaje de similitud 17%, verificables en el Resumen del Reporte automatizado de similitudes que se acompaña.

El suscrito analizó reporte y concluyó que cada una de las coincidencias detectadas dentro del porcentaje de similitud permitido no constituyen plagio y que el documento cumple con la integridad científica y con las normas para el uso de citas y referencias establecidas en los protocolos respectivos,

Se cumple con adjuntar el Recibo Digital a efectos de la trazabilidad respectiva del proceso.

Lambayeque, 04 de agosto del 2026



.....
Asesor

Mg. Ing. Roger Antonio Anaya Morales

DNI 16710275

Adjunta:

Resumen de Reporte automatizado de similitudes

Recibo digital



Recibo digital

Este recibo confirma que su trabajo ha sido recibido por **Turnitin**. A continuación podrá ver la información del recibo con respecto a su entrega.

La primera página de tus entregas se muestra abajo.

Autor de la entrega: Yajaira Vanessa Nizama Vite
Título del ejercicio: Quick Submit
Título de la entrega: ESTUDIO DEFINITIVO DE PAVIMENTACIÓN DEL PUEBLO JOVEN...
Nombre del archivo: 1._Tesis_final.docx
Tamaño del archivo: 8.2M
Total páginas: 124
Total de palabras: 17,528
Total de caracteres: 95,819
Fecha de entrega: 31-jul-2026 08:35p.m. (UTC-0500)
Identificador de la entrega: 3006325834




Asesor
Mg. Ing. Roger Antonio Anaya Morales
DNI 16710275

ESTUDIO DEFINITIVO DE PAVIMENTACIÓN DEL PUEBLO JOVEN SANTA ELENA DEL DISTRITO DE CHICLAYO, PROVINCIA DE CHICLAYO, DEPARTAMENTO DE LAMBAYEQUE

INFORME DE ORIGINALIDAD

17%

ÍNDICE DE SIMILITUD

17%

FUENTES DE INTERNET

%

PUBLICACIONES

%

TRABAJO DEL ESTUDIANTE

FUENTES PRIMARIAS

1	hdl.handle.net Fuente de Internet	7%
2	repositorio.unprg.edu.pe Fuente de Internet	1%
3	repositorio.ucv.edu.pe Fuente de Internet	1%
4	renati.sunedu.gob.pe Fuente de Internet	1%
5	repositorio.udh.edu.pe Fuente de Internet	1%
6	repositorioacademico.upc.edu.pe Fuente de Internet	1%
7	www.studocu.com Fuente de Internet	<1%
8	repositorio.uss.edu.pe Fuente de Internet	<1%
9	tesis.usat.edu.pe Fuente de Internet	<1%
10	alicia.concytec.gob.pe Fuente de Internet	<1%
11	repositorio.unsm.edu.pe Fuente de Internet	<1%
12	repositorio.uncp.edu.pe Fuente de Internet	<1%
13	repositorio.uap.edu.pe Fuente de Internet	<1%
14	www.scribd.com Fuente de Internet	<1%

Asesor
Mg. Ing. Roger Antonio Anaya Morales
DNI 16710275

repositorio.unicauca.edu.co:8080

15	Fuente de Internet	<1 %
16	www.congreso.gob.pe Fuente de Internet	<1 %
17	idoc.pub Fuente de Internet	<1 %
18	pdfcoffee.com Fuente de Internet	<1 %
19	dspace.ups.edu.ec Fuente de Internet	<1 %
20	www.repositorio.unach.edu.pe Fuente de Internet	<1 %
21	dspace.ucacue.edu.ec Fuente de Internet	<1 %
22	repositorio.unfv.edu.pe Fuente de Internet	<1 %
23	cdn.www.gob.pe Fuente de Internet	<1 %
24	repositorio.unap.edu.pe Fuente de Internet	<1 %
25	repositoriousco.co Fuente de Internet	<1 %
26	repositorio.unp.edu.pe Fuente de Internet	<1 %
27	repositorio.unach.edu.pe Fuente de Internet	<1 %
28	vsip.info Fuente de Internet	<1 %
29	correo.muniferrenafe.gob.pe Fuente de Internet	<1 %
30	www.buenastareas.com Fuente de Internet	<1 %
31	repositorio.usmp.edu.pe Fuente de Internet	<1 %
32	vdocuments.mx Fuente de Internet	<1 %

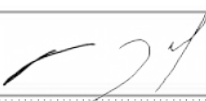

 Asesor
 Mg. Ing. Roger Antonio Anaya Morales
 DNI 16710275

		<1 %
33	www.mef.gob.pe Fuente de Internet	<1 %
34	noesis.uis.edu.co Fuente de Internet	<1 %
35	repositorio.unasam.edu.pe Fuente de Internet	<1 %
36	repositorio.unica.edu.pe Fuente de Internet	<1 %
37	repositorio.uprit.edu.pe Fuente de Internet	<1 %
38	www.coursehero.com Fuente de Internet	<1 %
39	bffrepositorio.unal.edu.co Fuente de Internet	<1 %
40	intranet.cip.org.pe Fuente de Internet	<1 %
41	repositorio.usil.edu.pe Fuente de Internet	<1 %
42	repositoriobibliotecas.uv.cl Fuente de Internet	<1 %
43	fdocuments.ec Fuente de Internet	<1 %
44	repositorio.ulead.edu.ec Fuente de Internet	<1 %
45	repositorio.utea.edu.pe Fuente de Internet	<1 %
46	repository.unipiloto.edu.co Fuente de Internet	<1 %
47	ayura.udea.edu.co:8080 Fuente de Internet	<1 %
48	repositorio.autonomadeica.edu.pe Fuente de Internet	<1 %
49	repositorio.uni.edu.pe Fuente de Internet	<1 %



Asesor
Mg. Ing. Roger Antonio Anaya Morales
DNI 16710275

		<1 %
50	repositorio.upse.edu.ec Fuente de Internet	<1 %
51	www.minem.gob.pe Fuente de Internet	<1 %
52	construpedia.ai Fuente de Internet	<1 %
53	repositorio.saberec5.com.ec Fuente de Internet	<1 %
54	ponce.sdsu.edu Fuente de Internet	<1 %
55	vdocuments.es Fuente de Internet	<1 %
56	www.pluz.pe Fuente de Internet	<1 %
57	www.portalautomotriz.com Fuente de Internet	<1 %
58	www.slideshare.net Fuente de Internet	<1 %
59	bvpad.indeci.gob.pe Fuente de Internet	<1 %
60	fp2.org Fuente de Internet	<1 %
61	pirhua.udep.edu.pe Fuente de Internet	<1 %
62	pt.scribd.com Fuente de Internet	<1 %
63	repositorio.upla.edu.pe Fuente de Internet	<1 %
64	repositorio.uta.edu.ec Fuente de Internet	<1 %
65	www.repositorio.usac.edu.gt Fuente de Internet	<1 %
66	cybertesis.uni.edu.pe Fuente de Internet	<1 %


 Asesor
 Mg. Ing. Roger Antonio Anaya Morales
 DNI 16710275

DEDICATORIA

A Dios por estar siempre conmigo.

A mis padres Cesar Nizama Cruz y Flor Vite Maco, por su esfuerzo y apoyo constante, y por ser mi mayor motivación; a mis hermanos, Zayhuri, Alexander y Jhonatan, por compartir mucho con ellos y por dejarme demostrarles que con dedicación y esfuerzo se puede lograr mucho en esta vida; y a mi abuela Elena Maco Pérez por darme su apoyo cada vez que me visitaba.

AGRADECIMIENTO

A Dios, por bendecir mi vida, y permitirme alcanzar este logro.

A la Escuela Profesional De Ingeniería Civil De La Universidad Nacional Pedro Ruiz Gallo, por las enseñanzas brindadas por medio de sus docentes, y permitirme formarme en esta carrera.

Al Ingeniero Roger A. Anaya Morales, por ser mi asesor, y guiarme con sus conocimientos en la elaboración de esta tesis.

ÍNDICE

1.	RESUMEN.....	IX
2.	ABSTRACT	X
3.	INTRODUCCION.....	1
3.1.	SINTESIS DE LA SITUACION PROBLEMÁTICA.....	1
3.2.	FORMULACION DEL PROBLEMA	1
3.3.	SOLUCION DEL PROBLEMA	2
3.4.	OBJETIVOS	2
3.4.1.	OBJETIVO GENERAL	2
3.4.2.	OBJETIVOS ESPECIFICOS	2
3.5.	JUSTIFICACION	2
3.6.	DESCRIPCIÓN DEL PROYECTO	3
3.6.1.	UBICACIÓN DEL PROYECTO.....	3
3.6.2.	CARACTERISTICAS DEL LUGAR.....	5
3.6.3.	ASPECTO SOCIO-ECONÓMICO Y DE SERVICIOS.....	9
3.6.4.	VIAS DE COMUNICACIÓN Y TRANSPORTE	9
4.	DISEÑO TEÓRICO.....	10
4.1.	ANTECEDENTES	10
4.1.1.	ANTECEDENTES INTERNACIONALES.....	10
4.1.2.	ANTECEDENTES NACIONALES	11
4.1.3.	ANTECEDENTES LOCALES.....	12

4.2.	BASES TEORICAS	13
4.2.1.	DEL ESTUDIO TOPOGRÁFICO	13
4.2.2.	DEL ESTUDIO DE MECÁNICA DE SUELOS.....	14
4.2.3.	DEL ESTUDIO DE TRÁFICO.....	20
4.2.4.	DEL ESTUDIO DE CANTERAS	22
4.2.5.	DEL DISEÑO VIAL URBANO.....	23
4.2.6.	DEL DISEÑO ESTRUCTURAL DEL PAVIMENTO.....	32
4.2.7.	DEL SISTEMA DE DRENAJE PLUVIAL.....	34
4.2.8.	DE LAS ESPECIFICACIONES TÉCNICAS.....	36
4.2.9.	DE LA EVALUACION DE IMPACTO AMBIENTAL	36
4.2.10.	DEL ESTUDIO ECONOMICO	39
4.2.11.	DE LA PROGRAMACIÓN DE OBRA.....	40
4.3.	OPERACIONALIZACION DE VARIABLES.....	41
4.3.1.	DEFINICION CONCEPTUAL	41
4.3.2.	DEFINICION OPERACIONAL.....	41
5.	DISEÑO METODOLÓGICO.....	42
5.1.	TIPO DE INVESTIGACION	42
5.2.	PROCEDIMIENTO	43
5.3.	POBLACION Y MUESTRA.....	45
5.4.	TÉCNICAS E INSTRUMENTOS DE RECOLECCIÓN DE DATOS	45
5.4.1.	TÉCNICAS DE RECOLECCIÓN DE DATOS	45

5.4.2. INSTRUMENTOS	45
5.5. EQUIPOS Y MATERIALES	46
6. RESULTADOS Y DISCUSION	47
6.1. DEL ESTUDIO TOPOGRAFICO	47
6.1.1. METODOLOGIA	47
6.1.2. RESULTADOS	47
6.2. DEL ESTUDIO DE MECÁNICA DE SUELOS	48
6.2.1. METODOLOGIA	48
6.2.2. RESULTADOS	51
6.3. DEL ESTUDIO DEL TRÁFICO DE LA ZONA.....	54
6.3.1. METODOLOGIA	54
6.3.2. RESULTADOS	55
6.4. ESTUDIO DE CANTERAS, DEPOSITO DE MATERIAL EXCEDENTE Y FUENTE DE AGUA 62	
6.4.1. METODOLOGIA	62
6.4.2. RESULTADOS	62
6.5. DEL DISEÑO VIAL URBANO	66
6.5.1. METODOLOGIA	66
6.5.2. RESULTADOS	69
6.6. DEL DISEÑO ESTRUCTURAL DEL PAVIMENTO.....	72
6.6.1. METODOLOGÍA	72
6.6.2. RESULTADOS DE DISEÑO DEL PAVIMENTO FLEXIBLE – AASHTO	72

6.6.3.	RESULTADO DE DISEÑO DEL PAVIMENTO FLEXIBLE (MIA)	76
6.6.4.	RESULTADO DE DISEÑO DE PAVIMENTO RIGIDO - AASHTO	78
6.6.5.	RESULTADO DE DISEÑO DE PAVIMENTO RÍGIDO - PCA	81
6.6.6.	RESULTADO DE DISEÑO DE PAVIMENTO ADOQUINADO - AASHTO	82
6.6.7.	RESULTADO DEL DISEÑO ESTRUCTURAL DE LA VEREDA	83
6.7.	DEL SISTEMA DE DRENAJE PLUVIAL	84
6.7.1.	METODOLOGIA	84
6.7.2.	RESULTADOS	85
6.8.	DE LAS ESPECIFICACIONES TÉCNICAS	93
6.9.	DEL ESTUDIO DE IMPACTO AMBIENTAL	94
6.9.1.	METODOLOGIA	94
6.9.2.	RESULTADOS	94
6.10.	DEL PRESUPUESTO Y LA ELECCION DE ALTERNATIVA.....	100
6.10.1.	METODOLOGIA	100
6.10.2.	RESULTADOS	100
6.11.	DE LA PROGRAMACION DE OBRA	103
7.	CONCLUSIONES	104
8.	RECOMENDACIONES	106
9.	REFERENCIAS	107
10.	ANEXOS.....	112

INDICE DE TABLAS

Tabla 1	Temperaturas máximas y mínimas - Estación Lambayeque	6
Tabla 2	Registro de precipitaciones mensuales de la Estación Lambayeque	8
Tabla 3	Vías de acceso desde el centro de Chiclayo	10
Tabla 4	Relación entre esponjamiento e índice plástico	16
Tabla 5	Grado de Plasticidad del suelo	17
Tabla 6	Concreto expuesto a soluciones de sulfato.....	19
Tabla 7	Periodos de diseño de vías pavimentadas.....	21
Tabla 8	Tasas para la Proyección de la Demanda.....	21
Tabla 9	Velocidad de diseño	24
Tabla 10	Coeficiente de fricción longitudinal según su velocidad	25
Tabla 11	Distancia de visibilidad en parada en terreno plano	26
Tabla 12	Pendientes máximas	27
Tabla 13	Ancho de Carriles - Manual VCHI	28
Tabla 14	Ancho de Carriles - Norma GH.020	28
Tabla 15	Bombeo.....	29
Tabla 16	Tabla de Operacionalización de Variables.....	42
Tabla 17	Coordenadas Geodésicas WGS84 y coordenadas UTM WGS84 del Punto Geodésico: PG-01	47
Tabla 18	Cuadro de los Puntos de Control (BM)	48
Tabla 19	Puntos de investigación.....	49
Tabla 20	Ubicación de calicatas en el Pueblo Joven Santa Elena	50
Tabla 21	Ensayos realizados.....	50
Tabla 22	Resultados de clasificación del suelo: SUCS – AASHTO.....	51
Tabla 23	Resultados del ensayo de corte directo	51
Tabla 24	Resultados del peso volumétrico suelto y compactado.....	52

Tabla 25	Resultados del peso específico de sólidos	52
Tabla 26	Resultado de Porcentaje de sales	53
Tabla 27	Resultados del ensayo de Proctor modificado	53
Tabla 28	Resultados del CBR de los suelos	54
Tabla 29	Descripción de Estaciones para el conteo vehicular	55
Tabla 30	Resumen de conteo Vehicular en Estación 01 – Ca. Javier Pulgar Vidal	56
Tabla 31	Resumen de conteo vehicular en Estación 02 – Ca. Julio Fernández de la Oliva	56
Tabla 32	Factores de corrección: Estación MOCCE.....	59
Tabla 33	Resumen de IMDa de la estación E-01.....	59
Tabla 34	Resumen de IMDa de la estación E-02.....	59
Tabla 35	Tráfico normal y generado proyectados para la estación E-01.....	60
Tabla 36	Tráfico normal, generado y proyectados para la estación E-02.....	61
Tabla 37	Ubicación de canteras	62
Tabla 38	Resultados de ensayos para Sub base Granular de la Cantera Tres Tomas..	63
Tabla 39	Resultados de ensayos para Base Granular de la Cantera Tres Tomas	63
Tabla 40	Resultados en el agregado grueso de Cantera Tres Tomas.....	64
Tabla 41	Resultados en el agregado fino de cantera La Victoria	64
Tabla 42	Dosificación en volumen $f'c = 175 \text{ Kg/cm}^2$	65
Tabla 43	Dosificación en volumen $f'c = 210 \text{ Kg/cm}^2$	65
Tabla 44	Resultado del análisis de agua del canal de Chiclayo.....	66
Tabla 45	Clasificación Vehicular del proyecto.....	69
Tabla 46	ESAL's para pavimento flexible – Estación E-01	73
Tabla 47	ESAL's para pavimento flexible – Estación E-02.....	74
Tabla 48	Resumen del diseño en pavimento flexible – Método AASHTO 93	75
Tabla 49	EAL's para pavimento flexible – Estación E-01	76

Tabla 50	EAL's para pavimento flexible – Estación E-02	77
Tabla 51	Resumen del diseño en pavimento flexible – Método IA.....	78
Tabla 52	ESAL's para pavimentos rígidos - Estación 01.....	79
Tabla 53	ESAL's para pavimentos rígidos - Estación 02.....	80
Tabla 54	Resumen del diseño de Pavimento rígido – Método AASHTO.....	81
Tabla 55	Resumen del diseño de Pavimento Rígido – Método PCA	82
Tabla 56	Resumen del diseño de pavimento adoquinado – Método AASHTO	83
Tabla 57	Requisitos en pavimentos especiales (veredas)	84
Tabla 58	Coeficientes de escorrentía utilizadas en el Método Racional	86
Tabla 59	Caudales para pavimento flexible	87
Tabla 60	Caudales para pavimento rígido	88
Tabla 61	Caudales para pavimento adoquinado.....	89
Tabla 62	Dimensiones de cunetas transversales.....	92
Tabla 63	Diámetros comerciales de tubería de desfogue	93
Tabla 64	Actividades del Proyecto.....	94
Tabla 65	Factores Ambientales identificados.....	95
Tabla 66	Clasificación por colores de los contenedores de Residuos Sólidos	98
Tabla 67	Estándares Nacionales de Calidad del Aire	99
Tabla 68	Nivel Máximo Permisible de Emisiones Sonoras	99
Tabla 69	Evaluación cualitativa de principales puntos de elección de pavimento	101
Tabla 70	Comparativa de costos directos para los 3 tipos de Pavimento	101
Tabla 71	Costos anuales/Km de en la etapa de mantenimiento	101
Tabla 72	Comparativa de precios por m2 de pavimento en Inversión y mantenimiento	102
Tabla 73	Costo Total de Inversión del Pavimento Rígido.....	103

INDICE DE FIGURAS

Figura 1 Macrolocalización del proyecto	4
Figura 2 Microlocalización del proyecto	5
Figura 3 Gráfica de Temperaturas de la Estación Lambayeque	6
Figura 4 Clasificación AASHTO	15
Figura 5 Línea central segmentada de color amarillo.....	31
Figura 6 Líneas para el cruce peatonal.....	31
Figura 7 Demarcaciones en el pavimento.....	32
Figura 8 Valoración de impactos.....	37
Figura 9 Impactos ambientales – Batelle-Columbus	39
Figura 10 Ubicación de la Estación de conteo	55
Figura 11 Gráfico de Variación diaria, Estación 001	57
Figura 12 Gráfico de Variación diaria, Estación 002.....	57
Figura 13 Gráfico de Variación horaria, del día lunes en la estación E-01.....	58
Figura 14 Gráfico de variación horaria, del día viernes en la estación E-02.....	58
Figura 15 Mapa Vial Metropolitano de Chiclayo 2022-2042	68
Figura 16 Mapa del área de estudio	69
Figura 17 Señales de prohibición R-6 y R-8.....	71
Figura 18 Señal de restricción R-30.....	71
Figura 19 Señales de obligación R-14A.....	71
Figura 20 Señal preventiva	72
Figura 21 Perfil Longitudinal en Calle Francisco Antonio	90
Figura 22 Cálculo de Tirante de cuneta longitudinal.....	90
Figura 23 Cálculo de Tirante de cuneta transversal	91
Figura 24 Cálculo de tirante normal de tubería	93

1. RESUMEN

Esta tesis detalla la ingeniería del proyecto definitivo de pavimentación vial para el Pueblo Joven Santa Elena en Chiclayo, una propuesta técnica que busca elevar el bienestar urbano de los habitantes. La metodología comprendió un enfoque descriptivo-aplicado, iniciando con el levantamiento topográfico mediante puntos georreferenciados para definir la poligonal de apoyo. Los muestreos de mecánica de suelos determinaron una subrasante con un módulo de reacción y CBR en categoría regular, lo que permitió prescindir de mejoramientos complejos del terreno. La demanda de tráfico pesado y ligero se estimó mediante dos estaciones de conteo, permitió establecer los valores de IMDa y los ESAL necesarios para el dimensionamiento estructural. Se desarrollaron propuestas para pavimentos rígidos, flexibles y adoquinado, aplicando los métodos MIA, PCA y AASHTO 93. Complementariamente, se incorporó un sistema de drenaje pluvial con cunetas rectangulares basado en las pendientes normativas para evacuar las aguas hacia la acequia colindante y el canal de riego. Tras una evaluación técnica y económica mediante enfoques cualitativos y cuantitativos, se seleccionó la alternativa de pavimentación más eficiente, concluyendo con el presupuesto, cronograma y metrados correspondientes.

Palabras Claves: Diseño estructural vial, drenaje pluvial, estudio definitivo, pavimento rígido, evaluación económica.

2. ABSTRACT

This thesis details the engineering design for the final road paving project in the Santa Elena settlement in Chiclayo, a technical proposal aimed at improving the urban well-being of its residents. The methodology employed a descriptive-applied approach, beginning with a topographic survey using georeferenced points to establish the control traverse. Soil mechanics analysis identified a subgrade with a modulus of subgrade reaction and CBR values in the "fair" category, thereby eliminating the need for complex ground improvement measures. Heavy and light traffic demand was estimated using two counting stations, establishing the Average Daily Traffic (ADT) and Equivalent Single Axle Load (ESAL) values required for structural design. Proposals were developed for rigid, flexible, and interlocking concrete block pavements, applying the MIA, PCA, and AASHTO 93 methods. Additionally, a stormwater drainage system featuring rectangular gutters—designed according to regulatory slope standards—was incorporated to channel runoff into the adjacent ditch and irrigation canal. Following a technical and economic evaluation using both qualitative and quantitative approaches, the most efficient paving alternative was selected, culminating in the preparation of the corresponding budget, schedule, and quantity take-offs.

Keywords: Road structural design, stormwater drainage, definitive study, rigid pavement, economic evaluation.

CAPITULO I

3. INTRODUCCION

3.1. SINTESIS DE LA SITUACION PROBLEMÁTICA

Una pieza clave fundamental para que una ciudad se desarrolle, es la infraestructura vial, que permite a una comunidad esté conectada y productiva con el exterior.

Además, las vías deben encontrarse en buen estado para su correcto funcionamiento, y por beneficio del bienestar general de la población.

La zona a estudiar, está ubicada en el PP. JJ. Santa Elena, en el Distrito de Chiclayo; en principio se escogió este lugar por la falta de calles pavimentadas, que en épocas de sequía es fuente principal de polvo generando la proliferación de enfermedades infectorespiratorias; además que en tiempo de lluvias las calles quedan encharcadas de lodo y agua de lluvia, lugar ideal para la creación de mosquitos; y también, de la falta de señalización.

El desarrollo de este estudio nombrado “ESTUDIO DEFINITIVO DE PAVIMENTACIÓN DEL PUEBLO JOVEN SANTA ELENA DEL DISTRITO DE CHICLAYO, PROVINCIA DE CHICLAYO, DEPARTAMENTO DE LAMBAYEQUE”, se originó debido a la falta de vías pavimentadas, con el propósito de diseñar una estructura adecuada de pavimentación que satisfaga las necesidades del transporte en la zona, y a su vez beneficie a los ciudadanos.

3.2. FORMULACION DEL PROBLEMA

¿De qué manera el desarrollo de un estudio definitivo de pavimentación optimizará la transitabilidad y las condiciones de habitabilidad urbana en el pueblo joven Santa Elena del distrito de Chiclayo, provincia de Chiclayo, departamento de Lambayeque?

3.3. SOLUCION DEL PROBLEMA

El estudio definitivo de pavimentación del pueblo joven Santa Elena del distrito de Chiclayo, provincia de Chiclayo, departamento de Lambayeque, garantizará condiciones óptimas de Serviciabilidad vial proyectando de manera segura el flujo peatonal y vehicular en la zona.

3.4. OBJETIVOS

3.4.1. OBJETIVO GENERAL

Elaborar el “ESTUDIO DEFINITIVO DE PAVIMENTACIÓN DEL PUEBLO JOVEN SANTA ELENA DEL DISTRITO DE CHICLAYO, PROVINCIA DE CHICLAYO, DEPARTAMENTO DE LAMBAYEQUE”, para optimizar los flujos vehiculares y elevar el bienestar urbano de la zona.

3.4.2. OBJETIVOS ESPECIFICOS

- Diagnosticar el estado actual y las características topográficas de la superficie de rodadura existente del área de estudio.
- Desarrollar los estudios básicos para determinar los parámetros del diseño estructural del proyecto vial.
- Formular el diseño estructural y geométrico de los paquetes de pavimento rígido, flexible y adoquinado.
- Diseñar el sistema de drenaje pluvial urbano para la zona de estudio.
- Realizar la evaluación técnica y económica de las alternativas viales, determinando el presupuesto definitivo, los metrados y la programación de la opción óptima escogida.

3.5. JUSTIFICACION

La pavimentación en los pueblos jóvenes, está avanzando en el transcurso de los años, dándoles un mejor bienestar social, con mayor accesibilidad, seguridad y un entorno digno, a la vez que revaloriza las viviendas, atrae inversiones y facilita el acceso a servicios esenciales.

El proyecto traerá consigo mejoras, no solo contará con pavimento, también con veredas, jardines, promoviendo así un lugar limpio y seguro, reduciendo enfermedades infectocontagiosas.

3.6. DESCRIPCIÓN DEL PROYECTO

La zona en estudio tiene un aproximado de 1530 habitantes en el Pueblo Joven Santa Elena, con 377 lotes distribuidos en 11 manzanas. Abarcando un área de 6.59 Ha.

Se realizó el estudio definitivo de las 3 alternativas de pavimentación, los cuales fueron sometidos a un proceso de evaluación, escogiendo la alternativa que satisface las necesidades de la zona, y que sobre todo sea el mejor tanto en calidad y economía.

3.6.1. UBICACIÓN DEL PROYECTO

UBICACIÓN GEOGRAFICA

Geográficamente el área a estudiar, se localiza en el litoral norte peruano, correspondiente al Distrito de Chiclayo, a un promedio de 28 msnm, está georreferenciado en la zona UTM 17 Sur del sistema de coordenadas WGS 1984.

UBICACIÓN POLITICA

La zona de intervención del proyecto se localiza en el departamento de Lambayeque, en el distrito y provincia de Chiclayo, en el pueblo joven Santa Elena.

La ubicación a nivel macro y micro del proyecto de transitabilidad vehicular y peatonal, se presenta en la **Figura 1** y **Figura 2**.

