



Colpa Matara, 12 de diciembre del 2024.

C.O. N° 42-2024-UI-EPIC

CONSTANCIA DE ORIGINALIDAD

El que suscribe, Jefe de la Unidad de Investigación de la Facultad de Ciencias de la Ingeniería de la Universidad Nacional Autónoma de Chota, hace constar que el Informe Final de Tesis titulado: **“EVALUACIÓN TÉCNICA Y ECONÓMICA DE LAS ALTERNATIVAS DE PAVIMENTACIÓN PARA EL JR. EXEQUIEL MONTOYA, UTILIZANDO EL MÉTODO AASHTO-93, CHOTA - 2023”**, elaborado por el bachiller en ingeniería civil: **CINTHIA SOLARY NÚÑEZ GAMONAL**, para optar el Título Profesional de ingeniero civil, presenta un índice de similitud de 10% excluyendo texto citado, bibliografía y fuentes que tengan coincidencias de menos de 10 palabras; por lo tanto, cumple con los criterios de evaluación de originalidad establecidos en el acápite g) del artículo 20 del Reglamento de Grados y Títulos UNACH, aprobado mediante la Resolución C.O. N° 120-2022-UNACH con fecha de 03 de marzo de 2022.




Se expide la presente, en conformidad a la directiva antes mencionada, para los fines que estime pertinentes.


Miguel Ángel SILVA TARRILLO
INGENIERO CIVIL

Ing. Miguel Ángel Silva Tarrillo
Jefe de la unidad de investigación
FCI-UNACH

CINTHIA SOLARY NÚÑEZ GAMONAL

EVALUACIÓN TÉCNICA Y ECONÓMICA DE LAS ALTERNATIVAS DE PAVIMENTACIÓN PARA EL JR. EXEQUIEL ...

-  INFORME FINAL DE TESIS ESTUDIANTES
-  UNIDAD DE INVESTIGACION FIC 2024
-  Universidad Nacional Autonoma de Chota

Detalles del documento

Identificador de la entrega

trn:oid:::1:3113217177

Fecha de entrega

12 dic 2024, 6:37 p.m. GMT-5

Fecha de descarga

12 dic 2024, 6:51 p.m. GMT-5

Nombre de archivo

INFORME_FINAL_DE_TESIS_Cinthia_Solary_07.11.24.docx

Tamaño de archivo

17.9 MB

130 Páginas

24,620 Palabras

137,198 Caracteres




10% Similitud general

El total combinado de todas las coincidencias, incluidas las fuentes superpuestas, para ca...

Filtrado desde el informe


- ▶ Bibliografía
- ▶ Texto mencionado
- ▶ Coincidencias menores (menos de 10 palabras)

Fuentes principales

- 9%  Fuentes de Internet
- 1%  Publicaciones
- 6%  Trabajos entregados (trabajos del estudiante)

Marcas de integridad

N.º de alerta de integridad para revisión

-  **Texto oculto**
176 caracteres sospechosos en N.º de páginas
El texto es alterado para mezclarse con el fondo blanco del documento.

Los algoritmos de nuestro sistema analizan un documento en profundidad para buscar inconsistencias que permitirían distinguirlo de una entrega normal. Si advertimos algo extraño, lo marcamos como una alerta para que pueda revisarlo.

Una marca de alerta no es necesariamente un indicador de problemas. Sin embargo, recomendamos que preste atención y la revise.

Fuentes principales

- 9% Fuentes de Internet
- 1% Publicaciones
- 6% Trabajos entregados (trabajos del estudiante)

Fuentes principales

Las fuentes con el mayor número de coincidencias dentro de la entrega. Las fuentes superpuestas no se mostrarán.

1	Internet		
hdl.handle.net		2%	
2	Internet		
repositorio.unach.edu.pe		1%	
3	Trabajos del estudiante		
Universidad Nacional Autonoma de Chota		1%	
4	Internet		
www.repositorio.unach.edu.pe		1%	
5	Trabajos del estudiante		
Universidad Cesar Vallejo		1%	
6	Trabajos del estudiante		
Universidad Privada Antenor Orrego		1%	
7	Internet		
repositorio.ucv.edu.pe		0%	
8	Internet		
repositorio.upao.edu.pe		0%	
9	Internet		
repositorio.uct.edu.pe		0%	
10	Trabajos del estudiante		
uncedu		0%	
11	Internet		
transparencia.mtc.gob.pe		0%	

12	Internet	pdfcookie.com	0%
13	Internet	tesis.usat.edu.pe	0%
14	Internet	www.coursehero.com	0%
15	Internet	www.slideshare.net	0%
16	Internet	www.scribd.com	0%
17	Internet	repositorio.unheval.edu.pe	0%
18	Internet	repositorio.unprg.edu.pe	0%
19	Internet	repositorio.uwiener.edu.pe	0%
20	Trabajos del estudiante	University of Salford	0%
21	Internet	repositorio.uprit.edu.pe	0%
22	Trabajos del estudiante	ucb	0%
23	Internet	repositorio.unsm.edu.pe	0%
24	Internet	vsip.info	0%
25	Trabajos del estudiante	Universidad Católica Boliviana "San Pablo"	0%

26	Trabajos del estudiante	Universidad Nacional de San Cristóbal de Huamanga	0%
27	Internet	edoc.site	0%
28	Trabajos del estudiante	Universidad Tecnologica del Peru	0%
29	Trabajos del estudiante	Universidad Tecnica De Ambato- Direccion de Investigacion y Desarrollo , DIDE	0%
30	Internet	repositorio.unc.edu.pe	0%
31	Trabajos del estudiante	ITESM: Instituto Tecnologico y de Estudios Superiores de Monterrey	0%
32	Trabajos del estudiante	Universidad de Manizales	0%
33	Internet	encanta.avalonsoftware.org	0%
34	Internet	repositorio.uss.edu.pe	0%
35	Trabajos del estudiante	aesanlucas	0%
36	Internet	www.loctite.com.mx	0%
37	Internet	www.motiva.com.pe	0%
38	Publicación	IBAÑEZ NAVARRO ISRAEL ESSAU. "EIA-SD del Proyecto Relleno Sanitario, Planta d...	0%
39	Trabajos del estudiante	Pontificia Universidad Catolica del Ecuador - PUCE	0%

40	Trabajos del estudiante	Universidad Andina Nestor Caceres Velasquez	0%
41	Trabajos del estudiante	Universidad Andina del Cusco	0%
42	Internet	dspace.uazuay.edu.ec	0%
43	Internet	portalrevistas.aulavirtualusmp.pe	0%
44	Internet	repositorio.uap.edu.pe	0%
45	Internet	repositorio.unfv.edu.pe	0%
46	Internet	repositorio.unsch.edu.pe	0%
47	Internet	dspace.unitru.edu.pe	0%
48	Internet	dspace.ups.edu.ec	0%
49	Internet	eur-lex.europa.eu	0%
50	Internet	pt.slideshare.net	0%
51	Internet	repositorio.unap.edu.pe	0%
52	Internet	repositorio.unp.edu.pe	0%
53	Internet	repositorio.urp.edu.pe	0%

54	Internet	repositoriotec.tec.ac.cr	0%
55	Internet	repository.ucatolica.edu.co	0%
56	Internet	repository.usta.edu.co	0%
57	Internet	saascaem.edomex.gob.mx	0%
58	Internet	www.esquerdaunida.org	0%

**UNIVERSIDAD NACIONAL AUTÓNOMA DE
CHOTA**

**FACULTAD DE CIENCIAS DE LA INGENIERÍA
ESCUELA PROFESIONAL DE INGENIERÍA CIVIL**



Evaluación técnica y económica de las alternativas de pavimentación para
el Jr. Exequiel Montoya, utilizando el Método AASHTO-93, Chota - 2023

TESIS PARA OPTAR EL TÍTULO DE INGENIERO CIVIL

Presentado por:

CINTHIA SOLARY NÚÑEZ GAMONAL

Asesor:

Dr. Ing. CLAUDIA EMILIA BENAVIDEZ NÚÑEZ

Chota – Perú

2024



FORMATO DE AUTORIZACIÓN PARA PUBLICACIÓN DE TESIS Y TRABAJOS DE INVESTIGACIÓN, PARA OPTAR GRADOS ACADÉMICOS Y TÍTULOS PROFESIONALES EN EL REPOSITORIO INSTITUCIONAL DIGITAL – UNACH

1. DATOS DEL AUTOR:

Apellidos y nombres: Núñez Gamonal Cinthia Solary

Código del alumno: 2014052178

Correo electrónico: 2014052178@unach.edu.pe

Teléfono: 926153376

DNI: 73007806

2. MODALIDAD DE TRABAJO DE INVESTIGACIÓN:

Trabajo de investigación

Trabajo de suficiencia profesional

Trabajo académico

Tesis

3. TÍTULO PROFESIONAL O GRADO ACADÉMICO:

Bachiller

Licenciado

Título

Magister

Segunda especialidad

Doctor

4. TÍTULO DEL TRABAJO DE INVESTIGACIÓN:

Evaluación técnica y económica de las alternativas de pavimentación para el Jr. Exequiel Montoya, utilizando el Método AASHTO-93, Chota - 2023

5. FACULTAD DE: Ciencias de la Ingeniería

6. ESCUELA PROFESIONAL DE: Ingeniería Civil

7. ASESOR:

Apellidos y Nombres: Dr. Ing. Claudia Emilia Benavidez Núñez

Correo electrónico: cebenavidezn@unach.edu.pe

Teléfono: 959008297

DNI: 70609688

A través de este medio autorizo a la Universidad Nacional Autónoma de, Chota publicar el trabajo de investigación en formato digital en el Repositorio Institucional Digital, Repositorio Nacional Digital de Acceso Libre (ALICIA) y el Registro Nacional de Trabajos de Investigación (RENATI).

Asimismo, por la presente dejo constancia que los documentos entregados a la UNACH, versión digital, son las versiones finales del trabajo sustentado y aprobado por el jurado y son de autoría del suscrito en estricto respeto de la legislación en materia de propiedad intelectual.

Núñez Gamonal Cinthia Solary

DNI: 73007806

Chota, 30 de enero de 2025.

**EVALUACIÓN TÉCNICA Y ECONÓMICA DE LAS
ALTERNATIVAS DE PAVIMENTACIÓN PARA EL JR.
EXEQUIEL MONTOYA, UTILIZANDO EL MÉTODO
AASHTO-93, CHOTA - 2023**

POR:

CINTHIA SOLARY NÚÑEZ GAMONAL

**Presentada a la Facultad de Ciencias de la Ingeniería de la
Universidad Nacional Autónoma de Chota para optar el título
de
INGENIERO CIVIL**

APROBADA POR EL JURADO INTEGRADO POR

Dr. Ing. Elmer Natividad Chávez Vásquez

PRESIDENTE

Dr. Ing. Edwar Cieza Sánchez

SECRETARIO

Msc. Ing. Luis Fernando Romero Chuquillin

VOCAL



UNIVERSIDAD NACIONAL AUTÓNOMA DE CHOTA

Ley de Creación N° 29531

LICENCIADA CON RESOLUCIÓN DE CONSEJO DIRECTIVO N° 160-2018-SUNEDU/CD

FACULTAD DE CIENCIAS DE LA INGENIERÍA
ESCUELA PROFESIONAL DE INGENIERIA CIVIL



ACTA DE SUSTENTACIÓN DE TESIS

Los miembros del jurado de tesis que suscriben, reunidos en la sala de docentes de la Facultad de Ciencias de la Ingeniería del Campus Universitario - Colpamatará, para escuchar y evaluar la sustentación de tesis presentado por el Bachiller: **Cynthia Solary Núñez Gamonal**, denominada: "EVALUACIÓN TÉCNICA Y ECONÓMICA DE LAS ALTERNATIVAS DE PAVIMENTACIÓN PARA EL JR. EXEQUIEL MONTOYA, UTILIZANDO EL MÉTODO AASHTO-93, CHOTA- 2023"; escuchada la sustentación, y absueltas las preguntas a las observaciones formuladas, la declaramos:

Aprobado con Mención Honrosa

CON EL CALIFICATIVO (*)

16 (dieciséis)

En consecuencia, se le declara **EXPEDITO** para conferirle el Título de Ingeniero civil, elevando la presente acta al coordinador de la Facultad de Ciencias de la Ingeniería a fin de que se emita el acto resolutorio, en conformidad con la ley universitaria y el estatuto de la Universidad.

Chota, 08 de enero del 2025.

Dr. Elmer Natividad-Chávez Vásquez.
PRESIDENTE

Dr. Edwar Cieza Sánchez.
SECRETARIO

Msc. Luis Fernando Romero Chuquilin
VOCAL

Dra. Claudia Emilia Benavidez Núñez.
ASESOR

(*) De acuerdo al reglamento específico del proyecto y tesis de investigación de la EPIC, aprobada con Resolución de coordinación N° 141-2020, Artículo 21, cuya calificación es: (20 Summa Cum Laude); (18-19: Aprobado con excelencia); (15-17: Aprobado con mención honrosa); (12-14: Aprobado); (0-11: Desaprobado).



UNIVERSIDAD NACIONAL AUTÓNOMA DE CHOTA

Ley de Creación N° 29531

LICENCIADA CON RESOLUCIÓN DE CONSEJO DIRECTIVO N° 160-2018-SUNEDU/CD

FACULTAD DE CIENCIAS DE LA INGENIERÍA
ESCUELA PROFESIONAL DE INGENIERIA CIVIL



ACTA DE CONFORMIDAD DE TESIS

Los miembros del jurado, luego de evaluar la Tesis denominada: "EVALUACIÓN TÉCNICA Y ECONÓMICA DE LAS ALTERNATIVAS DE PAVIMENTACIÓN PARA EL JR. EXEQUIEL MONTOYA, UTILIZANDO EL MÉTODO AASHTO-93, CHOTA- 2023"; presentado por la Bachiller: **Cinthia Solary Núñez Gamonal**, sustentada el día 08 de enero del 2025, según Resolución de Coordinación N°010-2025-FCI/UNACH, la declaramos **CONFORME**.

Chota, 23 de enero del 2025.

Dr. Elmer Natividad Chávez Vásquez.
PRESIDENTE

Dr. Edwar Cieza Sánchez.
SECRETARIO

Msc. Luis Fernando Romero Chuquilin
VOCAL

Dra. Claudia Emilia Benavidez Núñez.
ASESOR

DEDICATORIA

Dedico este trabajo a Dios, fuente de sabiduría. A mis queridos padres, por su amor incondicional, apoyo constante y sacrificios que han hecho posible mi formación académica. Al fruto que llevo en mi vientre que es inspiración y me da las fuerzas necesarias para seguir adelante. Y a mis seres queridos que han acompañado mi camino en este arduo proceso. ¡Gracias!

AGRADECIMIENTOS

A Dios, a la Dra. Ing. “Claudia Emilia Benavidez Nuñez” por su invaluable orientación y apoyo durante la elaboración de esta tesis. También deseo agradecer a los peatones y transportistas de la ciudad de Chota por su paciencia y comprensión mientras se llevaban a cabo los estudios básicos en el Jr. Exequiel Montoya. Asimismo, mi gratitud se extiende a los vecinos del Jr. Exequiel Montoya por facilitar la realización de dichos estudios. ¡Sin su colaboración y apoyo, este trabajo no habría sido posible!

ÍNDICE DE CONTENIDOS

RESUMEN	xv
ABSTRACT	xvi
CAPÍTULO I. INTRODUCCIÓN	17
1.1. Planteamiento del problema.....	17
1.2. Formulación del problema	19
1.3. Justificación	19
1.4. Delimitación de la investigación.....	21
1.5. Limitaciones.....	21
1.6. Objetivos	22
1.6.1. Objetivo general.....	22
1.6.2. Objetivos específicos	22
CAPÍTULO II. MARCO TEÓRICO	23
2.1. Antecedentes	23
2.1.1. Antecedentes internacionales.....	23
2.1.2. Antecedentes nacionales	26
2.1.3. Antecedentes regionales	29
2.2. Bases teórico – científicas	31
2.2.1. Métodos para diseñar pavimentos	31
2.2.2. Método AASHTO-93 para el diseño de pavimento flexible	33
2.2.3. Método AASHTO-93 para el diseño de pavimento semirrígido	37
2.2.4. Método AASHTO-93 para el diseño de pavimento rígido	38
2.3. Marco conceptual	41
2.3.1. Pavimento	41
2.3.2. Pavimento flexible	45
2.3.3. Pavimento rígido.....	47
2.3.4. Pavimento semirrígido.....	49
2.3.5. Diseño de pavimentos	51
2.3.6. Geometría vial	54

2.3.7. Tránsito vehicular	55
2.3.8. Subrasante.....	57
2.3.9. Evaluación técnica de alternativas de pavimentación.....	60
2.3.10. Evaluación económica de pavimentos	63
2.3.11. Importancia de la evaluación de alternativas de pavimentación.....	65
2.4. Hipótesis	66
2.5. Operacionalización de variables	66
2.5.1. Variable independiente: Alternativas de pavimentación diseñadas utilizando el método AASHTO-93.....	66
2.5.2. Variable dependiente: Evaluación técnica y económica.....	66
CAPÍTULO III. MARCO METODOLÓGICO	68
3.1. Tipo y nivel de investigación	68
3.2. Diseño de investigación	69
3.3. Métodos de investigación.....	69
3.4. Población, muestra y muestreo	71
3.4.1. Población	71
3.4.2. Muestreo	72
3.4.3. Muestreo	72
3.5. Técnicas e instrumentos de recolección de datos	73
3.5.1. Técnicas de recolección de datos.....	73
3.5.2. Instrumentos de recolección de datos	74
3.6. Técnicas de procesamiento y análisis de datos	75
3.6.1. Proceso de obtención de los datos	75
3.6.2. Procesamiento de datos.....	113
3.6.3. Análisis de datos	114
3.7. Aspectos éticos	114
CAPÍTULO IV. RESULTADOS Y DISCUSIÓN	116
4.1. Descripción de resultados	116
4.1.1. Pavimento flexible	116
4.1.2. Pavimento rígido.....	119

4.1.3. Pavimento adoquinado.....	122
4.1.4. Comparación de las alternativas de pavimentación.....	125
4.1. Contratación de hipótesis.....	130
4.2. Discusión de resultados.....	133
CAPÍTULO V. CONCLUSIONES Y RECOMENDACIONES	136
5.1. Conclusiones	136
5.2. Recomendaciones y/o sugerencias	137
CAPÍTULO VI. REFERENCIAS	139
CAPÍTULO VII. ANEXOS	148
Anexo A. Matriz de consistencia.....	148
Anexo B. Documentación.....	149
Anexo C. Estudios básicos	151
Anexo 1. Estudio topográfico.....	151
Anexo 2. Estudio de mecánica de suelos y certificados de INDECOPI e INACAL de los equipos utilizados	165
Anexo 3. Estudio de tráfico vehicular	213
Anexo 4. Estudio hidrológico.....	243
Anexo 5. Estudio de señalización y seguridad vial	257
Anexo 6. Estudio de impacto ambiental.....	263
Anexo D. Especificaciones técnicas de las partidas de construcción del pavimento ...	280
Anexo E. Mejoramiento del suelo con Over	295
Anexo F. Diseño del pavimento	298
Anexo F.1. Diseño del pavimento rígido.....	299
Anexo F.2. Diseño de elementos de transferencia de cargas y juntas	316
Anexo F.3. Diseño del pavimento flexible	319
Anexo F.4. Diseño del pavimento adoquinado.....	325
Anexo G. Diseño de sardineles y veredas	329
Anexo H. Diseño de cunetas.....	333
Anexo I. Planilla de metrados.....	337
Anexo J. Análisis de costos unitarios	345
Anexo K. Presupuesto de obra	357
Anexo L. Costos de mantenimiento	361

Anexo M. Análisis de costos totales del pavimento durante su vida útil	363
Anexo N. Planos	367

ÍNDICE DE TABLAS

Tabla 1 Nivel de Confiabilidad para Periodos de Diseño de 10 o 20 años	34
Tabla 2 Desviación Estándar Normal (Z_r) Para 10 a 20 Años de Periodo de diseño.....	34
Tabla 3 Variación de Serviciabilidad Según Rango de Tráfico	35
Tabla 4 Espesores Mínimos de la Capa Superficial Asfáltica.....	37
Tabla 5 Espesores Recomendados para Adoquines de Concreto y Cama de Arena de Acuerdo a los Ejes Equivalentes Acumulados	37
Tabla 6 Variación de Serviciabilidad Según Rango de Tráfico	39
Tabla 7 Confiabilidad (R) y Desviación Estándar (Z_r) Para 20 Años.....	39
Tabla 8 Resistencia del Concreto según Tránsito Vehicular	40
Tabla 9 Categoría de la Subrasante	57
Tabla 10 Sistema de Clasificación de suelos (SUCS).....	58
Tabla 11 Requisitos Técnicos de los Pavimentos.....	62
Tabla 12 Matriz de Operacionalización de Variables	67
Tabla 13 Tipo de Investigación según Criterios.....	68
Tabla 14 Coordenadas de Inicio y Fin del Jirón Exequiel Montoya	71
Tabla 15 Ubicación de las Calicatas en el Jr. Exequiel Montoya.....	80
Tabla 16 Propiedades del Suelo de la Subrasante del Jr. Exequiel Montoya.....	85
Tabla 17 Localización de la Estación de Conteo en el Jr. Exequiel Montoya	86
Tabla 18 IMDA de Vehículos en el Jr. Exequiel Montoya	90
Tabla 19 ESALS para Pavimento Rígido en el Jr. Exequiel Montoya.....	92
Tabla 20 ESALS para Pavimento Flexible y Semirrígido en el Jr. Exequiel Montoya.....	92
Tabla 21 Resultados de la Prueba de Kolmogorov-Smirnov a un Nivel de Significancia de 5%	94
Tabla 22 Coeficientes de Escorrentía para Cunetas	96
Tabla 23 Caudales y Dimensiones de las Cunetas	97
Tabla 24 Costo de Mantenimiento del Pavimento Flexible	110
Tabla 25 Costo de Mantenimiento del Pavimento Rígido.....	111
Tabla 26 Costo de Mantenimiento del Pavimento Adoquinado.....	111
Tabla 27 Espesores del Pavimento Flexible.....	116
Tabla 28 Deflexiones Máximas ($10^{-2}\mu\text{m}$) en el Centro del Pavimento Flexible por un Set de Dos Ruedas Tándem.....	117
Tabla 29 Costos Asociados a la Construcción y Mantenimiento del Pavimento Flexible	118
Tabla 30 Análisis de Costos del Proyecto de Pavimentación con Pavimento Flexible Alrededor de su Vida Útil	118

Tabla 31	Espesores del Pavimento Rígido	119
Tabla 32	Deflexiones Máximas ($10^{-2}\mu\text{m}$) en el Centro del Pavimento Rígido por un Set de Dos Ruedas Tándem	120
Tabla 33	Costos Asociados a la Construcción y Mantenimiento del Pavimento Rígido	121
Tabla 34	Análisis de Costos del Proyecto de Pavimentación con Pavimento Rígido Alrededor de su Vida Útil	121
Tabla 35	Espesores del Pavimento Adoquinado	122
Tabla 36	Deflexiones Máximas ($10^{-2}\mu\text{m}$) en el Centro del Pavimento Adoquinado por un Set de Dos Ruedas Tándem	123
Tabla 37	Costos Asociados a la Construcción y Mantenimiento del Pavimento Adoquinado	124
Tabla 38	Análisis de Costos del Proyecto de Pavimentación con Pavimento Adoquinado Alrededor de su Vida Útil	124
Tabla 39	Espesores de las Diferentes Alternativas de Pavimentación	125
Tabla 40	Deflexiones Máximas ($10^{-2}\mu\text{m}$) en el Centro de las Diferentes Alternativas de Pavimentación por un Set de Dos Ruedas Tándem.....	127
Tabla 41	Esfuerzos (KPa) Transmitidos por el Vehículo Set de Dos Ruedas Tándem al Centro de la Estructura del Pavimento.....	128
Tabla 42	Costos Asociados a las Diferentes Alternativas de Pavimentación.....	129
Tabla 43	Análisis de Costos del Proyecto de Pavimentación con Diferentes Alternativas Alrededor de su Vida Útil	129
Tabla 44	Análisis de Varianza ANOVA de las Deflexiones en las Alternativas de Pavimentación	130
Tabla 45	Análisis de Varianza ANOVA del Costo de las Alternativas de Pavimentación.....	132
Tabla 46	Prueba t-student del Costo de las Alternativas de Pavimentación	132
Tabla 47	Datos Topográficos	155
Tabla 48	Ubicación de las Calicatas en el Jr. Exequiel Montoya.....	167
Tabla 49	Propiedades del Suelo de la Subrasante del Jr. Exequiel Montoya.....	169
Tabla 50	Localización de la Estación de Conteo en el Jr. Exequiel Montoya	214
Tabla 51	IMDA de Vehículos en el Jr. Exequiel Montoya	217
Tabla 52	ESALS para Pavimento Rígido en el Jr. Exequiel Montoya.....	219
Tabla 53	ESALS para Pavimento Flexible y Semirrígido en el Jr. Exequiel Montoya.....	219
Tabla 54	Ubicación Geográfica Estación Chota	245
Tabla 55	Precipitación Máxima en 24 horas	245
Tabla 56	Parámetros Estadísticos para Identificación de Datos Atípicos	247
Tabla 57	Corrección de la Precipitación de la Estación Chota por la OMM	248
Tabla 58	Resultados de la Prueba de Kolmogorov-Smirnov a un Nivel de Significancia de 5%	249

Tabla 59	Análisis de Frecuencia de las Precipitaciones Máximas	250
Tabla 60	Tiempo de Concentración por Áreas de Aporte	252
Tabla 61	Coefficientes de Escorrentía para ser Usados en el Método Racional.....	253
Tabla 62	Intensidad Máxima de Acuerdo a Tramos	255
Tabla 63	Caudales para el Diseño de Cunetas en Pavimento de Concreto y Pavimento Adoquinado.....	255
Tabla 64	Caudales para Diseño de Cunetas en Pavimento Asfáltico	256
Tabla 65	Caudales por Tramos para el Diseño de Cunetas	256
Tabla 66	Criterios para Identificación de Impactos Potenciales	274
Tabla 67	Medidas de Mitigación de Impactos Ambientales	276
Tabla 68	Matriz de Identificación de Impactos.....	279
Tabla 69	Distribución de Cargas Actuantes	331

ÍNDICE DE FIGURAS

Figura 1 Métodos para Diseñar Pavimentos	32
Figura 2 Proceso de Diseño por el Método Determinista AASHTO	33
Figura 3 Número Estructural para Pavimentos Flexibles.....	36
Figura 4 Resultado de la Interacción de las Capas Combinadas Kc	39
Figura 5 Estructura del Pavimento	42
Figura 6 Características de los Pavimentos.....	43
Figura 7 Tipos de Pavimentos.....	44
Figura 8. Estructura del Pavimento Flexible.....	46
Figura 9 Categorías de Pavimentos Rígidos	47
Figura 10 Estructura del Pavimento Rígido	48
Figura 11 Elementos de Construcción de un Pavimento de Concreto	48
Figura 12 Capas de un Pavimento de Adoquín.....	50
Figura 13 Flujograma de Diseño de Pavimento	51
Figura 14 Proceso de Evaluación Técnica de Pavimentos	60
Figura 15 Esquema de Diseño de Investigación Descriptivo Causal Simple.....	70
Figura 16 Ubicación del Jirón Exequiel Montoya, Chota.....	71
Figura 17 Vista Satelital del Jirón Exequiel Montoya, Chota.....	72
Figura 18 Realización del Levantamiento Topográfico en el Jr. Exequiel Montoya por Parte de la Tesista.....	75
Figura 19 Toma de Puntos Topográficos en los Bordes de la Vía, Cunetas Existentes, Postes y Demás Puntos de Interés en el Jr. Exequiel Montoya	77
Figura 20 Vista del Plano Topográfico del Jr. Exequiel Montoya.....	78
Figura 21 Exploración del Jr. Exequiel Montoya	79
Figura 22 Vista Satelital de la Ubicación de las Calicatas en el Jr. Exequiel Montoya	80
Figura 23 Excavación de la Calicata C-1 en el Jr. Exequiel Montoya.....	81
Figura 24 Excavación de la Calicata C-2 en el Jr. Exequiel Montoya.....	81
Figura 25 Recolección de Muestras de Suelo en las Calicatas en el Jr. Exequiel Montoya	82
Figura 26 Vista Satelital de la Localización de la Estación de Conteo en el Jr. Exequiel Montoya	86
Figura 27 Tesista en la Estación de Conteo E01 del Jr. Exequiel Montoya.....	88
Figura 28 Conteo Vehicular Realizado en el Turno Diurno en la Estación E01 del Jr. Exequiel Montoya	88
Figura 29 Conteo Vehicular Realizado en el Turno Nocturno en la Estación E01 del Jr. Exequiel Montoya	89
Figura 30 Número de Vehículos que Pasan por el Jr. Exequiel Montoya.....	90

Figura 31	Clasificación Vehicular Ligera y Pesada que Pasa por el Jr. Exequiel Montoya	90
Figura 32	Composición del Tráfico Vehicular que Pasa por el Jr. Exequiel Montoya	91
Figura 33	IMDA de Vehículos en el Jr. Exequiel Montoya.....	91
Figura 34	Ubicación de la Estación Chota	93
Figura 35	Precipitación Máxima 24 horas de 1971 – 2024 de la Estación Chota.....	93
Figura 36	Cálculo de las Intensidades Máximas con el Método de Dyck y Peschke	95
Figura 37	Curvas Intensidad – Duración – Tiempo (IDF)	95
Figura 38	Delimitación del Área de Aporte	96
Figura 39	Dimensiones de las Cunetas Diseñadas para las Propuestas de Pavimentación	97
Figura 40	Mejoramiento del Módulo de Reacción de la Subrasante con 30 cm de Over	98
Figura 41	Vista del Programa de Diseño de Pavimentos	100
Figura 42	Interfaz de Diseño de Pavimento Rígido	100
Figura 43	Interfaz de Diseño de Pavimento Flexible.....	101
Figura 44	Interfaz de Diseño de Pavimento Adoquinado	101
Figura 45	Definición de la Geometría del Pavimento Rígido.....	102
Figura 46	Definición de las Propiedades de los Materiales del Pavimento Rígido.....	103
Figura 47	Cargas del Tándem Dual para el Análisis del Pavimento.....	104
Figura 48	Configuración de Análisis de Elementos Finitos.....	105
Figura 49	Definición de la Geometría del Pavimento Flexible.....	106
Figura 50	Definición de las Propiedades de los Materiales del Pavimento Flexible	107
Figura 51	Definición de la Geometría del Pavimento Adoquinado	108
Figura 52	Definición de las Propiedades de los Materiales del Pavimento Adoquinado.....	108
Figura 53	Espesor del Pavimento Flexible.....	116
Figura 54	Deflexiones Máximas ($10^{-2}\mu\text{m}$) en el Centro del Pavimento Flexible por un Set de Dos Ruedas Tándem	117
Figura 55	Espesor del Pavimento Rígido.....	119
Figura 56	Deflexiones Máximas ($10^{-2}\mu\text{m}$) en el Centro del Pavimento Rígido por un Set de Dos Ruedas Tándem.....	120
Figura 57	Espesor del Pavimento Adoquinado.....	122
Figura 58	Deflexiones Máximas ($10^{-2}\mu\text{m}$) en el Centro del Pavimento Adoquinado por un Set de Dos Ruedas Tándem.....	123
Figura 59	Espesores de las Diferentes Alternativas de Pavimentación.....	126
Figura 60	Prueba de Normalidad de Deflexiones	131
Figura 61	Prueba de Normalidad de Costo	132
Figura 62	Vista Satelital de la Ubicación de las Calicatas en el Jr. Exequiel Montoya.....	167
Figura 63	Vista Satelital de la Localización de la Estación de Conteo en el Jr. Exequiel Montoya	215

Figura 64	Número de Vehículos que Pasan por el Jr. Exequiel Montoya.....	217
Figura 65	Clasificación Vehicular Ligera y Pesada que Pasa por el Jr. Exequiel Montoya ...	217
Figura 66	Composición del Tráfico Vehicular que Pasa por el Jr. Exequiel Montoya	218
Figura 67	IMDA de Vehículos en el Jr. Exequiel Montoya.....	218
Figura 68	Localización: Estación Chota	244
Figura 69	Precipitación Máxima 24 horas de 1971 – 2024 de la Estación Chota.....	246
Figura 70	Remoción de Outliers	247
Figura 71	Cálculo de las Intensidades Máximas con el Método de Dyck y Peschke	250
Figura 72	Curvas Intensidad – Duración – Tiempo (IDF)	251
Figura 73	Delimitación del Área de Aporte	252
Figura 74	Carga de Diseño, Actuante en el Sardinel	329
Figura 75	Peso Máximo por Eje (Pt).....	330
Figura 76	Modelo de Sardinel para la Obra de Pavimentación.....	332

RESUMEN

El estudio tuvo como objetivo evaluar técnica y económicamente diferentes alternativas de pavimentación para el Jr. Exequiel Montoya en la ciudad de Chota. La investigación siguió un enfoque cuantitativo, analizando 855 m del jirón, donde se realizó el levantamiento topográfico, estudio de suelos y conteo vehicular para recolectar la información necesaria. Los diseños de pavimentos se realizaron en Excel y se analizaron en EverFe 2.24. También se estimaron los costos de construcción y el valor acumulado del costo (VAC) al finalizar el proyecto. Los resultados mostraron que, el diseño del pavimento flexible incluye una capa asfáltica de 8 cm, base granular de 20 cm, subbase de 15 cm y capa over de 30 cm. Este diseño, tiene costo de construcción de 1,474,146.60 soles, costo de mantenimiento de 496,345.57 soles y VAC de 2,006,812.15 soles. El diseño del pavimento rígido consta de losa de concreto de 20 cm, base granular de 20 cm y capa over de 30 cm, el costo de construcción es de 1,477,302.57 soles, el costo de mantenimiento es de 383,421.18 soles y el VAC es de 1,909,109.82 soles. El diseño del pavimento adoquinado incluye adoquines de concreto de 10 cm, cama de arena de 4 cm, base granular de 20 cm, subbase granular de 15 cm y capa over de 30 cm, el costo de construcción es de 1,542,253.76 soles, el costo de mantenimiento es de 513,789.66 soles y el VAC es de 2,102,956.43 soles. En conclusión, el pavimento rígido es la mejor alternativa para el Jr. Exequiel Montoya debido a su capacidad técnica y efectividad económica a lo largo de su vida útil de 20 años.

Palabras clave: pavimento flexible, pavimento rígido, pavimento adoquinado.

ABSTRACT

The objective of the study was to technically and economically evaluate different paving alternatives for Jr. Exequiel Montoya in the city of Chota. The research followed a quantitative approach, analyzing 855 m of the jirón, where a topographic survey, soil study and vehicle count were carried out to collect the necessary information. The pavement designs were made in Excel and analyzed in EverFe 2.24. Construction costs and the accumulated value of cost (ACV) at the end of the project were also estimated. The results showed that the flexible pavement design includes an 8 cm asphalt layer, 20 cm granular base, 15 cm subbase and 30 cm overlay. This design has a construction cost of 1,474,146.60 soles, maintenance cost of 496,345.57 soles and VAC of 2,006,812.15 soles. The design of the rigid pavement consists of a 20 cm concrete slab, 20 cm granular base and 30 cm overlay. The construction cost is 1,477,302.57 soles, the maintenance cost is 383,421.18 soles and the VAC is 1,909,109.82 soles. The cobblestone pavement design includes 10 cm concrete pavers, 4 cm sand bedding, 20 cm granular base, 15 cm granular subbase and 30 cm overlay, the construction cost is 1,542,253.76 soles, the maintenance cost is 513,789.66 soles and the VAC is 2,102,956.43 soles. In conclusion, rigid pavement is the best alternative for Jr. Exequiel Montoya due to its technical capacity and economic effectiveness throughout its useful life of 20 years.

Key words: flexible pavement, rigid pavement, cobblestone pavement.

CAPÍTULO I.

INTRODUCCIÓN

1.1. Planteamiento del problema

El deterioro de las carreteras y calles es un desafío considerable para urbanistas y responsables de vías en todo el mundo (Afridi et al., 2023). Para diseñar pavimentos capaces de resistir las cargas de tráfico proyectadas a lo largo de su vida útil, se recurre ampliamente al método desarrollado por la Asociación Americana de funcionarios Estatales de Carreteras y Transporte (AASHTO), tal como se describe en la Guía AASHTO:1993 (Pinard et al., 2020). Este enfoque no solo se centra en aspectos técnicos, sino que también facilita evaluaciones económicas para optimizar la inversión en infraestructura vial (Kozel et al., 2021).

En Perú, el diseño y construcción de pavimentos urbanos se realiza conforme a la norma CE.010 (MVCS, 2010), misma que argumenta que, las metodologías que se pueden utilizar en el país para diseñar estructuralmente el pavimento, son el PCA (Portland Cement Association) y el AASHTO-93.

El método AASHTO-93 representa un enfoque centrado en el rendimiento para el diseño de pavimentos, el cual integra variables relacionadas con el volumen vehicular, el suelo y el clima (Kozel et al., 2021). Este método tiene como objetivo principal desarrollar pavimentos que satisfagan los requisitos de funcionalidad y resistencia durante todo su período de servicio estimado. Para lograr este propósito, se basa en un modelo empírico que ha sido ajustado mediante amplios estudios de campo (Aguib, 2021)

Una característica sobresaliente del Método AASHTO-93 es su habilidad para ajustarse a una variedad de condiciones ambientales y de carga, proporcionando una orientación completa y adaptable a los diseñadores de

pavimentos. Por ejemplo, al modificar los coeficientes de transferencia de carga, los ingenieros tienen la capacidad de personalizar el diseño para optimizar la durabilidad del pavimento según las condiciones locales particulares (Sengun et al., 2024).

Desde la perspectiva económica, al escoger la mejor alternativa de pavimentación es ineludible la realización del análisis de costo-beneficio para diversas alternativas de diseño (Moharekpour et al., 2024). Este aspecto es vital ya que el costo inicial del pavimento representa únicamente una parte del gasto total durante su vida útil, que abarca tanto el mantenimiento como las reparaciones y, en última instancia, el reemplazo (Al Maghawri et al., 2023). Al ponderar las distintas opciones de pavimentación, ingenieros y planificadores pueden elegir la mejor solución que, aunque pueda suponer un desembolso inicial más elevado, se revele como la opción más rentable a largo plazo (Moon et al., 2020).

En la actualidad, la vía Jr. Exequiel Montoya en Chota presenta graves dificultades de tráfico debido al mal estado de su infraestructura vial. Este problema no solo obstaculiza el movimiento de vehículos y personas, sino que también tiene repercusiones negativas en la economía local. Por ello, es imprescindible realizar una adecuada pavimentación de las calles urbanas para asegurar una circulación eficiente y segura.

Sin embargo, la selección del tipo de pavimento a implementar implica una decisión compleja que debe considerar factores técnicos, económicos y ambientales (Khichad & Vishwakarma, 2024). Tradicionalmente, las decisiones de pavimentación se han basado en la experiencia local y en criterios económicos inmediatos, sin una evaluación técnica detallada que asegure la sostenibilidad y eficiencia a largo plazo (Okem et al., 2024).

La falta de una evaluación y selección del tipo de pavimento más adecuado para el Jr. Exequiel Montoya ha llevado a soluciones temporales o inadecuadas, que no satisfacen las necesidades reales de la comunidad ni optimizan los recursos disponibles. Además, la ausencia de estudios específicos que comparen las alternativas de pavimentación bajo un enfoque técnico y económico complica la tarea de los planificadores urbanos y decisores políticos al momento de asignar los presupuestos necesarios para estas obras.

Dado este contexto, se plantea la necesidad de realizar una evaluación técnica y económica de las alternativas de pavimentación para el Jr. Exequiel Montoya, utilizando el Método AASHTO-93. Este método suministra un marco estructurado que considera diferentes variables, permitiendo así una selección más informada y fundamentada de la opción de pavimentación que mejor se ajusta a las necesidades y recursos de Chota.

1.2. Formulación del problema

¿Cuál es la alternativa de pavimentación más adecuada técnica y económicamente para el Jr. Exequiel Montoya, utilizando el Método AASHTO-93, en Chota en el año 2023?

1.3. Justificación

Desde una perspectiva científica, el método AASHTO-93 se destaca como una metodología ampliamente aceptada y validada internacionalmente para el diseño de pavimentos. Su aplicación garantiza que las estructuras diseñadas sean duraderas, funcionales y capaces de soportar las cargas de tráfico previstas durante su vida útil. Utilizar este método aseguró una base científica sólida para la evaluación y comparación de las diferentes alternativas de pavimentación.

La investigación también contribuye al conocimiento local, proporcionando datos empíricos y análisis específicos en la ciudad de Chota. Esto permite adaptar y ajustar las técnicas y metodologías globales a las condiciones particulares de la ciudad, como el tipo de suelo, el clima y las condiciones de tráfico. Además, busca optimizar el uso de los recursos disponibles mediante la identificación de la alternativa de pavimentación más eficiente y sostenible, incluyendo el análisis de técnicas constructivas y la evaluación de la durabilidad.

Técnicamente, la mejora de la infraestructura vial del Jr. Exequiel Montoya es de gran importancia para la comunidad de Chota. Una evaluación técnica adecuada de las alternativas de pavimentación permite garantizar la seguridad, funcionalidad y comodidad para los usuarios. Un pavimento bien diseñado reduce los costos de mantenimiento y mejora la conectividad, lo que puede tener efectos positivos en la economía local.

También incluye un análisis económico detallado que considera los costos y beneficios a largo plazo. Esto permite seleccionar la alternativa más costo-efectiva, asegurando una inversión pública eficiente y sostenible, lo cual es fundamental para la toma de decisiones informadas por parte de los responsables de políticas y planificación urbana.

La investigación beneficiará a la comunidad local de Chota con una base sólida para decisiones eficientes en el uso de fondos públicos. Para la comunidad científica, esta investigación aporta valiosos datos empíricos y análisis detallados que enriquecen el conocimiento en ingeniería civil y pavimentación, sirviendo como referencia para futuros estudios y proyectos académicos, y fomentando el intercambio de mejores prácticas a nivel global.

1.4. Delimitación de la investigación

Se realizó en el Jr. Exequiel Montoya, distrito de Chota, Cajamarca, Perú.

Durante el año 2023 y los primeros cinco meses del año 2024. Este periodo incluye todas las fases del proyecto, desde la realización de los estudios básicos hasta la comparación de las alternativas de pavimentación propuestas.

Metodológicamente, la investigación siguió un enfoque estructurado que comenzó con la recopilación de datos a través de estudios básicos de topografía, mecánica de suelos y análisis de volumen vehicular. Estos estudios permitieron obtener una comprensión detallada de las condiciones existentes en el Jr. Exequiel Montoya. Posteriormente, se diseñaron tres alternativas de pavimentación utilizando el método AASHTO-93. Las alternativas incluyeron pavimentos rígidos, flexibles y semirrígidos. Finalmente, se realizó una comparación técnica y económica de estas alternativas para determinar la más viable y eficiente en términos de costos y adecuación a las condiciones locales.

1.5. Limitaciones

Existen diferentes tipos de pavimentos semirrígidos, siendo los más usuales la combinación de concreto asfáltico sobre base de concreto hidráulico y el pavimento con capa superficial adoquinada. Siendo la única alternativa planteada: el pavimento adoquinado.

1.6. Objetivos

1.6.1. Objetivo general

Evaluar técnica y económicamente las alternativas de pavimentación para el Jr. Exequiel Montoya, utilizando el método AASHTO-93, de la ciudad de Chota, 2023.

1.6.2. Objetivos específicos

- Diseñar el pavimento flexible para el Jr. Exequiel Montoya, y realizar su análisis técnico – económico.
- Diseñar el pavimento rígido para el Jr. Exequiel Montoya, y realizar su análisis técnico – económico.
- Diseñar el pavimento semirrígido para el Jr. Exequiel Montoya, y realizar su análisis técnico – económico.
- Determinar la mejor alternativa de pavimentación para el Jr. Exequiel Montoya mediante la comparación de las características técnicas y los costos económicos.

CAPÍTULO II.

MARCO TEÓRICO

2.1. Antecedentes

2.1.1. Antecedentes internacionales

Ziar et al. (2023) en su investigación “Análisis de rentabilidad de métodos de diseño para pavimentos rígidos y flexibles: un estudio de caso de vías urbanas” se plantearon como objetivo analizar exhaustivamente la coste-efectividad del diseño de pavimentos con AASHTO, IA y PCA en vía urbana de 8 km, considerando los costos iniciales de construcción. La metodología involucró una evaluación exhaustiva de los costos de construcción, considerando datos de tráfico recopilados durante dos años para estimar la carga de tráfico total en la carretera. El pavimento flexible por el método AASHTO tiene 13 cm de asfalto, 12 cm de base y 10 cm de subbase con un costo de \$ 1,729,302, mientras que por el método AI tiene 8 cm de asfalto, 12 cm de base y 15 cm de subbase con un costo de \$ 1,064,186, pero el pavimento rígido por AASHTO alcanza 19 cm de concreto y 15 cm de subbase con un costo de \$ 2,113,415, mientras que por el método PCA alcanza 18 cm de concreto y 15 cm de subbase con un costo de \$ 2,225,973. Los resultados indicaron que el pavimento flexible resultó ser más coste-efectivo, siendo el método IA el más eficiente en términos de costos para pavimento flexible, y el método PCA destacándose como el más coste-efectivo entre los pavimentos rígidos.

Prada (2021) en su investigación “Diseño de un pavimento flexible por el método AASHTO y racional, aplicado en la variante del municipio de Armero Guayabal” empleó una metodología que combinó diferentes enfoques y herramientas para diseñar el pavimento; esto incluyó visitas de campo para la

recolección de datos sobre las condiciones del terreno y el tráfico, evaluaciones del suelo para comprender su comportamiento y características. Los resultados para 20 años de periodo de retorno, con tránsito uniforme (menor a 500 veh/día), por el método AASHTO fueron 6.25 cm de asfalto, 10 cm de base, 10 cm de subbase, mientras que, con el método racional obtuvo 9 cm de carpeta asfáltica, 12 cm de base y 10 cm de subbase. Concluyó que el método AASHTO permitió ajustar el espesor de la capa de manera flexible, mientras que el método racional requería un rediseño completo.

Fuhaid et al. (2022) en su estudio “Aplicación del software de guía de diseño de pavimentos empíricos mecanicistas en Arabia Saudita” investigó las técnicas de diseño de pavimentos en Arabia Saudita, centrándose en aspectos como el ahuellamiento, agrietamiento e índice de rugosidad de las carreteras. . El diseño del pavimento flexible para vías de bajo tráfico era de 13 cm de capa asfáltica, 30 cm de base y 15 cm de subbase, mientras que para tráfico alto era 25 cm de asfalto, 30 cm de base y 15 cm de subbase. Utilizó el software MEPDG, AASHTOWare Pavement ME Design, para diferentes regiones del país, considerando factores como materiales, clima y tráfico. Los diseños se ajustaron para diferentes niveles de tráfico y se evaluaron a lo largo de varios intervalos de tiempo. Los resultados demostraron que el diseño propuesto cumplía con los criterios de diseño establecidos, incluso a lo largo de un periodo de 20 años. En conclusión, el uso software MEPDG AASHTO es eficaz para diseñar pavimentos en Arabia Saudita, ofreciendo una herramienta valiosa para prever el rendimiento a largo plazo.

Saudy et al. (2023) en su estudio “Implementación regional del enfoque mecanicista empírico de diseño y análisis de pavimentos: estudio de caso egipcio”

investigaron la implementación del enfoque Mecanístico-Empírico (ME), para diseñar y analizar pavimento. Emplearon AASHTOWare PavementME Design para ejecutar diferentes casos de diseño regional, analizando y procesando los resultados de las simulaciones. Los vehículos que transitan alcanzan el ESAL de 18 kips y el clima dividió a Egipto en cuatro zonas, estando el pavimento formado por 2.5 cm de asfalto y 10 cm de base granular. Los resultados predichos utilizando la herramienta ME mostraron una buena correlación con los estimados utilizando el software AASHTOWare, con R^2 de 0.789, 0.755 y 0.959 para agrietamiento por fatiga, agrietamiento térmico y ahuellamiento, respectivamente. Esta comparación sugirió que tanto el enfoque ME como el método tradicional de AASHTO pueden ser efectivos para predecir el rendimiento de los pavimentos. Sin embargo, es importante seguir evaluando y validando ambos métodos en diferentes contextos para asegurar su fiabilidad y aplicabilidad en pavimentos.

Alwan et al. (2024) en su investigación “Determinación del espesor del pavimento flexible: un estudio de caso” perfiló el pavimento flexible de la carretera Khalis–Odayam lo que permitió evaluar el impacto de las condiciones de carga repetitiva en el diseño estructural y cualquier aumento en el espesor de la capa. Determinó que el espesor total de las capas de pavimento evaluadas utilizando el método AASHTO fue de 805 mm y el del Instituto del Asfalto fue de 800 mm; estos resultados fueron, por tanto, relativamente cercanos, a pesar del hecho de que el valor del ESAL se valoró en 9.8×10^8 en el método AASHTO y 7.9×10^8 en el método del Instituto del Asfalto. Concluyeron que los valores de espesor requeridos por los dos métodos fueron mayores que el espesor actual de la vía, lo que indica fallas y distorsiones en la carretera después de cada mantenimiento sucesivo de la carretera.

2.1.2. Antecedentes nacionales

En Chachapoyas, Chavez (2023) en su investigación “Viabilidad técnica y económica de la aplicación de pavimentos delgados de concreto (TCP), comparado con pavimentos rígidos tradicionales (AASHTO93) en la ciudad de Chachapoyas – 2022” tuvo como propósito evaluar la factibilidad de utilizar pavimentos delgados de concreto (TCP) en contraposición a los pavimentos rígidos en Chachapoyas. Tuvo como muestra las cuadras 4 y 5 de la Av. Aeropuerto. El diseño del TCP se realizó mediante Optipave 2.0, mientras que para el pavimento convencional se utilizó Excel. Analizó las máximas tensiones estructurales con EverFE 2.24 y evaluó los costos y tiempos mediante RW7+. Determinó que el pavimento TCP presentó un grosor de losa 3 cm menor que el pavimento rígido, ahorrando 32.52 soles por m² de pavimento (10.87% menos). Las máximas tensiones observadas fueron de 1.63 y 1.66 MPa para el pavimento TCP y el rígido respectivamente, focalizadas en la esquina de la losa. Además, el pavimento TCP se construyó en siete días menos que su contraparte rígida, demostrando ser más rentable al requerir menos recursos y tiempo. Concluyó que, los pavimentos delgados de concreto puede ser una alternativa viable para proyectos viales en Chachapoyas, ofreciendo un desempeño estructural similar y beneficios en términos de costos y tiempos.

En Trujillo, Paredes & Ramos (2022) en su estudio “Comparación estructural entre el diseño del pavimento rígido y flexible, para el AA.HH. Las Palmeras - Trujillo-2022” analizaron y compararon los diseños de pavimento flexible y rígido en el Asentamiento Humano Las Palmeras. El estudio involucró una evaluación detallada de ambos tipos de pavimento para las condiciones específicas de tráfico y uso del lugar. Los resultados de su investigación mostraron

que el pavimento flexible incluía 6 cm de asfalto, base y subbase de 15 cm. En contraste, el diseño del pavimento rígido consistía en losa de 18 cm de espesor con base de 15 cm. Tras la comparación, concluyeron que el pavimento flexible era más adecuado para la vía en Las Palmeras, debido al menor volumen de tráfico en el lugar y a la mayor economía que ofrecía este tipo de pavimento en el contexto específico del asentamiento. Su investigación proporcionó una base sólida para decidir en proyectos de infraestructura vial en áreas con condiciones similares.

En Trujillo, Torres (2022) en su pesquisa “Diseño del pavimento flexible para los centros poblados de Conache, Campiña de Conache, Pampas de San Juan y la Rinconada en el distrito de Laredo, Trujillo, La Libertad” llevó a cabo una investigación en Laredo, específicamente en las carreteras que conectan La Rinconada, Pampas de San Juan y Conache. Tuvo como fin determinar los espesores del pavimento flexible. Para evaluar el tráfico vehicular en la vía, se tuvieron dos estaciones y, por consiguiente, dos diseños. Se obtuvieron un total de 1,072,782.6 ejes equivalentes para el primer tramo y 1,656,952.70 para el segundo. Además, se determinó que el suelo para pavimentación tenía un CBR de 6.7% para tramo inicial y 4.0% para el segundo. Para mejorar el CBR, se aplicó estabilización por reemplazo de suelos a la subrasante, logrando un CBR mejorado de 22.7%, adecuado para la pavimentación. Concluyó que el pavimento en ambos tramos tendría 9 cm de asfalto, 20 cm de base y 25 cm de subbase con un costo de S/. 6,725,198.13.

En Puno, Dionicio (2022) en su investigación “Diseño de pavimento flexible mediante metodología AASHTO 93 para mejoramiento de serviciabilidad de carretera vecinal en el departamento de Puno” diseñó el pavimento flexible de la carretera Ilave – Santa Rosa, usando el método AASHTO 93. Su investigación

siguió una metodología aplicada que incluía dos estaciones de conteo: una ubicada en el puente Ilave y la otra en Checca. Estos conteos revelaron que el IMDA era de 60 veh/día en el puente Ilave y de 53 vehículos por día en Checca. Además, calculó el ESAL para 20 años, resultando en 1.3×10^6 y 1.13×10^6 respectivamente. Para el diseño del pavimento, también determinó el CBR de la rasante a lo largo de los 10.4 km de la carretera, encontrando valores que variaban del 4% al 48%, con un módulo resiliente promedio de 10316 psi. Con base en estos datos, concluyó que el diseño del pavimento debería incluir 7.62 cm de asfalto y 20 cm de base y subbase granular. Su estudio no solo proporcionó un diseño específico para la carretera Ilave – Santa Rosa, sino que también ofreció una metodología robusta (AASHTO 93) en proyectos de infraestructura vial en regiones similares.

En San Martín, Rojas (2021) en su estudio “Análisis de alternativas para el diseño de pavimentos en las calles de acceso al mercado mayorista José Olaya, distrito de Nueva Cajamarca, departamento San Martín, 2020” tuvo como objetivo comparar dos alternativas de pavimentación para las vías de acceso al mercado mayorista de Nueva Cajamarca. El tipo de investigación fue aplicativo. Según los cálculos realizados, los espesores de diseño resultantes fueron de 22 cm de concreto para pavimento rígido con un costo de 1,1286,086 soles y 7.62 cm de asfalto para pavimento flexible con un costo de 553,7015.11. La conclusión principal fue que, mediante cálculos realizados utilizando el método AASHTO 93, el pavimento flexible resultó ser más económico, así mismo, determinó que no sería necesario implementar sistema de drenaje pluvial, pero se puede mejorar el canal natural.

2.1.3. Antecedentes regionales

En Cajamarca, Carranza & Gutierrez (2023) en su investigación “Diseño estructural de pavimento rígido, flexible y articulado en las calles de la localidad de Calabozo – Cajamarca” diseñaron el pavimento de las calles de Calabozo, siendo para pavimento flexible 5 cm de carpeta asfáltica, 15 cm de base granular y 15 cm de subbase, con un costo de S/ 4,909,505.01; para pavimento rígido 15 cm de losa y 15 cm de base, con un costo de S/ 5,168,637.15; y para adoquinado 6 cm de adoquines, 4 cm de cama de arena y 15 cm de base granular, con un costo de S/ 5,309,036.34. Concluyeron que, aunque el pavimento flexible tiene un menor costo inicial, el pavimento rígido es más resistente al clima y ofrece una mayor durabilidad, resultando en menores costos de mantenimiento.

En Chota, Heredia (2022) en su estudio “Alternativas de diseño del pavimento con drenaje pluvial de las calles del sector San Luis de la ciudad de Chota, Cajamarca” tuvo como propósito diseñar el pavimento para las calles del sector San Luis. Los resultados revelaron topografía accidentada, con suelo arcilloso (CL) de CBR 4%, por el que pasan ESAL de 738,185 para pavimento flexible y 913,372 para pavimento rígido. Según las especificaciones de AASHTO 93, se propuso 8 cm de asfalto, 15 cm base granular y subbase para el pavimento flexible, y una capa de concreto de 19 cm con subbase de 15 cm para pavimento rígido. Tras un análisis técnico-económico, el autor optó por el pavimento rígido debido a su durabilidad y rentabilidad, considerando además las condiciones climáticas locales.

En Chota, Vásquez (2020) en su investigación “Comparación entre el diseño de pavimento rígido y flexible reforzados con geomalla biaxial en la pavimentación de la Av. Perú de la ciudad de Chota - Cajamarca” condujo un

estudio que comparó el diseño de pavimento rígido y flexible reforzado con geomalla biaxial en la Av. Perú. Los resultados muestran que el pavimento flexible, en su variante sin geomalla, presenta un espesor de asfalto de 12.7 cm, una base de 21.6 cm y una subbase de 49.8 cm. Por otro lado, al incorporar geomalla en el diseño del pavimento flexible, el espesor de asfalto se mantiene en 12.7 cm, pero se reduce a 17.8 cm el espesor de la base, mientras que el espesor de la subbase disminuye a 30.2 cm. En cuanto al pavimento rígido, los resultados son los siguientes: sin geomalla, el espesor de la losa de concreto es de 18.5 cm, y la subbase granular presenta un espesor de 40 cm. Al utilizar geomalla, el espesor de la losa de concreto permanece en 18.5 cm, pero el espesor de la subbase granular se reduce a 20 cm. Por tanto, encontró que el pavimento flexible con geomalla mostró menores espesores de las capas granulares, con ahorros de materiales notables, aunque se destacó la necesidad de un mantenimiento más continuo. Por otro lado, el pavimento rígido con geomalla experimentó 50% menos de la capa de subbase, mostrando un comportamiento estructural más favorable. En consecuencia, concluyó que el pavimento rígido con geomalla biaxial era la opción más adecuada para la zona estudiada, ofreciendo una combinación de resistencia estructural y eficiencia en el uso de materiales.

En San Ignacio, Orihuela (2023) en su investigación “Diseño de pavimento rígido para mejorar la transitabilidad del caserío Mandinga, Provincia de San Ignacio- Cajamarca 2023” diseñó el pavimento rígido de las calles del pueblo Mandinga. Inicialmente determinó la situación en la que se encuentran las calles de Mandinga de 6.10 a 9.81 m, las cuales presentan baches, deformación y erosión por lo que, su transitabilidad es mala. Por ello, realizó estudios básicos para diseñar el pavimento, encontrando que los suelos eran generalmente arcillas

de baja plasticidad con CBR de 2.2% a 4.5%, y el tránsito vehicular ligero y pesado era respectivamente 241 y 2 veh/día, siendo el IMDA 243 veh/día con ESAL'S 217,413.77 para 20 años de diseño. Concluyó que, el pavimento rígido para las calles con bombeo de 3%, tiene 20 cm de losa, 20 cm de subbase granular y 20 cm de Over, con un costo total de 13,868,597.07 soles.

En Jaén, Quispe (2021) en su estudio “Propuesta de Diseño de Pavimento con Geometría Optimizada para Evitar Agrietamiento en la Calle Zarumilla Cuadra 17, Jaén, Cajamarca” planteó el diseño de pavimento en la cuadra 17 de la calle Zarumilla. Como resultados determinó un pavimento de longitud de losa 1.75 m y espesor 13 cm, que al finalizar la vida útil aproximadamente el 4.16% de las losas presentarán grietas. Concluyó que el pavimento con una geometría optimizada no solo sería adecuado para la cuadra 17, sino que también contribuiría a prevenir el agrietamiento prematuro de las losas.

2.2. Bases teórico – científicas

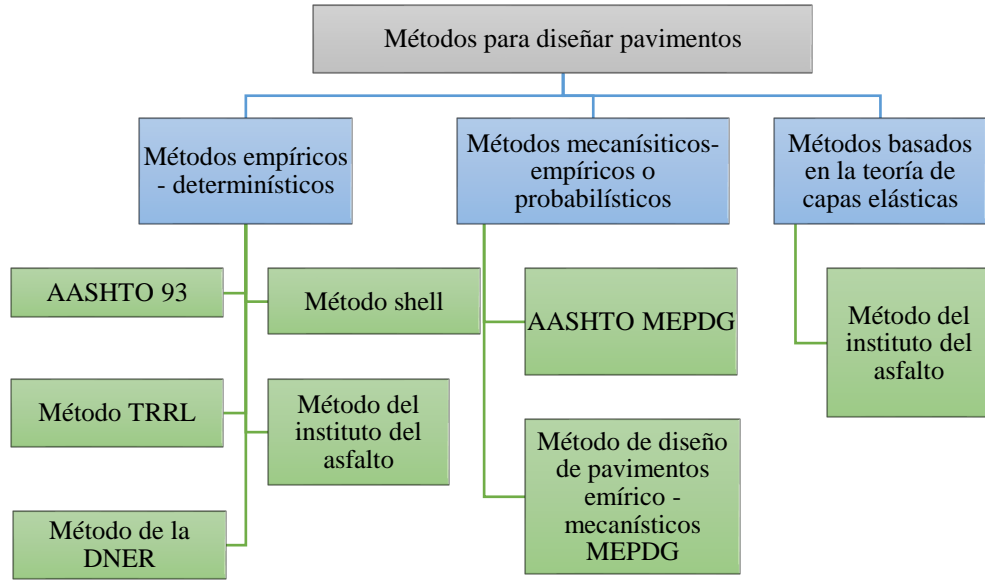
2.2.1. Métodos para diseñar pavimentos

A lo largo de los años, se han desarrollado diversos métodos para diseñar pavimentos, cada uno adaptado a diferentes condiciones y necesidades. Estos métodos pueden agruparse en varias categorías, incluyendo enfoques empíricos determinísticos, mecanísticos-empíricos o probabilísticos, entre otros. Los métodos empíricos se basan en datos históricos y experiencias previas, mientras que los mecanísticos-empíricos combinan modelos teóricos con observaciones empíricas para proporcionar una predicción más precisa del comportamiento del pavimento. También, se puede decir que, los métodos determinísticos utilizan valores fijos para las variables de diseño, proporcionando resultados específicos bajo condiciones establecidas, mientras que los métodos probabilísticos

consideran la variabilidad y la incertidumbre de los parámetros, ofreciendo una gama de posibles resultados con sus respectivas probabilidades (Reza, 2014).

Figura 1

Métodos para Diseñar Pavimentos



Nota: Adaptado de (Reza, 2014).

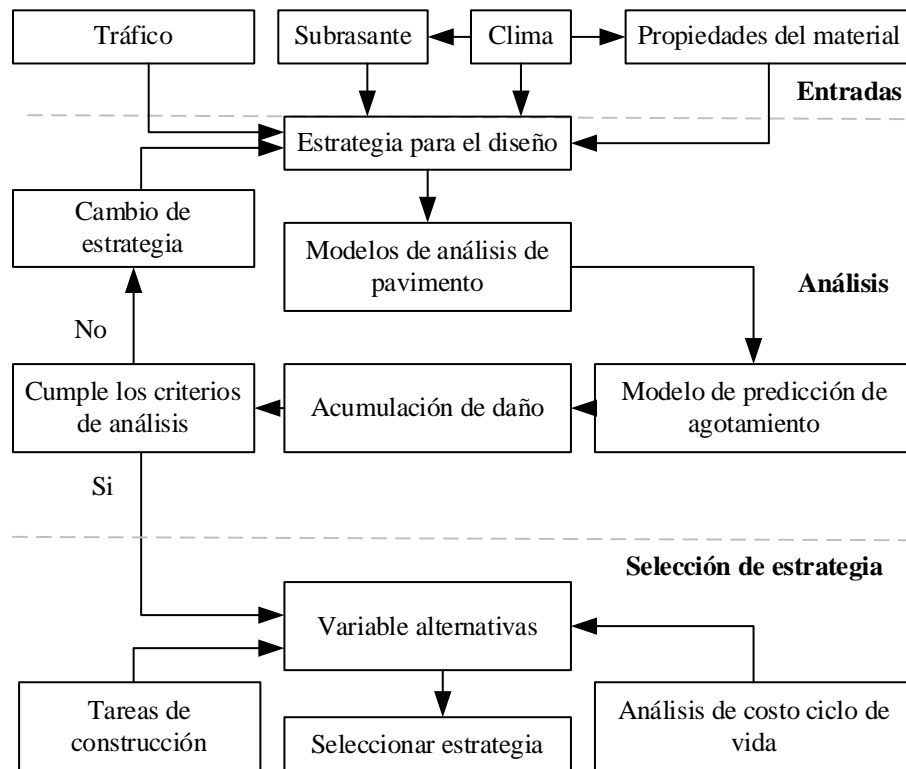
Reza (2014) sostiene que los métodos determinísticos para diseñar pavimentos se basan en modelos matemáticos y suposiciones simplificadas para anticipar su comportamiento bajo diferentes condiciones ambientales y de carga. Estos métodos buscan calcular la resistencia estructural y funcional de un pavimento para garantizar su durabilidad y seguridad. Con la función general:

$$PCS_t = f(P_o, ESALS_t, H_e \text{ or } SN, M_R, C, W, I) \quad (1)$$

Donde, PCS es el estado de condición generalizada del pavimento (PCS) en el año t , P_o estado de condición inicial del pavimento, $ESALS_t$ es el equivalente acumulado ante solo aplicaciones de cargas, H_e espesor granular equivalente total, SN es el índice del número estructural, M_r es el módulo resiliente el suelo de la subrasante, W conjunto de efectos ambientales, I es la interacción de efectos de los afectos anteriores, C es el conjunto de efectos de la construcción.

Figura 2

Proceso de Diseño por el Método Determinista AASHTO



Nota: (Medina, 2013).

2.2.2. Método AASHTO-93 para el diseño de pavimento flexible

Bajo el método AASHTO 93, se calcula el Número Estructural (SNr), el cual se utiliza para determinar las dimensiones de las capas para un periodo de diseño generalmente de 10 a 20 años.

$$\text{Log}W_{18} = Z_R S_o + 9.36 \log(SN + 1) - 0.2 + \frac{\text{Log}\left(\frac{\Delta PSI}{4.2-1.5}\right)}{0.4 + \frac{1094}{(SN+1)^{5.19}}} + 2.32 \log(M_R) - 8.07 \quad (2)$$

Donde: W18 número acumulado de ejes simples equivalentes a 18000 lb (80 kN), MR módulo de resiliencia, ZR desviación normal estándar, PSI índice de serviciabilidad, So desviación estándar combinada, SN número estructural.

a) Módulo de resiliencia (Guzmán & Patiño, 2018)

$$\text{Si } CBR \leq 10, MR(MPa/m) = 2.55 + 52.5 \log(CBR) \quad (3)$$

$$\text{Si } CBR > 10, MR(MPa/m) = 46 + 9.08 \log(CBR)^{4.34} \quad (4)$$

Donde, CBR índice de capacidad de soporte del suelo (California Bearing Ratio),
MR módulo de resiliencia.

b) Confiabilidad (%R)

La confiabilidad no se incluye directamente; en su lugar, se usa el coeficiente estadístico denominado desviación normal estándar (ZR) (MTC, 2014).

Tabla 1

Nivel de Confiabilidad para Periodos de Diseño de 10 o 20 años

Tipo de caminos	Tráfico	Ejes equivalentes acumulados		Nivel de confiabilidad (R)
Resto de caminos	T _{P5}	1,000,001	1,500,000	85%
	T _{P8}	5,000,0001	7,500,000	90%

Nota: (MTC, 2014).

c) Coeficiente estadístico de desviación estándar normal (Zr) (MTC, 2014)

Es la confiabilidad seleccionada, para datos en una distribución normal.

Tabla 2

Desviación Estándar Normal (Zr) Para 10 a 20 Años de Periodo de diseño

Tipo de caminos	Tráfico	Ejes equivalentes acumulados		Desviación estándar Normal (ZR)
Resto de caminos	T _{P5}	1, 000, 001	1, 500, 000	-1.036
	T _{P8}	5, 000, 001	7, 500, 000	-1.282

Nota: (MTC, 2014).

d) Desviación estándar combinada (So) (MTC, 2014)

Comprendido entre 0.40 y 0.50, se recomienda tomar el valor de 0.45.

e) Índice de serviciabilidad presente (PSI)

$$\Delta PSI = P_i - P_f \tag{5}$$

Donde, PSI puede tomar valores de 0 a 5, P_i serviciabilidad inicial y P_t serviciabilidad final.

Tabla 3*Variación de Serviciabilidad Según Rango de Tráfico*

Tipo de caminos	Tráfico	Ejes equivalentes acumulados		Pi	Pf	ΔPSI
Caminos de bajo volumen de tránsito	T _{P0}	100, 000	150, 000	3.8	2.0	1.8
	T _{P1}	150, 001	300, 000	3.8	2.0	1.8
	T _{P2}	300, 001	500, 000	3.8	2.0	1.8
	T _{P3}	500, 001	750, 000	4.0	2.0	2.0
	T _{P4}	750, 001	1, 000, 000	4.0	2.0	2.0
Resto de caminos	T _{P5}	1, 000, 001	1, 500, 000	4.0	2.5	1.5
	T _{P8}	5, 000, 001	7, 500, 000	4.0	2.5	1.5

Nota: (MTC, 2014).

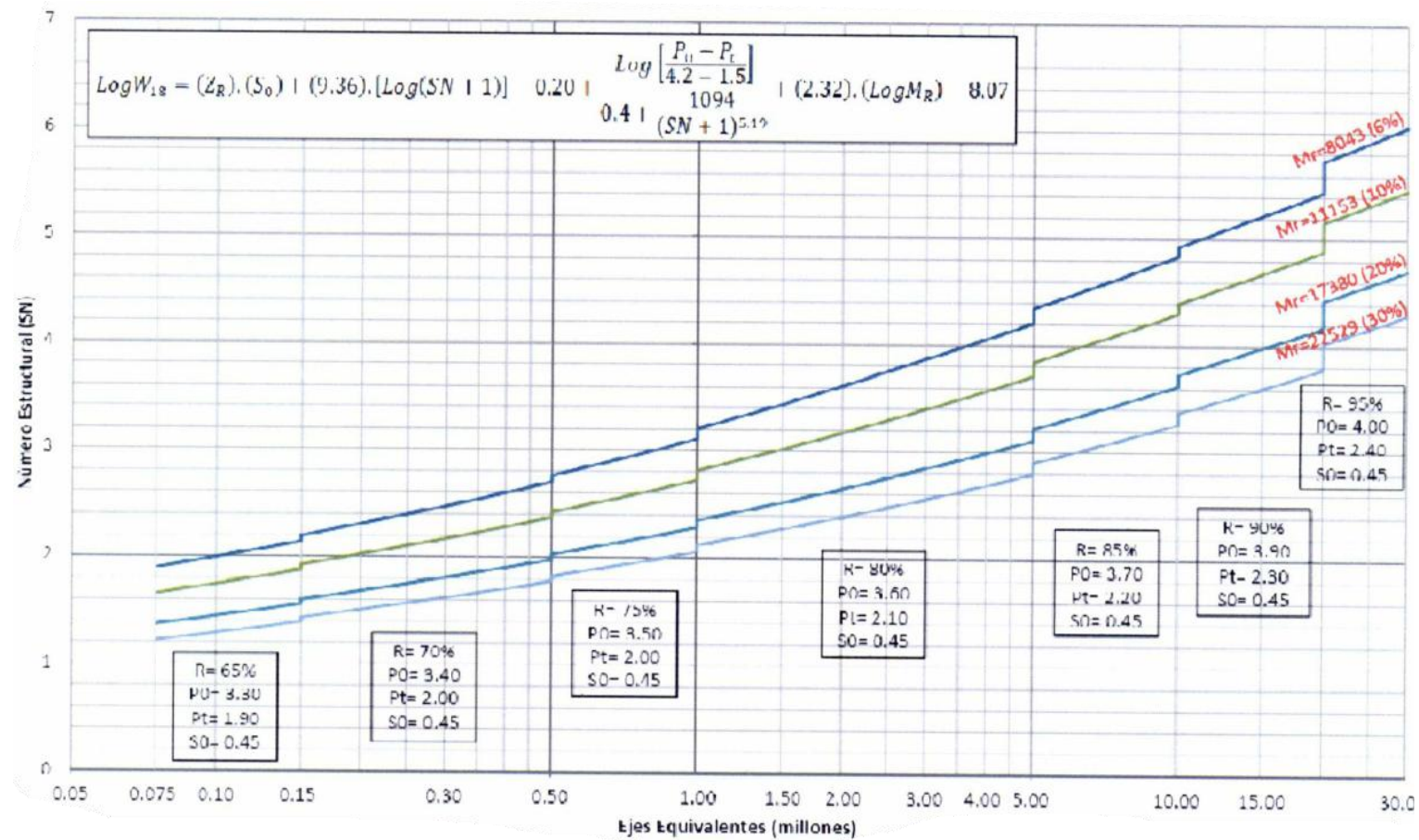
f) Numero estructural requerido (SN) (MTC, 2014)

$$SN = a_1 \times d_1 \times a_2 \times d_2 \times m_2 \times a_3 \times d_3 \times m_3 \quad (6)$$

Donde, a₁, a₂ y a₃ son los coeficientes estructurales de las capas superficial, base y subbase; a₁ para carpeta asfáltica en caliente es 0.170 cm y para carpeta asfáltica en frío es 0.125 cm, a₂ para base granular al 80% CBR 0.052 cm y al 100% CBR 0.054 cm, a₃ para subbase granular al 40% CBR 0.047 cm. d₁, d₂ y d₃ representan los espesores (en centímetros) de las capas superficial, base y subbase. Y m₂ y m₃ son los coeficientes de drenaje correspondientes a las capas de base y subbase, respectivamente; cuando el drenaje es bueno, regular y pobre con porcentaje de tiempo mayor a 25% es igual a 1, 0.8 y 0.60.

Figura 3

Número Estructural para Pavimentos Flexibles



Nota: (MTC, 2014).

2.2.3. Método AASHTO-93 para el diseño de pavimento semirrígido

2.2.3.1. Pavimento semirrígido con carpeta asfáltica (MTC, 2014)

Su construcción se limita a subrasantes con CBR mayor a 20% y tráficos mayores a 1,000,000 EE.

$$SN = a_1 \times d_1 \times a_2 \times d_2 \times m_2 \times a_3 \times d_3 \times m_3 \quad (7)$$

Donde, a1, a2 y a3 son los coeficientes estructurales de las capas superficial, base y subbase; a1 para carpeta asfáltica en caliente es 0.170 cm; a2a para base granular tratada con asfalto 0.115 cm, a2b para base granular tratada con cemento 0.070 cm y para a2c para base granular tratada con cal 0.080 cm; a3 para subbase granular al 40% CBR 0.047 cm.

Tabla 4

Espesores Mínimos de la Capa Superficial Asfáltica

Tráfico	Ejes equivalentes acumulados		Capa superficial Carpeta asfáltica (mm)
T _{P5}	1,000,001	1,500,000	80
T _{P6}	1,500,001	3,000,000	90
T _{P7}	3,000,001	5,000,000	90
T _{P8}	5,000,001	7,500,000	100

Nota: (MTC, 2014).

2.2.3.2. Pavimento semirrígido con adoquines de concreto (MTC, 2014)

Se usa el método ICPI, que combina el método AASHTO 93 y el Structural Design of concrete block pavements, para CBR mayor a 6% .

Tabla 5

Espesores Recomendados para Adoquines de Concreto y Cama de Arena de

Acuerdo a los Ejes Equivalentes Acumulados

Ejes equivalentes acumulados	Capa superficial (mm)	Cama de arena (mm)
≤ 150,000	60	40
150,001 – 7,500,000	80	40
7,500,001 – 15,000,000	100	40

Nota: (MTC, 2014).

2.2.4. Método AASHTO-93 para el diseño de pavimento rígido

Bajo el método AASHTO 93, se calcula el espesor de pavimento de concreto (D) por medio de la ecuación de diseño, para un periodo de diseño de 20 años:

$$\text{Log}W_{8.2} = Z_R S_o + 7.35 \log(D + 1) - 0.06 + \frac{\text{Log}\left(\frac{\Delta PSI}{4.5-1.5}\right)}{1 + \frac{1.624 \times 10^7}{(D+1)^{8.46}}} + (4.22 - 0.32 P_t) \log \left[\frac{M_r C_d (D^{0.75} - 1.132)}{215.63 J \left[D^{0.75} - \frac{18.42}{\left[\frac{E_c}{K}\right]^{0.25}} \right]} \right] \quad (8)$$

Donde W8.2 es el número estimado de ejes equivalentes de 8.2 toneladas métricas a lo largo del periodo de diseño, ZR es la desviación normal estándar, SO es el error estándar combinado en la predicción del tránsito y en la variación del comportamiento esperado del pavimento, D es el espesor del pavimento de concreto (mm), ΔPSI es la diferencia entre los índices de servicio inicial y final, Pt es el índice de serviciabilidad o servicio final, Mr es la resistencia media del concreto (en Mpa) a flexo tracción a los 28 días (método de carga en los tercios de luz), Cd es el coeficiente de drenaje, J es el coeficiente de transmisión de carga en las juntas, Ec es el módulo de elasticidad del concreto, en Mpa, y K es el módulo de reacción, dado en Mpa/m de la superficie (base, subbase o subrasante) en la que se apoya el pavimento de concreto.

a) Serviciabilidad (PSI)

$$\Delta PSI = P_i - P_f \quad (9)$$

Donde, PSI puede tomar valores de 0 a 5, Pi serviciabilidad inicial y Pt serviciabilidad final.

Tabla 6*Variación de Serviciabilidad Según Rango de Tráfico*

Tipo de caminos	Tráfico	Ejes equivalentes acumulados		Pi	Pf	ΔPSI
Caminos de bajo volumen de tránsito	T _{P1}	150,001	300,000	4.1	2.0	2.1
	T _{P2}	300,001	500,000	4.1	2.0	2.1
	T _{P3}	500,001	750,000	4.1	2.0	2.1
	T _{P4}	750,001	1,000,000	4.1	2.0	2.1
Resto de caminos	T _{P5}	1,000,001	1,500,000	4.3	2.5	1.8
	T _{P8}	5,000,001	7,500,000	4.3	2.5	1.8

Nota: (MTC, 2014).

b) Confiabilidad R y desviación estándar (Zr) (MTC, 2014)**Tabla 7***Confiabilidad (R) y Desviación Estándar (Zr) Para 20 Años*

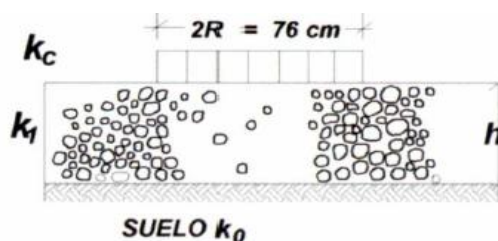
Tipo de caminos	Tráfico	Ejes equivalentes acumulados		R (%)	ZR
Caminos de bajo volumen de tránsito	T _{P0}	100,000	150,000	65	-0.385
	T _{P1}	150,001	300,000	70	-0.524
	T _{P2}	300,001	500,000	75	-0.674
	T _{P3}	500,001	750,000	80	-0.842
Resto de caminos	T _{P4}	750,001	1,000,000	80	-0.842
	T _{P5}	1,000,001	1,500,000	85	-1.036
	T _{P8}	5,000,001	7,500,000	90	-1.282

Nota: (MTC, 2014).

c) Suelo y efecto de las capas de apoyo Kc (MTC, 2014)

$$Kc = [1 + (h/38)^2 \times (K1/Ko)^{2/3}]^{0.5} \times Ko \quad (10)$$

Donde, K1, Kc y Ko coeficiente de reacción de subbase granular, combinado y de la subrasante, h espesor de la subbase granular.

Figura 4 Resultado de la Interacción de las Capas Combinadas Kc

Nota: (MTC, 2014).

d) Resistencia a flexo tracción del concreto (Mr)

$$Mr = a\sqrt{f'c} \quad (11)$$

Donde, a es 1.99 a 3.18.

Tabla 8

Resistencia del Concreto según Tránsito Vehicular

Rangos de Tráfico Pesado Expresado en EE	Resistencia a Flexo tracción del concreto (MR) (kg/cm ²)	Resistencia a compresión del concreto (kg/cm ²)
≤ 5,000,000 EE	40	280
5,000,000 a 15,000,000 EE	42	300
> 15,000,000 EE	45	350

Nota: (MTC, 2014).

e) Modulo elástico del concreto

$$E = 57,00 \times f'c^{0.5}; (f'c \text{ en PSI}) \quad (12)$$

Donde, E módulo de elasticidad, f'c resistencia a compresión.

f) Drenaje (Cd)

El drenaje es bueno cuando el 50% de saturación pasa en 1 día y el 85% a 5 horas, es regular para el 50% de saturación en 1 semana y el 85% a 10 h, mientras que es pobre cuando el 50% de saturación pasa en 1 mes, y el 85% en más de 10 h. Siendo los coeficientes a más del 25% del tiempo en que el pavimento está expuesto con calidad de drenaje bueno, regular y pobre era 1, 0.9 y 0.8.

g) Transferencia de cargas (J)

Generalmente se asume J como 3.2, pero los valores J para berma granular o asfáltica con y sin pasadores es 3.2 y 3.8-4.4, mientras que para concreto hidráulico con y sin pasadores es 2.8 y 3.8.

h) Juntas longitudinales y transversales

Si las dimensiones del carril tienen un ancho de 2.7, 3, 3.3 y 3.6 m, la longitud de la losa es 3.3, 3.7, 4.1 y 4.5, respectivamente.

2.3. Marco conceptual

2.3.1. Pavimento

Tapia (2018) argumenta que, los pavimentos son aquellas estructuras que se conciben como sistemas de tránsito vehicular y/o peatonal, que obedecen leyes físicas específicas, respondiendo a estímulos de manera predecible y estas leyes determinan cómo se comportan frente a esfuerzos, deformaciones, tiempo y temperatura.

Estructura compuesta por múltiples capas de grosores variables, diseñadas para proporcionar una superficie de rodamiento eficiente y segura. Estas capas, asentadas sobre un terreno de fundación llamado subrasante, absorben y distribuyen las cargas del tránsito, protegiendo el suelo natural subyacente. Las capas superiores están construidas con materias primas de alto potencial portante para soportar y disipar las cargas, garantizando la durabilidad y funcionalidad del pavimento en diversas condiciones de tráfico y clima (Conza, 2016).

2.3.1.1. Estructura del pavimento

La estructura de un pavimento generalmente se compone de varias capas, cada una con una función específica. La capa de rodadura es la capa superior que está en contacto directo con el tráfico y está diseñada para proporcionar una superficie segura y cómoda. Los materiales utilizados para esta capa incluyen asfalto, concreto y adoquines (Sandoval, 2018).

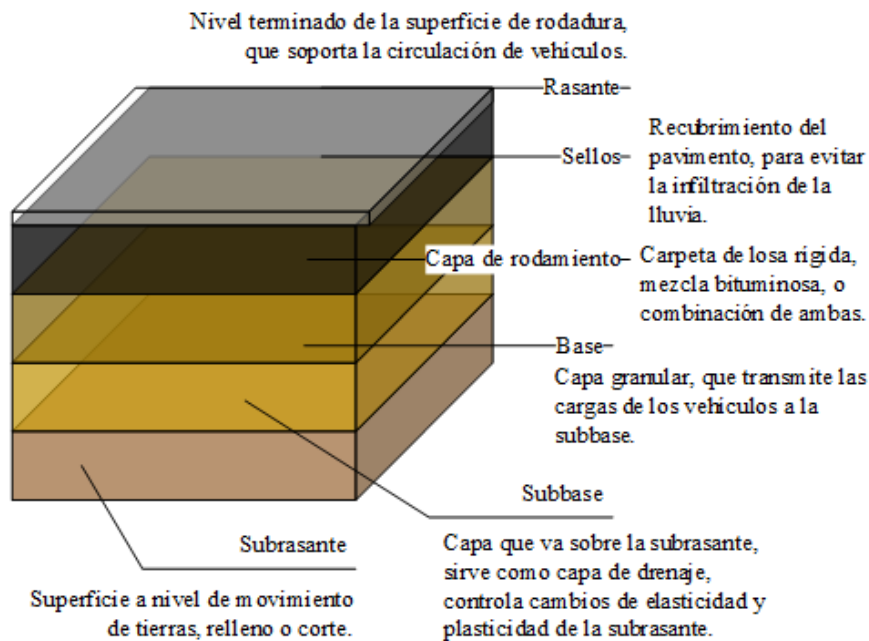
Debajo se encuentra la base, una capa intermedia que proporciona soporte estructural. Los materiales comúnmente empleados para la base son agregados granulares, que pueden estar estabilizados con cemento o asfalto (Sandoval, 2018).

La siguiente capa es la subbase, situada entre la base y la subrasante. Proporciona soporte adicional y ayudar a la distribución de las cargas. Los materiales utilizados para la subbase son generalmente agregados granulares (Sandoval, 2018).

Finalmente, la subrasante es el suelo natural compactado sobre el cual se construyen las demás capas del pavimento, sirviendo de cimiento fundamental para toda la estructura (Sandoval, 2018).

Figura 5

Estructura del Pavimento



Nota: (Sandoval, 2018)

2.3.1.2. Características del pavimento

Las características de los pavimentos incluyen la durabilidad al desgaste y la deterioración causados por el tráfico y las condiciones climáticas, y la resistencia, que es la capacidad de soportar las cargas del tráfico sin deformarse ni dañarse. Además, los pavimentos deben proporcionar seguridad, ofreciendo una superficie adecuada para la circulación que evite accidentes y facilite el

tránsito. También deben asegurar comodidad, proporcionando una superficie suave y uniforme para los usuarios. Otra característica importante es el mantenimiento, que se refiere a la facilidad y costos asociados al mantenimiento y reparación. Finalmente, la permeabilidad es esencial para cierto tipo de pavimentos, ya que permite la infiltración de agua, contribuyendo a una mejor gestión de las aguas pluviales (Tapia, 2018).

Figura 6

Características de los Pavimentos

<p>Resistentes a las cargas del tráfico</p> <ul style="list-style-type: none"> • Los pavimentos son capaces de soportar cargas impuestas por vehículos que transitan sobre él. 	<p>Resistentes a la intemperie</p> <ul style="list-style-type: none"> • Resisten los efectos adversos del clima y otros agentes ambientales. 	<p>Textura superficial adecuada</p> <ul style="list-style-type: none"> • Su superficie generalmente está diseñada para adaptarse a las velocidades de circulación.
<p>Durabilidad</p> <ul style="list-style-type: none"> • Son resistentes y tienen una larga vida útil. 	<p>Buen drenaje:</p> <ul style="list-style-type: none"> • Cuentan con sistemas adecuados para drenar el agua y evitan acumulaciones. 	<p>Color apropiado</p> <ul style="list-style-type: none"> • Tienen un color que evitan reflejos y deslumbramientos, contribuyendo así a la seguridad del tránsito.

Nota: (Tapia, 2018).

2.3.1.3. Tipos de pavimentos

Hay tres categorías o tipos de pavimentos, los cuales se distinguen principalmente por el tipo de superficie de conducción, siendo: pavimento rígido, semirrígido y flexible (Becerra, 2012).

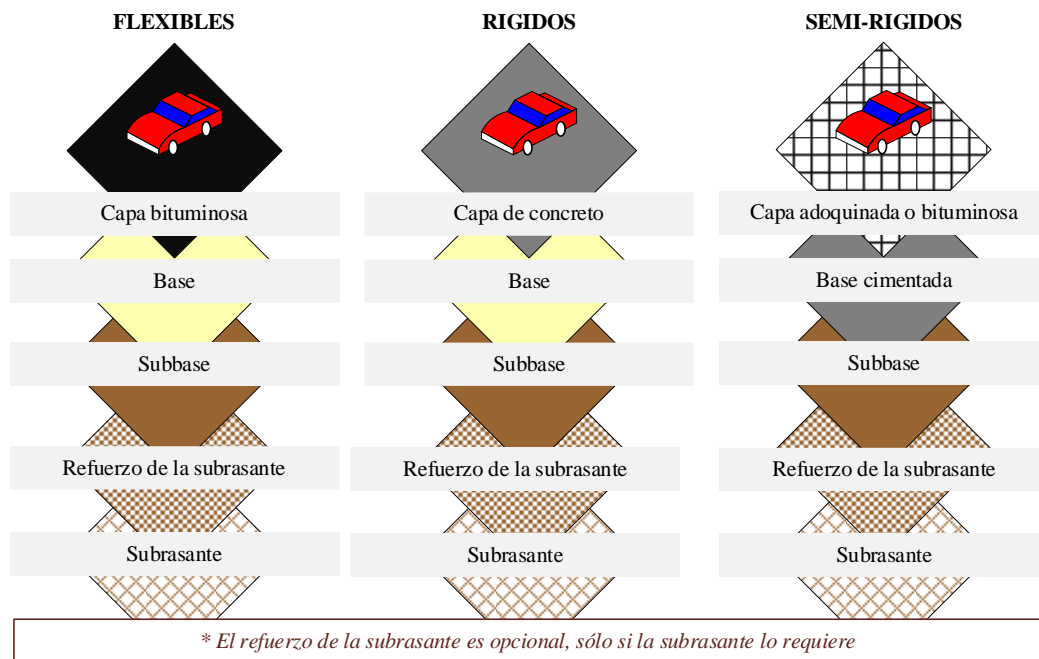
Pavimento rígido. Están constituidos por capas granulares sobre las cuales se coloca una losa de concreto. Es altamente resistente y duradero, soportando cargas pesadas sin deformarse. Es comúnmente empleado en áreas con tráfico intenso y pesado, como autopistas y aeropuertos (MTC, 2014).

Pavimento flexible. Son sistemas compuestos por múltiples capas de materiales, cada una cumpliendo una función específica para garantizar la durabilidad y eficiencia del pavimento. Estas capas incluyen subbase y/o base, y una carpeta asfáltica. La carpeta asfáltica está elaborada con material bituminoso que actúa como aglomerante, mezclado con agregados gruesos y finos, además de ciertos aditivos para mejorar sus propiedades (Fernandez, 2020).

Pavimento semirrígido. Se componen de una combinación de capas asfálticas y bases tratadas, así como adoquinados. Estos ofrecen una mayor rigidez comparada con los flexibles, proporcionando una buena resistencia a las deformaciones permanentes. Son utilizados en zonas donde se requiere una mayor durabilidad y capacidad de carga (MTC, 2014).

Figura 7

Tipos de Pavimentos



Nota: (Irigoín, 2020).

2.3.2. *Pavimento flexible*

Es una clase de superficie vial reconocida por su habilidad para resistir las cargas de los vehículos y distribuir equitativamente las fuerzas de tráfico a lo largo de su estructura. Se compone de múltiples capas de materiales, siendo la superficie de asfalto (Rogers & Enright, 2016).

2.3.2.1. Tipos de pavimento

Pavimento flexible con carpeta asfáltica en frío. Tipo de pavimento en el cual la mezcla asfáltica se produce y se aplica a temperatura ambiente. Las capas de asfalto en frío incluyen diferentes tipos de tratamientos superficiales, como por ejemplo la bicapa (MTC, 2014).

Pavimento flexible con carpeta asfáltica en caliente. Se produce a altas temperaturas y se aplica mientras aún está caliente. Este proceso permite una mejor compactación y adherencia de los materiales, resultando en un pavimento más duradero y resistente. La mezcla caliente se compone de agregados y asfalto que se calientan a una temperatura entre 150°C y 180°C antes de ser extendidos y compactados sobre la superficie preparada (MEF, 2015).

2.3.2.2. Estructura del pavimento

Normalmente, un pavimento flexible se compone de múltiples estratos, cada uno diseñado para cumplir una función particular en cuanto a resistir las presiones del tráfico y garantizar su durabilidad (Huang, 2004).

- **Carpeta asfáltica:** Esta superficie es la parte superior del camino, creada para resistir el tráfico de vehículos de forma directa. Generalmente está hecha de una mezcla densa de asfalto o concreto asfáltico, lo cual le otorga resistencia contra el desgaste y la abrasión (Huang, 2004).

- **Base:** La capa de base se encuentra justo debajo del pavimento y se encarga de repartir de manera equitativa las cargas sobre la subbase. Esta capa suele estar formada por una combinación de materiales granulares (Huang, 2004).
- **Subbase:** Esta capa añade soporte extra a la estructura y facilita el drenaje del agua del pavimento. Usualmente, la subbase está hecha de materiales granulares como agregado triturado o suelo estabilizado (Huang, 2004).
- **Subrasante:** Capa final sobre la que se asienta el pavimento, y es fundamental para sostener el resto de la estructura. Es esencial que esté adecuadamente compactada y nivelada para prevenir hundimientos (Huang, 2004).

Figura 8.

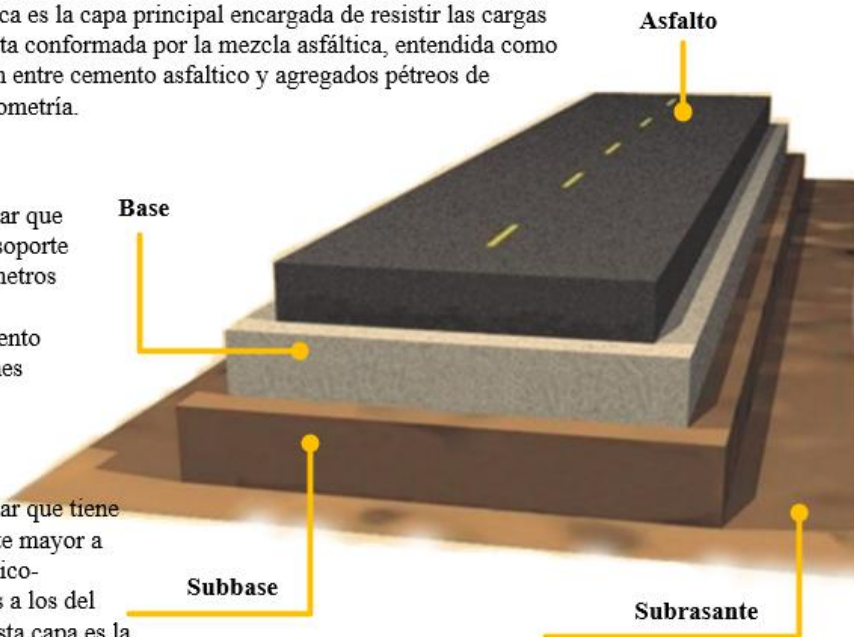
Estructura del Pavimento Flexible

La capa asfáltica es la capa principal encargada de resistir las cargas vehiculares, esta conformada por la mezcla asfáltica, entendida como la combinación entre cemento asfáltico y agregados pétreos de diversa granulometría.

Capa de material granular que tiene una capacidad de soporte mayor a 80%, sus parámetros físico-mecánicos están normados en el Reglamento Nacional de Edificaciones Norma CE.010.

Capa de material granular que tiene una capacidad de soporte mayor a 40%, sus parámetros físico-mecánicos son similares a los del material de afirmado. Esta capa es la que tiene contacto con la subrasante, y en algunos proyectos es obviada considerando solo una capa base o over cuando se trata de mejorar la resistencia del suelo.

Suelo natural de una vía, la cual es clasificada en base a su valor de CBR requiriendo estabilización cuando es menor a 10%.



Nota: (Carranza K. J., 2021).

2.3.3. Pavimento rígido

Conocidos como pavimentos de concreto, se caracterizan por su estructura compuesta principalmente por losas de concreto. La denominación “rígidos” se debe a la naturaleza inflexible de estas losas. Esta rigidez permite que la losa absorba la mayoría de las tensiones generadas por las cargas del tráfico, distribuyendo de manera más suave las fuerzas hacia las capas inferiores y, en última instancia, hacia la subrasante (MTC, 2014).

Figura 9

Categorías de Pavimentos Rígidos

Concreto hidráulico simple	Concreto hidráulico reforzado	Concreto hidráulico reforzado continuo
<ul style="list-style-type: none">• No contiene armadura en la losa y el espaciamiento entre juntas es pequeño (entre 2.50 a 4.50 m). Las juntas pueden o no tener dispositivos de transferencia de cargas (dovelas).	<ul style="list-style-type: none">• Tienen espaciamientos mayores entre juntas (entre 6.10 y 36.60 m) y llevan armadura distribuida en la losa a efecto de controlar y mantener cerradas las fisuras de contracción.	<ul style="list-style-type: none">• Tiene armadura continua longitudinal y no tiene juntas transversales, excepto juntas de construcción. La armadura transversal es opcional en este caso. Estos pavimentos tienen más armadura que las juntas armadas.

Nota: (Coronado, 2012).

La estructura está integrada principalmente por tres tipos de capas:

Losas de concreto. En un pavimento rígido actúa como una viga, permitiéndolo extenderse sobre las irregularidades por debajo del suelo, los pavimentos rígidos pueden ofrecer muchos años de servicios siempre y cuando sean hechos o diseñados de manera correcta y con un mínimo mantenimiento (Minchán, 2019).

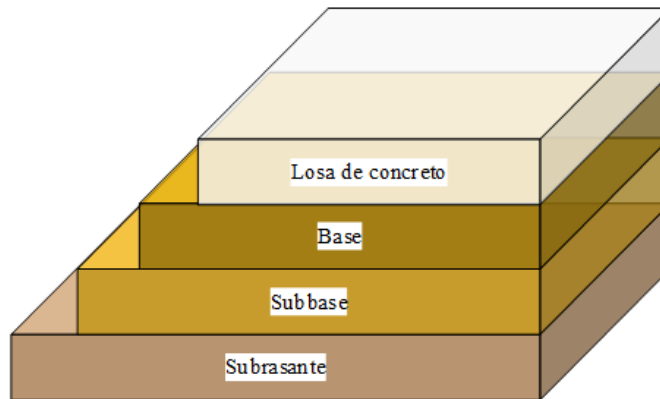
Subbase o base granular. Sobre el espesor que tenga la base granular su tamaño depende del diseñador y también varía de acuerdo al tránsito y vía que se dese construir, esta está formada a base de grava, piedra, suelo o arena en estado

natural, o con alguna modificación como trituración para construir una capa integrante dentro del pavimento rígido (Minchán, 2019).

Subrasante. Suelo que conforma la capa superior de la explanada en una carretera, y esta debe ser capaz de resistir los efectos del tráfico y las condiciones del clima, brindando un nivel mínimo de soporte a la estructura que conforme el pavimento (Mora & Arguelles, 2015).

Figura 10

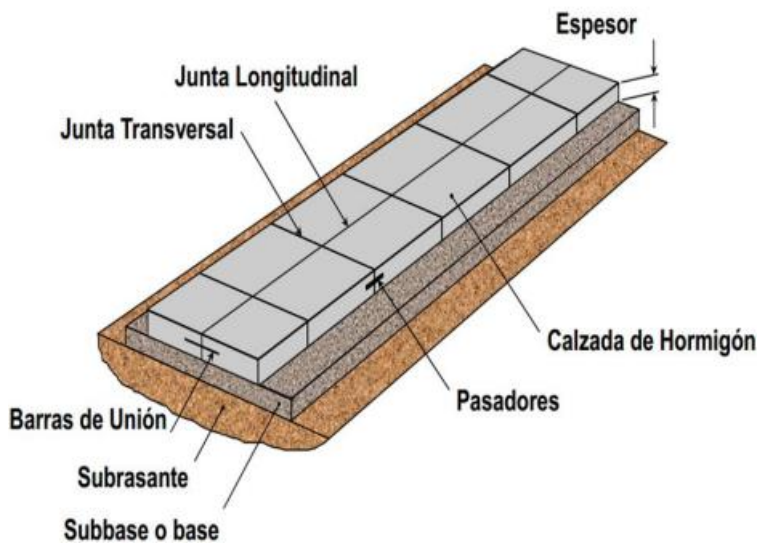
Estructura del Pavimento Rígido



Nota: (Pérez E. J., 2022).

Figura 11

Elementos de Construcción de un Pavimento de Concreto



Nota: (Mora & Arguelles, 2015).

2.3.4. Pavimento semirrígido

En síntesis, es una combinación de pavimentos, como los flexibles y los rígidos. Por lo general, estos pavimentos consisten en una base de concreto o cemento Portland junto con una superficie de rodadura de concreto asfáltico. Esta configuración se representa visualmente con la capa rígida en la parte inferior y la capa flexible en la parte superior, formando un sistema de pavimento semirrígido (Villanueva, 2004)

2.3.4.1. Tipos de pavimento

Algunos tipos habituales de estos pavimentos son:

Pavimento semirrígido con carpeta asfáltica. Este tipo de estructura de pavimento consiste principalmente en capas asfálticas con un espesor total del material bituminoso lo cual incluye una capa asfáltica en caliente sobre una base tratada con asfalto. También se considera un pavimento semirrígido cuando una estructura está formada por una capa asfáltica sobre una base tratada con cemento o cal, también se incluye en esta categoría los pavimentos adoquinados (Mamani & Sánchez, 2017).

Pavimento semirrígido con adoquines de concreto. Este tipo de pavimentos se refiere a los bloques hechos de manera homogénea que son sólidos, tienen una alta resistencia y se disponen juntos con pequeñas separaciones para crear un pavimento extremadamente duradero (Llatas, 2024).

2.3.4.2. Estructura del pavimento

Adoquines de concreto. Bloques prefabricados que crean la superficie de rodamiento. Estos adoquines ofrecen resistencia y estética, y permiten realizar reparaciones y reemplazos de forma sencilla si es necesario (Pérez et al., 2022).

Cama de arena. Sirve para nivelar y asentar los adoquines. Esta capa de arena fina facilita la colocación precisa de los adoquines, ayudando a mantener una superficie suave y estable (Pérez et al., 2022).

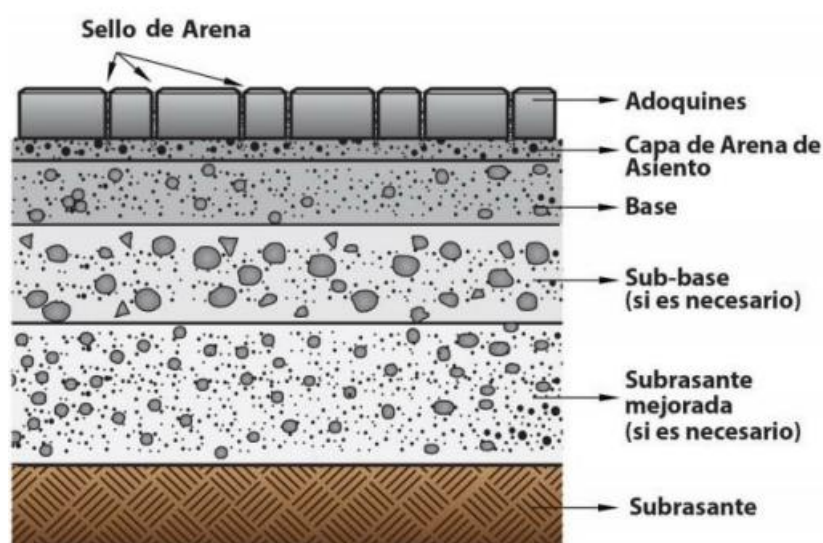
Base granular. Este tipo de material está conformado por la combinación de piedra o grava, con arena y suelo, en su estado natural, ya sea clasificados o mediante trituración que luego constituye una capa integrante del pavimento (Zambrano & Tejada, 2019).

Subbase granular. Añade otra capa de soporte y mejora el drenaje. Esta capa también ayuda a distribuir las cargas hacia la subrasante, contribuyendo a la estabilidad del conjunto del pavimento (Pérez et al., 2022).

Subrasante. Suelo natural compactado, actúa como el cimiento para toda la estructura del pavimento. La subrasante a menudo se mejora mediante técnicas de estabilización para incrementar su capacidad portante y garantizar una base sólida (Pérez et al., 2022).

Figura 12

Capas de un Pavimento de Adoquín



Nota: Cabezas (2014) citado por (Pérez et al., 2022).

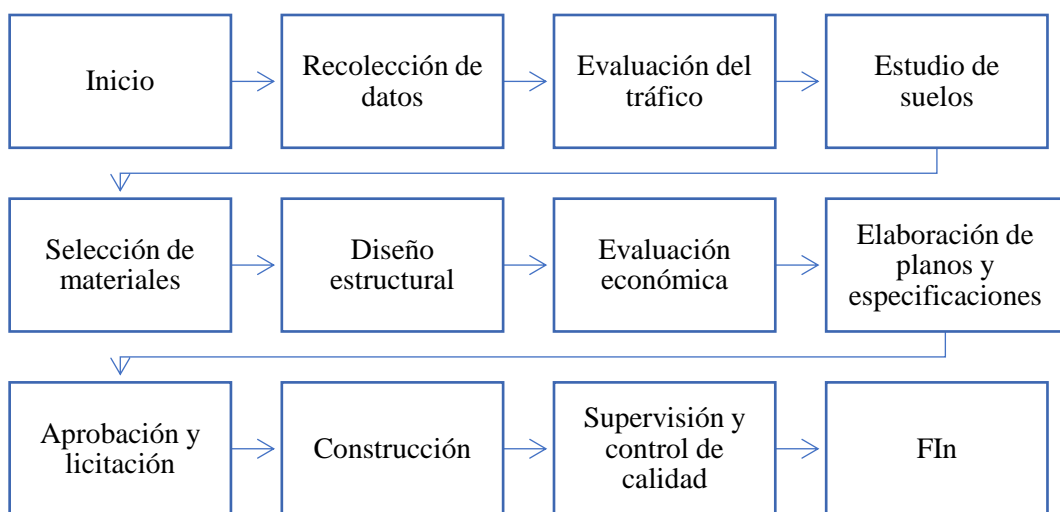
2.3.5. *Diseño de pavimentos*

El diseño de pavimentos es un proceso complejo que implica planificar y construir superficies adecuadas para soportar el tráfico. El objetivo principal es crear una estructura que garantice durabilidad, seguridad, confort y eficiencia en el manejo del tránsito (Becerra, 2012).

Proceso de determinar los espesores adecuados de las distintas capas que componen un pavimento, considerando factores como suelo y nivel de tráfico esperado. A lo largo del tiempo, ha evolucionado desde depender principalmente de la experiencia acumulada hasta convertirse en un campo científico establecido. Antes de 1920, los métodos de diseño se basaban en la experiencia, pero con el desarrollo vial, se han desarrollado métodos más precisos para garantizar el desempeño adecuado de los pavimentos, como el método AASHTO-93, dado el considerable costo económico asociado tanto a la construcción inicial como al mantenimiento continuo de las vías (Becerra, 2012).

Figura 13

Flujograma de Diseño de Pavimento



Nota: Adaptado de (Becerra, 2012).

2.3.5.1. Factores que influyen en el diseño de pavimentos

Según Huang (2004) existen diversos factores que influyen en el diseño de pavimentos entre ellos:

- **Tránsito:** Se ve influenciada por la cantidad y la naturaleza del tráfico que circulará sobre él. Las carreteras que soportan un flujo intenso de vehículos necesitarán pavimentos más fuertes y duraderos, mientras que, en áreas residenciales, pavimentos más ligeros pueden ser suficientes (Huang, 2004).
- **Clima:** Las condiciones climáticas locales, como la frecuencia de lluvias, la presencia de nieve, temperatura y humedad ambiental, influyen significativamente en la selección de materiales y el diseño del pavimento (Huang, 2004).
- **Materiales:** La calidad es factor clave; una selección de los materiales adecuados tiene un impacto directo en el desempeño y costo del pavimento (Huang, 2004).
- **Subrasante:** La resistencia de un pavimento está unida a la firmeza del suelo debajo. Para asegurar su durabilidad es esencial tupir y drenar bien la capa base para evitar posibles deformaciones con el tiempo (Huang, 2004).
- **Costos de construcción y mantenimiento:** Es necesario encontrar un equilibrio entre los gastos iniciales de construcción y los costos futuros de mantenimiento para maximizar la eficiencia económica y garantizar la sostenibilidad a largo plazo del sistema vial (Huang, 2004).

2.3.5.2. Importancia

El diseño de pavimentos determina la capacidad para soportar vehículos con distintos pesos y cargas durante un período determinado. Es fundamental

establecer el número, tipo y peso de los vehículos que circularán por la vía tras su construcción para garantizar su durabilidad y seguridad (Becerra, 2012).

Según Chen et al. (2021) la planificación de superficies viales es esencial. Algunas razones clave que subrayan su importancia según estos autores incluyen: en primer lugar, la seguridad vial se ve mejorada con un diseño adecuado de pavimentos que proporciona una superficie estable y segura, reduciendo la probabilidad de accidentes. Además, un pavimento bien diseñado y construido puede resistir las exigencias del tráfico y del clima durante períodos prolongados, lo que disminuye la frecuencia de reparaciones y el costo asociado a ellas. Desde una perspectiva económica, un diseño óptimo puede resultar en ahorros significativos a lo largo del tiempo al minimizar costos de mantenimiento.

Por otro lado, la eficiencia operativa se ve favorecida con pavimentos que facilitan la circulación vehicular de manera fluida y efectiva, reduciendo los tiempos de desplazamiento y los costos operativos tanto para conductores individuales como para empresas de transporte; además, el diseño del pavimento también puede tener un impacto ambiental considerable al influir en aspectos como la elección de materiales, métodos de drenaje y conservación de recursos naturales (Rico et al., 1998).

El diseño de pavimentos requiere una combinación de conocimientos técnicos, experiencia práctica y una comprensión clara de las condiciones del sitio y los requisitos del tráfico. Un diseño bien realizado asegura que el pavimento proporcione un servicio duradero y eficiente, mejorando la seguridad y el confort para los usuarios.

2.3.6. Geometría vial

La geometría vial es un componente central en el diseño detallado de calles, vías y elementos asociados. Este campo abarca, desde la disposición general de las vías hasta los detalles específicos de las intersecciones y la señalización; su objetivo fundamental es optimizar tanto la funcionalidad como la seguridad de la red vial, asegurando que los conductores puedan viajar de manera segura y fluida, esto implica considerar cuidadosamente factores como la visibilidad, la geometría de la carretera y la distribución del tráfico para crear entornos viales que minimicen los riesgos y faciliten el movimiento eficiente de vehículos (Robinson, 2004).

Geometría en planta: Se trata del trazo horizontal el cual se compone de curvas circulares, las cuales varían su grado de curvatura para proporcionar una fluida transición entre los tramos curvos y rectos, asegurando una conexión armoniosa, involucrando a tramos en tangente, curvas circulares, curvas de transición, radios mínimos y sobreechancho (Rodríguez & Martínez, 2013).

Geometría en perfil: Alineamiento vertical aquí se mezclan o combinan los segmentos rectos conectados a través de curvas verticales parabólicas, estas líneas rectas son tangentes y determinan la dirección de las pendientes positivas y negativas (Acosta & Freire, 2020).

Sección transversal: Consiste en obtener los elementos de la vía en un plano de corte vertical que sea perpendicular al alineamiento horizontal, con este tipo de geometría permite determinar la disposición y el tamaño de los elementos de cada sección (Gómez, 2018).

2.3.7. Tránsito vehicular

Movimiento de vehículos a lo largo de las vías de transporte, también conocido como tránsito vial el cual está normado por reglamentos que regulan la circulación y su actividad a fin de tener una asertividad para la población (Jácome-Macías et al., 2022).

2.3.7.1. Conteo vehicular

El conteo vehicular representa un proceso integral destinado a comprender el comportamiento del tráfico en un área específica. Este proceso implica la medición sistemática del flujo de vehículos, utilizando una variedad de tecnologías como sensores de tráfico y cámaras de vigilancia o de forma manual, con el fin de evaluar la capacidad de las vías existentes y prever la demanda futura (Afridi et al., 2023).

2.3.7.2. Índice medio diario anual (IMDA)

Según Morey & Vasquez (2019) es un indicador comúnmente empleado en distintos contextos, especialmente en el ámbito del transporte y la planificación urbana. Consiste en el promedio diario de cierto evento, como el tráfico vehicular o el flujo de personas en una estación de tren, calculado a lo largo de un año completo. Este indicador resulta útil para comprender los niveles de actividad o congestión en un lugar específico durante un período prolongado, lo que permite a los responsables de la planificación y las autoridades tomar decisiones informadas respecto a infraestructura, políticas de transporte y gestión del tráfico, entre otros aspectos relevantes.

El volumen de tránsito promedio ocurrido en un periodo de 24 horas, del total de vehículos promedio del año (Morey & Vasquez, 2019).

$$IMDA = IMDS \times FC \quad (13)$$

Donde, IMDS Índice Medio Diario Semanal, FC Factor de Corrección Estacional, obtenido de una estación para el mes que se ha realizado la cobertura.

2.3.7.3. Factores de cálculo del tránsito vehicular

El factor direccional y el factor de carril se establecen en función del número de calzadas, el número de direcciones de tránsito y el número de carriles. Por otro lado, las tasas de crecimiento y las proyecciones se calculan para estimar el aumento del tráfico mediante una fórmula de progresión específica.

$$T_n = T_o \times (1 + r)^{n-1} \quad (14)$$

$$Factor\ Fca = \frac{(1+r)^n - 1}{r} \quad (15)$$

Donde, T_o tránsito actual (año base 0) en veh/día, n número de años del período de diseño, r tasa anual de crecimiento del tránsito.

2.3.7.4. Ejes equivalentes (ESALS)

Cantidad de veces que los ejes equivalentes de 8.2 toneladas transitarán sobre una estructura durante un período determinado. Este cálculo se realiza tomando en consideración las cargas de tráfico, el factor de crecimiento y la duración en años del período de diseño (MTC, 2014).

$$ESAL = \sum_{i=1}^m F_i n_i \quad (16)$$

Donde: $ESAL$: número de repeticiones de eje equivalente (18kips); F_i : EALF para el i ésimo eje del grupo de carga; n_i : número de pasadas del i ésimo eje.

$$n_i = (n_o)(G)(D)(L)(365)(Y) \quad (17)$$

Donde: n_i : número total de repeticiones de carga a ser usado en el diseño por el i ésimo grupo de carga; $(N_o)_i$: número de inicial de repeticiones por día para el grupo de carga i .; G : factor de crecimiento; D : factor de distribución direccional, para nuestro caso se supone igual a 0.5.; L : factor de distribución lineal, para nuestro caso se supone igual a 1; Y : periodo de diseño en años.

2.3.8. Subrasante

Capa de suelo ubicada debajo del pavimento, cuya función principal es prevenir daños en la superficie del pavimento. Para mejorar el soporte y aumentar la resistencia del suelo, es necesario instalar una capa subbase con un espesor determinado mediante el cálculo del módulo k (Palomino & Solis, 2016).

Tabla 9

Categoría de la Subrasante

Subrasante	Inadecuada	Pobre	Regular	Buena	Muy buena	Extraordinaria
S	0	1	2	3	4	5
CBR(%)	< 3	3-6	6-10	10-20	20-30	≥ 30

Nota: (MTC, 2014).

2.3.8.1.Suelo

Compuesto por material fracturado de rocas en estructuras más pequeñas por una serie de procesos, mecanismos y químicos, pueden ser transportados o residuales (Crespo, 2004).

2.3.8.2.Tipos de suelo

Según Ortega & Vanegas (2022) se categorizan mediante el “Sistema Unificado de Clasificación de Suelos” (SUCS), el cual es un sistema empleado para clasificar y describir suelos considerando sus propiedades. Pueden ser:

Los suelos cohesivos son aquellos que incluyen partículas finas como arcilla y limo, las cuales se agrupan formando una estructura agregada. Estos tipos presentan permeabilidad baja y compresibilidad alta (Ortega & Vanegas, 2022).

Los suelos granulares, formados por partículas grandes como grava y arena, no se adhieren y se comportan como materiales sueltos. Son permeables y menos compresibles que los suelos arcillosos (Ortega & Vanegas, 2022).

Los suelos orgánicos provienen de la descomposición de materia orgánica caracterizándose por una baja capacidad de carga (Ortega & Vanegas, 2022).

Tabla 10*Sistema de Clasificación de suelos (SUCS)*

Símbolo	Descripción	Condición	
G	Grava	Gradado	W bien
S	Arena		P mal
M	Limo		
C	Arcilla	Plasticidad	H alta
O	Limos o arcillas orgánicas		L baja

Nota: (Borselli, 2019).

2.3.8.3. Propiedades físicas del suelo**Humedad:** Cantidad de agua presente en su composición del suelo (Oyola, 2016).

$$W = \frac{W_w}{W_s} \times 100 \quad (18)$$

Donde, peso del agua (Ww) y peso total del suelo (Ws)

Granulometría: Composición de tamaños de partículas en el suelo, determinando qué porcentaje corresponde a distintos tamaños. Para analizarla, se emplea el tamizado para partículas medianas a gruesas (Crespo, 2004).**Límite líquido:** Punto en el que el suelo pasa de un estado plástico a uno líquido, y se evalúa mediante la prueba de Atterberg. Este parámetro indica la plasticidad del suelo, siendo los suelos con mayor humedad más plásticos y propensos a compactación (Pérez et al., 2018).

$$LL = W_n \times (N/25)^{\tan\beta} \quad (19)$$

$$LL = KW^n \quad (20)$$

Donde: LL(Límite líquido del suelo en %); Wn (humedad natural del suelo); N (Número de golpes); Tanβ (Pendiente de la línea de flujo) y K = 1 para 25 golpes

Límite plástico: Nivel de humedad en el suelo en el cual deja de ser plástico y se vuelve más suelto. Los suelos con un límite plástico elevado exhiben menor elasticidad y capacidad para deformarse antes de colapsar (Pérez et al., 2018).

$$IP = LL - LP \quad (21)$$

Donde, LP Límite Plástico del Suelo (%), IP índice de Plasticidad del Suelo (%)

2.3.8.4. Propiedades mecánicas

Cohesión: se relaciona con la adhesión entre partículas, influenciada por fuerzas moleculares, particularmente cuando hay presencia de agua. Su medida se expresa en kg/cm² y varía según el contenido de agua (Gomez, 2008).

Compactación: Es el proceso de aumentar la densidad del suelo al reducir los espacios vacíos entre sus partículas, mediante la aplicación de presión o la adición de agua. Este procedimiento es fundamental para evitar hundimientos no deseados y mejorar la capacidad de carga del terreno (Das, 2001).

- **Máxima densidad seca (MDS):** Densidad máxima que el suelo puede alcanzar cuando está totalmente compactado se establece mediante pruebas en laboratorio o campo. Este valor evalúa qué tan bien se ha compactado el suelo.
- **Óptimo contenido de humedad (OCH):** es la humedad del suelo para alcanzar su MDS durante la compactación e identifica a través de pruebas específicas, donde este varía dependiendo del método de compactación.

Capacidad de soporte (CBR): El CBR es la medida de la resistencia relativa del suelo, obtenida en pruebas de laboratorio y ayuda a evaluar qué tan bien el suelo puede soportar cargas (Das, 2001).

Módulo de reacción del suelo (k): Refleja su capacidad para resistir fuerzas. Permite entender cómo el suelo responde a diferentes cargas. Se mide en unidades de fuerza por longitud y sirve para el diseño de cimientos y la predicción del comportamiento estructural en el terreno (Guzmán & Patiño, 2018).

$$K = 2.55 + 52.5 \log CBR, \text{ si } CBR \leq 10\% \quad (22)$$

$$K = 46 + 9.08 \log CBR^{4.34}, \text{ si } CBR > 10\% \quad (23)$$

Donde, K módulo de reacción del suelo, CBR capacidad de soporte del suelo.

2.3.9. Evaluación técnica de alternativas de pavimentación

La evaluación técnica de alternativas de pavimentación es un proceso de planificación que permite seleccionar la opción más adecuada para un proyecto específico considerando factores técnicos, económicos y ambientales (Chavez, 2023).

Según Pérez (2018) la evaluación técnica de pavimentos implica un minucioso examen de la condición, resistencia y durabilidad de las superficies de carreteras, calles u otras áreas pavimentadas; este proceso comprende inspección visual, pruebas de laboratorio y técnicas de evaluación no destructivas para entender el estado actual de los pavimentos y prever su comportamiento futuro frente a distintas condiciones de carga, clima y tráfico.

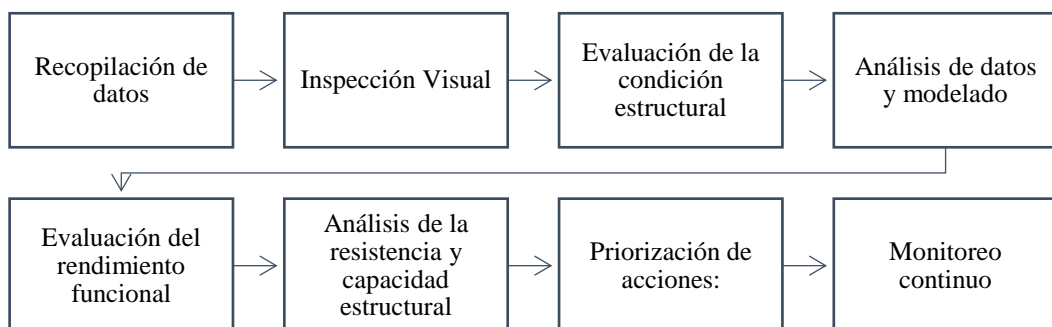
El objetivo principal es identificar la alternativa de pavimentación que mejor se adapte en términos de funcionalidad, durabilidad, coste y sostenibilidad. La evaluación técnica asegura que el pavimento seleccionado cumpla con los requisitos de carga, clima, uso y mantenimiento previstos (Chavez, 2023).

2.3.9.1. Proceso

La evaluación técnica de pavimentos implica una serie de pasos (Huang, 2004) :

Figura 14

Proceso de Evaluación Técnica de Pavimentos



Nota: (Huang, 2004).

2.3.9.2. Criterios de evaluación técnica

Se toma en cuenta las características técnicas: (Chavez, 2023)

- Resistencia y durabilidad: Evaluar la capacidad del pavimento para resistir las cargas del tráfico y las condiciones ambientales sin deteriorarse prematuramente. Esto incluye la resistencia a la abrasión, el agrietamiento y la deformación.
- Compatibilidad con el terreno: Analizar cómo la alternativa se adapta a las características del suelo y la capacidad portante de la subrasante. Esto también implica revisar la compatibilidad con las condiciones climáticas locales.
- Espesor de las capas: Se toma en cuenta la cantidad y dimensiones de cada una de las capas que componen la estructura del pavimento.
- Capacidad de drenaje: Considerar la capacidad del pavimento para gestionar el agua y prevenir acumulaciones que puedan causar daños. Se evalúa el diseño de sistemas de drenaje y la permeabilidad del pavimento.

2.3.9.3. Métodos de evaluación: Análisis comparativo

Comparar diferentes alternativas de pavimentación en función de los criterios establecidos. Esto puede incluir el uso de tablas comparativas, análisis de costos-beneficios y evaluaciones cualitativas y cuantitativas de las características, espesores y demás datos correspondientes a cada una de las propuestas de pavimentos para una vía (Mamani & Sánchez, 2017).

2.3.9.4. Requisitos técnicos de los pavimentos

Los requisitos del pavimento se definen en función de los estándares técnicos, las características del terreno, el nivel de tráfico proyectado y las regulaciones locales.

Estos requisitos son influenciados principalmente por dos parámetros básicos, considerando la resistencia de la subrasante y las cargas esperadas del tráfico. Por ejemplo, se requiere que las capas de subrasante tengan un CBR igual o superior al 6%. En caso de que el CBR sea inferior, se deben considerar técnicas de estabilización del suelo (MTC, 2014).

Así mismo, se requiere que el pavimento sea capaz de soportar las cargas de tráfico vehicular. Estas cargas se suman durante el período de diseño y se clasifican en tres categorías según el volumen de tráfico: bajo, medio y alto (MTC, 2014).

Tabla 11

Requisitos Técnicos de los Pavimentos

		Pavimento		
		Flexible	Rígido	Adoquines
Sub - rasante		95% de compactación:		
		Proctor Modificado: Suelos Granulares		
		Proctor Estándar: Suelos Cohesivos		
		Espesor compactado:		
		Vías locales y colectoras ≥ 250 mm		
		Vías arteriales y expresas ≥ 300 mm		
CBR Sub – base (%)		≥ 40		≥ 30
CBR Base (%)		≥ 80	N.A.*	≥ 80
Imprimación / capa de apoyo		Penetración de la imprimación ≥ 5 mm	N.A.*	Cama de arena fina de 25 y 40 mm
Espesor de la capa de rodadura (mm) en vías	locales	≥ 50		≥ 60
	colectoras	≥ 60	≥ 150	≥ 80
	arteriales	≥ 70		NR**
	expresas	≥ 80	≥ 200	NR**
Material en vías	locales		MR ≥ 3.4 Mpa (34 kg/cm ²)	f 'c ≥ 38 Mpa (380 kg/cm ²)
	colectoras	Concreto		
	arteriales	asfáltico ***		
	expresas			

Nota: norma CE.010 (MVCS, 2010).

2.3.10. Evaluación económica de pavimentos

Requiere examinar los gastos vinculados a la construcción, cuidado y funcionamiento de las carreteras a lo largo de su vida útil, junto con la valoración de los beneficios generados por su utilización (Haas & Hudson, 1994).

a) Costo unitario

El precio por unidad de pavimentación puede fluctuar considerablemente según distintos aspectos, como el material utilizado, la región geográfica, el estado de la infraestructura previa, la disponibilidad de recursos y la mano de obra (Haas & Hudson, 1994).

b) Costo de construcción

Se refiere a todos los gastos incurridos en la realización de las actividades necesarias para la creación del pavimento. Esto incluye costos de materiales, mano de obra, equipos, maquinaria, y otros gastos indirectos asociados con la construcción (Machia, 2009).

$$Cc = \sum(Cm + Co + Ce) \quad (24)$$

Donde, Cc costo de construcción, Cm costo de materiales, Co costo de mano de obra, Ce costo de equipos y/o maquinaria.

c) Costo de mantenimiento

El costo de mantenimiento de la estructura de un pavimento se refiere a los gastos necesarios para conservar el pavimento en buenas condiciones durante su vida útil. Esto incluye reparaciones, rehabilitaciones, y otras actividades de mantenimiento preventivo y correctivo (Machia, 2009).

$$Cm = \sum_{i=1}^n \frac{Mi}{(1+r)^i} \quad (25)$$

Donde, Cm costo de mantenimiento total, Mi costo de mantenimiento en el año i, r tasa de descuento anual, n número de años de la vida útil del pavimento.

d) Análisis de costos en la vida útil del proyecto

Variación de costo al finalizar (VAC). Es una medida que determina el costo del proyecto final, considerando los gastos de ejecución y mantenimiento del mismo (Machia, 2009).

$$VAC = Inversión + \sum Cm \quad (26)$$

Donde, VAC variación de costo al finalizar el proyecto, Inversión inicial por la construcción, Cm costo de mantenimiento total.

Carga anual equivalente (CAE). Abarca los intereses, gastos y seguros relacionados con el crédito, expresados anualmente, lo que permite comparar de manera objetiva el costo del crédito entre distintas entidades. En este caso verifica el índice porcentual de desarrollo del proyecto, siempre se debe elegir la opción que de un menor CAE para ser efectivos (Machia, 2009).

$$CAE = VAC \times \frac{(1+r)^i \times r}{(1+r)^i - 1} \quad (27)$$

Donde, CAE carga anual equivalente, VAC variación de costo al finalizar el proyecto, r tasa de descuento anual, i número de años de la vida útil del pavimento.

Costo efectividad (C/E). Análisis que compara el costo de una intervención (como una estructura de pavimento) con la efectividad o beneficios logrados. Este análisis ayuda a determinar la opción más económica para lograr un objetivo específico (Machia, 2009).

$$C/E = \frac{Ct}{Et} \quad (28)$$

Donde, la relación C/E costo efectividad, depende del Ct costo total de la inversión representado en este caso por el VAC, entre Et que viene a ser la efectividad lograda, que podría remplazarse por la población beneficiaria.

2.3.11. Importancia de la evaluación de alternativas de pavimentación

La evaluación técnica permite determinar cómo se comportarán diferentes alternativas de pavimentación bajo las condiciones específicas del sitio. Esto incluye la capacidad para soportar el tráfico previsto, resistir las condiciones climáticas extremas y gestionar el drenaje del agua. Por ejemplo, un pavimento flexible puede ser adecuado para áreas con variaciones térmicas, mientras que un pavimento rígido puede ser preferible para zonas con tráfico pesado. Evaluar estas características asegura que el pavimento seleccionado no solo cumpla con los requisitos funcionales, sino que también ofrezca un rendimiento óptimo a lo largo de su vida útil (Haas & Hudson, 1994).

La evaluación técnica de pavimentos es esencial para la gestión eficiente de las carreteras, con beneficios económicos significativos dado a que optimiza el uso de recursos al identificar la opción de pavimento más rentable en términos de costo y rendimiento para distribuir adecuadamente los recursos limitados disponibles (Haas & Hudson, 1994).

La evaluación económica también facilita la comparación de alternativas, permitiendo analizar diferentes tipos de pavimentos, materiales y métodos de construcción para identificar la opción que brinde la mejor relación costo-beneficio, ajustada a las necesidades del proyecto; además, al elegir la alternativa más económica, se pueden reducir los costos totales asociados con el mantenimiento del pavimento a lo largo de su vida útil, mediante la selección de materiales resistentes, métodos de construcción eficaces y programas de mantenimiento preventivo adecuados (Haas & Hudson, 1994).

2.4. Hipótesis

La alternativa de pavimentación más adecuada técnica y económicamente para el Jr. Exequiel Montoya, utilizando el Método AASHTO-93, en Chota en el año 2023 es el pavimento rígido.

2.5. Operacionalización de variables

2.5.1. Variable independiente: Alternativas de pavimentación diseñadas utilizando el método AASHTO-93

Son las diferentes opciones de pavimentación disponibles para llevar a cabo la construcción de una superficie de rodadura en una infraestructura vial, que se diseñan empleando el método AASHTO-93. Este método es un estándar para el diseño estructural de pavimentos que considera la resistencia para soportar las cargas del tráfico. Las alternativas de pavimentación pueden incluir diversos tipos de materiales y estructuras, como pavimentos flexibles (asfalto) y rígidos (concreto), que se diseñan siguiendo las directrices y fórmulas establecidas por AASHTO-93 para garantizar su rendimiento y durabilidad.

2.5.2. Variable dependiente: Evaluación técnica y económica

La evaluación técnica considera factores como los espesores, resistencia, y desempeño general del pavimento bajo condiciones específicas. La evaluación económica examina los costos asociados con la construcción, mantenimiento y reparación. El objetivo es determinar cuál alternativa de pavimentación ofrece el mejor equilibrio entre rendimiento y costo.

Tabla 12*Matriz de Operacionalización de Variables*

Variables	Definición conceptual	Dimensiones	Definición operacional	Indicadores	ítem	
VI Alternativas de pavimentación diseñadas utilizando el método AASHTO-93	Son las diferentes opciones de pavimentación disponibles para llevar a cabo la construcción de una superficie de rodadura en una infraestructura vial, que se diseñan empleando AASHTO-93.	Pavimento rígido	Hecho principalmente de concreto o una mezcla de cemento.	Losa de concreto	m	
				Base granular	m	
				Mejoramiento de subrasante	m	
				Asfalto	m	
				Base granular	m	
		Pavimento flexible	Tipo de pavimento compuesto por capas de materiales asfálticos que se adaptan a las deformaciones del terreno.	Subbase granular	m	
				Mejoramiento de subrasante	m	
				Pavimento formado por bloques o adoquines de concreto, piedra o cerámica dispuestos en una disposición específica.	Adoquín	m
				Cama de arena	m	
				Base granular	m	
VD Evaluación técnica y económica	La evaluación técnica considera factores como los espesores, resistencia, y desempeño general del pavimento bajo condiciones específicas. La evaluación económica examina los costos asociados con la construcción, mantenimiento, y reparación.	Análisis técnico	Evaluación de las propiedades y desempeño de los materiales y estructuras del pavimento.	Espesores del pavimento	m	
				Deflexiones del pavimento	mm	
				Desempeño general (Esfuerzos)	MPa	
				Costo de construcción	S/.	
				Costo de operación y mantenimiento	S/.	
		Análisis económico	Evaluación de los costos asociados con la construcción, mantenimiento y reparación del pavimento.	Vida útil	Años	

CAPÍTULO III.

MARCO METODOLÓGICO

3.1. Tipo y nivel de investigación

La investigación es cuantitativa porque se basa en datos numéricos para evaluar las alternativas de pavimentación. Utiliza cálculos y modelos matemáticos proporcionados por el método AASHTO-93 para determinar el rendimiento técnico y los costos económicos de las diferentes opciones de pavimentación.

Es de tipo aplicada ya que, en lugar de explorar teorías generales, se dirige a la evaluación y selección de las mejores alternativas de pavimentación para una calle concreta (Jr. Exequiel Montoya) en Chota. El objetivo es proporcionar soluciones prácticas y efectivas que puedan implementarse directamente en el proyecto.

Es de nivel explicativo porque busca no solo describir y analizar las alternativas de pavimentación, sino también entender y explicar las razones detrás de los resultados. A través de la evaluación técnica y económica, se busca proporcionar una explicación detallada sobre por qué ciertas alternativas son más adecuadas que otras, basándose en su desempeño y costos.

Tabla 13

Tipo de Investigación según Criterios

Criterio	Tipo de investigación
Contexto	Biblioteca, laboratorio, campo
Finalidad	Aplicada
Temporalidad	Transversal (sincrónica)
Fuente	Mixta
Enfoque metodológico	Cuantitativa
Control de diseño	No experimental
Objetivos	Explicativa

Nota: (Grajales, 2000).

3.2. Diseño de investigación

Es de diseño no experimental descriptivo causal simple. No experimental porque observa las variables sin intervención directa; descriptivo porque detalla las características y el desempeño de las alternativas sin manipularlas, y causal simple porque busca explicar las relaciones entre las características de las alternativas y sus efectos en el desempeño y los costos del pavimento.

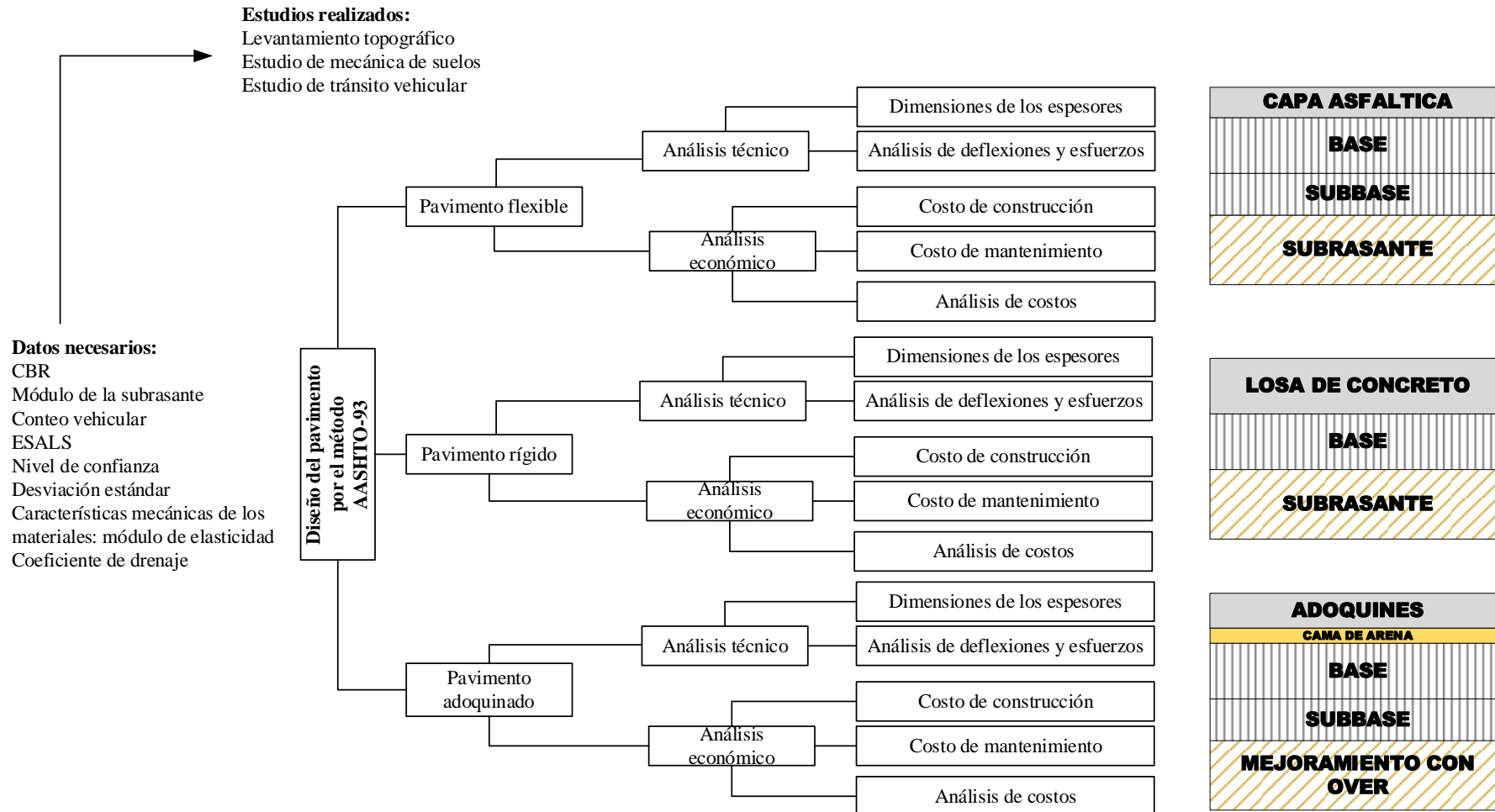
$$\begin{array}{l} x1 \rightarrow y1y2 \\ M \rightarrow x2 \rightarrow y1y2 \\ x3 \rightarrow y1y2 \end{array} \quad (29)$$

Donde, M la muestra, el jirón Exequiel Montoya, x variable independiente y cada una de las alternativas de pavimentación, x1 rígido, x2 flexible, x3 adoquinado; y la variable dependiente, y1 evaluación técnica, y 2 evaluación económica.

3.3. Métodos de investigación

Se ha usado el método cuantitativo hipotético-deductivo debido a su capacidad para proporcionar datos precisos y objetivos, permitir comparaciones directas y validar hipótesis sobre el rendimiento técnico y los costos económicos de las alternativas de pavimentación diseñadas con el método AASHTO-93.

Figura 15 Esquema de Diseño de Investigación Descriptivo Causal Simple



3.4. Población, muestra y muestreo

3.4.1. Población

El trayecto a ser pavimentado en el jirón Exequiel Montoya que corresponde del km 0+000 hasta el km 0+855 en la ciudad de Chota.

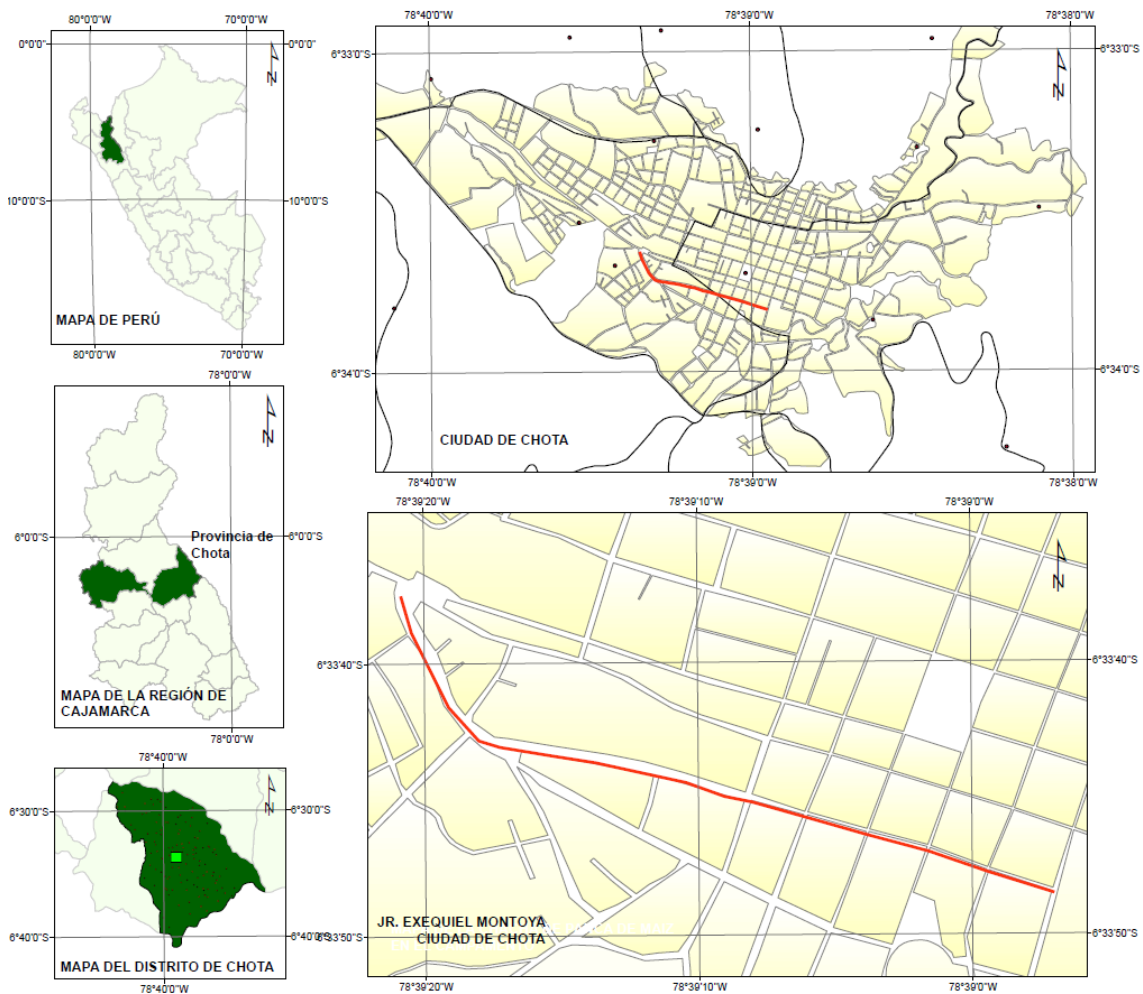
Tabla 14

Coordenadas de Inicio y Fin del Jirón Exequiel Montoya

Punto	Coordenadas UTM WGS 84 17S		Altitud (msnm)
	Este (m E)	Norte (m S)	
Inicio	759965.43	9273894.21	2390
Fin	759232.89	9274242.03	2360

Figura 16

Ubicación del Jirón Exequiel Montoya, Chota



3.4.2. Muestreo

El muestreo es no probabilístico definido por conveniencia, y en este caso se trata de una muestra poblacional porque la muestra es igual a la población., siendo el jirón Exequiel Montoya de la ciudad de Chota.