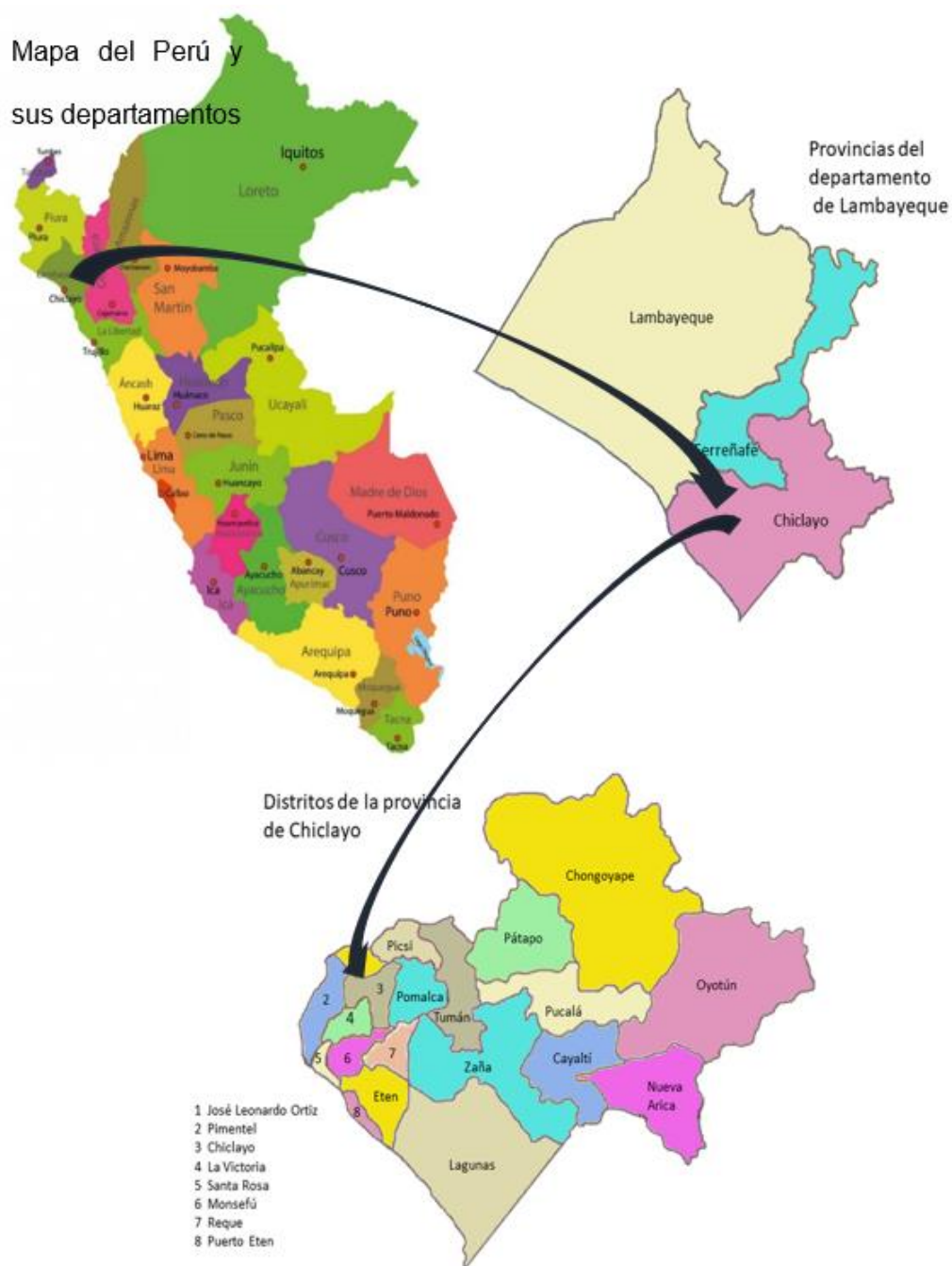
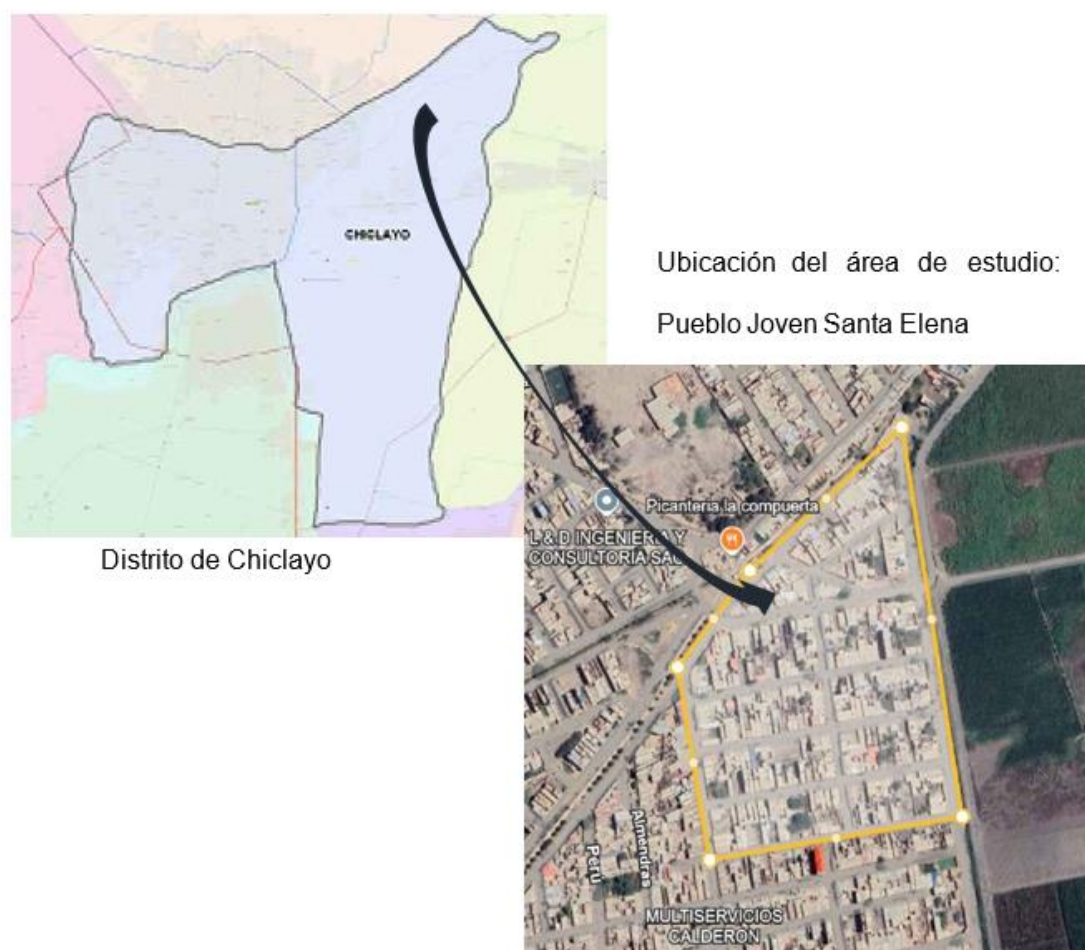
Figura 1*Macrolocalización del proyecto**Nota. Elaboración propia*

Figura 2*Microlocalización del proyecto**Nota. Elaboración propia***3.6.2. CARACTERISTICAS DEL LUGAR****RELIEVE**

La topografía del distrito de Chiclayo se distingue por ser predominantemente llana, situado en el litoral norte del Perú, poca elevación, su altitud mínima es de 13 msnm y la máxima de 61 msnm. La altitud media es de 28 msnm, y su extensión es de 50.35 km² de superficie.

CLIMA

La zona presenta un clima árido, templado y cálido, esto por estar ubicada cerca de la corriente marina de Humboldt, zona baja costera, en verano es la estación más corta pero muy calurosa, y en invierno más larga y cómoda.

TEMPERATURA

En la zona, los registros de temperatura oscilan entre una mínima de 18.41 °C y una máxima de 26.97 °C, consolidando un promedio anual de 22 °C, según fuentes SENAMHI en la Estación de Lambayeque.

Tabla 1

Temperaturas máximas y mínimas - Estación Lambayeque

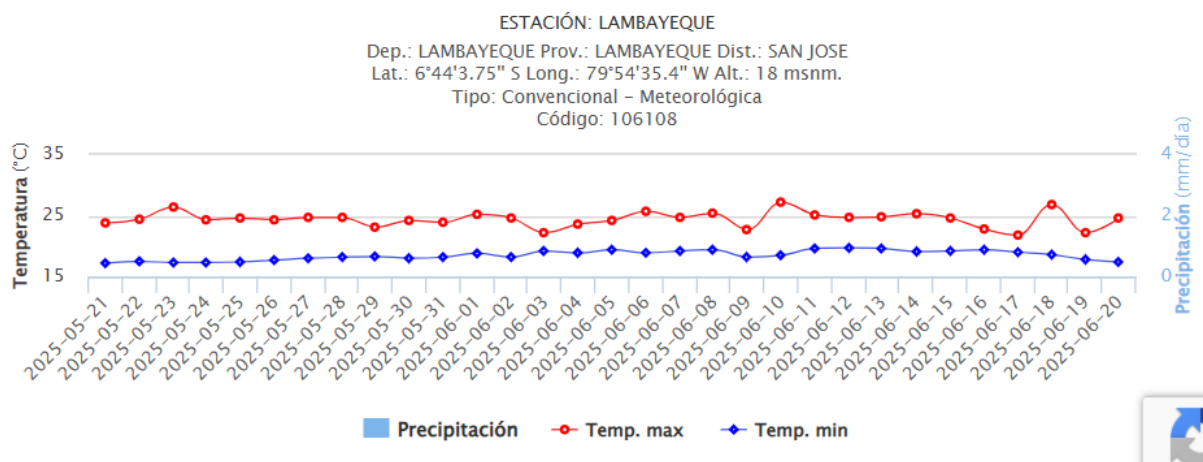
TEMPERATURA	ENE	FEB	MAR	ABR	MAY	JUN	JUL	AGO	SET	OCT	NOV	DIC	PROMEDIO ANUAL
Tmáx prom	30.2	31.5	32.1	27.2	28.5	24.5	22.7	23.3	24.9	24	25	29.7	26.97
Tmín prom	21.5	22.1	22.2	18.1	18.9	16.9	16.1	15.6	16.1	16.5	17.9	19	18.41

Nota: Adaptado de *Descarga de datos Meteorológicos*, por SENAMHI, 2025,

(<https://www.senamhi.gob.pe/site/descarga-datos/>). CC BY 2.0

Figura 3

Gráfica de Temperaturas de la Estación Lambayeque



Nota: Adaptado de *Datos Hidrometeorológicos a nivel nacional*, por SENAMHI, 2025.

(<https://www.senamhi.gob.pe/?p=estaciones>). CC BY 2.0

PRECIPITACIONES PLUVIALES

De acuerdo con los reportes de la estación Lambayeque del SENAMHI, las lluvias en el distrito son escasas y eventuales. El volumen de agua registrado fluctúa en un rango de 0.00 a 71.30 mm dentro de la cuenca hidrográfica Chancay - Lambayeque.

En la **Tabla 2** se aprecia el registro de precipitaciones de la Estación Lambayeque, escogida para este proyecto, mostrando en los años 1998 y 1983, precipitaciones mensuales de 71.30mm y 63.60 mm, respectivamente, precipitaciones muy altas dadas por el Fenómeno del Niño.

Tabla 2

Registro de precipitaciones mensuales de la Estación Lambayeque

ESTACION LAMBAYEQUE													
Registro Historico de Precipitaciones Maximias 24 horas (mm)													
Dp : Lambayeque		Latitud : 06° 44'3.75" S		Tipo : Convencional - Metereológica									
Prov : Lambayeque		Longitud : 79°54'35.4" W		Código: 106108									
Dist : San José		Altitud : 18 msnm											
AÑO	ENE	FEB	MAR	ABR	MAY	JUN	JUL	AGO	SET	OCT	NOV	DIC	PP Máx.
1954	1.10	0.01	0.01	0.01	1.40	0.01	0.01	0.01	0.01	1.10	0.01	1.20	1.40
1955	0.40	0.40	1.20	0.60	0.01	0.20	0.00	0.00	1.30	2.10	5.90	0.80	5.90
1956	3.80	0.00	0.30	0.50	0.01	0.30	0.01	0.01	0.01	1.10	0.20	0.00	3.80
1957	0.90	2.00	41.40	1.10	0.90	0.01	0.00	0.01	0.01	0.20	0.01	0.01	41.40
1958	0.50	13.00	0.60	1.40	0.40	0.01	0.01	0.01	0.00	0.20	0.01	0.20	13.00
1959	0.20	0.30	0.60	17.00	1.30	0.00	0.00	2.00	0.00	0.20	0.00	2.70	17.00
1960	2.00	3.00	1.00	1.00	1.00	0.01	0.00	0.00	0.00	0.00	1.00	0.00	3.00
1961	0.01	0.00	3.00	4.00	1.00	0.01	0.01	0.00	0.00	1.00	0.01	0.00	4.00
1962	0.00	1.00	0.70	5.00	0.70	0.01	0.70	0.00	0.01	0.01	0.50	1.20	5.00
1963	0.40	0.00	2.60	1.70	0.60	0.20	0.00	0.00	0.00	0.70	1.70	0.10	2.60
1964		1.70	1.40	0.80		0.00	0.00		0.00	0.50	0.00	1.90	
1965	4.40	0.20	9.60		1.60	0.00		0.00	4.60	0.20	1.60	0.20	
1966	1.40	0.00	0.30	0.10	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.60	6.50	1.00	6.50
1967	4.00	1.90	2.70	1.20	5.10	0.00	0.70	0.20	0.00	0.20	0.10	0.01	5.10
1968										0.00	0.00	0.00	
1969	0.01	0.60	5.50	1.30	0.01	0.20	0.00	0.01	0.01	0.01	4.20	3.80	5.50
1970	0.01	0.01	2.50	1.60	0.60	0.20	0.01	0.01	0.01	3.00	1.40	0.40	3.00
1971	0.01	0.01	15.60	1.60	0.01	0.01	0.50	0.01	0.40	4.20	0.60	0.50	15.60
1972	0.01	4.90	35.60	0.01	0.01	0.20	0.01	0.01	1.00	0.80	0.01	0.30	35.60
1973	2.70	11.60	10.70	3.10	0.20	0.10	0.01	0.30	0.30	0.01	0.20	0.01	11.60
1974	0.01	2.60	0.01	2.80	0.01	0.50	0.01	0.01	0.40	0.30	0.60	0.60	2.80
1975	2.90	1.30	4.80	2.30	0.60	0.10	0.01	3.90	0.01	1.20	0.20	0.10	4.80
1976	2.70	0.20	0.80	2.50	0.90	0.60	0.01	0.01	0.20	0.20	0.01	0.20	2.70
1977	3.90	2.30	2.30	0.20	1.10	0.01	0.20	0.01	2.90	1.60	1.60	1.00	3.90
1978	0.80	1.20	1.80	0.01	0.20	0.30	0.01	0.00	1.40	0.20	1.40	0.70	1.80
1979	0.50	1.30	1.80	0.70	1.60	0.00	0.01	0.01	1.20	0.00	0.10	0.10	1.80
1980	0.30	0.10	1.60	0.30	0.20	0.00	0.00	0.00	0.00	0.30	0.40	0.20	1.60
1981	0.01	1.80	9.90	1.60	0.01	0.40	0.20	0.40	0.00	0.30	0.30	0.30	9.90
1982	0.10	0.01	0.50	1.10	0.01	0.00	0.10	0.40	0.40	1.30	1.10	0.01	1.30
1983	47.30	5.60	63.60	17.30	30.80	5.50	0.00	0.01	0.50	1.00	0.10	1.40	63.60
1984	0.01	5.50	6.20	0.30	0.20	0.01	0.01	0.01	0.01	0.40	0.40	0.10	6.20
1985	0.01	0.20	3.20	0.01	4.60	0.01		0.01	0.01	0.50	3.00	0.40	
1986	3.80		8.50	1.30	0.01	0.00	0.00	0.30	0.01	0.50	1.60	0.80	
1987	3.80	1.10	2.50	0.60	0.00	0.00	0.70	2.20	0.01	0.01	0.70	0.01	3.80
1988	2.10	0.30	0.50	1.80	1.80	0.00	0.00	0.01	0.10	0.40	1.30	0.01	2.10
1989	0.40	1.30	0.10	3.40	0.00	0.01	0.00	0.01	0.01	0.00	0.00	0.00	3.40
1990	2.00	0.10	2.20	0.01	0.01	0.01	0.01	0.01	0.01	0.40	1.50	0.10	2.20
1991	0.80	0.50	0.90	0.80	0.01	0.10	0.00	0.00	0.10	0.01	0.10	0.20	0.90
1992	0.50	0.00	13.80	14.20	0.01	0.01	0.00	0.01	0.01	2.00	0.10	0.50	14.20
1993	0.01	3.00	6.60	1.10	0.01	0.01	0.01	0.00	0.01	0.70	1.40	0.01	6.60
1994	0.30	4.70	16.10	8.30	0.20	0.01	0.00	0.01	0.00	0.00	0.60	1.30	16.10
1995	5.70	0.01	0.40	0.10	0.20	0.00	0.10	0.01	0.10	0.70	0.60	0.20	5.70
1996	0.01	0.60	2.00	0.70	1.30	0.01	0.00	0.00	0.00	1.20	0.01	0.01	2.00
1997	0.30	1.40	0.01	0.60	0.01	0.01	0.01	0.00	0.10	0.80	1.20	10.50	10.50
1998	8.20	71.30	40.50	4.50	1.20	0.01	0.00	0.00	0.00	0.50	0.20	1.20	71.30
1999	0.90	20.10	1.00	4.40	1.60	0.80	0.40	0.00	1.30	2.90	0.00	2.10	20.10
2000	0.60	0.40	1.90	2.10	0.40	5.70	0.00	0.01	2.50	0.01	0.50	0.50	5.70
2001	0.10	1.60	40.80	7.10	0.20	1.20	0.00	0.01	0.00	0.70	0.00	1.00	40.80
2002	0.00	13.20	15.20	2.10	0.00	0.00	0.20	0.00	0.00	1.20	1.60	1.10	15.20
2003	1.10	3.00	0.10	0.01	0.01	2.20	0.01	0.00	0.00	0.01	14.70	0.01	14.70
2004	0.01	1.10	3.60	0.00	0.60	0.00	0.30	0.00	1.30	1.70	0.01	0.80	3.60
2005	0.30	2.40	1.50	0.01	0.01	0.00							
2006													
2007	2.40	0.00	1.50	0.01	0.01	0.00	0.00	0.01	0.00	0.01	0.01	0.01	2.40
2008	2.10	3.80	11.70	3.80	0.00	0.00	0.01	0.01	0.00	0.01	0.00	0.00	11.70
2009	3.50	2.10	4.40	0.00	0.50	0.00	0.00	0.00	0.00	0.01	0.70	5.70	5.70
2010	0.00	19.70	8.90	0.40	0.01	0.00	0.00	0.00	0.00	3.60	2.80	0.01	19.70
2011	2.80	0.01	0.01	7.10	0.01	0.00	0.00	0.00	0.00	0.01	0.01	3.00	7.10
2012	0.01	22.10	9.60	0.01	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.90	0.50	22.10
2013	0.01	1.40	8.50	1.00	2.80	0.00	0.00	0.00	0.00	1.90	0.00	0.00	8.50
2014	0.01	0.00	0.40	0.00	3.70	0.00	0.00						
PROM	2.31	4.45	7.72	2.16	1.29	0.37	0.08	0.17	0.39	0.75	1.14	0.88	

Nota: Adaptado de *Descarga de datos Meteorológicos*, por SENAMHI, 2025.

(<https://www.senamhi.gob.pe/site/descarga-datos/>). CC BY 2.0

3.6.3. ASPECTO SOCIO-ECONÓMICO Y DE SERVICIOS

VIVIENDA

Las viviendas beneficiadas del proyecto en estudio del Pueblo Joven Santa Elena, es un total de 377 viviendas.

EDUCACION

La zona de estudio no cuenta con instituciones educativas públicas, se corroboró en la Web de ESCALE.

Las instituciones a nivel inicial, primaria y secundaria se encuentran fuera del área, y en otros pueblos jóvenes cercanos.

SALUD

La zona no cuenta con un centro de salud en su área.

Ante cualquier emergencia ellos se acercan al centro de salud Jorge Chávez con categoría I-3, o para los que tiene SIS, acuden a la Calle Indoamérica S/N Número del distrito de Chiclayo.

SERVICIOS BASICOS

Los beneficiarios de la zona cuentan con agua potable, que opera las 24 horas del día, además del servicio de desagüe, encontrándose en buen funcionamiento, distribuidos por la empresa EPSEL SA.

Además, posee energía eléctrica en viviendas y alumbrado público, distribuido por la empresa ELECTRONORTE SA.

3.6.4. VIAS DE COMUNICACIÓN Y TRANSPORTE

El principal acceso hacia el lugar es por la vía terrestre a través de: Av. Mesones Muro.

Tabla 3*Vías de acceso desde el centro de Chiclayo*

Desde	A	Tipo de Vía	Estado de Vía	Medio de Transporte	Distancia (Km)	Tiempo
Parque Principal de Chiclayo (Centro de la Ciudad)	Pueblo Joven Santa Elena	Asfalto	Regular	Vehículo Motorizado	2.86 Km	30 min
TOTAL					2.86 Km	30 min

Nota. Elaboración propia

CAPITULO II

4. DISEÑO TEÓRICO

4.1. ANTECEDENTES

4.1.1. ANTECEDENTES INTERNACIONALES

Los antecedentes de los pavimentos en las zonas urbanas nos muestran la evolución que han tenido las vías urbanas actuales que comenzaron como calles de terreno natural, y que ahora ya están pavimentadas. Los materiales han evolucionado a lo largo de los años, y con ello los estudios en el pavimento han ido actualizándose, con las metodologías de evaluación.

Maruri K. y Martínez J. (2025), en su tesis evaluaron la logística y el mantenimiento en zonas urbanas, concluyendo que el pavimento rígido, aunque es un 30 a 40% más caro al inicio, este resulta más conveniente para el tráfico pesado durante una vida útil proyectada de 20 a 30 años con costos de mantenimiento reducidos; muy distinto ocurre con el pavimento flexible, que tiene costos totales entre 15 a 25% en tan solo 15 años de uso.

Ricaurte C. (2023), en su tesis busca encontrar el pavimento que mejor se adecúe y reúna las condiciones técnicas del área; propone pavimentos para las calles de la zona estudiada, ya que es un área en crecimiento, buscando la seguridad y durabilidad de las vías. El pavimento está destinado para una clase de vía IV, siguiendo el método ASSTHO 93.

Villate E. (2020), en su tesis busca diseñar el pavimento en la zona, ya que las vías se encuentran deterioradas; propone el diseño de pavimento flexible, utilizando base granular con

material RCD, cumpliendo con las características de granulometría, limpieza, dureza y capacidad de soporte.

Castro J. (2023), en su tesis diseña con pavimento rígido, pero utilizando 2 métodos distintos, como es el AASHTO 93 y el PCA, como resultado y haciendo un análisis minucioso, ya que ambos métodos consideran parámetros distintos y válidos, el autor bajo su criterio escoge el método ASSHTO, ya que éste considera el drenaje, un parámetro importante para el diseño estructural.

Joya N. (2021), busca diseñar un sistema de drenaje de lluvias, con el objetivo de drenar estas aguas, empleando el software SewerGEMS, garantizando el cumplimiento de los requisitos expuestos por su normativa en Colombia, y confirmó que es necesario considerar el drenaje en las calles, ya sea solo con su pendiente longitudinal, o considerando el uso de cunetas.

4.1.2. ANTECEDENTES NACIONALES

Chávez K. (2022), busca ofrecer bienestar a la población con un adecuado diseño estructural en sus calles; se evaluó el pavimento flexible y rígido, y al ser un estudio de tesis, se hace una comparación económica entre estos 2 tipos, que a su vez está evaluándolo con concreto in situ, y el uso de concreto premezclado, el diseño más económico escogido es el pavimento rígido con concreto premezclado.

Atencio C. (2022), busca optimizar las condiciones transitables tanto peatonal como vehicular en el área estudiada, debido a que las calles están construidas sobre superficie natural, y que, en épocas húmedas, se presenta acumulación de agua, generando la proliferación de mosquitos, y en épocas secas se presentan partículas de polvo, ocasionando enfermedades respiratorias.

En este estudio, realizó una comparación entre los 3 tipos de pavimentación junto con su respectivo diseño de drenaje pluvial, haciendo los estudios necesarios, el autor llega a la

conclusión de escoger el pavimento flexible, considerando los espesores, presupuesto y otras características que beneficia a la zona.

Soberon A. (2023), busca realizar el diseño estructural de pavimentos de un pueblo joven, debido a que algunas calles presentan baches y otras se encuentran sin pavimentar, causando problemas de transitabilidad vehicular, y problemas respiratorios por el polvo generado. El autor evalúa el pavimento flexible y rígido, con un diseño de investigación y con los estudios necesarios, donde la mejor alternativa por los costos es el pavimento flexible bajo el método AASHTO 93.

Baca J. (2024), busca evaluar la pavimentación en una urbanización, y proponer una alternativa de diseño; comparando 2 clases de pavimentos: el asfáltico reforzado con 3 tipos de geomalla y el no reforzado, se realizaron ensayos para cada tipo y finalmente, el autor opta por el diseño de pavimento asfáltico reforzado por unas geomallas triaxiales, estas incrementan resistencia y restricciones laterales, ayudando a proporcionar adecuadas condiciones de transitabilidad.

Cruz M. y Medina M. (2024), proponen el diseño estructural sobre un pavimento flexible, con el fin de maximizar las condiciones la duración del pavimento y su serviciabilidad vial. Según los resultados obtenidos, se consideró el parámetro de velocidad directriz 40 km/h, estimándose una sección típica de 8.40m.

4.1.3. ANTECEDENTES LOCALES

Torres B. y Niño E. (2021), estudia el pavimento flexible existente con los métodos IRI, PCI, y propone rehabilitar y optimizar el tránsito vehicular en su zona de estudio, resultando por el método PCI, 8 tipos de 19 fallas, identificándose que la patología predominante consiste en el desprendimiento de agregados en la capa asfáltica. Por otro lado, tenemos el IRI, con una rugosidad de 5.46 m/km calificándola como mala. Por ende, según su análisis el pavimento actual, se encuentra en mala condición.

Torres M. (2022), planteó la optimización de la infraestructura de vialidad y peatonal en una zona urbana caracterizado por ser el principal acceso a un importante centro de abastos con elevada carga vehicular; las vías se encuentran en mal estado, es por ello que propone la pavimentación total de sus calles y establecer una red de evacuación pluvial urbano para mitigar los riesgos de inundación. Tras evaluar diseño flexibles y rígidos, mediante los métodos PCA, AASHTO e Instituto del Asfalto, se determinó que el diseño más económico y favorable en la zona, es el pavimento rígido.

Díaz D. (2023) en su tesis, propone evaluar y diseñar la pavimentación en la zona, recomendando el pavimento rígido puesto que se comporta mejor, y además es una alternativa más económica y viable.

También se plantea evaluar y diseñar una red de evacuación pluvial, para así solucionar problemas de inundación de las lluvias.

Puccio C. (2023). En su tesis, busca rediseñar las redes básicas de agua potable y alcantarillado, además de su diseño vial con drenaje pluvial; este proyecto ya cuenta con sistema básico de alcantarillado y agua potable cuyo ciclo útil ha terminado, por ende, también quiere evaluar la pavimentación adoquinada existente y diseñar en algunas que no cuentan con pavimentación.

Casas J. (2023) en su tesis, el pueblo joven Cabrera y Micaela Bastidas, ya disponen de servicios de sistema básico en un estado de deterioro; por ello se propone reemplazar las redes de agua, diseñar el pavimento flexible y tener una red de evacuación pluvial mediante cunetas, cuyo fin fue optimizar el entorno urbano y brindar un buen servicio a los pobladores.

4.2. BASES TEORICAS

4.2.1. DEL ESTUDIO TOPOGRÁFICO

MONUMENTACION DE PUNTOS

La monumentación de un punto geodésico representa la fijación física y permanente sobre el terreno de un hito referencial, cuyas coordenadas espaciales han sido calculadas con alta precisión. El punto se materializa mediante un hito de concreto con un disco de bronce grabado y se respalda formalmente con su respectiva monografía o ficha técnica de certificación.

PUNTO GEODESICO

Es aquella marca fija en el terreno que cuenta con coordenadas geográficas exactas. El IGN clasifica estos elementos en los órdenes 0, A, B y C, dependientes rigurosamente a tiempos específicos de rastreo satelital en campo. Estos puntos se materializan y poseen una validez legal.

PUNTOS DE CONTROL

Se define como punto de control a toda marca estable en el suelo que cuenta con datos de posición y altitud exactos. Estos pueden ser horizontales (para alineamiento), verticales o BM (para pendientes) y terrestres (para calibrar vuelos con drones). El punto de control sirve para guiar los trabajos cotidianos de construcción y el monitoreo de estructuras, siendo validado directamente por la supervisión del proyecto para evitar errores acumulativos.

4.2.2. DEL ESTUDIO DE MECÁNICA DE SUELOS

CONTENIDO DE HUMEDAD

Según el Ministerio de Transporte y Comunicaciones (MTC, 2016), sostiene que “es la relación, expresada como porcentaje, del peso de agua en una masa dada de suelo, al peso de las partículas sólidas” (p.49).

$$w(\%) = \frac{W_1 - W_2}{W_2 - W_c} \times 100$$

Donde:

w = Contenido de humedad, en %.

W1 = Masa recipiente más muestra húmeda, gr.

W2 = Masa del recipiente más muestra seca, gr.

Wc = Masa del recipiente, gr.

GRANULOMETRIA

Consiste en cuantificar la proporción en peso de los distintos tamaños presentes en un suelo o sólido. Este análisis es fundamental para categorizar los componentes del terreno (desde gravas hasta arcillas) y anticipar sus propiedades físicas.