3.4.3. Muestreo

La muestra es el jirón Exequiel Montoya de la ciudad de Chota en su 0.855 km de extensión, donde se ha planteado el diseño de tres tipos de alternativas de pavimentación:

- Pavimento rígido
- Pavimento adoquinado (semirrígido)
- Pavimento flexible

Figura 17

Vista Satelital del Jirón Exequiel Montoya, Chota



Nota: (Google earth, 2024).

3.5. Técnicas e instrumentos de recolección de datos

3.5.1. Técnicas de recolección de datos

Medición (levantamiento topográfico). Se utilizó para obtener un mapa detallado del terreno que incluye altimetría y planimetría.

Estudio de mecánica de suelos. Se empleó para analizar las características físicas y mecánicas del suelo en el sitio del proyecto. Mediante la recolección y prueba de muestras de suelo, se determinó la compactación, el CBR y otros parámetros.

Observación (conteo vehicular). Este conteo proporciona datos sobre la cantidad de vehículos que utilizan la vía Jr. Exequiel Montoya, información para dimensionar adecuadamente las capas del pavimento y garantizar que pueda soportar la carga de tráfico prevista durante su vida útil.

Diseño del pavimento. Se realizó utilizando los datos obtenidos de las técnicas anteriores, aplicando el método AASHTO-93. Este método emplea datos de tráfico, características del suelo y otras variables para calcular el espesor necesario de cada capa del pavimento.

Comparación técnica – económica. Se llevó a cabo evaluando diversas alternativas de pavimentación en términos de costos de construcción y, mantenimiento. Se compararon diferentes materiales y métodos de construcción, utilizando los datos técnicos y económicos obtenidos durante la investigación. Esta comparación permite identificar la opción más costo-efectiva que ofrece el mejor desempeño técnico, asegurando que los recursos se utilicen de manera eficiente y que el pavimento seleccionado proporcione un servicio confiable y duradero.

3.5.2. *Instrumentos de recolección de datos*

Cuaderno de campo. Se utilizó para anotar detalladamente las mediciones obtenidas durante el levantamiento del terreno. Este cuaderno permitió registrar datos precisos sobre la altitud, las pendientes y las características físicas del sitio.

Formatos de ensayos de laboratorio. Fueron esenciales para documentar los resultados de las pruebas de mecánica de suelos realizadas en muestras extraídas del sitio del proyecto. Estos formatos estandarizados permitieron registrar datos sobre la composición del suelo, su capacidad de soporte y compactación.

Formato de conteo vehicular. Se empleó para registrar el volumen y la clasificación del tráfico que utiliza el Jr. Exequiel Montoya. Durante un período de observación, se anotaron los tipos y cantidades de vehículos que transitaban por la vía. Este formato estructurado permitió una recolección sistemática y ordenada de datos, facilitando el análisis estadístico del tráfico y asegurando que el diseño del pavimento se ajuste a las demandas reales de uso.

Hojas de diseño de pavimento. Se utilizaron para documentar los cálculos derivados de la aplicación del método AASHTO-93. Estas hojas incluían detalles sobre los espesores de las capas del pavimento y los materiales seleccionados. El uso de estas hojas permitió un diseño estructurado.

Hoja de comparación técnico – económica. Se empleó para evaluar y comparar las diferentes alternativas de pavimentación en términos de sus costos y rendimiento técnico. En esta hoja, se registraron los costos iniciales de construcción, los costos de mantenimiento previstos y las estimaciones de durabilidad para cada alternativa. Esta comparación sistemática permitió identificar la opción de pavimentación más costo-efectiva y técnicamente viable.

3.6. Técnicas de procesamiento y análisis de datos

3.6.1. Proceso de obtención de los datos

3.6.1.1. Levantamiento topográfico

Se inició el levantamiento topográfico calibrando y verificando el funcionamiento de la estación total Leica. Luego se definieron los puntos críticos a levantar, como bordes, ejes de vía, postes, buzones, cunetas, obras existentes y confluencias con otras vías. Después, la estación total se ubicó en un punto de control, se niveló y configuró para registrar coordenadas X, Y, Z; realizando los cambios de estación que fueron necesarios, para tomar puntos a lo largo de los bordes y el eje de los km 0+855 de la vía, así como en elementos importantes y confluencias, documentando también detalles adicionales como señales de tráfico y accesos. Los datos recolectados se almacenaron, respaldaron y se revisaron en el campo. Finalmente, los datos se descargaron y procesaron en Civil 3D 2023, generando planos detallados del área.

Figura 18

Realización del Levantamiento Topográfico en el Jr. Exequiel Montoya por Parte de la Tesista



Preparación del equipo y planificación del levantamiento:

- Se calibró y verificó el funcionamiento de la estación total Leica.
- Se definieron los puntos críticos a levantar, incluyendo los bordes y el eje de la vía, postes, buzones, cunetas, obras existentes y confluencias con otros jirones, pasajes y/o avenidas.

Toma de puntos con la estación total:

- Se ubicó la estación total Leica y se niveló correctamente.
- Se configuró la estación total para registrar datos en coordenadas X, Y, Z.
- Se realizaron los cambios de estación que fuesen necesarios en el trayecto de la vía, por medio del método de triangulación.
- Se realizó la toma de puntos a lo largo de los bordes y el eje de la vía. Para cada punto, se registraron las coordenadas precisas utilizando la estación total.
- Además de los bordes y el eje, se tomaron puntos en elementos importantes como postes, buzones, cunetas, y otras obras existentes. Cada punto se midió y registró con precisión.
- Se tomaron BMS y puntos fijos a lo largo del jirón en estudio.

Registro de confluencias y detalles adicionales:

- Se registraron puntos en las confluencias del Jr. Exequiel Montoya con otros jirones, pasajes y/o avenidas. Esto incluyó la medición de intersecciones y conexiones con otras vías.
- Se aseguraron de documentar cualquier detalle adicional relevante, como señales de tráfico, accesos a propiedades y características del entorno.

Recolección de datos y verificación:

- Se almacenaron los datos recolectados en la memoria interna de la estación total y se respaldaron en una computadora portátil.

- Se realizó una revisión preliminar de los datos en el campo para asegurar que no hubiera omisiones o errores significativos.
- Si se identificaron inconsistencias, se tomaron medidas adicionales para corregirlas y asegurar la exactitud de la información.

Figura 19

Toma de Puntos Topográficos en los Bordes de la Vía, Cunetas Existentes, Postes y Demás Puntos de Interés en el Jr. Exequiel Montoya

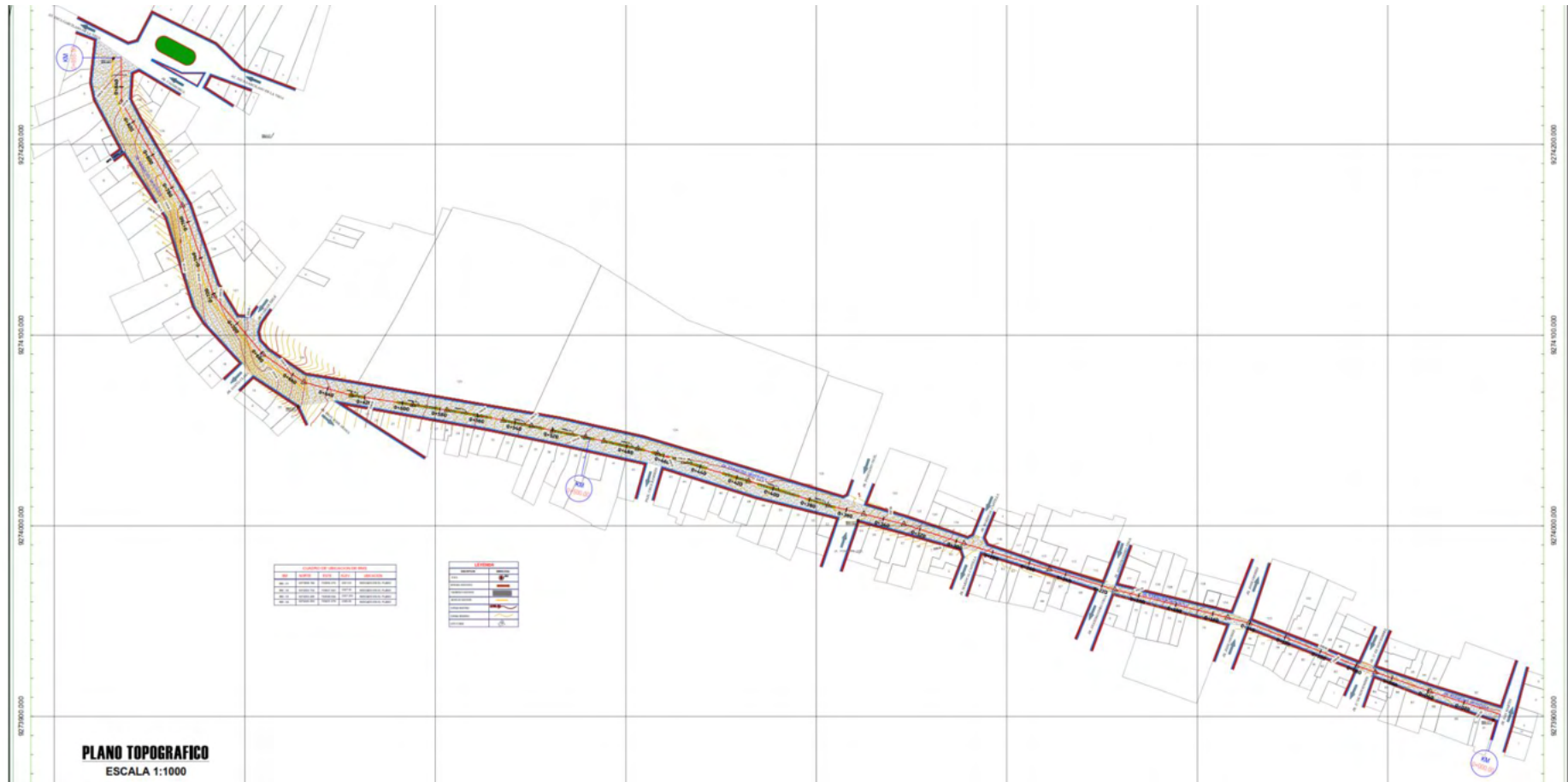


Procesamiento de datos:

- Los datos recolectados se descargaron y procesaron utilizando el software Civil 3D 2023.
- Se generaron planos detallados del Jr. Exequiel Montoya.

Figura 20

Vista del Plano Topográfico del Jr. Exequiel Montoya



Nota: ver en anexos planos, para más detalle.

3.6.1.2.Exploración, muestreo y toma de muestras de suelo en el Jr. Exequiel Montoya

a) Exploración y muestreo

Como parte de la exploración se realizó una visita técnica al Jr, Exequiel Montoya, se recorrió esta vía, y se definió los puntos de exploración. Luego, previamente a la excavación de calicatas se solicitó permiso a la Municipalidad Provincial de Chota para remover el pavimento existente en el eje de la vía en los puntos de muestreo.

Figura 21

Exploración del Jr. Exequiel Montoya



De acuerdo a la norma CE.010 (MVCS, 2010), “para vías expresas, arteriales, colectoras y locales, se realiza una calicata cada 2000, 2400, 3000 y 3600 m², respectivamente”. El Jr. Exequiel Montoya es una vía local con área de 8064.297 m², de acuerdo al levantamiento topográfico (exploración detallada), por lo que, se realizaron dos calicatas distribuidas uniformemente en la vía de estudio.

Tabla 15

Ubicación de las Calicatas en el Jr. Exequiel Montoya

Calicata	Km	Coordenadas UTM WGS 84 17S	
		Este (m E)	Norte (m S)
C-1	0+000	759965.43	9273894.21
C-2	0+586	759401.96	9274057.36

Figura 22

Vista Satelital de la Ubicación de las Calicatas en el Jr. Exequiel Montoya



Nota: (Google earth, 2024).

b) Excavación de calicatas

Se excavaron dos calicatas de profundidad de 1.50 m, con 1 m de lado, utilizando maquinaria pesada excavadora. Durante la excavación, se tuvo especial cuidado en extraer el pavimento de manera controlada para no dañar el suelo subyacente ni afectar la estabilidad de las áreas adyacentes. Una vez completada la excavación de las calicatas, se procedió a la toma de muestras de suelo.

Figura 23

Excavación de la Calicata C-1 en el Jr. Exequiel Montoya



Figura 24

Excavación de la Calicata C-2 en el Jr. Exequiel Montoya



c) Toma de muestras

Las muestras de suelo se extrajeron de acuerdo al perfil estratigráfico definido en campo, es decir por estratos para la clasificación granulométrica, y del fondo de la calicata para los ensayos mecánicos de capacidad de soporte.

Las muestras recogidas se etiquetaron adecuadamente y se transportaron al laboratorio GEOCONCRET H&M INGENIEROS S.R.L. para su análisis.

Figura 25

Recolección de Muestras de Suelo en las Calicatas en el Jr. Exequiel Montoya



d) Perfil estratigráfico

En la calicata 1 (C – 1) se identificaron dos estratos, el primero de 0.00 a 0.50 m conformado por el paquete estructural del pavimento en mal estado, y del 0.50 m a 1.50 m por el suelo arcillo limoso (CL) con una proporción de gruesos (17.26%), y cantidad de material fino (78.34%), de color amarillo claro.

En la calicata 2 (C – 2) se presenta el paquete estructural de pavimento del 0.00 a 0.50 m, mientras que de 0.50 m a 1.50 m por suelo arcillo limoso (CL) con una proporción de gruesos (17.29%) y finos (78.43%), de color amarillo claro.

3.6.1.3. Estudio de mecánica de suelos

Los ensayos de mecánica de suelos se realizaron en el laboratorio GEOCONCRET H&M INGENIEROS S.R.L. de la ciudad de Chota. Este análisis incluyó pruebas de NTP 339.128 granulometría (INACAL, 2019), NTP 339.129 plasticidad (INACAL, 2019), NTP 339.127 contenido de humedad (INACAL, 2019), NTP 339.145 capacidad de soporte (INACAL, 2019) y NTP 339.141 compactación (INACAL, 2019) para determinar las propiedades del suelo.

a) NTP 339.127 Contenido de humedad (INACAL, 2019)

Para determinar el contenido de humedad del suelo, se procedió a pesar una muestra de suelo húmedo y luego se secó en un horno a una temperatura constante de 105°C a 110°C durante un periodo de 24 horas. Después del secado, la muestra se volvió a pesar.

b) NTP 339.128 Granulometría (INACAL, 2019)

El ensayo de granulometría se realizó usando el método de tamizado. La muestra de suelo se secó y se pesó, luego se pasó a través de una serie de tamices de diferentes tamaños estándar. Cada fracción retenida en los tamices se pesó para determinar la distribución de tamaño de las partículas. Los resultados se presentaron en un gráfico de curva granulométrica, que muestra el porcentaje acumulado de peso que pasa a través de cada tamiz.

c) NTP 339.129 límite líquido (INACAL, 2019)

Para determinar el límite líquido del suelo, se utilizó el aparato de Casagrande. Una muestra de suelo se mezcló con agua hasta alcanzar una consistencia plástica y se colocó en la copa del aparato. Se cortó una ranura en la muestra y se giró la manivela del aparato hasta que la ranura se cerró a una distancia de 12.7 mm después de 25 golpes.

d) NTP 339.129 límite plástico (INACAL, 2019)

El límite plástico se determinó tomando una muestra de suelo que se había mezclado con agua hasta alcanzar una consistencia plástica. La muestra se moldeó en hilos de 3 mm de diámetro hasta que comenzaron a desmoronarse. El contenido de humedad en este punto se determinó como el límite plástico. La diferencia entre el límite líquido y el límite plástico se denominó índice de plasticidad.

e) NTP 339.141 Proctor modificado (INACAL, 2019)

En el ensayo Proctor modificado, se utilizó un molde de volumen conocido y una muestra de suelo que se secó previamente, se aplicó el método A. La muestra se compactó en el molde en cinco capas, cada una de las cuales se compactó con 25 golpes de un pisón de 4.5 kg desde una altura de 450 mm. Después de la compactación, se determinó la densidad seca máxima (MDS) y el contenido de humedad óptimo (OCH), obteniendo la relación entre la densidad del suelo y su contenido de humedad en la curva de compactación.

f) NTP 339.145 CBR de laboratorio (INACAL, 2019)

Para el ensayo de CBR de laboratorio, se preparó una muestra de suelo que se compactó en un molde a la densidad y contenido de humedad especificados como óptimos de acuerdo al ensayo previo de compactación (Proctor modificado). La muestra se saturó durante 96 horas y luego se sometió a una carga utilizando un pistón a una velocidad constante. Se midió la resistencia del suelo a la penetración del pistón y se comparó con una curva estándar para determinar el valor de CBR, que indica la capacidad de soporte del suelo.

g) Resultados del estudio de mecánica de suelos

La subrasante en el Jr. Exequiel Montoya se caracteriza por ser un suelo fino clasificado como arcilla limosa, en el grupo A-7-5(22), con límite líquido (LL) de 41%, límite plástico (LP) de 11% e índice de plasticidad (IP) de 30%. Su compactación se alcanza en promedio con 7.75% del óptimo contenido de humedad (OCH), logrando 1.99 g/cm³ de máxima densidad seca (MDS). También se ha verificado que, presenta valores bajos de capacidad de soporte CBR al 100% de MDS en promedio de tan solo 2.59% (CBR menor a 6%), por lo que debe considerarse el mejoramiento del suelo con material de afirmado y/o over de acuerdo al MTC (2014).

Tabla 16

Propiedades del Suelo de la Subrasante del Jr. Exequiel Montoya

Calicata	C-1	C-2
Profundidad (m)	0.50-1.50	0.50-1.50
Clasificación		
SUCS	CL	CL
AASHTO	A-7-5(22)	A-7-5(22)
Índice de grupo	22	22
Porcentaje que pasa		
N° 4	85.87	85.78
N° 10	82.74	82.71
N° 40	80.12	80.18
N° 200	78.34	78.43
Límites		
LL (%)	41	41
LP (%)	11	11
IP (%)	30	30
Compactación		
DMS (g/cm ³)	1.99	1.99
OCH (%)	8.00	7.50
Capacidad de soporte		
CBR (%) al 100 MDS	2.60	2.58

3.6.1.4. Estudio de tránsito vehicular

El conteo vehicular del tránsito del Jr. Exequiel Montoya se realizó en la estación de conteo vehicular E01, ubicada a la altura de la comandancia de la ciudad de Chota. El conteo se llevó a cabo manualmente utilizando los formatos de conteo vehicular del MTC (2018), con la participación de dos personas que trabajaron por turnos durante 24 horas al día durante 7 días consecutivos en la primera semana de mayo.

Tabla 17

Localización de la Estación de Conteo en el Jr. Exequiel Montoya

Estación	Km	Coordenadas UTM WGS 84 17S	
		Este (m E)	Norte (m S)
E01	0+855	759231.00	9274243.00

Figura 26

Vista Satelital de la Localización de la Estación de Conteo en el Jr. Exequiel Montoya



Nota: (Google earth, 2024).

a) Planificación y preparación:

- Se eligió la Estación 1, ubicada estratégicamente a la altura de la comandancia, como el punto de observación.

b) Asignación de turnos:

- Se organizaron turnos de trabajo para dos personas, asegurando que hubiera una persona presente para registrar los datos durante las 24 horas del día.
- Los turnos se distribuyeron de manera que cada persona tuviera suficiente tiempo para descansar y mantenerse alerta durante sus períodos de conteo.

c) Recolección de datos:

- Cada persona recibió un formato estándar de registro en el cual se especificaban las categorías de vehículos a contar: automóviles, motocicletas, camiones ligeros, autobuses y camiones pesados.
- Durante su turno, cada persona se ubicó en la Estación 1 y registró manualmente el número de vehículos de cada tipo que pasaban por el jirón.
- Los datos se registraron en intervalos de 1 hora.

d) Procedimiento de conteo:

- Cada vehículo que pasaba por la estación se clasificaba y se contaba según su tipo, y los datos se anotaban inmediatamente en el formato de registro.
- Los observadores mantuvieron la concentración y registraron con precisión cada vehículo, especialmente en horas pico y periodos de alto tráfico.

e) Cambio de turnos:

- La persona saliente entregaba el formato de registro al entrante y se aseguraba de que todos los datos estuvieran correctamente anotados y organizados.

f) Consolidación de datos:

- Al final de cada día, los datos de los turnos se consolidaron y se revisaron.

Figura 27

Tesista en la Estación de Conteo E01 del Jr. Exequiel Montoya

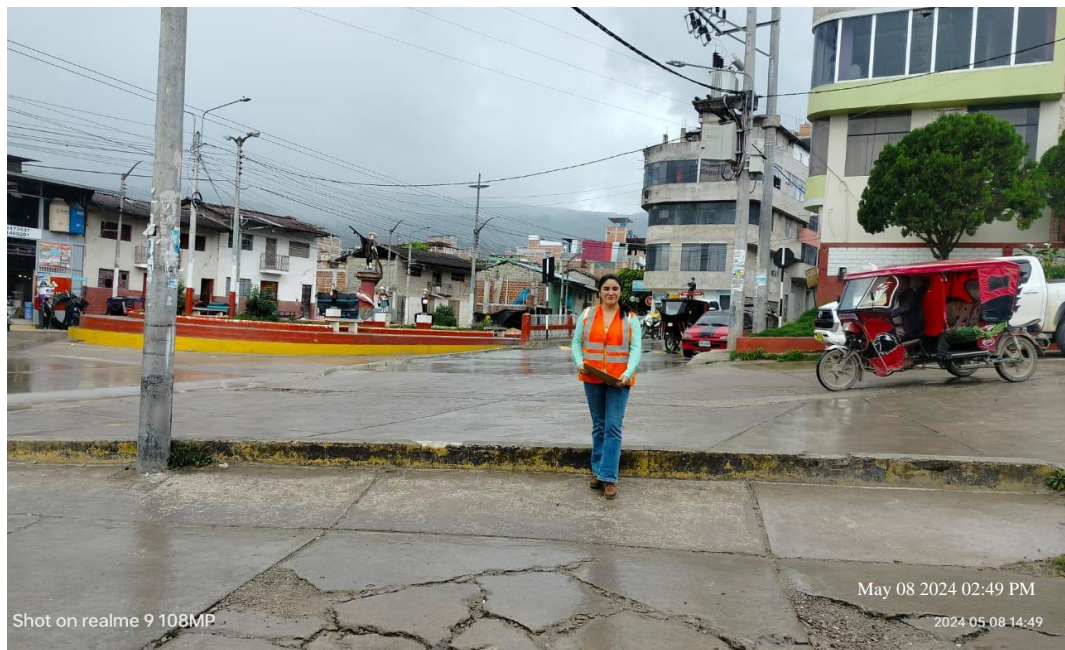


Figura 28

Conteo Vehicular Realizado en el Turno Diurno en la Estación E01 del Jr.

Exequiel Montoya



Figura 29

Conteo Vehicular Realizado en el Turno Nocturno en la Estación E01 del Jr.

Exequiel Montoya



g) Análisis de datos:

- Después de los 7 días de conteo, todos los registros se compilaron en una base de datos central para determinar el índice medio diario (IMDA) de tránsito vehicular.
- Se determinó los patrones de tráfico, incluyendo el volumen promedio diario, las horas pico y la distribución de los tipos de vehículos.

h) Resultados del conteo vehicular:

De acuerdo al conteo vehicular el día con mayor tránsito es el domingo con 1319 veh/día, mientras que, el día con menor tránsito vehicular es el lunes con 901 veh/día. El 91.2% de los vehículos son ligeros y solo el 8.8% son pesados. El IMDA del Jr. Exequiel Montoya asciende a 1148 veh/día.

Tabla 18

IMDA de Vehículos en el Jr. Exequiel Montoya

Tipo de vehículos			IMD	Distribución (%)	
Vehículos ligeros	Auto		295	25.7	
	Station		46	4.0	
	Camionetas	Pick Up		379	33.0
		Panel		21	1.8
		Rural Combi		291	25.3
	Micro		16	1.4	
Vehículos pesados	Bus	2 E	28	2.4	
	Camión	2 E	51	4.4	
		3 E	21	1.8	
Total			1148	100.0	

Figura 30

Número de Vehículos que Pasan por el Jr. Exequiel Montoya

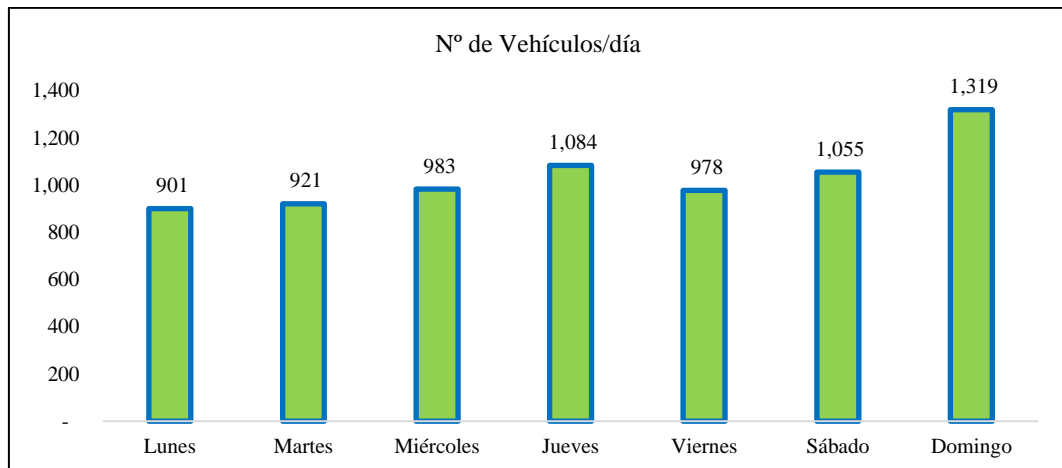


Figura 31

Clasificación Vehicular Ligera y Pesada que Pasa por el Jr. Exequiel Montoya

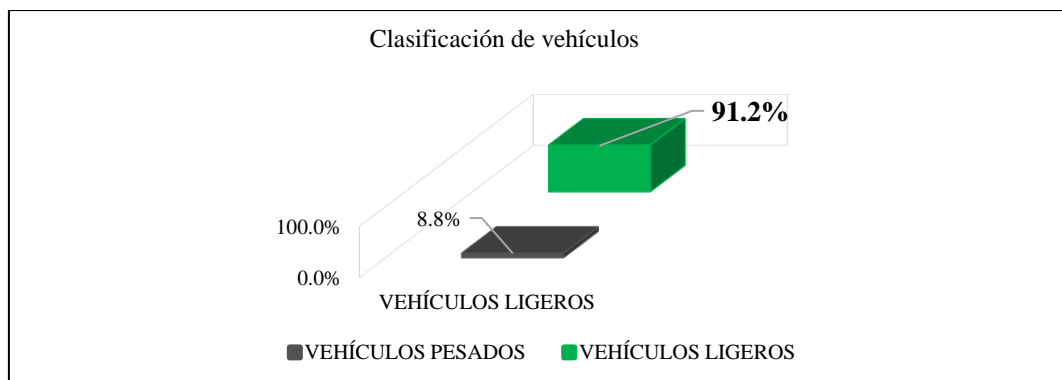


Figura 32

Composición del Tráfico Vehicular que Pasa por el Jr. Exequiel Montoya

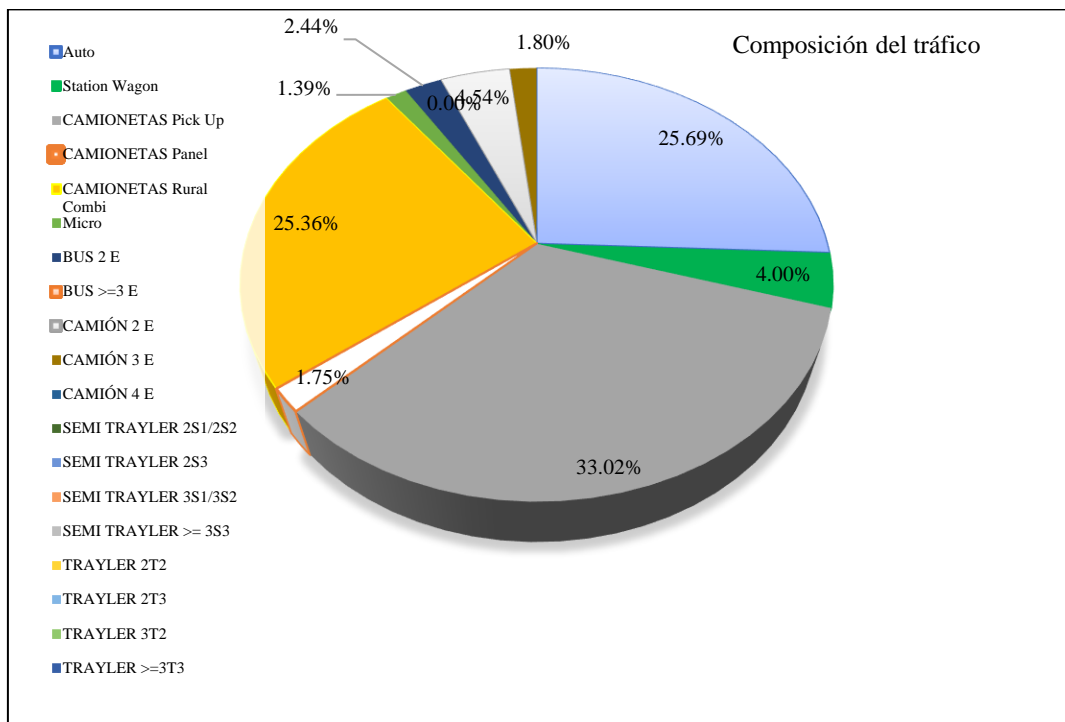
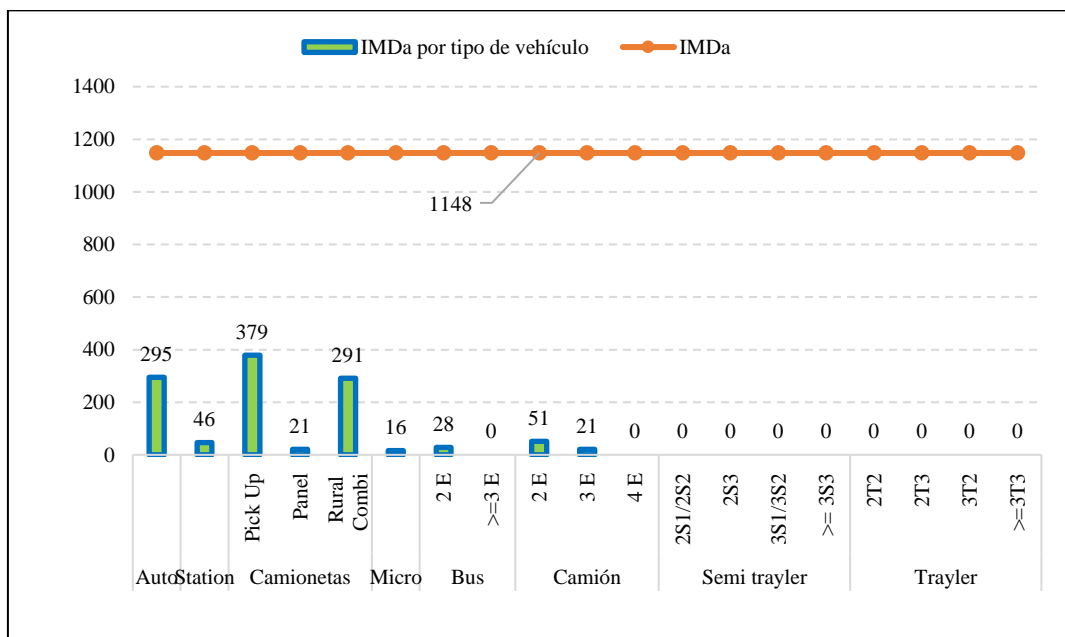


Figura 33

IMDa de Vehículos en el Jr. Exequiel Montoya



i) Cálculo del ESALS:

El cálculo ESALS para el diseño del pavimento del Jr. Exequiel Montoya se ha realizado de acuerdo al MTC (2018), donde se especifica que el factor de número de repeticiones de ejes equivalentes (EE) cambia en relación al tipo de vehículo, pero también de acuerdo al tipo de pavimento, siendo así la ecuación para el cálculo de los ejes equivalentes (EE) es distinto para pavimento rígido y para flexible y semirrígido, por lo que, el número final de ESALS también cambia para cada tipo de pavimento, siendo 1739210 N° de repeticiones EE para pavimento rígido y 1578145 N° de repeticiones EE para pavimento flexible y semirrígido, pero en ambos casos se clasifica como tráfico vehicular TP6.

Tabla 19

ESALS para Pavimento Rígido en el Jr. Exequiel Montoya

Tipo de vehículos	IMDa	EE _{dia-carril}	FCA	Días por año	Parcial
vehículos menores	1048.00	0.46	23.29	365	3910.0
camión de dos ejes c2	51.00	89.99	25.80	365	847436.0
ómnibus de pasajeros b2	28.00	49.41	23.29	365	420027.0
ómnibus de pasajeros b3-1	0.00	0	23.29	365	0.0
camión de carga tres ejes c3	21.00	49.68	25.80	365	467837.0
Nrep de EE 8.2 ton					1739210

Tabla 20

ESALS para Pavimento Flexible y Semirrígido en el Jr. Exequiel Montoya

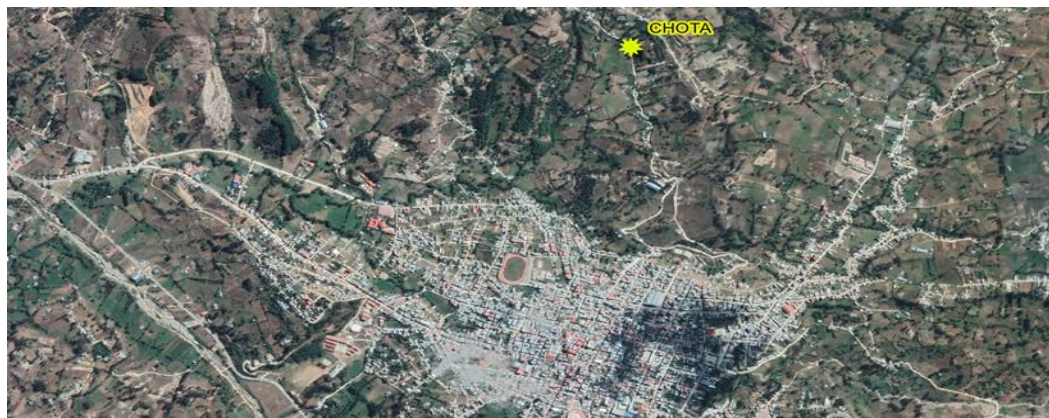
Tipo de vehículos	IMDa	EE _{dia-carril}	FCA	Días por año	Parcial
vehículos menores	1048.00	0.550	23.28	365	4674.0
camión de dos ejes c2	51.00	88.660	25.80	365	835020.0
ómnibus de pasajeros b2	28.00	48.680	23.28	365	413710.0
ómnibus de pasajeros b3-1	0.00	0.000	23.28	365	0.0
camión de carga tres ejes c3	21.00	34.480	25.80	365	324741.0
Nrep de EE 8.2 ton					1578145

3.6.1.5. Estudio de hidrología para diseño de cunetas

El estudio hidráulico de la calle Jr. Exequiel Montoya se llevó a cabo de manera sistemática y rigurosa, utilizando una variedad de datos meteorológicos y métodos de análisis avanzados para garantizar la precisión de los resultados. En primer lugar, se recopiló un conjunto de datos de precipitaciones meteorológicas de los últimos 50 años provenientes de la estación de Chota. Este histórico de datos fue cuidadosamente analizado para identificar y eliminar outliers, asegurando que solo se consideraran las mediciones más representativas.

Figura 34

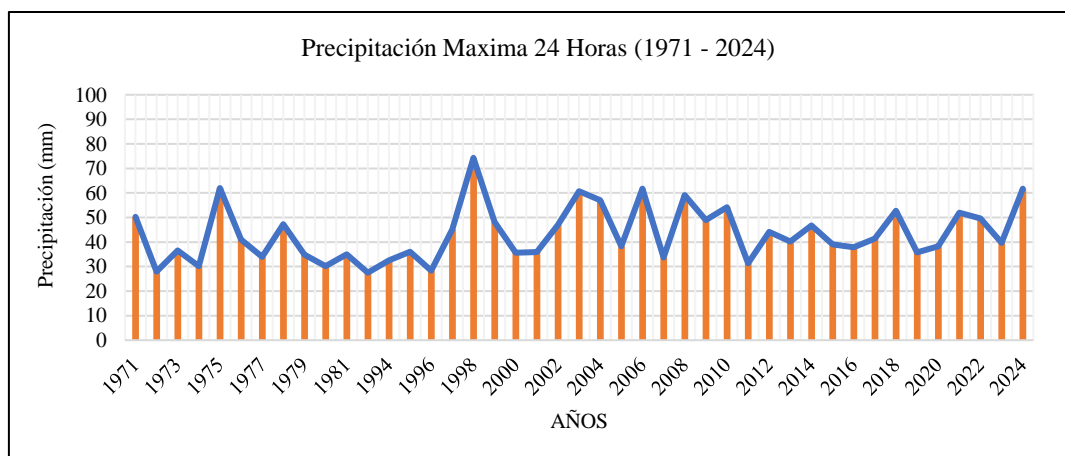
Ubicación de la Estación Chota



Nota: (Google earth, 2024).

Figura 35

Precipitación Máxima 24 horas de 1971 – 2024 de la Estación Chota



Posteriormente, los datos de precipitaciones fueron ajustados mediante la aplicación de un coeficiente de 1.13, recomendado por la Organización Meteorológica Mundial. Este ajuste es importante, ya que tiene como objetivo compensar posibles variaciones y mejorar la representatividad de las precipitaciones en el diseño hidráulico.

Para entender mejor el comportamiento de las precipitaciones, se procedió a verificar el modelo de distribución que se ajustaba a los datos. En este caso, se optó por la distribución log-Pearson tipo III, que es ampliamente utilizada en estudios hidráulicos debido a su capacidad para modelar fenómenos de precipitación extrema.

Tabla 21

Resultados de la Prueba de Kolmogorov-Smirnov a un Nivel de Significancia de 5%

Distribución teórica de probabilidades	Estimación de parámetros		
	Δ teórico	Δ tabular	¿Se ajustan los datos?
Normal	0.1147	0.2074	SÍ
Log-Normal de 2 parámetros	0.0768	0.2074	SÍ
Log-Normal de 3 parámetros	0.0833	0.2074	SÍ
Gamma (2 parámetros)	0.0897	0.2074	SÍ
Gamma generalizado (3 parámetros)	0.0715	0.2074	SÍ
Log-Pearson tipo III	0.0656	0.2074	SÍ
Gumbel	0.0718	0.2074	SÍ
Log-Gumbel	0.1102	0.2074	SÍ

Con los datos ajustados y el modelo adecuado, se generaron las curvas IDF (Intensidad-Duración-Frecuencia) utilizando el programa HidroEsta. Este software aplicó el método de Dyck y Peschke, que permite obtener las relaciones de intensidad de precipitación en función de la duración y la frecuencia de

ocurrencia, proporcionando una herramienta fundamental para el diseño hidráulico.

Figura 36

Cálculo de las Intensidades Máximas con el Método de Dyck y Peschke

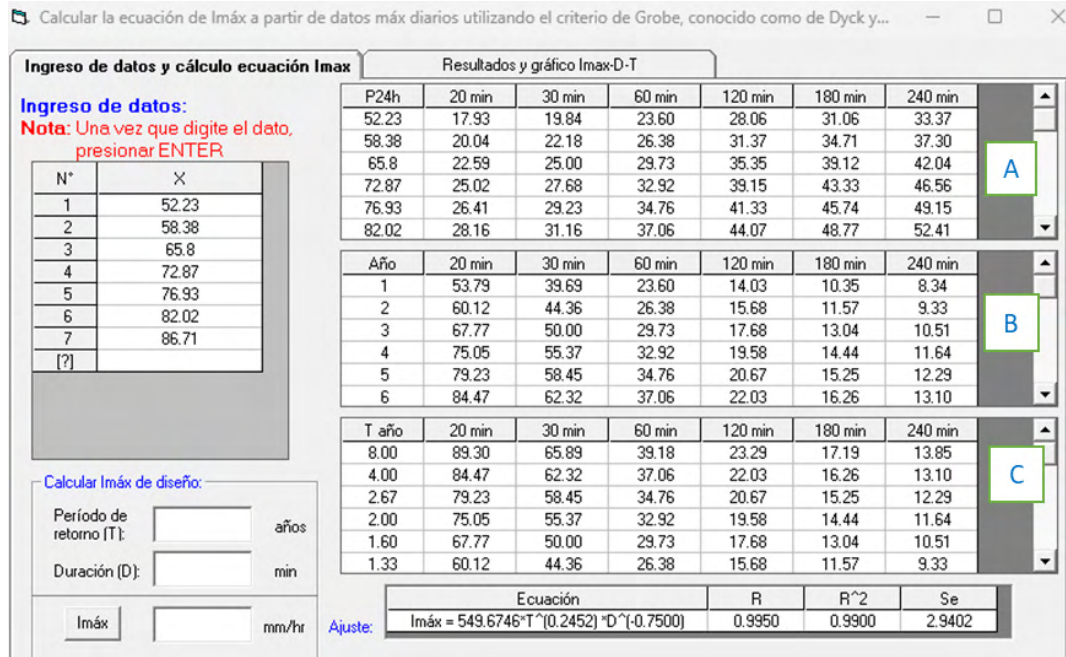
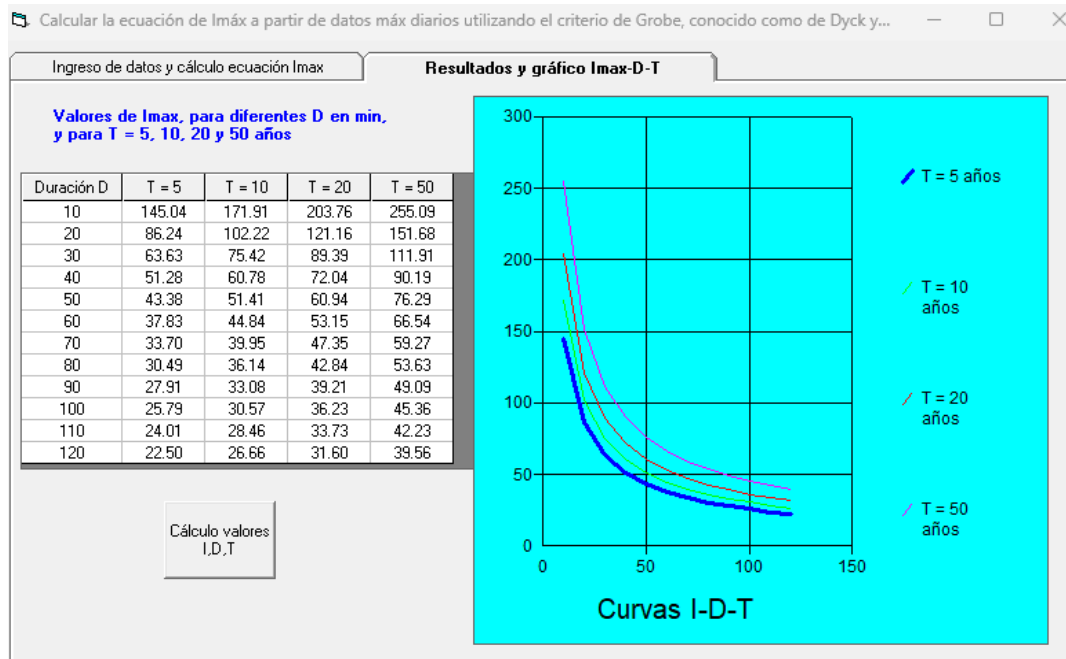


Figura 37

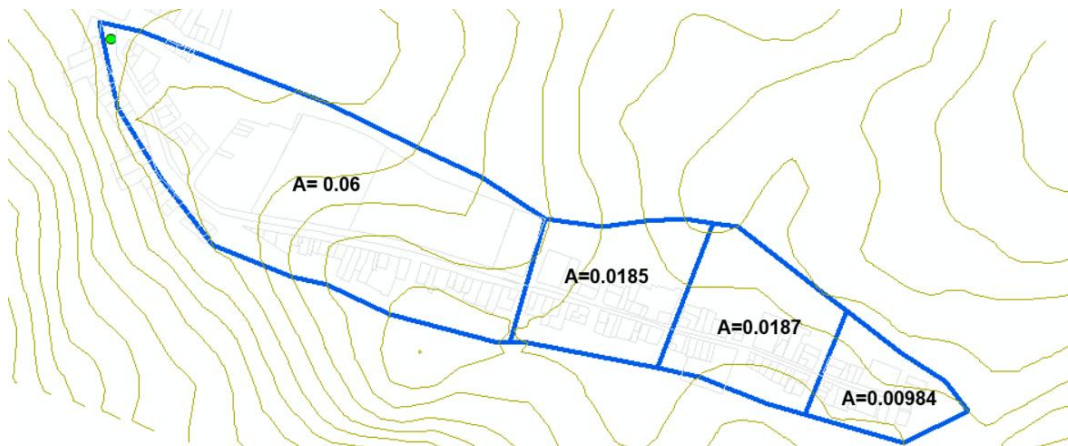
Curvas Intensidad – Duración – Tiempo (IDF)



Una vez obtenidas las curvas IDF, se delimitó el área de aporte del proyecto, lo cual es esencial para entender cómo las aguas pluviales se comportarían en la zona de estudio. A partir de esta delimitación, se calculó el tiempo de concentración, un parámetro que indica el tiempo que tarda el agua en llegar al punto más crítico de escorrentía.

Figura 38

Delimitación del Área de Aporte



El estudio también tuvo en cuenta los coeficientes de escorrentía, que son determinantes para calcular la cantidad de agua que efectivamente fluye por la superficie. Para el pavimento asfáltico, se estableció un coeficiente de escorrentía de 0.81, mientras que, para el pavimento rígido y adoquinado, el coeficiente fue de 0.83. Estos valores reflejan la capacidad de cada tipo de pavimento para permitir el paso del agua, influyendo directamente en los caudales de escorrentía.

Tabla 22

Coefficientes de Escorrentía para Cunetas

Características de la superficie	Periodo de retorno (años)							
	2	5	10	10.52	25	50	100	500
Asfáltico	0.73	0.77	0.81	0.81	0.86	0.90	0.95	1.00
Concreto / techo	0.75	0.80	0.83	0.83	0.88	0.92	0.97	1.00

Con esta información, se procedió a calcular los caudales de escorrentía, que son vitales para el diseño de las cunetas. Se diseñaron dos tipos de cunetas: rectangulares y triangulares. Curiosamente, los cálculos revelaron que, a pesar del diferente tipo de pavimento (rígido y flexible), ambos tipos de cunetas presentaban las mismas dimensiones.

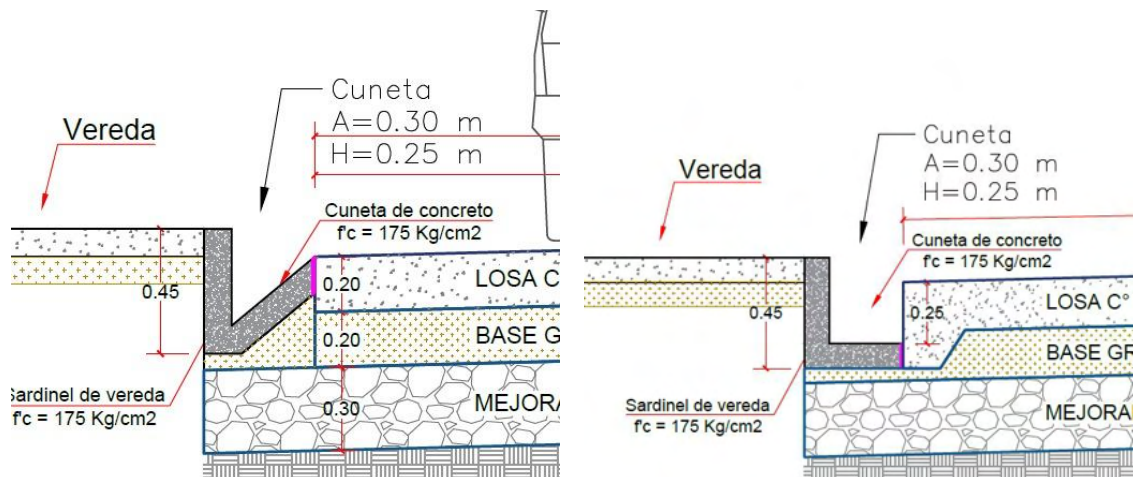
Tabla 23

Caudales y Dimensiones de las Cunetas

Tipos de cunetas	Caudal (m ³ /s)			Dimensiones de las cunetas
	Pavimento rígido	Pavimento adoquinado	Pavimento flexible	
Triangulares	0.19	0.19	0.19	0.30x0.25
Rectangulares	2.35	2.35	2.29	0.30x0.25

Figura 39

Dimensiones de las Cunetas Diseñadas para las Propuestas de Pavimentación



3.6.1.6. Cálculo del espesor de mejoramiento de la subrasante

Debido a que, el CBR del suelo natural en el Jr. Exequiel Montoya es 2.58%, se ha realizado su mejoramiento para que, sea como mínimo 6%, de acuerdo al MTC (2014). Siendo así, se utilizaron las ecuaciones de Guzmán & Patiño (2018) para convertir el CBR a módulo de reacción de la subrasante.

$$K = 2.55 + 52.5 \log 2.58, \text{ si } CBR \leq 10\% \quad (30)$$

$$K = 24.16 \text{ MPa/m} \quad (31)$$

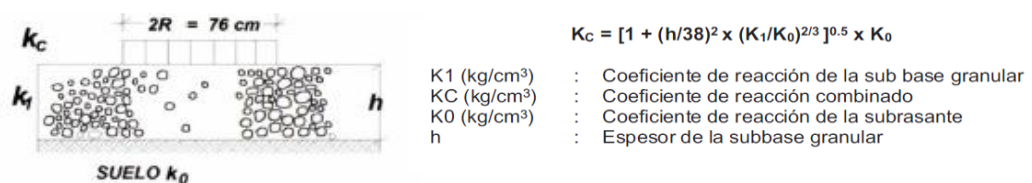
$$K = 2.42 \text{ kg/cm}^3 \quad (32)$$

Donde, K es el módulo de reacción del suelo, CBR la capacidad de soporte.

Obtenido el k de la subrasante se ha incrementado mediante el mejoramiento utilizando las ecuaciones dadas por el MTC (2014), para módulo de reacción combinada (para mayor detalle ver anexo). Obteniendo que, con 30 cm de mejoramiento con Over se logra incrementar el CBR de la vía a 7.02%, alcanzando un módulo de reacción de 4.72 kg/cm³.

Figura 40

Mejoramiento del Módulo de Reacción de la Subrasante con 30 cm de Over



Fuente: (MTC, 2014)

Manual de carreteras. Suelos, geología y geotecnia. Sección Suelos y pavimentos

$$Kc = \left[1 + \left(\frac{h}{38} \right)^2 \times \left(\frac{k_1}{k_0} \right)^{2/3} \right]^{0.5} \times k_0$$

$Kc \text{ (kg/cm}^3\text{)} = 4.71 \cong 4.72 \quad \text{CUMPLE}$

CBR (kg/cm ²)	Capacidad de soporte del Over	100.00
K1 (Mpa/m):	Coeficiente de reacción de la subbase granular	229.89
K1 (kg/cm ³):	Coeficiente de reacción de la subbase granular	23.04
Kc (Mpa/m):	Coeficiente de reacción combinado	46.99
Kc (kg/cm ³):	Coeficiente de reacción combinado	4.71
K0 (Mpa/m):	Coeficiente de reacción de la subrasante	24.16
K0 (kg/cm ³):	Coeficiente de reacción de la subrasante	2.42
h (cm):	Espesor de la subbase granular	30

3.6.1.7. Diseño de las alternativas de pavimentación

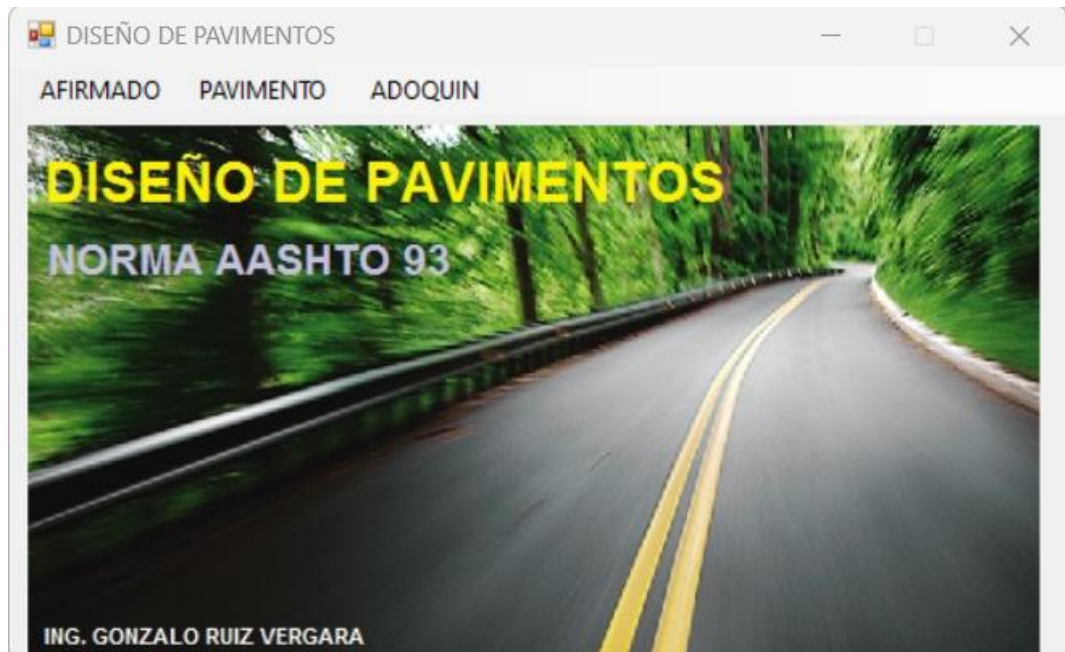
Para el diseño en el Jr. Exequiel Montoya, se siguieron meticulosamente las indicaciones del manual del MTC (2014). Se elaboraron hojas de cálculo detalladas para cada tipo de pavimento propuesto: rígido, flexible y adoquinado. Estas hojas de cálculo incluyeron todos los parámetros necesarios para el diseño, como las cargas de tráfico, las características del suelo, y las propiedades de los materiales a utilizar, siguiendo los lineamientos técnicos y normativos del manual.

Además de las hojas de cálculo, se utilizó el programa “Diseño de pavimentos” desarrollado por el Ing. Gonzalo Ruiz Vergara, un software de uso libre especializado en el diseño de estructuras de pavimento. Este programa permitió realizar una validación adicional de los cálculos efectuados manualmente. Con su ayuda, se verificaron las dimensiones de los espesores de las diferentes capas de pavimento para cada alternativa, asegurando que los resultados obtenidos en las hojas de cálculo fueran consistentes y precisos.

El uso combinado de las hojas de cálculo manuales y el software proporcionó una doble validación del diseño, lo que aumentó la confiabilidad de las recomendaciones finales para las capas estructurales de cada tipo de pavimento. Los detalles de estos cálculos se documentaron extensamente en el anexo de la tesis (ver para mayor detalle), donde se describen los procedimientos seguidos, las fórmulas empleadas, y los resultados obtenidos.

Figura 41

Vista del Programa de Diseño de Pavimentos



Nota: El programa fue creado por el Ing. Gonzalo Ruiz Vergara y es de uso libre.

Figura 42

Interfaz de Diseño de Pavimento Rígido

ESAL DISEÑO	
# Total de ejes Equivalentes (W18)	1739210
Factor de Distribución Direccional (Fd)	0.50
Factor Camil (Fc)	1
ESAL diseño	869605
Parámetros	
Periodo de Diseño (n)	20
Confiability	85
Zr	-1.037
Serviciabilidad	
PSI Inicial	4.30
PSI Final	2.50
Desv. Estandar	0.35

PROPIEDADES MATERIALES	
SUELO	
CBR % subras	7.02
Mr Subras	8.892966 Ksi
CONCRETO	
f'c (kg/cm2)	210
Ec MPa	3.111928
MOD. Reacción Subras -K	6.18 Ver
Modulo de Rotura	491.357
Transferencia de Carga - J	2.80 Ver
Coefficiente de Drenaje - Cd	1.00 Ver

DISEÑO	
Espesor Losa (D)	8.04 Pulg
Espesor D cm	20.4216 cm
Espesor de Sub Razante	15 cm

Figura 43

Interfaz de Diseño de Pavimento Flexible

Figura 44

Interfaz de Diseño de Pavimento Adoquinado

3.6.1.8. Modelamiento de las alternativas de pavimentación

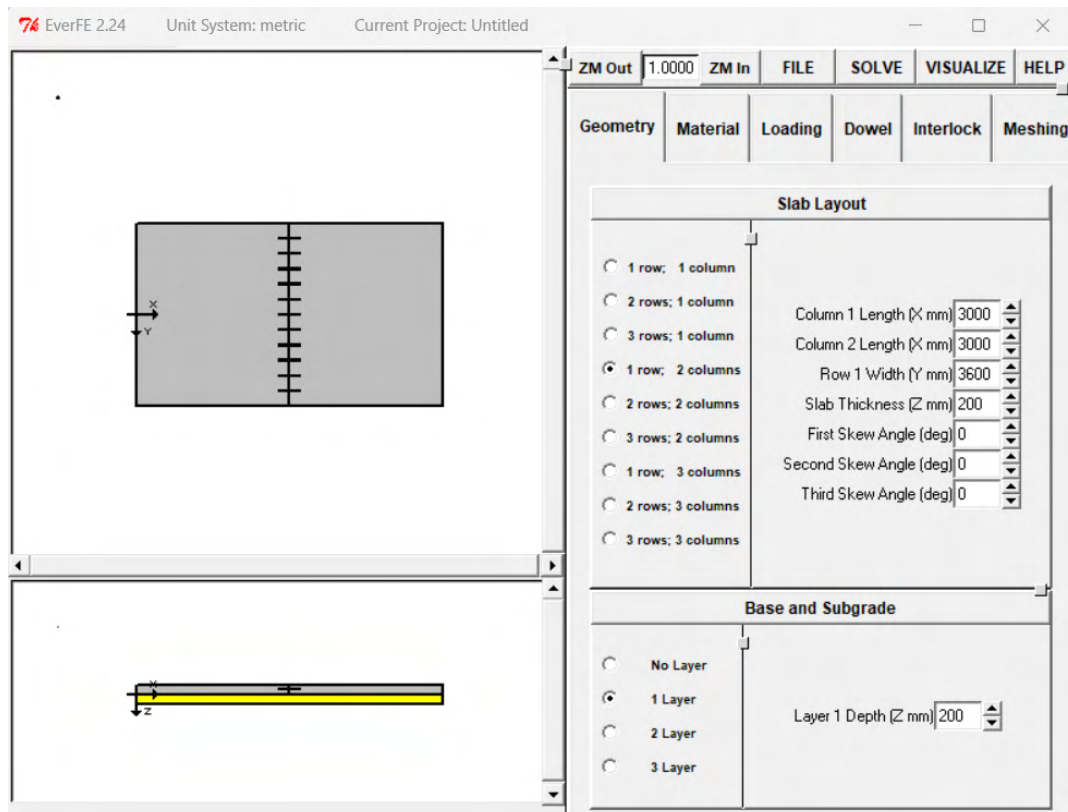
Para analizar las tensiones y deformaciones de cada una de las alternativas de pavimentación se utilizó el programa EverFE 2.24, cuyo procedimiento es descrito en un tutorial dado por la Universidad Nacional San Cristóbal de Huamanga (UNSCH, 2020).

a) Pavimento rígido

En el proceso de modelamiento y comprobación del diseño del pavimento, inicialmente se definieron las características geométricas clave, incluyendo el espesor de la losa de pavimento, fijado en 200 mm, y el espesor de la base granular, también de 200 mm, además de dar dimensiones en largo y ancho al paño de losa, estas dimensiones se definieron de acuerdo al plano topográfico del Sr. Exequiel Montoya.

Figura 45

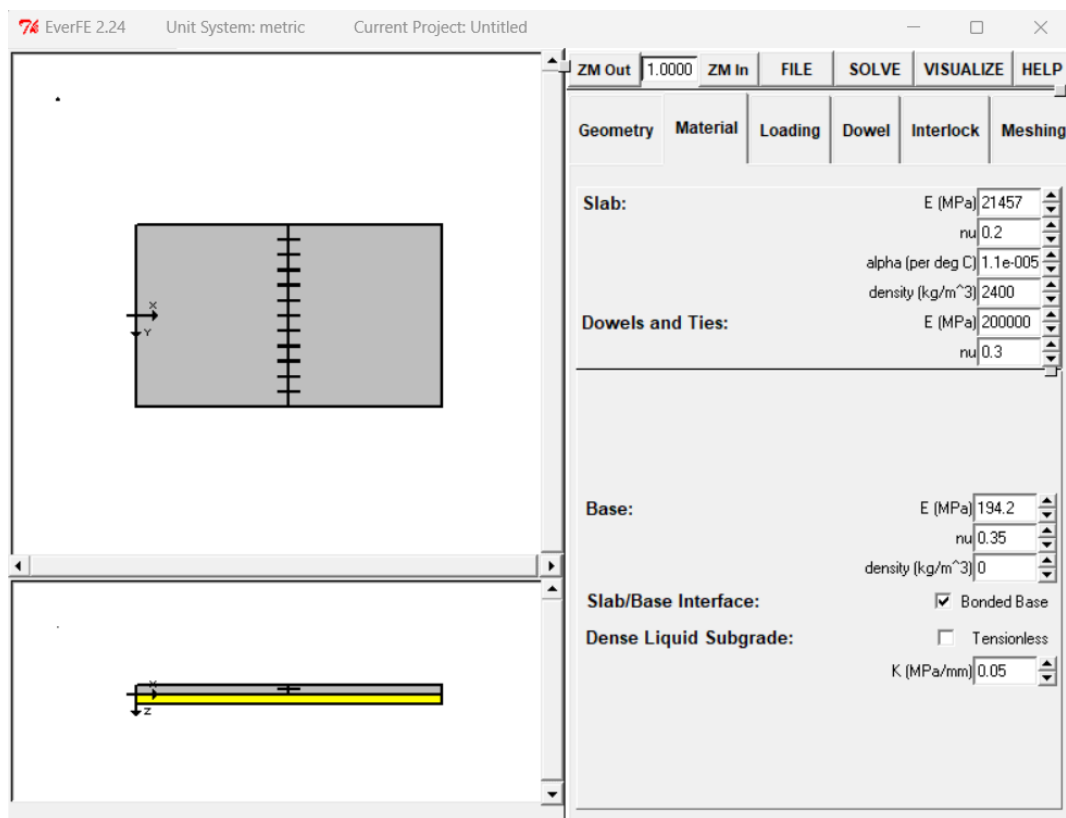
Definición de la Geometría del Pavimento Rígido



Luego de definir la geometría, se definieron las propiedades de los materiales que componen el pavimento, tales como, la losa de concreto f^c 210 kg/cm² con módulo de elasticidad de 21457 MPa y densidad de 2400 kg/m³; y la base granular con material de CBR al 100% MDS de 80%, donde en lugar de colocar el módulo de elasticidad (E) se coloca el módulo de reacción del material granular siendo 194.20 MPa.

Figura 46

Definición de las Propiedades de los Materiales del Pavimento Rígido

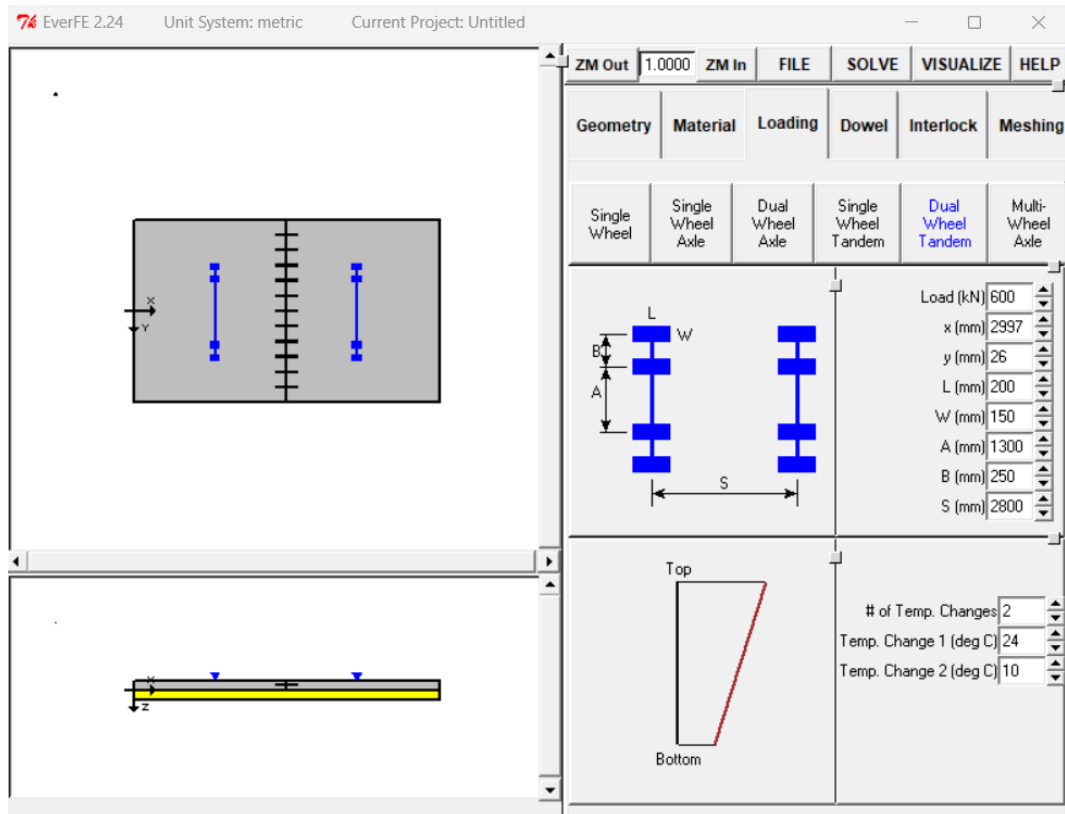


Después de definir las características geométricas y materiales, se procedió a modelar la carga vehicular, fundamental para evaluar el comportamiento del pavimento bajo condiciones de uso real. Se utilizó un modelo de carga para un vehículo hipotético, conocido como Tándem Dual, que representa una configuración de carga común y genera los máximos esfuerzos en el pavimento. Este modelo de carga también se empleó en el análisis de otras

alternativas de pavimentación para mantener la consistencia en los resultados comparativos.

Figura 47

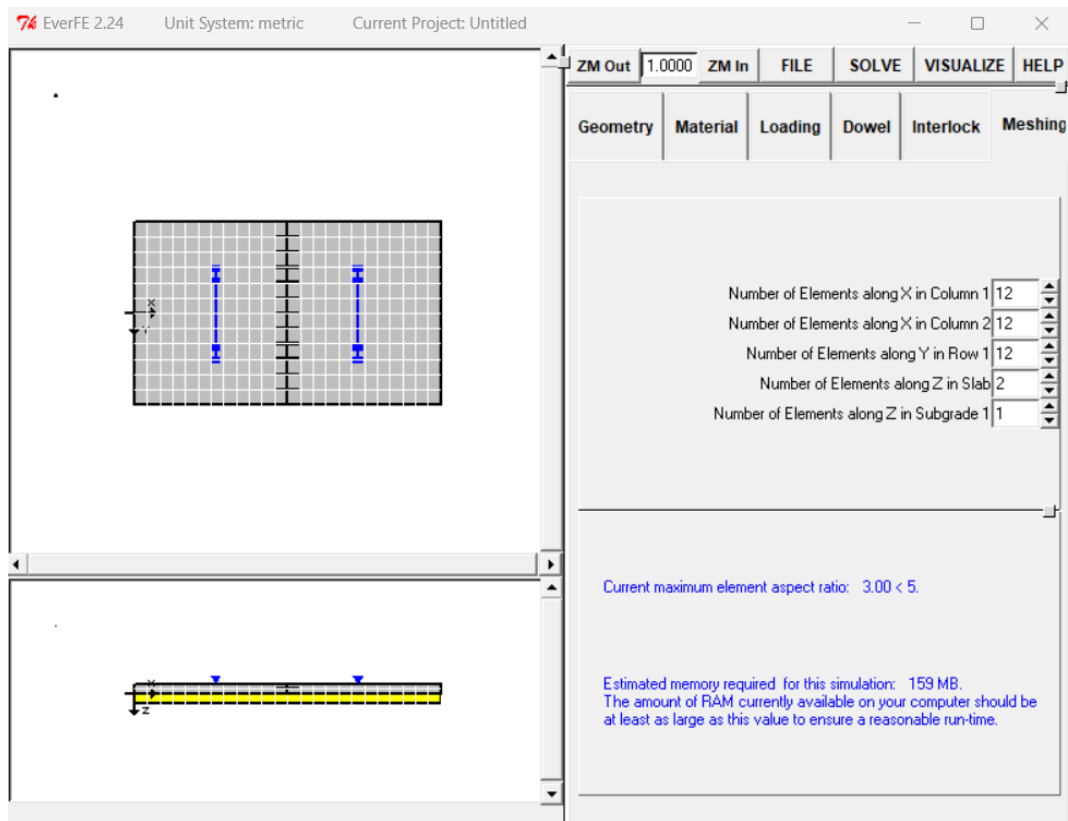
Cargas del Tándem Dual para el Análisis del Pavimento



Dado que el análisis se realiza mediante un programa de elementos finitos, fue necesario determinar el número de divisiones o "partes" en las que se segmentaría el modelo para el análisis. En este caso, se optó por utilizar la configuración predeterminada del programa, la cual es adecuada para obtener un equilibrio entre precisión y eficiencia computacional. Finalmente, se ejecutó el programa para calcular los esfuerzos y deformaciones generados por la carga vehicular sobre el pavimento.

Figura 48

Configuración de Análisis de Elementos Finitos



b) Pavimento flexible

En el estudio del comportamiento de pavimentos, el programa EverFE 2.24 se emplea comúnmente para modelar pavimentos rígidos, como los de concreto, debido a su capacidad para simular cómo estos pavimentos responden a cargas vehiculares. Sin embargo, en esta investigación, se decidió utilizar EverFE 2.24 para analizar también pavimentos flexibles, que en gran medida consisten en capas de asfalto y materiales granulares. El objetivo principal de este análisis era estudiar las deflexiones, que son los desplazamientos verticales que ocurren en la superficie del pavimento cuando se aplica una carga.

Para modelar un pavimento flexible en EverFE 2.24, se realizaron ajustes específicos, principalmente en dos áreas: Geometría del Pavimento y

características de los materiales. La geometría del modelo se ajustó para reflejar las características de un pavimento flexible. Esto implicó definir las capas que componen el pavimento, como la capa asfáltica, la base y subbase granular, con sus respectivos espesores y disposición. Las características de los materiales se han incorporado en relación al módulo de elasticidad de la capa asfáltica y su densidad, mientras que, para base granular se ha colocado el módulo de reacción de un material de 80% de CBR, siendo 194.23 MPa, y la subbase granular se ha colocado el módulo de reacción de un material de 40% de CBR, siendo 116.21 MPa. Se ha mantenido la misma carga vehicular, y el mismo análisis de elementos finitos dado por defecto en el programa EverFE 2.24.

Figura 49

Definición de la Geometría del Pavimento Flexible

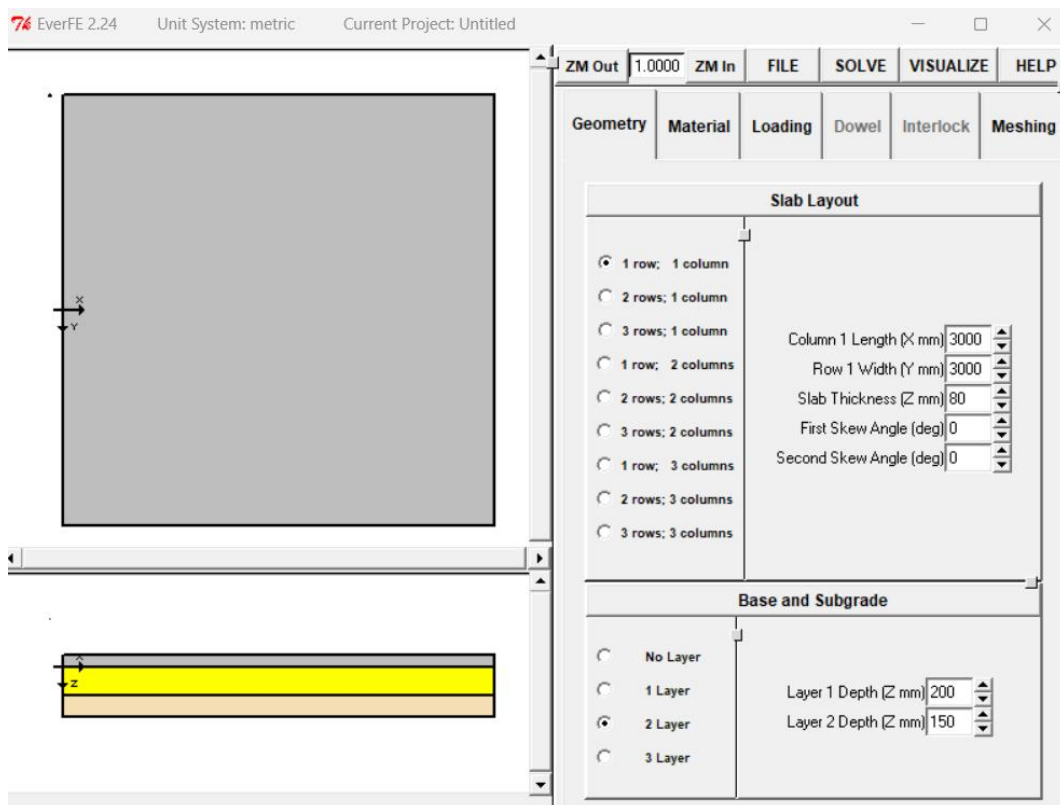
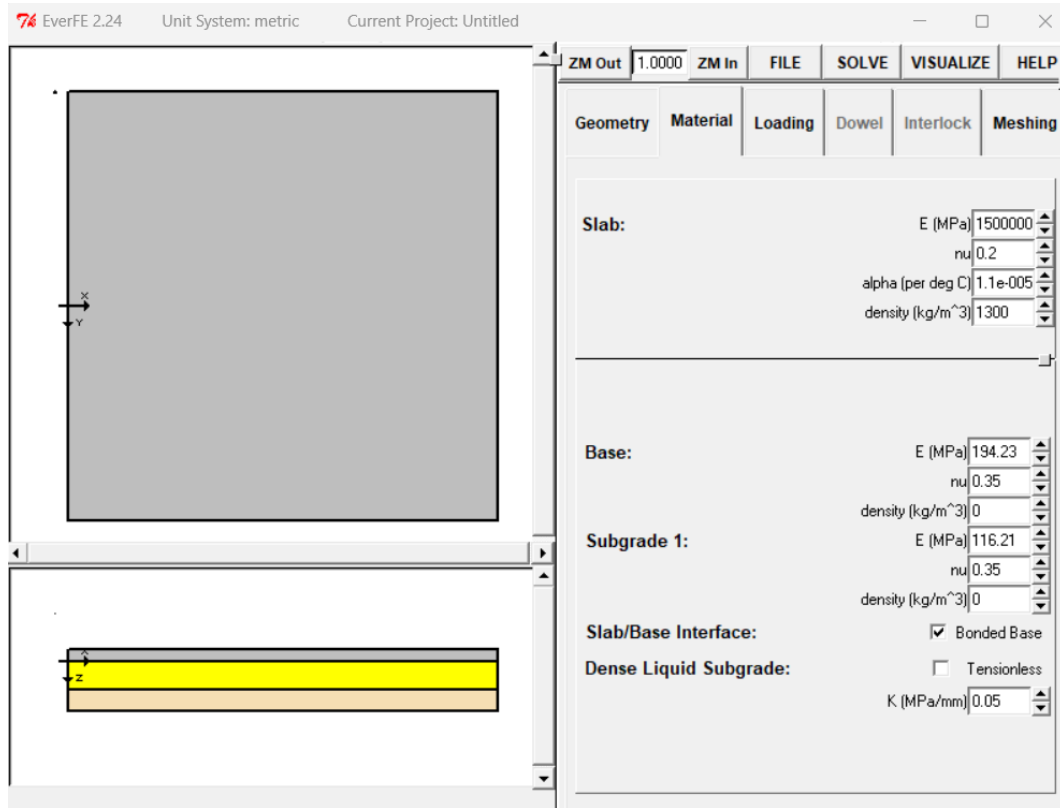


Figura 50

Definición de las Propiedades de los Materiales del Pavimento Flexible



c) Pavimento adoquinado

El programa EverFE 2.24 se utiliza generalmente solamente para pavimentos rígidos, no obstante, como objetivo de análisis en la investigación se ha considerado la formulación de las deflexiones para el pavimento adoquinado y para ello, solamente se ha modificado la geometría del pavimento y las características de los materiales, se ha mantenido la misma carga vehicular, y el mismo análisis de elementos finitos dado por defecto.

Figura 51

Definición de la Geometría del Pavimento Adoquinado

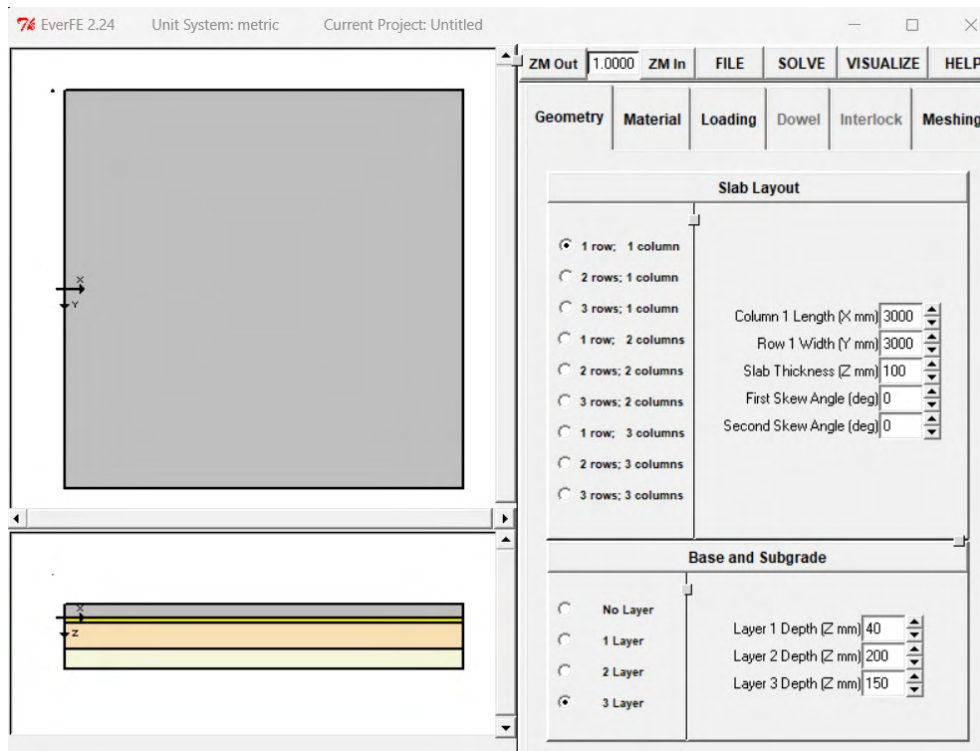
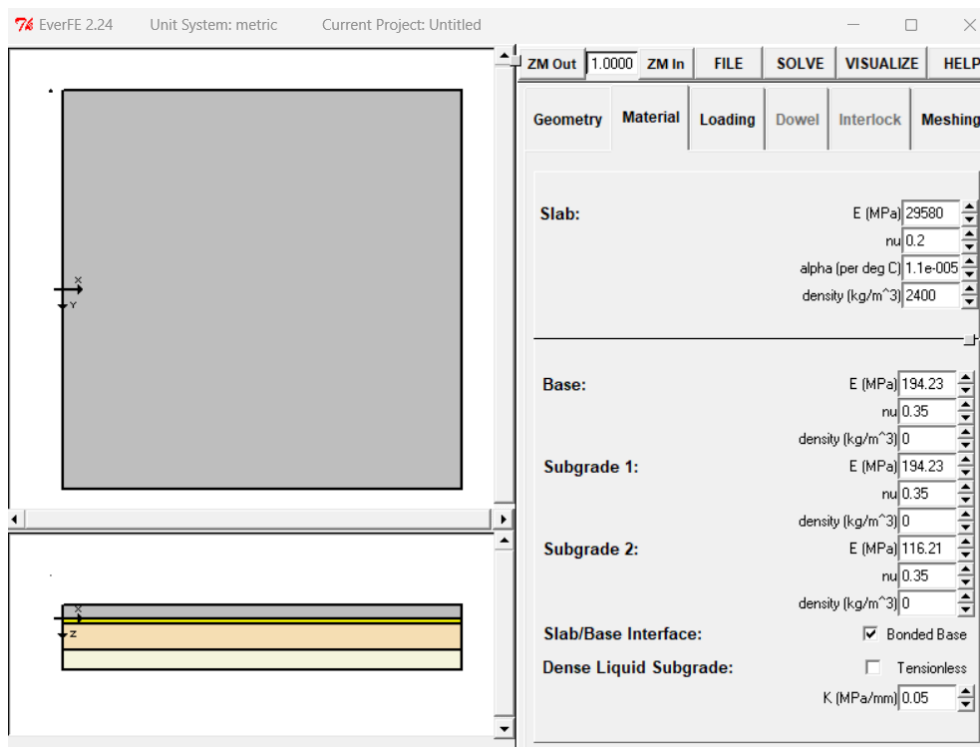


Figura 52

Definición de las Propiedades de los Materiales del Pavimento Adoquinado



3.6.1.9. Análisis económico de las alternativas de pavimentación

Para llevar a cabo el análisis económico de las alternativas de pavimentación en el Jr. Exequiel Montoya, se realizó el metrado, análisis de costos unitarios y resumen de presupuesto únicamente de la estructura del pavimento.

a) Metrados de las partidas de la estructura

Se realizó el metrado de cada una de las partidas de la estructura del pavimento, que incluyeron pavimento rígido, pavimento flexible y pavimento adoquinado. Esto se logró calculando el área total de pavimentación y su extensión, basándose en los planos generales del proyecto. A partir de estos planos, se identificaron las dimensiones exactas del área a pavimentar y se definieron las características específicas de cada alternativa, como el espesor de las capas de material y la configuración estructural.

b) Costos unitarios

Con el metrado completado, el siguiente paso fue desarrollar un análisis de costos unitarios para cada partida. Este análisis se realizó en Microsoft Excel 2022, donde se desglosaron todos los costos asociados con cada componente del pavimento. Los costos unitarios incluyen el precio de los materiales necesarios (como concreto, asfalto, adoquines y agregados), así como los costos relacionados con la mano de obra y el uso de equipos de construcción.

c) Resumen de presupuesto de la construcción

Se formuló el resumen de presupuesto. Este resumen consolidó todos los costos unitarios calculados, proporcionando una visión integral del costo total de construcción para cada tipo de pavimento. El resumen permitió comparar económicamente las alternativas de pavimento rígido, flexible y adoquinado,

ayudando a identificar cuál opción era más coste-efectiva y adecuada para el proyecto, teniendo en cuenta factores como el mantenimiento y la viabilidad económica a largo plazo (también analizada – ver anexos).

d) Costo de operación y mantenimiento

El costo de operación se ha formulado en relación al costo de mantenimiento siendo igual al 10% de este, mientras que, el costo de mantenimiento se determina de acuerdo a las actividades necesarias para mantener el nivel de serviciabilidad de la vía en el tiempo de acuerdo al mantenimiento rutinario y mantenimiento periódico, siendo así, estos se describen a continuación:

$$\text{Costo de operación} = 0.1 \times \text{costo de mantenimiento} \quad (33)$$

Tabla 24

Costo de Mantenimiento del Pavimento Flexible

Descripción	Und.	Metrado	Precio (S/.)	Parcial (S/.)
MANTENIMIENTO RUTINARIO				10,031.99
SELLADO DE FISURAS Y GRIETAS	m	806.43	5.34	4,306.34
LIMPIEZA DE MARCAS EN EL PAVIMENTO	m	8,064.30	0.71	5,725.65
MANTENIMIENTO PERIÓDICO (cada 3 años)				109,505.13
PARCHADO SUPERFICIAL DE PAVIMENTO FLEXIBLE (50% V.A)	m2	4,032.15	26.09	105,198.79
SELLADO DE FISURAS Y GRIETAS	m	806.43	5.34	4,306.34
MANTENIMIENTO PERIÓDICO (cada 6 años)				214,703.92
MICROFRESADO DE CARPETA ASFÁLTICA (100% V.A)	m2	8,064.30	26.09	210,397.59
SELLADO DE FISURAS Y GRIETAS	m	806.43	5.34	4,306.34
MANTENIMIENTO PERIÓDICO (cada 9 años)				162,104.53
PARCHADO SUPERFICIAL DE PAVIMENTO FLEXIBLE (50% V.A)	m2	4,032.15	26.09	105,198.79
PARCHADO SUPERFICIAL DE PAVIMENTO FLEXIBLE (50% V.C)	m2	2016.075	26.09	52,599.40
SELLADO DE FISURAS Y GRIETAS	m	806.43	5.34	4,306.34
				496,345.57

Tabla 25*Costo de Mantenimiento del Pavimento Rígido*

Descripción	Und.	Metrado	Precio (S/.)	Parcial (S/.)
MANTENIMIENTO RUTINARIO				10,031.99
SELLADO DE FISURAS Y GRIETAS	m	806.43	5.34	4,306.34
LIMPIEZA DE MARCAS EN EL PAVIMENTO	m	8,064.30	0.71	5,725.65
MANTENIMIENTO PERIÓDICO (cada 5 años)				284,056.90
RESELLADO DE JUNTAS Y SELLADO DE GRIETAS	m	806.43	7.29	5,878.87
PARCHADO SUPERFICIAL EN PAVIMENTO RÍGIDO (50% V.A)	m2	4,032.15	68.99	278,178.03
MANTENIMIENTO PERIÓDICO (cada 5 años)				89,332.28
RESELLADO DE JUNTAS Y SELLADO DE GRIETAS	m	806.43	7.29	5,878.87
PARCHADO SUPERFICIAL EN PAVIMENTO RÍGIDO (30% V.S)	m2	1,209.65	68.99	83,453.41
MICROFRESADO DE LOSAS (50% V.A)	m2	4,032.15	12.81	51,651.84
				383,421.18

Tabla 26*Costo de Mantenimiento del Pavimento Adoquinado*

Descripción	Und.	Metrado	Precio (S/.)	Parcial (S/.)
MANTENIMIENTO RUTINARIO				10,031.99
SELLADO DE FISURAS Y GRIETAS	m	806.43	5.34	4,306.34
LIMPIEZA DE MARCAS EN EL PAVIMENTO	m	8,064.30	0.71	5,725.65
MANTENIMIENTO PERIÓDICO (cada 3 años)				109,505.13
PARCHADO SUPERFICIAL DE PAVIMENTO ADOQUINADO	m2	4,032.15	26.09	105,198.79
SELLADO DE FISURAS Y GRIETAS	m	806.43	5.34	4,306.34
MANTENIMIENTO PERIÓDICO (cada 6 años)				284,056.90
RESELLADO DE JUNTAS Y SELLADO DE GRIETAS	m	806.43	7.29	5,878.87
PARCHADO SUPERFICIAL EN PAVIMENTO (50% V.A)	m2	4,032.15	68.99	278,178.03
MANTENIMIENTO PERIÓDICO (cada 9 años)				5,878.87
RESELLADO DE JUNTAS Y SELLADO DE GRIETAS	m	806.43	7.29	5,878.87
PARCHADO SUPERFICIAL EN PAVIMENTO ADOQUINADO (50% V.S)	m2	0.00	68.99	0.00
SELLADO DE FISURAS Y GRIETAS	m	806.43	5.34	4,306.34
				409,472.90

e) Análisis de costos al final de su vida útil

Para analizar los costos de las obras de pavimentación al final de su vida útil (VAC) se ha estimado ciertos parámetros de costo efectividad, para ello, se ha aplicado las siguientes ecuaciones:

$$\text{Flujo neto en el año cero} = \text{Costo de construcción} \quad (34)$$

$$\text{Flujo neto en el año } i = \text{Costo de operación en el año } i + \text{costo de mantenimiento en el año } i \quad (35)$$

$$\text{Factor de descuento} = (1 + r)^{-\text{año } i} \quad (36)$$

$$\text{VAC en el año } i = \text{Flujo neto en el año } i \times \text{Factor de descuento} \quad (37)$$

$$\text{VAC total} = \text{Inversión inicial o costo de construcción} + \sum \text{VAC en todos los años } i \quad (38)$$

$$\text{CAE} = \text{VAC} \times \frac{(1+r)^i \times r}{(1+r)^i - 1} \quad (39)$$

$$C/E = \frac{\text{VAC}}{\text{Población}} \quad (40)$$

Donde, CAE carga anual equivalente, VAC variación de costo al finalizar el proyecto, r tasa de descuento anual, i número de años de la vida útil del pavimento la relación C/E costo efectividad.

3.6.1.10. Elección de la alternativa de pavimentación y elaboración de planos finales de la alternativa electa

Para elegir la alternativa de pavimentación más apropiada para la vía se planteó la comparación de los espesores de pavimento, las deformaciones de cada propuesto, el costo de construcción y el costo de mantenimiento a lo largo de la vida útil, siendo así, se ha optado por la alternativa con mayor beneficios coste-efectiva, y de dicha alternativa se plantearon los planos finales, siendo estos los planos desarrollados con mayor detalle de la propuesta en planta y sección estructural para el Jr. Exequiel Montoya (ver anexos planos).

3.6.2. *Procesamiento de datos*

Primeros se procesaron los datos topográficos recolectados durante el levantamiento del sitio. Estos datos fueron importados y trabajados en Civil 3D. Utilizando Civil 3D, se creó un modelo detallado del área de estudio, identificando las características geométricas y topográficas necesarias para el diseño del pavimento.

A continuación, los datos de mecánica de suelos y el conteo vehicular fueron procesados en Microsoft Excel 2022. Para los datos de mecánica de suelos, se obtuvieron las propiedades físicas y mecánicas del suelo. El conteo vehicular proporcionó información sobre el volumen y tipo de tráfico.

Con los datos topográficos y de suelos analizados, se procedió al diseño del pavimento utilizando hojas de cálculo en Microsoft Excel 2022 y el programa “Diseño de pavimentos”. En estas herramientas se introdujeron los datos de tráfico, suelo y otros parámetros de diseño según el método AASHTO-93. El software permitió calcular las secciones transversales óptimas para cada tipo de pavimento (rígido, flexible y adoquinado), determinando los espesores adecuados de cada capa.

Para evaluar los esfuerzos y deformaciones del pavimento, se utilizó el programa EverFE 2.24. Este programa permitió simular las cargas vehiculares y analizar cómo estas afectan la estructura del pavimento, proporcionando una visión de los comportamientos estructurales bajo diversas condiciones de carga.

Para analizar los costos se utilizó el programa Microsoft Excel 2022, donde se determinó el costo de construcción de la estructura de cada tipo de pavimento. Luego integrando todo se definió la alternativa de pavimento más

viable técnica y económicamente, y de esta se elaboraron los planos finales en AutoCAD 2023.

3.6.3. *Análisis de datos*

El análisis de datos se realizó en el programa Minitab 22, con la finalidad de aceptar o rechazar la hipótesis nula (H_0) o alternativa (H) en estudio. Se trabajó para un nivel de confianza del 95%, con un nivel de significancia del 5%, e inicialmente se verificó la normalidad de los datos, y como estos siguen una tendencia normal se aplicaron pruebas paramétricas como t-student y ANOVA.

3.7. Aspectos éticos

En la tesis se han aplicado varios aspectos éticos relevantes:

- **Consideración de principios éticos:** La tesis considera principios éticos fundamentales como la honestidad, transparencia y responsabilidad en la presentación y análisis de los datos.
- **Valores verídicos:** Se asegura que los valores obtenidos de los ensayos en laboratorio son auténticos y no han sido modificados. Se mantiene la integridad de la investigación y garantiza que los resultados y conclusiones son confiables.
- **Supervisión de un profesional responsable:** La validación de los datos plasmados en la ficha está bajo la supervisión de un profesional responsable. Este control adicional garantiza que los datos han sido revisados por alguien con la experiencia y conocimientos necesarios, reduciendo el riesgo de errores.
- **Sustento en el método científico:** La investigación se desarrolló tomando en cuenta el método científico, lo cual implica seguir un proceso sistemático y riguroso para la recopilación, análisis e interpretación de datos.

- **Uso de manuales de pavimentos:** El sustento en el manual de pavimentos de diferentes autores aporta una base sólida y reconocida en la literatura técnica y académica, lo que refuerza la calidad y fiabilidad del estudio.
- **APA 7ma edición:** La utilización de normas y guías de referencia como la APA 7ma edición para la citación y referencia de fuentes asegura el debido reconocimiento del trabajo de otros investigadores y la transparencia en la presentación de datos.

CAPÍTULO IV.

RESULTADOS Y DISCUSIÓN

4.1. Descripción de resultados

4.1.1. Pavimento flexible

El pavimento flexible en el Jr. Exequiel Montoya está conformado por una capa asfáltica de 8 cm, base granular de 20 cm, subbase granular de 15 cm y una capa previa de over de 30 cm para el mejoramiento de la capacidad de soporte de la subrasante.

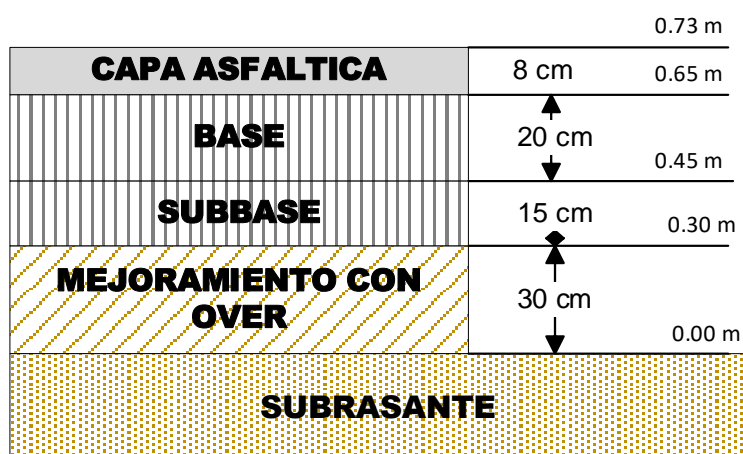
Tabla 27

Espesores del Pavimento Flexible

Capas del pavimento flexible	Espesor (cm)
Capa asfáltica	8
Base	20
Subbase	15
Mejoramiento con over	30

Figura 53

Espesor del Pavimento Flexible



La deflexión máxima que se produce en el pavimento producto del paso por el centro de un set de dos ruedas tándem es 20.5×10^{-2} mm, por lo que es menor que la deflexión admisible del pavimento (90.16×10^{-2} mm) cumpliendo con los requisitos técnicos.

Tabla 28

Deflexiones Máximas ($10^{-2}\mu\text{m}$) en el Centro del Pavimento Flexible por un Set de Dos Ruedas Tándem

Posición	1	2	3	4	5
Centro	0.0355	0.515	1.03	1.54	2.05

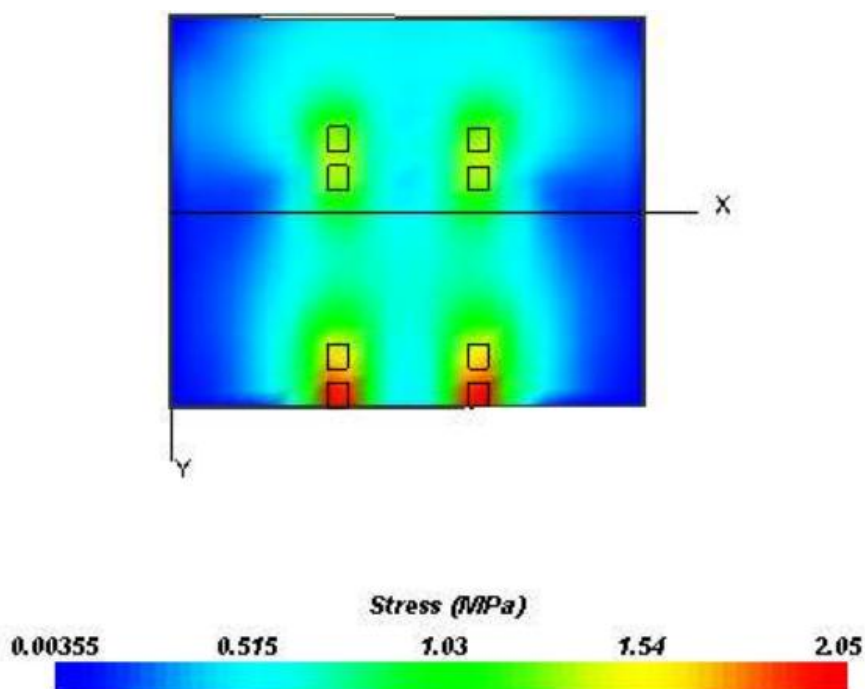
$$\text{Deflexión admisible: } Da = \left(\frac{1.15}{N18}\right)^{1/4} \quad (41)$$

$$\text{Deflexión admisible: } Da = \left(\frac{1.15}{1.74}\right)^{1/4} = 0.9016 = 90.16 \times 10^{-2} \text{ mm} \quad (42)$$

Donde Da deflexión admisible, N18 número de ESALS en millones.

Figura 54

Deflexiones Máximas ($10^{-2}\mu\text{m}$) en el Centro del Pavimento Flexible por un Set de Dos Ruedas Tándem



El costo de construcción del pavimento flexible es de 1,474,146.60 soles, y el costo de mantenimiento es de 496,345.57 soles. Así mismo, el valor de variación del costo al finalizar (VAC) el proyecto asciende a 2,006,812.15 soles.

Tabla 29

Costos Asociados a la Construcción y Mantenimiento del Pavimento Flexible

	Costo (soles)
Pavimento flexible (construcción)	1,474,146.60
Mantenimiento rutinario	10,031.99
Mantenimiento periódico (cada 3 años)	109,505.13
Mantenimiento periódico (cada 6 años)	214,703.92
Mantenimiento periódico (cada 9 años)	162,104.53

Tabla 30

Análisis de Costos del Proyecto de Pavimentación con Pavimento Flexible

Alrededor de su Vida Útil

Año	<u>Alternativa 1</u>					<u>CALCULO DE VAC</u>	
	Inversión	Operación	Mantenimiento	flujo neto			
0	2023	S/. 1,474,146.60			S/. 1,437,898.31	1.000	S/. 1,474,146.60
1	2024		S/. 1,003.20	S/. 10,031.99	S/. 11,035.19	0.917	S/. 10,124.03
2	2025		S/. 1,003.20	S/. 10,031.99	S/. 11,035.19	0.842	S/. 9,288.10
3	2026		S/. 10,950.51	S/. 109,505.13	S/. 120,455.64	0.772	S/. 93,013.86
4	2027		S/. 1,003.20	S/. 10,031.99	S/. 11,035.19	0.708	S/. 7,817.61
5	2028		S/. 1,003.20	S/. 10,031.99	S/. 11,035.19	0.650	S/. 7,172.12
6	2029		S/. 21,470.39	S/. 214,703.92	S/. 236,174.32	0.596	S/. 140,823.03
7	2030		S/. 1,003.20	S/. 10,031.99	S/. 11,035.19	0.547	S/. 6,036.63
8	2031		S/. 1,003.20	S/. 10,031.99	S/. 11,035.19	0.502	S/. 5,538.19
9	2032		S/. 16,210.45	S/. 162,104.53	S/. 178,314.98	0.460	S/. 82,101.17
10	2033		S/. 1,003.20	S/. 10,031.99	S/. 11,035.19	0.422	S/. 4,661.38
11	2034		S/. 1,003.20	S/. 10,031.99	S/. 11,035.19	0.388	S/. 4,276.50
12	2035		S/. 10,950.51	S/. 109,505.13	S/. 120,455.64	0.356	S/. 42,826.16
13	2036		S/. 1,003.20	S/. 10,031.99	S/. 11,035.19	0.326	S/. 3,599.44
14	2037		S/. 1,003.20	S/. 10,031.99	S/. 11,035.19	0.299	S/. 3,302.24
15	2038		S/. 21,470.39	S/. 214,703.92	S/. 236,174.32	0.275	S/. 64,838.83
16	2039		S/. 1,003.20	S/. 10,031.99	S/. 11,035.19	0.252	S/. 2,779.43
17	2040		S/. 1,003.20	S/. 10,031.99	S/. 11,035.19	0.231	S/. 2,549.94
18	2041		S/. 16,210.45	S/. 162,104.53	S/. 178,314.98	0.212	S/. 37,801.66
19	2042		S/. 1,003.20	S/. 10,031.99	S/. 11,035.19	0.194	S/. 2,146.23
20	2043		S/. 1,003.20	S/. 10,031.99	S/. 11,035.19	0.178	S/. 1,969.02
tasa de descuento		9.00%				VAC	S/. 2,006,812.15
						CAE	S/219,839.20
						Población	45,958.00
					Costo/efectividad	C/E	S/. 43.67

4.1.2. Pavimento rígido

El pavimento rígido en el Jr. Exequiel Montoya está conformado por una losa de concreto rígido $f'c$ 210 kg/cm² de 20 cm, una capa de base granular de al menos 80% de CBR al 100% de MDS de 20 cm, y una capa previa de over de 30 cm para el mejoramiento de la capacidad de soporte de la subrasante.

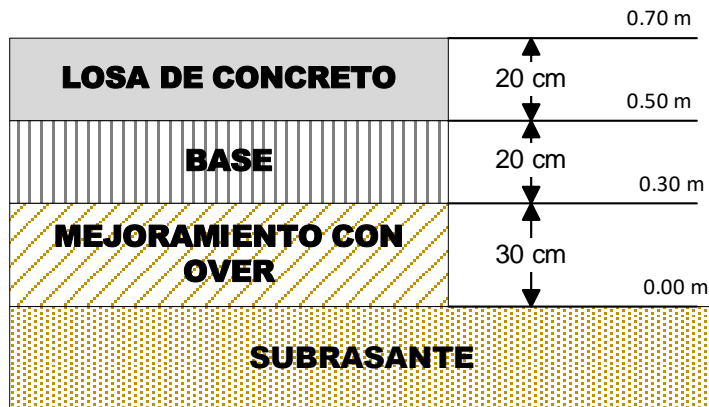
Tabla 31

Espesores del Pavimento Rígido

Capas del pavimento flexible	Espesor (cm)
Losa de concreto	20
Base	20
Mejoramiento con over	30

Figura 55

Espesor del Pavimento Rígido



La deflexión máxima que se produce en el pavimento rígido producto del paso por el centro de un set de dos ruedas tándem es 16.6×10^{-2} mm, por lo que es menor que la deflexión admisible del pavimento (90.16×10^{-2} mm) cumpliendo con los requisitos técnicos.

Tabla 32

Deflexiones Máximas ($10^{-2}\mu\text{m}$) en el Centro del Pavimento Rígido por un Set de Dos Ruedas Tándem

Posición	1	2	3	4	5
Centro	0.0155	0.426	0.836	1.25	1.66

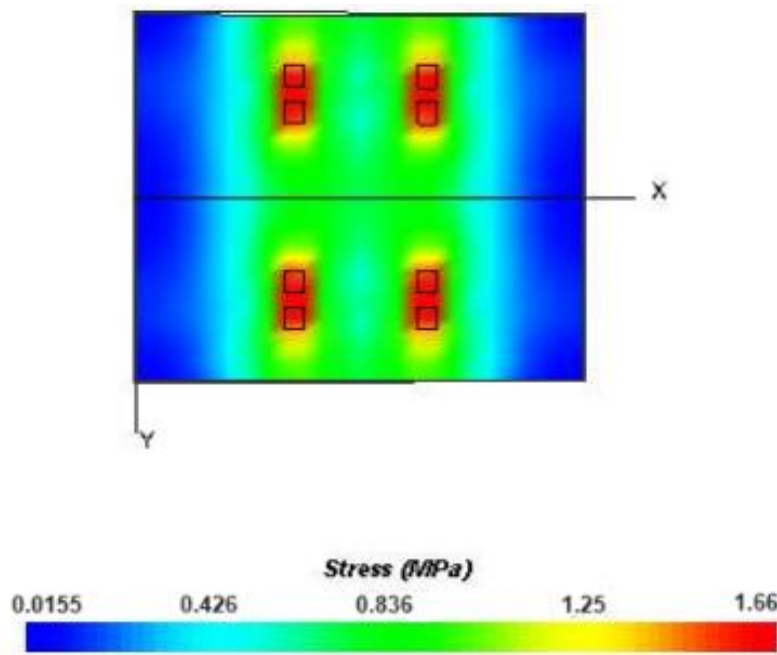
Deflexión admisible: $Da = \left(\frac{1.15}{N18}\right)^{1/4}$ (43)

Deflexión admisible: $Da = \left(\frac{1.15}{1.74}\right)^{1/4} = 0.9016 = 90.16 \times 10^{-2} \text{ mm}$ (44)

Donde Da deflexión admisible, N18 número de ESALS en millones.

Figura 56

Deflexiones Máximas ($10^{-2}\mu\text{m}$) en el Centro del Pavimento Rígido por un Set de Dos Ruedas Tándem



El costo de construcción del pavimento rígido es de 1,477,302.57 soles, y el costo de mantenimiento es de 383,421.18 soles. Así mismo, el valor de variación del costo al finalizar (VAC) el proyecto asciende a 1,909,109.82 soles.

Tabla 33*Costos Asociados a la Construcción y Mantenimiento del Pavimento Rígido*

	Costo (soles)
Pavimento rígido (construcción)	1,477,302.57
Mantenimiento rutinario	10,031.99
Mantenimiento periódico (cada 5 años)	89,332.28
Mantenimiento periódico (cada 10 años)	284,056.90

Tabla 34*Análisis de Costos del Proyecto de Pavimentación con Pavimento Rígido**Alrededor de su Vida Útil*

Año	<u>Alternativa 2</u>					CALCULO DE VAC	
	Inversión	Operación	Mantenimiento	flujo neto			
0 2023	S/. 1,477,302.57			S/. 1,477,302.57	1.000	S/. 1,477,302.57	
1 2024		S/. 1,003.20	S/. 10,031.99	S/. 11,035.19	0.917	S/. 10,124.03	
2 2025		S/. 1,003.20	S/. 10,031.99	S/. 11,035.19	0.842	S/. 9,288.10	
3 2026		S/. 1,003.20	S/. 10,031.99	S/. 11,035.19	0.772	S/. 8,521.19	
4 2027		S/. 1,003.20	S/. 10,031.99	S/. 11,035.19	0.708	S/. 7,817.61	
5 2028		S/. 28,405.69	S/. 284,056.90	S/. 312,462.59	0.650	S/. 203,079.25	
6 2029		S/. 1,003.20	S/. 10,031.99	S/. 11,035.19	0.596	S/. 6,579.92	
7 2030		S/. 1,003.20	S/. 10,031.99	S/. 11,035.19	0.547	S/. 6,036.63	
8 2031		S/. 1,003.20	S/. 10,031.99	S/. 11,035.19	0.502	S/. 5,538.19	
9 2032		S/. 1,003.20	S/. 10,031.99	S/. 11,035.19	0.460	S/. 5,080.91	
10 2033		S/. 8,933.23	S/. 89,332.28	S/. 98,265.51	0.422	S/. 41,508.41	
11 2034		S/. 1,003.20	S/. 10,031.99	S/. 11,035.19	0.388	S/. 4,276.50	
12 2035		S/. 1,003.20	S/. 10,031.99	S/. 11,035.19	0.356	S/. 3,923.39	
13 2036		S/. 1,003.20	S/. 10,031.99	S/. 11,035.19	0.326	S/. 3,599.44	
14 2037		S/. 1,003.20	S/. 10,031.99	S/. 11,035.19	0.299	S/. 3,302.24	
15 2038		S/. 28,405.69	S/. 284,056.90	S/. 312,462.59	0.275	S/. 85,782.87	
16 2039		S/. 1,003.20	S/. 10,031.99	S/. 11,035.19	0.252	S/. 2,779.43	
17 2040		S/. 1,003.20	S/. 10,031.99	S/. 11,035.19	0.231	S/. 2,549.94	
18 2041		S/. 1,003.20	S/. 10,031.99	S/. 11,035.19	0.212	S/. 2,339.39	
19 2042		S/. 1,003.20	S/. 10,031.99	S/. 11,035.19	0.194	S/. 2,146.23	
20 2043		S/. 8,933.23	S/. 89,332.28	S/. 98,265.51	0.178	S/. 17,533.60	
tasa de descuento		9.00%			VAC	S/. 1,909,109.82	
					CAE	S/209,136.25	
					Población	45,958.00	
					C/E	S/. 41.54	

4.1.3. Pavimento adoquinado

El pavimento flexible en el Jr. Exequiel Montoya está conformado por adoquines de concreto $f'c$ 35 MPa de 10 cm, cama de arena de 4 cm, base granular de 20 cm, subbase granular de 15 cm y una capa previa de over de 30 cm para el mejoramiento de la capacidad de soporte de la subrasante.

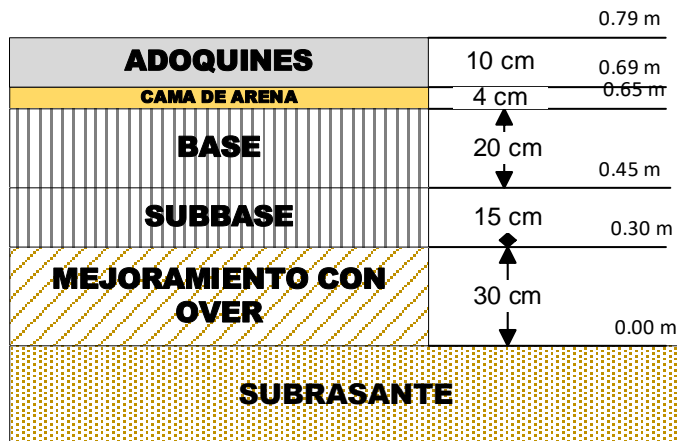
Tabla 35

Espesores del Pavimento Adoquinado

Capas del pavimento flexible	Espesor (cm)
Adoquines de concreto	10
Cama de arena	4
Base	20
Subbase	15
Mejoramiento con over	30

Figura 57

Espesor del Pavimento Adoquinado



La deflexión máxima que se produce en el pavimento rígido producto del paso por el centro de un set de dos ruedas tándem es 14.1×10^{-2} mm, por lo que es menor que la deflexión admisible del pavimento (90.16×10^{-2} mm) cumpliendo con los requisitos técnicos.

Tabla 36

Deflexiones Máximas ($10^{-2}\mu\text{m}$) en el Centro del Pavimento Adoquinado por un Set de Dos Ruedas Tándem

Posición	1	2	3	4	5
Centro	0.0138	0.363	0.713	1.06	1.41

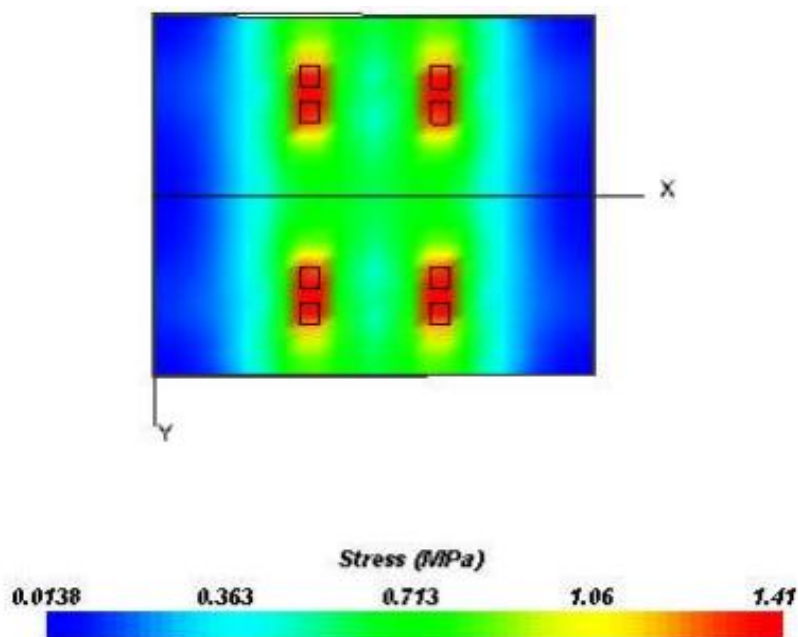
$$\text{Deflexión admisible: } Da = \left(\frac{1.15}{N18}\right)^{1/4} \quad (45)$$

$$\text{Deflexión admisible: } Da = \left(\frac{1.15}{1.74}\right)^{1/4} = 0.9016 = 90.16 \times 10^{-2} \text{ mm} \quad (46)$$

Donde Da deflexión admisible, N18 número de ESALS en millones.

Figura 58

Deflexiones Máximas ($10^{-2}\mu\text{m}$) en el Centro del Pavimento Adoquinado por un Set de Dos Ruedas Tándem



El costo de construcción del pavimento adoquinado es de 1,542,253.76 soles, y el costo de mantenimiento es de 513,789.66 soles. Así mismo, el valor de variación del costo al finalizar (VAC) el proyecto asciende a 2,102,956.43 soles.

Tabla 37*Costos Asociados a la Construcción y Mantenimiento del Pavimento**Adoquinado*

	Costo (soles)
Pavimento adoquinado (construcción)	1,542,253.76
Mantenimiento rutinario	10,031.99
Mantenimiento periódico (cada 3 años)	109,505.13
Mantenimiento periódico (cada 6 años)	284,056.90
Mantenimiento periódico (cada 9 años)	110,195.64

Tabla 38*Análisis de Costos del Proyecto de Pavimentación con Pavimento Adoquinado**Alrededor de su Vida Útil*

Año		Alternativa 3				
		Inversión	Operación	Mantenimiento	flujo neto	CALCULO DE VAC
0	2023	S/. 1,542,253.76			S/. 1,542,253.76	1.000 S/. 1,542,253.76
1	2024		S/. 1,003.20	S/. 10,031.99	S/. 11,035.19	0.917 S/. 10,124.03
2	2025		S/. 1,003.20	S/. 10,031.99	S/. 11,035.19	0.842 S/. 9,288.10
3	2026		S/. 10,950.51	S/. 109,505.13	S/. 120,455.64	0.772 S/. 93,013.86
4	2027		S/. 1,003.20	S/. 10,031.99	S/. 11,035.19	0.708 S/. 7,817.61
5	2028		S/. 1,003.20	S/. 10,031.99	S/. 11,035.19	0.650 S/. 7,172.12
6	2029		S/. 28,405.69	S/. 284,056.90	S/. 312,462.59	0.596 S/. 186,311.24
7	2030		S/. 1,003.20	S/. 10,031.99	S/. 11,035.19	0.547 S/. 6,036.63
8	2031		S/. 1,003.20	S/. 10,031.99	S/. 11,035.19	0.502 S/. 5,538.19
9	2032		S/. 11,019.56	S/. 110,195.64	S/. 121,215.20	0.460 S/. 55,810.84
10	2033		S/. 1,003.20	S/. 10,031.99	S/. 11,035.19	0.422 S/. 4,661.38
11	2034		S/. 1,003.20	S/. 10,031.99	S/. 11,035.19	0.388 S/. 4,276.50
12	2035		S/. 10,950.51	S/. 109,505.13	S/. 120,455.64	0.356 S/. 42,826.16
13	2036		S/. 1,003.20	S/. 10,031.99	S/. 11,035.19	0.326 S/. 3,599.44
14	2037		S/. 1,003.20	S/. 10,031.99	S/. 11,035.19	0.299 S/. 3,302.24
15	2038		S/. 28,405.69	S/. 284,056.90	S/. 312,462.59	0.275 S/. 85,782.87
16	2039		S/. 1,003.20	S/. 10,031.99	S/. 11,035.19	0.252 S/. 2,779.43
17	2040		S/. 1,003.20	S/. 10,031.99	S/. 11,035.19	0.231 S/. 2,549.94
18	2041		S/. 11,019.56	S/. 110,195.64	S/. 121,215.20	0.212 S/. 25,696.86
19	2042		S/. 1,003.20	S/. 10,031.99	S/. 11,035.19	0.194 S/. 2,146.23
20	2043		S/. 1,003.20	S/. 10,031.99	S/. 11,035.19	0.178 S/. 1,969.02
tasa de descuento		9.00%				VAC S/. 2,102,956.43
						CAE S/230,371.46
						Población 45,958.00
				Costo/efectividad	C/E	S/. 45.76

4.1.4. Comparación de las alternativas de pavimentación

La alternativa de pavimentación para el Jr. Exequiel Montoya que requiere menor espesor es el pavimento rígido, con una sección transversal de solo 70 cm. En comparación, el pavimento flexible necesita un 4.29% más de altura y el pavimento adoquinado requiere un 12.86% más de altura. Esto se traduce en tiempos de construcción más largos debido a la mayor complejidad en la creación de las capas de pavimentación.

En términos de materiales para la capa superficial, el pavimento rígido presenta ventajas en cuanto a adquisición y producción, ya que utiliza concreto convencional con una resistencia de $f'c$ 210 kg/cm². Por otro lado, los adoquines requieren un concreto de alta resistencia, que no es común a nivel local. Aunque el asfalto en caliente también se usa localmente, según Campos-Quispe e Irigoín Barboza (2019), este tipo de pavimento tiende a deteriorarse más rápidamente debido a las condiciones climáticas locales.

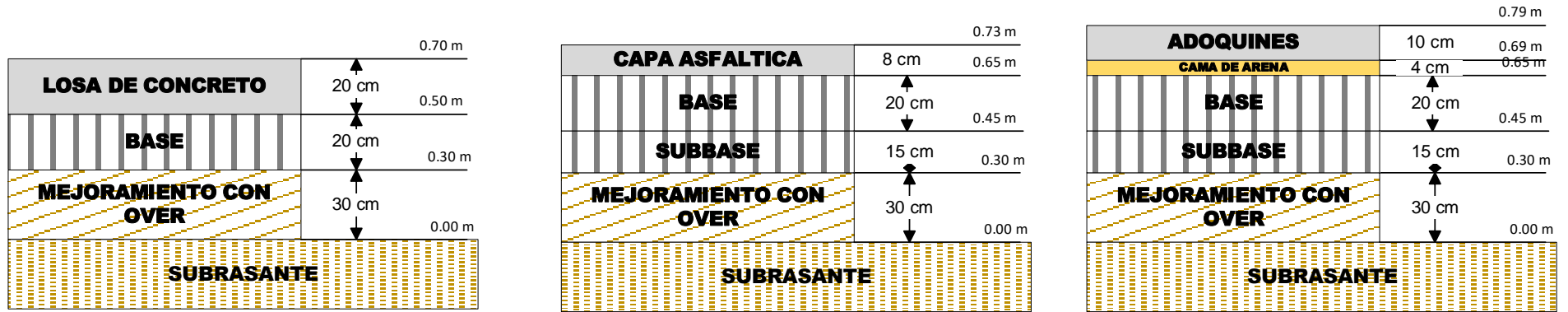
Tabla 39

Espesores de las Diferentes Alternativas de Pavimentación

Espesor (cm)	Pavimento Flexible	Pavimento Rígido	Pavimento adoquinado
Tipo de capa superficial	Asfalto en caliente	Losa de concreto $f'c$ 21 MPa	Adoquines de concreto $f'c$ 35 MPa
Capa superficial	8	20	10
Cama de arena	0.0	0.0	4
Base	20	20	20
Subbase	15	0.0	15
Mejoramiento con over	30	30	30
Espesor total (cm)	73	70	79

Figura 59

Espesores de las Diferentes Alternativas de Pavimentación



Las deflexiones máximas son mayores en el pavimento flexible debido a sus características inherentes, que permiten la transmisión de más cargas en comparación con el pavimento rígido. Como resultado, las deflexiones máximas del pavimento flexible representan el 123.49% de las deflexiones del pavimento rígido y el 145.39% de las del pavimento adoquinado. Por otro lado, el pavimento adoquinado presenta las menores deflexiones máximas, atribuibles a la alta resistencia del concreto utilizado en su capa superficial, con una resistencia de $f'c$ 35 MPa, en comparación con el concreto de $f'c$ 210 kg/cm² empleado en el pavimento rígido.

Esta diferencia en los materiales resulta en distintos niveles de deflexión máxima, aunque la deflexión en el pavimento rígido es solo el 117.73% de la del pavimento adoquinado, lo que indica que las deflexiones en el pavimento rígido siguen siendo bastante bajas bajo la carga de un conjunto de dos ruedas tándem.

Es importante destacar que, independientemente del tipo de pavimento, todas las deflexiones obtenidas cumplen con el límite máximo admisible de 90.16×10^{-2} mm, determinado a partir del tránsito vehicular en el Jr. Exequiel Montoya. Así, todos los pavimentos cumplen con los requisitos técnicos, aunque algunos tienen una mayor capacidad para resistir las cargas vehiculares que otros.

Tabla 40

Deflexiones Máximas ($10^{-2}\mu m$) en el Centro de las Diferentes Alternativas de Pavimentación por un Set de Dos Ruedas Tándem

Pavimento	1	2	3	4	5
Flexible	0.0355	0.515	1.03	1.54	2.05
Rígido	0.0155	0.426	0.836	1.25	1.66
Adoquinado	0.0138	0.363	0.713	1.06	1.41

$$\text{Deflexión admisible: } Da = \left(\frac{1.15}{N18}\right)^{1/4} \quad (47)$$

$$\text{Deflexión admisible: } Da = \left(\frac{1.15}{1.74}\right)^{1/4} = 0.9016 = 90.16 \times 10^{-2} \text{ mm} \quad (48)$$

Donde Da deflexión admisible, N18 número de ESALS en millones.

Tabla 41

Esfuerzos (KPa) Transmitidos por el Vehículo Set de Dos Ruedas Tándem al Centro de la Estructura del Pavimento

Pavimento	1	2	3	4	5
Adoquinado	955	1049	1099	1118	1725
Rígido	963	1096	1113	1155	1786
Flexible	972	1042	1117	1159	1857

Los análisis de costos para las alternativas de pavimentación del Jr. Exequiel Montoya revelan que el pavimento flexible tiene el menor costo de construcción, con un total de 1,474,146.60 soles. Esto representa un ahorro del 0.21% en comparación con el pavimento rígido (1,477,302.57 soles) y del 4.62% frente al pavimento adoquinado (1,542,253.76 soles). Sin embargo, el pavimento rígido destaca por sus bajos costos de mantenimiento en comparación con las otras opciones, siendo el mantenimiento del pavimento adoquinado significativamente más caro.

Para una comparación adecuada desde una perspectiva económica, se ha calculado el valor acumulado del costo al finalizar el proyecto (VAC). El pavimento rígido presenta el menor VAC, demostrando su eficiencia a lo largo de su vida útil de 20 años. En contraste, el VAC del pavimento flexible y del pavimento adoquinado representa el 105.12% y el 110.15% del VAC del pavimento rígido, respectivamente, lo que indica que el pavimento rígido tiene una mayor efectividad económica.

Además, el CAE electo en un análisis económico de diferentes alternativas de proyecto de acuerdo a Barbagelata (2015) es el más bajo, porque eso asegura la rentabilidad del proyecto en el tiempo de vida útil, siendo así, el que presenta menor CAE es el pavimento rígido, demostrando así, ser la mejor alternativa de pavimentación para el Jr. Exequiel Montoya. Iguales resultados se obtienen al obtener el costo/efectividad, considerando como efectividad a toda la población que utilizaría la vía, y al costo total del proyecto (VAC).

Finalmente, la mejor alternativa de pavimentación para el Jr. Exequiel Montoya es el pavimento rígido, debido a su menor costo de mantenimiento, mayor efectividad económica y rentabilidad a lo largo de su vida útil.

Tabla 42

Costos Asociados a las Diferentes Alternativas de Pavimentación

Costo (soles)	Pavimento flexible	Pavimento rígido	Pavimento adoquinado
Pavimento (construcción)	1,474,146.60	1,477,302.57	1,542,253.76
Mantenimiento rutinario	10,031.99	10,031.99	10,031.99
Mantenimiento periódico (cada 3 años)	109,505.13		109,505.13
Mantenimiento periódico (cada 5 años)		89,332.28	
Mantenimiento periódico (cada 6 años)	214,703.92		284,056.90
Mantenimiento periódico (cada 9 años)	162,104.53		110,195.64
Mantenimiento periódico (cada 10 años)		284,056.90	

Tabla 43

Análisis de Costos del Proyecto de Pavimentación con Diferentes Alternativas

Alrededor de su Vida Útil

Análisis	Pavimento flexible	Pavimento rígido	Pavimento adoquinado
VAC	2,006,812.15	1,909,109.82	2,102,956.43
CAE	S/219,839.20	S/209,136.25	S/230,371.46
Población	45,958.00	45,958.00	45,958.00
C/E	S/. 43.67	S/. 41.54	S/. 45.76

4.1. Contrastación de hipótesis

Se ha realizado la contrastación de hipótesis en el programa Minitab 22, previa verificación de la tendencia normal de los datos. Se ha trabajado para un nivel de confianza del 95%, con un nivel de significancia del 5%, por lo que, cuando el valor de probabilidad p es menor a 0.05 se rechaza la hipótesis nula (H_0), y se acepta la hipótesis alternativa (H_1); caso contrario, se acepta H_0 .

En el caso del estudio la hipótesis planteada fue que, H_1 : La alternativa de pavimentación más adecuada técnica y económicamente para el Jr. Exequiel Montoya, utilizando el Método AASHTO-93, es el pavimento rígido.

Sin embargo, esta hipótesis no puede ser demostrada sin plantear hipótesis específicas, para ello, se ha realizado el análisis ANOVA (media de varianzas) para datos técnicos (deflexiones) y económicos (costos).

Del análisis de los datos técnicos (deflexiones) se ha verificado que, estos tienen semejanza en los resultados encontrados, debido a que, el valor p es mayor a 0.05, y por ende se acepta la hipótesis nula (H_0). Siendo así, se puede argumentar que, las tres alternativas técnicas tienen las condiciones para ser electas como la mejor alternativa de acuerdo a su desempeño mecánico.

Tabla 44

Análisis de Varianza ANOVA de las Deflexiones en las Alternativas de Pavimentación

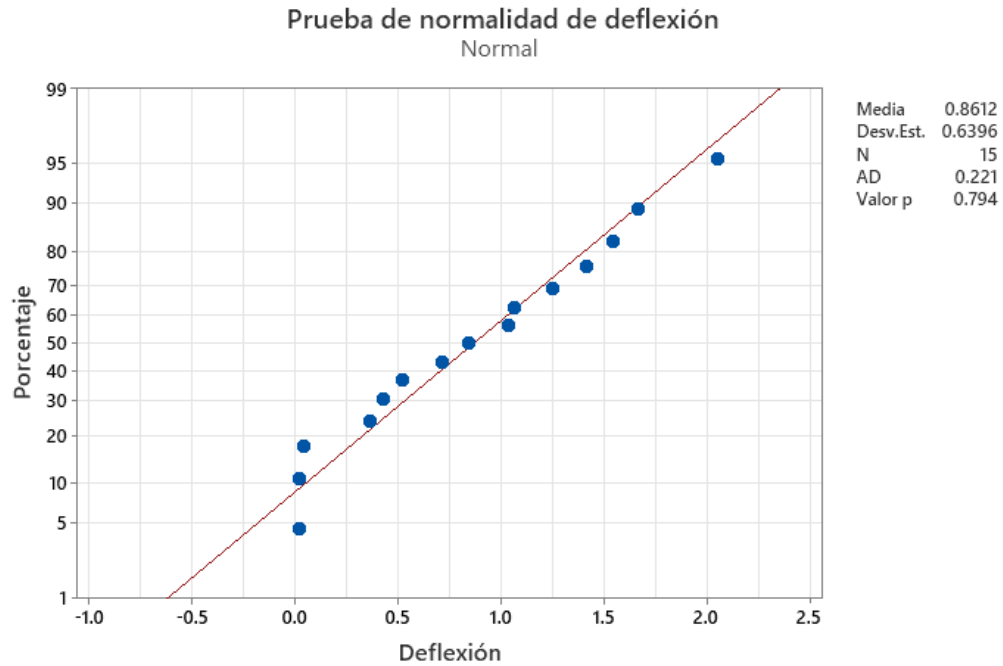
H_0 : No hay diferencia significativa en las deflexiones máximas del pavimento.

H_1 : Si hay diferencia significativa en las deflexiones máximas del pavimento.

Fuente	GL	SC Ajust.	MC Ajust.	Valor F	Valor p
Pavimento	2	0.2636	0.1318	0.29	0.754
Error	12	5.4639	0.4553		
Total	14	5.7276			

Figura 60

Prueba de Normalidad de Deflexiones



Del análisis de los datos económicos (costo) se ha verificado que, estos no tienen semejanza, debido a que, el valor p es menor a 0.05, y por ende se acepta la hipótesis alternativa (H1), si hay diferencia significativa en el costo del pavimento. Siendo así, se puede argumentar que, las tres alternativas de pavimentación tienen diferencias en el costo de construcción y mantenimiento, por ello, luego se ha planteado una prueba t-student para verificar cuál de las propuestas presenta el menor CAE, VAC y C/E promedio, colocando como límite de análisis al valor promedio de todas las muestras determinado como 691,522, con ello se ha comprobado que, es el pavimento rígido la propuesta con mayor efectividad económica.

Tabla 45

Análisis de Varianza ANOVA del Costo de las Alternativas de Pavimentación

Ho: No hay diferencia significativa en el costo del pavimento.

Ho: Si hay diferencia significativa en el costo del pavimento.

Fuente	GL	SC Ajust.	MC Ajust.	Valor F	Valor p
Pavimento	2	29612801951	14806400976	6.18	0.018
Tipo de costo	5	9.90367E+12	1.98073E+12	826.91	0.000
Error	10	2395348974	2395348697		
Total	17	9.95724E+12			

Tabla 46

Prueba t-student del Costo de las Alternativas de Pavimentación

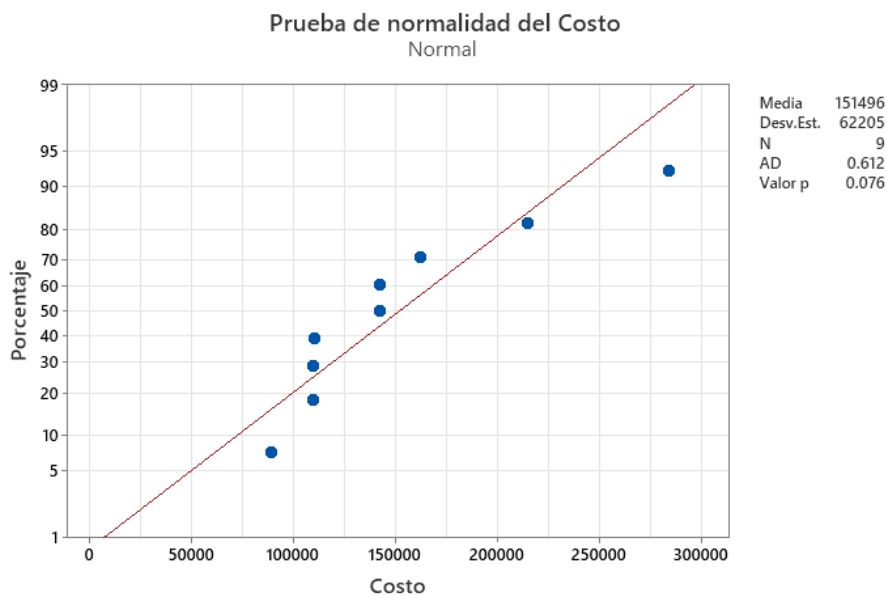
Hipótesis nula Ho: $\mu > 691,522$

Hipótesis alterna H₁: $\mu = < 691,522$

Muestra	Valor T	Valor p
Pavimento flexible	0.08	0.529
Pavimento rígido	-0.00	0.050
Pavimento adoquinado	0.13	0.546

Figura 61

Prueba de Normalidad de Costo



4.2. Discusión de resultados

El pavimento flexible para el Jr. Exequiel Montoya tiene capa asfáltica de 8 cm, base y subbase granular de 20 y 15 cm. Este diseño discrepa con el estudio de Saudy et al. (2023) quienes diseñaron el pavimento asfáltico de Egipto con capas de 2.5 cm de asfalto y 10 cm de base granular, y Prada (2021), quien diseñó un pavimento flexible en Armero Guayabal con capas de menor espesor, 6.25 cm de asfalto y 10 cm de base y subbase; sin embargo, el tráfico y las características del suelo de Jr. Exequiel Montoya justifican el mayor espesor propuesto, considerando que, en la vía de Armero pasan diariamente menos de 500 veh/día, mientras que, en el Jr. Exequiel Montoya el tránsito es de 1319 veh/día. No obstante, concuerda con Ziar et al. (2023) cuyo pavimento flexible tiene 8 cm de asfalto, 12 cm de base y 15 cm de subbase, y con Alwan et al. (2024) cuyo espesor de la capa asfáltica era de 8.05 cm y base granular de 20 cm, siendo similar a la propuesta encontrada para el Jr. Exequiel Montoya.

Pero, también difiere de Fuhaid et al. (2022) quien sugiere pavimentos asfálticos de mayor espesor para evitar el deterioro por tráfico y/o clima en Arabia Saudita, sugiriendo para vías de bajo tráfico 13 cm de capa asfáltica, 30 y 15 cm de base y subbase, mientras que, para tráfico alto, 25 cm de asfalto. No obstante, la sugerencia de Fuhaid et al. (2022) se debe a cuestiones de mantenimiento, debido a que, asegura que dimensiones menores requieren mayores costos de mantenimiento, de acuerdo a su modelamiento en el software MEPDG.

En términos económicos, el pavimento flexible tiene el menor costo de construcción (1,437,898.31 soles) entre las opciones consideradas. Este resultado está en línea con la investigación de Rojas (2021) en San Martín, donde el pavimento flexible resultó ser más económico y que, Ziar et al. (2023) quienes

también concuerdan en que, el pavimento flexible puede llegar a tener un costo significativamente menor que, el pavimento rígido. Aun así, los costos de mantenimiento son mayores, lo cual concuerda con Fuhaid et al. (2022) sobre la necesidad de ajustes y mantenimiento frecuentes en pavimentos flexibles.

El pavimento rígido incluye una losa de concreto de 20 cm sobre una base granular de 20 cm. Este diseño es similar a las recomendaciones de Orihuela (2023) en San Ignacio, quien también encontró que 20 cm es adecuado para soportar las cargas vehiculares en áreas urbanas; y a Ziar et al. (2023) que determinó un espesor de 19 cm de concreto y 15 cm de subbase para el pavimento rígido del área urbana de una vía de 8 km en Estados Unidos.

El análisis económico muestra que, aunque el costo de construcción del pavimento rígido (1,477,302.57 soles) es ligeramente superior al del pavimento flexible, los costos de mantenimiento son significativamente menores. Esto apoya la inferencia de Paredes & Ramos (2022) en Trujillo, quienes encontraron que los pavimentos rígidos ofrecen una mayor durabilidad y menores costos de mantenimiento a largo plazo, haciendo que sean una opción económicamente viable a largo plazo.

El pavimento semirrígido para el Jr. Exequiel Montoya incluye adoquines de concreto de 10 cm, una cama de arena de 4 cm, base y subbase granular de 20 y 15 cm. Este diseño muestra que el pavimento adoquinado presenta las menores deflexiones máximas debido a la alta resistencia del concreto de 35 MPa utilizado en la capa superficial, comparado con el pavimento rígido de $f'c$ 210 kg/cm².

Sin embargo, el costo de construcción del pavimento adoquinado (1,542,253.76 soles) es el más alto entre las alternativas, y el costo de mantenimiento es significativamente mayor. Estos hallazgos son consistentes con

Chávez (2023) en Chachapoyas, quien concluyó que, aunque los pavimentos adoquinados pueden ser técnicamente viables, sus altos costos de mantenimiento pueden limitar su rentabilidad.

Al comparar las alternativas de pavimentación, se observa que el pavimento rígido es la mejor opción para el Jr. Exequiel Montoya. Este resultado se debe a su menor costo de mantenimiento, mayor durabilidad, y menor valor acumulado del costo al finalizar el proyecto (VAC) de 1,909,109.82 soles. Esto difiere con Ziar et al. (2023), quienes encontraron que, el pavimento flexible resultó ser más coste-efectivo, pero, esto se debe a la diferencia geográfica, climatológica y demográfica de los lugares en los que, se ha planteado el estudio, mientras que Ziar et al. ha planteado su estudio en una vía urbana de 8 km en una ciudad pequeña de Estados Unidos, con clima generalmente cálido y tránsito TP3, mientras que, en la ciudad de Chota hay fuertes precipitaciones pluviales y mayor disponibilidad de recursos para la construcción de pavimento rígido, en una vía urbana de tránsito TP6. Sin embargo, concuerda con la investigación de Carranza & Gutierrez (2023) que argumenta que, aunque los pavimentos rígidos tienen un mayor costo inicial, su eficiencia económica a largo plazo los convierte en la mejor opción.

Además, el análisis de costo anual equivalente (CAE) y la efectividad económica demuestran que el pavimento rígido ofrece la mayor rentabilidad durante su vida útil de 20 años, apoyando las deducciones de Heredia (2022) en Chota y Vásquez (2020) en San Ignacio, quienes recomendaron pavimentos rígidos debido a su durabilidad y rentabilidad en condiciones similares.

CAPÍTULO V.

CONCLUSIONES Y RECOMENDACIONES

5.1. Conclusiones

Al realizar la evaluación técnica y económicamente las alternativas de pavimentación para el Jr. Exequiel Montoya, utilizando el método AASHTO-93, de la ciudad de Chota, 2023, se ha concluido:

- 1) El diseño del pavimento flexible para el Jr. Exequiel Montoya consta de una capa asfáltica de 8 cm, una base granular de 20 cm, una subbase granular de 15 cm, y una capa previa de over de 30 cm para mejorar la subrasante. Este cumple con los requisitos técnicos, ya que su deflexión máxima de 20.5×10^{-2} mm es menor que la deflexión admisible de 90.16×10^{-2} mm. El costo de construcción es de 1,474,146.60 soles, el costo de mantenimiento es de 496,345.57 soles, y el VAC es de 2,006,812.15 soles.
- 2) El diseño del pavimento rígido para el Jr. Exequiel Montoya, utilizando el método AASHTO-93, está conformado por una losa de concreto rígido $f'c$ 210 kg/cm² de 20 cm, capa de base granular de 20 cm, y capa de over de 30 cm. Este cumple con los requisitos técnicos, ya que su deflexión máxima de 16.6×10^{-2} mm es menor que la deflexión admisible de 90.16×10^{-2} mm. El costo de construcción es de 1,477,302.57 soles, el costo de mantenimiento es de 383,421.18 soles, y el VAC es de 1,909,109.82 soles.
- 3) El diseño del pavimento adoquinado para el Jr. Exequiel Montoya, utilizando el método AASHTO-93, está conformado por adoquines de concreto $f'c$ 35 MPa de 10 cm, cama de arena de 4 cm, base granular de 20 cm, subbase granular de 15 cm y capa de over de 30 cm. Este cumple con los requisitos técnicos, ya que su deflexión máxima de 14.1×10^{-2} mm es menor que la

deflexión admisible de 90.16×10^{-2} mm. El costo de construcción es de 1,542,253.76 soles, el costo de mantenimiento es de 513,789.66 soles, y el VAC es de 2,102,956.43 soles.