SISTEMA DE CLASIFICACIÓN DE SUELOS - AASHTO

Este sistema jerarquiza los estratos del terreno con relación a su respuesta mecánica y aptitud frente a los esfuerzos del tráfico. Utiliza 3 criterios fundamentales como los Límites de Atterberg, la Granulometría y el Índice de Grupo (IG), este último valor ayuda a calificar la calidad del suelo donde valores altos indican suelos más pobres con fines de pavimentación. En la

Figura 4 se presencia la clasificación:

Figura 4

Clasificación AASHTO

Clasificación general	Materiales granulares (35% o menos pasa el tamiz #200)							Materiales limoarcillosos (más de 35% pasa el tamiz #200)			
Clasificación de grupo	A-1		A-3 ^A	A-2				A-4	A-5	A-6	A-7 A-7-5 A-7-6
	A-1-a	A-1-b		A-2-4	A-2-5	A-2-6	A-2-7				
Tamizado, % que pasa											
No. 10 (2.00mm)	50 máx.	...	...	...	...	...	...	...	...	...	...
No. 40 (425µm)	30 máx.	50 máx.	51 mín.	...	...	...	...	...	...	...	...
No. 200 (75µm)	15 máx.	25 máx.	10 máx.	35 máx.	35 máx.	35 máx.	35 máx.	35 máx.	36 mín.	36 mín.	36 mín.
Consistencia											
Límite líquido	...		...	B				40 máx.	41 mín.	40 máx.	41 mín.
Índice de plasticidad	6 máx.		N.P.	B				10 máx.	10 máx.	11 mín.	11 mín. ^B
Tipos de materiales característicos	Cantos, grava y arena		Arena fina	Grava y arena limoarcillosas				Suelos limosos		Suelos arcillosos	
Calificación	Excelente a bueno							Regular a malo			

^A La colocación de A3 antes de A2 en el proceso de eliminación de izquierda a derecha no necesariamente indica superioridad de A3 sobre A2.

^B El índice de plasticidad del subgrupo A-7-5 es igual o menor que LL-30. El índice de plasticidad del subgrupo A-7-6 es mayor que LL-30.

Nota: Extraído de *Clasificación de Suelos Método AASHTO M-145*, por AASHTO, 2017.

SISTEMA UNIFICADO DE CLASIFICACIÓN DE SUELOS (SUCS)

Este sistema es de mayor uso, fue desarrollado por Arturo Casagrande, hizo que se divida al suelo en 02 grupos con el tamiz #200, y le asignó 2 letras basado en su granulometría y su plasticidad.

Si el tamiz #200 retiene más del 50% del suelo es un Suelo Granular, pero si pasa más de ese 50%, es un Suelo Fino; ahora bien, en los suelos granulares se dividen en arenas, gravas, y suelos arenosos o gravosos (G o S), que poseen una baja cantidad de suelo fino (Limo o Arcilla). Por otro lado, las partículas finas se subdividen en limos y arcillas, diferenciándolos por su baja o alta compresibilidad (C, L, M u O).

LIMITES DE CONSISTENCIA O LIMITES DE ATTERBERG

El límite de consistencia permite conocer la respuesta y los cambios de los suelos finos con el agua contenida. Estos límites son 2:

El Límite Líquido (L.L.), a través de la copa de Casa Grande, permite conocer la cantidad húmeda tomada por el suelo haciendo una consistencia de lodo.

El Límite Plástico (L.P.) determina la cantidad húmeda del suelo al pasar de la condición semisólido a uno plástico, y esto se obtiene enrollando el suelo húmedo en cilindros de 3mm de diámetro hasta que comience a agrietarse.

El Índice de Plasticidad (IP), determinado mediante la sustracción del límite líquido (LL) con el límite plástico (LP). $IP = L.L. - L.P.$

Tabla 4

Relación entre esponjamiento e índice plástico

INDICE PLASTICO IP	POTENCIAL DE ESPONJAMIENTO
0 - 15	Bajo
10 - 35	Medio
20 - 55	Alto
55 - o Mayor	Muy Alto

Nota: Extraído de Introductory Soil Mechanics & Foundations: Geotechnic Engineering, 1979.

Tabla 5*Grado de Plasticidad del suelo*

TIPO DE PLASTICIDAD	L.L.	I.P.
No Plastico	0 - 4	0
Plasticidad Baja	4 - 30	1 - 7
Plasticidad Media	30 - 50	7 - 17
Plasticidad Alta	50 a mas	> 17

Nota: Extraído de *Introductory Soil Mechanics & Foundations: Geotechnic Engineering*, 1979.

ENSAYO DE CORTE DIRECTO

Mediante esta prueba se evalúa la capacidad de corte del suelo bajo condiciones drenadas y consolidadas, permitiendo estimar así los valores fundamentales de la Ecuación de Mohr-Coulomb.

Este análisis define la cohesión (c), como la atracción existente entre partículas presentes en las arcillas; y el ángulo de fricción (ϕ), que representa la oposición al deslizamiento generada por el rozamiento interno del suelo.

PESO VOLUMETRICO SECO SUELTO

Este análisis establece la relación peso - volumen ocupado en el contenedor, asegurando que el material conserve su densidad natural sin compactación durante el llenado.

Se obtiene con la siguiente fórmula:

$$P.V.S.S = \frac{W_m}{V_r} \text{ donde}$$

$$W_m = \text{Peso del material}$$

$$V_r = \text{volumen del recipiente}$$

PESO VOLUMETRICO SECO COMPACTADO

Este ensayo determina la relación peso - volumen total, con el material compactado en el recipiente.

Se obtiene con la siguiente fórmula:

$$P.V.S.C = \frac{W_m}{V_r} \text{ donde}$$

$W_m = \text{Peso del material}$
 $V_r = \text{volumen del recipiente}$

PESO ESPECIFICO RELATIVO DE SOLIDOS

Valor adimensional calculado por la proporción entre el peso sólido del material y el peso de un volumen idéntico de agua destilada, mediante la siguiente fórmula:

$$S_s = \frac{W_s}{W_s + W_{mw} + W_{mws}}$$

Donde:

S_s : *peso específico de los sólidos*

W_s : *Peso del sólido*

W_{mw} : *peso del material con agua*

W_{mws} : *Peso del material con agua y el sólido*

ENSAYO DE SALINIDAD

Este procedimiento determina la presencia de sales en el subsuelo, factor crítico para la durabilidad del diseño debido a su contacto directo con el pavimento; los valores se expresan tanto en unidades porcentuales como en ppm. Se muestra en la siguiente tabla algunos requisitos para el concreto expuestas a sulfatos.

Tabla 6*Concreto expuesto a soluciones de sulfato*

Exposición a sulfatos	Sulfato soluble en agua (SO_4) presente en el suelo, porcentaje en peso	Sulfato (SO_4) en el agua, ppm	Tipo de Cemento	Relación máxima agua - material cementante (en peso) para concretos de peso normal*	f'_c mínimo (MPa) para concretos de peso normal y ligero*
Insignificante	$0,0 \leq \text{SO}_4 < 0,1$	$0 \leq \text{SO}_4 < 150$	—	—	—
Moderada**	$0,1 \leq \text{SO}_4 < 0,2$	$150 \leq \text{SO}_4 < 1500$	II, IP(MS), IS(MS), P(MS), I(PM)(MS), I(SM)(MS)	0,50	28
Severa	$0,2 \leq \text{SO}_4 < 2,0$	$1500 \leq \text{SO}_4 < 10000$	V	0,45	31
Muy severa	$2,0 < \text{SO}_4$	$10000 < \text{SO}_4$	Tipo V más puzolana***	0,45	31

Nota: Extraído de *Norma Técnica E.060* (P.24), por MVSC, 2019.

ENSAYO DE COMPACTACION

Las pruebas de compactación buscan establecer el contenido húmedo óptimo y la densidad máxima seca del suelo. Bajo la normativa peruana se tiene las pruebas Proctor Estándar que requiere menor energía de compactación en 3 capas, y el Proctor Modificado que requiere una mayor energía en 5 capas. Este último exige la elección entre los métodos A, B o C dependiendo de la granulometría: el método A se aplica cuando el retenido en la malla #4 es inferior al 20%; el B cuando dicho retenido supera el 20% pero no excede el 20% en el tamiz de 3/8"; y el C cuando el material retenido en 3/8" sobrepasa el 20% sin llegar al 30% en la malla de 3/4".

ENSAYO DE CBR

La determinación del CBR resulta esencial en el dimensionamiento de pavimentos, puesto que evalúa la resistencia al corte de la subrasante y la resistencia portante bajo parámetros específicos de compactación. Este procedimiento emplea la humedad óptima derivada del Proctor Modificado y somete a los especímenes a un periodo de inmersión de 96

horas. Dicha fase busca replicar el estado de saturación total ante eventuales inundaciones, permitiendo monitorear diariamente el potencial de expansión del material.

4.2.3. DEL ESTUDIO DE TRÁFICO

INDICE MEDIO DIARIO SEMANAL (IMDs)

Este índice se determina por medio del análisis de la información recopilada en campo, clasificando el flujo vehicular por categorías dadas por el MTC, en un punto de control específico con las estaciones de conteo durante un periodo semanal continuo. Emplea la siguiente fórmula:

$$IMD_s = \frac{\sum V_i}{7}$$

Donde: V_i : Volumen diario vehicular del día i .

INDICE MEDIO DIARIO ANUAL (IMDa)

La determinación de este índice se realiza aplicando un factor de corrección (FC) al volumen total de vehículos registrado en la semana, este factor depende si el vehículo es ligero o pesado, con la siguiente fórmula:

$$IMDa = IMDs * FC$$

Donde:

IMDs = Índice medio diario semanal

IMDa = Índice medio diario anual

FC = Factor de corrección

FACTOR DE CORRECCIÓN (FC)

Se requiere del uso de un factor de corrección, con el fin de ajustar el volumen del tránsito, empleando los coeficientes de la Estación más cercana.

PERÍODO DE DISEÑO

Este concepto define el tiempo total en que la estructura debe operar de forma óptima, es decir el tiempo proyectado para la estructura; durante este periodo se plantea mantenimiento para que pueda cumplir su tiempo estimado.

Tabla 7

Periodos de diseño de vías pavimentadas

Tipos de carretera	Períodos (años)	
	análisis	diseño
Urbana con altos volúmenes de tránsito	30 - 50	15 - 20
Interurbana con altos volúmenes de tránsito	20 - 50	15 - 20
Pavimentada con bajos volúmenes de tránsito	15 - 25	5 - 12
Afirmada con bajos volúmenes de tránsito	10 - 20	5 - 8

Nota: Extraído de *Guide for Design of Pavement Structures*, por AASHTO, 1993.

CARRIL DE DISEÑO

Según AASHTO (1993), el carril de diseño absorbe la máxima concentración de ESAL, este carril se utiliza como base para calcular las dimensiones de los espesores del paquete estructural.

TASA DE CRECIMIENTO

Es el porcentaje que refleja cuánto aumenta año a año el flujo de transportes por una carretera o avenida. Este valor es normado por el MTC para modelar el tráfico futuro, asegurando que la estructura del pavimento resista el desgaste esperado a lo largo de todo su ciclo de vida útil.

Tabla 8

Tasas para la Proyección de la Demanda

Vehículos	Ligeros	Pesados
Tasa x departamento	TC	PBI
Lambayeque.	2.40%	2.54%

Nota. Ministerio de Transportes y Comunicaciones. Información al 2022.

TRÁFICO NORMAL

Es el tráfico que circula en las vías, el cual permanece constante independientemente de la ejecución de nuevas obras viales.

TRÁFICO GENERADO

Es el tráfico que como su nombre dice, se genera a raíz de la implementación de la nueva infraestructura vial.

TRÁFICO DESVIADO

Es el tráfico que, manteniendo sus puntos de inicio y llegada, opta por rutas alternativas dentro de la zona de influencia mientras se desarrolla la ejecución de la infraestructura vial.

TRÁFICO INDUCIDO

Es el tráfico provocado por la ejecución del proyecto, lo cual deriva en una saturación de la vía que sobrepasa la capacidad de diseño original, afectando negativamente la servicialidad y el confort vial.

4.2.4. DEL ESTUDIO DE CANTERAS

AFIRMADO

Es una mezcla graduada de suelo granular (grava y arena) y finos (arcilla o limo), seleccionada o preparada artificialmente. Se utiliza principalmente en la conformación de capas de rodadura en vías sin pavimentar o el acondicionamiento de estratos de subbase granular.

AGREGADO GRUESO

Componente rocoso retenido en el Tamiz N° 4. Está constituido por piedras partidas, grava natural o cantos rodados. Su incorporación en el diseño de mezclas es indispensable para la ingeniería vial, debido a que constituye parte de los elementos de concreto, absorbiendo las solitudes de carga directa y mitigando las contracciones de la mezcla.

AGREGADO FINO

Material granular retenido entre el Tamiz N° 4 y el N° 200. Consiste en arenas naturales, arenas de trituración o una mezcla de ambas. Su función principal es rellenar los vacíos existentes en el agregado grueso y facilitar la trabajabilidad del concreto en estado fresco.

4.2.5. DEL DISEÑO VIAL URBANO

VÍAS EXPRESAS

Son vías de flujo vehicular ininterrumpido, a altas velocidades, de acceso nulo, sin cruces a nivel con otras vías; a excepción de que se adicione vías auxiliares.

VÍAS ARTERIALES

Son vías de flujo vehicular continuo, accesibilidad limitada, distribuyen el tráfico a las vías menores; se permite el cruce en intersecciones o cruces semaforizados para los peatones, además que se permite vías auxiliares laterales con paraderos.

VÍAS COLECTORAS

Son vías de flujo vehicular interrumpido, acceso moderado, con intersecciones frecuentes, semáforos y acceso directo a los predios, accesibilidad media o alta, conectan las vías locales con las arteriales.

VÍAS LOCALES

Son vías de flujo muy lento, acceso total directo hacia las viviendas y zonas comerciales, de baja velocidad y estacionamientos, priorizando la seguridad del peatón.

VÍAS DE DISEÑO ESPECIAL

Son vías tales como vías peatonales, pasajes, malecones, paseos, entre otros que no forman parte de la clasificación anterior.

VELOCIDAD DE DISEÑO

Este parámetro representa el límite máximo de rapidez que permite un tránsito seguro bajo condiciones óptimas, donde la geometría de la vía es el único factor limitante. Este parámetro es la base del diseño vial, ya que de él derivan elementos críticos como las distancias

de visibilidad, las pendientes máximas, los peraltes de las curvas y sus respectivos radios de giro. Su elección está condicionada por la jerarquía de la vía, el relieve del terreno, el volumen vehicular y el presupuesto disponible. Entonces, esta velocidad debe ser uniforme en todo el tramo, salvo que la topografía exija cambios justificados. De acuerdo al RNT vigente, tenemos:

Tabla 9

Velocidad de diseño

Tipo de Vía	Velocidad Km/h
Expresa	80-100
Arterial	50-80
Colectora	40-60
Local	30-60

Nota. Extraído del *Manual de Diseño Geométrico de Vías Urbanas*, 2005

VEHICULO DE DISEÑO

Se escoge una unidad vehicular representativa para el diseño geométrico de la calzada, que se tomará en cuenta por su magnitud, peso y su radio de giro.

Su elección no es al azar; se opta por el modelo más restrictivo que transitará habitualmente, garantizando así que la vía soporte las maniobras de las unidades de mayor exigencia.

DISTANCIA DE VISIBILIDAD DE PARADA

Definida como la longitud total recorrida por la unidad vehicular desde que detecta un peligro hasta que frena por completo. Para ello se consideran 02 momentos distintos para detener el vehículo:

La distancia recorrida que depende del tiempo para reaccionar y frenar, dada en la siguiente ecuación:

$$d_{pr} = 0.694 (Vo)$$

Donde:

Vo: velocidad de diseño (km/h)

d_{pr}: Distancia recorrida (m)

Y la distancia recorrida dependiente del tiempo neto en frenar, tiempo necesario para llegar a la velocidad cero, utilizando la ecuación $F=ma$, obteniendo la ecuación:

$$d, f = \frac{V_o^2}{254 f}$$

Donde:

V_o : velocidad de diseño (km/h)

f : factor friccionante (adimensional)

d, f : distancia (m)

Tabla 10

Coefficiente de fricción longitudinal según su velocidad

V (km/h)	30	40	50	60	70	80	90	100	110	120
f	0.4	0.38	0.35	0.33	0.31	0.3	0.3	0.29	0.28	0.28

Nota. Extraído del *Manual de Diseño Geométrico de Vías Urbanas* (p.85), por Chávez V., 2005

Finalmente, con las ecuaciones anteriores se obtiene la ecuación final:

$$D_p = 0.694(V_o) + \frac{V_o^2}{254(f)}$$

Donde:

V_o = Velocidad de diseño (km/h)

D_p = Distancia de visibilidad de parada (m)

f = Coeficiente de fricción

Dando los valores de distancias de parada asociadas a cada velocidad de diseño, se muestra en la **Tabla 11**.

Tabla 11*Distancia de visibilidad en parada en terreno plano*

Velocidad De Diseño (km/h)	DISTANCIA (m)
30	30
40	45
50	63
60	85
70	111
80	140
90	469
100	205
110	247
120	286

Nota. Extraído del *Manual de Diseño Geométrico de Vías Urbanas* (p.85), por Chávez V., 2005

ALINEAMIENTO HORIZONTAL

Son trazos en planta rectos y curvos que brindan orientación al usuario, permiten la circulación ininterrumpida de los vehículos, conservando su velocidad de diseño en su derecho de vía.

ALINEAMIENTO VERTICAL

En entornos urbanos consolidados, la pendiente se ajusta a la topografía actual, ya que estas lotizaciones originalmente tuvieron una deficiente planificación.

PERFIL LONGITUDINAL

Definido como la proyección que muestra la relación vertical entre la vía y el relieve, siguiendo la trayectoria horizontal, para vías urbanas es necesario emplear un eje por calzada.

PENDIENTE MÍNIMA

Los requerimientos de drenaje determinan la pendiente mínima admisible. En tramos donde el bombeo alcanza o supera el 2%, se autoriza una pendiente longitudinal de hasta el 0.3%; no obstante, si el bombeo es inferior a dicho porcentaje, el gradiente mínimo se eleva al 0.5%.

PENDIENTE MÁXIMA

Esta pendiente en entornos urbanos, debe tomar en cuenta los factores económicos, la viabilidad constructiva y la operatividad vehicular. Los valores máximos permitidos, basados en la clasificación del terreno, se encuentra estructuradas en la **Tabla 12**.

Tabla 12

Pendientes máximas

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%

Nota. Extraído del *Manual de Diseño Geométrico de Vías Urbanas* (p.97), por Chávez V., 2005

CURVAS VERTICALES

Para suavizar el cambio entre pendientes longitudinales, se emplean curvas parabólicas. Para velocidades menores de 50 km/h, estas curvas se proyectan cuando la variación de pendientes supera al 1%. Si la velocidad es alta, se usan a partir del 0.5%. Según la forma del terreno, la curva será cóncava o convexa.

NUMERO Y ANCHO DE CARRILES

La cantidad de carriles está limitada a la jerarquía de la vía, la demanda proyectada y el espacio disponible. Generalmente, se establece 1 carril en sentido único y hasta máximo 4 recomendado.

Los anchos de calzada correspondientes se ajustan a la jerarquía vial y a la velocidad de diseño, conforme a la **Tabla 13**, y también lo que establece la norma GH.020 en la **Tabla 14**.

Tabla 13

Ancho de Carriles - Manual VCHI

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)
ARTERIAL	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
		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

Nota. Extraído del Manual de Diseño Geométrico de Vías Urbanas (p.101), por Chávez V., 2005

Tabla 14

Ancho de Carriles - Norma GH.020

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

Nota: Extraído de Norma Técnica GH.020 (p.2), por MVCS, 2019.

BOMBEO

El bombeo es la inclinación de las secciones transversales, con el fin de drenar el agua acumulada en la superficie. Dicha pendiente puede ser una sola bajada hacia un lado o dividirse en la mitad y escurrir hacia ambos lados. Su inclinación se establece en función de la naturaleza del pavimento y de la intensidad de las precipitaciones locales.

Tabla 15**Bombeo**

Ancho Mínimo de Carril en Pista Normal (Mts) (2, 3) 2.75	Bombeo %	
	Precipitación < 500 mm/año	Precipitación > 500 mm/año
Pavimento superior	2.0	2.5
Tratamiento superficial	2.5 (1)	2.5 – 3.0
Afirmado	3.0 – 3.5 (1)	3.0 – 4.9

Nota. Extraído del *Manual de Diseño Geométrico de Vías Urbanas* (p.102), por Chávez V., 2005

BERMA

Las bermas son franjas laterales de la vía diseñadas principalmente para que los vehículos puedan detenerse por emergencias sin interrumpir el flujo vehicular. Además de mejorar la capacidad vial y la confianza del conductor, sirven como barrera de protección para el pavimento, evitando que el agua o el tránsito fuera de la calzada erosionen las capas inferiores.

SARDINEL

Sardineles o bordillos, son de concreto prefabricados o vaciados en el lugar, que sirven para separar físicamente la calzada de otras zonas como veredas, bermas, jardines o cualquier otra superficie, garantizando orden y seguridad tanto a conductores como a peatones.

VEREDA

Es una franja de concreto elevada respecto a la calzada, ubicada a los costados, destinada a la circulación segura de peatones.

SEÑALES VERTICALES

La señalización vertical se coloca instalado en los márgenes o sobre la calzada para regular, advertir o guiar a los conductores mediante textos y símbolos oficiales. Es importante destacar que los gráficos del manual son referencias; cada señal instalada debe contar con un diseño técnico específico para su ubicación.

De acuerdo a su función, se clasifican en 3 tipos, reglamentarias, preventivas e informativas.

SEÑALES REGLAMENTARIAS

Los dispositivos de reglamentación tienen como objetivos transmitir las limitaciones, prohibiciones y mandatos legales que rigen el tránsito, su omisión constituye una falta sancionable.

SEÑALES PREVENTIVAS

Las señales preventivas sirven para alertar a quienes transitan sobre posibles peligros o condiciones inesperadas en la ruta y sus alrededores, ya sea que se trate de riesgos fijos o situaciones temporales.

SEÑALES INFORMATIVAS

El objetivo de las señales informativas es orientar a los conductores para que alcancen su destino de manera sencilla y eficiente. Estas indican rutas, distancias a pueblos o servicios, nombres de vías, kilometraje y puntos de interés turístico.

MARCAS EN EL PAVIMENTO

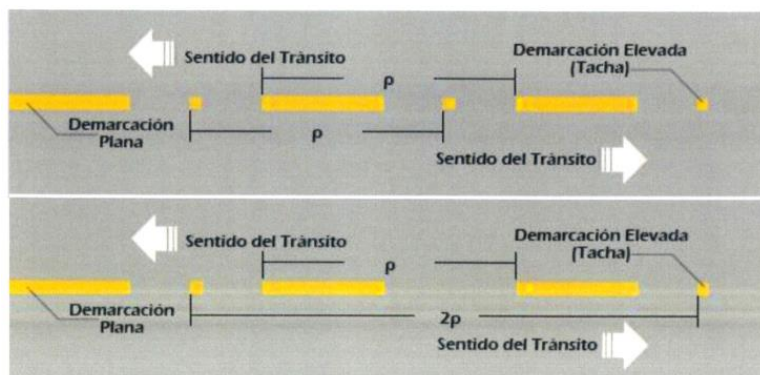
Son elementos de control que incluyen desde simples líneas hasta señales escritas. Estas se adhieren a la superficie de rodadura o estructuras adyacentes para delimitar carriles y zonas de seguridad.

LINEA CENTRAL

Funciona como el eje divisor en calzadas bidireccionales. La normativa establece que una línea amarilla segmentada autoriza el adelantamiento, mientras que una continua lo restringe totalmente para garantizar la seguridad operativa.

Figura 5

Línea central segmentada de color amarillo



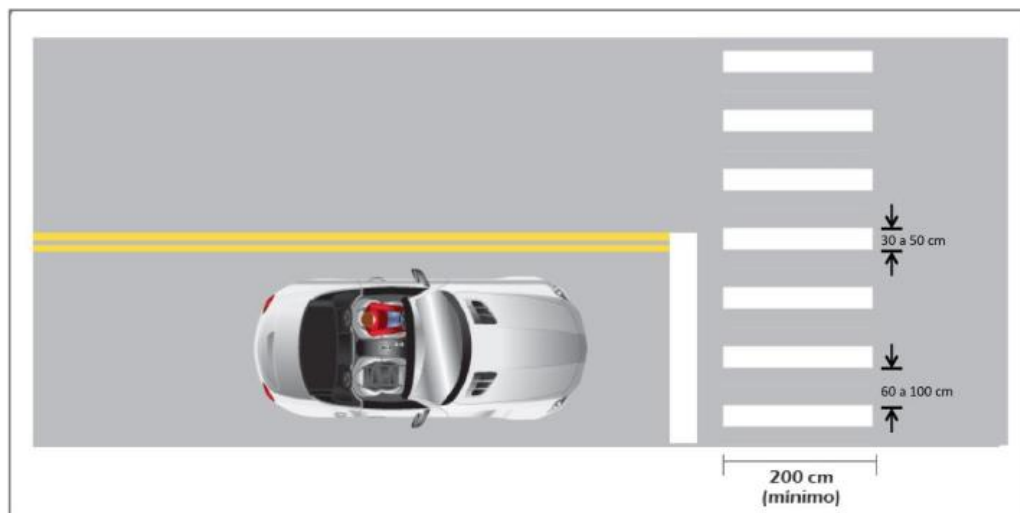
Nota. Extraído del *Manual del Tránsito* (p.256), por MTC, 2016.

LÍNEA DE CRUCE PEATONAL

Son franjas blancas paralelas que cruzan la vía para señalar por dónde deben pasar los peatones. Tienen entre 30 y 50 cm de ancho y están separadas por ese mismo espacio. Siempre van acompañadas de una línea de pare situada al menos a un metro de distancia para que los autos se detengan antes.

Figura 6

Líneas para el cruce peatonal



Nota. Extraído del *Manual del Tránsito* (p.273), por MTC, 2016.

PALABRAS, SÍMBOLOS Y LEYENDAS

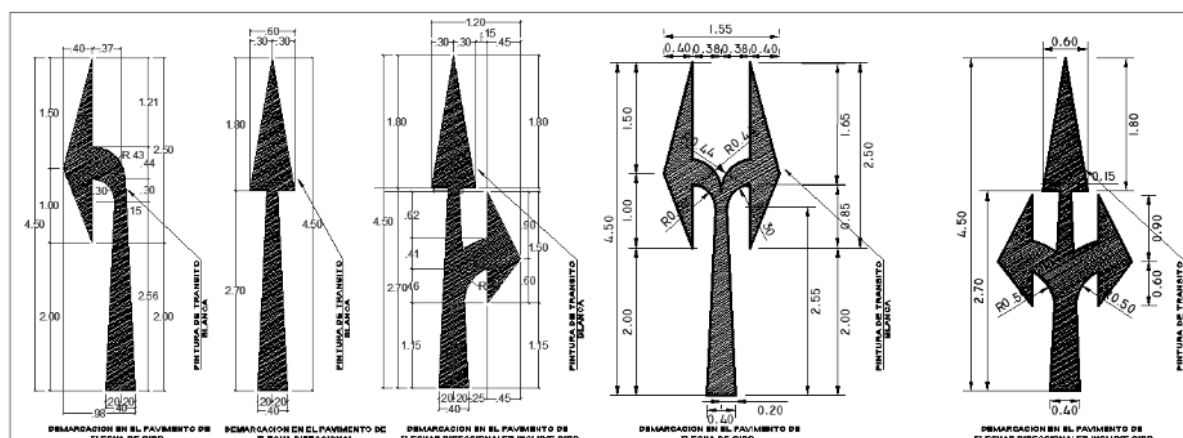
Estas marcas sirven para orientar y dar seguridad tanto a conductores como a peatones. Para que se entiendan rápido, los mensajes deben ser cortos (máximo tres palabras) y estar diseñados de forma alargada para que el conductor los vea bien desde lejos. Se escriben de abajo hacia arriba para que la primera palabra sea la más cercana al vehículo.

FLECHAS

Se deben usar tipos rectos, de giro o mixtos para guiar cada carril. La primera se dibuja a 2 metros de distancia de la zona de parada o del cruce, además, deben ir seguidas de al menos otras dos flechas separadas por 15 metros entre sí para anticipar la maniobra.

Figura 7

Demarcaciones en el pavimento



Nota. Extraído del *Manual del Tránsito* (p.43), por MTC, 2016.

4.2.6. DEL DISEÑO ESTRUCTURAL DEL PAVIMENTO

SUB RASANTE

Se define como la superficie del terreno que recibirá el pavimento, nivelado y compactado. Su capacidad se determina mediante el Módulo Resiliente (M_r) o el CBR, y su diseño debe garantizar que las deformaciones permanentes sean mínimas ante las cargas de tráfico.

SUB BASE GRANULAR

Se define como la capa ubicada bajo la base y por encima la subrasante, compuesta por materiales con espesores y calidades específicas dadas en la norma CE.010 de acuerdo al tipo de pavimento. Cabe destacar que, en proyectos donde el suelo de fundación posee una alta capacidad portante, esta capa suele prescindirse para optimizar costos.

BASE GRANULAR

Se define la capa situada bajo la carpeta asfáltica o hidráulica. Se compone de mezclas de áridos (piedra chancada, arena y finos) debidamente gradados y compactados. Se encarga de absorber los impactos directos del flujo vehicular y transmitirlos hacia la subbase y subrasante, cuya función es mitigar las deflexiones superficiales mediante la distribución eficiente de las presiones verticales.

CAPA DE RODADURA

Se define como la capa externa y superficial del paquete estructural, cumple funciones distintas según el tipo de estructura: en pavimentos flexibles y adoquinados, actúa como el elemento receptor que distribuye las cargas hacia las capas subyacentes. Por el contrario, en los pavimentos rígidos, la losa asume un rol estructural predominante al absorber más del 60% de los esfuerzos. Cabe destacar que la superficie de rodadura es propensa a experimentar deformaciones por flexión debido a la incidencia directa del tráfico.

PAVIMENTO

Sistema estructural multicapa diseñado con el propósito de optimizar la distribución y transferencia de cargas inducidas por el flujo vehicular hacia la subrasante, garantizando así condiciones adecuadas de servicialidad vial. Puccio C. (2023) sostiene que estas infraestructuras de transporte se encuentran conformadas por una superficie o carpeta de rodadura superior y una serie de estratos granulares compactados que se apoyan mecánicamente sobre el suelo de fundación.

PAVIMENTO FLEXIBLE

Constituye una solución estructural que aprovecha las propiedades elásticas de sus componentes para adaptarse de manera continua a las deformaciones de la subbase y base subyacentes. Atencio C. (2022) nos dice que el pavimento flexible es una carpeta de mezcla asfáltica proporcionando una superficie de rodadura con la capacidad necesaria de soportar el tránsito pesado, estructuralmente distribuye secuencialmente los esfuerzos horizontales generadas por el flujo vehicular.

PAVIMENTO RÍGIDO

Constituye una infraestructura de transporte cuya superficie de rodamiento conforma un bloque indeformable de alta rigidez estructural. Puccio C. (2023) dice que estos pavimentos, en su estructura principal, tiene una losa de hormigón de cemento Portland, cuya capacidad para soportar los esfuerzos de flexión minimiza las deformaciones y optimiza la transferencia de cargas pesadas hacia los estratos inferiores de soporte.

PAVIMENTO ADOQUINADO

Consiste en una superficie de bloques de adoquines, con una óptima capacidad para soportar cargas de compresión axial, colocados de manera intertrabada sobre una capa de arena fina compactada, que a su vez se apoya sobre capas granulares y la subrasante.

Atencio C. (2022) nos dice que, por su facilidad de colocación de los adoquines, permite adecuarse a las instalaciones de agua, alcantarillado u otros sistemas.

4.2.7. DEL SISTEMA DE DRENAJE PLUVIAL

DRENAJE PLUVIAL

Puccio C. (2023) define el drenaje pluvial como un conjunto de redes de tuberías, colectores y estructuras de apoyo, que, al llover, el agua es recogida y evacuada hacia las cunetas y luego a las alcantarillas, esto funciona por gravedad.

DURACIÓN

Se define como el lapso total desde el inicio hasta la conclusión de un evento de precipitación, cuya medida se expresa habitualmente en minutos u horas.

FRECUENCIA

La frecuencia de un evento pluvial se define a través del periodo de retorno (T), representa la recurrencia estimada de una tormenta con duración e intensidad específicas en un intervalo de tiempo prolongado, dado en años.

INTENSIDAD DE LLUVIA

Cantidad del volumen máximo de agua captada y conducida por la infraestructura de drenaje pluvial ante una tormenta de diseño.

AREA DE DRENAJE

Se establece mediante el trazo perimetral de la subcuenca de aporte, un proceso cartográfico fundamentado en la configuración con los planos de topografía. Este procedimiento identifica la divisoria de aguas y la dirección de las escorrentías superficiales, delimitando la superficie total que verterá caudales hacia el sistema urbano de cunetas.

COEFICIENTE DE ESCORRENTIA

Constituye una variable adimensional, este coeficiente determina qué porcentaje del agua pluvial acumulada en un sector específico fluye por la superficie en lugar de infiltrarse o evaporarse.

TIEMPO DE CONCENTRACIÓN (TC)

Definido como el periodo máximo estimado a fin de que las escorrentías pluviales converjan y fluyan hacia la estructura de descarga definitiva de la red de evacuación urbana. Este indicador hidrológico es determinante, puesto que fija la duración crítica de la tormenta que maximiza la intensidad de diseño en las cunetas.

4.2.8. DE LAS ESPECIFICACIONES TÉCNICAS

TÍTULO

Engloba la naturaleza de los trabajos a realizar como: Obras provisionales, trabajos preliminares, pavimento, vereda y rampas de concreto, drenaje pluvial, sardineles, áreas verdes, flete y otros.

PARTIDAS

Contiene una tarea determinada de construcción, y forma parte del presupuesto, dentro de ellas se considera lo siguiente: Descripción del trabajo, método de medición y formas de pago.

METODOS DE MEDICION Y UNIDADES UTILIZADAS

Las formas de cuantificación están descritos en las partidas, y las unidades más comunes utilizadas son: metro (m), metro cuadrado (m²), metro cúbico (m³), mes (mes), global (glb), litro (l) y kilogramo (kg). La aprobación por parte del ingeniero supervisor constituye un requisito necesario para la validación de las unidades

FORMAS DE PAGO

Es un mecanismo de control presupuestal, que determina cómo se medirá y remunerará al contratista. En ella se detallan las unidades de medida y las condiciones necesarias para aprobar el cobro de cada actividad de la obra.

4.2.9. DE LA EVALUACION DE IMPACTO AMBIENTAL

MÉTODO DE IDENTIFICACIÓN

Este proceso identifica los impactos ambientales de acuerdo al nivel de incidencia (directos o indirectos), su temporalidad (largo y corto plazo) y su nivel de recuperación (reversibles o irreversibles). Esta evaluación determina la magnitud del impacto real en los factores físicos y el entorno socioeconómico del área de estudio.

MATRIZ DE CARACTERIZACIÓN

Utiliza la matriz de identificación, y se asigna un valor numérico por cada sub-factor afectado por las actividades del proyecto.

Los valores dependerán de las 12 siglas mostradas en la **Figura 8**, asignando a criterio los valores de afectación para cada actividad.

Finalizando con la suma dada por la siguiente ecuación de Impacto (I):

$$I = \pm(3IN + 2EX + MO + PE + RV + SI + AC + EF + PR + MC)$$

Figura 8

Valoración de impactos

NATURALEZA - Impacto beneficioso + - Impacto perjudicial -	INTENSIDAD (IN) (Grado de Destrucción)* - Baja o mínima 1 - Media 2 - Alta 4 - Muy alta 8 - Total 12
EXTENSION (EX) (Area de influencia) - Puntual 1 - Parcial 2 - Amplio o Extenso 4 - Total 8 - Crítico (+4)	MOMENTO (MO) (Plazo de manifestación) - Largo plazo 1 - Medio plazo 2 - Corto Plazo 3 - Inmediato 4 - Crítico (+4)
PERSISTENCIA (PE) (Permanencia del efecto) - Fugaz o Efímero 1 - Momentáneo 1 - Temporal o Transitorio 2 - Pertinaz o Persistente 3 - Permanente y Constante 4	REVERSIBILIDAD (RV) (Reconstrucción por medios naturales) - Corto Plazo 1 - Medio Plazo 2 - Largo plazo 3 - Irreversible 4
SINERGIA (SI) (Potenciación de la manifestación)** - Sin sinergismo o Simple 1 - Sinergismo moderado 2 - Muy sinérgico 4	ACUMULACION (AC) (Incremento progresivo) - Simple 1 - Acumulativo 4
EFFECTO (EF) (Relación causa - efecto) - Indirecto o Secundario 1 - Directo o Primario 4	PERIODICIDAD (PR) (Regularidad de la manifestación) - Irregular (Aperiódico y Esporádico)*** 1 - Periódico o de Regularidad Intermitente 2 - Continuo 4
RECUPERABILIDAD (MC) (Reconstrucción por medios humanos) - Recuperable de manera inmediata 1 - Recuperable a corto plazo 2 - Recuperable a medio plazo 3 - Recuperable a largo plazo 4 - Mitigable, sustituible y compensable 4 - Irrecuperable 8	IMPORTANCIA (I) (Grado de manifestación cualitativa del efecto) $I = \pm (3 IN + 2 EX + MO + PE + RV + SI + AC + EF + PR + MC)$

Nota: Extraído de *Guía metodológica para la evaluación del impacto ambiental*, por CONESA, 1995.

MATRIZ DE IMPORTANCIA

Tras consolidar la sumatoria de las variables en la fase de caracterización, se establece la jerarquía del impacto ambiental. Esta clasificación segmenta los resultados en cuatro niveles de importancia: irrelevante, moderado, severo y crítico, lo cual simplifica la identificación de las actividades que requieran acciones correctoras inmediatas.

MATRIZ DE VALORACIÓN

Para el Método Batelle-Columbus, en cada factor se le asigna un valor denominado “unidad de importancia de ponderación = UIP” mostrada en la **Figura 9**, que será usada en la siguiente ecuación con los valores de Importancia obtenido de la Matriz de Importancia:

$$I_r = \frac{\sum_{i=1}^n (UIP_i * I_i)}{\sum_{i=1}^n UIP_i}$$

$$\% = \frac{I_r}{\sum I_r} * 100$$

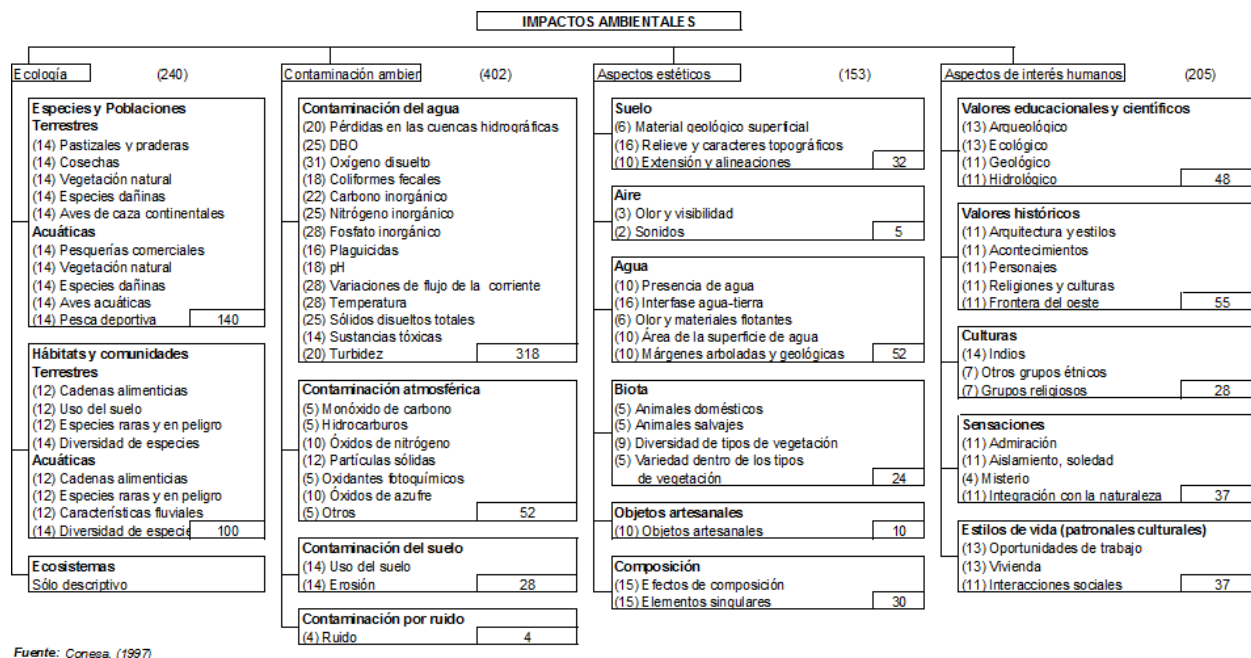
ΣI_i = Suma en importancia del valor

I_r = Importancia relativa

% = Variación porcentual

Figura 9

Impactos ambientales – Batelle-Columbus



Nota. Extraído de *Guía metodológica para la evaluación del impacto ambiental*, por CONESA, 1995.

4.2.10. DEL ESTUDIO ECONOMICO

METRADO

Los metrados consisten en calcular la cantidad de todas las actividades o partidas, con ayuda de los planos, para posterior a ello determinar el costo de cada partida.

ANALISIS DE PRECIOS UNITARIOS

Es un modelo económico que determina el costo directo estimado para ejecutar una partida, donde cada formato de análisis integra rigurosamente las variables de rendimiento y los requerimientos operativos de mano de obra, insumos pétreos e industriales, equipos mecánicos y herramientas menores indispensables para la ejecución física de la partida. Todos los montos se calculan en base a cotizaciones sin IG.V.

PRESUPUESTO

Es el valor aproximado del proyecto, donde se obtiene automáticamente luego de tener los análisis de precios unitarios por sus metrados correspondientes. Su formulación estructural parte de la sumatoria de los costos directos para luego adicionar los componentes indirectos que comprenden los gastos generales, la utilidad, y la carga tributaria del IGV obteniendo el presupuesto final de inversión.

MANTENIMIENTO

El mantenimiento es otra inversión necesaria que generará gastos económicos continuos a lo largo del periodo de servicio del pavimento, tenemos 2 tipos: Rutinario, que se realiza frecuentemente con actividades menores de conservación vial, de drenaje, de seguridad vial, etc., y Periódico, que se realiza cada cierto tiempo, no es frecuente, con actividades que requieren de mayor trabajo, son de carácter preventivo que ayudan a preservar o disminuir el desgaste del pavimento.

4.2.11. DE LA PROGRAMACIÓN DE OBRA

CRONOGRAMA DE OBRA

Es un cronograma donde detalla la secuencia, duración de las partidas de un proyecto de obra, permite tener una ruta crítica para supervisar la ejecución y asegurar el cumplimiento de las fechas.

CRONOGRAMA VALORIZADO

Es el cronograma donde se le asigna costo a cada partida según su avance físico.

CRONOGRAMA DE ADQUISICIÓN DE MATERIALES

Es el cronograma donde detalla las fechas en que deben comprar e ingresar los insumos a obra para asegurar el stock y evitar sobre costos.

4.3. OPERACIONALIZACION DE VARIABLES

4.3.1. DEFINICION CONCEPTUAL

DE LA VARIABLE INDEPENDIENTE

Estudio definitivo de pavimentación: Conjunto de estudios técnicos indispensables para definir el diseño geométrico, los espesores y los materiales de las capas que conformarán el paquete estructural de la vía.

DE LA VARIABLE DEPENDIENTE

Transitabilidad vehicular y peatonal: Capacidad de las vías urbanas para garantizar el desplazamiento fluido, seguro y confortable tanto de vehículos como de transeúntes en un entorno urbano.

4.3.2. DEFINICION OPERACIONAL

DE LA VARIABLE INDEPENDIENTE

Estudio definitivo de pavimentación: Elaboración del estudio definitivo mediante estudios de campo, laboratorio y diseño estructural.

DE LA VARIABLE DEPENDIENTE

Transitabilidad vehicular y peatonal: Evaluación de las condiciones de servicio y el flujo peatonal, el nivel de conformidad de la señalización urbana, sumando la mitigación ambiental.

Tabla 16

Tabla de Operacionalización de Variables

VARIABLES	DIMENSIONES	INDICADORES	UND. DE MEDIDA
VARIABLES INDEPENDIENTES: Estudio definitivo de pavimentación	Estudios Básicos	Estudio topográfico	m2, ha
		Estudio de Mecánica de suelos	%, gr, mm, gr/cm3
		Estudio de tráfico	IMDA, veh/día
		Estudio de canteras	%, gr/cm3, pulg, gr
	Diseño Vial Urbano	Diseño Vial	km/h, m, %
		Señalización Vial	und, m2
	Diseño Estructural del Pavimento	ASSHTO, MIA, PCA	cm, m
	Drenaje Pluvial	Estudios Hidrológicos	m3/s, l/s, km2, mm/h
		Estudio Hidráulico	m3/s, l/s, km2
	Estudio de Impacto Ambiental	Matriz de caracterización, importancia y valoración	positivo, negativo, directo, indirecto, reversible, irreversible
	Estudio Económico	Metrados	und, mes, glb, m, m2, m3, kg
		Presupuesto	soles
		APU	soles
	Programación de obra	Cronograma de ejecución de obra	días
Cronograma Valorizado de Avance de obra		días, soles	
Cronograma de Adquisición de Materiales		días, soles	
VARIABLE DEPENDIENTE: Transitabilidad vehicular y peatonal	Transitabilidad Vehicular	Volumen de Tránsito Vehicular	veh/km
	Transitabilidad Peatonal	Volumen de Tránsito Peatonal	Und.

Nota. Elaboración propia

CAPITULO III

5. DISEÑO METODOLÓGICO

5.1. TIPO DE INVESTIGACION

El estudio se fundamenta en base a datos numéricos, por lo que está bajo un enfoque Cuantitativo. Es de nivel Descriptivo, puesto a que detalla la condición actual del área en estudio, y desarrolla la propuesta técnica del pavimento en sus componentes geométrico y estructural. Asimismo, por su fin es de tipo Aplicado, ya que aplica las teorías y normativas de la ingeniería vial para resolver el problema de transitabilidad de la zona.

5.2. PROCEDIMIENTO

FASE I: Recopilación de información

Se realizó un reconocimiento preliminar del lugar, con la inspección visual del área de influencia, identificando la topografía, el estado actual de las vías y las condiciones del drenaje.

Se recopiló información del lugar con ayuda del plano catastral municipal vigente, y se verificó que cuentan con servicios básicos.

FASE II: Trabajo de campo y procesamiento de datos

Se ejecutó las mediciones topográficas directamente en el terreno para su posterior modelación e impresión de la planimetría de detalle del sector urbano.

Se ejecutó el estudio de mecánica de suelos, involucró la excavación de pozos a cielo abierto en ubicaciones programadas, recolectándose las muestras para el posterior desarrollo de los ensayos en los laboratorios propios de la universidad.

Se ejecutó el estudio de tráfico, con el conteo vehicular en puntos estratégicos; procesando los registros obtenidos para formular el Índice Medio Diario Anual (IMDa), las tendencias de crecimiento de demanda futura y el cálculo definitivo de ejes equivalentes (ESAL) requeridos para el horizonte de diseño estructural.

El estudio de canteras abarcó el mapeo y control de calidad de los agregados aptos que conformarán el paquete estructural del pavimento.

FASE III: Diseño vial y estructural

Se realizó el diseño vial, con la geometría vial, diseño de veredas y su respectiva señalización.

Se calcularon las dimensiones de los componentes del pavimento, bajo los lineamientos normativos de la metodología del Instituto del Asfalto (MIA), los criterios de la AASHTO y el modelo de la PCA (Portland Cement Association), logrando así la configuración final de la estructura.

Se realizó el drenaje pluvial, con el estudio hidrológico e hidráulico, utilizando las variables meteorológicas a través de las precipitaciones máximas provistos por el SENAMHI, calculándose los caudales de diseño.

Se realizó la evaluación de Impacto Ambiental, identificando y evaluando los impactos ambientales potenciales (generación de polvo, ruido, alteración del entorno) en las fases constructiva y operativa. Además, se formuló el Plan de Manejo Ambiental (PMA) con sus respectivas medidas de mitigación, contingencia y planes de cierre aplicables al proyecto vial.

Se dibujaron los planos a detalle en planta y perfil, secciones transversales, los detalles de pavimentos, drenaje, veredas y señalización.

FASE IV: Estudio económico

Se realizaron los metrados de cada partida dada con ayuda de las especificaciones técnicas los planos y los planos.

Se estructuraron los análisis de precios unitarios (APU), determinando los rendimientos de campo, para calcular el presupuesto base estimado del proyecto.

Se evaluó comparativamente las tres alternativas planteadas (pavimento flexible, rígido y adoquinado).

Se aplicaron criterios de costo de ciclo de vida (construcción y mantenimiento) para respaldar la selección de la alternativa vial óptima.

Se realizó la programación del proyecto, con los cronogramas valorizados, de avance y de materiales.

FASE V: Resultados, conclusiones y recomendaciones

Se evaluaron los indicadores de diseño y económicos obtenidos.

Se redactó las conclusiones formales del estudio definitivo y las recomendaciones.

5.3. POBLACION Y MUESTRA

POBLACION

La zona en estudio tiene un aproximado de 1530 habitantes en el Pueblo Joven Santa Elena, con 377 lotes distribuidos en 11 manzanas.

MUESTRA

La muestra seleccionada comprende una extensión territorial de 6.59 hectáreas (Ha), superficie que delimita el total de las intervenciones viales del proyecto.

5.4. TÉCNICAS E INSTRUMENTOS DE RECOLECCIÓN DE DATOS

5.4.1. TÉCNICAS DE RECOLECCIÓN DE DATOS

Obtención de Información:

Consistió en el registro, análisis y descarga de información técnica, cartográfica y normativa desde plataformas web oficiales y bases de datos provistas por la Municipalidad Distrital de Chiclayo.

Diagnóstico del entorno:

Se fundamentó en la inspección visual in situ de la zona, complementándose con el análisis geoespacial mediante herramientas tales como Google Earth y el registro fotográfico digital del área de intervención.

Modelamiento de Estructuras:

Involucró la sistematización de hojas de cálculo digital programadas de acuerdo con los modelos matemáticos estipulados en la normativa vial vigente para determinar los espesores definitivos del pavimento.

5.4.2. INSTRUMENTOS

Programas de cómputo

Microsoft Office, Google Earth, AutoCAD, Civil 3D, Hec-4, HidroEsta 2, S10, MS Project.

Levantamiento topográfico

Wincha, comba, estacas, trípode, cuaderno de apuntes

Ensayos de mecánica de suelos

Tamices, copa de Casagrande, ranurador, tara, balanza, horno eléctrico, fiola.

Martillo metálico, molde cilíndrico, pesas.

Estudio de tráfico

Fichas técnicas normadas por el MTC para aforo vehicular

Evaluación de impacto ambiental

Formato analítico de matriz de Batelle - Columbus

Estudio hidrológico

Tabla de precipitaciones extraído de la página de SENAMHI

5.5. EQUIPOS Y MATERIALES**Equipos**

Nivel, GPS

Materiales

- Para las operaciones de excavación de pozos exploratorios a cielo abierto y la recolección de muestras inalteradas y alteradas, se utilizaron herramientas manuales de remoción y excavación: pico, palana, barreta, pesa romana, bolsas de plástico, tubos PVC.

- Para realizar los respectivos ensayos se emplearán los equipos pertinentes al Laboratorio de Materiales, Laboratorio de Pavimentos y el Laboratorio de Mecánica de Suelos de la facultad de la Universidad Pedro Ruiz Gallo.

CAPITULO IV

6. RESULTADOS Y DISCUSION

6.1. DEL ESTUDIO TOPOGRAFICO

6.1.1. METODOLOGIA

El trabajo de campo se ha iniciado con apoyo de una brigada, se realizó un recorrido general de la zona, identificando la ubicación del Punto Geodésico, los BM's dentro de la zona de trabajo.

Se establecieron los controles verticales y horizontales necesarios para iniciar el levantamiento planialtimétrico en el área de intervención. Tomando como base esta red de apoyo georreferenciada, se procedió con la recopilación de coordenadas de la infraestructura existente, como las veredas, postes, viviendas, drenes y/o canales, terreno natural, proyección de estructuras, y más.

6.1.2. RESULTADOS

Se obtuvo las coordenadas geodésicas del punto geodésico PG-01, enlazados a la Estación de Rastreo Permanente (ERP) cuya data se solicitaron al IGN, sirviendo este punto como principal de la zona de proyecto ubicado en el Pueblo Joven Santa Elena. Esta estación se detalla en el **ANEXO 1**. En la **Tabla 17** se consignan los valores de posicionamiento del Punto Geodésico, y en el **ANEXO 2** se detalla su ficha técnica.

Tabla 17

Coordenadas Geodésicas WGS84 y coordenadas UTM WGS84 del Punto Geodésico: PG-01

PUNTO GEODESICO PG-01		
COORDENADAS WGS84 - GEODESICAS		
LATITUD	LONGITUD	Altura Elipsoidal (m)
S 6° 45' 36.04829"	O 79° 49' 03.62852"	41.6810 m
COORDENADAS WGS84 - UTM 17S		
NORTE(m)	ESTE(m)	Altura Ortométrica (m)
9252621.976	630663.7129	32.6121 m

Nota. Elaboración propia

A partir del PG-01, se realizó el trazado de la poligonal de apoyo rodeando la zona del proyecto. Estableciéndose 10 puntos de control BM que nos ayudó a realizar un levantamiento óptimo y preciso, los puntos finales compensados se describen en la **Tabla 18** y en el **ANEXO 3**.

Tabla 18

Cuadro de los Puntos de Control (BM)

PROYECCION UTM - DATUM WGS84				
ZONA 17 SUR				
CODIGO	ESTE (X)	NORTE (Y)	COTA (Z)	DESCRIPCION
BM-01	630,742.2375	9,252,702.2491	32.8488	SOBRE VEREDA DE CONCRETO
BM-02	630,816.7582	9,252,763.4647	33.0684	SOBRE VEREDA DE CONCRETO
BM-03	630,870.4293	9,252,775.9076	33.4388	SOBRE BUZON DE CONCRETO
BM-04	630,874.2892	9,252,654.0795	32.7705	SOBRE BUZON DE CONCRETO
BM-05	630,879.9501	9,252,534.5094	32.9113	SOBRE CAJA DE VALVULA DE AGUA
BM-06	630,890.0020	9,252,431.3754	33.2389	SOBRE BUZON DE CONCRETO
BM-07	630,789.5002	9,252,424.9384	32.8686	SOBRE BUZON DE CONCRETO
BM-08	630,659.1489	9,252,416.0483	32.4584	SOBRE BUZON DE CONCRETO
BM-09	630,649.5218	9,252,516.0504	32.7720	SOBRE VEREDA DE CONCRETO
BM-10	630,649.2918	9,252,588.1037	32.3595	SOBRE VEREDA DE CONCRETO

Nota. Elaboración propia

La información técnica complementaria de los puntos de control vertical de apoyo (BM's) se encuentran recopiladas en el **ANEXO 5**.

De acuerdo al levantamiento altimétrico, la zona estudiada presentó cotas que se sitúan entre los límites de 31.863 msnm y 38.439 msnm, clasificando la superficie como **terreno llano**.

Se realizó levantamiento planimétrico a estructuras existentes como son viviendas, veredas, postes, límites de las manzanas, canales, ejes de calles entre otros elementos; con el fin de generar las curvas de nivel y poder plantear las estructuras proyectadas. Estos datos de campo permitieron la interpolación de las curvas de nivel y la modelación matemática del relieve, cuyo registro detallado se adjunta en el **ANEXO 4**.

6.2. DEL ESTUDIO DE MECÁNICA DE SUELOS

6.2.1. METODOLOGIA

PUNTOS DE EXPLORACION

La cantidad de puntos de investigación a cielo abierto ejecutados en campo se estableció tomando como criterio técnico la jerarquía vial del proyecto, siguiendo los parámetros detallados en la **Tabla 19**.

Tabla 19

Puntos de investigación

TIPO DE VÍA	NÚMERO DE PUNTOS DE INVESTIGACIÓN	ÁREA (m ²)
Expresas	1 cada	1000
Arteriales	1 cada	1200
Colectoras	1 cada	1500
Locales	1 cada	1800

Nota: Extraído de *Norma Técnica CE.010* (p.5), por MVCS, 2019.

Además, el Ministerio de Vivienda Construcción y Saneamiento (MVCS, 2019) en la norma CE.010 establece que “se determinará un CBR por cada 5 puntos de investigación o menos según lo indicado” en la **Tabla 19** y “por lo menos un CBR por cada tipo de suelo de subrasante” (p.6).

Considerando que la extensión total de las vías locales asciende a 7 961.60 m², se programó 5 puntos de exploración y 2 ensayos de CBR, siguiendo los lineamientos de la **Tabla 19**.

Las coordenadas georreferenciadas correspondientes a los puntos de exploración a cielo abierto programados en el plano del proyecto se encuentran detallados en la **Tabla 20**.