- 4) El pavimento rígido se identifica como la mejor alternativa para el Jr. Exequiel Montoya, debido a su menor espesor requerido (70 cm), facilidad de adquisición y producción de materiales, y sus bajas deflexiones máximas en comparación con los otros pavimentos. En términos de costos, aunque el pavimento flexible tiene el menor costo de construcción (1,474,146.60 soles), el pavimento rígido se destaca por su bajo costo de mantenimiento (383,421.18 soles) y el menor valor acumulado del costo al finalizar el proyecto (VAC) de 1,909,109.82 soles. Esto demuestra una mayor efectividad económica a lo largo de su vida útil de 20 años.

5.2. Recomendaciones y/o sugerencias

- Basado en el análisis técnico-económico, se recomienda el pavimento rígido como la alternativa de pavimentación más adecuada para el Jr. Exequiel Montoya. Este tipo de pavimento no solo cumple con los requisitos técnicos, sino que también presenta la mayor efectividad económica a lo largo de su vida útil de 20 años, lo que lo convierte en una opción superior en términos de inversión a largo plazo y costos de mantenimiento reducidos.
- Establecer un programa de monitoreo y mantenimiento preventivo para el pavimento seleccionado. Un mantenimiento regular y una inspección periódica permitirán identificar y reparar pequeñas fallas antes de que se conviertan en problemas mayores, extendiendo la vida útil del pavimento y reduciendo los costos de reparación a largo plazo.

- A la Municipalidad Provincial de Chota se sugiere implementar sistemas efectivos de drenaje y gestión de aguas pluviales para evitar daños por agua en el pavimento. Un buen sistema de drenaje puede prevenir la acumulación de agua y reducir el riesgo de deformaciones y fallos prematuros.
- En futuras investigaciones realizar una evaluación ambiental para cada alternativa de pavimentación. Considerar el impacto ambiental de los materiales utilizados y los procesos de construcción puede ayudar a seleccionar opciones más sostenibles y amigables con el medio ambiente.
- También se recomienda explorar en otras investigaciones el uso de tecnologías innovadoras y materiales avanzados, como asfaltos modificados, concreto de alto rendimiento y técnicas de reciclaje, para mejorar la calidad y la durabilidad del pavimento mientras se reducen los costos y se promueve la sostenibilidad.

CAPÍTULO VI.

REFERENCIAS

- Acosta, R. I., & Freire, C. D. (2020). *Diseño geométrico de la alternativa vial Shuyo-Pinllopata en el tramo KM 20+000- 24+000 perteneciente a los cantones Pujili y Pangua de la provincia de Cotopaxi*. [Tesis de grado, Universidad Técnica de Ambato].
<https://doi.org/https://repositorio.uta.edu.ec/jspui/handle/123456789/30683>
- Afridi, M. A., Erlingsson, S., & Sjögren, L. (2023). Municipal street maintenance challenges and management practices in Sweden. *Frontiers in Built Environment*, 9, 1-18. <https://doi.org/https://doi.org/10.3389/fbuil.2023.1205235>
- Aguib, A. A. (2021). *Flexible Pavement Design AASHTO 1993 versus Mechanistic-Empirical Pavement*. [Thesis, the American University in Cairo].
https://fount.aucegypt.edu/cgi/viewcontent.cgi?article=3461&context=retro_etds
- Al Maghawri, S., Ibrahim, O. R., Gamil, Y., & Al Sheikh, R. (2023). Comparing between the Flexible Pavement Design Methods Based on Durability and Cost-Effectiveness. *Civil Engineering and Architecture*, 11(6), 3775-3788.
<https://doi.org/10.13189/cea.2023.110639>
- Alwan, D. S., Joni, H. H., & Hilal, M. M. (2024). Determination of flexible pavement thickness: A case study. *In AIP Conference Proceedings*, 3091(1), 1-10.
<https://doi.org/https://doi.org/10.1063/5.0207088>
- Barbagelata, G. (31 de mayo de 2015). *Cálculo VAC Y CAE en Evaluación de Proyectos - Giancarlo Barbagelata*. Giancarlo Barbagelata:
<https://www.youtube.com/watch?v=ulOZVUKEKTg>
- Becerra, S. (2012). *Tópicos de Pavimentos de Concreto Diseño, Construcción y Supervisión*. Lima.
https://www.academia.edu/9036949/Autor_T%C3%B3picos_de_Pavimentos_de_Concreto
- Borselli, L. (2019). *Parte II Clasificación ingenieril de los suelos y de los macizos rocosos*. Facultad de Ingeniería UASLP.
- Campos-Quispe, A., & Irigoín-Barboza, I. (2019). Deterioro prematuro de los pavimentos flexibles de la zona urbana de la ciudad de Chota: Premature deterioration of flexible pavements in the urban area of the city of Chota. *Revista Ciencia*

- Norandina*, 2(2), 96-105. <https://doi.org/https://doi.org/10.37518/2663-6360X2020v2n2p96>
- Carranza, K. J. (2021). *Evaluación de una mezcla asfáltica adicionando residuos de neumáticos, Chota*. [Tesis de grado para optar el título de ingeniero civil, Universidad Nacional Autónoma de Chota].
- Carranza, L. M., & Gutierrez, T. W. (2023). *Diseño estructural de pavimento rígido, flexible y articulado en las calles de la localidad de Calabozo – Cajamarca*. [Tesis de grado, Universidad Privada Antenor Orrego].
- Chavez, J. M. (2023). *Viabilidad técnica y económica de la aplicación de pavimentos delgados de concreto (TCP), comparado con pavimentos rígidos tradicionales (AASHTO93) en la ciudad de Chachapoyas – 2022*. [Tesis de grado, Universidad Nacional Toribio Rodríguez de Mendoza de Amazonas]. <https://hdl.handle.net/20.500.14077/3439>
- Chen, J., Dan, H., Ding, Y., Gao, Y., & Guo, M. (2021). New innovations in pavement materials and engineering: A review on pavement engineering research 2021. *Journal of Traffic and Transportation Engineering*, 8(6), 815-999. <https://doi.org/https://doi.org/10.1016/j.jtte.2021.10.001>
- Conza, D. G. (2016). *Evaluación de las fallas de la carpeta asfáltica mediante el método PCI en la Av. Circunvalación Oeste de Juliaca*. [Tesis de grado, Universidad Peruana Unión]. <https://doi.org/http://hdl.handle.net/20.500.12840/647>
- Coronado, J. (2012). *Manual Centroamericano para diseño de pavimentos*. Agencia de los Estados Unidos para el Desarrollo Internacional.
- Crespo, C. (2004). *Mecánica de Suelos y Cimentaciones*. Noriega Editores. <https://books.google.com.pe/books?id=Db2SQbBHVPQC&printsec=copyright#v=onepage&q&f=false>
- Das, M. (2001). *Principio de ingeniería de cimentaciones 4ta edición*. Estados Unidos: Publicado en la Universidad del estado de California.
- Dionicio, A. (2022). *Diseño de pavimento flexible mediante metodología AASHTO 93 para mejoramiento de serviciabilidad de carretera vecinal en el departamento de Puno*. [Tesis de grado, Universidad Nacional Federico Villarreal]. <https://hdl.handle.net/20.500.13084/5989>
- Fernandez, V. (2020). *Evaluación de las fallas estructurales del pavimento flexible de la avenida Francisco Vidal, Huacho*. [Tesis de grado, Universidad Nacional José Faustino Sánchez Carrión].

- Fuhaid, A. F., Arifuzzaman, M., & Gul, M. A. (2022). Application of Mechanistic Empirical Pavement Design Guide Software in Saudi Arabia. *Applied Sciences*, 12(16), 8165. <https://doi.org/10.3390/app12168165>
- Gomez, C. (2008). *Análisis del Efecto de la Cohesión Aparente en la Capacidad Soportante de Cimentaciones Superficiales*. [Tesis de grado; Instituto Tecnológico de Costa Rica]. https://repositoriotec.tec.ac.cr/bitstream/handle/2238/6227/analisis_de_la_cohesion_aparente_en_la_capacidad_soportante.pdf?sequence=1&isAllowed=y
- Gómez, E. E. (2018). *Diseño geométrico y estudios de las vías urbanas: Hayuelos, Toyota y Seminario en Tunja*. [Tesis de grado, Universidad Pedagógica y Tecnológica de Colombia]. <https://doi.org/https://repositorio.uptc.edu.co/server/api/core/bitstreams/e281d9ab-b9f7-4252-a5af-bf792dd9dcb5/content>
- Grajales, T. (2000). *Tipos de investigación*. Efaind. chrome-extension://efaidnbmnnnibpcajpcglclefindmkaj/https://cmapspublic2.ihmc.us/rid=1RM1F0L42-VZ46F4-319H/871.pdf
- Guzmán, N. J., & Patiño, L. F. (2018). *Estimación del módulo de reacción combinado para diferentes estructuras de subbase de pavimento rígido*. [Tesis de grado, Universidad Santo Tomás de Bogotá D.C.].
- Haas, R., & Hudson, R. (1994). *Modern Pavement Management*. Krieger Publishing Company. https://www.amazon.es/Modern-Pavement-Management-Ralph-Haas/dp/0894645889/ref=sr_1_1?dib=eyJ2IjoiMSJ9.7dXh-FSGHi8vnHZRKcwjOeaTxB2R9_mnffwzIFX6xoemeJ3B-fnRnQ297bTfKqTT.ujgwBm-_wnn6izDhZGCRSYkHNLvHRViPMI8Jtj6LzR8&dib_tag=se&qid=1715128086&refinements=p_27%3
- Heredia, L. L. (2022). *Alternativas de diseño del pavimento con deranje pluvial de las calles del sector San Luis de la ciudad de Chota, Cajamarca*. [Tesis de grado, Universidad Católica Santo Toribio de Mogrovejo]. <http://hdl.handle.net/20.500.12423/5488>
- Huang, Y. (2004). *Pavement Analysis and Design*. Printed in the United States of America. <https://archive.org/details/pavementanalysis0000huan/page/n7/mode/2up>

- INACAL. (2019). *NTP 339.127 SUELOS. Método de ensayo para determinar el contenido de humedad de un suelo. 1ª Ed.* Instituto Nacional de Calidad (INACAL).
- INACAL. (2019). *NTP 339.128 SUELOS. Método de ensayo para el análisis granulométrico. 1ª Ed.* Instituto Nacional de Calidad (INACAL).
- INACAL. (2019). *NTP 339.129 SUELOS. Método de ensayo para determinar el límite líquido, límite plástico, e índice de plasticidad de suelos. 1ª Ed.* Instituto Nacional de Calidad (INACAL).
- INACAL. (2019). *NTP 339.141. SUELOS. Método de ensayo para la compactación del suelo en laboratorio utilizando una energía modificada (2 700 kN-m/m³ (56 000 pie-lbf/pie³)). 1ª Ed.* Instituto Nacional de Calidad (INACAL).
- INACAL. (2019). *NTP 339.145. SUELOS. Método de ensayo de CBR (Relación de Soporte de California) de suelos compactados en el laboratorio. 1ª Ed.* Instituto Nacional de Calidad (INACAL).
- Irigoín, I. (2020). *Evaluación del deterioro prematuro del pavimento rígido de la Av. Micaela Bastidas, Chota 2019.* [Tesis de grado, Universidad Nacional Autónoma de Chota].
- Jácome-Macías, D. N., Pérez-Loor, D. L., & García-Vinces, J. J. (2022). Propuesta de ordenamiento al tránsito urbano de Portoviejo desde Ramos Iduarte hasta Monumento de Agricultura. *INGENIAR: Ingeniería, Tecnología e Investigación*, 5(9), 1-10. <https://doi.org/https://doi.org/10.46296/ig.v5i9edespmar.0050>
- Khichad, J. S., & Vishwakarma, R. J. (2024). Overview and Discussion of Pavement Performance Prediction Techniques for Maintenance and Rehabilitation Decision-Making. *International Journal of Pavement Research and Technology*, 1, 1-17. <https://doi.org/https://doi.org/10.1007/s42947-024-00435-x>
- Kozel, M., Remek, L., Ďurínová, M., Šedivý, Š., Šrámek, J., Danišovič, P., & Hostačná, V. (2021). Economic Impact Analysis of the Application of Different Pavement Performance Models on First-Class Roads with Selected Repair Technology. *Applied Sciences*, 11(21), 10409. <https://doi.org/https://doi.org/10.3390/app112110409>
- Llatas, J. P. (2024). *Análisis del comportamiento mecánico en adoquines de concreto f'c = 420 kg/cm² adicionando nanoplaquetas de grafeno y aserrín para pavimento articulado de alto tránsito.* [Tesis de grado, Universidad Católica Santo Toribio de Mogrovejo]. <https://doi.org/http://hdl.handle.net/20.500.12423/7294>

- Machia, J. L. (2009). *Cómputos, costos y presupuestos, 3ra edición*. nobuko.
- Mamani, A. I., & Sánchez, J. A. (2017). *Estudio comparativo del diseño del pavimento flexible y semirrígido con carpeta asfáltica y base tratada, para las calles del mercado Nuevo Progreso Sector La Hermelinda - Trujillo - La Libertad*. [Tesis de grado, Universidad Privada Antenor Orrego].
- Medina, L. (2013). Chequeo de estructuras de pavimento flexible a partir de los criterios empírico-mecanicistas de la AASHTO 2004. *Universidad Federal de Goiás, 1(1)*, 1-10.
https://www.researchgate.net/publication/277648750_Chequeo_de_estructuras_de_pavimento_flexible_a_partir_de_los_criterios_empirico-mecanicistas_de_la_AASHTO_2004
- MEF. (2015). *Pautas metodológicas para el desarrollo de alternativas de pavimentos en la formulación y evaluación social de proyectos de inversión pública de carreteras*. Banco Interamericano de Desarrollo. [https://doi.org/Ministerio de Economía y Finanzas \(MEF\)](https://doi.org/Ministerio de Economía y Finanzas (MEF))
- Minchán, C. K. (2019). *Análisis comparativo de estructuras de pavimento rígido mediante métodos de diseño AASHTO y PCA aplicado en una vía pública, Cajamarca -2019*. [Tesis de grado, Universidad Privada del Norte]. <https://doi.org/https://repositorio.upn.edu.pe/bitstream/handle/11537/22273/Minch%c3%a1n%20Lezcano%20Christian%20Kevin.pdf?sequence=1&isAllowed=y>
- Moharekpour, M., Shokri, M., Wellerdick, E., Traverso, M., Oeser, M., & Liu, P. (2024). An Evaluation of the Economic Viability and Accessibility of CRCP and JPCP: A Comparative Analysis. *Sustainability, 16(3)*, 1108. <https://doi.org/https://doi.org/10.3390/su16031108>
- Moon, B., Kim, J. J., & Lee, H. D. (2020). Development of Smart Pavement Design Sensitivity Analysis Software for Asset Management System. *Infrastructures, 5(7)*, 1-13. <https://doi.org/10.3390/infrastructures5070056>
- Mora, A. D., & Arguelles, C. A. (2015). *Diseño de pavimento rígido para la urbanización Caballero y Gangora, Municipio de Honda - Tolima*. Universidad Católica de Colombia.
<https://doi.org/https://repository.ucatolica.edu.co/server/api/core/bitstreams/2d13b732-5bf9-4364-a22d-c67100a753df/content>

- Morey, P., & Vasquez, P. (2019). *ESTUDIO DE TRÁFICO VEHICULAR EN AV. LA MARINA, TRAMO AV. 28 DE JULIO–PSJE. ANTONIO MACEDO TORRES, IQUITOS*. [Tesis de pregrado: Universidad Científica del Perú]. http://repositorio.ucp.edu.pe/bitstream/handle/UCP/860/TRABAJO%20FINAL_PERLITA%20MOREY.pdf?sequence=4&isAllowed=y
- MTC. (2014). *Manual de carreteras suelos, geología, geotécnica y pavimentos sección suelos y pavimentos*. www.mtc.gob.pe
- MTC. (2018). *Diseño geométrico DG-2018 RD N° 03-2018-MTC/14*. Ministerio de Transportes y Comunicaciones (MTC).
- MVCS. (2010). Norma CE.010 Pavimentos Urbanos. En C. y. Ministerio de Vivienda, *Reglamento Nacional de Edificaciones* (págs. https://cdn-web.construccion.org/normas/rne2012/rne2006/files/titulo2/05_CE/Pavimentos_Urbanos.pdf). Instituto Nacional de Gerencia (ICG).
- Okem, E. S., Iluyomade, T. D., & Akande, D. O. (2024). Revolutionizing US Pavement Infrastructure: A pathway to sustainability and resilience through nanotechnology and AI Innovations. *World Journal of Advanced Engineering Technology and Sciences*, *11*(2), 411-428. <https://doi.org/https://doi.org/10.30574/wjaets.2024.11.2.0124>
- Orihuela, E. J. (2023). *Diseño de pavimento rígido para mejorar la transitabilidad del caserío Mandinga, Provincia de San Ignacio- Cajamarca 2023*. [Tesis de grado, Universidad Cesar Vallejo]. <https://hdl.handle.net/20.500.12692/138280>
- Ortega, E. R., & Vanegas, A. (2022). ANÁLISIS DE LA INCIDENCIA GEOTÉCNICA PARA LA CONSTRUCCIÓN DE UN. *Revista Politécnica*, *18*(36), 17-29. [https://doi.org/ https://doi.org/10.33571/rpolitec.v18n36a2](https://doi.org/https://doi.org/10.33571/rpolitec.v18n36a2)
- Oyola, R. D. (2016). Determinación de la resistencia a la penetración de un suelo cohesivo en diferentes condiciones de hidratación y compactación. *Revista de Arquitectura e Ingeniería*, *10*(3), 1-10. <https://www.redalyc.org/journal/1939/193949520004/html/>
- Palomino, K., & Solis, A. (2016). *DISEÑO DE PAVIMENTO PARA LA VIA AL RECINTO BELDACO, TRAMO KM 8 ½ VIA MILAGRO – PARROQUIA ROBERTO ASTUDILLO – RECINTO BELDACO*. [Tesis de grado; Universidad de Guayaquil]. <https://repositorio.ug.edu.ec/server/api/core/bitstreams/4ac90731-399b-4bcc-804a-7f21ec812d21/content>

- Paredes, L. J., & Ramos, I. G. (2022). *Comparación estructural entre el diseño del pavimento rígido y flexible, para el AA.HH. Las Palmeras - Trujillo-2022*. [Tesis de grado, Universidad Cesar Vallejo]. <https://hdl.handle.net/20.500.12692/99235>
- Pérez, C., Durán, N., Fernández, R., Monroy, F., Pantaleón, M. J., Caballero, J. F., . . . Thenoux, G. A. (2018). *Manuales Técnicos para el Diseño de Carreteras*. Administradora Boliviana de Carreteras. http://www.abc.gob.bo/wp-content/uploads/2018/09/manual_de_ensayos_y_materiales_de_suelos_abc.pdf
- Pérez, E. J. (2022). *Evaluación del estado de servicio de los pavimentos mediante el método PCI de las principales avenidas de la ciudad de Chota*. [Tesis de grado, Universidad Nacional Autónoma de Chota].
- Pérez, H. (2018). *Carreteras*. <https://belliscovirtual.com/carreteras/4993-carreteras-volumen-i-red-viaria-y- trafico-9788490828052.html>
- Pérez, L., Meireles, B., Fuentes, D. d., Peña, C., & Alondo, A. (2022). Empleo de adoquines de concreto en la construcción de pavimentos. *Revista de Arquitectura e Ingeniería*, 16(2), 1-12. <https://doi.org/https://www.redalyc.org/journal/1939/193971847007/193971847007.pdf>
- Pinard, M. I., Hongve, J., & Infra, A. (2020). *Pavement Design of Low Volume Roads using the DCP-DN Method*. London: ReCAP for Uk aid. <https://doi.org/https://assets.publishing.service.gov.uk/media/5fcbdc80d3bf7f5d02b218f6/PInardHongve-InfraAfrica-2020-PavementDesignLVRusingDCPDNMethod-Manual-ReCAP-GEN2189A-201004-compressed.pdf>
- Prada, R. F. (2021). *Diseño de un pavimento flexible por el método aashto y racional, aplicado en la variante del municipio de armero Guayabal*. [Tesis de grado, Universidad Cooperativa de Colombia]. <https://hdl.handle.net/20.500.12494/36260>
- Quispe, A. (2021). *Propuesta de Diseño de Pavimento con Geometría Optimizada para Evitar Agrietamiento en la Calle Zarumilla Cuadra 17, Jaén, Cajamarca*. [Tesis de grado, Universidad Cesar Vallejo].
- Reza, S. (2014). The Pavement Performance Modeling: Deterministic vs. Stochastic Approaches. (A. E. Seifedine Kadry, Ed.) *Coventre University*, 179-196. https://doi.org/https://doi.org/10.1007/978-3-319-07167-1__5

- Rico, A., Téllez, R., & Garnica, P. (1998). *Pavimentos flexibles. Problemática, Metodologías de diseño y tendencias*. Instituto Mexicano del Transporte. <https://www.imt.mx/archivos/publicaciones/publicaciontecnicapt104.pdf>
- Robinson, R. (2004). *Road Engineering For Development*. <https://roadsforwater.org/wp-content/uploads/2013/10/Richard-Robinson-Bent-Thagesen-Road-Engineering-for-Development-2004.pdf>
- Rodriguez, E. F., & Martinez, N. F. (2013). *Diagnóstico de la geometría vial del cruce "Monumento el León" en la ciudad de Girardot: su planeación y diseño como glorieta de acuerdo a las normas nacionales Invias*. [Tesis de grado, Corporación Universitaria Minuto de Dios]. https://doi.org/https://repository.uniminuto.edu/bitstream/10656/2833/1/TIC_MartinezCantorNestor_2013%20.pdf
- Rogers, M., & Enright, B. (2016). *HIGHWAY ENGINEERING*. <https://belliscovirtual.com/carreteras/4290-highway-engineering-3rd-edition-9781118378151.html>
- Rojas, J. (2021). *Análisis de alternativas para el diseño de pavimentos en las calles de acceso al mercado mayorista José Olaya, distrito de Nueva Cajamarca, departamento San Martín, 2020*. [Tesis de grado, Universidad Católica Santo Toribio de Mogrovejo].
- Sandoval, Y. A. (2018). *antenimiento Periódico inicial en la mejora de vida útil del pavimento en la carretera: Pucará km 13+ 542 al Dv. Pampas km 39+ 84*. [Tesis de grado, Universidad César Vallejo]. <https://hdl.handle.net/20.500.12692/26905>
- Saudy, M., Breakah, D., Kaloopc, R., & El Badawy, S. (2023). Regional implementation of the mechanistic empirical pavement design and analysis approach: Egyptian case study. *Case Studies in Construction Materials*, 18, e01863. <https://doi.org/https://doi.org/10.1016/j.cscm.2023.e01863>
- Sengun, E., Kim, S., & Ceylan, H. (2024). A comparative study on structural design of plain and roller-compacted concrete for heavy-duty pavements. *Road Materials and Pavement Design*, 25(2), 392-422. <https://doi.org/https://doi.org/10.1080/14680629.2023.2209194>
- Tapia, M. A. (2018). *Pavimentos*. Universidad Nacional Autónoma de México. <https://www.libreriaingeniero.com/2018/09/pavimentos-unam.html>
- Torres, X. S. (2022). *Diseño del pavimento flexible para los centros poblados de Conache, Campiña de Conache, Pampas de San Juan y la Rinconada en el distrito*

- de Laredo, Trujillo, La Libertad*. [Tesis de grado, Universidad Privada Antenor Orrego]. <https://hdl.handle.net/20.500.12759/9844>
- UNSCH. (26 de noviembre de 2020). *Video Tutorial EverFE2 26*. Universidad Nacional San Cristóbal de Huamanga (UNSCH): <https://www.youtube.com/watch?v=iX1NlzbJ1Fg>
- Vásquez, J. K. (2020). *Comparación entre el diseño de pavimento rígido y flexible reforzados con geomalla biaxial en la pavimentación de la Av. Perú de la ciudad de Chota - Cajamarca*. [Tesis de grado, Universidad Nacional de Cajamarca]. <http://hdl.handle.net/20.500.14074/3945>
- Villanueva, I. (2004). *Pavimentos*. Universidad Mayor de San Simón. https://www.academia.edu/16406141/Libro_de_Pavimentos
- Zambrano, M. I., & Tejada, E. (2019). Materiales granulares tratados con emulsión asfáltica para su empleo en bases o subbases de pavimentos flexibles. *Revista de Arquitectura e Ingeniería*, 13(3), 1-11.
- Ziar, A., Ulfat, S., Serat, Z., & Armal, M. A. (2023). Cost Effectiveness Analysis of Design Methods for Rigid and Flexible Pavement: A Case Study of Urban Road. *Archives of Advanced Engineering Science*, 20(20), 1-8. <https://doi.org/https://doi.org/10.47852/bonviewAAES32021264>

CAPÍTULO VII. ANEXOS

Anexo A. Matriz de consistencia

Tesis: Evaluación técnica y económica de las alternativas de pavimentación para el Jr. Exequiel Montoya, utilizando el Método AASHTO-93,

Chota - 2023

Tesista: Cinthia Solary Núñez Gamonal

Formulación del problema	Objetivos	Hipótesis	Variables	Dimensiones	Indicadores	Metodología
¿Cuál es la alternativa de pavimentación más adecuada técnica y económicamente para el Jr. Exequiel Montoya, utilizando el Método AASHTO-93, en Chota en el año 2023?	<p>Objetivo general</p> <p>Evaluar técnica y económicamente las alternativas de pavimentación para el Jr. Exequiel Montoya, utilizando el método AASHTO-93, de la ciudad de Chota, 2023.</p> <p>Objetivos específicos</p> <ul style="list-style-type: none"> – Diseñar el pavimento flexible para el Jr. Exequiel Montoya utilizando el método AASHTO-93, y realizar su análisis técnico – económico. – Diseñar el pavimento rígido para el Jr. Exequiel Montoya utilizando el método AASHTO-93, y realizar su análisis técnico – económico. – Diseñar el pavimento semirrígido para el Jr. Exequiel Montoya utilizando el método AASHTO-93, y realizar su análisis técnico – económico. – Determinar la mejor alternativa de pavimentación para el Jr. Exequiel Montoya mediante la comparación de las características técnicas y los costos económicos. 	<p>La alternativa de pavimentación más adecuada técnica y económicamente para el Jr. Exequiel Montoya, utilizando el Método AASHTO-93, en Chota en el año 2023 es el pavimento rígido.</p>	VI	Pavimento rígido	Losa de concreto	<p>Enfoque: Cuantitativo</p> <p>Tipo: Aplicada</p> <p>Nivel: Descriptivo</p> <p>Muestra: La muestra es el jirón Exequiel Montoya de la ciudad de Chota en su 0.855 km de extensión, donde se ha planteado el diseño de tres tipos de alternativas de pavimentación: Pavimento rígido Pavimento adoquinado (semirrígido) Pavimento flexible</p>
					Base granular	
					Mejoramiento de subrasante	
				Pavimento flexible	Asfalto	
					Base granular	
					Subbase granular	
			VD	Pavimento adoquinado	Mejoramiento de subrasante	
					Adoquín	
					Cama de arena	
				Análisis técnico	Base granular	
					Subbase granular	
					Mejoramiento de subrasante	
Análisis económico	Espesores de las capas del pavimento					
	Deflexiones del pavimento					
	Desempeño general (Esfuerzos)					
					Costo de construcción	
					Costo de operación y mantenimiento	
					Vida útil	


Anexo B. Documentación



UNIVERSIDAD NACIONAL AUTÓNOMA DE CHOTA LICENCIADA POR LA SUNEDU



FORMATO ÚNICO DE TRÁMITE - FUT

I. SUMILLA		REG. N° _____
SOLICITO PERMISO PARA REALIZAR ESTUDIOS DE MECÁNICA DE SUELOS EN LABORATORIO EXTERNO.		
II. DEPENDENCIA A QUIEN SE DIRIGE LA SOLICITUD		
ING. ELMER NATIVIDAD CHÁVEZ VÁSQUEZ - COORDINADOR DE LA FACULTAD DE CIENCIAS DE LA INGENIERÍA - UNACH		
III. DERECHO DE TRÁMITE (Opcional)		
N° DE COMPROBANTE DE PAGO	FECHA DE PAGO	
IV. DATOS DEL SOLICITANTE		
PERSONA NATURAL		Estudiante UNACH: <input type="checkbox"/> Código: 2014052178
Apellido Paterno	Apellido Materno	Nombre (s)
NÚÑEZ	GAMONAL	CINTHIA SOLARY
DOCUMENTO DE IDENTIDAD		DNI <input type="checkbox"/> LE <input type="checkbox"/> CE <input type="checkbox"/> OTRO <input type="checkbox"/>
73007806		
PERSONA JURÍDICA		
Razón Social:		RUC:
REPRESENTANTE LEGAL (Adjuntar documento que lo acredite como tal)		DOCUMENTO DE IDENTIDAD
Apellido Paterno	Apellido Materno	Nombre (s)
DNI <input type="checkbox"/> LE <input type="checkbox"/> CE <input type="checkbox"/> OTRO <input type="checkbox"/>		
IV. DATOS DEL SOLICITANTE		
DOMICILIO: AV/ CALLE / JIRÓN / DPTO /MZ /LOTE /URB		
Jr. Juan Olivera Cortez N° 200		
DISTRITO / PROVINCIA /DEPARTAMENTO		
CHOTA/CHOTA/CAJAMARCA		
AUTORIZO QUE SE ME NOTIFIQUE AL SIGUIENTE CORREO	TELÉFONO	CELULAR
ingsolary@gmail.com	-	926153376
V. FUNDAMENTACIÓN DE LO SOLICITADO		
Mediante la presente solicito el permiso para realizar los estudios de mecánica de suelos en laboratorio externo GEOCONCRET, debido a que algunas máquinas de la Universidad Nacional Autónoma de Chota están en mantenimiento, siendo éste un requisito para ejecutar mi proyecto de tesis denominado "Evaluación técnica y económica de las alternativas de pavimentación para el Jr. Exequiel Montoya, utilizando el método ASSHTO-93, Chota - 2023" aprobado mediante acto resolutivo N° 027-2024-FCI/UNACH.		
Por lo expuesto ruego a usted acceder a mi solicitud por ser de justicia.		
VI. ANEXOS (Relación de documentos que se adjunta)		OBSERVACIONES
LUGAR Y FECHA: Chota, 04 de abril de 2024		 CINTHIA SOLARY NÚÑEZ GAMONAL DNI: 73007806 CÓDIGO UNIVERSITARIO: 2014052178

Aprobado por RESOLUCIÓN DE COMISIÓN ORGANIZADORA N° 140-2019-FCI/UNACH



UNIVERSIDAD NACIONAL AUTÓNOMA DE CHOTA

Ley de Creación N° 29531

LICENCIADA CON RESOLUCIÓN DE CONSEJO DIRECTIVO N° 160-2018-SUNEDU/CD
COORDINACIÓN DE LA FACULTAD DE CIENCIAS DE LA INGENIERÍA

"Año del bicentenario, de la consolidación de nuestra independencia, y de la
conmemoración de las heroicas batallas de Junín y Ayacucho"



Chota, 29 de marzo del 2024

CARTA N°006- 2024-UNACH-CFCI-ENCHV

Cinthia Solary Núñez Gamonal. tesista

ASUNTO : Autorización concedida.

Referencia : FUT N° 126-2024.

Me dirijo a usted para expresarle mi saludo cordial y manifestarle que cuenta con mi autorización para llevar a cabo sus ensayos en el laboratorio GEOCONCRET H&M INGENIEROS S.R.L., ubicado en la ciudad de Chota, quedando bajo su responsabilidad presentar los documentos que expresan los resultados encontrados, en papel membretado con el logo de la empresa, debidamente firmados por el responsable técnico del laboratorio y visado por el dueño y/o representante legal de la empresa.

Sin otro particular, expreso las muestras de mi especial consideración y estima personal

Atentamente,

DR. ING. ELMER NATIVIDAD CHÁVEZ VÁSQUEZ
COORDINADOR DE LA FCI
UNIVERSIDAD NACIONAL AUTÓNOMA DE CHOTA

Anexo C. Estudios básicos

Anexo 1. Estudio topográfico

 <p>UNIVERSIDAD NACIONAL AUTÓNOMA DE CHOTA UN SUEÑO HECHO REALIDAD </p>	ESTUDIO TOPOGRÁFICO
--	----------------------------

1. Aspectos generales

1.1. Objetivos del estudio topográfico

El objetivo de un levantamiento topográfico es la determinación, tanto en planimetría como en altimetría, de puntos del terreno necesarios para obtener la representación fidedigna de un determinado terreno natural a fin de:

- Realizar los trabajos de campo que permitan elaborar los planos topográficos.
- Proporcionar información de base para los estudios de geotecnia y de impacto ambiental.
- Posibilitar la definición precisa de la ubicación y las dimensiones de los elementos estructurales.
- Establecer puntos de referencia para el replanteo durante la construcción.

1.2. Descripción del área del proyecto

- Calle: Exequiel Montoya
- Distrito: Chota
- Provincia: Chota
- Departamento: Cajamarca

1.3. Metodología

1.3.1. Planeamiento

La etapa del planeamiento consiste en el establecimiento de las condiciones geométricas, técnicas, económicas y de factibilidad que permiten la elaboración de un anteproyecto

para realizar un levantamiento dado, destinado a satisfacer una determinada necesidad. Esta etapa está ligada con la pre evaluación, la cual deberá tener en cuenta factores de precisión requerida, disponibilidad de equipo, materiales, personal y demás facilidades, o sus requerimientos, incluyendo la consideración de factores ambientales previstos, de modo que sea posible hacer un planeamiento óptimo y establecer las normas y procedimientos específicos del levantamiento de acuerdo a las normas contenidas en este documento o las requeridas en casos específicos o especiales.

1.3.2. Reconocimiento y monumentación

El reconocimiento y la monumentación consisten en las operaciones de campos destinados a verificar sobre el terreno las características definidas por el planeamiento y a establecer las condiciones y modalidades no previstas por el mismo. Las operaciones que en este punto se indican deben desembocar necesariamente en la elaboración del proyecto definitivo. Por otra parte, esta etapa contempla el establecimiento físico de las marcas o monumentos del caso en los puntos pre establecidos.

1.3.3. Trabajos de campo

Los trabajos de campo están constituidos por el conjunto de observaciones que se realizan directamente sobre el terreno para realizar las mediciones requeridas por el proyecto, de acuerdo con las normas aplicables. Los cálculos y comprobaciones de campo se considerarán como parte integral de las observaciones, se hacen inmediatamente al final de las mismas. Tienen como propósito verificar la adherencia de los trabajos a las normas establecidas.

1.3.4. Trabajos de gabinete

Los cálculos de gabinete proceden inmediatamente a la etapa anterior y están constituidos por todas aquellas operaciones que, en forma ordenada y sistemática, calculan las correcciones y reducciones a las cantidades observadas y determinan los parámetros de

interés mediante el empleo de criterios y fórmulas apropiadas que garanticen la exactitud requerida. El ajuste o compensación deberá seguir, cuando sea aplicable, al cálculo de gabinete.

2. Trabajo de campo

2.1. Equipos utilizados

- Una Estación Total LEICA TS 09, con las siguientes especificaciones técnicas:
- Un trípode de soporte.
- Cinco prismas con sus respectivos porta prismas.
- Un GPS Oregón 650 GTS.
- Wincha de fibra de lona de 50m.
- Libreta topográfica.

2.2. Personal

- 01 Topógrafo a cargo de los equipos topográficos.
- 03 Personas encargadas de los prismas.
- 02 Personas encargadas medición de kilometraje.

2.3. Preparación del equipo y planificación del levantamiento:

- Se calibró y verificó el funcionamiento de la estación total Leica.
- Se definieron los puntos críticos a levantar, incluyendo los bordes y el eje de la vía, postes, buzones, cunetas, obras existentes y confluencias con otros jirones, pasajes y/o avenidas.

2.4. Toma de puntos con la estación total:

- Se ubicó la estación total Leica y se niveló correctamente.
- Se configuró la estación total para registrar datos en coordenadas X, Y, Z.
- Se realizaron los cambios de estación que fuesen necesarios en el trayecto de la vía, por medio del método de triangulación.

- Se realizó la toma de puntos a lo largo de los bordes y el eje de la vía. Para cada punto, se registraron las coordenadas precisas utilizando la estación total.
- Además de los bordes y el eje, se tomaron puntos en elementos importantes como postes, buzones, cunetas, y otras obras existentes. Cada punto se midió y registró con precisión.
- Se tomaron BMS y puntos fijos a lo largo del jirón en estudio.

2.5.Registro de confluencias y detalles adicionales:

- Se registraron puntos en las confluencias del Jr. Exequiel Montoya con otros jirones, pasajes y/o avenidas. Esto incluyó la medición de intersecciones y conexiones con otras vías.
- Se aseguraron de documentar cualquier detalle adicional relevante, como señales de tráfico, accesos a propiedades y características del entorno.

2.6.Recolección de datos y verificación:

- Se almacenaron los datos recolectados en la memoria interna de la estación total y se respaldaron en una computadora portátil.
- Se realizó una revisión preliminar de los datos en el campo para asegurar que no hubiera omisiones o errores significativos.
- Si se identificaron inconsistencias, se tomaron medidas adicionales para corregirlas y asegurar la exactitud de la información.

3. Trabajos de gabinete

Durante y una vez terminado el trabajo en campo de topografía se procedió al procesamiento en gabinete de la información topográfica en el software AutoCAD Civil 3D versión 2023, elaborando planos topográficos a escala 1:1000 en la planta y con una equidistancia de curvas de 0.50m; perfil longitudinal Horizontal 1:500 y Vertical 1:500.

Los trabajos de gabinete consistieron básicamente en:

- Procesamiento de la información topográfica tomada en campo.
- Elaboración de planos topográficos y de ubicación a escalas adecuadas.

Software utilizado

Los datos correspondientes al levantamiento topográfico han sido procesados en sistemas computarizados, utilizando los siguientes equipos y software:

- 01 Laptop Toshiba CORE i7 2.67 GHz de 8GB de RAM
- Software “Base Camp”, para transmitir toda la información tomada en el campo a una PC.
- Software AutoCAD Civil 3D versión 2023, para el procesamiento de los datos topográficos.
- Software AutoCAD 2023 para la elaboración de los planos correspondientes.

4. Datos de campo

Tabla 47

Datos Topográficos

Punto	Norte	Este	Altitud (msnm)	Código
1	9273897	759918	2352	e1
2	9273906	759935	2378	r1
3	9273925.29	759911.058	2350.954	c
4	9273925.29	759911.08	2350.954	v
5	9273925.28	759911.082	2350.954	p
6	9273925.24	759910.447	2350.934	v
7	9273923.68	759906.662	2350.966	c
8	9273921.05	759903.939	2351.574	v
9	9273920.49	759903.191	2351.629	p
10	9273889.44	759922.412	2352.149	p
11	9273889.77	759923.032	2352.132	p
12	9273889.78	759923.029	2352.132	v
13	9273890.83	759926.08	2351.936	c
14	9273893.97	759928.18	2352.065	v
15	9273894.42	759929.021	2352.048	p
16	9273866.33	759943.459	2351.414	p

Punto	Norte	Este	Altitud (msnm)	Código
17	9273865.88	759942.693	2351.377	v
18	9273864.17	759941.098	2351.19	c
19	9273862.42	759938.745	2351.527	v
20	9273862.22	759938.173	2351.561	p
21	9273853.83	759943.635	2351.283	p
22	9273855	759944.418	2350.487	v
23	9273855.37	759946.17	2350.53	c
24	9273856.31	759948.053	2350.579	v
25	9273856.26	759948.942	2350.565	p
26	9273803.52	759976.393	2347.783	p
27	9273802.29	759976.112	2347.748	p
28	9273822.13	759966.278	2348.748	e2
29	9273831.96	759961.107	2349.254	r2
30	9273801.12	759973.884	2347.656	c
31	9273800.16	759972.203	2347.875	v
32	9273800.66	759971.059	2347.922	v
33	9273800.66	759971.059	2347.922	p
34	9273789.98	759976.716	2347.902	p
35	9273790.58	759977.495	2347.864	v
36	9273791.56	759980.442	2347.614	c
37	9273780.08	759984.241	2348.136	e3
38	9273769.52	759990.821	2348.622	r3
39	9273740.32	760011.789	2352.057	p
40	9273740.59	760012.284	2352.012	v
41	9273741.5	760015.404	2351.825	c
42	9273742.63	760017.387	2352.011	v
43	9273743.39	760017.89	2352.064	p
44	9273793.61	759982.792	2347.574	v
45	9273792.38	759980.636	2347.6	c
46	9273794.23	759983.802	2347.537	p
47	9273794.22	759983.798	2347.537	p
48	9273735.18	760022.666	2352.277	e4
49	9273734.87	760023.588	2352.296	p
50	9273735.38	760022.275	2352.275	v
51	9273734.67	760020.023	2352.174	v
52	9273733.62	760017.103	2352.342	p
53	9273739.49	760012.987	2352.356	r4
54	9273733.89	760017.728	2352.325	v

Punto	Norte	Este	Altitud (msnm)	Código
55	9273681.77	760055.772	2351.246	v
56	9273681.76	760055.775	2351.245	p
57	9273681.35	760055.181	2351.244	v
58	9273679.44	760049.61	2351.195	v
59	9273709.3	760032.233	2352.215	p
60	9273709.74	760032.912	2352.214	v
61	9273710.82	760034.122	2352.004	c
62	9273712.63	760035.91	2352.093	v
63	9273712.94	760036.644	2352.093	p
64	9273681.93	760055.273	2351.258	e5
65	9273690.73	760049.803	2351.561	r5
66	9273679.43	760049.274	2351.178	p
67	9273679.65	760050.148	2351.172	v
68	9273676.15	760048.346	2351.007	v
69	9273675.35	760048.917	2350.972	v
70	9273673.04	760050.91	2350.693	c
71	9273671	760052.496	2350.681	v
72	9273669.98	760052.614	2350.688	p
73	9273669.35	760054.968	2350.619	p
74	9273669.9	760055.654	2350.571	v
75	9273669.92	760055.628	2350.572	v
76	9273671	760058.988	2350.528	c
77	9273672.32	760062.04	2350.734	v
78	9273672.28	760063.062	2350.74	p
79	9273675.59	760064.491	2350.935	p
80	9273676.22	760063.683	2350.993	v
81	9273639.88	760071.91	2348.082	p
82	9273640.78	760073.26	2348.098	v
83	9273642.62	760075.955	2348.262	c
84	9273645.26	760079.522	2348.539	c
85	9273645.26	760079.52	2348.539	v
86	9273645.48	760080.415	2348.526	p
87	9273626.53	760093.027	2347.084	p
88	9273626.32	760092.283	2347.06	p
89	9273624.74	760088.29	2346.795	c
90	9273621.84	760083.262	2346.623	p
91	9273621.92	760084.513	2346.659	v
92	9273612.4	760087.67	2346.423	v

Punto	Norte	Este	Altitud (msnm)	Código
93	9273610.76	760088.289	2346.411	p
94	9273610.32	760090.063	2346.348	p
95	9273611.7	760090.66	2346.366	v
96	9273613.09	760093.098	2346.303	v
97	9273613.1	760093.092	2346.303	c
98	9273609.07	760099.291	2346.703	c
99	9273615.54	760099.477	2346.687	c
100	9273612.02	760096.907	2346.736	j
101	9273612.41	760097.401	2346.777	j
102	9273599.6	760105.708	2346.765	j
103	9273599.13	760104.785	2346.699	j
104	9273595.04	760107.275	2346.634	j
105	9273595.57	760108.272	2346.702	j
106	9273576.16	760120.338	2346.607	j
107	9273570.28	760114.994	2345.981	p
108	9273570.78	760115.793	2345.984	v
109	9273572.32	760118.187	2346.079	c
110	9273572.59	760122.572	2346.568	c
111	9273573.98	760124.307	2346.373	c
112	9273559.71	760130.555	2346.56	j
113	9273548.51	760128.64	2346.004	p
114	9273549.02	760129.592	2346.003	v
115	9273517.91	760148.906	2345.835	v
116	9273517.37	760148.169	2345.879	p
117	9273535.25	760145.697	2346.322	j
118	9273552.72	760134.728	2346.539	j
119	9273520.92	760147.889	2345.761	e6
120	9273529.69	760142.444	2345.905	r6
121	9273581.18	760125.779	2346.507	p
122	9273580.71	760124.912	2346.471	v
123	9273576.67	760123.561	2346.374	v
124	9273572.34	760121.433	2346.507	j
125	9273559.42	760129.631	2346.45	j
126	9273552.41	760133.803	2346.384	j
127	9273535.02	760144.762	2346.235	j
128	9273532.37	760146.445	2346.191	j
129	9273532.81	760147.492	2346.209	j
130	9273537.86	760152.039	2346.195	e

Punto	Norte	Este	Altitud (msnm)	Código
131	9273537.44	760151.141	2346.176	v
132	9273528.73	760156.991	2346.059	v
133	9273529.31	760157.939	2346.096	e
134	9273526.74	760150.064	2346.16	j
135	9273527.27	760151.035	2346.122	j
136	9273523.99	760152.535	2346.066	j
137	9273505.71	760165.915	2345.435	j
138	9273501.96	760168.765	2345.23	j
139	9273483.78	760182.502	2344.431	j
140	9273480.56	760184.897	2344.275	j
141	9273481.29	760174.506	2344.308	p
142	9273481.93	760175.548	2344.284	v
143	9273490.23	760186.529	2344.854	p
144	9273489.16	760185.86	2344.795	v
145	9273462.56	760198.568	2343.193	j
146	9273458.05	760201.807	2342.857	j
147	9273461.47	760208.224	2342.792	p
148	9273460	760207.42	2342.776	v
149	9273452.43	760199.426	2342.499	v
150	9273451.85	760198.329	2342.533	p
151	9273439.02	760217.253	2341.799	j
152	9273436.18	760219.542	2341.518	j
153	9273418.94	760234.03	2340.537	j
154	9273405.38	760245.498	2339.992	j
155	9273399.61	760250.127	2339.88	j
156	9273402.23	760255.375	2339.429	v
157	9273396.98	760247.903	2339.363	c
158	9273388.48	760263.266	2338.133	r7
159	9273381.76	760267.658	2337.536	e7
160	9273397.21	760277.762	2338.654	
161	9273396.99	760276.934	2338.612	v
162	9273386.57	760273.938	2337.267	v
163	9273360.15	760282.389	2333.506	v
164	9273360.38	760282.027	2333.521	v
165	9273367.89	760277.102	2334.292	v
166	9273349.03	760282.713	2332.961	v
167	9273349.03	760282.714	2332.96	p
168	9273349.09	760281.658	2332.954	v

Punto	Norte	Este	Altitud (msnm)	Código
169	9273354.29	760274.603	2335.637	v
170	9273353.87	760265.445	2335.861	p
171	9273353.91	760266.31	2335.83	v
172	9273353.96	760270.121	2335.642	c
173	9273375.88	760259.611	2338.207	c
174	9273375.89	760259.617	2338.207	p
175	9273376.54	760260.537	2337.453	v
176	9273386.76	760267.444	2337.961	v
177	9273395.27	760243.904	2339.582	p
178	9273395.92	760244.759	2339.576	v
179	9273329.69	760266.019	2334.621	p
180	9273329.4	760266.646	2334.609	v
181	9273313.14	760272.395	2333.106	v
182	9273307.73	760270.565	2333.413	e8
183	9273321.79	760273.83	2334.133	r8
184	9273311.04	760262.786	2333.651	
185	9273310.63	760263.672	2333.592	v
186	9273283.44	760251.807	2332.397	p
187	9273283.17	760252.512	2332.355	v
188	9273269.68	760246.134	2331.297	v
189	9273269.39	760246.909	2331.333	v
190	9273264.65	760253.942	2331.047	v
191	9273226.53	760247.931	2328.762	v
192	9273266.27	760261.876	2328.695	v
193	9273310.86	760281.787	2331.666	v
194	9273310.86	760281.789	2331.666	p
195	9273311.23	760280.971	2331.605	v
196	9273311.23	760280.97	2331.605	v
197	9273321.04	760283.356	2332.3	v
198	9273321.28	760282.488	2332.403	v
199	9273226.09	760245.919	2328.742	r9
200	9273213.22	760242.621	2328.073	r9
201	9273219.23	760236.31	2328.747	p
202	9273219.13	760237.17	2328.714	v
203	9273207.75	760233.513	2327.549	p
204	9273207.41	760234.139	2327.579	v
205	9273198.51	760224.302	2326.423	p
206	9273197.94	760224.643	2326.392	v

Punto	Norte	Este	Altitud (msnm)	Código
207	9273184.3	760225.594	2325.419	v
208	9273172.34	760227.644	2325.327	v
209	9273171.67	760228.283	2325.322	p
210	9273186.62	760244.685	2326.121	p
211	9273187.17	760243.863	2325.945	v
212	9273195.01	760249.259	2326.214	v
213	9273223.04	760255.832	2326.913	v
214	9273227.04	760256.187	2327.212	v

5. Panel fotográfico

Fotografía 1. Preparación del equipo topográfico



Fotografía 2. Realización del Levantamiento Topográfico en el Jr. Exequiel Montoya por Parte de la Tesista



Fotografía 3. Toma de Puntos Topográficos en los Bordes de la Vía, Cunetas Existentes, Postes y Demás Puntos de Interés en el Jr. Exequiel Montoya



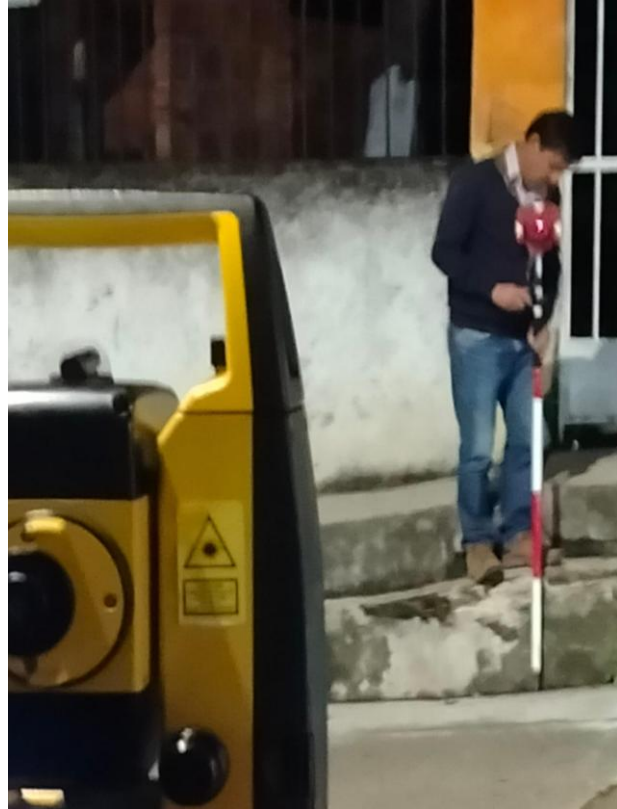
Fotografía 4. BMS y puntos fijos tomados en la calle de estudio



Fotografía 5. BMS y puntos fijos tomados en la calle de estudio



Fotografía 6. Toma de puntos en la calle de estudio



Anexo 2. Estudio de mecánica de suelos y certificados de INDECOPI e INACAL de los equipos utilizados



1. Aspectos generales

1.1.Objetivos del estudio

Conocer las propiedades físico mecánicas de los suelos existentes en el área donde se realizará las obras, en tal sentido se realizaron trabajos de exploración de campo por medio de calicatas. Los resultados de laboratorio y registros de exploración respectivos permitirán definir el perfil estratigráfico del área en estudio y conocer las propiedades del suelo.

1.2.Normatividad

Manual EG-2013, CE.010, E.050 y E.030.

Normas técnicas peruanas.

Normas ASTM y AASHTO.

1.3.Descripción del área del proyecto

- Calle: Exequiel Montoya
- Distrito: Chota
- Provincia: Chota
- Departamento: Cajamarca

2. Aspectos geológico del área de estudio

2.1.Geomorfología

El área en estudio se encuentra en la parte alta de la cordillera andina a 2348 msnm.

Conformada por una cadena de cerros, bisecada por numerosas quebradas, ríos y

riachuelos, zonas de pequeños bosques, laderas, pequeñas llanuras, algunas terrazas con presencia de suelos húmedos, elevaciones de mediana altitud, características que corresponden a la cadena central de los Andes Peruanos.

El área en estudio corresponde a zonas cuya topografía presentan ondulaciones, debido a procesos ocasionados por escorrentía superficial, su potencial es reducido debido a las limitaciones topográficas y edáficas, que hacen de estos medios ecológicamente frágiles y de alta susceptibilidad erosiva; se localizan ocupando parte del territorio de las provincias de Chota, Santa Cruz, Contumazá, Cajamarca, San Marcos y Cajabamba.

2.2.Geología

La zona donde se desarrollará el proyecto, se ubica en la parte Norte central del Perú, Provincia de Chota, Región Cajamarca. De acuerdo a la carta Geológica Nacional, emitida por "INGEMMET" del sector Energía y Minas. La zona en estudio se encuentra ubicada en la hoja 14 - f chota, el área en estudio es una formación de suelos existentes que corresponden a la era del mesozoico, del SISTEMA CRETÁCEO, serie superior, en las que se distinguen principalmente la formación Chota.

2.3.Aspectos geodinámicos

La geodinámica externa se acentúa en los meses de mayores precipitaciones pluviales, se debe de tomar en cuenta que es una zona vulnerable al fenómeno “El Niño”.

No se han observado fallas geológicas o problemas estructurales cuya existencia afectaría la seguridad de la obra en sí.

3. Trabajos realizados

3.1.Trabajos de campo

a) Exploración y muestreo

Previamente a la excavación de calicatas se solicitó permiso a la Municipalidad Provincial de Chota para remover el pavimento existente en el eje de la vía en los puntos de muestreo.

De acuerdo a la norma CE.010 (MVCS, 2010), “para vías expresas, arteriales, colectoras y locales, se realiza una calicata cada 2000, 2400, 3000 y 3600 m², respectivamente”. El Jr. Exequiel Montoya es una vía local con área de 8064.297 m², de acuerdo al levantamiento topográfico (exploración detallada), por lo que, se realizaron dos calicatas distribuidas uniformemente en la vía de estudio.

Tabla 48

Ubicación de las Calicatas en el Jr. Exequiel Montoya

Calicata	Km	Coordenadas UTM WGS 84 17S	
		Este (m E)	Norte (m S)
C-1	0+000	759965.43	9273894.21
C-2	0+586	759401.96	9274057.36

Figura 62

Vista Satelital de la Ubicación de las Calicatas en el Jr. Exequiel Montoya



Nota: (Google earth, 2024).

b) Excavación de calicatas

Se excavaron dos calicatas de profundidad de 1.50 m, con 1 m de lado, utilizando maquinaria pesada excavadora. Durante la excavación, se tuvo especial cuidado en extraer el pavimento de manera controlada para no dañar el suelo subyacente ni afectar la estabilidad de las áreas adyacentes. Una vez completada la excavación de las calicatas, se procedió a la toma de muestras de suelo.

c) Toma de muestras

Las muestras de suelo se extrajeron de acuerdo al perfil estratigráfico definido en campo, es decir por estratos para la clasificación granulométrica, y del fondo de la calicata para los ensayos mecánicos de capacidad de soporte.

Las muestras recogidas se etiquetaron adecuadamente y se transportaron al laboratorio GEOCONCRET H&M INGENIEROS S.R.L. para su análisis.

3.2. Trabajos en laboratorio

Los ensayos de mecánica de suelos se realizaron en el laboratorio GEOCONCRET H&M INGENIEROS S.R.L. de la ciudad de Chota. Este análisis incluyó pruebas de NTP 339.128 granulometría (INACAL, 2019), NTP 339.129 plasticidad (INACAL, 2019), NTP 339.127 contenido de humedad (INACAL, 2019), NTP 339.145 capacidad de soporte (INACAL, 2019) y NTP 339.141 compactación (INACAL, 2019) para determinar las propiedades del suelo.

a) Perfil estratigráfico

En la calicata 1 (C – 1) se identificaron dos estratos, el primero de 0.00 a 0.50 m conformado por el paquete estructural del pavimento en mal estado, y del 0.50 m a 1.50 m por el suelo arcillo limoso (CL) con una proporción de gruesos (17.26%), y cantidad de material fino (78.34%), de color amarillo claro.

En la calicata 2 (C – 2) se presenta el paquete estructural de pavimento del 0.00 a 0.50 m, mientras que de 0.50 m a 1.50 m por suelo arcillo limoso (CL) con una proporción de gruesos (17.29%) y finos (78.43%), de color amarillo claro.

3.3.Trabajos en gabinete

Después de la realización de los ensayos de laboratorio, se procesaron estos datos determinando las propiedades físicas y mecánicas del suelo.

La subrasante en el Jr. Exequiel Montoya se caracteriza por ser un suelo fino clasificado como arcilla limosa, en el grupo A-7-5(22), con límite líquido (LL) de 41%, límite plástico (LP) de 11% e índice de plasticidad (IP) de 30%. Su compactación se alcanza en promedio con 7.75% del óptimo contenido de humedad (OCH), logrando 1.99 g/cm³ de máxima densidad seca (MDS). También se ha verificado que, presenta valores bajos de capacidad de soporte CBR al 100% de MDS en promedio de tan solo 2.59% (CBR menor a 6%), por lo que debe considerarse el mejoramiento del suelo con material de afirmado y/o over de acuerdo al MTC (2014).

Tabla 49

Propiedades del Suelo de la Subrasante del Jr. Exequiel Montoya

Calicata	C-1	C-2
Profundidad (m)	0.50-1.50	0.50-1.50
Clasificación		
SUCS	CL	CL
AASHTO	A-7-5(22)	A-7-5(22)
Índice de grupo	22	22
Porcentaje que pasa		
N° 4	85.87	85.78
N° 10	82.74	82.71
N° 40	80.12	80.18
N° 200	78.34	78.43
Límites		
LL (%)	41	41
LP (%)	11	11
IP (%)	30	30
Compactación		
DMS (g/cm ³)	1.99	1.99
OCH (%)	8.00	7.50
Capacidad de soporte		
CBR (%) al 100 MDS	2.60	2.58

4. Panel fotográfico

Fotografía 7. Excavación de la Calicata C-1 en el Jr. Exequiel Montoya



Fotografía 8. Excavación de la Calicata C-2 en el Jr. Exequiel Montoya



Fotografía 9. Recolección de Muestras de Suelo en las Calicatas en el Jr. Exequiel Montoya



RESULTADOS DE LOS ENSAYOS DE LABROATORIO



GEOCONCRET H&M INGENIEROS S.R.L.
PROYECTOS DE INGENIERIA, SUPERVISION DE CONTROL DE CALIDAD, ESTUDIOS GEOTECNICOS,
ESTUDIOS DE MECANICA DE SUELOS, TECNOLOGIA DEL CONCRETO, TECNOLOGIA DEL ASFALTO, DISEÑO
DE PAVIMENTOS Y ALQUILER DE EQUIPOS.

ESTUDIO DE MECÁNICA DE SUELOS CON FINES DE CIMENTACIÓN.



PROYECTO:

" EVALUACIÓN TÉCNICA Y ECONÓMICA DE LAS ALTERNATIVAS DE PAVIMENTACIÓN PARA EL JR. EXEQUIEL MONTOYA UTILIZANDO EL MÉTODO ASSHTO-93 CHOTA - 2023"

UBICACIÓN: DISTRITO : CHOTA
PROVINCIA : CHOTA
DEPARTAMENTO : CAJAMARCA

SOLICITA: CINTHIA SOLARY NÚÑEZ GAMONAL

CHOTA, ABRIL 2024.

Dirección: Prolongación los Negales N° 125, Chota - Cajamarca



GEOCONCRET H&M INGENIEROS S.R.L.

Ing. Josmar Harold Fernández Pérez
CIP 237227
JEFE DE CALIDAD



GEOCONCRET H&M INGENIEROS S.R.L
PROYECTOS DE INGENIERIA, SUPERVISION DE CONTROL DE CALIDAD, ESTUDIOS GEOTECNICOS,
ESTUDIOS DE MECANICA DE SUELOS, TECNOLOGIA DEL CONCRETO, TECNOLOGIA DEL ASFALTO, DISEÑO
DE PAVIMENTOS Y ALQUILER DE EQUIPOS.

CONTENIDO

1.	GENERALIDADES.....	2
1.1.	OBJETIVO DEL ESTUDIO.....	2
1.2.	UBICACIÓN Y DESCRIPCIÓN DEL ÁREA EN ESTUDIO.....	2
1.3.	CONDICIÓN CLIMÁTICA.....	2
2.	TRABAJOS DE LABORATORIO.....	3
2.1.	ENSAYOS DE LABORATORIO.....	3
2.1.1.	Ensayos Estándar y Especiales.....	3
2.1.2.	Ensayos Especiales.....	3
2.2.	CLASIFICACIÓN DE SUELOS DEL TERRENO PARA FUNDACIÓN.....	3
3.	PERFIL ESTRATIGRÁFICO.....	1
3.1.	DESCRIPCIÓN DEL PERFIL ESTRATIGRÁFICO.....	1
4.	DETERMINACION DE LA CAPACIDAD SOPORTE DEL TERRENO DE FUNDACION.....	2
4.1.	TERRENO DE FUNDACIÓN.....	2
5.	CLASIFICACIÓN A.A.S.H.T.O.....	2
6.	CONCLUSIONES Y RECOMENDACIONES.....	3


GEOCONCRET H&M INGENIEROS S.R.L.
Ing. Josmar Harold Fernández Pérez
CIP 237227
JEFE DE CALIDAD



GEOCONCRET H&M INGENIEROS S.R.L.
PROYECTOS DE INGENIERIA, SUPERVISION DE CONTROL DE CALIDAD, ESTUDIOS GEOTECNICOS,
ESTUDIOS DE MECANICA DE SUELOS, TECNOLOGIA DEL CONCRETO, TECNOLOGIA DEL ASFALTO, DISEÑO
DE PAVIMENTOS Y ALQUILER DE EQUIPOS.

INFORME TÉCNICO DE MECÁNICA DE SUELOS

1. GENERALIDADES.

1.1. OBJETIVO DEL ESTUDIO.

El presente informe Técnico tiene por finalidad dar a conocer los resultados de la investigación del suelo de cimentación donde se ejecutará el Proyecto: EVALUACIÓN TÉCNICA Y ECONÓMICA DE LAS ALTERNATIVAS DE PAVIMENTACIÓN PARA EL JR. EXEQUIEL MONTOYA UTILIZANDO EL MÉTODO ASSHTO-93 CHOTA – 2023 por medio de ensayos de laboratorio estándar y especiales a fin de obtener las principales características físicas y mecánicas del subsuelo, finalmente se dará conclusiones y recomendaciones generales para la cimentación.

El programa de trabajo realizado con este propósito ha consistido en:

- Ejecución de Ensayos de Laboratorio estándar (análisis granulométrico, límite líquido, límite plástico e índice de plasticidad).
- Ejecución de ensayos especiales (Proctor Modificado y CBR).
- Análisis del Valor Soporte del Terreno de Fundación.
- Conclusiones y Recomendaciones.

1.2. UBICACIÓN Y DESCRIPCIÓN DEL ÁREA EN ESTUDIO.

El terreno destinado para la ejecución del Proyecto: EVALUACIÓN TÉCNICA Y ECONÓMICA DE LAS ALTERNATIVAS DE PAVIMENTACIÓN PARA EL JR. EXEQUIEL MONTOYA UTILIZANDO EL MÉTODO ASSHTO-93 CHOTA – 2023, se encuentra ubicado en el Distrito de Chota, Provincia: Chota, Departamento: Cajamarca.

1.3. CONDICIÓN CLIMÁTICA.


GEOCONCRET H&M INGENIEROS S.R.L.
Ing. Josmar Harold Fernández Pérez
CIP 237227
JEFE DE CALIDAD



El clima es generalmente es cálido, con una temperatura máxima de 23°C (agosto, setiembre, octubre y noviembre), y una mínima de 10°C (junio y julio), y con mayor precipitación pluvial durante los meses de enero, febrero, marzo y abril; la época de sequía durante los meses de mayo, junio, julio, agosto y setiembre.

2. TRABAJOS DE LABORATORIO.

2.1. ENSAYOS DE LABORATORIO.

Los ensayos estándar y especiales de laboratorio, se realizaron en el Laboratorio de suelos, Tecnología del concreto y Tecnología del asfalto GEOCONCRET H&M INGENIEROS S.R.L. en la ciudad de Chota.

2.1.1. Ensayos Estándar y Especiales.

Se realizaron los siguientes ensayos:

- 2 ensayo de Análisis Granulométrico. ASTM D-422.
- 2 ensayo de Límite Líquido, Límite Plástico ASTM D-4318.
e Índice de Plasticidad de Suelos.

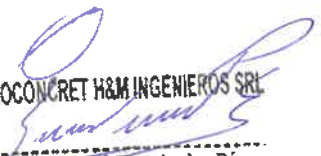
2.1.2. Ensayos Especiales.

Fueron realizados los siguientes ensayos especiales:

- 2 ensayos de Proctor Modificado AASHTO T 180
- 2 ensayos de CBR ASTM D - 1883

2.2. CLASIFICACIÓN DE SUELOS DEL TERRENO PARA FUNDACIÓN.

Las muestras ensayadas en el laboratorio se han clasificado de acuerdo al Sistema Unificado de Clasificación de Suelos (S.U.C.S.), bajo la Norma A.S.T.M. D 2487. Y sistema AASHTO M 145.


GEOCONCRET H&M INGENIEROS S.R.L.
Ing. Josmar Harold Fernández Pérez
CIP 237227
JEFE DE CALIDAD




GEOCONCRET H&M INGENIEROS S.R.L.

PROYECTOS DE INGENIERIA, SUPERVISION DE CONTROL DE CALIDAD, ESTUDIOS GEOTECNICOS,
ESTUDIOS DE MECANICA DE SUELOS, TECNOLOGIA DEL CONCRETO, TECNOLOGIA DEL ASFALTO, DISEÑO
DE PAVIMENTOS Y ALQUILER DE EQUIPOS.

CUADRO DE CLASIFICACIÓN.

CALICATA Nº	MUESTRA	PROFUNDIDAD m.	CLASIFICACION DEL SUELO A.A.S.H.T.O M 145	INDICE DE GRUPO A.A.S.H.T.O M 145 IG	CLASIFICACION DEL SUELO S.U.C.S. A.S.T.M. D 2487	A. GRANULOMETRICO A.A.S.H.T.O. T 88			LIMITES DE ATTERBERG A.A.S.H.T.O. T 89			CONTENIDO DE HUMEDAD A.A.S.H.T.O. T 265 W (%)
						PORCENTAJE QUE PASA LA MALLA			LL (%)	LP (%)	IP (%)	
						Nº 4	Nº 10	Nº 40				
C-1	M-1	0.30 m. 1.50 m.	A - 7 - 5(22)	22	CL	85.87	82.74	80.12	41	11	30	C - 1
C-2	M-1	0.30 m. 1.50 m.	A - 7 - 5(22)	22	CL	85.78	82.71	80.18	41	11	30	C-1


GEOCONCRET H&M INGENIEROS SRL
 Ing. Josmar Harold Fernández Pérez
 CIP 237227
 JEFE DE CALIDAD



GEOCONCRET H&M INGENIEROS S.R.L.
PROYECTOS DE INGENIERIA, SUPERVISION DE CONTROL DE CALIDAD, ESTUDIOS GEOTECNICOS,
ESTUDIOS DE MECANICA DE SUELOS, TECNOLOGIA DEL CONCRETO, TECNOLOGIA DEL ASFALTO, DISEÑO
DE PAVIMENTOS Y ALQUILER DE EQUIPOS.

3. PERFIL ESTRATIGRÁFICO.

3.1. DESCRIPCIÓN DEL PERFIL ESTRATIGRÁFICO.

En base a los trabajos de campo y ensayos de laboratorio se deduce la siguiente conformación:

La Calicata C - 1 se describe de siguiente forma.

De 0.00 m. a 0.50 m., presenta un estrato conformado por un paquete estructural de pavimento en mal estado.

De 0.50 m. a 1.50 m. se describe como como una arcilla limosa (CL), mezclada con una proporción de gruesos (17.26 %), y cantidad de material fino (78.34 %), de color amarillo claro, baja resistencia en seco, lenta dilatancia, nula tenacidad, consistencia suave. El estrato se encuentra húmedo; presenta una compresibilidad baja, y sin olor.

La Calicata C - 2 se describe de siguiente forma.

De 0.00 m. a 0.50 m., presenta un estrato conformado por un paquete estructural de pavimento en mal estado.

De 0.50 m. a 1.50 m. se describe como una arcilla limosa (CL), mezclada con una proporción de gruesos (17.29 %), y cantidad de material fino (78.43 %), de color amarillo claro, baja resistencia en seco, lenta dilatancia, nula tenacidad, consistencia suave. El estrato se encuentra húmedo; presenta una compresibilidad baja, y sin olor.


GEOCONCRET H&M INGENIEROS S.R.L.
Ing. Jesmar Harold Fernández Pérez
CIP 237227
JEFE DE CALIDAD



GEOCONCRET H&M INGENIEROS S.R.L.
PROYECTOS DE INGENIERIA, SUPERVISION DE CONTROL DE CALIDAD, ESTUDIOS GEOTECNICOS,
ESTUDIOS DE MECANICA DE SUELOS, TECNOLOGIA DEL CONCRETO, TECNOLOGIA DEL ASFALTO, DISEÑO
DE PAVIMENTOS Y ALQUILER DE EQUIPOS.

4. DETERMINACION DE LA CAPACIDAD SOPORTE DEL TERRENO DE FUNDACION

Para determinar el C.B.R. de diseño, se determinó el tipo de suelo, de acuerdo a la Norma A.A.S.H.T.O. M 145, teniendo como estrato de suelo, más desfavorable a las siguientes Calicatas; obteniéndose los siguientes resultados, después de realizar los ensayos especiales:

Kilómetro	Calicata N°	Profundidad (m)	Tipo de Suelo A.A.S.H.T.O.	D.S.M. (gr/cm ³)	O.C.H. (%)	C.B.R. (%) (100 % M.D.S)
KM 0+000	C - 1	0.30 - 1.50	A - 7 - 5(22)	1.99	8.00	2.60
KM 0 + 000	C-2	0.30 - 1.50	A - 7 - 5(22)	1.99	7.50	2.58

4.1. TERRENO DE FUNDACIÓN.

De acuerdo al estudio de suelos realizado tenemos que todo el tramo presenta un estrato estructural de pavimento en mal estado, se encuentra conformado por arcilla limosa. Habiéndose realizado el ensayo de CBR, parámetro del suelo que cuantifica su capacidad resistente como sub-rasante, arrojando resultados mayores a 2.60 de todas las calicatas y un mínimo de 2.50, se cuenta con una sub-rasante regular a malo en todo el tramo del Proyecto.

5. CLASIFICACIÓN A.A.S.H.T.O.

Se determinó el tipo de suelo, de acuerdo a la Norma A.A.S.H.T.O. M 145, teniendo como estratos de suelos, más desfavorable a las siguientes Calicatas; obteniéndose los siguientes resultados, después de realizar los ensayos especiales:


GEOCONCRET H&M INGENIEROS SRL
Ing. Josmar Harold Fernández Pérez
CIP 237227
JEFE DE CALIDAD



GEOCONCRET H&M INGENIEROS S.R.L
PROYECTOS DE INGENIERIA, SUPERVISION DE CONTROL DE CALIDAD, ESTUDIOS GEOTECNICOS,
ESTUDIOS DE MECANICA DE SUELOS, TECNOLOGIA DEL CONCRETO, TECNOLOGIA DEL ASFALTO, DISEÑO
DE PAVIMENTOS Y ALQUILER DE EQUIPOS.

Calicata Nº	Muestra Nº	Profundidad (m)	Tipo de Suelo A.A.S.H.T.O.
C - 1	M - 1	0.30 – 1.50	A - 7 - 5(22)
C-2	M-1	0.30 – 1.50	A - 7 - 5(22)

6. CONCLUSIONES Y RECOMENDACIONES.

Correlacionando la investigación de los ensayos de laboratorio y según el análisis efectuado en el transcurso del informe, establecemos las siguientes conclusiones y recomendaciones:


- El terreno en estudio se encuentra ubicado en el Distrito de Chota, Provincia de Chota, Departamento de Cajamarca y presenta una superficie relativamente ondulada y geometría irregular.
- El subsuelo del terreno en estudio, del proyecto: EVALUACIÓN TÉCNICA Y ECONÓMICA DE LAS ALTERNATIVAS DE PAVIMENTACIÓN PARA EL JR. EXEQUIEL MONTOYA UTILIZANDO EL MÉTODO ASSHTO-93 CHOTA - 2023, presenta estratos conformados por arcilla limosa.
- La sub rasante de los sectores a analizar, son regulares y presentan valores de capacidad de soporte del terreno de fundación medios ($2.50 < C.B.R > 2.60$), por lo que se recomienda utilizar como mejoramiento si se debiera, con afirmado en un espesor mínimo de 20 cm y en las progresivas que el CBR < 2.50 considerar mejoramiento con piedra over.
- En la compactación de la sub base, se deberá tener en cuenta el óptimo contenido de humedad, obtenido del ensayo del Proctor Modificado (A.A.S.H.T.O. T 180). Además, se recomienda realizar ensayos de densidad de campo (A.A.S.H.T.O. T 191), para evaluar el grado de compactación, recomendándose



GEOCONCRET H&M INGENIEROS S.R.L.
PROYECTOS DE INGENIERIA, SUPERVISION DE CONTROL DE CALIDAD, ESTUDIOS GEOTECNICOS,
ESTUDIOS DE MECANICA DE SUELOS, TECNOLOGIA DEL CONCRETO, TECNOLOGIA DEL ASFALTO, DISEÑO
DE PAVIMENTOS Y ALQUILER DE EQUIPOS.

un valor mínimo de 100 % de su densidad seca máxima obtenida del ensayo de Proctor Modificado, realizado en laboratorio.

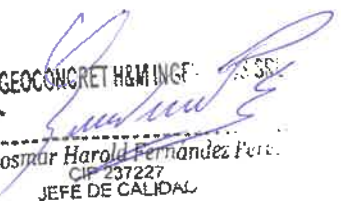
- Considerar la construcción de estructuras que evacuen las aguas superficiales y aguas de precipitación, con el objetivo de no causar el posterior colapso de la estructura de pavimento.
- El concreto a utilizar en la cimentación debe ser diseñado por un especialista en Tecnología del Concreto, empleando agregados que deben cumplir con la Norma A.S.T.M. C 33-99a. Además, el agua a ser utilizada para las mezclas de concreto, debe cumplir con la Norma N.T.P. 339.088. Asimismo, se debe utilizar en el concreto de la cimentación Cemento Portland Tipo I (proporción de sulfatos menor de 1500 p.p.m.). Asimismo, utilizar agregados lavados, por cuanto pueden contener sales sulfatadas que influyen negativamente en las propiedades del concreto.
- Se recomienda que para el proyecto: **EVALUACIÓN TÉCNICA Y ECONÓMICA DE LAS ALTERNATIVAS DE PAVIMENTACIÓN PARA EL JR. EXEQUIEL MONTOYA UTILIZANDO EL MÉTODO ASSHTO-93 CHOTA – 2023**, se deberá realizar muestreo de especímenes de las mezclas de concreto a elaborar en la ejecución de la Obra, acorde a la Norma A.S.T.M C 172. Asimismo, se debe utilizar un método de curado adecuado para el concreto acorde a la Norma A.S.T.M. C 31 M-98, con la finalidad de alcanzar el grado de hidratación y por ende la resistencia mecánica requerida en obra y los especímenes de concreto deberán ensayarse de acuerdo a la Norma A.S.T.M. C 39, con la finalidad de evaluar el control de calidad del concreto en concordancia con el Reglamento ACI 318 - 2004.
- Se recomienda construir un sistema adecuado de drenaje alrededor de toda la zona, como cunetas, con el objeto de impedir la infiltración de aguas pluviales en el terreno de fundación, lo que ocasionaría el incremento en el contenido de humedad del subsuelo y la saturación del mismo.


GEOCONCRET H&M INGENIEROS S.R.L.
Ing. Josimar Harold Fernández Pérez
CIP 237227
JEFE DE CALIDAD



GEOCONCRET H&M INGENIEROS S.R.L.
PROYECTOS DE INGENIERIA, SUPERVISION DE CONTROL DE CALIDAD, ESTUDIOS GEOTECNICOS,
ESTUDIOS DE MECANICA DE SUELOS, TECNOLOGIA DEL CONCRETO, TECNOLOGIA DEL ASFALTO, DISEÑO
DE PAVIMENTOS Y ALQUILER DE EQUIPOS.

- Es preciso recomendar que las construcciones a realizarse en el proyecto, se ejecute en épocas de estiaje para evitar en lo posible la saturación del suelo de cimentación.


GEOCONCRET H&M INGENIEROS S.R.L.
Ing. Josmar Harold Fernandez Perez
CIP 237227
JEFE DE CALIDAD



GEOCONCRET H&M INGENIEROS S.R.L.
PROYECTOS DE INGENIERIA, SUPERVISION DE CONTROL DE CALIDAD, ESTUDIOS GEOTECNICOS,
ESTUDIOS DE MECANICA DE SUELOS, TECNOLOGIA DEL CONCRETO, TECNOLOGIA DEL ASFALTO, DISEÑO
DE PAVIMENTOS Y ALQUILER DE EQUIPOS.

ANEXO I

ENSAYOS DE LABORATORIO ESTÁNDAR

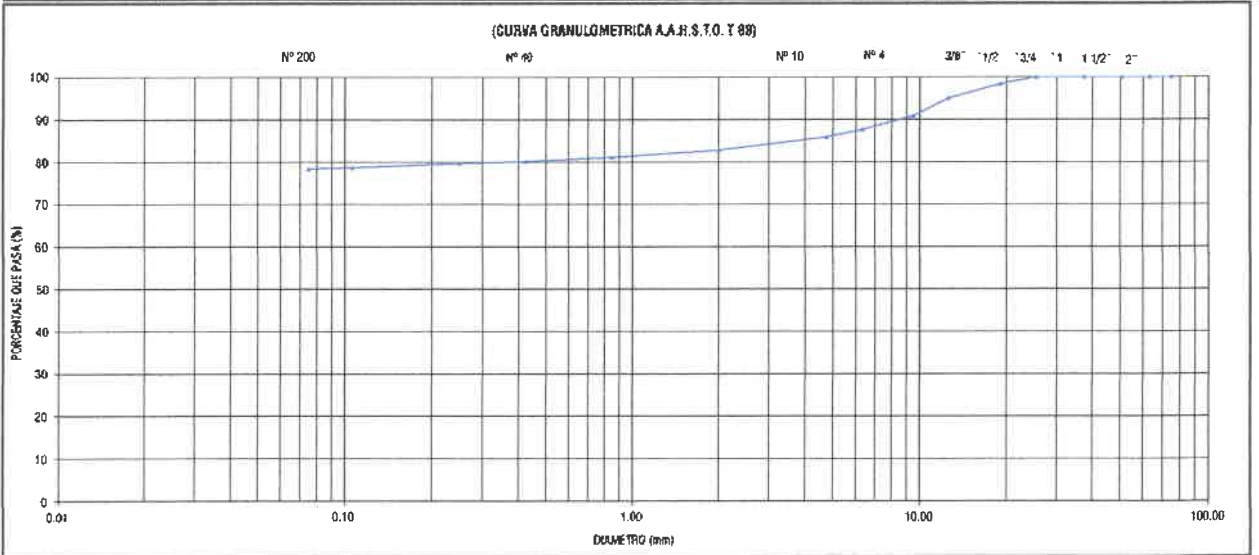

GEOCONCRET H&M INGENIEROS S.R.L.
Ing. Josimar Harold Fernández Pérez
CIP 237227
JEFE DE CALIDAD

Dirección: Prolongación los Nogales N° 125, Chola - Cajamarca

	GEOCONCRET H&M - INGENIEROS S.R.L.		OFICINA DE GESTION Y CONTROL DE CALIDAD		
	FORMATOS DE CONTROL DE CALIDAD		SECTOR :	LABORATORIO	
		CÓDIGO DE ESTUDIO :		008-24-LAB-GH&M-CH	
DATOS DEL PROYECTO			DATOS DEL PERSONAL		
PROYECTO :	EVALUACIÓN TÉCNICA Y ECONÓMICA DE LAS ALTERNATIVAS DE PAVIMENTACIÓN PARA EL BR. EZEQUEL MONTÓYA UTILIZANDO EL MÉTODO ASHTO 93 CHOYA - 2023		GERENTE :	BIANCA P. ODRAR SALAS	
UBICACIÓN :	DISTRITO: CHOYA; PROVINCIA: CHOYA; DEPARTAMENTO: CAJAMARCA		JEFE DE LABORATORIO:	ING. JOSMAR HAROLD FERNÁNDEZ PÉREZ	
SOLICITANTE :	ONITHA SOLARY NUÑEZ GAMONAL		TECNICO DE LAB :	ING. FERNANDO RAFAEL GARCIA	
DATOS DEL MUESTREO			CLASIFICACION DEL TERRENO DE FUNDACION		
CAUCATA :	C - 1, M - 1	CÓDIGO MUESTRA :	M - 01	PROFUNDIDAD :	0.50 m. A 3.00 m.
KILOMETRO :	-			FECHA :	ABRIL 2024
			CLASIFICACION SUCS	CL	
			CLASIFICACION ASHTO	A - 7 - 5(22)	

STANDARD TEST METHOD FOR PARTICLE SIZE ANALYSIS OF SOILS - A.S.T.M. D 422
METODO DE ENSAYO DE ANALISIS GRANULOMETRICO DE SUELOS POR TAMIZADO

	TAMIZ		PESO RETENIDO PARCIAL	PESO RETENIDO ACUMULADO	PORCENTAJE RET. ACUMULADO	PORCENTAJE QUE PASA	MUESTRA TOTAL HUMEDA		
	Nº	ABERTURA(mm)					TEMPERATURA DE SECADO	AMBIENTE	110º C
FRACCION GRUESA	9"	75.00	0.00	0.00	0.00	100.00	PESO TOTAL MUESTRA HUMEDA (g)		1001.7
	2 1/2"	63.00	0.00	0.00	0.00	100.00	PESO TOTAL MUESTRA HUMEDA < N° 4 (g)		860.1
	2"	50.80	0.00	0.00	0.00	100.00	PESO TOTAL MUESTRA HUMEDA > N° 4 (g)		141.5
	1 1/2"	37.50	0.00	0.00	0.00	100.00	MUESTRA TOTAL SECA		
	1"	25.40	0.00	0.00	0.00	100.00	PESO TOTAL MUESTRA SECA < N° 4 (g)		858.70
	3/8"	19.00	16.20	16.20	3.62	96.38	PESO TOTAL MUESTRA SECA > N° 4 (g)		141.30
	1/2"	12.50	34.00	50.20	5.02	94.98	ANALISIS FRACCION GRUESA		
	3/16"	9.50	41.80	92.00	9.20	90.80	TOTAL	W G =	141.30
	1/16"	6.25	31.80	123.80	12.38	87.62	ANALISIS FRACCION FINA		
	N° 4	4.75	17.50	141.30	14.13	85.87	CORRECCION CUARTO :		S/WG
FRACCION FINA	N° 10	2.00	31.30	172.60	17.26	82.74	PESO TOTAL MUESTRA SECA (g)		1000.0
	N° 20	0.85	16.50	189.10	18.91	81.09	PESO TOTAL MUESTRA SECA (g)		1000.0
	N° 40	0.43	9.70	198.80	19.88	80.12	TOTAL		
	N° 60	0.25	4.70	203.50	20.35	79.65	TOTAL		
	N° 140	0.11	9.80	213.30	21.33	78.67	TOTAL		
	N° 200	0.08	3.30	216.60	21.66	78.34	TOTAL		
CAZOIFTA	-	783.40	1000.0	100.0	0.0	PESO TOTAL MUESTRA SECA :		S	858.70
TOTAL			1000.0						



D60 =	-	D30 =	-	D10 =	-
Cu =		Cc =			

OBSERVACIONES: LA MUESTRA EN ESTUDIO HA SIDO CLASIFICADA SEGUN LA NORMA (A A.S.H.T.O. M 145 - THE CLASSIFICATION OF SOILS - AGGREGATE MIXTURES FOR HIGHWAY CONSTRUCTION PURPOSES) Y SE DESCRIBE COMO UNA ARCILLA LIMOSA , MEZCLADA CON UNA PROPORCION DE GRAVELOS (17.26 %) Y CANTIDAD DE MATERIAL FINO (78.34 %)

CLASIFICACION GENERAL:

	GEOCONCRET H&M - INGENIEROS S.R.L.		OFICINA DE GESTION Y CONTROL DE CALIDAD		
	FORMATOS DE CONTROL DE CALIDAD		SECTOR :	LABORATORIO	
			CODIGO DE ESTUDIO:	008-24-LAB-GH&M-CH	
DATOS DEL PROYECTO			DATOS DEL PERSONAL		
PROYECTO :	EVALUACIÓN TÉCNICA Y ECONÓMICA DE LAS ALTERNATIVAS DE PAVIMENTACIÓN PARA EL JR. EJECUTEL AGUAYO UTILIZANDO EL METODO ASHTO-93 CHOTA - 2023		GERENTE :	BLANCA P. ODOAR SALAS	
UBICACIÓN :	DISTRITO: CHOTA - PROVINCIA: CHOTA - DEPARTAMENTO: CAJAMARCA.		JEFE DE LABORATORIO:	ING. JOSMAR HAROLD FERNÁNDEZ PÉREZ	
SOLICITANTE :	CINTHIA SOLARY MUÑOZ GAMONAL		TECNICO DE LAB :	ING. FERNANDO RAFAEL GARCIA	
DATOS DEL MUESTREO			CLASIFICACION DEL TERRENO DE FUNDACION		
CALICATA :	C - 1, M - 1	CODIGO MUESTRA:	M - 01	PROFUNDIDAD :	0.50 m. A 3.00 m.
KILOMETRO:	.			FECHA :	ABRIL 2024
			CLASIFICACION SUGS	CL	
			CLASIFICACION ASHTO	A - 7 - 5(22)	

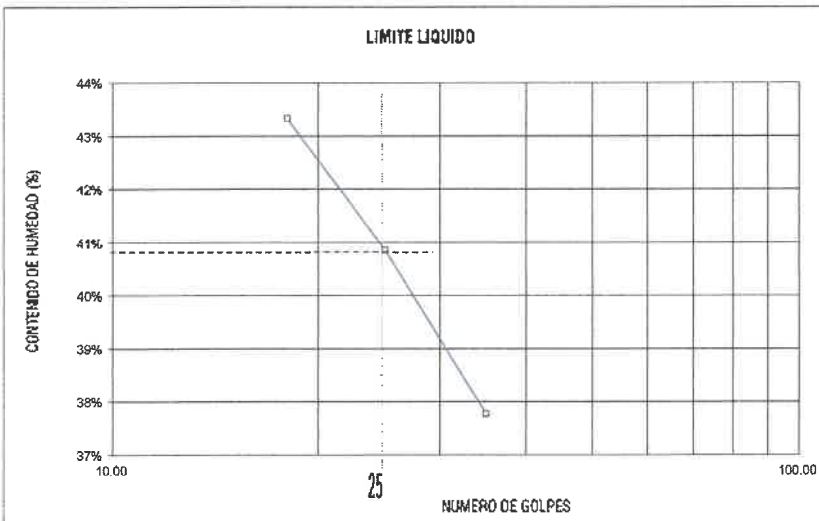
STANDARD TEST METHOD FOR LIQUID LIMIT, PLASTIC LIMIT, AND PLASTICITY INDEX OF SOILS (A.A.S.H.T.O. T 89 - A.S.T.M. D 4318)
METODO DE ENSAYO PARA DETERMINAR EL LIMITE LIQUIDO, LIMITE PLASTICO E INDICE DE PLASTICIDAD DE SUELOS

LIMITE LIQUIDO			
TARA Nº	113	103	110
Wt+ M.Húmeda (gr)	27.90	24.92	28.53
Wt+ M. Seca (gr)	26.73	24.18	27.68
W agua (gr)	1.17	0.76	0.85
W tara (gr)	24.03	22.30	25.43
W M.Seca (gr)	2.70	1.86	2.25
W(%)	43.33%	40.86%	37.78%
N.GOLPES	18.00	25.00	35.00

TEMPERATURA DE SECADO	
PREPARACION DE MUESTRA	
60°C	110° C
CONTENIDO DE HUMEDAD	
60°C	110° C
AGUA USADA	
DESTILADA	
POTABLE	
OTRA	

LIMITE PLASTICO			
TARA Nº	104.00	112.00	
Wt+ M.Húmeda (gr)	22.40	24.28	
Wt+ M. Seca (gr)	22.38	24.27	
W agua (gr)	0.02	0.02	
W tara (gr)	22.21	24.09	
W M.Seca (gr)	0.17	0.18	
W(%)	11.76%	11.11%	11.44%

LIMITE LIQUIDO (%)	41
LIMITE PLASTICO (%)	11
INDICE DE PLASTICIDAD (%)	30



UNIPUNTO	
Nº GOLPES	FACTOR
N	K
20	0.974
21	0.979
22	0.985
23	0.990
24	0.995
25	1.000
26	1.005
27	1.009
28	1.014
29	1.018
30	1.022

OBSERVACIONES: EL CALCULO Y REPORTE DEL LIMITE LIQUIDO, LIMITE PLASTICO E INDICE DE PLASTICIDAD, SERA CON APROXIMACION AL ENTERO MAS CERCANO, OMITIENDO EL SIMBOLO DE PORCENTAJE, DE ACUERDO A LA NORMA A.A.S.H.T.O. T 89 - A.S.T.M. D 4318.

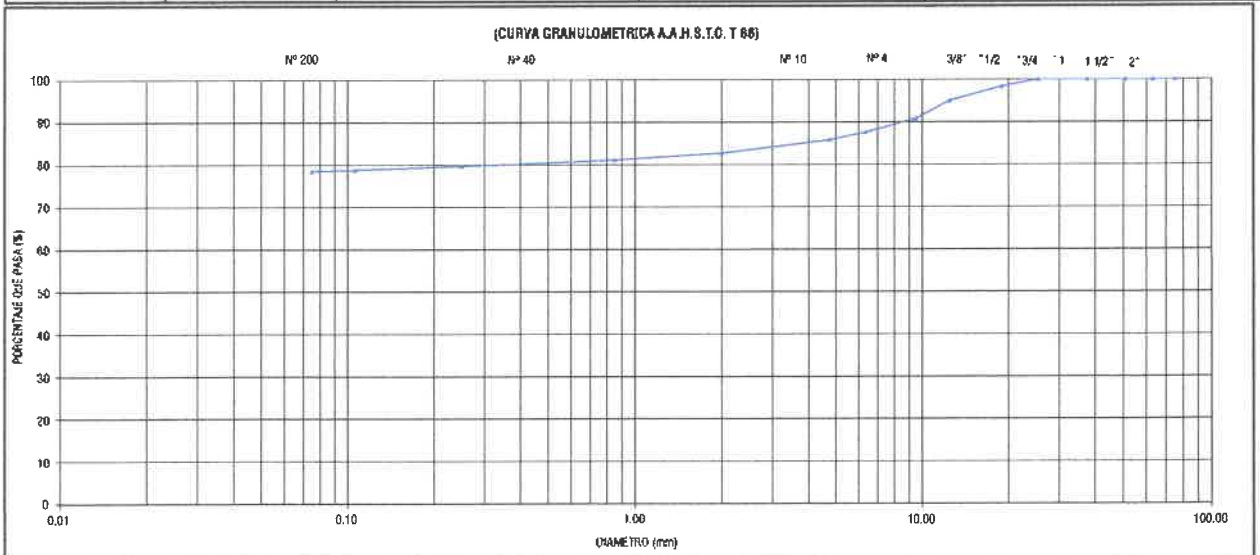

GEOCONCRET H&M INGENIEROS SRL

Ing. Josmar Harold Fernández Pérez
 CIP 237227
JEFE DE CALIDAD

	GEOCONCRET H&M - INGENIEROS S.R.L.				OFICINA DE GESTIÓN Y CONTROL DE CALIDAD		
	FORMATOS DE CONTROL DE CALIDAD				SECTOR :	LABORATORIO	
					CODIGO DE ESTUDIO :	008-24-LAB-GH&M-CH	
DATOS DEL PROYECTO					DATOS DEL PERSONAL		
PROYECTO :	EVALUACIÓN TÉCNICA Y ECONOMICA DE LAS ALTERNATIVAS DE PAVIMENTACIÓN PARA EL JR. EREQUIEL MONTOYA UTILIZANDO EL MÉTODO ASHTO 93 CHOTA - 2023				GERENTE :	BIANCA P. ODAR SALAS	
UBICACIÓN :	DISTRITO: CHOTA; PROVINCIA: CHOTA; DEPARTAMENTO: CAJAMARCA.				JEFE DE LABORATORIO:	ING. JOSMAR HAROLD FERNÁNDEZ PÉREZ	
SOLICITANTE :	CENTINIA SOLARY NUÑEZ GAMONAL				TECNICO DE LAB :	ING. FERNANDO RAFAEL GARCIA	
DATOS DEL MUESTREO					CLASIFICACION DEL TERRENO DE FUNDACION		
CALCATA :	C - 2, M - 1	CODIGO MUESTRA:	M - 03	PROFUNDIDAD :	0.50 m. A 3.00 m.	CLASIFICACION SUCS	CL
KILOMETRO :	-			FECHA :	ABRIL 2024	CLASIFICACION ASHTO	A - 7 - 5[Z2]

STANDARD TEST METHOD FOR PARTICLE SIZE ANALYSIS OF SOILS - A.S.T.M. D 422
METODO DE ENSAYO DE ANALISIS GRANULOMETRICO DE SUELOS POR TAMIZADO

	TAMIZ		PESO RETENIDO		PORCENTAJE		MUESTRA TOTAL HUMEDA			
	N°	ABERTURA (mm)	PARCIAL	ACUMULADO	RET. ACUMULADO	QUE PASA	TEMPERATURA DE SECADO	AMBIENTE	110° C	
FRACCION GRUESA	3"	75.00	0.00	0.00	0.00	100.00	PESO TOTAL MUESTRA HUMEDA (gr)	AMBIENTE	1008.7	
	2 1/4"	63.00	0.00	0.00	0.00	100.00				
	2"	50.80	0.00	0.00	0.00	100.00				
	1 1/2"	37.50	0.00	0.00	0.00	100.00	PESO TOTAL MUESTRA HUMEDA < N° 4 (gr)		859.2	
	1"	25.40	0.00	0.00	0.00	100.00	PESO TOTAL MUESTRA HUMEDA > N° 4 (gr)		142.4	
	3/4"	19.00	15.90	15.90	1.59	98.41	MUESTRA TOTAL SECA			
	1/2"	12.50	39.80	49.70	3.97	96.03	PESO TOTAL MUESTRA SECA < N° 4 (gr)		857.80	
	3/8"	9.50	42.10	51.80	5.18	94.82	PESO TOTAL MUESTRA SECA > N° 4 (gr)		142.20	
	1/4"	6.35	32.30	124.10	12.41	87.59	ANALISIS FRACCION GRUESA			
	N° 4	4.75	18.10	142.20	14.22	85.78	TOTAL	W G =	142.20	
FRACCION FINA	N° 10	2.00	90.70	172.90	17.29	82.71	ANALISIS FRACCION FINA			
	N° 20	0.85	15.90	188.80	18.88	81.12	CORRECCION CUARTEO :		SM/GS	1.00
	N° 40	0.43	9.40	198.20	19.82	80.18	PESO PORCION SECA :		S _w	657.80
	N° 60	0.25	5.10	203.30	20.33	79.67				
	N° 140	0.11	9.30	212.60	21.26	78.74				
	N° 200	0.08	5.10	215.70	21.57	78.43				
	CAZOLETA	-	784.30	1000.0	100.0	0.0				
TOTAL			1000.0							



D60 =	-	D50 =	-	D10 =	-
Cu =	-	Cc =	-		

OBSERVACIONES:	LA MUESTRA EN ESTUDIO HA SIDO CLASIFICADA SEGUN LA NORMA (A.A.S.T.M. D 155 - THE CLASSIFICATION OF SOILS - AGGREGATE MIXTURES FOR HIGHWAY CONSTRUCTION PURPOSES) Y SE DESCRIBE COMO UNA ARCILLA LIMOSA , MEZCLADA CON UNA PROPORCION DE GRUESOS (17.29 %), Y CANTIDAD DE MATERIAL FINO (78.43 %)
CLASIFICACION GENERAL	

GEOCONCRET H&M INGENIEROS S.R.L.
 Ing. Josmar Harold Fernández Pérez
 CIP 237227
 JEFE DE CALIDAD

	GEOCONCRET H&M - INGENIEROS S.R.L.			OFICINA DE GESTION Y CONTROL DE CALIDAD	
	FORMATOS DE CONTROL DE CALIDAD			SECTOR :	LABORATORIO
				CODIGO DE ESTUDIO:	008-24-LAB-GH&M-CH
DATOS DEL PROYECTO					
PROYECTO :	EVALUACIÓN TÉCNICA Y ECONÓMICA DE LAS ALTERNATIVAS DE PAVIMENTACIÓN PARA EL JR. EXCMPL. MONTOYA UTILIZANDO EL MÉTODO ASSHTO-93 CHOTA - 2023			DATOS DEL PERSONAL	
UBICACIÓN :	DISTRITO: CHOTA; PROVINCIA: CHOTA; DEPARTAMENTO: CAJAMARCA			GERENTE :	BIANCA P. ODAR SAIAS
SOLICITANTE :	CINTHIA SOLARY NÚÑEZ GAMONAL			JEFE DE LABORATORIO:	ING. JOSMAR HAROLD FERNÁNDEZ PÉREZ
				TECNICO DE LAB :	ING. FERNANDO RAFAEL GARCIA
DATOS DEL MUESTREO					
CALICATA :	C - 2, M - 1	CODIGO MUESTRA:	M - 01	PROFUNDIDAD :	0.50 m. A 3.00 m.
KILOMETRO:	-			FECHA :	ABRIL 2024
CLASIFICACION DEL TERRENO DE FUNDACION					
				CLASIFICACION SUCS	CL
				CLASIFICACION AASHTO	A - 7 - 5(22)

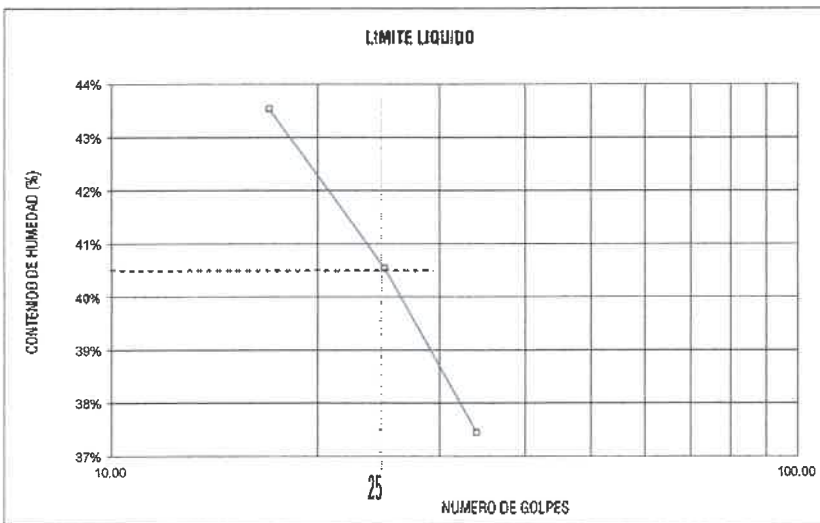
STANDARD TEST METHOD FOR LIQUID LIMIT, PLASTIC LIMIT, AND PLASTICITY INDEX OF SOILS (A.A.S.H.T.O. T 89 - A.S.T.M. D 4318)
METODO DE ENSAYO PARA DETERMINAR EL LIMITE LIQUIDO, LIMITE PLASTICO E INDICE DE PLASTICIDAD DE SUELOS

LIMITE LIQUIDO			
TARA Nº	115	100	114
Wt + M.Húmeda (gr)	27.90	24.91	28.54
Wt + M. Seca (gr)	25.72	24.16	27.09
W agua (gr)	1.18	0.75	0.85
W tara (gr)	24.01	22.31	26.42
W M.Seca (gr)	2.71	1.85	2.27
W(%)	43.54%	40.54%	37.44%
N.GOLPES	17.00	26.00	34.00

TEMPERATURA DE SECADO	
PREPARACION DE MUESTRA	
60°C	110° C
CONTENIDO DE HUMEDAD	
60°C	110° C
AGUA USADA	
DESTILADA	
POTABLE	
OTRA	

LIMITE PLASTICO			
TARA Nº	103	111	
Wt + M.Húmeda (gr)	22.42	24.30	
Wt + M. Seca (gr)	22.40	24.28	
W agua (gr)	0.02	0.02	
W tara (gr)	22.22	24.10	
W M.Seca (gr)	0.18	0.18	
W(%)	11.11%	11.11%	11.11%

LIMITE LIQUIDO (%)	41
LIMITE PLASTICO (%)	11
INDICE DE PLASTICIDAD (%)	30



UNIPUNTO	
Nº GOLPES	FACTOR
N	K
20	0.974
21	0.979
22	0.985
23	0.990
24	0.995
25	1.000
26	1.005
27	1.009
28	1.014
29	1.018
30	1.022

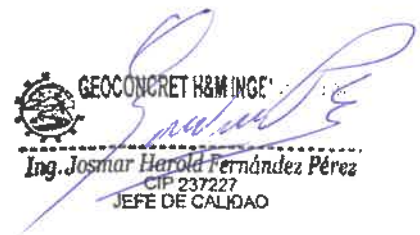
OBSERVACIONES: EL CALICULO Y REPORTE DEL LIMITE LIQUIDO, LIMITE PLASTICO E INDICE DE PLASTICIDAD, SERA CON APROXIMACION AL ENTERO MAS CERCANO, OMITIENDO EL SIMBOLO DE PORCENTAJE, DE ACUERDO A LA NORMA A.A.S.H.T.O. T 89 - A.S.T.M. D 4318.




GEOCONCRET H&M INGENIEROS S.R.L.
PROYECTOS DE INGENIERIA, SUPERVISION DE CONTROL DE CALIDAD, ESTUDIOS GEOTECNICOS,
ESTUDIOS DE MECANICA DE SUELOS, TECNOLOGIA DEL CONCRETO, TECNOLOGIA DEL ASFALTO, DISEÑO
DE PAVIMENTOS Y ALQUILER DE EQUIPOS.

ANEXO II

ENSAYOS DE PROCTOR


GEOCONCRET H&M INGE
Ing. Josmar Harold Fernández Pérez
CIP 237227
JEFE DE CALIDAD

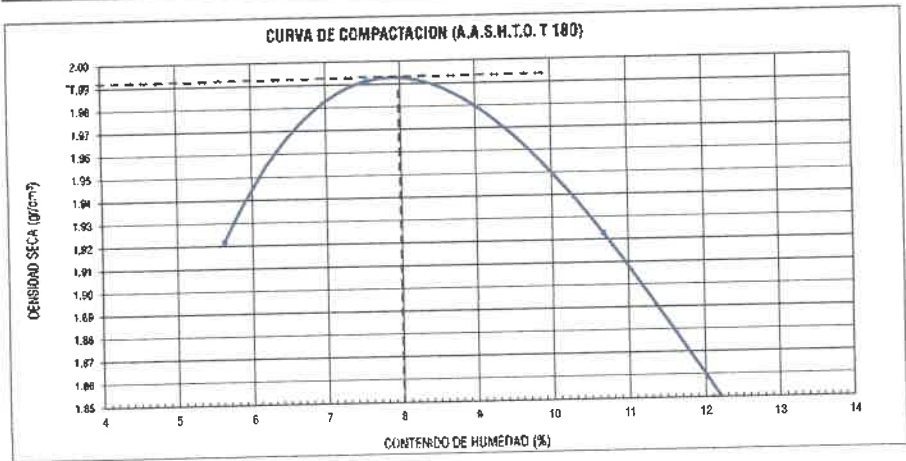
Dirección: Prolongación los Nogales N° 125, Chola - Cajamarca

	GEOCONCRET H&M INGENIEROS S.R.L				OFICINA DE GESTION Y CONTROL DE CALIDAD		
	FORMATOS DE CONTROL DE CALIDAD				SECTOR :	LABORATORIO	
	H&M				CODIGO:	010-24-LAB-GH&M-CH	
DATOS DEL PROYECTO						DATOS DEL PERSONAL	
PROYECTO:	EVALUACIÓN TÉCNICA Y ECONÓMICA DE LAS ALTERNATIVAS DE PAVIMENTACIÓN PARA EL JR. EXEQUIEL MONTOYA UTILIZANDO EL MÉTODO ASSHTO-93 CHOTA - 2023				GERENTE GENERAL :	BIANCA P. ODAR SALAS	
UBICACIÓN :	DISTRITO: CHOTA; PROVINCIA: CHOTA; DEPARTAMENTO: CAJAMARCA.				JEFE DE CALIDAD :	ING. JOSMAR H. FERNÁNDEZ PÉREZ	
SOLICITANTE :	CINTHIA SOLARY NUÑEZ GAMONAL				TECNICO DE LAB :	ING. FERNANDO RAFAEL GARCIA	
DATOS DEL MUESTREO						ESPECIFICACIONES DE MATERIAL DE CANTERA	
CALICATA :	C - 1	CODIGO MUESTRA:	M-01	FECHA :	ABRIL 2024		
KM :					MUESTREO :	REPRESENTATIVO	
					CLASIFICACION (A.A.S.H.T.O. M 145)	A - 7-5 (22)	

TEST METHOD FOR LABORATORY COMPACTION CHARACTERISTICS OF SOIL USING MODIFIED EFFORT (2700 kN-m/m³) - A.A.S.T.H.O. T 180
METODO DE ENSAYO PARA LA COMPACTACION DE SUELOS EN LABORATORIO UTILIZANDO UNA ENERGIA MODIFICADA

NORMA A.A.S.H.T.O. T 180 Energía de Compactación: 2700 kN-cv/m³

DENSIDAD	NUMERO DE ENSAYO	1		2		3		4	
		5	56	5	56	5	56	5	56
	Nº de Capas								
	Nº de Golpes por Capa					10842.00		10692.00	
	Peso Húmedo + Molde (gr)	10612.00		10813.00		6451.00		6451.00	
	Peso Molde (gr)	6451.00		6451.00		4391.00		4241.00	
	Peso Húmedo (gr)	4161.00		4362.00		2049.89		2049.89	
	Volumen del Molde (cm ³)	2049.89		2049.89		2.14		2.07	
	Densidad Húmeda (gr/cm ³)	2.03		2.13					
HUMEDAD	Ensayo	102	109	108	573	101	451	114	111
	Peso Húmedo + Tara (gr)	141.79	125.01	123.85	115.49	144.76	145.04	132.32	126.38
	Peso Seco + Tara (gr)	135.96	119.16	115.19	106.58	136.59	136.16	115.88	110.04
	Peso Agua (gr)	5.83	5.85	8.66	9.91	8.17	8.88	16.44	16.34
	Peso Tara (gr)	23.88	22.40	23.44	22.37	23.44	23.84	21.73	22.63
	Peso Muestra Seca (gr)	112.08	96.76	91.75	83.21	113.15	112.32	94.15	87.41
	Contenido de Humedad (%)	5.20	6.05	9.44	11.91	7.22	7.91	17.46	18.69
	C. Humedad (%) promedio	5.52		10.67		7.56		18.08	
	DENSIDAD SECA (gr/cm ³)	1.92		1.92		1.99		1.75	




DENSIDAD SECA MAXIMA:	1.99 gr/cm ³
C. HUMEDAD OPTIMO:	8.00%
D. SECA MAXIMA CORREG:	-
C. HUMEDAD OPTIMO CORREG:	-

METODO DE ENSAYO:	"C"
DIAMETRO DE MOLDE:	6"
CONDICION DE SECADO:	HORNO 110 °C
USO:	EL METODO "C" SE UTILIZA EN EL TAMIZ 3/8". RETENE MAS DEL 20 % Y EL TAMIZ 3/4" RETIENE MENOS DEL 30 % EN PESO DPL N.

OBSERVACIONES:


GEOCONCRET H&M INGENIEROS SRL

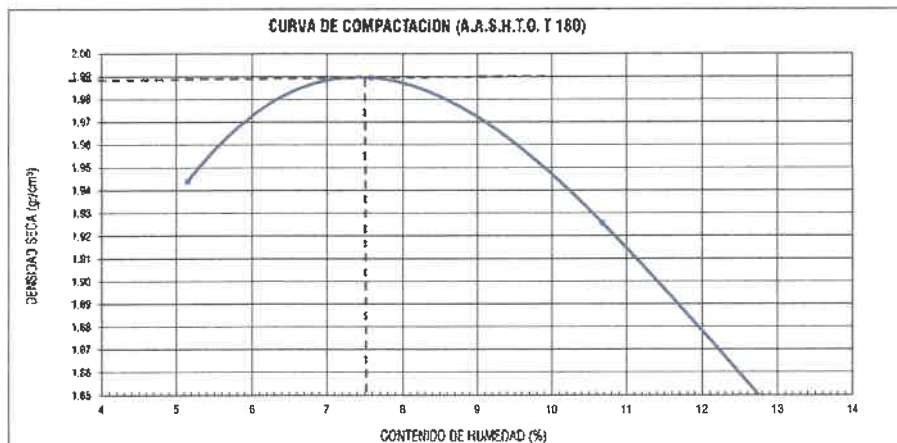
Ing. Josmar Harold Fernandez Pérez
 CIP 237227
 JEFE DE CALIDAD

	GEOCONCRET H&M INGENIEROS S.R.L			OFICINA DE GESTION Y CONTROL DE CALIDAD	
	FORMATOS DE CONTROL DE CALIDAD			SECTOR :	LABORATORIO
	H&M			CODIGO:	010-24-LAB-GH&M-CH
DATOS DEL PROYECTO				DATOS DEL PERSONAL	
PROYECTO:	EVALUACIÓN TÉCNICA Y ECONÓMICA DE LAS ALTERNATIVAS DE PAVIMENTACIÓN PARA EL JR. EXEQUIEL MONTOYA UTILIZANDO EL MÉTODO ASSHTO-93 CHOTA - 2023			GERENTE GENERAL :	BIANCA P. ODAR SALAS
UBICACIÓN :	DISTRITO: CHOTA; PROVINCIA: CHOTA; DEPARTAMENTO: CAJAMARCA.			JEFE DE CALIDAD :	ING. JOSMAR H. FERNÁNDEZ PÉREZ
SOLICITANTE :	CINTHIA SOLARY NÚÑEZ GAMONAL			TECNICO DE LAB :	ING. FERNAND RAFAEL GARCIA
DATOS DEL MUESTREO				ESPECIFICACIONES DE MATERIAL DE CAMTERA	
CALICATA :	C - 2	CODIGO MUESTRA:	M-01	FECHA :	ABRIL 2024
RM :				MUESTREO :	REPRESENTATIVO
				CLASIFICACION (A.A.S.H.T.O. M 145)	A - 7-5 (22)

TEST METHOD FOR LABORATORY COMPACTION CHARACTERISTICS OF SOIL USING MODIFIED EFFORT (2700 kN-m/m³) - A.A.S.T.H.O. T 180
METODO DE ENSAYO PARA LA COMPACTACION DE SUELOS EN LABORATORIO UTILIZANDO UNA ENERGIA MODIFICADA

NORMA A.A.S.H.T.O. T 180 Energía de Compactación: 2700 kN-m/m³

DESBIDAD	NUMERO DE ENSAYO	1		2		3		4	
	Nº de Capas	5	5		5		5		5
Nº de Golpes por Capa	56	56		56		56		56	
Peso Húmedo + Molde (gr)	10641.00	10641.00		10620.00		10639.00		10698.00	
Peso Molde (gr)	6451.00	6451.00		6451.00		6451.00		6451.00	
Peso Húmedo (gr)	4190.00	4190.00		4369.00		4388.00		4247.00	
Volumen del Molde (cm ³)	2049.89	2049.89		2049.89		2049.89		2049.89	
Densidad Húmeda (gr/cm ³)	2.04	2.13		2.14		2.14		2.07	
HUMEDAD	Ensayo	101	107	108	173	106	151	117	113
	Peso Húmedo + Tara (gr)	141.70	125.06	123.83	115.50	144.70	145.08	132.31	126.34
Peso Seco + Tara (gr)	136.92	119.18	115.19	105.57	136.50	136.17	115.85	110.08	
Peso Agua (gr)	4.78	5.88	8.64	9.93	8.20	8.91	16.46	16.26	
Peso Tara (gr)	23.87	22.41	23.44	22.36	23.45	23.82	21.71	22.62	
Peso Muestra Seca (gr)	113.05	96.77	91.75	83.21	113.05	112.35	94.14	87.46	
Coeficiente de Humedad (%)	4.23	6.08	9.42	11.93	7.25	7.93	17.48	18.59	
C. Humedad (%) promedio	5.16		10.68		7.59		18.04		
DENSIDAD SECA (cm ³)	1.94		1.93		1.99		1.76		



DENSIDAD SECA MAXIMA:	1.99 gr/cm ³
C. HUMEDAD OPTIMO:	7.50%

C. SECA MAXIMA CORRIER:	-
C. HUMEDAD OPTIMO CORRIER:	-

METODO DE ENSAYO:	°C
DIAMETRO DE MOLDE:	Ø
CONDICION DE SECADO:	HORN0 110 °C
USO:	EL METODO °C, SE UTILIZA SI EL TAM2 3/8", RETIENE MAS DEL 20 % Y EL TAM2 3/4" RETIENE MENOS DEL 30 % EN PESO DEL M.

OBSERVACIONES:

Prohibido su Reproducción Total o Parcial (INDECOPI). Derechos Reservados HM - GEOCONCRET H&M INGENIEROS S.R.L


Ing. Josmar Harold Fernández Pérez
 CIP 237227
 JEFE DE CALIDAD



GEOCONCRET H&M INGENIEROS S.R.L.
PROYECTOS DE INGENIERIA, SUPERVISION DE CONTROL DE CALIDAD, ESTUDIOS GEOTECNICOS,
ESTUDIOS DE MECANICA DE SUELOS, TECNOLOGIA DEL CONCRETO, TECNOLOGIA DEL ASFALTO, DISEÑO
DE PAVIMENTOS Y ALQUILER DE EQUIPOS.

ANEXO III

ENSAYOS DE CBR


GEOCONCRET H&M INGENIEROS SRL
Ing. Josmar Harold Fernández Pérez
CIP 237227
JEFE DE CALIDAD

Dirección: Prolongación los Negales N° 125, Cholu - Cajamarca

	GEOCONCRET H&M - INGENIEROS S.R.L.				OFICINA DE GESTION Y CONTROL DE CALIDAD		
	FORMATOS DE CONTROL DE CALIDAD				SECTOR :	LABORATORIO	
	H&M				CODIGO:	010-24-LAB-GH&M-CH	
DATOS DEL PROYECTO					DATOS DEL PERSONAL		
PROYECTO :	EVALUACIÓN TÉCNICA Y ECONÓMICA DE LAS ALTERNATIVAS DE PAVIMENTACIÓN PARA EL JR. EXEQUJEL MONTOYA UTILIZANDO EL MÉTODO ASSHTO-93 CHOTA - 2023				GERENTE GENERAL :	BIANCA P. ODAR SALAS	
UBICACIÓN :	DISTRITO: CHOTA; PROVINCIA: CHOTA; DEPARTAMENTO: CAJAMARCA.				JEFE DE CALIDAD :	ING. JOSMAR H. FERNÁNDEZ PÉREZ	
SOLICITANTE :	CINTHIA SOLARY NÚÑEZ GAMONAL				TECNICO DE LAB :	ING. FERNANDO RAFAEL GARCIA	
DATOS DEL MUESTREO					CLASIFICACION DEL TIPO DE TERRENO DE FUNDACION		
CLASIFICACION :	C-01					CLASIFICACION DEL SUELO	
KM:		CODIGO MUESTRA:	M-01	FECHA :	ABRIL 2024	NORMA A.S.H.T.O. M145	A - 7-5 (22)
METODO DE ENSAYO PARA DETERMINAR LA RELACION SOPORTE EN MUESTRAS COMPACTADAS DE SUELOS EN LABORATORIO (C.B.R.)							
A.S.T.M. D 1883							

COMPACTACION C B R						
NUMERO MOLDE	2		3		4	
Altura Molde (mm)	177		177		177	
Nº Capas	5		5		5	
NºCapas x Capa	12		25		56	
Condición de Muestra	ANTES DE EMPAQUAR		DESPUES		ANTES DE EMPAQUAR	
P. Húmedo + Molde (gr)	11474.0	12027.0	11543.0	12831.0	12207.0	12568.0
Peso Molde (gr)	7533.0	7533.0	7494.0	7494.0	4996.0	4996.0
Peso Húmedo (gr)	3941.0	4494.0	4049.0	4537.0	7211.0	7572.0
Volumen del Molde (cm³)	3232.88	3232.88	3232.88	3232.88	3232.88	3232.88
Densidad Húmeda (gr/cm³)	1.219	1.390	1.252	1.403	2.231	2.342
CONTENIDO DE HUMEDAD						
Número de Ensayo	1	2	3	1	2	3
P. Húmedo + Tara (gr)	139.51	145.71	131.73	114.10	124.83	161.29
Peso Soco + Tara (gr)	127.98	134.60	111.90	107.25	137.64	118.38
Peso Agua (gr)	11.53	11.11	20.23	6.85	8.08	23.65
Peso Tara (gr)	22.38	23.89	22.64	24.71	23.41	21.74
P. Muestra Soca (gr)	105.60	110.71	88.86	82.54	93.34	115.90
Contenido de Humedad (%)	10.92%	10.04%	22.77%	8.30%	8.66%	20.41%
G. Humedad Promedio (%)	10.48%		22.77%	8.48%		20.41%
DENSIDAD SECA (gr/cm³)	1.103		1.192	1.165		1.166
						2.062
						1.098

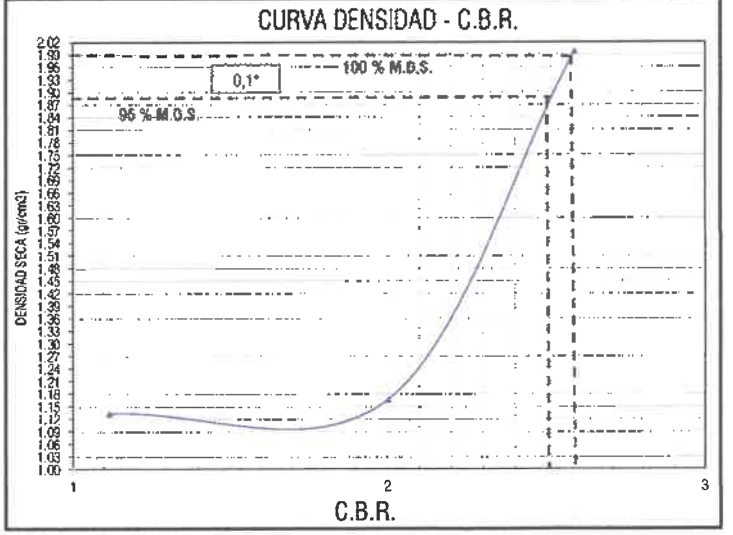
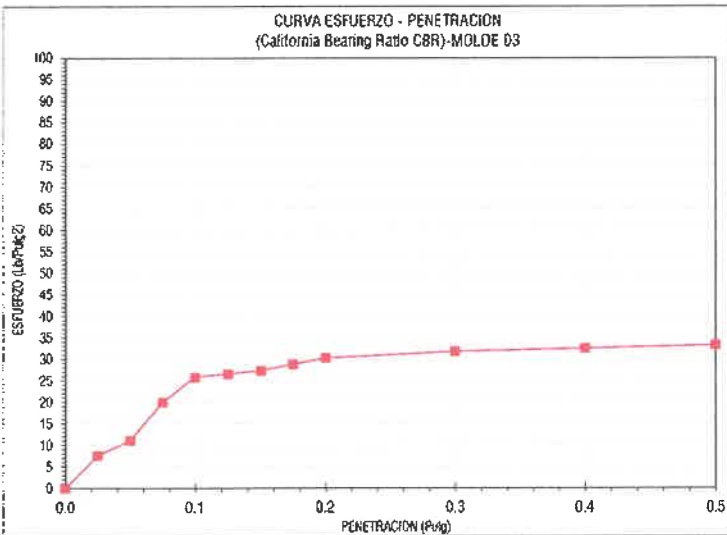
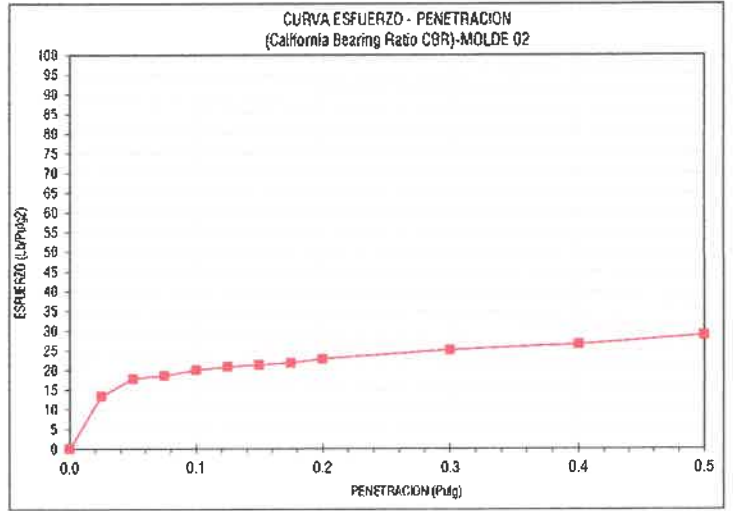
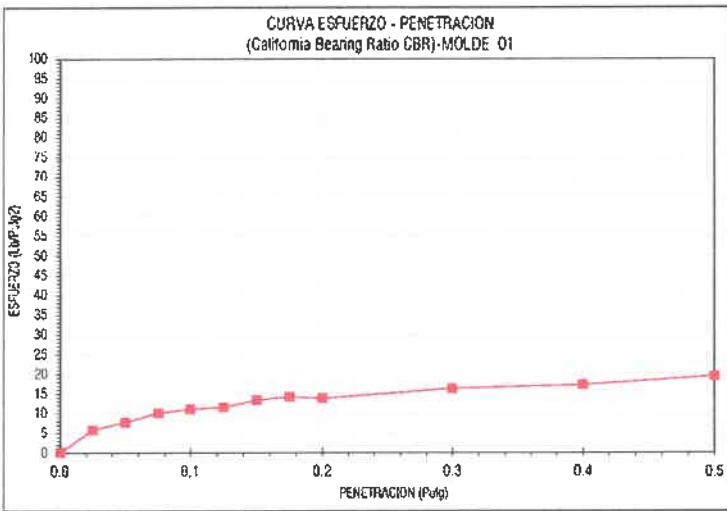
ENSAYO DE HINCHAMIENTO										
TIEMPO		NUMERO DE MOLDE Nº 1			NUMERO DE MOLDE Nº 2			NUMERO DE MOLDE Nº 3		
ACUMULADO		LECTURA		HINCHAMIENTO	LECTURA		HINCHAMIENTO	LECTURA		HINCHAMIENTO
(Hrs)	(Días)	DEFORM.	(mm)	(%)	DEFORM.	(mm)	(%)	DEFORM.	(mm)	(%)
0	0	0.000	0.000	0.00	0.000	0.000	0.00	0.000	0.000	0.00
24	1	0.070	1.778	1.00	0.050	1.270	0.72	0.030	0.762	0.43
48	2	0.100	2.540	1.44	0.070	1.778	1.00	0.060	1.524	0.86
72	3	0.140	3.556	2.01	0.120	3.048	1.72	0.100	2.540	1.44
96	4	0.170	4.826	2.73	0.160	4.064	2.30	0.140	3.556	2.01

ENSAYO CARGA - PENETRACION										
PENETRACION		MOLDE Nº 01			MOLDE Nº 02			MOLDE Nº 03		
(mm)	(pulg)	CARGA	ESFUERZO		CARGA	ESFUERZO		CARGA	ESFUERZO	
		Kg.	(Kg/cm²)	(Lbs/pulg²)	Kg.	(Kg/cm²)	(Lbs/pulg²)	Kg.	(Kg/cm²)	(Lbs/pulg²)
0.60	0.000	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00
0.64	0.025	7.60	0.40	5.75	18.10	0.94	13.36	10.10	0.62	7.46
1.27	0.050	10.50	0.54	7.75	24.20	1.25	17.87	15.10	0.78	11.15
1.91	0.075	13.60	0.70	10.04	25.10	1.30	18.53	27.00	1.40	19.93
2.54	0.100	15.10	0.78	11.16	27.10	1.40	20.04	35.00	1.81	23.84
3.18	0.125	15.60	0.81	11.52	28.30	1.46	20.89	36.00	1.86	26.58
3.81	0.150	18.20	0.94	13.44	29.00	1.50	21.41	37.00	1.91	27.32
4.45	0.175	19.30	1.00	14.25	29.60	1.53	21.85	39.00	2.02	28.79
5.08	0.200	18.70	0.97	13.81	31.60	1.60	22.89	41.00	2.12	30.27
7.62	0.300	22.10	1.14	16.32	34.00	1.76	25.10	43.00	2.22	31.75
10.16	0.400	23.30	1.20	17.20	35.90	1.86	26.50	44.00	2.27	32.48
12.70	0.500	26.30	1.36	19.42	39.00	2.02	28.79	45.00	2.33	33.22

Prohibida su Reproducción Total o Parcial (INDECOPI). Derechos Reservados HM- GEOCONCRET H&M INGENIEROS S.R.L.

GEOCONCRET H&M INGENIEROS S.R.L.
 Ing. Josmar Harold Fernández Pérez
 CIP 237227
 JEFE DE CALIDAD

	GEOCONCRET H&M - INGENIEROS S.R.L.				OFICINA DE GESTION Y CONTROL DE CALIDAD		
	FORMATOS DE CONTROL DE CALIDAD				SECTOR :	LABORATORIO	
	H&M				CODIGO:	010-24-LAB-GH&M-CH	
DATOS DEL PROYECTO					DATOS DEL PERSONAL		
PROYECTO :	EVALUACIÓN TÉCNICA Y ECONÓMICA DE LAS ALTERNATIVAS DE PAVIMENTACIÓN PARA EL JR. EXEQUIEL MONTOYA UTILIZANDO EL MÉTODO ASSHTO-93 CHOTA - 2023				GERENTE GENERAL	BIANCA P. ODAR SALAS	
UBICACIÓN :	DISTRITO: CHOTA; PROVINCIA: CHOTA; DEPARTAMENTO: CAJAMARCA.				JEFE DE CALIDAD :	ING. JOSMAR H. FERNÁNDEZ PÉ	
SOLICITANTE :	CINTHIA SOLARY NÚÑEZ GAMONAL				TECNICO DE LAB :	ING. FERNANDO RAFAEL GARCIA	
DATOS DEL MUESTREO					CLASIFICACION DEL TERRENO DE FUNDACION		
CALICATA:	C-01				CLASIFICACION DEL SUELO		
KM:		CODIGO MUESTRA:	M-01	FECHA :	ABRIL 2024	NORMA A.A.S.H.T.O. M 145	A - 7 - 5 (22)
METODO DE ENSAYO PARA DETERMINAR LA RELACION SOPORTE EN MUESTRAS COMPACTADAS DE SUELOS EN LABORATORIO (C.B.R.) A.S.T.M. D 1883							



(*) Valores Corregidos

MOLDE Nº	PENETRACION (pulg)	PRESION APLICADA CORREGIDA (Lb/pulg²)	PRESION PATRON (Lb/pulg²)	C.B.R. %	DENSIDAD SECA (gr/cm³)
MOLDE 01	0.1	11.15	1000	1.11	1.13
MOLDE 02	0.1	20.01	1000	2.00	1.17
MOLDE 03	0.1	25.84	1000	2.58	2.00

ENSAYO PROCTOR MODIFICADO (A.S.T.M. D 1557)		VALOR C.B.R. (A.S.T.M. D 1883)	
DENSIDAD SECA MAXIMA (gr/cm³) :	1.99	C.B.R. Para el 95% de la M.D.S. (0.1%) =	2.50%
CONTENIDO DE HUMEDAD OPTIMO (%) :	8.00	C.B.R. Para el 100% de la M.D.S. (0.1%) =	2.60%

OBSERVACIONES:	PERIODO DE SUMERGIDO:	04 DIAS
-----------------------	-----------------------	---------

Prohibida su Reproducción Total o Parcial (INDECOP). Derechos Reservados HM- GEOCONCRET H&M INGENIEROS S.R.L.


GEOCONCRET H&M INGENIEROS

 Ing. Josmar Harold Fernández P.
 CIP 237227
 JEFE DE CALIDAD

	GEOCONCRET H&M - INGENIEROS S.R.L.				OFICINA DE GESTION Y CONTROL DE CALIDAD	
	FORMATOS DE CONTROL DE CALIDAD				SECTOR :	LABORATORIO
	H&M				CODIGO:	010-24-LAB-GH&M-CH
DATOS DEL PROYECTO					DATOS DEL PERSONAL	
PROYECTO :	EVALUACION TÉCNICA Y ECONÓMICA DE LAS ALTERNATIVAS DE PAVIMENTACIÓN PARA EL JR. EXEQUIEL MONTOYA UTILIZANDO EL MÉTODO ASSHTO-93 CHOTA - 2023				GERENTE GENERAL :	BIANCA P. ODAR SALAS
UBICACIÓN :	DISTRITO: CHOTA; PROVINCIA: CHOTA; DEPARTAMENTO: CAJAMARCA.				JEFE DE CALIDAD :	ING. JOSMAR H. FERNÁNDEZ PÉREZ
SOLICITANTE :	CINTHIA SOLARY NÚÑEZ GAMONAL				TECNICO DE LAB :	ING. FERNANDO RAFAEL GARCIA
DATOS DEL MUESTREO					CLASIFICACION DEL TERRENO DE FUNDACION	
CALCICATA:	C-02				CLASIFICACION DEL SUELO	
KM:		CODIGO MUESTRA:	M-01	FECHA :	ABRIL 2024	NORMA A.A.S.H.T.O. M 145
						A - 7-5 (22)
METODO DE ENSAYO PARA DETERMINAR LA RELACION SOPORTE EN MUESTRAS COMPACTADAS DE SUELOS EN LABORATORIO (C.B.R.)						
A.S.T.M. D 1863						

COMPACTACION CBR						
NUMERO MOLDE	2		3		4	
Altura Molde (mm)	177		177		177	
Nº Capas	5		5		5	
Nº Golpes x Capa	12		25		56	
Condición de Muestra	ANTES DE EMPAQUAR		DESPUES		ANTES DE EMPAQUAR	
P. Húmedo + Molde (gr)	11523.0	12027.0	11522.0	12032.0	12103.0	12569.0
Peso Molde (gr)	7533.0	7533.0	7494.0	7494.0	4996.0	4996.0
Peso Húmedo (gr)	3990.0	4494.0	4028.0	4538.0	7107.0	7573.0
Volumen del Molde (cm³)	3232.88	3232.88	3232.88	3232.88	3232.88	3232.88
Densidad Húmeda (gr/cm³)	1.234	1.390	1.248	1.404	2.198	2.342
CONTENIDO DE HUMEDAD						
Número de Ensayo	1	2	3	1	2	3
P. Húmedo + Tara (gr)	139.56	145.73	131.71	114.30	124.85	161.27
Peso Soco + Tara (gr)	127.97	134.70	111.60	107.24	116.73	137.64
Peso Agua (gr)	11.53	11.03	20.11	7.06	8.12	23.63
Peso Tara (gr)	22.38	23.89	22.64	24.71	23.41	21.74
P. Muestra Seca (gr)	105.59	110.81	88.96	82.53	90.32	115.90
Contenido de Humedad (%)	10.92%	9.95%	22.61%	8.55%	8.70%	20.39%
C. Humedad Promedio (%)	10.44%		22.61%	8.63%		20.39%
DENSIDAD SECA (gr/cm³)	1.118		1.134	1.147		1.165
						2.023
						1.998

ENSAYO DE HINCHAMIENTO										
TIEMPO ACUMULADO		NUMERO DE MOLDE Nº 1			NUMERO DE MOLDE Nº 2			NUMERO DE MOLDE Nº 3		
(Hrs)	(Días)	LECTURA		HINCHAMIENTO (%)	LECTURA		HINCHAMIENTO (%)	LECTURA		HINCHAMIENTO (%)
		DEFORM.	(mm)		DEFORM.	(mm)		DEFORM.	(mm)	
0	0	0.000	0.000	0.00	0.000	0.000	0.00	0.000	0.000	0.00
24	1	0.079	1.778	1.00	0.050	1.270	0.72	0.010	0.762	0.43
48	2	0.100	2.540	1.44	0.070	1.778	1.00	0.060	1.524	0.86
72	3	0.140	3.556	2.01	0.120	3.048	1.72	0.100	2.540	1.44
96	4	0.190	4.826	2.73	0.160	4.064	2.30	0.140	3.556	2.01

ENSAYO CARGA - PENETRACION										
PENETRACION		MOLDE Nº 01			MOLDE Nº 02			MOLDE Nº 03		
(mm)	(psi)	CARGA Kg.	ESFUERZO		CARGA Kg.	ESFUERZO		CARGA Kg.	ESFUERZO	
			(kg/cm²)	(lb/inch²)		(kg/cm²)	(lb/inch²)		(kg/cm²)	(lb/inch²)
0.00	0.000	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00
0.64	0.025	7.50	0.41	5.83	18.20	0.94	13.44	10.20	0.53	7.53
1.27	0.050	10.80	0.55	7.83	24.30	1.26	17.94	15.20	0.79	11.22
1.91	0.075	13.70	0.71	10.11	25.20	1.30	18.60	17.60	0.91	12.99
2.54	0.100	15.20	0.79	11.22	27.20	1.41	20.08	35.00	1.81	25.84
3.18	0.125	15.70	0.81	11.56	28.40	1.47	20.97	36.00	1.86	26.58
3.81	0.150	18.23	0.94	13.46	29.10	1.50	21.48	38.00	1.96	28.05
4.45	0.175	19.40	1.00	14.32	29.50	1.52	21.78	39.00	2.02	28.79
5.09	0.200	18.80	0.97	13.88	31.10	1.61	22.96	41.00	2.12	30.27
7.62	0.300	22.20	1.15	16.39	34.10	1.76	25.18	42.00	2.17	31.01
10.16	0.400	23.20	1.20	17.13	35.80	1.85	26.43	43.00	2.22	31.75
12.70	0.500	26.40	1.36	19.49	39.00	2.02	28.79	45.00	2.33	33.22



GEOCONCRET H&M - INGENIEROS S.R.L.

OFICINA DE GESTION Y CONTROL DE CALIDAD

FORMATOS DE CONTROL DE CALIDAD

SECTOR : LABORATORIO

H&M

CODIGO: 010-24-LAB-GH&M-CH

DATOS DEL PROYECTO

DATOS DEL PERSONAL

PROYECTO : EVALUACIÓN TÉCNICA Y ECONÓMICA DE LAS ALTERNATIVAS DE PAVIMENTACIÓN PARA EL JR. EXEQUIEL MONTOYA UTILIZANDO EL MÉTODO ASSHTO-93 CHOTA - 2023
 UBICACIÓN : DISTRITO: CHOTA; PROVINCIA: CHOTA; DEPARTAMENTO: CAJAMARCA.
 SOLICITANTE : CINTHIA SOLARY NUÑEZ GAMONAL

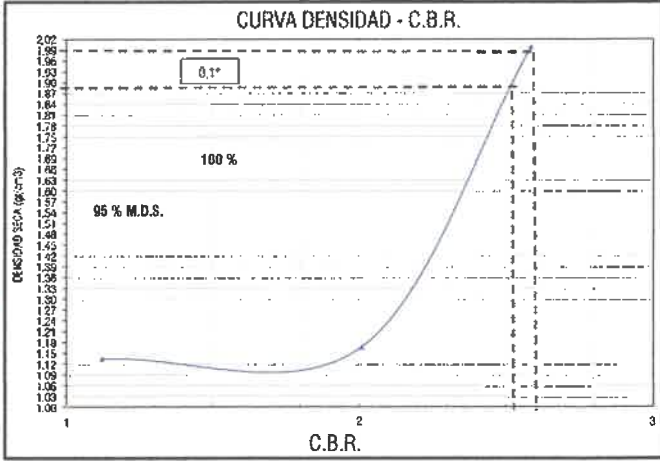
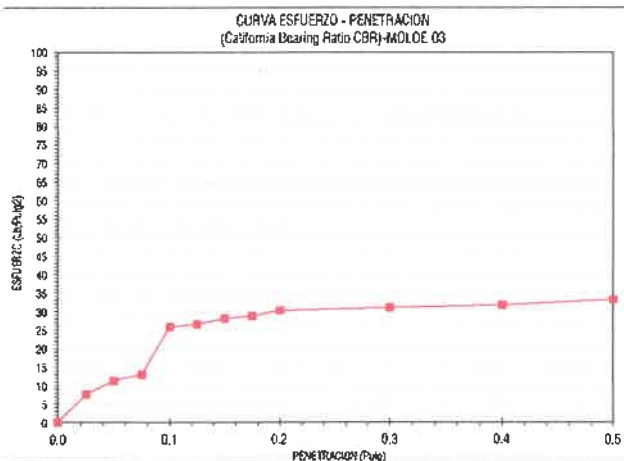
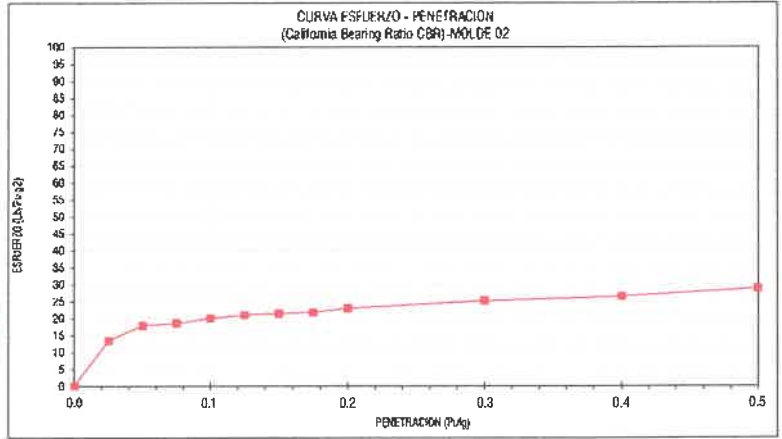
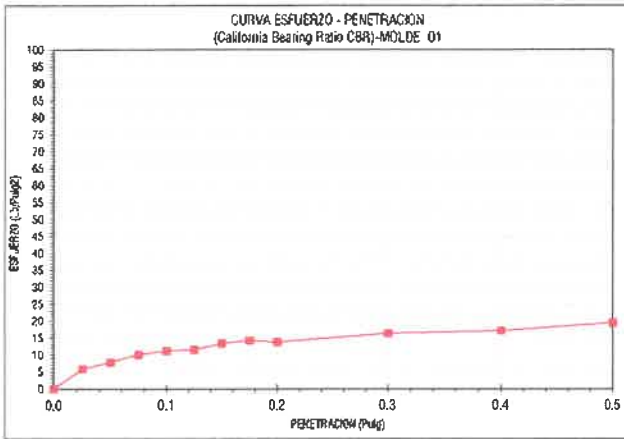
GERENTE GENERAL : BIANCA P. ODAR SALAS
 JEFE DE CALIDAD : ING. JOSMAR H. FERNÁNDEZ PÉREZ
 FECHADO DE LAB : ING. FERNANDO RAFAEL GARCIA

DATOS DEL MUESTREO

CLASIFICACION DEL TERRENO DE FUNDACION

CALICATA: C-02
 KM: CODIGO MUESTRA: M-01 FECHA: ABRIL 2024
 CLASIFICACION DEL SUELO: NORMA A.A.S.H.T.O. M 145 A - 7 - 5 (22)

METODO DE ENSAYO PARA DETERMINAR LA RELACION SOPORTE EN MUESTRAS COMPACTADAS DE SUELOS EN LABORATORIO (C.B.R.) A.S.T.M. D 1883



MOLDE Nº	PENETRACION (in)	PRESION APLICADA CORREGIDA (lb/in²)	PRESION PATRON (lb/in²)	C.B.R. (%)	DENSIDAD SECA (g/cm³)
MOLDE 01	0.1	11.22	1000	1.12	1.13
MOLDE 02	0.1	20.08	1000	2.01	1.17
MOLDE 03	0.1	25.84	1000	2.58	2.00

ENSAYO PROYECTOR MODIFICADO (A.S.T.M. D 1557)		VALOR C.B.R. (A.S.T.M. D 1883)	
DENSIDAD SECA MÁXIMA (g/cm³) :	1.99	C.B.R. Para el 95% de la M.D.S. (0.1")=	2.50%
CONTENIDO DE HUMEDAD ÓPTIMO (%) :	7.50	C.B.R. Para el 100% de la M.D.S. (0.1")=	2.58%

OBSERVACIONES:	PERIODO DE SUMERGIDO:	04 DIAS
----------------	-----------------------	---------

Prohibida su Reproducción Total o Parcial (INDECOPI). Derechos Reservados HM- GEOCONCRET H&M INGENIEROS S.R.L.