Tabla 20

Ubicación de calicatas en el Pueblo Joven Santa Elena

UBICACIÓN DE CALICATAS				
UBICACIÓN / CALLE	CALICATA	COORDENADAS		ELEVACION (msnm)
		ESTE	NORTE	
CA. CLORINDA MATTO	CALICATA N°01	630785.7969	9252475.0170	32.9491
CA. JULIO HERNANDEZ	CALICATA N°02	630655.1869	9252514.6260	32.7671
CA. JOSE GABRIEL	CALICATA N°03	630781.2509	9252573.2900	32.9131
CA. JAVIER PULGAR	CALICATA N°04	630828.0019	9252642.4310	32.7391
AV. MARÍA DE LOURDES	CALICATA N°05	630880.3853	9252528.2366	32.8441

Nota. Elaboración propia

MÉTODO DE EVALUACION

El control analítico de las propiedades físico-mecánicas de la subrasante se rigió operativamente bajo los criterios del Manual de Ensayo de Materiales. Con base en este marco regulatorio, se programaron y llevaron a cabo las pruebas de laboratorio que se detallan a continuación:

Tabla 21

Ensayos realizados

ITEM	ENSAYO - PROPIEDADES FISICAS	NORMA	CANT.	DATOS OBTENIDOS
1	CONTENIDO DE HUMEDAD	ASTM - D 2216	5	PORCENTAJE DE HUMEDAD
2	ANALISIS GRANULOMETRICO	ASTM - D 422	5	CURVA GRANULOMÉTRICA, CLASIFICACION SUCS Y AASHTO
3	LIMITES DE CONSISTENCIA	ASTM - D 4318	5	LIMITE LIQUIDO, LIMITE PLASTICO E INDICE DE PLASTICIDAD
4	ENSAYO DE CORTE DIRECTO	MTC E-123	1	CAPACIDAD PORTANTE DEL SUELO
5	PESO VOLUMÉTRICO SECO SUELTO	NTP 339.139	5	DENSIDAD SECA DEL SUELO SUELTO
6	PESO VOLUMÉTRICO SECO COMPACTADO	NTP 339.139	5	DENSIDAD SECA DEL SUELO COMPACTADO
7	PESO ESPECÍFICO RELATIVO DE SOLIDOS	ASTM - D 854	5	PESO ESPECÍFICO DEL SUELO
ITEM	ENSAYO - PROPIEDADES QUIMICAS	NORMA	CANT.	DATOS OBTENIDOS
8	CONTENIDO DE SALES TOTALES	NTP 339.152	5	PORCENTAJE DE SALES
ITEM	ENSAYO - PROPIEDADES MECANICAS	NORMA	CANT.	DATOS OBTENIDOS
1	PROCTOR MODIFICADO	ASTM D1557	2	MÁXIMA DENSIDAD SECA Y ÓPTIMO CONTENIDO DE HUMEDAD
2	CALIFORNIA BEARING RATIO	ASTM D1883	2	CBR

Nota. Elaboración propia basada en los requerimientos técnicos de la Norma CE0.10 (MVCS, 2019).

6.2.2. RESULTADOS

CONTENIDO DE HUMEDAD

El contenido de humedad natural de las muestras registró un promedio de 26.33%.

GRANULOMETRIA Y LIMITES DE ATTERBERG

Habiendo concluido los ensayos de granulometría y límites de Atterberg, se obtuvo:

Tabla 22

Resultados de clasificación del suelo: SUCS – AASHTO

RESULTADOS DE ANALISIS GRANULOMETRICO					
ID DE CALICATA	MUESTRA	PROF (m)	CLASIFICAC. SUCS	CLASIFICAC. AASHTO	INDICE GRUPO
C-1	M-1	0.30 - 1.50 m	CL	A-7-6	18
C-2	M-1	0.30 - 1.50 m	CL	A-7-6	17
C-3	M-1	0.20 - 1.50 m	CL	A-7-6	13
C-4	M-1	0.35 - 1.50 m	CL	A-7-6	18
C-5	M-1	0.25 - 1.50 m	CL	A-7-6	11

Nota. Elaboración propia

Según los resultados se clasificó al suelo como arcillas inorgánicas de plasticidad baja a media, donde se distingue un solo estrato, con un comportamiento de moderado a pobre para el proyecto estudiado.

ENSAYO DE CORTE DIRECTO

En la **Tabla 23** se sintetizan los resultados de cohesión y ángulo de fricción interna.

Tabla 23

Resultados del ensayo de corte directo

RESULTADOS DE CORTE DIRECTO			
ID DE CALICATA	MUESTRA	Cohesión (Kg/cm ²)	Ángulo de fricción interna Ø
C-4	M - 01	0.38	11.16

Nota. Elaboración propia

PESO VOLUMETRICO SECO SUELTO Y COMPACTADO

De las muestras analizadas se resume lo siguiente:

Tabla 24*Resultados del peso volumétrico suelto y compactado*

CALICATA	MUESTRA	PESO VOLUMETR. SUELTO	PESO VOLUMETR. COMPACTADO
C-1	M-1	1.35	1.55
C-2	M-1	1.36	1.53
C-3	M-1	1.34	1.55
C-4	M-1	1.35	1.54
C-5	M-1	1.34	1.53

Nota. Elaboración propia

Con base a los resultados:

Las muestras presentaron un peso volumétrico suelto y compactado promedio de 1.35 y 1.54 respectivamente.

PESO ESPECIFICO RELATIVO DE SOLIDOS

Del ensayo realizado se resume lo siguiente:

Tabla 25*Resultados del peso específico de sólidos*

CALICATA	MUESTRA	PESO ESPECIFICO DE SOLIDOS
C-1	M-1	2.61
C-2	M-1	2.64
C-3	M-1	2.63
C-4	M-1	2.56
C-5	M-1	2.63

Nota. Elaboración propia

Con base a los resultados:

Las muestras tienen un Peso Específico Relativo de Sólidos promedio de 2.61.

ENSAYO DE SALINIDAD

Del ensayo realizado se obtuvo lo siguiente:

Tabla 26*Resultado de Porcentaje de sales*

CALICATA	MUESTRA	PORCENTAJE DE SALES
C-1	M-1	0.18%
C-2	M-1	0.18%
C-3	M-1	0.18%
C-4	M-1	0.17%
C-5	M-1	0.17%

Nota. Elaboración propia

Con base a los resultados:

Los niveles de sales detectados oscilan entre 0.17% y 0.18%, categorizando al suelo como agresivo por exposición a sulfatos moderado, lo cual exige conforme a la norma el empleo del cemento Tipo MS.

ENSAYO DE COMPACTACION

En este caso, se escogieron solo 2 calicatas de acuerdo al área de las vías, y por la granulometría de la muestra, se consideró el método A, se detalla en la:

Tabla 27*Resultados del ensayo de Proctor modificado*

RESULTADOS - SUELOS				
ID DE CALICATA	MUESTRA	CLASIFICAC. SUCS	ENSAYO PROCTOR MODIFICADO	
			DENSIDAD MAXIMA SECA (gr/cm3)	HUMEDAD OPTIMA (%)
SUELOS				
C-2	M-1	CL	1.83	14.91
C-4	M-1	CL	1.88	13.51

Nota. Elaboración propia

Con base a los resultados:

Se tiene una densidad seca máxima de 1.88 gr/cm³, y una óptima humedad de 14.91%.

ENSAYO CBR

Las pruebas arrojaron los siguientes resultados:

Tabla 28*Resultados del CBR de los suelos*

RESULTADOS - SUELOS				
ID DE CALICATA	MUESTRA	CLASIFICAC. SUCS	RELACION DE SOPORTE DE CALIFORNIA (C.B.R.)	
			C.B.R. al 100% de la M.D.S. (%)	C.B.R. al 95% de la M.D.S. (%)
SUELOS				
C-2	M-1	CL		6.67
C-4	M-1	CL		8.07

Nota. Elaboración propia

Con base a los resultados:

El suelo de fundación tiene un CBR de 6.67% y 8.07% a 0.1" de penetración, ubicada dentro de las cinco categorías de Sub rasante como S2 de 6% - 10% como Sub Rasante Regular, dichos valores fueron indispensables para el diseño del pavimento. En el **ANEXO 10** se muestra a detalle los ensayos correspondientes.

PERFILES ESTRATIGRÁFICOS

Basándose en el trabajo de campo y laboratorio, se generaron los perfiles de suelo que muestran la estratigrafía y las propiedades físicas de cada calicata. Esta información está disponible en el **ANEXO 06**, donde especifican la profundidad de los estratos y descripciones visuales clave del terreno.

6.3. DEL ESTUDIO DEL TRÁFICO DE LA ZONA

6.3.1. METODOLOGIA

Se escogieron 02 puntos de conteo, donde la ubicación de estación E-01 se escogió por ser una calle muy transitada, y la E-02, como punto común en el resto de calles.

Tabla 29*Descripción de Estaciones para el conteo vehicular*

Estación		Ubicación	Nº días de Conteo	Fecha de Inicio de Conteo	Fecha de Término de Conteo	Horario de Toma de Datos
Nombre	Nº					
CALLE Nº 01	E – 01	CALLE Pulgar Vidal	7	Lunes 07/07/2025	Domingo 13/07/2025	24 horas al día
CALLE Nº 02	E – 02	CALLE Hernandez de la Oliva	7	Lunes 14/07/2025	Domingo 20/07/2025	24 horas al día

Nota. Elaboración propia**Figura 10***Ubicación de la Estación de conteo**Nota.* Adaptado de *Datos de mapa*, por Google Maps, (<https://www.google.com/maps>). CC BY 2.0**6.3.2. RESULTADOS**

- Se hizo el conteo por 07 días (lunes a domingo), utilizando los formatos establecidos por el MTC.
- Se hizo el conteo en ambos sentidos, se efectuó un conteo volumétrico y diferenciado para cada tipo de movilidad: Vehículo ligero (Motos, Autos, Camioneta Abierta, Camioneta Cerrada, Combi) y Vehículo pesado (Micro, Buses y camiones de 2 a 4 ejes).

Los cálculos detallados se adjuntan en el **ANEXO 8**.

DETERMINACION DEL TRANSITO ACTUAL (IMDs)

Se resume en la **Tabla 30** y **Tabla 31**:

Tabla 30

Resumen de conteo Vehicular en Estación 01 – Ca. Javier Pulgar Vidal

TIPO DE VEHÍCULO		SENTIDO S JULIO 2025							VDC	SENTIDO E JULIO 2025							VDC	AMBOS IMD's
		L	M	M	J	V	S	D		L	M	M	J	V	S	D		
AUTO	Automóvil	164	149	166	159	160	136	142	154	169	163	162	174	175	155	160	165	319
	Station Wagon	30	24	26	22	31	21	22	25	28	21	23	20	26	20	20	23	48
CAMIONETAS	Camioneta PICK UP	5	5	5	2	6	5	5	5	7	7	5	3	7	7	7	6	11
	Camioneta Cerrada	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
	Combi	9	6	5	3	2	8	8	6	12	8	6	5	6	8	8	8	13
MICRO	Micro	0	1	0	1	0	0	0	0	1	1	1	1	1	0	1	1	1
BUS	Bus 2E	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
	Bus 3E	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
CAMION	Camión 2E	2	2	0	1	2	1	1	1	1	2	4	1	6	0	0	2	3
	Camión 3E	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
	Camión 4E	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
TOTAL		210	187	202	188	201	171	178	191	218	202	201	204	221	190	196	204	395

Nota. Elaboración propia

Tabla 31

Resumen de conteo vehicular en Estación 02 – Ca. Julio Fernández de la Oliva

TIPO DE VEHÍCULO		SENTIDO S JULIO 2025							VDC	SENTIDO N JULIO 2025							VDC	AMBOS IMD's
		L	M	M	J	V	S	D		L	M	M	J	V	S	D		
AUTO	Automóvil	49	49	50	49	64	54	43	51	50	51	52	51	59	49	45	51	102
	Station Wagon	15	14	15	15	17	16	17	16	12	9	9	9	10	7	9	9	25
CAMIONETAS	Camioneta PICK UP	0	0	0	1	0	0	0	0	1	0	0	0	0	0	0	0	0
	Camioneta Cerrada	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
	Combi	2	2	2	2	2	0	2	2	2	2	1	1	1	1	0	1	3
MICRO	Micro	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
BUS	Bus 2E	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
	Bus 3E	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
CAMION	Camión 2E	1	0	1	0	0	0	0	0	0	1	0	1	1	1	1	1	1
	Camión 3E	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
	Camión 4E	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
TOTAL		67	65	68	67	83	70	62	69	65	63	63	62	71	58	55	62	131

Nota. Elaboración propia

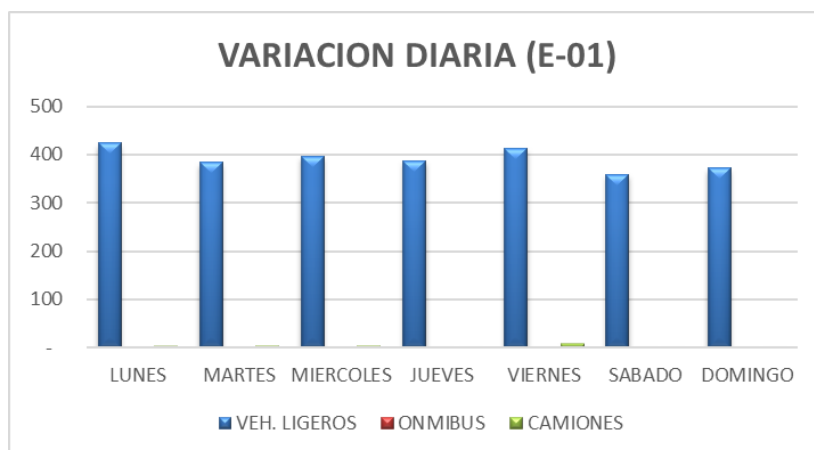
VARIACIÓN DIARIA Y HORARIA

Tras consolidar el conteo total de vehículos en la semana, se pudo obtener el día con mayor tráfico, e incluso el periodo horario de máxima demanda, presentado en la **Figura 11**,

donde el tráfico durante la semana es mayor que a los fines de semana, por lo que se afirma que ocurre mayor desplazamiento social de lunes a viernes.

Figura 11

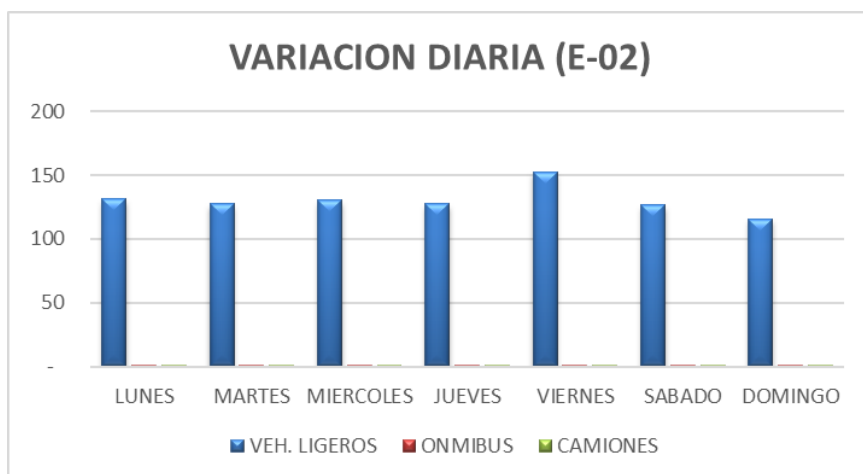
Gráfico de Variación diaria, Estación 001



Nota. Elaboración propia

Figura 12

Gráfico de Variación diaria, Estación 002

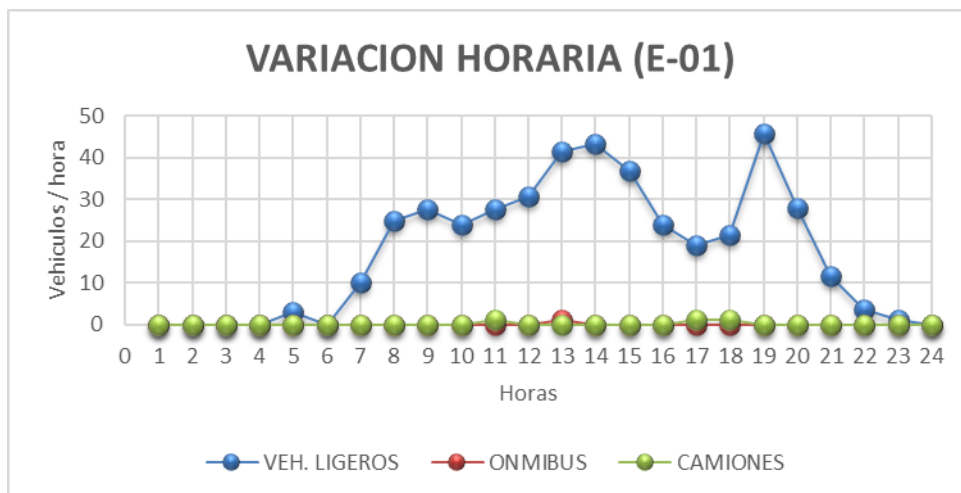


Nota. Elaboración propia

De las figuras, se observó que el día martes de la estación E-01, es el día con mayor volumen vehicular, mientras que para la estación E-02, es el viernes.

Figura 13

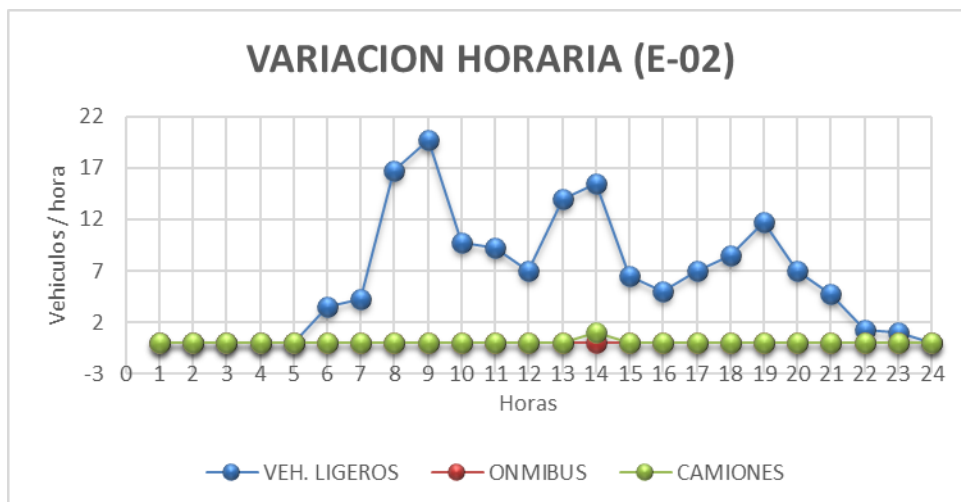
Gráfico de Variación horaria, del día lunes en la estación E-01



Nota. Elaboración propia

Figura 14

Gráfico de variación horaria, del día viernes en la estación E-02



Nota. Elaboración propia

ÍNDICE MEDIO DIARIO ANUAL

Se requirió de la aplicación de un factor de corrección, con el fin de ajustar el volumen del tránsito, empleando los coeficientes de la Estación más cercana, MOCCE, cuyos valores escogidos corresponden a Julio, mes del conteo, en el **ANEXO 7** se pueden verificar los datos, y en la **Tabla 32** se presentan los valores.

Tabla 32*Factores de corrección: Estación MOCCE*

MES	Ligeros	Pesados
JULIO	0.9897748	1.0380816

Nota. Elaboración propia

Tabla 33*Resumen de IMDa de la estación E-01*

TIPO DE VEHÍCULO		IMD's	F'c	IMDa
AUTO	Automovil	319	0.989775	316
	Station Wagon	48	0.989775	47
CAMIONETAS	Camioneta PICK UP	11	0.989775	11
	Camioneta Cerrada	0	0.989775	0
	Combi	13	0.989775	13
MICRO	Micro	1	1.038082	1
BUS	Bus 2E	0	1.038082	0
	Bus 3E	0	1.038082	0
CAMION	Camión 2E	3	1.038082	3
	Camión 3E	0	1.038082	0
	Camión 4E	0	1.038082	0
TOTAL		395		391

Nota. Elaboración propia

Tabla 34*Resumen de IMDa de la estación E-02*

TIPO DE VEHÍCULO		IMD's	F'c	IMDa
AUTO	Automovil	102	0.989775	101
	Station Wagon	25	0.989775	25
CAMIONETAS	Camioneta PICK UP	0	0.989775	0
	Camioneta Cerrada	0	0.989775	0
	Combi	3	0.989775	3
MICRO	Micro	0	1.038082	0
BUS	Bus 2E	0	1.038082	0
	Bus 3E	0	1.038082	0
CAMION	Camión 2E	1	1.038082	1
	Camión 3E	0	1.038082	0
	Camión 4E	0	1.038082	0
TOTAL		131		130

Nota. Elaboración propia

PROYECCIONES DE TRAFICO**Trafico Normal, Generado Y Total**

Los cálculos a un periodo de 20 años del tráfico normal y generado proyectado, están adjuntados en el **ANEXO 9**, además, en la **Tabla 35** y **Tabla 36** se aprecia el resumen de las 2 estaciones:

Tabla 35

Tráfico normal y generado proyectados para la estación E-01

TIPO DE VEHÍCULO		IMD'S	F'c	IMDa	TASA DE CREC.	AÑOS		
						2027	2036	2046
TRAFICO NORMAL						1	10	20
AUTO	Automovil	319	0.989775	316	2.40%	316	391	496
	Station Wagon	48	0.989775	47	2.40%	47	58	74
CAMIONETAS	Camioneta PICK UP	11	0.989775	11	2.40%	11	14	17
	Camioneta Cerrada	0	0.989775	0	2.40%	0	0	0
	Combi	13	0.989775	13	2.40%	13	16	20
MICRO	Micro	1	1.038082	1	2.54%	1	1	2
BUS	Bus 2E	0	1.038082	0	2.54%	0	0	0
	Bus 3E	0	1.038082	0	2.54%	0	0	0
CAMION	Camión 2E	3	1.038082	3	2.54%	3	4	5
	Camión 3E	0	1.038082	0	2.54%	0	0	0
	Camión 4E	0	1.038082	0	2.54%	0	0	0
TRAFICO GENERADO (15% DEL ACTUAL)								
AUTO	Automovil					47	59	74
	Station Wagon					7	9	11
CAMIONETAS	Camioneta PICK UP					2	2	3
	Camioneta Cerrada					0	0	0
	Combi					2	2	3
MICRO	Micro					0	0	0
BUS	Bus 2E					0	0	0
	Bus 3E					0	0	0
CAMION	Camión 2E					0	1	1
	Camión 3E					0	0	0
	Camión 4E					0	0	0
TRAFICO TOTAL						450	557	706

Nota. Elaboración propia

Tabla 36

Tráfico normal, generado y proyectados para la estación E-02

TIPO DE VEHÍCULO		IMD'S	F'c	IMDa	TASA DE CREC.	AÑOS		
						2027	2036	2046
TRAFICO NORMAL						1	10	20
AUTO	Automovil	102	0.989775	101	2.40%	101	125	159
	Station Wagon	25	0.989775	25	2.40%	25	31	39
CAMIONETAS	Camioneta PICK UP	0	0.989775	0	2.40%	0	0	0
	Camioneta Cerrada	0	0.989775	0	2.40%	0	0	0
	Combi	3	0.989775	3	2.40%	3	4	5
MICRO	Micro	0	1.038082	0	2.54%	0	0	0
BUS	Bus 2E	0	1.038082	0	2.54%	0	0	0
	Bus 3E	0	1.038082	0	2.54%	0	0	0
CAMION	Camión 2E	1	1.038082	1	2.54%	1	1	2
	Camión 3E	0	1.038082	0	2.54%	0	0	0
	Camión 4E	0	1.038082	0	2.54%	0	0	0
TRAFICO GENERADO (15% DEL ACTUAL)								
AUTO	Automovil					15	19	24
	Station Wagon					4	5	6
CAMIONETAS	Camioneta PICK UP					0	0	0
	Camioneta Cerrada					0	0	0
	Combi					0	1	1
MICRO	Micro					0	0	0
BUS	Bus 2E					0	0	0
	Bus 3E					0	0	0
CAMION	Camión 2E					0	0	0
	Camión 3E					0	0	0
	Camión 4E					0	0	0
TRAFICO TOTAL						150	185	235

Nota. Elaboración propia

Tráfico Desviado o Inducido

El estudio no tiene en cuenta el tráfico desviado o inducido por otras rutas ya que está ubicado a las afueras donde al preguntarle a los pobladores el origen – destino al transitar por sus vías, es hacia un cementerio cercano, único destino importante y hacia sus viviendas.

6.4. ESTUDIO DE CANTERAS, DEPOSITO DE MATERIAL EXCEDENTE Y FUENTE DE AGUA

6.4.1. METODOLOGIA

Se consideraron 3 canteras cercanas posibles al estudio, y que sus materiales se ajusten a los estándares de calidad que manda el reglamento, se consideró información de otros proyectos respecto a sus resultados de sus agregados.

Tabla 37

Ubicación de canteras

Nº	CANTERA	MATERIAL	DISTANCIA A OBRA	TIPO DE VIA ESTADO	TENENCIA	VOLUMEN EXPLOTABLE
1	Cantera Tres Tomas	Afirmado, piedra chancada, base y sub base	32.5 Km	Asfaltado / Trocha	Municipalidad de Ferreñafe	Según Requerimiento
2	La Victoria	Agregado Fino	37.1 Km	Afirmada regular	Municipalidad de Pátapo	Según Requerimiento
3	La Pluma	Material del asfalto	47.6 Km	Asfaltado / Trocha	Municipalidad de Pítipo	Según Requerimiento

Nota: Elaboración propia

6.4.2. RESULTADOS

En el proyecto se evaluaron 2 canteras, ya que el diseño final del pavimento, requiere de ellas, se presentan los resultados acreditados en laboratorios externos, donde se observó que dichos datos cumplen con las especificaciones dadas en la norma CE 0.10 para la pavimentación, y que se utilizará en el proyecto.

CANTERA TRES TOMAS – FERREÑAFE

Resultados de la sub base y base:

Tabla 38

Resultados de ensayos para Sub base Granular de la Cantera Tres Tomas

Ensayo	Resultado	Requerimiento	Verificación
Análisis Granulométrico	Gradación B	Gradación B, C o D	Cumple
Límite Líquido	22.84%	25% máximo	Cumple
Índice de Plasticidad	2.83%	6% máximo	Cumple
Abrasión Los Ángeles	14.56%	50% máximo	Cumple
Equivalente de Arena		25% mínimo	Cumple
Sales Solubles		1% máximo	Cumple
CBR (100% MDS)	80.89%	30 - 40 % mínimo	Cumple

Nota: Extraído de *Estudio definitivo de pavimentación en C.P. Calupe, Distrito de Tumán, Provincia de Chiclayo, Departamento de Lambayeque* (p. 93), por Galvez F y Fustamante C., 2025.

Tabla 39

Resultados de ensayos para Base Granular de la Cantera Tres Tomas

Ensayo	Resultado	Requerimiento	Verificación
Análisis Granulométrico	Gradación B	Gradación B, C o D	Cumple
Índice de Plasticidad (IP)	3.23%	4% máximo	Cumple
Abrasión Los Ángeles	25.56%	40% máximo	Cumple
Equivalente de Arena		35% mínimo	Cumple
Sales Solubles	0.14%	0.5% máximo	Cumple
CBR (100% MDS)	96.02	80 % mínimo	Cumple

Nota: Extraído de *Estudio definitivo de pavimentación en C.P. Calupe, Distrito de Tumán, Provincia de Chiclayo, Departamento de Lambayeque* (p. 94), por Galvez F y Fustamante C., 2025.

Resultados del material de agregado grueso:

Tabla 40

Resultados en el agregado grueso de Cantera Tres Tomas

ENSAYOS		CANTERA "TRES TOMAS" AG
Grado de Absorción	%	0.36
Contenido de humedad	%	0.32
Peso Específico de Masa	%	2.69
Peso Unitario Suelto	gr/cm3	1.42
Peso Volumétrico Varillado	gr/cm3	1.56
Granulometría		TMN: 3/4"

Nota: Extraído de *Estudio definitivo de pavimentación en C.P. Calupe, Distrito de Tumán, Provincia de Chiclayo, Departamento de Lambayeque* (p. 94), por Galvez F y Fustamante C., 2025.

CANTERA LA VICTORIA - PATAPO

Resultados del material de agregado fino:

Tabla 41

Resultados en el agregado fino de cantera La Victoria

ENSAYOS		CANTERA "LA VICTORIA" AF
Grado de Absorción	%	0.46
Contenido de humedad	%	0.40
Peso Específico de Masa	%	2.52
Peso Unitario Suelto	gr/cm3	1.58
Peso Volumétrico Varillado	gr/cm3	1.70
Granulometría		MF: 3.02

Nota: Extraído de *Estudio definitivo de pavimentación en C.P. Calupe, Distrito de Tumán, Provincia de Chiclayo, Departamento de Lambayeque* (p. 95), por Galvez F y Fustamante C., 2025.

En resumen, la Cantera Tres Tomas, dispondrá de material de sub base, base, agregado grueso; y por otro lado, el agregado fino, se extraerá de la Cantera La Victoria.

DISEÑOS DE MEZCLA DE CONCRETO

Como parte de los elementos de una calle pavimentada, tenemos a las veredas, martillos, y cunetas en los finales de las calles; tal que para este proyecto se contemplará un $f'c = 175$ kg/cm² con una dosificación que se ajusta a los requerimientos normativos.

Tabla 42

Dosificación en volumen $f'c = 175$ Kg/cm².

DOSIFICACION EN VOLUMEN			
Cemento	A. Fino	A. Grueso	Agua
1	2.33	3.02	26.80 litros/bolsa

Nota. Elaboración propia

Por otro lado, tenemos la losa de concreto hidráulico, que contemplará una resistencia de 210 kg/cm² con una dosificación que se ajusta a los requerimientos normativos.

Tabla 43

Dosificación en volumen $f'c = 210$ Kg/cm²

DOSIFICACION EN VOLUMEN			
Cemento	A. Fino	A. Grueso	Agua
1	1.99	2.69	23.83 litros/bolsa

Nota. Elaboración propia

Se adjunta en el **ANEXO 12** los diseños de mezclas finales, y en el **ANEXO 11** el panel fotográfico de los estudios realizados.

EVALUACION DEL DEPOSITO DE MATERIAL EXCEDENTE

Dado que la construcción altera el paisaje, es necesario limpiar y recuperar las áreas de trabajo para que vuelvan a su estado previo, recurriendo incluso a la reforestación si hace falta. Para manejar los desechos de forma responsable, se utilizará el relleno sanitario de Pampas de Reque, que es el depósito disponible más próximo al lugar del proyecto. Previa coordinación con el gobierno municipal de Chiclayo, se procederá al uso del botadero. Este se localiza a unos 25.70 kilómetros del proyecto, lo que representa un trayecto de 44 minutos en volquete.

EVALUACION DE FUENTES DE AGUA

El Pueblo Joven cuenta con sistema de agua potable, pese a ello el proyecto dispondrá del recurso propio del canal de Chiclayo, colindante al área, que por medio de la autoridad local Cuenca Chancay – Lambayeque otorgará el permiso necesario, para que la junta de usuarios pueda distribuir los caudales requeridos. A continuación, tenemos pruebas que se le realizaron por medio de otros laboratorios, dado en la **Tabla 44**.

Tabla 44

Resultado del análisis de agua del canal de Chiclayo

MUESTRA	M-1
pH	7.20
Cec (Micromhis/Cm)	742
Cationes (meq/lt)	
Calcio (Ca)	2.67
Magnesio (Mg)	0.83
Sodio (Na)	1.18
Potasio (K)	0.06
Suma de Cationes	4.74
Aniones (meq/lt)	
Carbonatos (CO ₃)	NE
Bicarbonatos (HCO ₃)	2.48
Cloruros (Cl)	1.57
Sulfatos (SO ₄)	0.70
Suma de Aniones	4.75
RAS	0.89
CO ₂ Na Residual	-1.02
Clase	C2 S1
RESULTADO: Reacción ligeramente alcalina y contenidos bajos en salinidad y en sodio, siendo el RAS normal o bajo, cuyo resultado es apto para el riego de cultivos sensibles y tolerantes, en suelos de cualquier tipo textural. Por su calidad, esta agua será beneficiosa por los terrenos que pase. También se puede orientar su uso para otros fines de interés económico.	

Nota. Extraído de *Perfil: Mejoramiento del servicio de agua para riego en el canal Chiclayo, distrito y provincia de Chiclayo, departamento de Lambayeque*, por INIA, 2018.

6.5. DEL DISEÑO VIAL URBANO

6.5.1. METODOLOGIA

Para la Elaboración del estudio vial nos basamos en el Manual de Diseño Geométrico de Vías Urbanas (MDGVU, 2005), esta reúne algunas especificaciones y normas de otros países,

tomando en cuenta el funcionamiento del transporte peruano, para darle una buena solución al tránsito.

También se utilizó el Plan Vial vigente de la Municipalidad Distrital de Chiclayo, con algunas calles jerarquizadas, para diseñar el pavimento bajo el tipo de vía que corresponde, además del Plano Catastral Vigente del Distrito de Chiclayo, para identificar las Calles y Avenidas.

CLASIFICACION DE LAS CALLES DEL PROYECTO

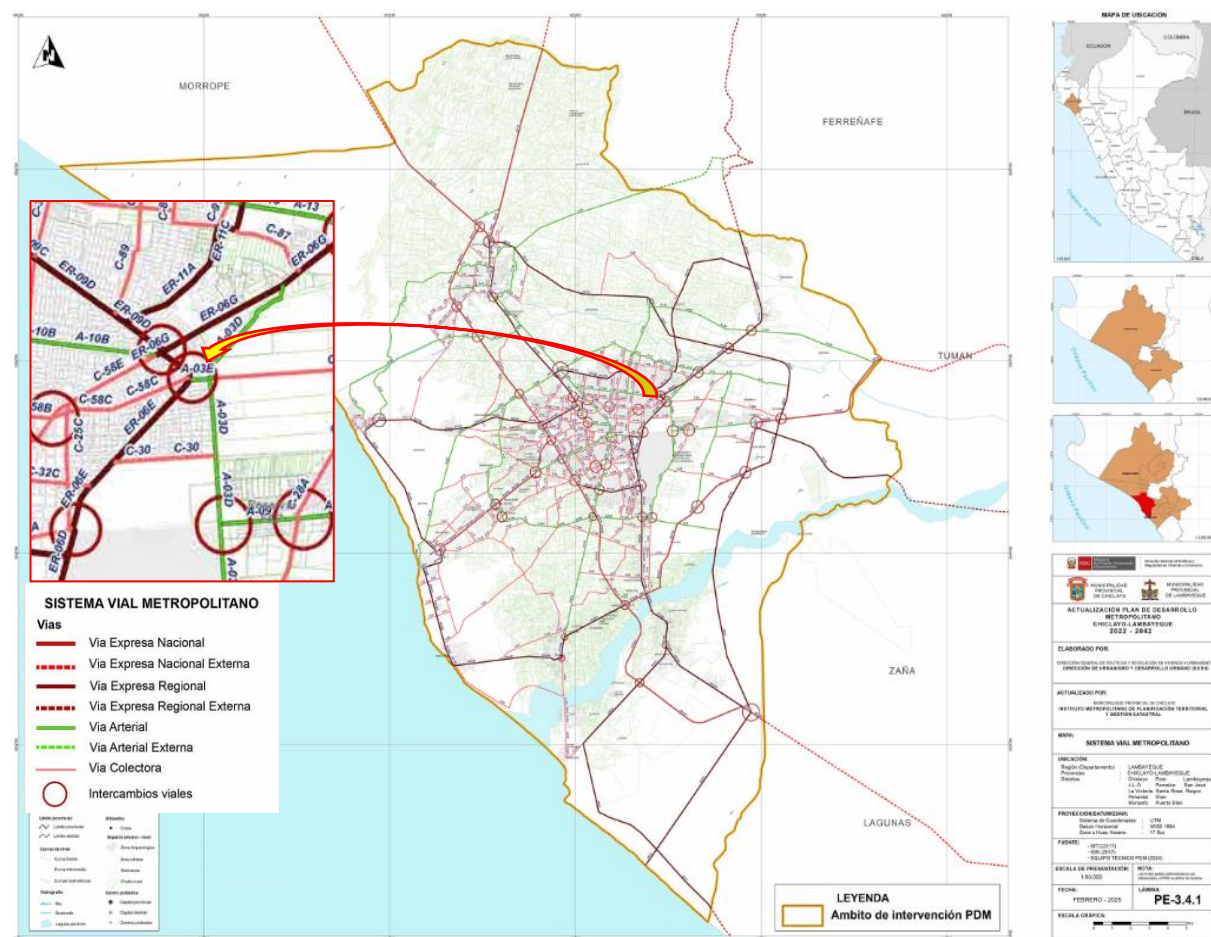
Calle Javier Pulgar Vidal.

Según el Plan Vial vigente de la Municipalidad Distrital, la Ca. Javier Pulgar Vidal, se encuentra categorizada como Vía Arterial. Sin embargo, el levantamiento topográfico y el reconocimiento de campo muestra que la vía tiene una sección transversal de 17.00 metros entre límites de propiedad, encontrándose rodeada por edificaciones permanentes que imposibilitan futuras ampliaciones de sección.

De acuerdo con el Ministerio de Vivienda, Construcción y Saneamiento (MVCS, 2011), mediante la norma GH.020, que las secciones para vías arteriales requieren dimensiones significativamente mayores para contener calzadas de varios carriles y separadores centrales. En este caso, la sección de 17.00 m se adecúa estrictamente con los requerimientos de una Vía Colectora, cuya función es dirigir el flujo de las vías locales hacia la red arterial.

El conteo de tránsito realizado registró un Índice Medio Diario (IMD) de 395 unidades diarias en promedio, con una cantidad predominante de vehículos ligeros (98.80%) y una cantidad mínima de vehículos pesados (1.20%), valores que se encuentran por debajo de los requeridos en una vía arterial operativa.

Por lo tanto, y con el fin de garantizar coherencia con las estipulaciones en la Norma CE.010, se ha optado por un diseño estructural y geométrico bajo los estándares de Vía Colectora. Este criterio asegura un pavimento eficiente y una sección vial funcional que responde a la demanda actual y proyectada, respetando los límites de propiedad ya dados.

Figura 15*Mapa Vial Metropolitano de Chiclayo 2022-2042*

Nota. Extraído del *Plan de Desarrollo Metropolitano de Chiclayo*, por MPCH, 2025, (<https://bit.ly/3PXzhqz>). CC BY 2.0

Avenida Manuel Mesones Muro y Avenida María de Lourdes.

Por otro lado, tenemos de acuerdo al Plano Catastral a las Av. Manuel Mesones y la Av. María de Lourdes, que cuentan con canal y acequia, respectivamente en sus vías, es por ello que al ser límite del área en estudio que tienen una sección hidráulica abierta, se optó por diseñar una calzada de doble carril de anchos mínimos, para que haya continuidad en el diseño vial propuesto.

6.5.2. RESULTADOS

Finalmente se clasificó a las vías del área en estudio, de la siguiente manera:

Tabla 45

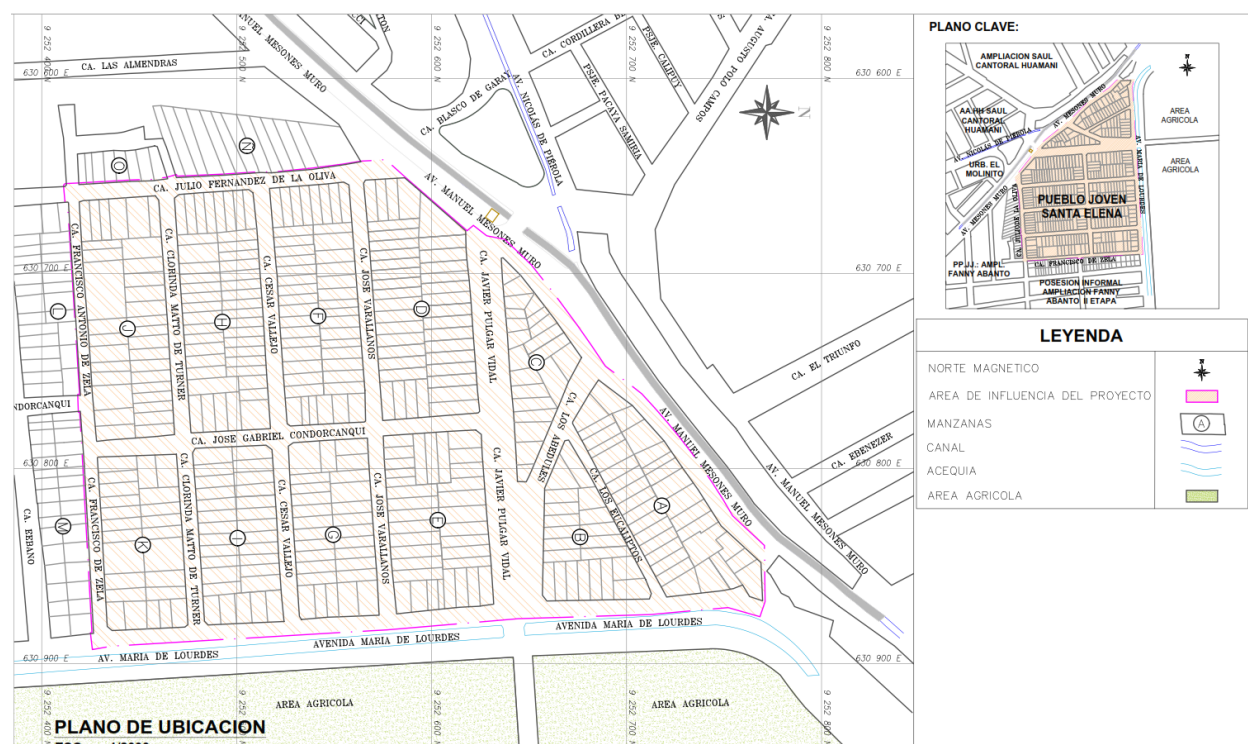
Clasificación Vehicular del proyecto

Calle	Tipo de Vía
Ca. Javier Pulgar Vidal	Vía Colectora
Demás calles	Vía Local

Nota. Elaboración Propia

Figura 16

Mapa del área de estudio



Nota. Elaboración Propia

Tras evaluar los parámetros considerados en el alineamiento geométrico de las calles, se tienen los datos que se usaron en el proyecto:

CLASIFICACION VIAL

: Ca. Javier Pulgar - Vía Colectora

Demás calles – Vía Local

VELOCIDAD DE DISEÑO	: 40 km/h – Vía Colectora 30 km/h – Vía Local
VEHÍCULO DE DISEÑO	: C2
VISIBILIDAD DE PARADA	: 45m – Vía Colectora 30m – Vía Local
ALINEAMIENTO HORIZONTAL	: Según la lotización existente
ALINEAMIENTO VERTICAL	: Pendiente mínima: 0.30% Pendiente máxima: Según topografía - Vías Locales 6% máximo - Vía Colectora
SECCION TRANSVERSAL	: Ancho de carril: 6.00m - Vía Colectora (2 carriles) 2.70m y 3.00m - Vía Local (1 carril) 5.40m - Vía Local (2 carriles) Bombeo: 2% Estacionamientos: 2.40m
VEREDAS	: Ancho de vereda: 1.80 m mínimo – Vía Colectora 1.20 m mínimo – Vía Colectora Bombeo: 2%
SARDINEL	: Trapezoidal (b:0.15m, B:0.30m, h:0.35m)
JARDIN	: 0.50m (mínimo)
SEÑALES REGLAMENTARIAS:	
	(R-6) Giro prohibido a la izquierda.
	(R-8) Giro prohibido a la derecha.

Figura 17*Señales de prohibición R-6 y R-8**Nota. Extraído del Manual del Tránsito (p.27), por MTC, 2016.*

(R-30) Señal de Velocidad Max. Permitida: señal que indica al conductor que la puede manejar a dicha velocidad máxima permitida.

Figura 18*Señal de restricción R-30**Nota. Extraído del Manual del Tránsito (p.29), por MTC, 2016.*

(R-14A) Señal Para Transitar En 01 Sentido: señal que indica al conductor que la vía es 1 sentido de circulación.

Figura 19*Señales de obligación R-14A**Nota. Extraído del Manual del Tránsito (p.31), por MTC, 2016.***SEÑALES PREVENTIVAS:**

(P-7) Señal Intersección en "T": señal que notifica al conductor presencia de intersección en T.

Figura 20*Señal preventiva*

Nota. Extraído del *Manual del Tránsito* (p.39), por MTC, 2016.

MARCAS EN EL PAVIMENTO

Se incorporó demarcaciones en las calles tales como:

Línea amarilla segmentada, pase peatonal, línea de pare, y flechas de dirección de flujo.

6.6. DEL DISEÑO ESTRUCTURAL DEL PAVIMENTO

6.6.1. METODOLOGÍA

Con el propósito de determinar la alternativa óptima para el área de estudio, se evaluaron las 03 tipologías de pavimento más usadas: el pavimento flexible, rígido y adoquinado.

Las metodologías utilizadas fueron:

- 1) Método AASHTO – 1993.
- 2) Método del Instituto del Asfalto (MIA).
- 3) Método de Cemento Portland (PCA).

6.6.2. RESULTADOS DE DISEÑO DEL PAVIMENTO FLEXIBLE – AASHTO

Cálculo de ESAL's:

Los ESAL's obtenidos de acuerdo al conteo vehicular por estación, se presentan en la **Tabla 46** y **Tabla 47**, datos calculados para la Vía Colectora y la Vía Local, respectivamente.

Tabla 46

ESAL's para pavimento flexible – Estación E-01

GUIA AASHTO 1993		Fca =	25.65
Carriles en ambas direcciones:	1	Fd =	0.50
Periodo de Diseño:	20 años	Fc =	1.00
Tasa de crecimiento.	2.54%	Fp =	1.00

TIPO DE VEHICULO	IMDA (PUESTA EN SERVICIO)	CARGA DE VEHICULO POR EJE (Tn)	FACTOR DE CARGA (EE)	F. IMDA	ESAL's
VEH. MENOR	387	1	0.000527	0.20	954.76
	387	1	0.000527	0.20	954.76
B2	0	7	1.265	0.00	0.00
	0	11	3.238	0.00	0.00
B3	0	7	1.265	0.00	0.00
	0	16	1.366	0.00	0.00
C2	3	7	1.265	3.80	17,770.46
	3	11	3.238	9.71	45,477.59
C3	0	7	1.265	0.00	0.00
	0	18	2.019	0.00	0.00
C4	0	7	1.265	0.00	0.00
	0	23	1.508	0.00	0.00
TOTAL				13.92	65,157.58
ESAL's DE DISEÑO					6.52E+04

Nota. Elaboración propia

Tabla 47*ESAL's para pavimento flexible – Estación E-02*

GUIA AASHTO 1993		Fca =	25.65
Carriles en ambas direcciones:	1	Fd =	0.50
Periodo de Diseño:	20 años	Fc =	1.00
Tasa de crecimiento.	2.54%	Fp =	1.00

TIPO DE VEHICULO	IMDA (PUESTA EN SERVICIO)	CARGA DE VEHICULO POR EJE (Tn)	FACTOR DE EQUIV. DE CARGA	F. IMDA	ESAL's
VEH. MENOR	129	1	0.000527	0.07	318.25
	129	1	0.000527	0.07	318.25
B2	0	7	1.265367	0.00	0.00
	0	11	3.238287	0.00	0.00
B3	0	7	1.265367	0.00	0.00
	0	16	1.365945	0.00	0.00
C2	1	7	1.265367	1.27	5,923.49
	1	11	3.238287	3.24	15,159.20
C3	0	7	1.265367	0.00	0.00
	0	18	2.019213	0.00	0.00
C4	0	7	1.265367	0.00	0.00
	0	23	1.508184	0.00	0.00
TOTAL				4.64	21,719.19
ESAL's DE DISEÑO					2.17E+04

Nota. Elaboración propia

Cálculo de espesores para pavimento flexible:La memoria de cálculo empleado se adjunta en el **ANEXO 13**.

El resumen diseñado del pavimento flexible para los 2 tipos de vías, se presentan en la

Tabla 48.

Tabla 48*Resumen del diseño en pavimento flexible – Método AASHTO 93*

RESUMEN DE DISEÑO DE PAVIMENTO FLEXIBLE		
METODO AASHTO 1993		
PARAMETROS:	V. Colectora (E-01)	V. Local (E-02)
Número de ejes equivalentes (ESAL's)	65,158	21,719
CBR de subrasante	6.67%	6.67%
Periodo de diseño (años)	20 años	20 años
Confiabilidad: R	95%	80%
Desviación estándar normal: Zr	-2	-1
Desviación estándar total: So	0.50	0.50
Índice de serviciabilidad inicial: Po	4.20	4.20
Índice de serviciabilidad final: Pt	2.50	2.50
Perdida de serviciabilidad: ΔPSI	1.70	1.70
Módulo de resiliencia: Mr, subrasante (psi)	10,005	10,005
Módulo de resiliencia: Mr, base (psi)	28,333	28,333
Módulo de resiliencia: Mr, sub base (psi)	16,875	16,875
Módulo de resiliencia: Mr, ca (psi)	400,000	400,000
Coeficientes de capa: a1	0.417	0.417
Coeficientes de capa: a2	0.132	0.132
Coeficientes de capa: a3	0.120	0.120
Coeficientes de drenaje (m2)	1.00	1.00
Coeficientes de drenaje (m3)	1.00	1.00
DISEÑO:		
ESPESORES MINIMOS:		
Espesor de capa asfáltica d1	5.00 cm	5.00 cm
Espesor de base d2	20.00 cm	20.00 cm
Espesor de sub base d3	20.00 cm	20.00 cm
Espesor Total (cm)	45.00 cm	45.00 cm
Núm. Estructural: NE	7.13 cm	7.13 cm
ANÁLISIS POR CAPAS:		
Espesor de capa asfáltica d1	10.00 cm	7.50 cm
Espesor de base d2	15.00 cm	15.00 cm
Espesor de sub base d3	0.00 cm	0.00 cm
Espesor Total (cm)	25.00 cm	22.50 cm
Núm. Estr. calculado: NE, calc	6.15 cm	5.11 cm

Nota. Elaboración propia

6.6.3. RESULTADO DE DISEÑO DEL PAVIMENTO FLEXIBLE (MIA)

Cálculo de EAL's:

Se obtuvo el EAL's de acuerdo al conteo vehicular por estación, como en este proyecto tenemos 2 tipos de vías, se ha analizado por cada estación, así tenemos a la Estación E-01 para el diseño de vía Colectora, y para la Estación E-02 para la Vía Local, mostrando los cálculos finales en la **Tabla 49** y **Tabla 50**, respectivamente:

Tabla 49

EAL's para pavimento flexible – Estación E-01

MANUAL DEL INSTITUTO DEL ASFALTO				Fca =	25.65
Carriles en ambas direcciones:		1		Fd =	0.50
Periodo de Diseño:		20 años		Fc =	1.00
Tasa de crecimiento.		2.54%		Fp =	1.00

TIPO DE VEHICULO	IMDA (PUESTA EN SERVICIO)	CARGA DE VEHICULO POR EJE (Tn)	FACTOR DE CARGA (EE)	F. IMDA	EAL's
VEH. MENOR	387	1	0.000375	0.14	678.61
	387	1	0.000375	0.14	678.61
B2	0	7	0.547554	0.00	0.00
	0	11	3.159332	0.00	0.00
B3	0	7	0.547554	0.00	0.00
	0	16	0.985373	0.00	0.00
C2	3	7	0.547554	1.64	7689.70
	3	11	3.159332	9.48	44368.77
C3	0	7	0.547554	0.00	0.00
	0	18	1.279835	0.00	0.00
C4	0	7	0.547554	0.00	0.00
	0	23	6.987000	0.00	0.00
TOTAL				11.41	53415.70
EAL's DE DISEÑO					5.34E+04

Nota. Elaboración propia

Tabla 50

EAL's para pavimento flexible – Estación E-02

MANUAL DEL INSTITUTO DEL ASFALTO		Fca =	25.65
Carriles en ambas direcciones:	1	Fd =	0.50
Periodo de Diseño:	20 años	Fc =	1.00
Tasa de crecimiento.	2.54%	Fp =	1.00

TIPO DE VEHICULO	IMDA (PUESTA EN SERVICIO)	CARGA DE VEHICULO POR EJE (Tn)	FACTOR DE EQUIV. DE CARGA	F. IMDA	EAL's
VEH. MENOR	129	1	0.000375	0.05	226.20
	129	1	0.000375	0.05	226.20
B2	0	7	0.547554	0.00	0.00
	0	11	3.159332	0.00	0.00
B3	0	7	0.547554	0.00	0.00
	0	16	0.985373	0.00	0.00
C2	1	7	0.547554	0.55	2563.23
	1	11	3.159332	3.16	14789.59
C3	0	7	0.547554	0.00	0.00
	0	18	1.279835	0.00	0.00
C4	0	7	0.547554	0.00	0.00
	0	23	6.987000	0.00	0.00
TOTAL				3.80	17805.23
EAL's DE DISEÑO					1.78E+04

Nota. Elaboración propia

Cálculo de espesores (MIA):La memoria de cálculo se adjunta en el **ANEXO 14**.

El resumen diseñado del pavimento flexible para los 2 tipos de vías, se presentan en la

Tabla 51.

Tabla 51*Resumen del diseño en pavimento flexible – Método IA*

RESUMEN DE DISEÑO DE PAVIMENTO FLEXIBLE		
METODO DEL INSTITUTO DEL ASFALTO		
PARAMETROS:	V. Colectora (E-01)	V. Local (E-02)
Numero de ejes equivalentes (ESAL's)	53,416	17,805
Modulo de resiliencia de diseño	68.98	68.98
Temperatura de diseño	24°C	24°C
DISEÑO:		
ESPESORES MINIMOS:		
Espesor de capa asfáltica d1	5.00 cm	5.00 cm
Espesor de base d2	15.00 cm	15.00 cm
Espesor de sub base d3	20.00 cm	20.00 cm
Espesor Total (cm)	40.00 cm	40.00 cm

Nota. Elaboración propia**6.6.4. RESULTADO DE DISEÑO DE PAVIMENTO RIGIDO - AASHTO**

Considerando las 02 estaciones de conteo, se evaluó para ambos casos el diseño de pavimento.

Cálculo de ESAL'S:

En la **Tabla 52** y **Tabla 53** , se aprecian los ESAL de los puntos de control, calculados en la evaluación de tráfico.

Tabla 52

ESAL's para pavimentos rígidos - Estación 01

GUIA AASHTO 1993		Fca =	25.65
Carriles en ambas direcciones:	1	Fd =	0.50
Periodo de Diseño:	20 años	Fc =	1.00
Tasa de crecimiento.	2.54%	Fp =	1.00

TIPO DE VEHICULO	IMDA (PUESTA EN SERVICIO)	CARGA DE VEHICULO POR EJE (Tn)	FACTOR DE EQUIV. DE CARGA	F. IMDA	ESAL's
VEH. MENOR	387	1	0.000436	0.17	790.57
	387	1	0.000436	0.17	790.57
B2	0	7	1.272834	0.00	0.00
	0	11	3.334826	0.00	0.00
B3	0	7	1.272834	0.00	0.00
	0	16	2.342740	0.00	0.00
C2	3	7	1.272834	3.82	17,875.33
	3	11	3.334826	10.00	46,833.36
C3	0	7	1.272834	0.00	0.00
	0	18	3.458004	0.00	0.00
C4	0	7	1.272834	0.00	0.00
	0	23	3.685352	0.00	0.00
TOTAL				14.16	66,289.83
ESAL's DE DISEÑO					6.63E+04

Nota. Elaboración propia

Tabla 53*ESAL's para pavimentos rígidos - Estación 02*

GUIA AASHTO 1993		Fca =	25.65
Carriles en ambas direcciones:	1	Fd =	0.50
Periodo de Diseño:	20 años	Fc =	1.00
Tasa de crecimiento.	2.54%	Fp =	1.00

TIPO DE VEHICULO	IMDA (PUESTA EN SERVICIO)	CARGA DE VEHICULO POR EJE (Tn)	FACTOR DE EQUIV. DE CARGA	F. IMDA	ESAL's
VEH. MENOR	129	1	0.000436	0.06	263.52
	129	1	0.000436	0.06	263.52
B2	0	7	1.272834	0.00	0.00
	0	11	3.334826	0.00	0.00
B3	0	7	1.272834	0.00	0.00
	0	16	2.342740	0.00	0.00
C2	1	7	1.272834	1.27	5,958.44
	1	11	3.334826	3.33	15,611.12
C3	0	7	1.272834	0.00	0.00
	0	18	3.458004	0.00	0.00
C4	0	7	1.272834	0.00	0.00
	0	23	3.685352	0.00	0.00
TOTAL				4.72	22,096.61
ESAL's DE DISEÑO					2.21E+04

Nota. Elaboración propia

Cálculo de espesores de pavimento rígido:

Bajo la guía AASHTO, las dimensiones de las capas del pavimento se detallan en las hojas de cálculo en el **ANEXO 15**.

Los espesores calculados se presentan en la **Tabla 54**, para los 2 tipos de vías.

Tabla 54*Resumen del diseño de Pavimento rígido – Método AASHTO*

RESUMEN DE DISEÑO DE PAVIMENTO RIGIDO		
METODO AASHTO 1993		
PARAMETROS:	Vía Colectora (E-01)	Vía Local (E-02)
Numero de ejes equivalentes (ESAL's)	66,289.83	22,096.61
CBR de subrasante de diseño	6.67%	6.67%
Periodo de diseño (años)	20 años	20 años
Confiabilidad: R	95%	80%
Desviación estándar normal: Zr	-1.65	-0.84
Desviación estándar total: So	0.40	0.40
Índice de serviciabilidad inicial: Po	4.50	4.50
Índice de serviciabilidad final: Pt	2.50	2.50
Perdida de serviciabilidad: ΔPSI	2.00	2.00
Módulo de ruptura: S'c (psi)	463.72	463.72
Coeficiente de transferencia de carga: J	2.80	2.80
Módulo de elasticidad: Ec (psi)	3,091,736.68	3,091,736.68
Modulo de reaccion de la sub rasante: K	45.82	45.82
Coeficientes de drenaje (Cd)	1.00	1.00
DISEÑO:		
ESPEORES MINIMOS:		
Espesor de capa hidraulica d1	20.00 cm	20.00 cm
Espesor de sub base d2	20.00 cm	20.00 cm
Espesor Total (cm)	40.00 cm	40.00 cm

Nota. Elaboración propia

6.6.5. RESULTADO DE DISEÑO DE PAVIMENTO RÍGIDO - PCA

Considerando que se realizaron 02 estaciones de conteo, y siendo distintos tipos de vías, se evaluó para ambos casos, utilizando las **Tabla 52** y **Tabla 53** del ESAL.