GEOCONCRET H&M INGENIEROS SRL
 Ing. Josmar Harold Fernández Pérez
 CIP 237227
 JEFE DE CALIDAD



GEOCONCRET H&M INGENIEROS S.R.L.
PROYECTOS DE INGENIERIA, SUPERVISION DE CONTROL DE CALIDAD, ESTUDIOS GEOTECNICOS,
ESTUDIOS DE MECANICA DE SUELOS, TECNOLOGIA DEL CONCRETO, TECNOLOGIA DEL ASFALTO, DISEÑO
DE PAVIMENTOS Y ALQUILER DE EQUIPOS.

ANEXO IV

PANEL FOTOGRÁFICO


GEOCONCRET H&M INGENIEROS SRL
Ing. Josmar Harold Fernández Pérez
CIP 237227
JEFE DE CALIDAD

Dirección: Prolongación los Nogales N° 125, Chota - Cajamarca



GEOCONCRET H&M INGENIEROS S.R.L.

PROYECTOS DE INGENIERIA, SUPERVISION DE CONTROL DE CALIDAD, ESTUDIOS GEOTECNICOS,
ESTUDIOS DE MECANICA DE SUELOS, TECNOLOGIA DEL CONCRETO, TECNOLOGIA DEL ASFALTO, DISEÑO
DE PAVIMENTOS Y ALQUILER DE EQUIPOS.



FOTOGRAFIA 01: Muestra la extracción de muestra de la C - 1

 **GEOCONCRET H&M INGENIEROS S.R.L.**
Josmar Harold Fernández Pérez
Ing. Josmar Harold Fernández Pérez
CIP 237227
JEFE DE CALIDAD

Dirección: Prolongación los Nogales N° 125, Chota - Cajamarca



GEOCONCRET H&M INGENIEROS S.R.L.

PROYECTOS DE INGENIERIA, SUPERVISION DE CONTROL DE CALIDAD, ESTUDIOS GEOTECNICOS,
ESTUDIOS DE MECANICA DE SUELOS, TECNOLOGIA DEL CONCRETO, TECNOLOGIA DEL ASFALTO, DISEÑO
DE PAVIMENTOS Y ALQUILER DE EQUIPOS.



FOTOGRAFIA 02: Muestra la extracción de muestra de la C – 2

 **GEOCONCRET H&M INGENIEROS S.R.L.**

Ing. Josmar Harold Fernández Pérez
CIP 237227
JEFE DE CALIDAD

Dirección: Prolongación los Nogales N° 125, Chola - Cajamarca



GEOCONCRET H&M INGENIEROS S.R.L.

PROYECTOS DE INGENIERIA, SUPERVISION DE CONTROL DE CALIDAD, ESTUDIOS GEOTECNICOS,
ESTUDIOS DE MECANICA DE SUELOS, TECNOLOGIA DEL CONCRETO, TECNOLOGIA DEL ASFALTO, DISEÑO
DE PAVIMENTOS Y ALQUILER DE EQUIPOS.



FOTOGRAFIA 03:
(A.S.T.M. D 422)

Muestra el ensayo de análisis granulométrico de la C - 1, según la Norma

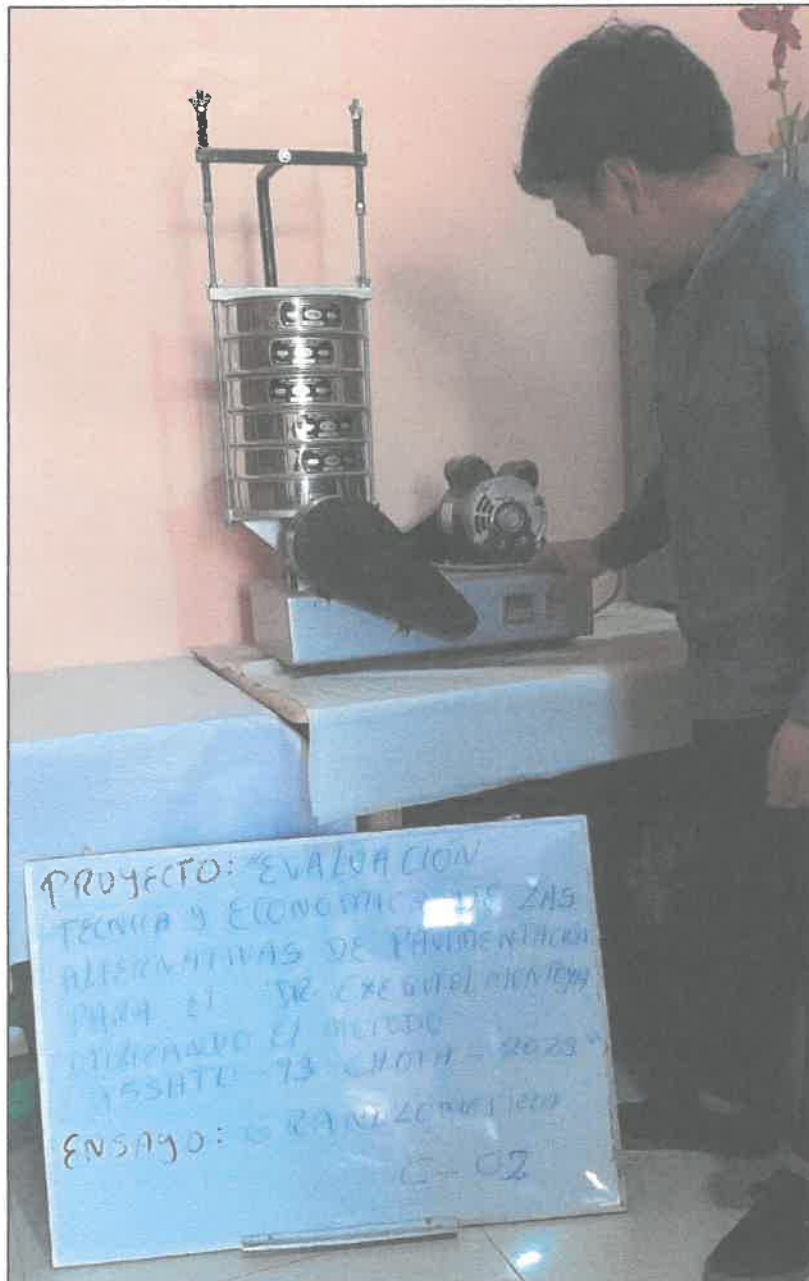
 **GEOCONCRET H&M INGENIEROS S.R.L.**
Josmar Harold Fernández Pérez
Ing. Josmar Harold Fernández Pérez
EIP 237227
JEFE DE CALIDAD

Dirección: Prolongación los Nogales N° 125, Chota - Cajamarca



GEOCONCRET H&M INGENIEROS S.R.L

PROYECTOS DE INGENIERIA, SUPERVISION DE CONTROL DE CALIDAD, ESTUDIOS GEOTECNICOS,
ESTUDIOS DE MECANICA DE SUELOS, TECNOLOGIA DEL CONCRETO, TECNOLOGIA DEL ASFALTO, DISEÑO
DE PAVIMENTOS Y ALQUILER DE EQUIPOS.



FOTOGRAFIA 04:
(A.S.T.M. D 422)

Muestra el ensayo de análisis granulométrico de la C - 2, según la Norma

Dirección: Prolongación los Nogales N° 125, Chota - Cajamarca



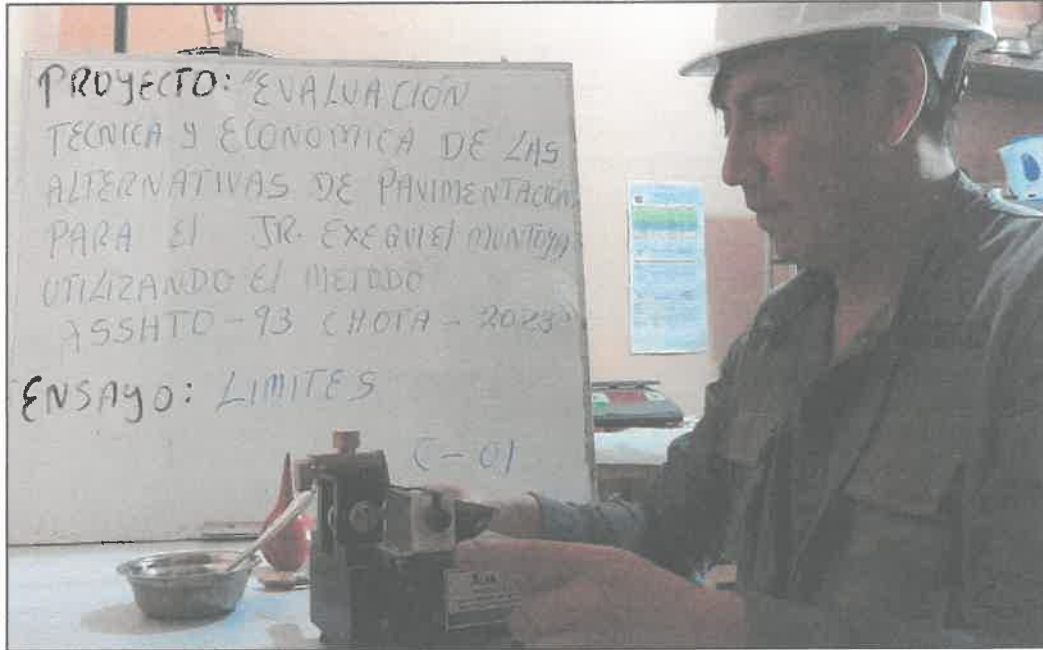
GEOCONCRET H&M INGENIEROS S.R.L

Ing. Josmar Harold Fernández Pérez
CIP 237227
JEFE DE CALIDAD



GEOCONCRET H&M INGENIEROS S.R.L

PROYECTOS DE INGENIERIA, SUPERVISION DE CONTROL DE CALIDAD, ESTUDIOS GEOTECNICOS,
ESTUDIOS DE MECANICA DE SUELOS, TECNOLOGIA DEL CONCRETO, TECNOLOGIA DEL ASFALTO, DISEÑO
DE PAVIMENTOS Y ALQUILER DE EQUIPOS.



FOTOGRAFIA 05: Muestra el ensayo de Límite Líquido de la C - 1, según la Norma (A.S.T.M. D 4318)



FOTOGRAFIA 06: Muestra el ensayo de Límite Líquido de la C - 2, según la Norma (A.S.T.M. D 4318)

Dirección: Prolongación los Nogales N° 125, Chota - Cajamarca

**GEOCONCRET H&M INGENIEROS S.R.L**
Ing. Josmar Harold Fernández Pérez
CIP 237227
JEFE DE CALIDAD


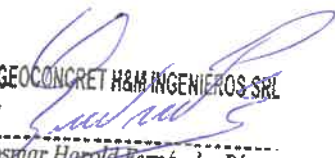


GEOCONCRET H&M INGENIEROS S.R.L

PROYECTOS DE INGENIERIA, SUPERVISION DE CONTROL DE CALIDAD, ESTUDIOS GEOTECNICOS,
ESTUDIOS DE MECANICA DE SUELOS, TECNOLOGIA DEL CONCRETO, TECNOLOGIA DEL ASFALTO, DISEÑO
DE PAVIMENTOS Y ALQUILER DE EQUIPOS.



FOTOGRAFIA 07: Muestra el ensayo de proctor de la C - 1, según la Norma (A.A.S.T.H.O. T 180)

 **GEOCONCRET H&M INGENIEROS S.R.L**

Ing. Josmar Harold Fernández Pérez
CIP 237227
JEFE DE CALIDAD

Dirección: Prolongación los Nogales, N° 125, Chota - Cajamarca



GEOCONCRET H&M INGENIEROS S.R.L.

PROYECTOS DE INGENIERIA, SUPERVISION DE CONTROL DE CALIDAD, ESTUDIOS GEOTECNICOS,
ESTUDIOS DE MECANICA DE SUELOS, TECNOLOGIA DEL CONCRETO, TECNOLOGIA DEL ASFALTO, DISEÑO
DE PAVIMENTOS Y ALQUILER DE EQUIPOS.



FOTOGRAFIA 08: Muestra el ensayo de proctor de la C - 2, según la Norma (A.A.S.T.H.O. T 180)

Dirección: Prolongación los Nogales N° 125, Chota - Cuzamarca



GEOCONCRET H&M INGENIEROS S.R.L.

Ing. Josmar Harold Fernández Pérez
CIP 237277
JEFE DE CALIDAD



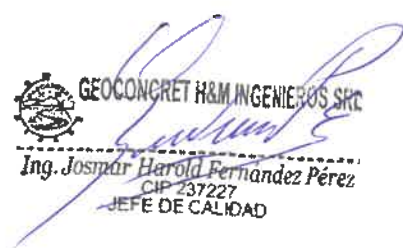
GEOCONCRET H&M INGENIEROS S.R.L

PROYECTOS DE INGENIERIA, SUPERVISION DE CONTROL DE CALIDAD, ESTUDIOS GEOTECNICOS, ESTUDIOS DE MECANICA DE SUELOS, TECNOLOGIA DEL CONCRETO, TECNOLOGIA DEL ASFALTO, DISEÑO DE PAVIMENTOS Y ALQUILER DE EQUIPOS.



FOTOGRAFIA 09: Muestra el ensayo de CBR de la C - 1, según la Norma (A.S.T.M. D 1883)

Dirección: Prolongación los Nogales. Nº 123, Chota - Cujamarca


GEOCONCRET H&M INGENIEROS S.R.L.
Ing. Josmar Harold Fernandez Pérez
CIP 237227
JEFE DE CALIDAD



GEOCONCRET H&M INGENIEROS S.R.L.

PROYECTOS DE INGENIERIA, SUPERVISION DE CONTROL DE CALIDAD, ESTUDIOS GEOTECNICOS,
ESTUDIOS DE MECANICA DE SUELOS, TECNOLOGIA DEL CONCRETO, TECNOLOGIA DEL ASFALTO, DISEÑO
DE PAVIMENTOS Y ALQUILER DE EQUIPOS.



FOTOGRAFIA 10: Muestra el ensayo de CBR de la C - 2, según la Norma (A.S.T.M. D 1883)

Dirección: Prolongación los Noyales N° 125, Chota - Cajamarca


GEOCONCRET H&M INGENIEROS S.R.L.
Ing. Josmar Harold Fernández Pérez
CIP 237227
JEFE DE CALIDAD

CERTIFICADOS DE INDECOPI E INALCAL



GEOCONCRET H&M INGENIEROS S.R.L.
PROYECTOS DE INGENIERIA, SUPERVISION DE CONTROL DE CALIDAD, ESTUDIOS GEOTECNICOS,
ESTUDIOS DE MECANICA DE SUELOS, TECNOLOGIA DEL CONCRETO, TECNOLOGIA DEL ASFALTO, DISEÑO
DE PAVIMENTOS Y ALQUILER DE EQUIPOS.

ANEXO V

CERTIFICADO DE INDECOPI Y CALIBRACIÓN


GEOCONCRET H&M INGENIEROS S.R.L.
Ing. Josmar Harold Fernández Pérez
CIP 237227
JEFE DE CALIDAD

Dirección: Prolongación los Nogales N° 125, Chota - Cajamarca



PERÚ

Presidencia
del Consejo de Ministros

INDECOPI



Firmado digitalmente por
CHUEZ SALAZAR Sergio Jean Pared FAU
20133646533 hard
Fecha: 15/06/2023 11:41:51-0500

Registro de la Propiedad Industrial

Dirección de Signos Distintivos

CERTIFICADO N° 00148026

La Dirección de Signos Distintivos del Instituto Nacional de Defensa de la Competencia y de la Protección de la Propiedad Intelectual – INDECOPI, certifica que por mandato de la Resolución N° 014480-2023/DSD - INDECOPI de fecha 09 de junio de 2023, ha quedado inscrito en el Registro de Marcas de Servicio, el siguiente signo:

Signo	:	La denominación GEOCONCRET H&M INGENIEROS S.R.L. y logotipo (se reivindica colores), conforme al modelo
Clase	:	42 de la clasificación Internacional.
Solicitud	:	0015100-2023
Titular	:	GEOCONCRET H&M INGENIEROS S.R.L.
País	:	Perú
Vigencia	:	09 de junio de 2033
Distingue	:	Servicios de laboratorios científicos; análisis del agua; servicios de arquitectura, investigación técnica; ensayo de materiales; peritajes geológicos; ingeniería; investigación geológica; control de calidad; peritajes [trabajos de ingenieros]



Esta es una copia auténtica imprimible de un documento electrónico archivado por Indecopi, aplicando lo dispuesto por el Art. 25 de D.S. 070-2013-PCM y la Tercera Disposición Complementaria Final del D.S. 026-2016-PCM. Su autenticidad e integridad pueden ser contrastadas a través de la siguiente dirección web.

<https://online.indecopi.gob.pe/verificador>

Id Documento:33b226wdsv

Pág. 1 de 1

CERTIFICADO DE CALIBRACIÓN CA-F-076-2023

Área de Metrología
Laboratorio de Fuerza

Página 1 de 4

1. Expediente	0367		
2. Solicitante	GEOCONCRET H&M INGENIEROS S.R.L.		
3. Dirección	PASAJE LOS NOGALES 125 - CHOTA - CAJAMARCA		
4. Instrumento calibrado	MÁQUINA DE ENSAYO UNIAXIAL (PRENSA CBR)		
Marca	ALFA-ENSAYOS		
Modelo	GYS-09		
N° de serie	509		
Identificación	No indica		
Procedencia	Perú		
Intervalo de indicación	0 kgf a 5000 kgf		
Resolución	0,1 kgf		
Clase de exactitud	No indica		
Modo de fuerza	Compresion		
Indicador Digital			
Marca	HIWEIGH	Serie	19H030103H
Modelo	315-X8	Resolución	0,1 kgf
Transductor de Presión			
Marca	ZEMIC	Serie	TP086061
Modelo	H3-C3-50T-6B		
5. Fecha de calibración	2023-07-15		

Este certificado de calibración documenta la trazabilidad a los patrones nacionales o internacionales, que realizan las unidades de la medición de acuerdo con el Sistema Internacional de Unidades (SI).

Los resultados son validos en el momento de la calibración. Al solicitante le corresponde disponer en su momento la ejecución de una recalibración, la cual está en función del uso, conservación y mantenimiento del instrumento de medición o a reglamento vigente.

CALIBRATEC S.A.C. no se responsabiliza de los perjuicios que pueda ocasionar el uso inadecuado de este instrumento, ni de una incorrecta interpretación de los resultados de la calibración aquí declarados.

Este certificado de calibración no podrá ser reproducido parcialmente sin la aprobación por escrito del laboratorio que lo emite.

El certificado de calibración sin firma y sello carece de validez.

Fecha de Emisión

2023-07-21



Jefe de Laboratorio

CERTIFICADO DE CALIBRACIÓN

CA-F-076-2023

Área de Metrología
Laboratorio de Fuerza

Página 2 de 4

6. Método de calibración

La calibración se realiza por comparación directa entre el valor de fuerza indicada en el dispositivo indicador de la máquina a ser calibrada y la indicación de fuerza real tomada del instrumento de medición de fuerza patrón siguiendo la PC-032 "Procedimiento para la calibración de máquinas de ensayos uniaxiales" Edición 01 del INACAL - DM

7. Lugar de calibración

Laboratorio de Suelo y Concreto de GEOCONCRET H&M INGENIEROS S.R.L. ubicado en Pasaje Los Nogales 125 - Chota - Cajamarca

8. Condiciones de calibración

	Inicial	Final
Temperatura	18,3 °C	18,4 °C
Humedad relativa	59 %	58 %

9. Patrones de referencia

Trazabilidad	Patrón utilizado	Certificado de calibración
PUCP	Celda de carga de 10 t con una incertidumbre de 34 kg	INF-LE N° 093-23 A/C

10. Observaciones

- Se colocó una etiqueta autoadhesiva con la indicación **CALIBRADO**.
- El instrumento a calibrar no indica la clase, sin embargo cumple con el criterio para máquinas de ensayo uniaxiales de clase 1 según la norma UNE-EN ISO 7500-1.

CERTIFICADO DE CALIBRACIÓN CA-F-076-2023

Área de Metrología
Laboratorio de Fuerza

Página 3 de 4

11. Resultados de medición

Indicación de la máquina de ensayo		Indicación del transductor de fuerza patrón					Promedio	Error de medición
		1ra Serie	2da Serie	3ra Serie		4ta Serie Accesorios		
		Ascenso kgf	Ascenso kgf	Ascenso kgf	Descenso kgf	Ascenso kgf		
%	kgf						kgf	kgf
10	500	496,0	496,2	496,1	—	—	496,1	3,9
20	1000	994,6	995,0	994,8	—	—	994,8	5,2
30	1500	1493,9	1494,3	1494,4	—	—	1494,2	5,8
40	2000	1996,3	1996,7	1997,7	—	—	1996,9	3,1
50	2500	2497,0	2498,2	2498,3	—	—	2497,9	2,1
60	3000	3000,7	3000,8	3001,1	—	—	3000,9	-0,9
70	3500	3502,4	3502,8	3503,4	—	—	3502,8	-2,8
80	4000	4005,1	4005,2	4005,4	—	—	4005,2	-5,2
90	4500	4507,9	4507,9	4507,7	—	—	4507,8	-7,8
100	5000	5010,3	5010,2	5009,9	—	—	5010,2	-10,2

Indicación de la máquina de ensayo		Errores relativos de medición					Incertidumbre de medición relativa
		Indicación	Repetibilidad	Reversibilidad	Resolución relativa	Error con accesorios	
		q %	b %	v %	a %	%	
%	kgf						%
10	500	0,79	0,04	—	0,02	—	0,80
20	1000	0,52	0,04	—	0,01	—	0,61
30	1500	0,39	0,03	—	0,01	—	0,56
40	2000	0,16	0,07	—	0,01	—	0,55
50	2500	0,09	0,05	—	0,00	—	0,54
60	3000	-0,03	0,01	—	0,00	—	0,53
70	3500	-0,08	0,03	—	0,00	—	0,53
80	4000	-0,13	0,01	—	0,00	—	0,53
90	4500	-0,17	0,00	—	0,00	—	0,53
100	5000	-0,20	0,01	—	0,00	—	0,53

Clase de la escala de la máquina de ensayo	Valor máximo permitido (ISO 7500 - 1)				
	Indicación	Repetibilidad	Reversibilidad	Resolución relativa	Cero f0
	q %	b %	v %	a %	%
0,5	± 0,50	0,5	± 0,75	± 0,25	± 0,05
1	± 1,00	1,0	± 1,50	± 0,50	± 0,10
2	± 2,00	2,0	± 3,00	± 1,00	± 0,20
3	± 3,00	3,0	± 4,50	± 1,50	± 0,30

MÁXIMO ERROR RELATIVO DE CERO (f ₀)	0,00 %
---	--------

CERTIFICADO DE CALIBRACIÓN CA-F-076-2023

Área de Metrología
Laboratorio de Fuerza

Página 4 de 4

12. Incertidumbre

La incertidumbre reportada en el presente certificado es la incertidumbre expandida de medición que resulta de multiplicar la incertidumbre estándar por el factor de cobertura $k=2$, el cual proporciona un nivel de confianza de aproximadamente 95%.

La incertidumbre expandida de medición fue calculada a partir de los componentes de incertidumbre de los factores de influencia en la calibración. La incertidumbre indicada no incluye una estimación de variaciones a largo plazo.

FIN DEL DOCUMENTO

Anexo 3. Estudio de tráfico vehicular



1. Aspectos generales

1.1. Objetivos del estudio de tráfico vehicular

Un estudio de tráfico vehicular tiene varios objetivos cruciales para garantizar la durabilidad, seguridad y funcionalidad de la vía. Algunos de los principales objetivos son:

- Determinar la carga vehicular esperada: Uno de los objetivos primordiales es cuantificar la cantidad de vehículos que circularán por la vía, así como el tipo de vehículos (livianos, pesados, comerciales, etc.). Esto permite calcular la carga que el pavimento deberá soportar a lo largo de su vida útil.
- Clasificar el tipo de vehículos: Es importante no solo conocer el volumen de tráfico, sino también la proporción de vehículos pesados (camiones, autobuses) y ligeros (automóviles, motocicletas). Los vehículos pesados tienen un mayor impacto en el deterioro del pavimento.
- Proyección de crecimiento del tráfico: Se debe estimar el crecimiento futuro del tráfico para que el diseño del pavimento no quede obsoleto en pocos años. Esto implica prever cómo cambiará el volumen de vehículos en el futuro cercano y lejano.
- Cálculo del ESAL (Cargas Equivalentes de Ejes): Este es un parámetro clave que se utiliza para traducir el impacto de diferentes tipos de vehículos en términos de desgaste del pavimento. Se basa en la carga que generan los ejes de los vehículos pesados.

1.2. Descripción del área del proyecto

- Calle: Exequiel Montoya

- Distrito: Chota
- Provincia: Chota
- Departamento: Cajamarca

1.3. Instrumentos utilizados

- Libreta de campo, sirvió para la anotación del conteo de vehículos durante una semana para la realización del cálculo de número de EALS para el respectivo diseño del pavimento.

2. Metodología

2.1. Trabajo de campo

El conteo vehicular del tránsito del Jr. Exequiel Montoya se realizó en la estación de conteo vehicular E01, ubicada a la altura de la comandancia de la ciudad de Chota. El conteo se llevó a cabo manualmente utilizando los formatos de conteo vehicular del MTC (2018), con la participación de dos personas que trabajaron por turnos durante 24 horas al día durante 7 días consecutivos en la primera semana de mayo.

Tabla 50

Localización de la Estación de Conteo en el Jr. Exequiel Montoya

Estación	Km	Coordenadas UTM WGS 84 17S	
		Este (m E)	Norte (m S)
E01	0+855	759231.00	9274243.00

Figura 63

Vista Satelital de la Localización de la Estación de conteo en el Jr. Exequiel Montoya



Nota: (Google earth, 2024).

a) Planificación y preparación:

- Se eligió la Estación 1, ubicada estratégicamente a la altura de la comandancia, como el punto de observación.

b) Asignación de turnos:

- Se organizaron turnos de trabajo para dos personas, asegurando que hubiera una persona presente para registrar los datos durante las 24 horas del día.
- Los turnos se distribuyeron de manera que cada persona tuviera suficiente tiempo para descansar y mantenerse alerta durante sus períodos de conteo.

c) Recolección de datos:

- Cada persona recibió un formato estándar de registro en el cual se especificaban las categorías de vehículos a contar: automóviles, motocicletas, camiones ligeros, autobuses y camiones pesados.

- Durante su turno, cada persona se ubicó en la Estación 1 y registró manualmente el número de vehículos de cada tipo que pasaban por el jirón.

- Los datos se registraron en intervalos de 1 hora.

d) Procedimiento de conteo:

- Cada vehículo que pasaba por la estación se clasificaba y se contaba según su tipo, y los datos se anotaban inmediatamente en el formato de registro.

- Los observadores mantuvieron la concentración y registraron con precisión cada vehículo, especialmente en horas pico y periodos de alto tráfico.

e) Cambio de turnos:

- La persona saliente entregaba el formato de registro al entrante y se aseguraba de que todos los datos estuvieran correctamente anotados y organizados.

f) Consolidación de datos:

- Al final de cada día, los datos de los turnos se consolidaron y se revisaron.

2.2.Trabajo de gabinete

- Después de los 7 días de conteo, todos los registros se compilaron en una base de datos central para determinar el índice medio diario (IMDA) de tránsito vehicular.

- Se determinó los patrones de tráfico, incluyendo el volumen promedio diario, las horas pico y la distribución de los tipos de vehículos.

2.3.Resultados del conteo vehicular

De acuerdo al conteo vehicular el día con mayor tránsito es el domingo con 1319 veh/día, mientras que, el día con menor tránsito vehicular es el lunes con 901 veh/día. El 91.2% de los vehículos son ligeros y solo el 8.8% son pesados. El IMDA del Jr. Exequiel Montoya asciende a 1148 veh/día.

Tabla 51

IMDA de Vehículos en el Jr. Exequiel Montoya

Tipo de vehículos			IMD	Distribución (%)
Vehículos ligeros	Camionetas	Auto	295	25.7
		Station	46	4.0
		Pick Up	379	33.0
		Panel	21	1.8
		Rural Combi	291	25.3
		Micro	16	1.4
Vehículos pesados	Camión	2 E	28	2.4
		2 E	51	4.4
		3 E	21	1.8
Total			1148	100.0

Figura 64

Número de Vehículos que Pasan por el Jr. Exequiel Montoya

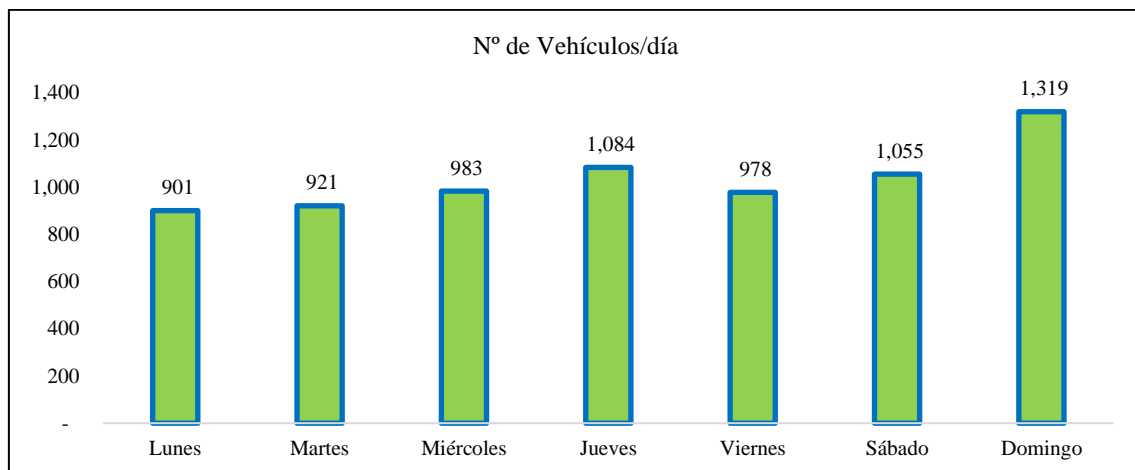


Figura 65

Clasificación Vehicular Ligera y Pesada que Pasa por el Jr. Exequiel Montoya

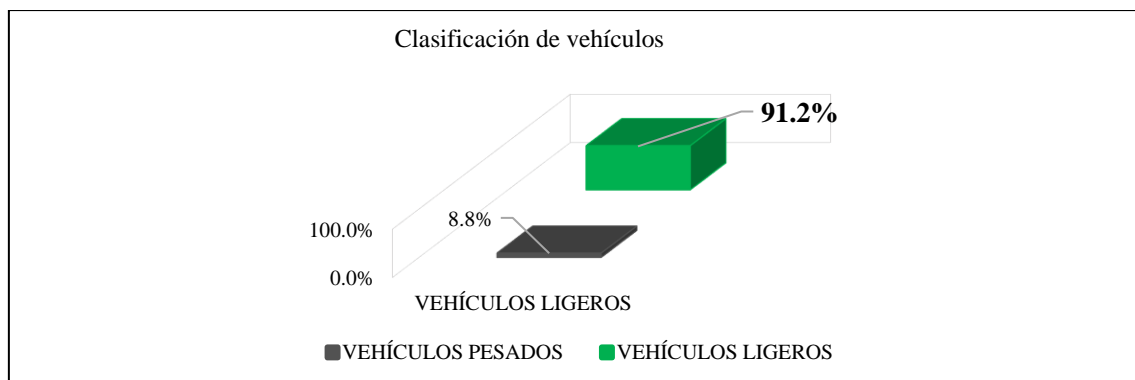


Figura 66

Composición del Tráfico Vehicular que Pasa por el Jr. Exequiel Montoya

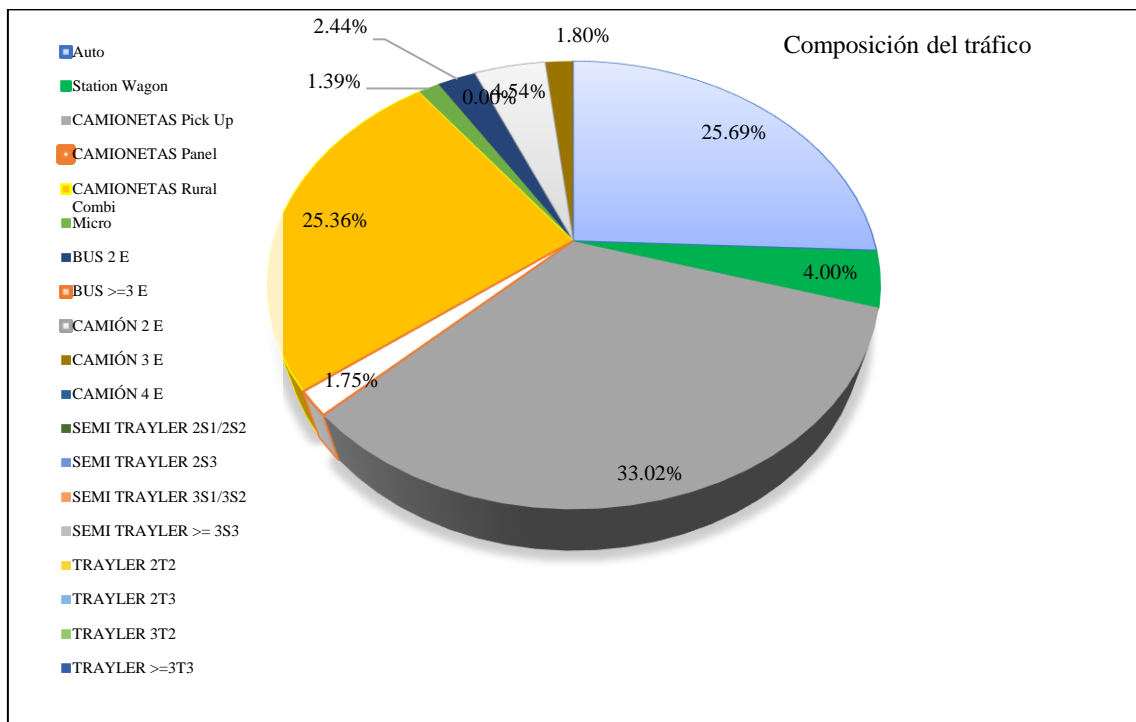
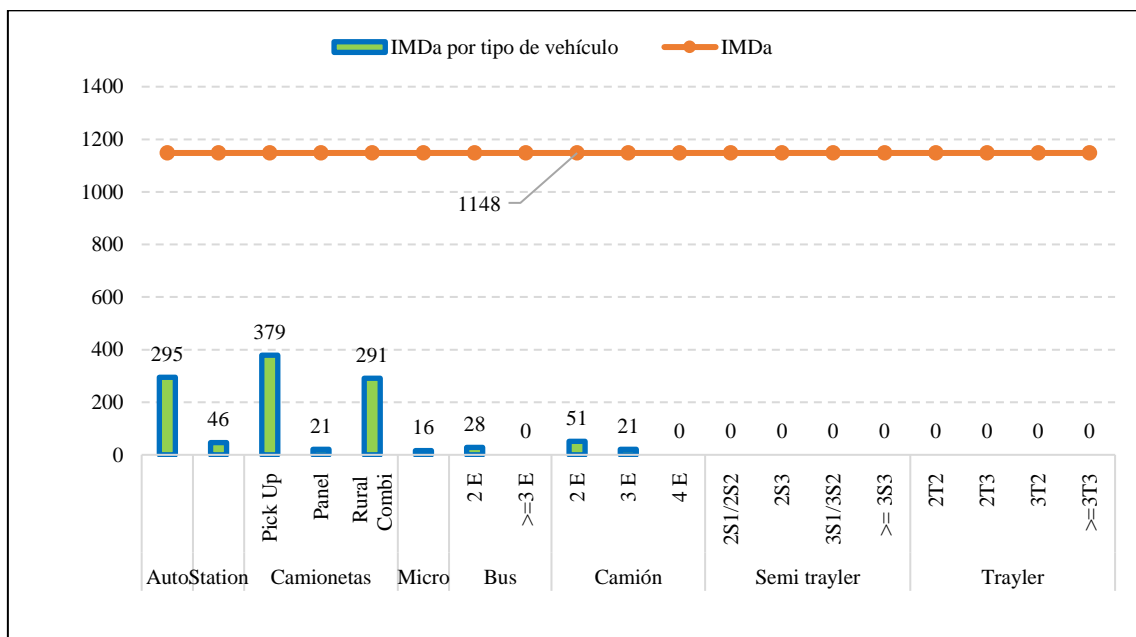


Figura 67

IMDa de Vehículos en el Jr. Exequiel Montoya



2.4.Cálculo del ESALS

El cálculo ESALS para el diseño del pavimento del Jr. Exequiel Montoya se ha realizado de acuerdo al MTC (2018), donde se especifica que el factor de número de repeticiones de ejes equivalentes (EE) cambia en relación al tipo de vehículo, pero también de acuerdo al tipo de pavimento, siendo así la ecuación para el cálculo de los ejes equivalentes (EE) es distinto para pavimento rígido y para flexible y semirrígido, por lo que, el número final de ESALS también cambia para cada tipo de pavimento, siendo 1739210 N° de repeticiones EE para pavimento rígido y 1578145 N° de repeticiones EE para pavimento flexible y semirrígido, pero en ambos casos se clasifica como tráfico vehicular TP6.

Tabla 52

ESALS para Pavimento Rígido en el Jr. Exequiel Montoya

Tipo de vehículos	IMDa	EEdia-carril	FCA	Días por año	Parcial
vehículos menores	1048.00	0.46	23.29	365	3910.0
camión de dos ejes c2	51.00	89.99	25.80	365	847436.0
ómnibus de pasajeros b2	28.00	49.41	23.29	365	420027.0
ómnibus de pasajeros b3-1	0.00	0	23.29	365	0.0
camión de carga tres ejes c3	21.00	49.68	25.80	365	467837.0
Nrep de EE 8.2 ton					1739210

Tabla 53

ESALS para Pavimento Flexible y Semirrígido en el Jr. Exequiel Montoya

Tipo de vehículos	IMDa	EEdia-carril	FCA	Días por año	Parcial
vehículos menores	1048.00	0.550	23.28	365	4674.0
camión de dos ejes c2	51.00	88.660	25.80	365	835020.0
ómnibus de pasajeros b2	28.00	48.680	23.28	365	413710.0
ómnibus de pasajeros b3-1	0.00	0.000	23.28	365	0.0
camión de carga tres ejes c3	21.00	34.480	25.80	365	324741.0
Nrep de EE 8.2 ton					1578145

3. Panel fotográfico

Fotografía 10. Tesista en la Estación de Conteo E01 del Jr. Exequiel Montoya



Fotografía 11. Conteo Vehicular Realizado en el Turno Diurno en la Estación E01 del Jr. Exequiel Montoya



Fotografía 12. Conteo Vehicular Realizado en el Turno Nocturno en la Estación E01 del Jr. Exequiel Montoya



DATOS REGISTRADOS EN EL CONTEO VEHICULAR



ESTUDIO DE TRÁFICO

RESPONSABLE: CINTHIA SOLARY NÚÑEZ GAMONAL ESTACIÓN 01: Cruce Jr. Exequiel Montoya con Jr. Cajamarca (Comandancia) COORDENADAS UTM SENTIDO: S →
 UBICACIÓN DE AV.: JR. EXEQUIEL MONTOYA, CHOTA, CAJAMARCA CÓDIGO DE ESTACIÓN: E01 Este: 759231.00 Norte: 9274243.00 m S E ←

RÉSUMEN DE CONTEO VEHICULAR

ESTACIÓN: 01

UBICACIÓN: Cruce Jr. Exequiel Montoya con Jr. Cajamarca (Comandancia)

Día	Sentido	VEHÍCULOS LIGEROS						VEHÍCULOS PESADOS												TOTAL	%		
		Auto	Station Wagon	CAMIONETAS			Micro	BUS		CAMIÓN			SEMI TRAYLER				TRAYLER						
				Pick Up	Panel	Rural Combi		2 E	>=3 E	2 E	3 E	4 E	2S1/2S2	2S3	3S1/3S2	>= 3S3	2T2	2T3	3T2			>=3T3	
DIAGRA. VEH.																							
D1	E	119	19	145	10	120	9	18	-	21	6	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	467	6.4%
	S	115	23	144	8	94	6	10	-	26	8	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	434	6.0%
D2	E	112	21	141	13	119	7	15	-	19	2	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	449	6.2%
	S	114	20	178	8	104	9	8	-	21	10	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	472	6.5%
D3	E	126	20	145	9	130	5	19	-	21	15	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	490	6.8%
	S	112	23	164	9	138	8	9	-	21	9	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	493	6.8%
D4	E	137	27	182	9	145	7	20	-	18	8	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	553	7.6%
	S	153	20	160	13	126	10	12	-	25	12	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	531	7.3%
D5	E	131	13	167	8	136	5	2	-	22	12	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	496	6.8%
	S	146	16	158	9	114	4	3	-	16	16	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	482	6.7%
D6	E	122	13	162	10	171	7	20	-	27	4	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	536	7.4%
	S	129	14	157	6	157	10	9	-	27	10	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	519	7.2%
D7	E	166	31	238	8	147	7	21	-	36	10	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	664	9.2%
	S	178	30	250	7	135	7	11	-	29	8	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	655	9.0%
TOTAL	E	913	144	1,180	67	968	47	115	-	164	57	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	3,655	50.5%
	S	947	146	1,211	60	868	54	62	-	165	73	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	3,586	49.5%

Factores de corrección de vehículos ligeros por unidad de peaje - Promedio (2010-2016)

FORMATO N° 1.1 A

N°	Peaje	Enero	Febrero	Marzo	Abril	Mayo	Junio	Julio	Agosto	Setiembre	Octubre	Noviembre	Diciembre	Total	
		Ligeros	Ligeros	Ligeros	Ligeros	Ligeros	Ligeros	Ligeros	Ligeros	Ligeros	Ligeros	Ligeros	Ligeros	Ligeros	Ligeros
		FC	FC	FC	FC	FC	FC	FC	FC	FC	FC	FC	FC	FC	FC
1	AGUAS CALIENTES	0.9394	0.8663	1.1161	1.0973	1.1684	1.1945	0.9458	0.8773	0.9386	1.0294	1.0292	0.9845	1.0000	
2	AGUAS CLARAS	1.0204	1.0668	1.1013	1.0449	0.9979	0.9863	0.8917	0.9168	1.0069	1.0155	1.0712	0.8127	1.0000	
3	AMBO	0.7822	0.8431	0.8697	0.7549	0.7755	0.7823	0.7479	0.9820	1.0329	0.9842	0.9966	0.8835	1.0000	
4	ATICO	0.8849	0.7376	1.0576	1.0168	1.1538	1.1764	0.9711	0.9893	1.0821	1.0845	1.1559	0.9021	1.0000	
5	AYAVIRI	0.9913	0.9287	1.0870	1.0730	1.1003	1.0878	0.9449	0.9108	0.9242	1.0455	1.0348	0.9733	1.0000	
6	CAMANA	0.5935	0.4934	1.0509	1.2563	1.3886	1.3961	1.2549	1.2278	1.3076	1.2658	1.2303	0.8494	1.0000	
7	CANCAS	0.8722	0.8703	1.0694	1.1121	1.1631	1.2130	0.9722	0.9150	1.0516	1.0161	1.0259	0.8914	1.0000	
8	CARACOTO	1.0576	0.9886	1.0999	1.0550	1.0578	1.0471	0.9900	0.8677	0.9953	0.9895	1.0077	0.7648	1.0000	
9	CASARACRA	1.1441	1.1924	1.2529	0.9991	0.9240	1.0245	0.8401	0.8801	1.0508	0.9739	1.1465	0.8656	1.0000	
10	CATAC	1.0992	1.0589	1.3534	1.0405	1.0772	1.0762	0.8316	0.8717	0.9632	0.9514	1.1169	0.9747	1.0000	
11	CCASACANCHA	1.0321	1.0692	1.1050	1.0611	1.0719	1.0565	0.9517	0.9133	0.8930	0.9959	0.9734	0.7789	1.0000	
12	CHACAPAMPA	1.0342	0.9781	0.9986	1.0653	1.0693	1.2488	1.0419	0.9217	0.9818	0.9211	1.0968	0.9676	1.0000	
13	CHALHUAPUQUIO	1.1804	1.2304	1.2157	1.0487	1.0103	1.0467	0.7867	0.8314	1.0145	0.9547	1.0196	0.9379	1.0000	
14	CHICAMA	0.9891	0.9536	1.0369	1.0347	1.0520	1.0477	0.9368	0.9915	1.0553	1.0166	1.0421	0.7493	1.0000	
15	CHILCA	0.6041	0.5736	0.7824	1.0624	1.5470	1.6110	1.3032	1.4238	1.5046	1.2451	1.1887	0.6261	1.0000	
16	CHULLQUI	1.0428	1.0728	1.0509	1.0163	1.0500	0.9407	0.9832	0.9316	0.9915	0.9207	1.2832	0.8829	1.0000	
17	CHULUCANAS	1.0210	1.0629	1.1565	1.1355	1.0650	1.0374	0.9771	0.9150	0.9843	0.9479	0.9145	0.7502	1.0000	
18	CIUDAD DE DIOS	0.9338	0.9146	1.1930	1.0736	1.0024	1.0271	0.9071	0.9185	1.0902	0.8660	1.0664	0.6549	1.0000	
19	CORCONA	1.1416	1.1681	1.2623	1.0206	0.9748	1.0336	0.7786	0.8795	1.0065	0.9892	1.1933	0.8888	1.0000	
20	CRUCE BAYOVAR	0.9033	0.8846	1.0933	1.0974	1.1592	1.1950	0.8640	0.9864	1.1644	0.9986	1.0861	0.6673	1.0000	
21	CUCULLI	0.9988	1.0350	1.1242	1.1174	1.1070	0.9545	0.9574	0.9186	0.9449	0.9671	0.9672	1.0218	1.0000	
22	DESIVIO OLMOS	0.9736	1.0105	1.1312	1.1600	1.1451	1.0896	0.9427	0.8716	0.9919	0.9562	1.0093	0.7176	1.0000	
23	DESIVIO TALARA	0.8889	0.8761	1.0496	1.0840	1.1438	1.1754	0.9465	0.9935	1.1153	1.0280	1.0382	0.8201	1.0000	
24	EL FISCAL	0.8940	0.8401	1.0559	1.0613	1.0717	1.1269	1.0109	0.9938	1.0838	1.0772	1.0791	0.8290	1.0000	
25	EL PARAISO	0.9205	0.9105	1.0517	0.9857	1.1149	1.1469	0.9012	0.9733	1.1060	1.0310	1.0929	0.7531	1.0000	
26	FORTALEZA	0.9181	0.8373	1.0150	1.0162	1.1492	1.1835	0.8765	1.0108	1.1687	1.0754	1.1540	0.6525	1.0000	
27	HUACRAPUQUIO	0.8954	0.9256	0.8519	0.7865	1.1594	1.0921	0.8705	0.9487	0.9945	0.9710	1.1529	0.8270	1.0000	
28	HUARMEY	0.9035	0.9244	1.1291	1.1310	1.2668	1.1960	0.8634	0.9658	1.1330	1.0542	1.1438	0.6719	1.0000	
29	ICA	0.8952	0.8816	1.0171	1.0174	1.1066	1.1329	0.9323	0.9830	1.0531	0.9755	1.1795	0.8886	1.0000	
30	ILAVE	1.0094	0.9590	0.9766	1.0121	1.1366	1.1846	0.9693	0.7789	1.0459	1.0628	1.1372	0.9867	1.0000	
31	ILO	0.8298	0.8229	1.0127	1.0787	1.0722	1.1206	1.1008	1.0550	0.9804	1.0440	1.0342	0.8332	1.0000	
32	JAHUAY - CHINCHA	0.8933	0.8732	1.0316	0.9075	1.1200	1.1828	0.9368	0.9922	1.1421	1.0329	1.0528	0.4477	1.0000	
33	LOMA LARGA BAJA	1.0542	1.2728	1.3705	1.2397	1.1376	1.0325	0.8263	0.9065	0.9251	0.8919	0.8810	0.7535	1.0000	
34	LUNAHUANA	1.0078	1.0300	1.0448	0.9515	1.0102	1.1445	0.8265	0.9416	1.1121	0.9751	1.0782	1.0732	1.0000	
35	MACUSANI	1.0451	1.0018	1.0480	1.0861	1.1085	1.1300	0.9928	0.9432	1.0228	0.9617	1.0240	0.7588	1.0000	
36	MARCONA	0.9662	0.8961	0.9852	1.0088	1.0983	1.0530	1.0341	1.0196	1.0333	1.0271	1.0027	0.7889	1.0000	
37	MATARANI	0.4710	0.3895	0.9813	1.5079	1.7155	1.6697	1.6168	1.5740	1.5939	1.4242	1.3091	0.7821	1.0000	
38	MENOCUCHO	0.9317	1.0027	1.0511	1.0791	1.0349	1.0573	0.9502	0.9064	1.0854	0.8523	0.7838	0.5208	1.0000	
39	MOCCE	1.0278	0.9771	1.0470	1.0650	1.0408	0.9962	0.9898	0.9054	1.0213	1.0118	1.0013	0.6605	1.0000	
40	MONTALVO	0.9048	0.8791	1.0475	1.0354	1.1059	1.0509	1.0488	1.0071	1.0687	1.0353	1.0353	0.8310	1.0000	
41	MORROPE	0.9513	0.9141	1.0811	1.1244	1.1424	1.1751	0.8926	0.9687	1.0920	0.9715	1.0545	0.6746	1.0000	
42	MOYOBAMBA	1.0850	1.0698	1.0813	1.0651	1.0168	0.9738	0.9435	0.9373	0.9761	0.9702	0.9891	0.8038	1.0000	
43	NAZCA	0.9661	0.9054	1.0447	1.0679	1.0734	1.0837	0.9221	0.9299	1.0191	1.0129	1.0678	1.0237	1.0000	
44	PACANGUILLA	0.9367	0.9280	1.0694	1.0717	1.1095	1.1596	0.9319	0.9569	1.1054	1.0141	1.0390	0.8663	1.0000	
45	PACRA	1.0292	1.0010	1.0522	0.9639	1.1074	1.0791	0.8941	0.9429	1.0130	0.9989	1.0593	0.9694	1.0000	
46	PAITA	0.8338	0.8399	0.9955	1.0884	1.1366	1.1292	1.0983	1.0805	1.0034	1.0469	1.0315	0.7241	1.0000	
47	PAMPA CUELLAR	1.0470	0.8406	1.0891	1.0786	1.1541	1.1507	0.9423	0.7893	1.0577	1.0224	1.0477	0.8316	1.0000	
48	PAMPA GALERA	0.9682	1.0250	1.1275	1.1108	1.0497	1.0842	0.8216	0.7799	1.0466	1.0741	1.1328	0.8288	1.0000	
49	PAMPAMARCA	0.9676	0.9879	1.0838	1.0298	1.1090	1.0882	0.8872	0.9048	0.8396	0.9118	0.9069	0.8363	1.0000	
50	PATAHUASI	1.0587	0.9424	1.1593	1.0874	1.1136	1.0916	0.7985	1.0365	0.9748	1.0193	0.8250	0.8250	1.0000	
51	PEDRO RUIZ	0.9743	1.0357	1.1043	1.1210	1.1162	1.0422	0.9404	0.9088	0.9643	0.9746	1.0028	0.7673	1.0000	
52	PICHIRHUA	1.0429	1.1004	1.1389	1.0572	1.0324	1.0052	0.9096	0.8779	0.9784	0.9987	1.0072	0.7769	1.0000	
53	PIURA SULLANA	1.1032	1.0808	1.1780	1.0977	1.0636	1.0475	0.9646	0.9472	0.9953	0.9479	0.9443	0.7354	1.0000	
54	PLANCHON	1.0522	1.0822	1.0719	1.0640	1.0586	1.0147	0.9340	0.9113	0.9516	0.9578	1.0475	0.7584	1.0000	
55	POMAHUACA	0.9923	0.9975	1.1424	1.1909	1.1430	1.0907	0.9262	0.8476	0.9921	0.9880	1.0076	0.7033	1.0000	
56	PONGO	1.0334	1.0848	1.0806	1.0886	1.0567	1.0028	0.9826	0.9141	0.9728	0.9669	0.9699	0.8065	1.0000	
57	POZO REDONDO	0.9235	0.8502	1.0219	1.0682	1.1022	1.0689	1.0385	1.0403	1.1089	1.0396	1.0052	0.8472	1.0000	
58	PUNTA PERDIDA	0.9849	0.8010	1.1299	1.2158	1.4581	1.4051	0.8099	0.5874	1.1694	1.0552	1.2693	1.0738	1.0000	
59	QUIJILLA	1.1371	1.1635	1.2501	1.0385	1.0168	1.0572	0.8120	0.8670	0.9850	0.9894	1.1196	0.8197	1.0000	
60	RUMICHACA	1.0728	0.9436	1.0297	0.8578	1.2202	1.1942	0.8757	0.8975	1.0346	1.0713	1.1703	0.9911	1.0000	
61	SAN ANTON								1.1261	1.0559	0.9635	1.0337	0.8809	1.0000	
62	SAN GABAN	1.0500	0.9816	1.0785	1.0904	1.1222	1.0984	0.9730	0.9088	0.9405	0.9236	0.9675	0.8185	1.0000	
63	SAN LORENZO	0.9766	1.0535	1.1195	1.1258	1.1044	1.0287	0.8775	0.9294	0.9572	0.9531	1.0553	0.7550	1.0000	
64	SANTA LUCIA	1.0119	0.8481	1.1341	1.1083	1.1142	1.1636	0.9390	0.7603	1.0670	1.0127	1.0654	0.8428	1.0000	
65	SAYLLA	1.0247	0.9848	1.1232	1.0935	1.0634	1.0650	0.9819	0.9125	0.9189	0.9852	0.9876	0.9300	1.0000	
66	SERPENTIN DE PASAMAYO	1.0952	1.0572	1.0806	1.0634	1.0649	1.0634	0.9685	0.8150	1.0387	1.0592	1.0482	0.9383	1.0000	
67	SICUYANI	1.0307	0.8251	1.0268	1.0855	1.1303	1.1529	0.9101	0.7631	1.0878	1.0585	1.1855	1.0308	1.0000	
68	SOCOS	1.2201	0.9974	0.9997	0.8936	1.0904	1.0721	0.9417	0.9564	1.0115	1.0043	1.0295	0.9394	1.0000	
69	TAMBOGRANDE	0.9319	0.9595	1.0447	1.1058	1.0969	1.0611	1.0462	1.0492	1.0252	0.8999	0.9612	0.8933	1.0000	
70	TOMASIRI	0.9857	0.9170	1.0642	1.0853	1.1028	1.0928	1.0370	0.9984	0.9003	1.0377	1.0434	0.7758	1.0000	
71	TUNAN	1.0782	1.0585	1.1034	1.1013	1.0405	1.0399	0.8655	0.8521	0.9794	0.9803	1.1159	0.9908	1.0000	
72	UNION PROGRESO	1.0447	1.0363	1.0948	1.0397	1.0254	1.0172	0.9599	0.9337	0.9674	1.0156	1.0481	0.7614	1.0000	
73	UTCUBAMBA	1.2615	1.0304	1.0861	1.0957	1.0591	1.0235	0.9403	0.8986	0.9387	0.9666	0.9829	0.7404	1.000	

Factores de corrección de vehículos pesados por unidad de peaje - Promedio (2010-2016)

FORMATO Nº 1.1 B

Código	Peaje	Enero	Febrero	Marzo	Abril	Mayo	Junio	Julio	Agosto	Setiembre	Octubre	Noviembre	Diciembre	Total	
		Pesados	Pesados	Pesados	Pesados	Pesados	Pesados	Pesados	Pesados	Pesados	Pesados	Pesados	Pesados	Pesados	Pesados
		FC	FC	FC	FC	FC	FC	FC	FC	FC	FC	FC	FC	FC	FC
1	AGUAS CALIENTES	1.0234	0.9771	1.0540	1.0631	1.0703	1.1254	0.9831	0.9574	0.9655	0.9434	0.9429	0.9922	1.0000	
2	AGUAS CLARAS	1.0497	1.0164	0.9941	1.0038	0.9878	0.9823	0.9940	0.9597	0.9819	1.0086	1.0042	0.8920	1.0000	
3	AMBO	0.7967	0.7869	0.8193	0.7762	0.7945	0.7905	0.7890	1.0495	1.0086	0.9572	0.9482	0.9447	1.0000	
4	ÁTICO	1.0402	0.9961	1.0326	1.0478	1.0392	1.0365	1.0288	0.9862	0.9828	0.9573	0.9313	0.9458	1.0000	
5	AYAVIRI	1.0377	1.0057	1.0835	1.0533	1.0511	1.0319	0.9884	0.9505	0.9335	0.9456	0.9485	0.9933	1.0000	
6	CAMANA	0.9370	0.8802	1.0410	1.0753	1.0804	1.0953	1.0782	1.0099	1.0099	0.9947	0.9786	0.8325	1.0000	
7	CANÇAS	1.0490	0.9888	1.0151	1.0452	1.0584	1.0381	1.0041	0.9824	1.0019	0.9551	0.9433	0.9563	1.0000	
8	CARACOTO	1.0489	1.0165	1.0879	1.0415	1.0743	1.0541	0.9982	0.9041	0.9575	0.9453	0.9765	0.8133	1.0000	
9	CASARACRA	1.1123	1.0819	1.1121	0.9769	0.9865	0.9782	0.9872	0.9697	0.9731	0.9521	1.0674	0.9416	1.0000	
10	CÁTAC	1.0538	1.0807	1.1606	1.0756	1.0119	0.9642	0.9591	0.9372	0.9719	0.9644	0.9958	0.9684	1.0000	
11	CCASACANCHA	1.0985	1.0820	1.0974	1.0774	1.0216	0.9848	0.9688	0.9568	0.9552	0.9509	0.9198	0.7875	1.0000	
12	CHACAPAMPA	1.1253	0.9872	0.9856	1.0061	1.0477	1.0441	1.0496	0.9939	0.9340	0.9529	0.9523	1.0257	1.0000	
13	CHALHUAPUQUIO	1.0741	1.0868	1.0814	1.0640	1.0533	0.9822	0.9411	0.9321	0.9569	0.9455	0.9498	0.9948	1.0000	
14	CHICAMA	0.9742	0.9585	1.0327	1.0799	1.0586	1.0428	1.0427	0.9889	0.9895	0.9814	0.9459	0.7964	1.0000	
15	CHILCA	0.9471	0.9731	1.0202	1.0429	1.0652	1.0551	1.0341	0.9979	0.9991	0.9830	0.9674	0.8073	1.0000	
16	CHULLQUI	0.9571	0.9658	1.0534	1.0776	1.0809	1.0402	1.0171	0.9865	0.9731	0.9169	1.2400	0.9257	1.0000	
17	CHULUCANAS	1.0042	0.9705	1.1344	1.1580	1.0939	1.0464	1.0225	0.9536	0.9890	0.9195	0.8980	0.7996	1.0000	
18	CIUDAD DE DIOS	0.9412	0.9568	1.1245	1.0109	0.9763	1.0522	1.0638	1.0509	1.0687	0.8375	0.8101	0.6639	1.0000	
19	CORCONA	1.1221	1.0894	1.1031	0.9536	0.9648	0.9756	0.9759	0.9653	0.9769	0.9739	1.0904	0.9561	1.0000	
20	CRUCE BAYOVAR	0.9925	0.9617	1.0163	1.0654	1.0473	1.0635	1.0368	0.9979	1.0155	0.9779	0.9314	0.7892	1.0000	
21	CUCULI	0.9544	1.0489	1.1882	1.1610	1.0781	0.9789	0.9835	0.9222	0.9034	0.9413	0.9400	1.0895	1.0000	
22	DESIVIO OLMOS	1.0670	1.0554	1.0607	1.0567	1.0520	1.0192	0.9857	0.9187	0.9394	0.9510	0.8440	0.8400	1.0000	
23	DESIVIO TALARA	1.0234	0.9763	1.0148	1.0405	1.0343	1.0196	1.0096	0.9862	1.0060	0.9840	0.9643	0.9566	1.0000	
24	EL FISCAL	0.9793	0.9154	1.0173	1.0391	1.0246	1.1024	1.0633	1.0320	1.0256	0.9910	0.9728	0.8304	1.0000	
25	EL PARAISO	1.0139	0.9909	1.0354	1.0501	1.0370	1.0203	1.0117	0.9785	0.9568	0.9754	0.9592	0.8049	1.0000	
26	FORTALEZA	1.0095	0.9646	1.0035	1.0378	1.0432	1.0527	1.0371	0.9852	0.9989	0.9807	0.9610	0.7830	1.0000	
27	HUACRAPUQUIO	0.8680	0.9011	0.8423	0.7848	1.1603	1.0254	0.9226	1.1194	0.9218	1.1194	0.9334	0.9334	1.0000	
28	HUARMEY	1.0626	1.0429	1.1171	1.1586	1.1478	1.0300	0.9937	0.9497	0.9638	0.9479	0.9288	0.7750	1.0000	
29	ICA	0.9862	0.9844	1.0316	1.0471	1.0536	1.0587	1.0384	0.9804	0.9489	0.9352	1.0246	0.8853	1.0000	
30	ILAVE	1.0287	0.9435	0.9580	1.0108	1.0332	1.0505	1.0763	0.8865	1.0774	1.0866	1.1077	1.0765	1.0000	
31	ILO	1.0669	1.0457	1.0755	0.9887	1.0028	1.0483	1.0198	1.0030	0.9598	0.9650	0.9476	0.8449	1.0000	
32	JAHUAY - CHINCHA	1.0249	0.9973	1.0339	1.0479	1.0542	1.0382	1.0310	0.9626	0.9677	0.9390	0.9390	0.4681	1.0000	
33	LOMA LARGA BAJA	0.9984	1.0881	1.2082	1.2064	1.1264	1.0819	0.9625	0.9904	0.9475	0.9315	0.9058	0.7844	1.0000	
34	LUNAHUANA	1.1157	1.0802	1.0493	1.0496	0.9891	1.0416	0.9823	0.9305	0.9768	0.9344	0.9505	1.0360	1.0000	
35	MACUSANI	1.0472	1.0557	1.0808	1.0272	1.1020	1.0260	1.2521	0.9430	0.9199	0.9216	0.9320	0.8424	1.0000	
36	MARCONA	1.0211	0.9817	0.9389	1.0037	1.1061	1.0323	1.0444	1.0595	1.0602	0.9693	0.9652	0.8165	1.0000	
37	MATARANI	0.9769	0.8851	1.0520	1.0660	1.0756	1.0200	1.0076	1.0345	0.9879	0.9887	0.9761	0.8394	1.0000	
38	MENOCUCHO	1.0902	1.0710	1.1233	1.0356	0.9978	0.9628	0.9467	0.9518	1.0001	0.9216	0.7510	0.6242	1.0000	
39	MOCCE	0.9589	0.9880	1.0560	1.1377	1.0767	0.9655	1.0381	0.9850	0.9950	0.9641	0.9495	0.6739	1.0000	
40	MONTALVO	0.9749	0.9489	1.0168	1.0360	1.0138	1.0964	1.0793	1.0412	1.0186	0.9900	0.9696	0.8286	1.0000	
41	MORROPE	0.9853	0.9582	1.0108	1.0690	1.0412	1.0481	1.0383	1.0113	1.0140	0.9789	0.9444	0.7873	1.0000	
42	MOYOBAMBA	1.0394	1.0126	1.0017	1.0501	1.0243	0.9980	0.9971	0.9593	0.9650	0.9824	0.9764	0.8706	1.0000	
43	NAZCA	1.0512	1.0102	1.0291	1.0329	1.0337	1.0279	0.9978	0.9575	0.9266	0.9676	0.9266	1.0810	1.0000	
44	PACANGUILLA	0.9774	0.9487	1.0090	1.0641	1.0495	1.0596	1.0523	0.9901	0.9939	0.9811	0.9523	0.8040	1.0000	
45	PACRA	1.0868	1.0277	1.0319	1.0367	1.0279	0.9996	0.9696	0.9510	0.9694	0.9504	0.9933	1.0005	1.0000	
46	PAITA	1.0781	1.0144	1.0791	1.1787	1.1043	1.0823	1.1406	1.0573	0.9480	0.9039	0.8388	0.7955	1.0000	
47	PAMPA CUELLAR	1.1278	1.1060	1.0743	1.0196	1.1381	1.0914	0.9853	0.9499	0.9494	0.8790	0.8946	0.8184	1.0000	
48	PAMPA GALERA	1.0903	1.0946	1.0837	1.0554	1.0345	1.0078	0.9802	0.9354	0.9377	0.9102	0.9377	0.8104	1.0000	
49	PAMPAMARCA	1.0692	1.0541	1.0691	1.0606	1.0664	1.0201	0.9938	0.9473	0.7723	0.7828	0.7751	0.8073	1.0000	
50	PATAHUASI	1.0842	1.0620	1.0935	1.0743	1.0716	1.0642	1.0134	0.9309	0.9448	0.9068	0.9068	0.7907	1.0000	
51	PEDRO RUIZ	1.0395	1.0270	1.0141	1.0435	1.0091	0.9897	1.0051	0.9512	0.9635	0.9802	0.9788	0.8808	1.0000	
52	PICHIRHUA	1.0749	1.0717	1.0921	1.0739	1.0482	1.0267	0.9978	0.9372	0.9326	0.9460	0.9215	0.7813	1.0000	
53	PIURA SULLANA	1.0777	1.0635	1.1221	1.0607	1.0386	1.0120	1.0199	0.9693	0.9833	0.9711	0.9363	0.7840	1.0000	
54	PLANCHON	1.3438	1.2774	1.1203	1.2187	1.0792	1.0400	0.9561	0.8949	0.8533	0.8878	0.9470	0.7937	1.0000	
55	POMAHUACA	1.0921	1.0391	1.0626	1.0829	1.0577	1.0278	0.9851	0.9081	0.9596	0.9608	0.9436	0.8043	1.0000	
56	PONGO	1.1352	1.0876	1.0772	1.0246	0.9988	0.9762	0.9396	0.9093	0.9267	0.9780	0.9737	0.9432	1.0000	
57	POZO REDONDO	1.0265	0.9947	1.0212	1.0323	1.0463	1.0444	0.9966	0.9978	1.0416	1.0080	0.9479	0.8953	1.0000	
58	PUNTA PERDIDA	1.1241	1.1208	1.0721	1.0308	1.3098	1.1524	0.9881	0.9410	0.9228	0.8658	0.9105	0.9502	1.0000	
59	QUIJILLA	1.1612	1.0951	1.0804	0.9231	0.9335	0.9738	0.9523	0.9509	0.9766	0.9979	1.1258	0.9767	1.0000	
60	RUMICHACA	1.0818	1.0268	1.0299	1.0168	1.0400	0.9999	0.9851	0.9211	0.9717	0.9617	1.0142	1.0086	1.0000	
61	SAN ANTON								1.0513	1.0045	0.9507	1.0325	0.9682	1.0000	
62	SAN GABAN	1.0987	1.0538	1.1783	1.1125	1.1375	1.0887	1.2293	0.8892	0.8511	0.8426	0.9370	0.8556	1.0000	
63	SAN LORENZO	1.4046	1.3695	1.3441	1.2260	1.1596	1.0369	0.9617	0.9140	0.8716	0.8117	0.8314	0.7406	1.0000	
64	SANTA LUCIA	1.0470	1.0248	1.0863	1.0801	1.0723	1.0987	1.0265	0.9249	0.9396	0.9085	0.9206	0.7987	1.0000	
65	SAYLLA	1.0655	1.0234	1.0782	1.0621	1.0384	1.0339	0.9836	0.9496	0.9489	0.9527	0.9402	0.9677	1.0000	
66	SERPENTIN DE PASAMAYO	1.0230	1.0047	1.0391	1.0460	1.0344	1.0180	1.0079	0.9814	0.9903	0.9671	0.9547	0.8073	1.0000	
67	SICUYANI	1.1224	1.0194	1.0416	1.0932	1.1379	1.1370	1.0892	1.0167	1.0202	0.9074	0.9111	0.9537	1.0000	
68	SOCOS	1.0895	1.0107	1.0057	1.0133	1.0501	0.9948	0.9791	0.9561	0.9911	0.9711	1.0909	0.9775	1.0000	
69	TAMBOGRANDE	0.5981	0.7330	1.1320	1.4600	1.4249	1.2633	1.3179	1.3397	1.1955	1.0221	0.9193	0.7364	1.0000	
70	TOMASIRI	0.9707	0.9200	1.0234	1.0693	1.0587	1.0722	1.0633	1.0043	0.9636	0.9993	0.9996	0.8396	1.0000	
71	TUNAN	1.0667	1.0665	1.0946	1.0642	0.9824	0.9383	0.9359	0.9286	0.9760	0.9695	1.0221	1.0081	1.0000	
72	UNION PROGRESO	1.1490	1.1263	1.0698	1.0555	1.0314	1.0245	0.9767	0.9104	0.9079	0.9712	0.9732	0.7871	1.0000	
73	UTCUBAMBA	1.1972	1.0395	1.0281	1.0362	1.0103	0.9780	0.9674	0.9217	0.9488	0.9731	0.9745	0.		

Tasa de Crecimiento de Vehículos Ligeros	
	TC
Amazonas	0.62%
Ancash	0.59%
Apurímac	0.59%
Arequipa.	1.07%
Ayacucho	1.18%
Cajamarca.	1.57%
Callao	1.56%
Cusco.	0.75%
Huancavelica.	0.83%
Huánuco.	0.91%
Ica.	1.15%
Junín.	0.77%
La Libertad	1.26%
Lambayeque.	0.97%
Lima Provincia	1.45%
Lima.	1.45%
Loreto.	1.30%
Madre de Dios	2.58%
Moquegua	1.08%
Pasco.	0.84%
Piura.	0.87%
Puno.	0.92%
San Martín.	1.49%
Tacna.	1.50%
Tumbes.	1.58%
Ucayali	1.51%

Tasa de Crecimiento de Vehículos Pesados	
	PBI
Amazonas	3.42%
Ancash	1.05%
Apurímac	6.65%
Arequipa.	3.37%
Ayacucho	3.60%
Cajamarca.	2.60%
Cusco.	4.43%
Huancavelica.	2.33%
Huánuco.	3.85%
Ica.	3.54%
Junín.	3.90%
La Libertad	2.83%
Lambayeque.	3.45%
Callao	3.41%
Lima Provincia	3.07%
Lima.	3.69%
Loreto.	1.29%
Madre de Dios	1.98%
Moquegua	0.27%
Pasco.	0.36%
Piura.	3.23%
Puno.	3.21%
San Martín.	3.84%
Tacna.	2.88%
Tumbes.	2.60%
Ucayali	2.77%

Información al 2017.