Cálculo de espesores:

En el **ANEXO 16**, se detalla la memoria de cálculo de diseño para pavimento rígido por el Método PCA.

Los espesores calculado en el diseño de pavimento rígido, se presentan en la **Tabla 55** para los 2 tipos de vías.

Tabla 55*Resumen del diseño de Pavimento Rígido – Método PCA*

RESUMEN DE DISEÑO DE PAVIMENTO RIGIDO		
METODO DEL PCA		
PARAMETROS:	Vía Colectora (E-01)	Vía Local (E-02)
Número de ejes equivalentes (ESAL's)	66,290	22,097
CBR de subrasante	6.67%	6.67%
Periodo de diseño (años)	20 años	20 años
Módulo de reacción de la subrasante: Ko	157.03	157.03
Módulo de reacción combin. subrasante - subbase: Kc	212.26	212.26
Módulo de rotura: MR (psi)	597.74	597.74
Factor de seguridad: LSF	1.10	1.10
<u>Ejes simples:</u>		
Factor de relación de esfuerzos	0.41	0.41
Factor de erosión	2.80	2.80
<u>Ejes tandem:</u>		
Factor de relación de esfuerzos	0.35	0.35
Factor de erosión	2.94	2.94
DISEÑO:		
Porcentaje de fatiga:	31.22%	10.41%
Porcentaje de daño:	1.32%	0.44%
ESPESORES CALCULADOS:		
Espesor de capa hidráulica d1	20.00 cm	20.00 cm
Espesor de sub base d2	20.00 cm	20.00 cm
Espesor Total (cm)	40.00 cm	40.00 cm

Nota. Elaboración propia

6.6.6. RESULTADO DE DISEÑO DE PAVIMENTO ADOQUINADO - AASHTO

Considerando que se ubicaron 02 estaciones de conteo, y siendo distintos tipos de vías, se evaluarán para ambos casos, utilizando las **Tabla 46** y **Tabla 47** del ESAL's de cada estación.

Cálculo de espesores:

En el **ANEXO 17**, se detalla la memoria de cálculo para el pavimento adoquinado, por el Método AASHTO.

El resumen diseñado para el pavimento adoquinado, se aprecia en la **Tabla 56** para los 2 tipos de Vías.

Tabla 56*Resumen del diseño de pavimento adoquinado – Método AASHTO*

RESUMEN DE DISEÑO DE PAVIMENTO ADOQUINADO		
METODO AASHTO 1993		
PARAMETROS:	Vía Colectora (E-01)	Vía Local (E-02)
Numero de ejes equivalentes (ESAL's)	65,158	21,719
CBR de subrasante	7%	7%
Periodo de diseño (años)	20 años	20 años
Confiabilidad: R	85%	70%
Desviación estándar normal: Zr	-1.037	-0.524
Desviación estándar total: So	0.45	0.45
Índice de serviciabilidad inicial: Po	4.20	4.20
Índice de serviciabilidad final: Pt	2.20	2.00
Perdida de serviciabilidad: ΔPSI	2.00	2.20
Módulo de resiliencia: Mr, subrasante (psi)	10,005	10,005
Módulo de resiliencia: Mr, base (psi)	28,333	28,333
Módulo de resiliencia: Mr, sub base (psi)	16,875	16,875
Coeficientes de capa: a1	0.440	0.440
Coeficientes de capa: a2	0.132	0.132
Coeficientes de capa: a3	0.120	0.120
Coeficientes de drenaje (m2)	1.00	1.00
Coeficientes de drenaje (m3)	1.00	1.00
DISEÑO:		
ANALISIS POR CAPAS:		
Espesor de adoquin d1	8.00 cm	8.00 cm
Espesor de cama de arena	4.00 cm	4.00 cm
Espesor de base d2	15.00 cm	15.00 cm
Espesor de sub base d3	15.00 cm	15.00 cm
Espesor Total (cm)	42.00 cm	42.00 cm
Número estructural calculado: NE, calc	7.30	7.30

Nota. Elaboración propia**6.6.7. RESULTADO DEL DISEÑO ESTRUCTURAL DE LA VEREDA**

El dimensionamiento estructural del paquete peatonal se rigió operativamente bajo las especificaciones técnicas mínimas de la Norma CE.010. Con base en dicho sustento reglamentario, se determinó lo siguiente:

El cálculo de espesores de las capas constitutivas de la vereda se realizó siguiendo los parámetros y recomendaciones mínimas establecidas en la Norma CE.010:

- Estructura de 1 uña, si tiene como límite un predio, y 2 uñas si no lo hay.
- Alto de uña: 0.30 m
- Capa de Rodadura: Espesor de 100 mm, material: concreto, resistencia: 175 kg/cm².
- Sub Base Granular: CBR $\geq$ 30%, espesor de 100 mm.

Tabla 57

Requisitos en pavimentos especiales (veredas)

Tipo de Pavimento Elemento		Aceras o Veredas	Pasajes Peatonales	Ciclovías
Sub-rasante		95 % de compactación: Suelos Granulares - Proctor Modificado Suelos Cohesivos - Proctor Estándar		
		Espesor compactado: $\geq$ 150 mm		
Base		CBR $\geq$ 30 %		CBR $\geq$ 60%
Espesor de la capa de rodadura	Asfáltico	$\geq$ 30 mm		
	Concreto de cemento Portland	$\geq$ 100 mm		
	Adoquines	$\geq$ 40 mm (Se deberán apoyar sobre una cama de arena fina , de espesor comprendido entre 25 y 40 mm)		
Material	Asfáltico	Concreto asfáltico*		
	Concreto de cemento Portland	$f'_c \geq 175 \text{ Kg/cm}^2$ (17,5 MPa)		
	Adoquines	$f'_c \geq 320 \text{ Kg/cm}^2$ (32 MPa)		N.R. **

Nota: Extraído de Norma Técnica CE.010 (p.24), por MVCS, 2019

6.7. DEL SISTEMA DE DRENAJE PLUVIAL

6.7.1. METODOLOGIA

A través del procesamiento de registros históricos, el análisis de frecuencia permite predecir el comportamiento futuro de variables hídricas. Este proceso requiere datos completos y periodos de registro representativos. Bajo este lineamiento, se evaluaron las precipitaciones

máximas mediante modelos probabilísticos de uso común en hidrología, con el objetivo de definir los niveles de precipitación para distintos escenarios de retorno.

Para este cálculo, se procesaron una serie histórica de 25 años (2001-2025) obtenida de la Estación Lambayeque, obtenido por SENAMHI. Con el propósito de refinar la serie de datos, se aplicaron técnicas de validación de consistencia y se utilizó el modelo computacional HEC-4 para el completamiento de valores faltantes, consolidando la serie hidrológica que se adjunta en el **ANEXO 18**.

De acuerdo con la norma CE. 040, cuando se trabaja en sectores urbanos, el área se divide en subcuencas con diferentes tipos de suelo o superficies, utilizando los parámetros de: coeficiente de escorrentía (C), tiempo de concentración (tc), área (A) e intensidad (I), el caudal máximo se obtiene con la fórmula racional.

$$Q = 0.278 * C * I * A$$

Donde:

Q: Caudal pico (m³/s)

I: Intensidad de la lluvia (mm/h)

A: Área de drenaje

C: Coeficiente de escorrentía

6.7.2. RESULTADOS

COEFICIENTE DE ESCORRENTÍA

Debido a que el coeficiente de escorrentía depende de las características del terreno, se adoptó los parámetros sugeridos por la Norma CE.040, en áreas urbanas, aplicando escenarios de recurrencia de 5 y 10 años.

Tabla 58

Coeficientes de escorrentía utilizadas en el Método Racional

CARACTERÍSTICAS DE LA SUPERFICIE	COEFICIENTE DE ESCORRENTÍA
Calles	
Pavimento asfáltico	0,70 a 0,95
Pavimento de concreto	0,80 a 0,95
Pavimento de adoquines	0,70 a 0,85
Veredas	0,70 a 0,85
Techos y azoteas	0,75 a 0,95
Césped, suelo arenoso	
Pendiente plana (0 - 2%)	0,05 a 0,10
Pendiente promedio (2 – 7%)	0,10 a 0,15
Pendiente pronunciada (>7%)	0,15 a 0,20
Césped, suelo arcilloso	
Pendiente plana (0 - 2%)	0,13 a 0,17
Pendiente promedio (2 – 7%)	0,18 a 0,22
Pendiente pronunciada (>7%)	0,25 a 0,35

Nota: Extraído de *Norma Técnica CE.040* (p.18), por MVCS, 2021.

Para el área en estudio, se evaluó para los 3 tipos de pavimento, considerando los siguientes valores:

- Pavimento Asfáltico: 0.81
- Pavimento de Concreto: 0.83
- Pavimento Adoquinado: 0.78

Tiempo de concentración t_c

Se evidenció que los tiempos no llegaron al mínimo requerido, es por ellos que se consideró:

$T_c = 10.00$ min

Intensidad de diseño

Al analizar la curva IDT, para una duración crítica de concentración de 10 min y una recurrencia de retorno de 10 años, se obtuvo:

$$I = 31.66 \text{ mm/h}$$

Se calculó el caudal con la ecuación del Método Racional, para los distintos tipos de pavimentación evaluado:

Tabla 59

Caudales para pavimento flexible

Sub cuenca	Qdis (m ³ /s)	S (m/m)	Z	Y (m)	Ah (m ²)	Pm (m)	Rh (m)	V (m/s)	Qcapac (m ³ /s)	VERIFICACIÓN NTP CE 0.40		
A	0.012	0.003	50.00	0.15	0.56	7.65	0.07	0.60	0.338	S≥0.3% & V>0.6m/s	No requiere cuneta	
	0.048	0.003	50.00	0.15	0.56	7.65	0.07	0.60	0.338	S≥0.3% & V>0.6m/s	No requiere cuneta	
	0.030	0.003	50.00	0.15	0.56	7.65	0.07	0.60	0.338	S≥0.3% & V>0.6m/s	No requiere cuneta	
B	0.016	0.003	50.00	0.15	0.56	7.65	0.07	0.60	0.338	S≥0.3% & V>0.6m/s	No requiere cuneta	
	0.023	0.003	50.00	0.15	0.56	7.65	0.07	0.60	0.338	S≥0.3% & V>0.6m/s	No requiere cuneta	
	0.038	0.003	50.00	0.15	0.56	7.65	0.07	0.60	0.338	S≥0.3% & V>0.6m/s	No requiere cuneta	
C	0.004	0.003	50.00	0.15	0.56	7.65	0.07	0.60	0.338	S≥0.3% & V>0.6m/s	No requiere cuneta	
	0.018	0.003	50.00	0.15	0.56	7.65	0.07	0.60	0.338	S≥0.3% & V>0.6m/s	No requiere cuneta	
	0.029	0.003	50.00	0.15	0.56	7.65	0.07	0.61	0.344	S≥0.3% & V>0.6m/s	No requiere cuneta	
	0.019	0.003	50.00	0.15	0.56	7.65	0.07	0.60	0.338	S≥0.3% & V>0.6m/s	No requiere cuneta	
	0.053	0.003	50.00	0.15	0.56	7.65	0.07	0.60	0.338	S≥0.3% & V>0.6m/s	No requiere cuneta	
	0.020	0.003	50.00	0.15	0.56	7.65	0.07	0.60	0.338	S≥0.3% & V>0.6m/s	No requiere cuneta	
	0.074	0.003	50.00	0.15	0.56	7.65	0.07	0.61	0.344	S≥0.3% & V>0.6m/s	No requiere cuneta	
D	0.004	0.003	50.00	0.15	0.56	7.65	0.07	0.61	0.344	S≥0.3% & V>0.6m/s	No requiere cuneta	
	0.016	0.003	50.00	0.15	0.56	7.65	0.07	0.60	0.338	S≥0.3% & V>0.6m/s	No requiere cuneta	
E	0.004	0.003	50.00	0.15	0.56	7.65	0.07	0.60	0.338	S≥0.3% & V>0.6m/s	No requiere cuneta	
	0.017	0.003	50.00	0.15	0.56	7.65	0.07	0.60	0.338	S≥0.3% & V>0.6m/s	No requiere cuneta	
F	0.013	0.003	50.00	0.15	0.56	7.65	0.07	0.60	0.338	S≥0.3% & V>0.6m/s	No requiere cuneta	
G	0.031	0.014	50.00	0.15	0.56	7.65	0.07	1.27	0.717	S≥0.3% & V>0.6m/s	No requiere cuneta	
	0.020	0.003	50.00	0.15	0.56	7.65	0.07	0.60	0.338	S≥0.3% & V>0.6m/s	No requiere cuneta	
	0.062	0.003	50.00	0.15	0.56	7.65	0.07	0.60	0.338	S≥0.3% & V>0.6m/s	No requiere cuneta	

Nota: Elaboración propia

Tabla 60

Caudales para pavimento rígido

Sub cuenca	Qdis (m3/s)	S (m/m)	Z	Y (m)	Ah (m2)	Pm (m)	Rh (m)	V (m/s)	Qcapac (m3/s)	VERIFICACIÓN NTP CE 0.40		
A	0.024	0.003	50.00	0.15	0.56	7.65	0.07	0.60	0.338	S≥0.3% & V>0.6m/s	No requiere cuneta	
	0.024	0.003	50.00	0.15	0.56	7.65	0.07	0.60	0.338	S≥0.3% & V>0.6m/s	No requiere cuneta	
	0.031	0.003	50.00	0.15	0.56	7.65	0.07	0.60	0.338	S≥0.3% & V>0.6m/s	No requiere cuneta	
B	0.032	0.003	50.00	0.15	0.56	7.65	0.07	0.60	0.338	S≥0.3% & V>0.6m/s	No requiere cuneta	
	0.024	0.003	50.00	0.15	0.56	7.65	0.07	0.60	0.338	S≥0.3% & V>0.6m/s	No requiere cuneta	
	0.039	0.003	50.00	0.15	0.56	7.65	0.07	0.60	0.338	S≥0.3% & V>0.6m/s	No requiere cuneta	
C	0.004	0.003	50.00	0.15	0.56	7.65	0.07	0.60	0.338	S≥0.3% & V>0.6m/s	No requiere cuneta	
	0.019	0.003	50.00	0.15	0.56	7.65	0.07	0.60	0.338	S≥0.3% & V>0.6m/s	No requiere cuneta	
	0.029	0.003	50.00	0.15	0.56	7.65	0.07	0.61	0.344	S≥0.3% & V>0.6m/s	No requiere cuneta	
	0.019	0.003	50.00	0.15	0.56	7.65	0.07	0.60	0.338	S≥0.3% & V>0.6m/s	No requiere cuneta	
	0.054	0.003	50.00	0.15	0.56	7.65	0.07	0.60	0.338	S≥0.3% & V>0.6m/s	No requiere cuneta	
	0.021	0.003	50.00	0.15	0.56	7.65	0.07	0.60	0.338	S≥0.3% & V>0.6m/s	No requiere cuneta	
	0.076	0.003	50.00	0.15	0.56	7.65	0.07	0.61	0.344	S≥0.3% & V>0.6m/s	No requiere cuneta	
D	0.005	0.003	50.00	0.15	0.56	7.65	0.07	0.61	0.344	S≥0.3% & V>0.6m/s	No requiere cuneta	
	0.017	0.003	50.00	0.15	0.56	7.65	0.07	0.60	0.338	S≥0.3% & V>0.6m/s	No requiere cuneta	
E	0.004	0.003	50.00	0.15	0.56	7.65	0.07	0.60	0.338	S≥0.3% & V>0.6m/s	No requiere cuneta	
	0.017	0.003	50.00	0.15	0.56	7.65	0.07	0.60	0.338	S≥0.3% & V>0.6m/s	No requiere cuneta	
F	0.013	0.003	50.00	0.15	0.56	7.65	0.07	0.60	0.338	S≥0.3% & V>0.6m/s	No requiere cuneta	
G	0.016	0.014	50.00	0.15	0.56	7.65	0.07	1.27	0.717	S≥0.3% & V>0.6m/s	No requiere cuneta	
	0.020	0.003	50.00	0.15	0.56	7.65	0.07	0.60	0.338	S≥0.3% & V>0.6m/s	No requiere cuneta	
	0.064	0.003	50.00	0.15	0.56	7.65	0.07	0.60	0.338	S≥0.3% & V>0.6m/s	No requiere cuneta	

Nota: Elaboración propia

Tabla 61

Caudales para pavimento adoquinado

Sub cuenca	Qdis (m3/s)	S (m/m)	Z	Y (m)	Ah (m2)	Pm (m)	Rh (m)	V (m/s)	Qcapac (m3/s)	VERIFICACIÓN NTP CE 0.40		
A	0.023	0.003	50.00	0.15	0.56	7.65	0.07	0.60	0.338	$S \geq 0.3\%$	$\& V > 0.6\text{m/s}$	No requiere cuneta
	0.023	0.003	50.00	0.15	0.56	7.65	0.07	0.60	0.338	$S \geq 0.3\%$	$\& V > 0.6\text{m/s}$	No requiere cuneta
	0.029	0.003	50.00	0.15	0.56	7.65	0.07	0.60	0.338	$S \geq 0.3\%$	$\& V > 0.6\text{m/s}$	No requiere cuneta
B	0.030	0.003	50.00	0.15	0.56	7.65	0.07	0.60	0.338	$S \geq 0.3\%$	$\& V > 0.6\text{m/s}$	No requiere cuneta
	0.023	0.003	50.00	0.15	0.56	7.65	0.07	0.60	0.338	$S \geq 0.3\%$	$\& V > 0.6\text{m/s}$	No requiere cuneta
	0.037	0.003	50.00	0.15	0.56	7.65	0.07	0.60	0.338	$S \geq 0.3\%$	$\& V > 0.6\text{m/s}$	No requiere cuneta
C	0.004	0.003	50.00	0.15	0.56	7.65	0.07	0.60	0.338	$S \geq 0.3\%$	$\& V > 0.6\text{m/s}$	No requiere cuneta
	0.017	0.003	50.00	0.15	0.56	7.65	0.07	0.60	0.338	$S \geq 0.3\%$	$\& V > 0.6\text{m/s}$	No requiere cuneta
	0.027	0.003	50.00	0.15	0.56	7.65	0.07	0.61	0.344	$S \geq 0.3\%$	$\& V > 0.6\text{m/s}$	No requiere cuneta
	0.018	0.003	50.00	0.15	0.56	7.65	0.07	0.60	0.338	$S \geq 0.3\%$	$\& V > 0.6\text{m/s}$	No requiere cuneta
	0.051	0.003	50.00	0.15	0.56	7.65	0.07	0.60	0.338	$S \geq 0.3\%$	$\& V > 0.6\text{m/s}$	No requiere cuneta
	0.019	0.003	50.00	0.15	0.56	7.65	0.07	0.60	0.338	$S \geq 0.3\%$	$\& V > 0.6\text{m/s}$	No requiere cuneta
	0.071	0.003	50.00	0.15	0.56	7.65	0.07	0.61	0.344	$S \geq 0.3\%$	$\& V > 0.6\text{m/s}$	No requiere cuneta
D	0.004	0.003	50.00	0.15	0.56	7.65	0.07	0.61	0.344	$S \geq 0.3\%$	$\& V > 0.6\text{m/s}$	No requiere cuneta
	0.016	0.003	50.00	0.15	0.56	7.65	0.07	0.60	0.338	$S \geq 0.3\%$	$\& V > 0.6\text{m/s}$	No requiere cuneta
E	0.004	0.003	50.00	0.15	0.56	7.65	0.07	0.60	0.338	$S \geq 0.3\%$	$\& V > 0.6\text{m/s}$	No requiere cuneta
	0.016	0.003	50.00	0.15	0.56	7.65	0.07	0.60	0.338	$S \geq 0.3\%$	$\& V > 0.6\text{m/s}$	No requiere cuneta
F	0.012	0.003	50.00	0.15	0.56	7.65	0.07	0.60	0.338	$S \geq 0.3\%$	$\& V > 0.6\text{m/s}$	No requiere cuneta
G	0.015	0.014	50.00	0.15	0.56	7.65	0.07	1.27	0.717	$S \geq 0.3\%$	$\& V > 0.6\text{m/s}$	No requiere cuneta
	0.019	0.003	50.00	0.15	0.56	7.65	0.07	0.60	0.338	$S \geq 0.3\%$	$\& V > 0.6\text{m/s}$	No requiere cuneta
	0.060	0.003	50.00	0.15	0.56	7.65	0.07	0.60	0.338	$S \geq 0.3\%$	$\& V > 0.6\text{m/s}$	No requiere cuneta

Nota: Elaboración propia

Una vez efectuados dichos cálculos para los 3 tipos de pavimentos, se verificó que el caudal de diseño dividido en sub cuencas, es menor que el caudal de capacidad en las vías, por lo tanto, no será necesario el uso de cunetas, ya que las secciones transversales de las vías actúan como canal, que podrán drenar el agua superficial por gravedad fuera del área de estudio, garantizando que no habrá desbordes hacia la vereda.

Pero en la Calle Francisco Antonio, se va a proyectar 1 cuneta, al estar la pendiente contraria a la orientación del flujo.

DISEÑO DE CUNETA LONGITUDINAL

Con ayuda del software H-CANALES se diseñará la cuneta en la Calle Francisco Antonio, quien tiene un ancho de 3.00m de calzada, de un solo carril.

DISEÑO DE CUNETA TRANSVERSAL

Estas cunetas se diseñaron de tipo rectangular, ubicadas de manera transversal a la calzada, ya que será el medio de captación de las aguas que discurren en el pavimento que se formaron de las microcuencas.

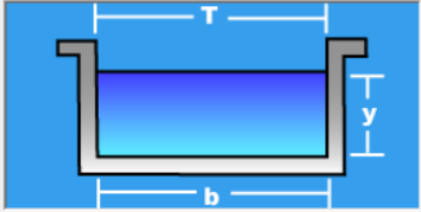
En la **Figura 23** se aprecian los cálculos obtenidos para la calle que recibe mayor caudal, como es la Ca. Julio Fernández, que es el último tramo donde se acumulará esta agua de lluvia en una cuneta transversal.

Figura 23

Cálculo de Tirante de cuneta transversal

Lugar:	P.J. SANTA ELENA	Proyecto:	ESTUDIO DEFINITIVO DE PAV
Tramo:	CA. JULIO FERNANDEZ	Revestimiento:	CONCRETO

Datos:			
Caudal (Q):	0.076	m ³ /s	
Ancho de solera (b):	0.3	m	
Talud (Z):	0		
Rugosidad (n):	0.013		
Pendiente (S):	0.01	m/m	



Resultados:					
Tirante normal (y):	0.1760	m	Perímetro (p):	0.6519	m
Área hidráulica (A):	0.0528	m ²	Radio hidráulico (R):	0.0810	m
Espejo de agua (T):	0.3000	m	Velocidad (v):	1.4397	m/s
Número de Froude (F):	1.0958		Energía específica (E):	0.2816	m-Kg/Kg
Tipo de flujo:	Supercrítico				

Nota: Adaptado de Hcanales

En la **Tabla 62** se tiene las dimensiones internas de las cunetas transversales de las microcuencas que se formaron, obtenidas del programa Hcanales, con dimensión típica de 0.30m x 0.30m.

Tabla 62*Dimensiones de cunetas transversales*

Sub cuenca	Caudal acum. m ³ /s	Rugosidad n	Ancho de solera m	Tirante normal m	Altura final de cuneta m
A	0.031	0.013	0.3	0.0911	0.30
B	0.039	0.013	0.3	0.1073	0.30
B+10%	0.043	0.013	0.3	0.1151	0.30
C	0.076	0.013	0.3	0.176	0.30
D	0.017	0.013	0.3	0.0601	0.30
E	0.017	0.013	0.3	0.0601	0.30
F	0.013	0.013	0.3	0.0502	0.30

Nota: Elaboración propia

Se escogió el sistema de descarga y evacuación por gravedad como la solución técnica para el diseño. Tendrá el siguiente recorrido: calle – cuneta – caja pluvial – tubería de desfogue.

La descarga se realizará hacia el canal de Chiclayo ubicado en la Av. Mesones Muro, junto con el dren de la Av. María de Lourdes.

TUBERIA DE DESFOGUE

Se evacuará por medio de tuberías de PVC con pendiente de 1%, con diferentes diámetros por la capacidad del caudal acumulado.

Se evaluó los límites de la velocidad de flujo, según la norma dice que la velocidad mínima debe ser igual o mayor a 0.90m/s, evitando sedimentación.

Los cálculos de los diámetros se obtuvieron mediante el programa Hcanales, sus resultados se aprecian en la **Figura 24**.

La **Tabla 63** muestra el diámetro comercial de la tubería que desfogará la escorrentía pluvial hacia el dren y canal.

Figura 24*Cálculo de tirante normal de tubería*

Lugar:	P.J. SANTA ELENA	Proyecto:	ESTUDIO DEFINITIVO DE PAV
Tramo:	CA. FRANCISCO ANTONIO	Revestimiento:	PVC

Datos:

Caudal (Q):	0.064	m ³ /s
Diámetro (d):	0.25	m
Rugosidad (n):	0.009	
Pendiente (S):	0.01	m/m



Resultados:

Tirante normal (y):	0.1608	m	Perímetro mojado (p):	0.4653	m
Área hidráulica (A):	0.0334	m ²	Radio hidráulico (R):	0.0717	m
Espejo de agua (T):	0.2395	m	Velocidad (v):	1.9179	m/s
Número de Froude (F):	1.6406		Energía específica (E):	0.3483	m-Kg/Kg
Tipo de flujo:	Supercrítico				

Nota: Adaptado de Hcanales**Tabla 63***Diámetros comerciales de tubería de desfogue*

Tramo	Sub cuenca	Caudal de diseño Q	Rugosidad para PVC	Pendiente	Área	Velocidad	Tirante normal	D comercial	V>0.90m/s
Tubería		m ³ /s	n	s	A	v (m/s)	y	mm	
CU N°01 - Canal	A	0.031	0.009	0.01	0.0193	1.6080	0.1038	250	Ok
CU N°02 - Canal	C+B+10%	0.119	0.009	0.01	0.0528	2.2539	0.1748	400	Ok
CU N°03 - Canal	D	0.017	0.009	0.01	0.0125	1.3622	0.0754	250	Ok
CU N°04 - Dren	E	0.017	0.009	0.01	0.0125	1.3622	0.0754	250	Ok
CU N°05 - Dren	F	0.013	0.009	0.01	0.0103	1.2618	0.0657	250	Ok
CU N°06 - Dren	G	0.064	0.009	0.01	0.0334	1.9179	0.1608	250	Ok

Nota: Elaboración propia

6.8. DE LAS ESPECIFICACIONES TÉCNICAS

Las especificaciones técnicas consideradas de forma general en la pavimentación son guía clave para la ejecución del proyecto, deben regirse de la normativa actual vigente, cabe recalcar que el Ingeniero Supervisor junto con la Entidad solicitante pueden modificar estas especificaciones técnicas.

Las especificaciones técnicas detallados del pavimento escogido, se adjunta en el **ANEXO 19.**

6.9. DEL ESTUDIO DE IMPACTO AMBIENTAL

6.9.1. METODOLOGIA

Se seleccionó el Método de Batelle – Columbus para darle un enfoque cuantitativo en la valoración numérica a las alteraciones del entorno, empleando indicadores que afectan al medio físico y socio económico.

Identificadas las actividades del proyecto con mayor impacto y los factores medioambientales, se procedió a analizarlas con la Matriz de caracterización, importancia y valoración donde se detalla a profundidad en el **ANEXO 20**

6.9.2. RESULTADOS

6.9.2.1. IDENTIFICACION DE IMPACTOS AMBIENTALES

DE LA MATRIZ DE IDENTIFICACIÓN

Tabla 64

Actividades del Proyecto

1	Trazo y replanteo topográfico
2	Desvío de tráfico
3	Movilización de Maquinaria
4	Demolición de veredas existentes
5	Excavaciones manuales
6	Corte de terreno con maquinaria
7	Relleno con material de préstamo
8	Subrasante: Perfilado, riego y compactación
9	Conformación de Sub-base y/o base
10	Colocación de carpeta del pavimento
11	Eliminación de material excedente
12	Uso de depósito de materiales de construcción
13	Nivelación de buzones existentes
14	Señalización y seguridad en obra

Nota. Elaboración propia

Tabla 65

Factores Ambientales identificados

MEDIO FÍSICO	ATMOSFERA	Generación de Polvo
		Generación de Ruido
		Emisión de Gas y olores
	SUELOS	Contaminación directa
		Relieve
MEDIO SOCIOECONÓMICO	FLORA	Árboles, arbustos
	MEDIO PERCEPTUAL	Vista y paisaje
		Disponibilidad de área
		Accesibilidad
	INFRA ESTRUCTURA	Red de servicios
		Tráfico pesado
		Empleo temporal
	POBLACION	Seguridad y salud
		Estilo de vida
		Cambio de valor de sueldo
	ECONOMÍA	Actividad comercial
		Desarrollo local

Nota. Elaboración propia

DE LA MATRIZ DE IMPORTANCIA

Por el medio físico, se deduce que el 90.82% de las alteraciones ambientales son irrelevantes, y el 8.57% son moderados.

Por el medio socioeconómico, se deduce que el 92.86% de las alteraciones ambientales son irrelevantes, y el 7.14% son moderados.

DE LA MATRIZ DE VALORACIÓN

Medio físico (agresividad)

La actividad “Demolición de veredas existentes”, $I_r = 24.64$, muestra impacto significativo en los factores atmosféricos, con la generación de polvo.

La acción “Corte de terreno con maquinaria”, $I_r = 25.00$, muestra impacto significativo en los factores del suelo, con la contaminación directa.

La acción “Demolición de veredas existentes” $I_r = 24.00$, muestra impacto significativo en los factores de flora.

La acción “Movilización de Maquinaria” $I_r = 22.00$, muestra impacto significativo en los factores del medio perceptual.

Medio socioeconómico (beneficio)

Algunas acciones con $I_r = 18.00$, muestra un impacto significativo en los factores de infraestructura, con la accesibilidad.

Algunas acciones con $I_r = 19.49$, muestra un impacto significativo en los factores de población, con el empleo temporal.

La acción “Demolición de veredas existentes” $I_r = 23.00$, muestra impacto significativo en los factores de economía, con la actividad comercial.

6.9.2.2. PLAN DE MITIGACIÓN AMBIENTAL

Tras evaluar las interacciones en la matriz de impacto, se identificó una vulnerabilidad en el entorno físico-natural. En consecuencia, se diseñó un plan de medidas correctoras con el fin de equilibrar el ecosistema y neutralizar los efectos adversos detectados durante la fase de ejecución.

MEDIDAS DE PREVENCIÓN

Se dispuso de algunas medidas preventivas minimizando los impactos negativos:

- Las actividades de movimientos de tierras se realizarán en el día, además de humedecer de manera constante la zona, a fin de neutralizar la emisión de polvo.
- La actividad de desvío de tráfico requerirá de vigías, para un mejor control y evitar la congestión y ruido generado por los vehículos
- Se revisarán las maquinarias u otros equipos, que se encuentren en buen estado, que no derrame líquidos, ni gases, ni olores, o que se encuentren dentro de los márgenes establecidos.
- Se implementarán jornadas de inducción técnica y sensibilización para el personal antes del inicio de cada jornada laboral.

MEDIDAS DE MITIGACIÓN

- El personal encargado dispondrá de EPP, como orejera y tapones minimizando impactos de ruido hacia el personal.
- El personal encargado dispondrá de EPP, como mascarillas y lentes minimizando impactos de generación de polvo hacia el personal.
- Con el fin de minimizar el impacto sonoro y la emanación de gases contaminantes, se llevará a cabo un control técnico constante de la maquinaria pesada, previniendo además posibles fugas de residuos químicos.
- Ante la ocurrencia de un siniestro laboral, se proporcionará asistencia inmediata mediante primeros auxilios; si la gravedad lo requiere, se procederá con la evacuación inmediata hacia el establecimiento de salud más próximo.

6.9.2.3. PLAN DE MANEJO DE RESIDUOS SÓLIDOS

La estructuración del plan de manejo de desechos tiene como base los lineamientos del Reglamento de la Ley General de Residuos Sólidos, integrando algunos criterios operativos:

En la etapa de la construcción:

Se dispondrá de contenedores clasificados para cada tipo de residuo, diferenciándolo con colores etiquetados por su característica en común, se dispondrá en 3 puntos clave en la zona del proyecto. La disposición final será parte de la Municipalidad Distrital de Chiclayo.

Tabla 66*Clasificación por colores de los contenedores de Residuos Sólidos*

ROJO: RESIDUOS PELIGROSOS		3
NARANJA: RESIDUOS ORGANICOS		3
VERDE: VIDRIO		3
AZUL: PAPEL Y CARTON		3
AMARILLO: PLASTICO Y METALES		3
GRIS: RESIDUOS GENERALES		3

Nota: Elaboración propia**6.9.2.4. PLAN DE MONITOREO AMBIENTAL EN OBRA****En la etapa de la construcción**

Se dispondrá de 3 puntos clave en la zona del proyecto para realizar los monitoreos del aire y del ruido.

Monitoreo de la Calidad del Aire

Esta medida busca asegurar que las emisiones derivadas del proyecto no excedan los niveles permitidos. Para ello, se aplicarán los criterios de medición de la DIGESA y se verificarán los resultados frente a los parámetros reglamentarios nacionales gestionados por del Sistema Nacional de Información Ambiental.

Durante la etapa constructiva, se va a controlar el aire con el parámetro de PM-10 ug/m3.

Asimismo, se implementará un protocolo de seguimiento para los agentes contaminantes, enfocándose principalmente en la cuantificación de dióxido y monóxido de carbono generados por la combustión interna.

Tabla 67*Estándares Nacionales de Calidad del Aire*

Contaminantes	Período	Forma del Estándar		Método De Análisis (1)
		Valor	Formato	
PM-10	Anual	50	Media aritmética anual	Separación inercial / filtración (Gravimetría)
	24 horas	150	NE más de 3 veces al año	
Monóxido de carbono	8 horas	10,000	Promedio móvil	Infrarrojo no dispersivo IRND (método automático)
	1 hora	30,000	NE más de 1 vez al año	
Dióxido de nitrógeno	Anual	100	Promedio aritmético anual	Quimiluminiscencia (método automático)
	1 hora	200	NE más de 24 veces al año	

Nota: Extraído de *Reglamento de Estándares Nacionales de Calidad del Aire* (p.14), por SINIA, 2001.

Monitoreo de la Calidad de Ruido Ambiental

Esta actividad técnica busca medir la intensidad del ruido generado, asegurando que se ajusten y cumplan con los parámetros reglamentarios nacionales gestionados bajo en marco del Sistema Nacional de Información Ambiental.

Se implementará un protocolo de muestreo en puntos estratégicos como: zonas donde estén realizando demoliciones, o donde se exponga el ruido.

El monitoreo será mensual en horario diurno, en zona urbanas no debe exceder los 60dB.

Tabla 68*Nivel Máximo Permisible de Emisiones Sonoras*

Zonas de Aplicación	Valores expresados en (L _{AeqT})	
	Horario Diurno (De 7:01 a 22:00 hrs.)	Horario Nocturno (De 22:01 a 7:00 hrs.)
Zona de protección especial	50	40
Zona residencial	60	50
Zona comercial	70	60
Zona industrial	80	70

Nota: Extraído de *Reglamento de Estándares Nacionales de Calidad Ambiental para Ruido* (p.11), por SINIA, 2003.

6.10. DEL PRESUPUESTO Y LA ELECCION DE ALTERNATIVA

6.10.1. METODOLOGIA

Para elegir la alternativa adecuada, se analizó por cada tipo de pavimento estudiado, empezando con los metrados, para luego analizar los precios unitarios por partida y obtener el presupuesto final, y en base a ello escoger una alternativa.

6.10.2. RESULTADOS

METRADOS

El desarrollo del metrado correspondiente a cada tipología de pavimento evaluada, se adjuntó en el **ANEXO 21**.

ANALISIS DE PRECIOS UNITARIOS

Los reportes a detalle de los análisis de precios unitarios se adjuntaron en el **ANEXO 22**.

PRESUPUESTO DE OBRA

El presupuesto del pavimento escogido se adjuntó en el **ANEXO 23**.

ELECCIÓN DE ALTERNATIVA

La elección de la alternativa más viable requirió de un análisis completo, que asegure la máxima eficiencia y se ajuste a las especificaciones de la normativa vigentes.

Se realizó una evaluación cualitativa de los tres tipos de pavimento estudiados, en base a criterios de selección que caracterizan a estos pavimentos.

Tabla 69*Evaluación cualitativa de principales puntos de elección de pavimento*

CRITERIOS DE SELECCIÓN	PAV. FLEXIBLE	PAV. RIGIDO	PAV. ADOQUINADO
Cumple con la capacidad estructural de soportar las cargas vehiculares obtenidas en el Estudio de Tráfico	✓	✓	✓
Confort en el tránsito vehicular	✓	X	X
Mayor durabilidad y resistencia a sufrir deterioros con el paso del tiempo	X	✓	X
Menor deformabilidad en zonas de frenado y arranque de vehículos	X	✓	X
Óptimo drenaje superficial para aguas pluviales	X	✓	X
Facilidad de reparación y mantenimiento	X	✓	✓
Sencillez en el proceso constructivo	X	✓	✓
Facilidad de remoción de las redes existentes que van enterrados por la vía	X	✓	✓
Mejor adherencia superficial: textura rugosa para mejor adherencia entre pavimento y neumático	X	✓	✓
Mayor visibilidad (reflexión de señalización horizontal)	X	✓	X
TOTAL ✓	2/10	9/10	5/10

Nota: Elaboración propia

Para evaluación final, se consideró el análisis económico, que tomó en cuenta los costos generales y, además los costos para el mantenimiento rutinario y periódico.

El análisis correspondiente se adjunta en el **ANEXO 24**.

Tabla 70*Comparativa de costos directos para los 3 tipos de Pavimento*

PAVIMENTO	CD
PAVIMENTO RIGIDO	S/ 2,989,521.29
PAVIMENTO FLEXIBLE	S/ 2,611,485.78
PAVIMENTO ADOQUINADO	S/ 2,858,666.88

Nota: Elaboración propia

Tabla 71*Costos anuales/Km de en la etapa de mantenimiento*

PAVIMENTO RIGIDO	
Costo anual/Km de mantenimiento Rutinario:	S/ 3,266.74
Costo anual/Km de mantenimiento Periódico:	S/ 6,296.65
PAVIMENTO FLEXIBLE	
Costo anual/Km de mantenimiento Rutinario:	S/ 32,433.03
Costo anual/Km de mantenimiento Periódico:	S/ 102,479.70
PAVIMENTO ADOQUINADO	
Costo anual/Km de mantenimiento Rutinario:	S/ 15,703.66
Costo anual/Km de mantenimiento Periódico:	S/ 23,142.07

Nota: Elaboración propia

Se realizó el análisis comparativo de estos 3 pavimentos estudiados, mediante el indicador del Valor Actual Neto (VAN), para un horizonte estimado a 20 años, puesto a que aquí se tomará en cuenta los costos de mantenimiento, un valor que nos ayudará a escoger la alternativa más económica y factible para el lugar.

Tabla 72

Comparativa de precios por m2 de pavimento en Inversión y mantenimiento

AÑOS	Pavimento Rígido	Pavimento Flexible	Pavimento Adoquinado
Año 0	2,361,721.82	2,063,073.77	2,258,346.84
Año 1	0.00	24,324.77	11,777.75
Año 2	0.00	24,324.77	11,777.75
Año 3	2,450.06	24,324.77	17,356.55
Año 4	0.00	76,859.77	11,777.75
Año 5	4,722.49	24,324.77	11,777.75
Año 6	0.00	24,324.77	17,356.55
Año 7	0.00	24,324.77	11,777.75
Año 8	2,450.06	76,859.77	11,777.75
Año 9	0.00	24,324.77	17,356.55
Año 10	4,722.49	24,324.77	11,777.75
Año 11	0.00	24,324.77	11,777.75
Año 12	0.00	76,859.77	17,356.55
Año 13	2,450.06	24,324.77	11,777.75
Año 14	0.00	24,324.77	11,777.75
Año 15	4,722.49	24,324.77	17,356.55
Año 16	0.00	76,859.77	11,777.75
Año 17	0.00	24,324.77	11,777.75
Año 18	2,450.06	24,324.77	17,356.55
Año 19	0.00	24,324.77	11,777.75
Año 20	4,722.49	76,859.77	11,777.75
VAN	2,374,407.85	2,416,363.93	2,390,087.69
Ratio C-E	1,551.90	1,579.32	1,562.15
VAN,m2 (\$/ X m2)	194.78	198.22	196.07

Nota: Elaboración propia

Tras analizar la sumatoria de costos directos de ejecución y los proyectados de conservación, el PAVIMENTO RIGIDO se posiciona como la solución más económica con menor presupuesto frente a las demás tipologías evaluadas.

En síntesis, la solución óptima elegida para el proyecto es el PAVIMENTO RÍGIDO.

Tabla 73*Costo Total de Inversión del Pavimento Rígido*

COSTO DIRECTO	2,989,521.29
GASTOS GENERALES (13.49%C.D.)	403,286.42
UTILIDADES (8.00%C.D.)	239,161.70
-----	-----
SUB TOTAL	3,631,969.41
I.G.V. (18.00% S.T.)	653,754.49
-----	-----
VALOR REFERENCIAL DE OBRA	4,285,723.90
TOTAL DE SUPERVISION (6.73% V.R.O.)	288,429.22
=====	=====
PRESUPUESTO TOTAL	4,574,153.12

Nota: Elaboración propia

El detalle de los gastos generales se adjunta en el **ANEXO 25**.

El detalle de gastos de supervisión se adjunta en el **ANEXO 26**.

El detalle de la relación de insumos se adjunta en el **ANEXO 27**.

El detalle del cálculo de movilización y desmovilización, y de fletes, se incorporan en el **ANEXO 28**.

6.11. DE LA PROGRAMACION DE OBRA

A partir de la planificación y secuenciación de las actividades del proyecto, se ha determinado un periodo constructivo de 150 días calendarios.

Los cronogramas de: ejecución de obra se adjuntó en el **ANEXO 29**, valorizado en el **ANEXO 30**, y de adquisición de materiales en el **ANEXO 31**.

7. CONCLUSIONES

- Se determinó que las vías evaluadas en el Pueblo Joven Santa Elena presentan deficiencias de transitabilidad debido a su estado en superficie natural. El estudio topográfico permitió establecer el punto geodésico PG-01 y 10 BMs, registrando elevaciones entre 31.863 msnm y 38.439 msnm, lo cual califica técnicamente al terreno como una superficie llana que exige un control riguroso de pendientes para el escurrimiento pluvial.
- El estudio de mecánica de suelos mediante 05 calicatas clasificó el terreno como arcilla de baja plasticidad (CL / A-7-6) con un CBR promedio de 7.37%, categorizándolo como una Subrasante Regular (S2). Asimismo, los estudios de tráfico definieron que el volumen de tránsito para las estaciones E-01 (Calle Javier Pulgar Vidal) y E-02 (Calle Julio Fernández de la Oliva) registra un IMDa de 391 y 130 vehículos por día, respectivamente. De acuerdo con el plan de explotación de canteras, tenemos a la Cantera Tres Tomas que abastecerá el proyecto con agregado grueso, sub base y base granular; y la Cantera La Victoria que servirá para extraer el agregado fino.
- Se formularon las alternativas de diseño, determinándose que la solución estructural óptima es el pavimento rígido, dimensionado con una losa de concreto de 20 cm de espesor y una subbase granular de 20 cm. Esta solución garantiza la rigidez necesaria para soportar las cargas de diseño y evitar deformaciones. Del diseño geométrico vial, se han clasificado 2 tipos de vías, la Calle Javier Pulgar como Vía Colectora y las demás calles como vías locales; del alineamiento vertical y horizontal se tiene como pendiente longitudinal mínima 0.30% y bombeo de 2%, ancho de carril mínimo de 2.70 y doble de 6.00 m.
- Del sistema de drenaje pluvial urbano se determinó que la caracterización hidrológica se ejecutó utilizando las series de datos históricas de precipitación provistas por la estación

meteorológica Lambayeque; dividiendo a la zona de estudio en 7 micro cuencas, que evacuarán las aguas pluviales por gravedad de acuerdo a los perfiles de las vías, cumpliendo la mínima pendiente longitudinal del 0.30%, y además, considerando a las secciones transversales adecuadas para su drenaje con un bombeo de 2%, previo a un análisis de los caudales se consideró el uso de cuneta rectangular transversal al final de cada calle, y una cuneta longitudinal en el 2do tramo de la Ca. Francisco de Zela, y se desfogará por medio de tuberías hacia el canal y el dren. Las cunetas tendrán una sección geométrica de 0.50 m x 0.40 m provistas de rejillas metálicas de protección, mientras que las líneas de descarga emplearán tuberías de PVC UF S-25 de diámetros nominales de 250 mm y 400 mm, conforme al detalle de los planos especializados.

- El análisis económico demostró que el pavimento de concreto hidráulico es la alternativa económicamente rentable y viable a largo plazo, ya que minimiza los costos operativos y de mantenimiento preventivo durante sus 20 años de vida útil. El estudio económico determinó que el presupuesto base definitivo para la materialización del proyecto asciende a S/ 4,574,153.12 (Cuatro millones quinientos setenta y cuatro mil ciento cincuenta y tres con 12/100 Soles) con un tiempo de ejecución establecido de 150 días calendarios.

8. RECOMENDACIONES

- Debido a que el estudio de suelos determinó que la subrasante del P.J. Santa Elena está conformada por arcilla de baja plasticidad (CL), se recomienda realizar un estricto control del contenido hídrico durante la compactación en campo. El suelo debe ser compactado obligatoriamente a no menos del 95% de la Densidad Seca Máxima determinado por el ensayo Proctor Modificado para evitar asentamientos diferenciales que puedan fisurar la losa de concreto.
- Se recomienda que se supervise correctamente en la ejecución, para garantizar un buen proceso constructivo y con ello tenga una larga vida útil.

9. REFERENCIAS

AASHTO (1993). *AASHTO 93 Design of pavement structures*. American Association of State Highway and Transportation Officials. <https://bit.ly/3Ty1VMz>.

Atencio Tullume C. D. (2022) *Diseño de la pavimentación con sistema de drenaje pluvial del sector urbano ciudad del pescador del distrito de Santa Rosa, Provincia de Chiclayo, Departamento Lambayeque, 2020*. [Tesis de Grado, Universidad Santo Toribio de Mogrovejo]. <http://hdl.handle.net/20.500.12423/5476>.

Baca Albines J. D. (2024) *Evaluación y propuesta de diseño de pavimentos de la Urb. San Edyardo y Urb. Federico Villareal 1er y 2da etapa, en el distrito y provincia de Chiclayo*. [Tesis de Grado, Universidad Santo Toribio de Mogrovejo]. <http://hdl.handle.net/20.500.12423/7672>.

Casas Coronado J. A. (2023). *Mejoramiento del sistema de agua potable y alcantarillado con pavimentación en los pueblos jóvenes Francisco Cabrera y Micaela Bastidas, José Leonardo Ortiz*. [Tesis de Grado, Universidad Santo Toribio de Mogrovejo]. <http://hdl.handle.net/20.500.12423/6280>.

Castro Herrera J. J. (2023) *Diseño de un pavimento Rígido por el método AASHTO 93 y Portland Cement Association (PCA), aplicado en la calle 6 entre Carrera 8 y 7 del Municipio de San Luis Tolima*. [Tesis de Grado, Universidad Cooperativa de Colombia]. <https://hdl.handle.net/20.500.12494/48992>.

Chávez Loaiza V. (2005). *Manual de Diseño Geométrico de Vías Urbanas*. ICG. <https://bit.ly/3JxGjeW>.

Chávez Valdez K. (2022) *Estudio Definitivo de la Pavimentación del Centro Poblado Positos, Distrito Mórrope, Provincia de Lambayeque, Departamento Lambayeque*. [Tesis de

Grado, Universidad Nacional Pedro Ruiz Gallo].

<https://hdl.handle.net/20.500.12893/10343>.

Cruz Corone M. C. y Medina Torrejon R. A. (2024) *Propuesta de diseño de un pavimento flexible en el caserío El Charán distrito de la Cruz, Tumbes 2024*. [Tesis de Grado, Universidad Cesar Vallejo]. <https://hdl.handle.net/20.500.12692/157200>.

Díaz Vera D. J. (2023) *Evaluación, diseño de pavimento y sistema de drenaje pluvial en la Urb. Urrunaga sector 2, distrito de José Leonardo Ortiz, Chiclayo-Lambayeque 2020*. [Tesis de Grado, Universidad Santo Toribio de Mogrovejo]. <http://hdl.handle.net/20.500.12423/6426>.

Galvez Vasquez F. R. y Ilatoma Fustamante C. Y. (2025). *Estudio definitivo de pavimentación en C.P. Calupe, Distrito de Tuman, Provincia de Chiclayo, Departamento de Lambayeque*. [Tesis de Grado, Universidad Nacional Pedro Ruiz Gallo]. <https://hdl.handle.net/20.500.12893/1610>.

Gobierno Regional de Lambayeque (2023). *Expediente Técnico: Mejoramiento del servicio de transitabilidad vial interurbana en carretera Ferreñafe (Emp LA-111) – Mamape (Emp LA709) - Hacienda Mamape Distrito de Ferreñafe*". SEACE.

Hernández Rodríguez J. W. (2020) *Propuesta de implantación de sistemas alternativos de drenaje pluvial urbano en el proyecto vial avenida Tintal de Bogotá D.C.* [Tesis de Maestría, Escuela Colombiana de Ingeniería Julio Garavito]. <https://repositorio.escuelaing.edu.co/entities/publication/5eeae6b-ed4c-4cfb-9e62-e13f1b9ca260>.

Instituto Nacional de Estadística e Informática (2017). *Perú: Crecimiento y distribución de la población total, 2017*. Lima: INEI. <https://bit.ly/3zJAPsm>.

Instituto Nacional de Innovación Agraria (2018). *Perfil: Mejoramiento del servicio de agua para riego en el canal Chiclayo, distrito y provincia de Chiclayo, departamento de Lambayeque.*

Ministerio de Agricultura y Riego.

Joya Rico N. (2021) *Modelación y Diseño de un Sistema de Alcantarillado pluvial en el Municipio de Uribia, La Guajira.* [Tesis de Grado, Universidad de los Andes]. <https://hdl.handle.net/1992/53555>.

Maruri Ocampo K. y Martínez Pacheco P. (2021) *Comparación de costos entre pavimentos flexibles y rígidos en la ciudad de Cuenca, Ecuador.* [Tesis de Grado, Universidad Católica de Cuenca]. <https://dspace.ucacue.edu.ec/handle/ucacue/19695>.

Ministerio de Vivienda, Construcción y Saneamiento (2019). *Norma CE.010 Pavimentos Urbanos del Reglamento Nacional De Edificaciones.* <https://bit.ly/43HAvHB>.

Ministerio de Vivienda, Construcción y Saneamiento. (2021). *Norma CE.040 Drenaje Pluvial del Reglamento Nacional De Edificaciones.* <https://bit.ly/43HAvHB>.

Ministerio de Vivienda, Construcción y Saneamiento (2011). *GH.020 componentes de diseño urbano.* <https://bit.ly/4cdsCQd>.

Ministerio de Transportes y Comunicaciones (2014). *Manual de Carreteras: Suelos, Geología, Geotecnia y Pavimentos - Sección: Suelos y Pavimentos.* Ministerio de Transportes y Comunicaciones. <https://bit.ly/3FrbDe5>.

Ministerio de Transportes y Comunicaciones (2016). *Manual de dispositivos de control de tránsito automotor para calles y carreteras.* <https://bit.ly/3Rq16Fq>.

Ministerio de Transportes y Comunicaciones (2016). *Manual de Ensayo de Materiales.* Ministerio de Transportes y Comunicaciones. <http://bit.ly/3PSuabe>.

- Niño Díaz E. A. y Torres Arroyo B. L. (2021) *Evaluación superficial del pavimento flexible mediante IRI, PCI y propuesta de rehabilitación para mejorar la transitabilidad vehicular de la Av. Sáenz Peña, JLO.* [Tesis de Grado, Universidad Cesar Vallejo]. <https://hdl.handle.net/20.500.12692/89670>.
- Puccio Sanchez, C. E. (2023) *Mejoramiento del pavimento, agua potable, alcantarillado y drenaje pluvial del pueblo joven Las Mercedes-José Leonardo Ortiz.* [Tesis de Grado, Universidad Santo Toribio de Mogrovejo]. <http://hdl.handle.net/20.500.12423/6385>.
- Ricaurte Arguello C. J. (2023) *Propuesta del diseño de la capa de rodadura para las vías de la urbanización Vista Hermosa, Cantón Pallatanga, Provincia de Chimborazo.* [Tesis de Grado, Universidad Politécnica Salesiana]. <http://dspace.ups.edu.ec/handle/123456789/25569>.
- Sistema Nacional de Información Ambiental de Perú (2001) *Reglamento de Estándares Nacionales de Calidad Ambiental del Aire.* <https://bit.ly/4cbC5YG>.
- Sistema Nacional de Información Ambiental de Perú (2003) *Reglamento de Estándares Nacionales de Calidad Ambiental del Ruido.* <https://bit.ly/3PSrGtg>.
- Soberon Lucero A. M. (2023) *Diseño del pavimento para el mejoramiento de la transitabilidad vehicular del pueblo joven Diego Ferré, distrito y provincia de Chiclayo, región Lambayeque.* [Tesis de Grado, Universidad Santo Toribio de Mogrovejo]. <http://hdl.handle.net/20.500.12423/7000>.
- Torres Becerra M. A. (2021) *Diseño del pavimento con sistema de drenaje pluvial en la urbanización San Lorenzo, distrito de José Leonardo Ortiz, Chiclayo-Lambayeque.* [Tesis de Grado, Universidad Santo Toribio de Mogrovejo]. <http://hdl.handle.net/20.500.12423/5374>.

Villate Hernández E. A. (2020) *Diseño de la Estructura de Pavimento Flexible para la Vía ubicada en la carrera 111 entre calles 135 y 1315B, de la Localidad de Suba de la ciudad de Bogotá, utilizando una capa granular con material RCD*. [Tesis de Grado, Universidad Militar Nueva Granada]. <https://hdl.handle.net/10654/36306>.

Zambrano García R. (2025) *Estudio de pavimentación de los pueblos jóvenes Sr. de la Misericordia, Ampliación Santa Lucía, El Nazareno y Nuevo Horizonte del Distrito de José Leonardo Ortiz, provincia de Chiclayo, departamento de Lambayeque*. [Tesis de Grado, Universidad Nacional Pedro Ruiz Gallo]. <https://hdl.handle.net/20.500.12893/14503>.

10. ANEXOS

ANEXO 1: *INFORMACION DE ESTACION BASE UTILIZADA*

ANEXO 2: *FICHA TECNICA DEL PUNTO GEODESICO MONUMENTADO PG-01*

ANEXO 3: *POLIGONAL CERRADA DE PUNTOS DE APOYO.*

ANEXO 4: *DATA TOPOGRAFICA DEL PROYECTO.*

ANEXO 5: *CUADRO DE FICHAS TECNICAS OFICIAL (BM's).*

ANEXO 6: *ENSAYOS DEL LABORATORIO DE SUELOS.*

ANEXO 7: *FACTORES DE CORRECCION MTC.*

ANEXO 8: *CONTEO Y CLASIFICACION VEHICULAR.*

ANEXO 9: *TRAFICO NORMAL Y GENERADO PROYECTADO*

ANEXO 10: *ENSAYO DE LABORATORIO DE PAVIMENTOS.*

ANEXO 11: *PANEL FOTOGRAFICO DE LOS ESTUDIOS EFECTUADOS.*

ANEXO 12: *DISEÑO DE MEZCLAS DE CONCRETO.*

ANEXO 13: *DISEÑO DE PAVIMENTO FLEXIBLE – METODO AASHTO 1993*

ANEXO 14: *DISEÑO DE PAVIMENTO FLEXIBLE – METODO DEL INSTITUTO DEL ASFALTO.*

ANEXO 15: *DISEÑO DE PAVIMENTO RIGIDO – METODO AASHTO 1993*

ANEXO 16: *DISEÑO DE PAVIMENTO RIGIDO – METODO DE LA PORTLAND CEMENT ASSOCIATION*

ANEXO 17: *DISEÑO DE PAVIMENTO ADOQUINADO – METODO AASHTO 1993*

ANEXO 18: *DISEÑO DE DRENAJE PLUVIAL.*

ANEXO 19: *ESPECIFICACIONES TECNICAS ESPECIFICAS.*

ANEXO 20: *MATRICES DE IMPACTO AMBIENTAL.*

ANEXO 21: *PLANILLA DE METRADOS DEL PROYECTO.*

ANEXO 22: *ANALISIS DE PRECIOS UNITARIOS DEL PROYECTO.*

ANEXO 23: *PRESUPUESTO DEL PROYECTO.*

ANEXO 24: *ANALISIS CUANTITATIVO DE LOS TRES TIPOS DE PAVIMENTO.*

ANEXO 25: *GASTOS GENERALES DEL PROYECTO.*

ANEXO 26: *GASTOS DE SUPERVISION DEL PROYECTO.*

ANEXO 27: *INSUMOS DEL PROYECTO.*

ANEXO 28: *CALCULOS COMPLEMENTARIOS AL PRESUPUESTO.*

ANEXO 29: *CRONOGRAMA FISICO DE OBRA (DIAGRAMA GANTT) DEL PROYECTO*

ANEXO 30: *CRONOGRAMA VALORIZADO DE AVANCE DE OBRA DEL PROYECTO*

ANEXO 31: *CRONOGRAMA DE ADQUISICIÓN DE MATERIALES DEL PROYECTO*

ANEXO 32: *PLANOS*