Nota: Los valores presentados, son susceptibles a ser actualizados periódicamente por la OPMI-MTC, sin incurrir en actualización de la Ficha Técnica Estándar.



RESPONSABLE: CINTHIA SOLARY NÚÑEZ GAMONAL
UBICACIÓN DE AV.: JR. EXEQUIEL MONTOYA, CHOTA, CAJAMARCA

ESTACIÓN 01: Cruce Jr. Exequiel Montoya con Jr. Cajamarca (Comandancia)
CÓDIGO DE ESTACIÓN: E01

Este: 759231.00 m E
Norte: 9274243.00 m S

1. GENERALIDADES

Departamento:	Cajamarca
Provincia:	Chota
Distrito:	Chota
Horizonte del proyecto (en años):	20 años

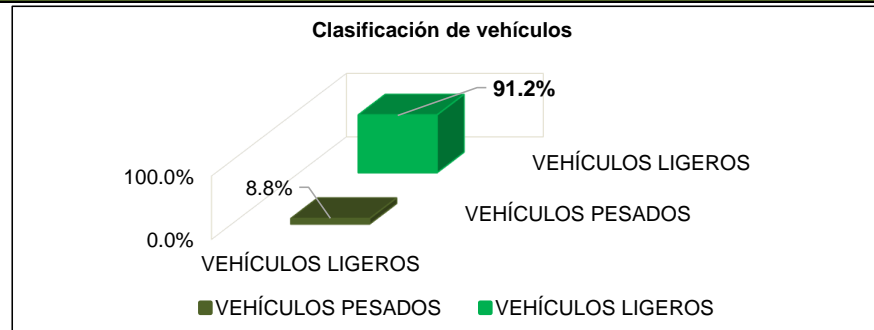
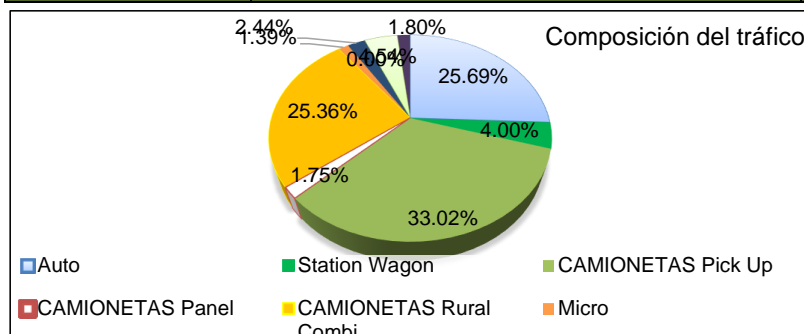
Croquis de la estación



1.1 Determinación del tráfico actual

i) Resumir los conteos de tránsito a nivel del día y tipo de vehículo

RESUMEN DE CONTEO VEHICULAR																					
Dia	Fecha	VEHÍCULOS LIGEROS						VEHÍCULOS PESADOS													TOTAL
		Auto	Station Wagon	CAMIONETAS			Micro	BUS		CAMIÓN			SEMI TRAYLER				TRAYLER				
				Pick Up	Panel	Rural Combi		2 E	>=3 E	2 E	3 E	4 E	2S1/2S2	2S3	3S1/3S2	>= 3S3	2T2	2T3	3T2	>=3T3	
D1	06/05/2024	234	42	289	18	214	15	28	-	47	14	-	-	-	-	-	-	-	-	-	901
D2	07/05/2024	226	41	319	21	223	16	23	-	40	12	-	-	-	-	-	-	-	-	-	921
D3	08/05/2024	238	43	309	18	268	13	28	-	42	24	-	-	-	-	-	-	-	-	-	983
D4	09/05/2024	290	47	342	22	271	17	32	-	43	20	-	-	-	-	-	-	-	-	-	1,084
D5	10/05/2024	277	29	325	17	250	9	5	-	38	28	-	-	-	-	-	-	-	-	-	978
D6	11/05/2024	251	27	319	16	328	17	29	-	54	14	-	-	-	-	-	-	-	-	-	1,055
D7	12/05/2024	344	61	488	15	282	14	32	-	65	18	-	-	-	-	-	-	-	-	-	1,319
TOTAL		1,860	290	2,391	127	1,836	101	177	-	329	130	-	-	-	-	-	-	-	-	-	7,241
PORCENTAJE		91.2%						8.8%													





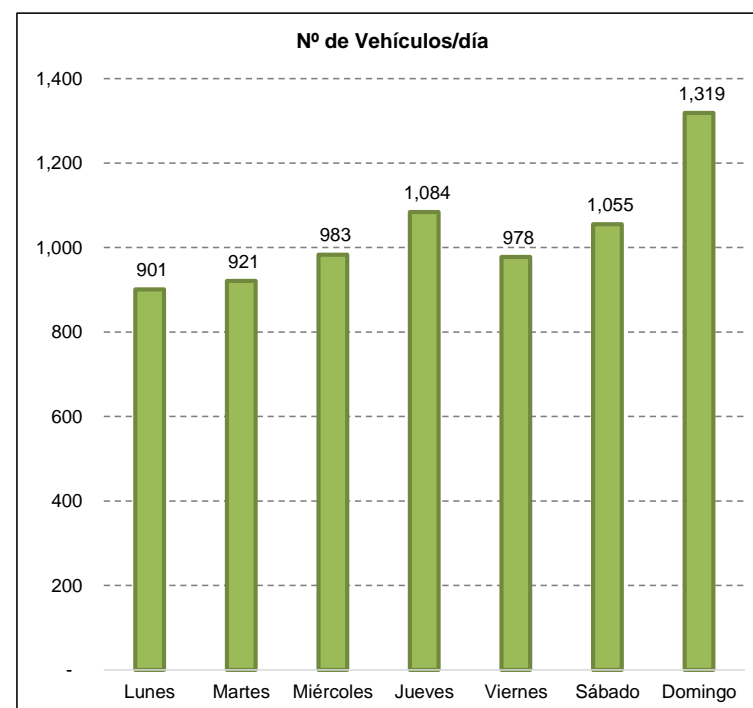
RESPONSABLE: CINTHIA SOLARY NÚÑEZ GAMONAL
UBICACIÓN DE AV.: JR. EXEQUIEL MONTOYA, CHOTA, CAJAMARCA

ESTACIÓN 01: Cruce Jr. Exequiel Montoya con Jr. Cajamarca (Comandancia)
CÓDIGO DE ESTACIÓN: E01

Este: 759231.00 m E
Norte: 9274243.00 m S

Tipo de vehículos		Lunes	Martes	Miércoles	Jueves	Viernes	Sábado	Domingo	TOTAL	
VEHÍCULOS LIGEROS	Auto	234	226	238	290	277	251	344	234	
	Station Wagon	42	41	43	47	29	27	61	290	
	CAMONETAS	Pick Up	289	319	309	342	325	319	488	2,391
		Panel	18	21	18	22	17	16	15	127
		Rural Combi	214	223	268	271	250	328	282	1,836
	Micro	15	16	13	17	9	17	14	101	
VEHÍCULOS PESADOS	BUS	2 E	28	23	28	32	5	29	32	177
		>=3 E	-	-	-	-	-	-	-	-
	CAMIÓN	2 E	47	40	42	43	38	54	65	329
		3 E	14	12	24	20	28	14	18	130
		4 E	-	-	-	-	-	-	-	-
	SEMI TRAYLER	2S1/2S2	-	-	-	-	-	-	-	-
		2S3	-	-	-	-	-	-	-	-
		3S1/3S2	-	-	-	-	-	-	-	-
		>= 3S3	-	-	-	-	-	-	-	-
	TRAYLER	2T2	-	-	-	-	-	-	-	-
		2T3	-	-	-	-	-	-	-	-
		3T2	-	-	-	-	-	-	-	-
>=3T3		-	-	-	-	-	-	-	-	
TOTAL		901	921	983	1,084	978	1,055	1,319	5,615	

Variación diaria del tráfico vehicular actual
(Agosto 2020)



ii) Determinar los factores de corrección estacional de una estación de peaje cercano al camino

F.C.E. Vehículos ligeros: 1.107 Ver 1.1 FC
F.C.E. Vehículos pesados: 1.078 Ver 1.1 FC



RESPONSABLE: CINTHIA SOLARY NÚÑEZ GAMONAL
UBICACIÓN DE AV.: JR. EXEQUIEL MONTOYA, CHOTA, CAJAMARCA

ESTACIÓN 01: Cruce Jr. Exequiel Montoya con Jr. Cajamarca (Comandancia)
CÓDIGO DE ESTACIÓN: E01

Este: 759231.00 m E
Norte: 9274243.00 m S

IMDA

iii) Aplicar la siguiente fórmula, para un conteo de 7 días

Donde: IMD_S = Índice Medio Diario Semanal de la Muestra Vehicular Tomada
IMDA = Índice Medio Anual
Vi = Volumen Vehicular diario de cada uno de los días de conteo
FC = Factores de Corrección Estacional

$$IMD_S = \frac{\sum Vi}{7}$$

$$IMDA = IMD_S * FC$$

Tipo de vehículos		Tráfico Vehicular en dos Sentidos por Día							TOTAL SEMANA	IMD _S	FC	IMD _a	Distribución (%)	
		Domingo	Lunes	Martes	Miércoles	Jueves	Viernes	Sábado						
VEHÍCULOS LIGEROS	Auto	234	226	238	290	277	251	344	1,860	266	1.107	295	25.7	
	Station Wagon	42	41	43	47	29	27	61	290	41	1.107	46	4.0	
	CAMIONETAS	Pick Up	289	319	309	342	325	319	488	2,391	342	1.107	379	33.0
		Panel	18	21	18	22	17	16	15	127	18	1.107	21	1.8
		Rural Combi	214	223	268	271	250	328	282	1,836	262	1.107	291	25.3
	Micro	15	16	13	17	9	17	14	101	14	1.107	16	1.4	
VEHÍCULOS PESADOS	BUS	2 E	28	23	28	32	5	29	32	177	25	1.078	28	2.4
		>=3 E	-	-	-	-	-	-	-	-	0	1.078	0	0.0
	CAMIÓN	2 E	47	40	42	43	38	54	65	329	47	1.078	51	4.4
		3 E	14	12	24	20	28	14	18	130	19	1.078	21	1.8
		4 E	-	-	-	-	-	-	-	-	0	1.078	0	0.0
	SEMI TRAYLER	2S1/2S2	-	-	-	-	-	-	-	-	0	1.078	0	0.0
		2S3	-	-	-	-	-	-	-	-	0	1.078	0	0.0
		3S1/3S2	-	-	-	-	-	-	-	-	0	1.078	0	0.0
		>= 3S3	-	-	-	-	-	-	-	-	0	1.078	0	0.0
	TRAYLER	2T2	-	-	-	-	-	-	-	-	0	1.078	0	0.0
		2T3	-	-	-	-	-	-	-	-	0	1.078	0	0.0
		3T2	-	-	-	-	-	-	-	-	0	1.078	0	0.0
		>=3T3	-	-	-	-	-	-	-	-	0	1.078	0	0.0
TOTAL		901	921	983	1,084	978	1,055	1,319	7,241	1034		1148	100.0	



RESPONSABLE: CINTHIA SOLARY NÚÑEZ GAMONAL
UBICACIÓN DE AV.: JR. EXEQUIEL MONTOYA, CHOTA, CAJAMARCA

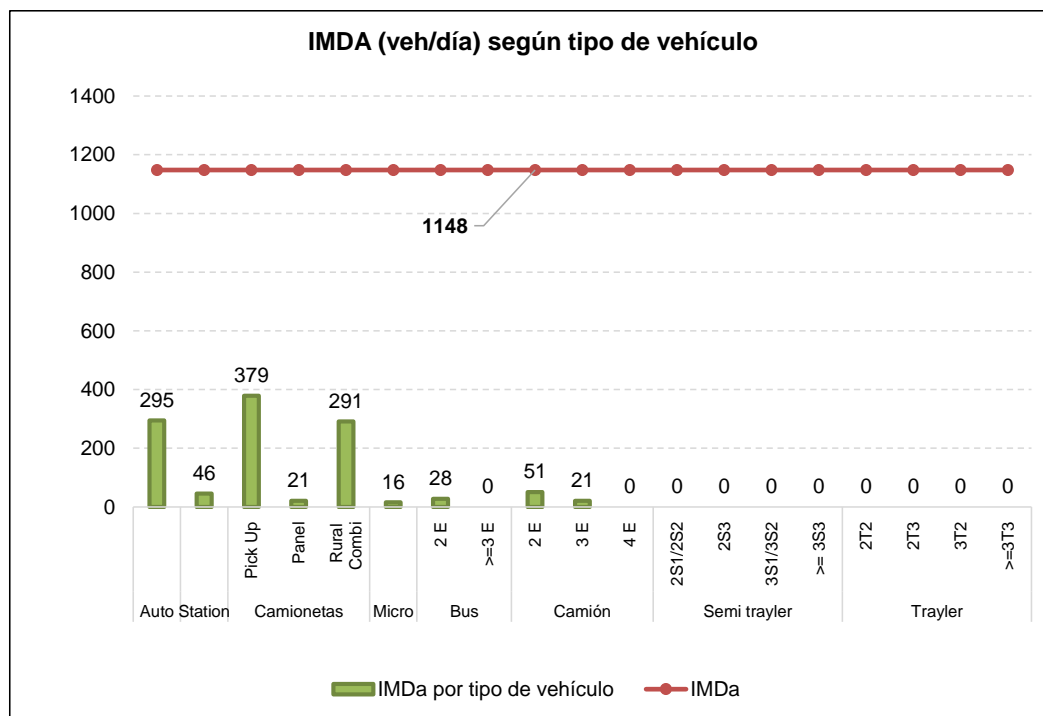
ESTACIÓN 01: Cruce Jr. Exequiel Montoya con Jr. Cajamarca (Comandancia)
CÓDIGO DE ESTACIÓN: E01

Este: 759231.00 m E
Norte: 9274243.00 m S

2. ANALISIS DE LA DEMANDA

2.1 Demanda Actual

Tráfico Actual por Tipo de Vehículo				
Tipo de vehículos		IMD	Distribución (%)	
VEHÍCULOS LIGEROS	Auto	295	25.7	
	Station	46	4.0	
	Camionetas	Pick Up	379	33.0
		Panel	21	1.8
		Rural Combi	291	25.3
	Micro	16	1.4	
VEHÍCULOS PESADOS	Bus	2 E	28	2.4
		>=3 E	0	0.0
	Camión	2 E	51	4.4
		3 E	21	1.8
		4 E	0	0.0
	Semi trayler	2S1/2S2	0	0.0
		2S3	0	0.0
		3S1/3S2	0	0.0
		>= 3S3	0	0.0
	Trayler	2T2	0	0.0
		2T3	0	0.0
		3T2	0	0.0
		>=3T3	0	0.0
	TOTAL		1148	100.0



Del Cuadro anterior obtenemos que el IMDa total actual es de :
1148 veh/día



RESPONSABLE: CINTHIA SOLARY NÚÑEZ GAMONAL

AVENIDA: JR. EXEQUIEL MONTROYA, CHOTA, CAJAMARCA

DATOS PARA EL CÁLCULO ESAL'S

1. Factores de distribución direccional y de carril para determinar el tránsito en el carril de diseño:

Cuadro 6.1
Factores de Distribución Direccional y de Carril para determinar el Tránsito en el Carril de Diseño

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

Fuente: Elaboración Propia, en base a datos de la Guía ASSHTO 93

Número de calzadas: 1.00

Número de sentidos: 2.00

Número de carriles por sentido: 1.00

Factor direccional (Fd) 0.50

Factor carril (Fc) 1.00

2. Tasas de crecimiento y proyección

PERIODO DE DISEÑO

n= 20 años

TIPO DE CARRETERA	PERIODO DE DISEÑO
Urbana con altos volúmenes de tránsito	30 - 50 años
Interurbana con altos volúmenes de tránsito	20 - 50 años
Pavimentada con bajos volúmenes de tránsito	15 - 25 años
Revestidas con bajos volúmenes de tránsito	10 - 20 años

$$T_n = T_0 * (1 + r)^n$$

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

Donde:

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

T_0 = Tránsito actual (año base) en veh/día

n = Periodo de diseño

r = tasa anual de crecimiento de tránsito

Tasa de Crecimiento por región en %

$r_{vp} = 1.57\%$ (Ver 1.2 TC - Tasa de Crecimiento Anual de la Población)

$r_{vc} = 2.60\%$ (Ver 1.2 TC - Tasa de Crecimiento Anual del PBI Regional)

3.00%

Fca= 23.29 (para vehículos de pasajeros)

Fca= 25.80 (para vehículos de carga)



RESPONSABLE: CINTHIA SOLARY NÚÑEZ GAMONAL

AVENIDA: JR. EXEQUIEL MONTOYA, CHOTA, CAJAMARCA

DATOS PARA EL CÁLCULO ESAL'S

3. Número de repeticiones de ejes equivalentes

Cuadro 6.3
Relación de Cargas por Eje para determinar Ejes Equivalentes (EE) Para Afirmados, Pavimentos Flexibles y Semirígidos

Tipo de Eje	Eje Equivalente (EE _{E,2.10})
Eje Simple de ruedas simples (EE _{S1})	EE _{S1} = [P / 6.6] ^{0.9}
Eje Simple de ruedas dobles (EE _{S2})	EE _{S2} = [P / 8.2] ^{0.9}
Eje Tandem (1 eje ruedas dobles + 1 eje rueda simple) (EE _{TA1})	EE _{TA1} = [P / 14.8] ^{0.9}
Eje Tandem (2 ejes de ruedas dobles) (EE _{TA2})	EE _{TA2} = [P / 15.1] ^{0.9}
Ejes Tridem (2 ejes ruedas dobles + 1 eje rueda simple) (EE _{TR1})	EE _{TR1} = [P / 20.7] ^{0.9}
Ejes Tridem (3 ejes de ruedas dobles) (EE _{TR2})	EE _{TR2} = [P / 21.8] ^{0.9}

P = peso real por eje en toneladas
Fuente: Elaboración Propia, en base a correlaciones con los valores de las Tablas del apéndice D de la Guía AASHTO'93

Cuadro 6.4
Relación de Cargas por Eje para determinar Ejes Equivalentes (EE) Para Pavimentos Rígidos

Tipo de Eje	Eje Equivalente (EE _{E,2.10})
Eje Simple de ruedas simples (EE _{S1})	EE _{S1} = [P / 6.6] ^{1.1}
Eje Simple de ruedas dobles (EE _{S2})	EE _{S2} = [P / 8.2] ^{1.1}
Eje Tandem (1 eje ruedas dobles + 1 eje rueda simple) (EE _{TA1})	EE _{TA1} = [P / 13.0] ^{1.1}
Eje Tandem (2 ejes de ruedas dobles) (EE _{TA2})	EE _{TA2} = [P / 13.3] ^{1.1}
Ejes Tridem (2 ejes ruedas dobles + 1 eje rueda simple) (EE _{TR1})	EE _{TR1} = [P / 16.6] ^{1.0}
Ejes Tridem (3 ejes de ruedas dobles) (EE _{TR2})	EE _{TR2} = [P / 17.5] ^{1.0}

P = peso real por eje en toneladas
Fuente: Elaboración Propia, en base a correlaciones con los valores de las Tablas del apéndice D de la Guía AASHTO'93

Cálculo de número de repeticiones de ejes equivalentes

Tipo de vehículo		Tipo	Número	Carga	f	f	
		Eje	Llantas	Eje Tn			
Vehículos ligeros	Autos	Simple	2	1	0.0004364	0.001	
		Simple	2	1	0.0004364		
	Station	Simple	2	1	0.0004364	0.001	
		Simple	2	1	0.0004364		
	Pick Up	Simple	2	1	0.0004364	0.001	
		Simple	2	1	0.0004364		
	Panel	Simple	2	1	0.0004364	0.001	
		Simple	2	1	0.0004364		
	Combi	Simple	2	1	0.0004364	0.001	
		Simple	2	1	0.0004364		
Micro	Simple	2	1	0.0004364	0.001		
	Simple	2	1	0.0004364			
Buses	B2	Simple	2	7	1.2728342	3.529	
		Simple	4	10	2.2561252		
	B3	Simple	2	7	1.2728342	3.616	
		TANDEM	6	16	2.3427405		
Camiones	C2	Simple	2	7	1.2728342	3.529	
		Simple	4	10	2.2561252		
	C3	Simple	2	7	1.2728342	4.731	
		TANDEM	8	18	3.4580044		
	C4	Simple	2	7	1.2728342	4.958	
		TRIDEM	10	23	3.6853521		
Semi Traylor	2S1	Simple	2	7	1.2728342	5.785	
		Simple	4	10	2.2561252		
		Simple	4	10	2.2561252		
	2S2	Simple	2	7	1.2728342	5.662	
		Simple	4	10	2.2561252		
		TANDEM	8	16	2.1335371		
	2S3	Simple	2	7	1.2728342	6.513	
		Simple	4	10	2.2561252		
		TRIDEM	12	23	2.9837274		
	3S1	Simple	2	7	1.2728342	5.662	
		TANDEM	8	16	2.1335371		
		Simple	4	10	2.2561252		
		3S2	Simple	2	7	1.2728342	5.662
			TANDEM	8	16	2.1335371	
			TANDEM	8	10	2.2561252	
	>=3S3	Simple	2	7	1.2728342	6.390	
		TANDEM	8	16	2.1335371		



RESPONSABLE: CINTHIA SOLARY NÚÑEZ GAMONAL

AVENIDA: JR. EXEQUIEL MONTOYA, CHOTA, CAJAMARCA

DATOS PARA EL CÁLCULO ESAL'S

		TRIDEM	12	23	2.9837274	
Trayler	2T2	Simple	2	7	1.2728342	8.041
		Simple	4	10	2.2561252	
		Simple	4	10	2.2561252	
		Simple	4	10	2.2561252	
	2T3	Simple	2	7	1.2728342	7.919
		Simple	4	10	2.2561252	
		Simple	4	10	2.2561252	
		TANDEM	8	16	2.1335371	
	3T2	Simple	2	7	1.2728342	7.919
		TANDEM	8	16	2.1335371	
		Simple	4	10	2.2561252	
		Simple	4	10	2.2561252	
	>=3T3	Simple	2	7	1.2728342	7.796
		TANDEM	8	16	2.1335371	
		Simple	4	10	2.2561252	
	TRIDEM	8	16	2.1335371		

**Número de repeticiones de ejes
equivalentes**

Tipo de vehículo		f
Vehículos ligeros	Autos	0.001
	Station	0.001
	Pick Up	0.001
	Panel	0.001
	Combi	0.001
	Micro	0.001
Buses	B2	3.529
	B3	3.616
Camiones	C2	3.529
	C3	4.731
	C4	4.958
Semi Trayler	2S1	5.785
	2S2	5.662
	2S3	6.513
	3S1	5.662
	3S2	5.662
	>=3S3	6.390
Trayler	2T2	8.041
	2T3	7.919
	3T2	7.919
	>=3T3	7.796

6) CODIGO DE EJE CARGADO

L2 = tipo de eje en contacto con el pavimento

L2 = 1	eje simple
L2 = 2	eje tandem
L2 = 3	eje tridem



ESTUDIO DE TRÁFICO

RESPONSABLE: CINTHIA SOLARY NÚÑEZ GAMONAL
UBICACIÓN DE AV.: JR. EXEQUIEL MONTOYA, CHOTA, CAJAMARCA

COORDENADAS UTM ESTACIÓN 01:
Este: 759231.00 m E
Norte: 9274243.00 m S

CALCULO DE ESAL

Periodo de diseño= n 20 años

CÁLCULO DE ESAL'S O rep EE8.2Tn.

$$EE = N^{\circ} \text{ Vehículos según tipo} \times \text{Factor de presión de llantas}$$

Tipo de vehículos		IMDa	Fc	Factor de presión de llantas	EE	Factor direccional	Factor carril	EE día carril	Fact. Crecimiento	N° rep. EE	
VEHÍCULOS LIGEROS	Auto	295	0.001	1.00	0.26	0.50	1.00	0.13	23.29	1105.00	
	Station	46	0.001	1.00	0.04	0.50	1.00	0.02	23.29	170.00	
	Camionetas	Pick Up	379	0.001	1.00	0.33	0.50	1.00	0.17	23.29	1402.00
		Panel	21	0.001	1.00	0.02	0.50	1.00	0.01	23.29	85.00
		Rural Combi	291	0.001	1.00	0.25	0.50	1.00	0.13	23.29	1062.00
	Micro	16	0.001	1.00	0.01	0.50	1.00	0.01	23.29	42.00	
VEHÍCULOS PESADOS	Bus	2 E	28	3.5290	1.00	98.81	0.50	1.00	49.41	23.29	420064.00
		>=3 E	0	3.6156	1.00	0.00	0.50	1.00	0.00	23.29	0.00
	Camión	2 E	51	3.5290	1.00	179.98	0.50	1.00	89.99	25.80	847546.00
		3 E	21	4.7308	1.00	99.35	0.50	1.00	49.68	25.80	467850.00
		4 E	0	4.9582	1.00	0.00	0.50	1.00	0.00	25.80	0.00
	Semi trayler	2S1/2S2	0	5.7851	1.00	0.00	0.50	1.00	0.00	25.80	0.00
		2S3	0	5.6625	1.00	0.00	0.50	1.00	0.00	25.80	0.00
		3S1/3S2	0	6.5127	1.00	0.00	0.50	1.00	0.00	25.80	0.00
		>= 3S3	0	5.6625	1.00	0.00	0.50	1.00	0.00	25.80	0.00
	Trayler	2T2	0	5.6625	1.00	0.00	0.50	1.00	0.00	25.80	0.00
		2T3	0	6.3901	1.00	0.00	0.50	1.00	0.00	25.80	0.00
		3T2	0	8.0412	1.00	0.00	0.50	1.00	0.00	25.80	0.00
		>=3T3	0	7.9186	1.00	0.00	0.50	1.00	0.00	25.80	0.00
IMDA		1148			TOTAL				TP6	1,739,210.00	

Anexo 4. Estudio hidrológico

 <p>UNIVERSIDAD NACIONAL AUTÓNOMA DE CHOTA ¡ UN SUEÑO HECHO REALIDAD !</p>	ESTUDIO DE HIDROLOGÍA Y DRENAJE
--	--

1. GENERALIDADES

El propósito del estudio es elaborar el estudio hidrológico para evaluar el comportamiento del flujo de agua de lluvia en las obras de drenaje (Cuneta, Alcantarillas), con el propósito de conocer los requerimientos de dimensión.

Los alcances del presente informe preliminar comprenden el reconocimiento de campo y la metodología para el desarrollo del estudio.

Con el fin de reunir los criterios adecuados para conocer las características hidrológicas de las áreas de aporte consideradas, se realizó el estudio en las siguientes etapas:

- Recopilación de información. - Comprendió la recolección, evaluación y análisis de la documentación existente como cartografía y pluviometría en el área de estudio.
- Trabajos de campo. - Consistió en un recorrido del camino para su evaluación y observación de las características, relieve y aspectos hidrológicos de las calles, así como la ubicación de cunetas y alcantarillas necesarios para el drenaje de las calles.
- Fase de gabinete. - Consistió en el procesamiento, análisis, determinación de los parámetros de diseño para el dimensionamiento de las obras de arte (Cuneta, Alcantarillas).

1.1. Recopilación de información

La información utilizada se refiere a los siguientes aspectos:

a) Pluviometría

La escorrentía existente y producida en el área de estudio, proviene exclusivamente de las precipitaciones pluviales caídas en la zona.

b) Cartografía

La longitud del tramo de la carretera se ubica íntegramente en los siguientes mapas del Instituto Geográfico Nacional (IGN), cartas nacionales a escala 1:100,000 siguientes:

Chota Hoja 14-f

1.2.Reconocimiento de campo

El reconocimiento de campo ha permitido tener una apreciación de la situación actual de las características hidrológicas y de drenaje de las calles. Como resultado del trabajo de campo, se contó con información hidrológica de campo de las calles, así como el inventario de las estructuras de drenaje.

1.3.Fase de gabinete

Consistió en el procesamiento, análisis, determinación de los parámetros hidrológicos para el diseño y dimensionamiento de las obras de arte (Cuneta, Alcantarillas).

1.4.Descargas máximas

1.4.1. Precipitación máxima en 24 horas

Se cuenta con valores de precipitación máxima en 24 horas registradas en la estación Chota, para un período de registro de 50 años.

Figura 68

Localización: Estación Chota



Nota: (Google earth, 2024).

Tabla 54*Ubicación Geográfica Estación Chota*

Departamento	Provincia	Distrito	Coord. Geográficas		Altitud (msnm)
			Latitud	Longitud	
Cajamarca	Cajamarca	Chota	6°32'49.6"	78°38'55.06"	2442

Los registros de la Precipitación Máxima en 24 horas se muestran en el cuadro a continuación:

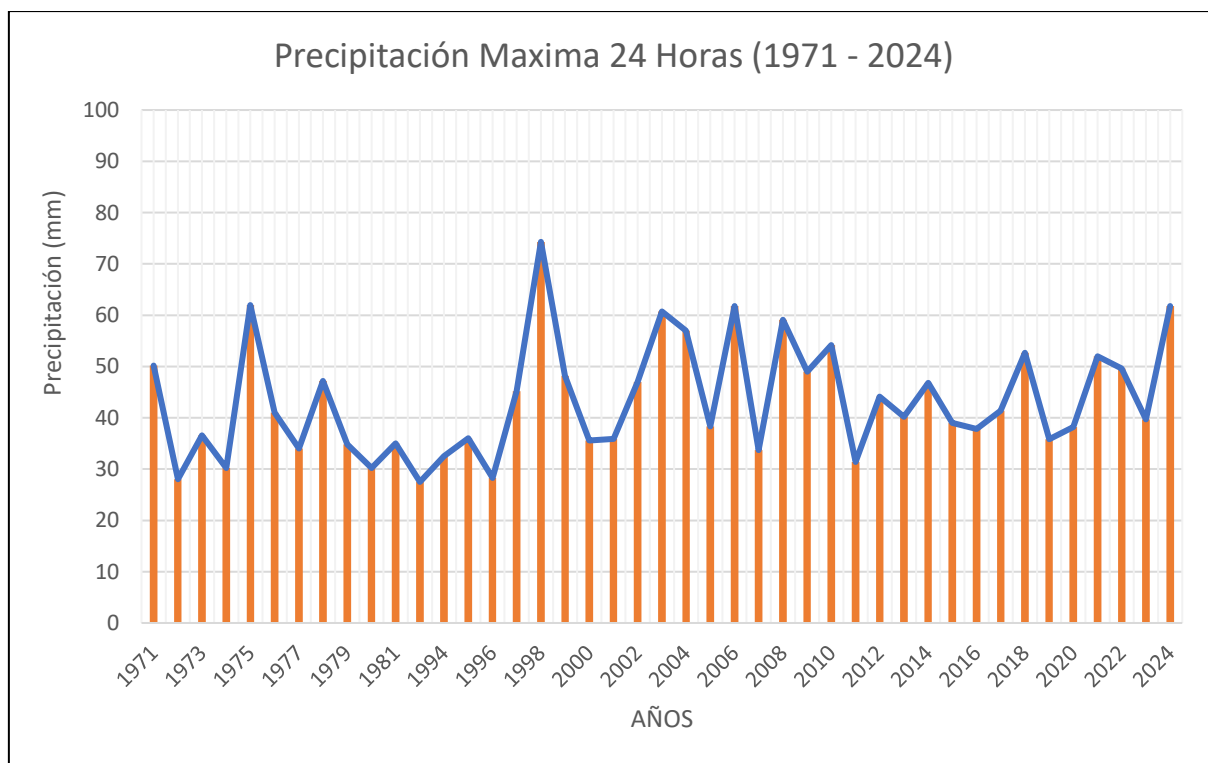
Tabla 55*Precipitación Máxima en 24 horas*

N° REG	AÑO	ENE	FEB	MAR	ABR	MAY	JUN	JUL	AGO	SET	OCT	NOV	DIC	MAX
1	1971	50.2	29.4	25.9	12.9	21.6	12	15.6	7.5	10.6	35.6	25.4	20.2	50.2
2	1972	16.6	17.9	21.8	28	19.3	10.5	4	5	25.5	10.6	25	8.6	28
3	1973	16	17.2	11.7	24.6	30.3	15.7	36	23.3	36.6	24.2	19.4	24.7	36.6
4	1974	15.6	30.2	19.8	15	10	16.7	3.2	15.2	14.6	13.6	16.8	16.9	30.2
5	1975	18.7	9.5	19.1	21	15.5	13.2	7.4	7	62	16	44.4	6.7	62
6	1976	36.5	27	41	14	9.8	34.5	3	6	2.5	28	21	22.5	41
7	1977	S/D	S/D	S/D	S/D	S/D	8.6	3.4	6.8	3.3	34	27.7	23	34
8	1978	19.1	11.3	8.1	22.7	11.7	0.4	6.7	3.3	31.3	23.3	47.2	21	47.2
9	1979	16.4	13.3	34.8	25.5	32.5	2.6	14.2	20.3	32.7	23.3	26.5	11.3	34.8
10	1980	14.8	11.6	14.9	12	12.2	6	S/D	S/D	30.2	S/D	17.2	24	30.2
11	1981	16	34.2	35	24	17.3	19.9	9.2	11	0.4	22	23	22.4	35
12	1982	10	19.5	27.5	16.5	21.3	6.6	S/D	S/D	18.5	11.1	11.6	17.8	27.5
13	1994	S/D	S/D	S/D	S/D	S/D	15	3	S/D	7.5	10	32.5	18.5	32.5
14	1995	4.5	23.4	17	19.8	9.3	11.7	7	27.8	36	0	12	32	36
15	1996	7.8	17.6	19.5	18.5	14.5	23.6	S/D	28.3	24.6	23.2	22.5	16.1	28.3
16	1997	17.1	34.7	45.2	24.6	23.7	8.6	S/D	S/D	11.8	15.9	16.3	30.6	45.2
17	1998	11.4	74.3	21	28.3	30	2.6	0.7	13.9	13.3	32	13.1	18.6	74.3
18	1999	38.4	48.2	28.4	24.7	34	23.7	4.3	2.6	15	20.4	39.4	27.5	48.2
19	2000	26.2	30.8	7.7	32.2	23.7	24.3	5.4	3.3	35.6	11.4	32.1	26	35.6
20	2001	24.3	17.6	26.8	32.8	14.4	8.8	3.4	S/D	17.4	16	30.6	35.9	35.9
21	2002	14	20.3	46.7	47	30.7	3.9	5.1	1.2	16.4	29.3	39	22.8	47
22	2003	26.3	60.7	25.2	29.7	6.7	21.9	1	4.7	28.5	19.7	28	31	60.7
23	2004	25.6	16	30.8	16.6	38.6	0.5	17.1	0.8	18.7	57	52.5	16.7	57
24	2005	8.6	S/D	38.3	25	8.4	14.9	0.8	4.2	17.8	32.9	28.2	23.8	38.3
25	2006	61.8	28	33.1	29.8	6.4	16.9	16.2	14.9	31.2	22.5	27.4	32.7	61.8
26	2007	21.5	11.1	33.7	32.7	26.6	0.7	16.6	9.7	6	20.4	24.4	19.8	33.7
27	2008	26.3	59.1	38.4	25.2	26.2	10.6	4.4	8.2	30.9	26	19.9	24.2	59.1

Nº REG	AÑO	ENE	FEB	MAR	ABR	MAY	JUN	JUL	AGO	SET	OCT	NOV	DIC	MAX
28	2009	S/D	34.2	49	38.1	36.5	13.4	2.7	0.8	16.7	21.6	24	33.3	49
29	2010	21.6	51.9	47.1	54.2	28.7	14.8	13.9	7.2	10.8	44	15.7	24.1	54.2
30	2011	17	18.1	26.2	23.2	15.7	0.7	13.6	8	27.9	31.4	14.9	23.4	31.4
31	2012	36.7	19.7	21.3	32.5	19.4	8.5	S/D	1	3.9	21.8	44.1	15.9	44.1
32	2013	40.2	23	33.2	19.2	29.4	7.4	1.2	24.6	4.4	33.1	17.1	24.4	40.2
33	2014	10.1	34.6	46.8	17.3	25.9	4.2	7.2	8.6	33.6	13.1	27	25.9	46.8
34	2015	24.1	26.5	39	37.2	24.1	2	9.1	2	5.3	19.3	19.2	6.7	39
35	2016	22.8	17.4	35.9	37.8	13.2	4.9	2.5	1.3	21.5	8.3	15.8	18.6	37.8
36	2017	13.2	21.5	41.4	21.5	33.3	10.3	1.7	41.4	16.9	26.9	19.2	18.8	41.4
37	2018	25.8	22.4	15.9	38.1	28.6	6.5	4.5	0.2	44.4	52.7	44.9	10.9	52.7
38	2019	14.4	35.8	22	35	11.9	11.8	5.2	0.3	2.3	25.9	22.6	23.8	35.8
39	2020	15.7	15.8	32.5	36.3	29.2	38.2	22.8	3.7	25.8	9.6	38.2	38.2	38.2
40	2021	23.4	44	28.1	35.7	26	21.5	3.5	22.5	8.7	52	24.1	20.7	52
41	2022	12.4	35.5	49.6	27.7	14.9	28.4	19.1	10.6	16.8	27.1	18.5	23.6	49.6
42	2023	36.3	21.4	39.5	33.2	24.9	10.3	5.5	7.2	21.6	18.3	39.7	32	39.7
43	2024	34	39.9	29.3	61.8	24.5	18.6	5.7	SN	SN	SN	SN	SN	61.8

Figura 69

Precipitación Máxima 24 horas de 1971 – 2024 de la Estación Chota



1.4.2. Análisis de datos atípicos (outliers)

A la información disponible de la estación Chota se ha evaluado la consistencia por la prueba de datos dudosos (Outliers), son definidos por observaciones que se alejan significativamente de la mayor parte de los datos. En la Figura se muestran las precipitaciones corregidas, indicándose la presencia de dos valores atípicos que correspondió al año 1980 (160.5 mm) y 1995 (90.8 mm).

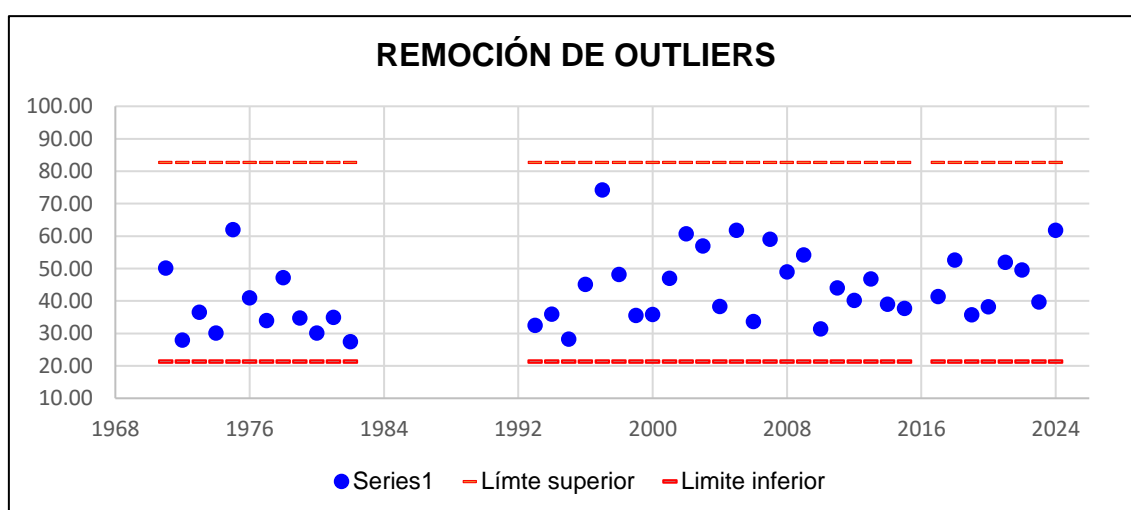
Tabla 56

Parámetros Estadísticos para Identificación de Datos Atípicos

PARÁMETROS ESTADISTICOS	P24hr	Log(P24hr)
Número de datos (N)	43	43
Sumatoria	1864.00	69.81
Valor Máximo	74.30	1.87
Valor Mínimo	27.50	1.44
Media:	43.35	1.62
Varianza:	121.79	0.01
Desviación Estándar:	11.17	0.11
Coefficiente Variación:	0.258	0.067
Coefficiente de Curtosis:	-0.05	-0.73

Figura 70

Remoción de Outliers



1.4.3. Corrección de PPmáx 24 horas

La Organización Meteorológica Mundial (OMM) recomienda un coeficiente de corrección para datos de estaciones que se registran una vez al día de 1.13. Para el caso de la estación Chota, según fuentes del SENAMHI indican que la medición de la precipitación máxima se realiza al finalizar el día, lo cual es considerado como una medición al día, por lo que, los valores históricos y corregidos PPmáx 24 h se presentan en la Tabla.

Tabla 57

Corrección de la Precipitación de la Estación Chota por la OMM

Año	Precipitación Histórica máx 24h	Pmáx 24 horas corregido
1971	50.20	56.73
1972	28.00	31.64
1973	36.60	41.36
1974	30.20	34.13
1975	62.00	70.06
1976	41.00	46.33
1977	34.00	38.42
1978	47.20	53.34
1979	34.80	39.32
1980	30.20	34.13
1981	35.00	39.55
1982	27.50	31.08
1993	32.50	36.73
1994	36.00	40.68
1995	28.30	31.98
1996	45.20	51.08
1997	74.30	83.96
1998	48.20	54.47
1999	35.60	40.23
2000	35.90	40.57
2001	47.00	53.11
2002	60.70	68.59
2003	57.00	64.41
2004	38.30	43.28
2005	61.80	69.83

Año	Precipitación Histórica máx 24h	Pmáx 24 horas corregido
2006	33.70	38.08
2007	59.10	66.78
2008	49.00	55.37
2009	54.20	61.25
2010	31.40	35.48
2011	44.10	49.83
2012	40.20	45.43
2013	46.80	52.88
2014	39.00	44.07
2015	37.80	42.71
2017	41.40	46.78
2018	52.70	59.55
2019	35.80	40.45
2020	38.20	43.17
2021	52.00	58.76
2022	49.60	56.05
2023	39.70	44.86
2024	61.80	69.83

1.4.4. Análisis de frecuencia

En la prueba de ajuste para la estación Chota, se ha utilizado el Software Hidroesta verificando que, el modelo Log-Pearson tipo III se ajusta a los datos pluviométricos. Los cálculos se adjuntan a continuación.

Tabla 58

Resultados de la Prueba de Kolmogorov-Smirnov a un Nivel de Significancia de 5%

Distribución teórica de probabilidades	Estimación de parámetros		
	Δ teórico	Δ tabular	¿Se ajustan los datos?
Normal	0.1147	0.2074	SÍ
Log-Normal de 2 parámetros	0.0768	0.2074	SÍ
Log-Normal de 3 parámetros	0.0833	0.2074	SÍ
Gamma (2 parámetros)	0.0897	0.2074	SÍ
Gamma generalizado (3 parámetros)	0.0715	0.2074	SÍ
Log-Pearson tipo III	0.0656	0.2074	SÍ
Gumbel	0.0718	0.2074	SÍ
Log-Gumbel	0.1102	0.2074	SÍ

1.4.5. Intensidades máximas

Para determinar las intensidades máximas en el programa HidroEsta se ha utilizado el método de Dyck y Peschke, y se han determinado las curvas IDF.

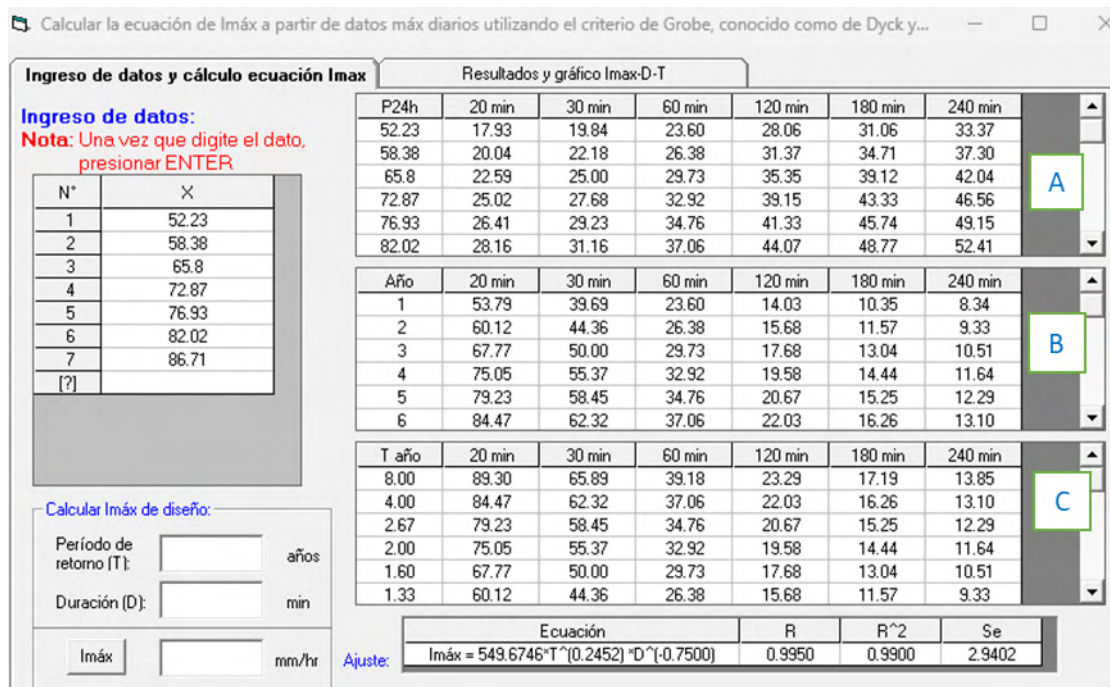
Tabla 59

Análisis de Frecuencia de las Precipitaciones Máximas

Periodo de retorno T (años)	Probabilidad de excedencia q	Precipitación correspondiente XT (mm)
2	0.500	52.23
5	0.200	58.38
10	0.100	65.80
20	0.050	72.87
30	0.033	76.93
50	0.020	82.02
80	0.013	86.71
100	0.010	88.93

Figura 71

Cálculo de las Intensidades Máximas con el Método de Dyck y Peschke



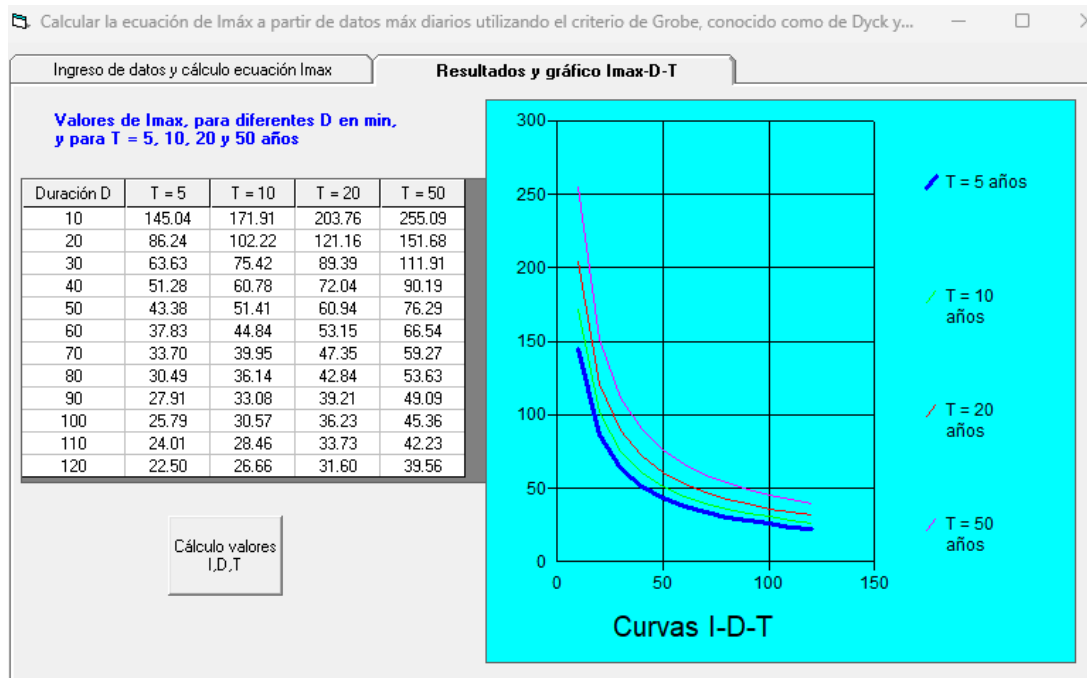
A.- Cada precipitación máxima en 24 horas su duración en minutos (20, 30, 60, 120, 180, 240) min.

B.- Representa las intensidades máximas obtenidas cada (20, 30, 60, 120, 180, 240) min.

C.- Intensidades máximas ordenadas de mayor a menor.

Figura 72

Curvas Intensidad – Duración – Tiempo (IDF)



$$I = \frac{549.6746 \times T^{0.2452}}{D^{0.75000}}$$

Donde:

T= periodo de retorno.

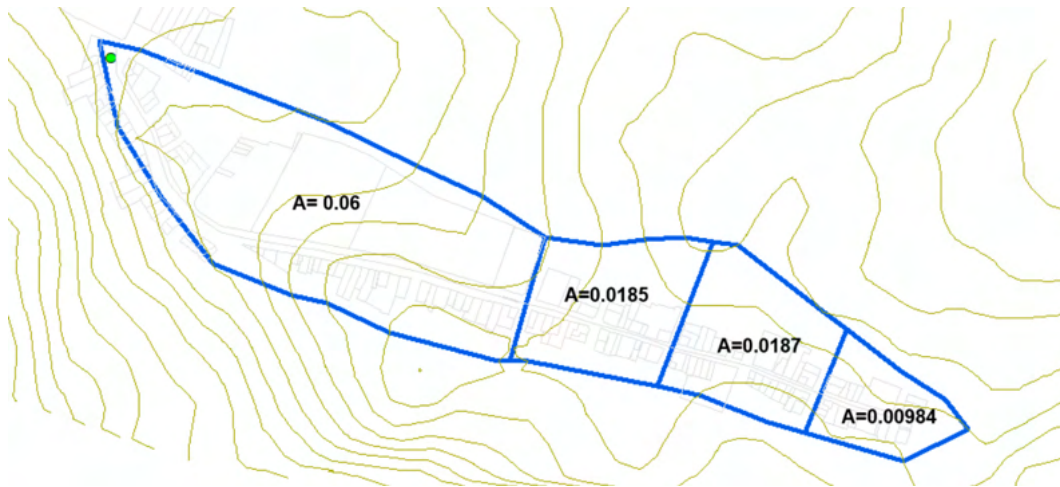
D= duración en minutos o también denominado tiempo de concentración.

1.4.6. Delimitación del área de aporte

Se ha delimitado el área de aporte de acuerdo a las secciones de flujo de la calle en estudio siendo así se ha dividido en cuatro secciones cada una con su área de influencia de acuerdo a la figura:

Figura 73

Delimitación del Área de Aporte



1.4.7. Tiempo de concentración

El tiempo de concentración se ha determinado por la fórmula de Kirpich por ser áreas de influencia pequeñas menores a 0.5 km².

$$T_c = 0.0195 \times L^{0.77} \times S^{-0.385}$$

$$T_c \text{ final} = 0.40 \times T_c$$

Donde:

L = Longitud del curso mayor (m)

S = Pendiente media de la cuenca (%)

tc= Tiempo de concentraciones horas

Tabla 60

Tiempo de Concentración por Áreas de Aporte

Ap	Longitud (m)	Pendiente (%)	Tiempo de concentración	
			Tc (minutos)	Tc (minutos)
A1	1000	0.24%	40.61	10.15
A2	3060	0.22%	99.36	24.84
A3	3040	0.22%	98.86	24.71
A4	960	0.22%	40.70	10.17

1.4.8. Coeficiente de escorrentía

Para efectos de la aplicabilidad de esta fórmula el coeficiente de escorrentía “C” y las intensidades varían de acuerdo a las características geomorfológicas de la zona: topografía, naturaleza del suelo y vegetación de la cuenca.

Los coeficientes de escorrentía para su uso en el Método Racional, se muestran en la tabla.

Aplicando el Método Racional, con un coeficiente de escurrimiento $C= 0.83$, se tienen las descargas descarga máximas.

Tabla 61

Coefficientes de Escorrentía para ser Usados en el Método Racional

Para cunetas

Características de la superficie	Periodo de retorno (años)							
	2	5	10	10.52	25	50	100	500
Áreas desarrolladas								
Asfáltico	0.73	0.77	0.81	0.81	0.86	0.90	0.95	1.00
Concreto / techo	0.75	0.80	0.83	0.83	0.88	0.92	0.97	1.00

- Para pavimento rígido y adoquinado se toma el coeficiente de escorrentía de 0.83.
- Para pavimento flexible se toma el coeficiente de escorrentía de 0.81.

1.4.9. Caudales máximos

Como no se cuenta con datos de caudales, la descarga máxima será estimada en base a las intensidades máximas y a las características de la cuenca, recurriéndose al Método Racional.

Este método que empezó a utilizarse alrededor de la mitad del siglo XIX, es probablemente el método más ampliamente utilizado hoy en día para la estimación de caudales máximos en cuencas de poca extensión, hasta 20 km². (Linsley, 1986) A pesar de que han surgido críticas válidas acerca de lo adecuado de este método, se sigue

utilizando debido a su simplicidad. La descarga máxima instantánea es determinada sobre la base de la intensidad máxima de precipitación y según la relación:

$$Q = \frac{CIA}{3.6}$$

Donde:

Q= Descarga pico en m³/seg.

C = Coeficiente de escorrentía

I = Intensidad de precipitación en mm/hora.

A = Área de cuenca en Km².

Las asunciones en que se basa este Método son:

- La magnitud de una descarga originada por cualquier intensidad de precipitación alcanza su máximo cuando esta tiene un tiempo de duración igual o mayor que el tiempo de concentración.
- La frecuencia de ocurrencia de la descarga máxima es igual a la de la precipitación para el tiempo de concentración dado.
- La relación entre la descarga máxima y tamaño de la cuenca es la misma que entre la duración e intensidad de la precipitación.
- El coeficiente de escorrentía es el mismo para todas las tormentas que se produzcan en una cuenca dada.

2. DETERMINACIÓN DE LA INTENSIDAD “I”

Se trabaja en la ecuación calculada en el programa Hidroesta 2.

$$I = \frac{549.6746 \times T^{0.2452}}{D^{0.75000}}$$

Donde:

T= periodo de retorno.

D= duración en minutos o también denominado tiempo de concentración.

Tabla 62

Intensidad Máxima de Acuerdo a Tramos

Ap	Periodo de retorno (años)	Duración (minutos)	Intensidad máxima
A1	10	10.15	169.97
A2	10	24.84	86.89
A3	10	24.71	87.21
A4	10	10.17	169.70

3. CÁLCULO DEL MÁXIMO CAUDAL Q

Para el cálculo del caudal máximo se ha utilizado como coeficiente de escorrentía 0.83 en el caso del pavimento de concreto y 0.81 en el caso del pavimento flexible, obteniendo los caudales de las tablas.

$$Q = \frac{CIA}{3.6}$$

Donde:

Q= Descarga pico en m³/seg.

C = Coeficiente de escorrentía

I = Intensidad de precipitación en mm/hora.

A = Área de cuenca en Km².

Tabla 63

Caudales para el Diseño de Cunetas en Pavimento de Concreto y Pavimento

Adoquinado

Ap	Área (km ²)	Área (ha)	Intensidad máxima (mm/hr)	Coeficiente de escorrentía	Caudal (m ³ /s)
A1	0.06	6	169.97	0.83	2.35
A2	0.0185	1.85	86.89	0.83	0.37
A3	0.0187	1.87	87.21	0.83	0.38
A4	0.0098	0.984	169.70	0.83	0.38

Tabla 64*Caudales para Diseño de Cunetas en Pavimento Asfáltico*

Ap	Área (km ²)	Área (ha)	Intensidad máxima (mm/hr)	Coefficiente de escorrentía	Caudal (m ³ /s)
A1	0.06	6	169.97	0.81	2.29
A2	0.0185	1.85	86.89	0.81	0.36
A3	0.0187	1.87	87.21	0.81	0.37
A4	0.0098	0.984	169.70	0.81	0.38

4. CAUDAL Q PARA EL DISEÑO DE CUNETAS

Se diseñarán dos tipos de cunetas una con sección triangular para el caudal medio de 0.38 m³/s (es decir la mitad de este porque se colocarán cunetas en ambos lados), tanto para pavimento rígido como para pavimento flexible y el otro tipo de cuneta de sección rectangular con caudal de 2.35 m³/s para pavimento rígido y de 2.29 m³/s para pavimento flexible.

Tabla 65*Caudales por Tramos para el Diseño de Cunetas*

Tipos de cunetas	Caudal (m ³ /s)		
	Pavimento rígido	Pavimento adoquinado	Pavimento flexible
Triangulares	0.19	0.19	0.19
Rectangulares	2.35	2.35	2.29

Anexo 5. Estudio de señalización y seguridad vial

 <p>UNIVERSIDAD NACIONAL AUTÓNOMA DE CHOTA ¡ UN SUEÑO HECHO REALIDAD !</p>	ESTUDIO DE SEÑALIZACIÓN Y SEGURIDAD VIAL
--	---

INTRODUCCIÓN

El presente Estudio de Señalización y Seguridad Vial del Estudio definitivo para la obra se ha elaborado de acuerdo a las características de diseño plano altimétrico de la referida vía y tomando en cuenta el “Manual de Dispositivos de Control de Tránsito para Calles y Carreteras” vigente, aprobado por Resolución Ministerial N° 210-2000-MTC/15.02.

El Estudio de Señalización y Seguridad Vial está referido al establecimiento de los diversos dispositivos de prevención, regulación, información y/o seguridad vial, que son necesarios a la vía en diseño, a fin de crear mecanismos de seguridad y prevención de accidentes al usuario de la vía.

1. Objetivos de estudio

El objetivo del Estudio de Señalización y Seguridad Vial consiste en proveer a la vía de todos los elementos de señalización y dispositivos de seguridad vial necesarios, de conformidad con las exigencias del Manual de Dispositivos de Control del Tránsito Automotor para Calles y Carreteras del MTC en vigencia, considerando las condiciones reales de la vía.

2. Marco normativo

Para la señalización, se he evaluado en base el siguiente marco normativo:

Normativa el Manual de Dispositivos de Control del Tránsito Automotor para Calles y Carreteras del MTC.

Resolución Ministerial N, 210-2000-MTC/15.02, de fecha 03 de mayo del 2000.

Reductores de Velocidad Tipo Resalto.

3. Dispositivos para la seguridad vial

Estos dispositivos de control de Tránsito están normados en cuanto a su diseño y utilización por el referido Manual de Dispositivos de Control de Tránsito para Calles y Carreteras. En este presente proyecto, teniendo en cuenta que se van a hacer trabajos de pistas y veredas, se ha considerado para la vía básicamente señalización vertical y otros trabajos como señalización horizontal.

Dichos dispositivos como señales verticales básicamente, se han considerado en el estudio de ingeniería. Su diseño, ubicación y uso están de acuerdo con lo normado.

Señalización comprende señales verticales. El tamaño está en función de la velocidad ya que se determina en función de la distancia mínima en que la señal puede ser vista y leída.

Debe ser visible en cualquier hora del día y bajo cualquier condición climática.

4. Señales de seguridad vial

Señales prohibitivas o restrictivas

Son de forma circular inscritas en una placa rectangular con la leyenda explicativa del mensaje que encierra la simbología utilizada.

Son de color blanco con símbolo y marco negros; el círculo de color rojo, así como la franja oblicua trazada del cuadrante superior izquierdo al cuadrante inferior derecho que representa prohibición.

Placa Rectangular de 0.60 m. x 0.90 m.

La prohibición se indicará con la diagonal que forma 45° con la vertical y su ancho será igual al ancho del círculo.

Señales de sentido de circulación

Son de forma rectangular y con su mayor dimensión en sentido horizontal.

Deben ser de color negro con flecha blanca, la leyenda, en caso de utilizarse llevará letras negras.

Las dimensiones de las señales de reglamentación será tales que el mensaje transmitido sea fácilmente comprendido y visible, variando su tamaño de acuerdo a lo siguiente:

- Carreteras, avenidas y calles de centros poblados: 0.60 m. x 0.90 m.

Las señales por lo general deben estar colocadas a la derecha en el sentido del tránsito, en ángulo recto con el eje del camino, en el lugar donde exista la prohibición o restricción.

5. Señales preventivas

Las señales preventivas o de prevención son aquellas que se utilizan para indicar con anticipación la aproximación de ciertas condiciones de la vía o concurrentes a ella que implican un peligro real o potencial que puede ser evitado tomando ciertas precauciones necesarias.

a) Forma

Serán de forma cuadrada con uno de sus vértices hacia abajo formando un rombo, a excepción de las señales especiales de “ZONA DE NO ADELANTAR” que serán de forma triangular tipo banderola horizontal.

b) Color

Fondo y borde: Amarillo caminero

Símbolos, letra y marco: Negro

c) Dimensiones

Las dimensiones de las señales preventivas deberán ser tales que el mensaje transmitido sea fácilmente comprendido y visible, variando su tamaño de acuerdo a la siguiente recomendación:

Carreteras, avenidas y calle 0.60 m. x 0.60 m

En casos excepcionales, y cuando se estime necesario llamar preferentemente la atención como consecuencia de alto índice de accidentes, se utilizarán señales de 0.90 m x 0.90 m o de 1.20 m. x 1.20 m.

d) Ubicación

Deberán colocarse una distancia del lugar que se desea prevenir; de modo tal que permitan al conductor tener tiempo suficiente para disminuir su velocidad; la distancia será determinada de tal manera que asegure su mayor eficacia tanto de día como de noche, teniendo en cuenta las condiciones propias de la vía.

Se ubicarán a la derecha en ángulo recto frente al sentido de circulación, pudiéndose variar ligeramente en el caso de las señales con material reflectorizante, la cual será de 8 a 15° en relación a la perpendicularidad de la vía.

e) Relación de señales preventivas empleadas

Señal “CURVA” (P-2 A) a la derecha (P-2B) a la izquierda. Se usará para prevenir la presencia de curvas de radio de 40 m a 300 m con ángulo de deflexión menor de 45° y para aquellas de radio entre 80 y 300 m cuyo ángulo de deflexión sea mayor de 45°.



P-2A



P-2B

Señal “CURVA” (P-1 A) a la derecha (P-1B) a la izquierda. Se usará para prevenir la presencia de curvas de radio de menor de 40 m y para aquellas de 40 a 80m de radio cuyo ángulo de deflexión sea mayor de 45°.



Señal “CURVA Y CONTRA CURVA” (P-4 A) a la derecha (P-4B) a la izquierda. Se empleará para indicar la presencia de dos curvas de sentido contrario, con radios inferiores a 300 metros y superiores a 80 m, separados por una tangente menor de 60 m.



P-4A



P-4B

La ubicación exacta de cada señal será de acuerdo a la ubicación en los planos, y/o en donde el supervisor indique.

6. Señales de información

a) Forma

La forma de las señales informativas será la siguiente:

Señales de Dirección y Señales de Información General

A excepción de las señales auxiliares, serán de forma rectangular con su mayor dimensión horizontal.

Señales Indicadores de Ruta

Serán de forma especial.

Las Señales de Servicios Auxiliares

Serán rectangulares con su mayor dimensión vertical.

b) Colores

Señales de dirección

En las carreteras importantes, en el área rural el fondo será de color verde con letras, flechas y marco blanco.

Señales Indicadores de Ruta

Marco y letras de color negro, el fondo rojo en la parte superior y fondo blanco en la parte inferior.

Señales de Información General

Similar a las señales de dirección a excepción de las señales de servicios auxiliares.

Señales de Servicios Auxiliares

Serán de fondo azul con un recuadro blanco, símbolo negro y letras blancas. La señal de primeros auxilios médicos llevará el símbolo correspondiente a una cruz de color rojo sobre fondo blanco.

c) Dimensiones

Señales de Dirección y Señales de Dirección con Indicación de Distancias

El tamaño de la señal dependerá, principalmente de la longitud del mensaje, altura y serie de las letras utilizadas para obtener una adecuada legibilidad.

Señales Indicadores de Ruta

De dimensiones especiales.

Señales de Información General

De dimensiones especiales.

Anexo 6. Estudio de impacto ambiental

 <p>UNIVERSIDAD NACIONAL AUTÓNOMA DE CHOTA ¡ UN SUEÑO HECHO REALIDAD !</p>	ESTUDIO DE IMPACTO AMBIENTAL
--	-------------------------------------

1. INTRODUCCIÓN

El Estudio de Impacto Ambiental (EIA) es un procedimiento administrativo que sirve para realizar el control ambiental preventivo durante el desarrollo de un proyecto, se apoya en la realización de un estudio técnico previo que consiste en un análisis y diagnóstico; en función de los cuales se toman las medidas de corrección necesarias. Desde su inicio, todo proyecto pasa por una serie de fases más o menos explícitas, a lo largo de las cuales se va profundizando en la idea hasta concretar el proyecto de ingeniería; la integración ambiental del proyecto exige ir incorporando sensibilidad y criterios ambientales desde el comienzo del proceso, en todas las fases.

Este capítulo comprende los trabajos que deben efectuarse y las prevenciones que deben tomarse en cuenta durante el tiempo que lleva la ejecución del proyecto, esto con la finalidad de evitar que los impactos ambientales negativos que pudiesen generarse no lleguen a un nivel de significancia elevado, para lo cual se deben cumplir con medidas correctivas según lo ameriten los trabajos a realizarse, teniendo en cuenta la magnitud y naturaleza de los mismos.

2. OBJETIVOS

2.1. Objetivo general

Identificar e interpretar los impactos que podría generar la ejecución del proyecto, establecer las medidas de mitigación a niveles aceptables y prevenir el deterioro ambiental que podría causar la ejecución de la obra proyectada.

2.2. Objetivos específicos

- Identificar las acciones del Proyecto que pueden generar impactos ambientales.
- Realizar el diagnóstico ambiental pre operacional del área de influencia del proyecto.
- Identificar, evaluar e interpretar los impactos ambientales potenciales, cuya ocurrencia tendría lugar por la ejecución del proyecto, en sus etapas de construcción y funcionamiento.
- Comunicar las medidas adecuadas mediante un “Plan de Manejo Ambiental”, de tal manera que permitan predecir, mitigar o corregir los efectos adversos significativos.

3. MARCO LEGAL

Constitución Política del Perú

La Constitución Política del Perú en el Artículo 2°, sobre los derechos fundamentales de la persona, el derecho de gozar de un ambiente equilibrado y adecuado al desarrollo de su vida. Igualmente, en los artículos 66, 67, 68 y 69, se señala que los recursos naturales renovables y no renovables son patrimonio de la Nación, promoviendo el Estado el uso sostenible de estos, así como, la preservación de la diversidad biológica y de las áreas naturales protegidas.

Asimismo, La Constitución protege el derecho de propiedad y así lo garantiza el Estado, pues a nadie puede privarse de su propiedad, si no, exclusivamente, por causa de seguridad nacional o necesidad pública, declarada por ley, y previo pago en efectivo de indemnización justipreciada que incluya compensación por el eventual perjuicio (Art. 70□).

Ley N° 27972 - Ley Orgánica de Municipalidades.

El Artículo X establece que los Gobiernos Locales promueven el desarrollo local, para viabilizar el crecimiento económico, la justicia social y la sostenibilidad ambiental. La presente Ley orgánica establece normas, sobre la creación, origen, naturaleza, autonomía,

organización, finalidad, tipos, competencias, clasificación y régimen económico de las municipalidades, también sobre la relación entre ellas y con las demás organizaciones del estado y las privadas, así como los mecanismos de participación ciudadana y los regímenes especiales de las municipalidades. El Artículo 73° establece que las Municipalidades, tomando en cuenta su condición de municipalidad provincial o distrital, asumen las competencias y ejercen las funciones específicas con carácter exclusivo y compartido en las materias siguientes: Organización del espacio físico y uso del suelo, servicios públicos locales, protección y conservación del ambiente, desarrollo y economía local, participación vecinal, servicios sociales locales, prevención rehabilitación y lucha contra el consumo de drogas.

Ley N° 28611 - Ley General del Ambiente (13/10/2005)

Esta Ley contiene los dispositivos que norman y regulan las actividades ambientales en el país en cuanto a: Derechos y Principios, Política Nacional del Ambiente y Gestión Ambiental, de los Sujetos de la Gestión Ambiental, la Integración de la Legislación Ambiental, las Responsabilidades por Daño Ambiental y las Disposiciones Transitorias, Complementarias y Finales. Específicamente en el Artículo 24°: Del Sistema Nacional de Evaluación de Impacto Ambiental, establece que toda actividad humana que implique construcciones, obras, servicios y otras actividades, así como las políticas, planes y programas públicos susceptibles de causar impactos ambientales de carácter significativo, está sujeta, de acuerdo a ley, al Sistema Nacional de Evaluación de Impacto Ambiental – SEIA.

Ley N° 26834 - Ley de Áreas Naturales Protegidas (04/05/1997)

Esta norma constituye un instrumento central para la decisión en el manejo de los ecosistemas, sobre todo relacionados con la gestión y conservación de las Áreas Naturales Protegidas. En cuanto a la Gestión del Sistema el Artículo 6°, establece que a

la gestión se integran las instituciones públicas del Gobierno central, Gobiernos Descentralizados de nivel Regional y Municipalidades, instituciones privadas y las poblaciones locales que actúan, intervienen o participan, directa o indirectamente en la gestión y desarrollo de estas áreas.

Ley N° 26821 - Ley Orgánica para el Aprovechamiento Sostenible de los Recursos Naturales (25/06/1997)

La presente Ley tiene como objetivo promover y regular el aprovechamiento sostenible de los recursos naturales, renovables y no renovables, estableciendo un marco adecuado para el fomento a la inversión, procurando un equilibrio dinámico entre el crecimiento económico, la conservación de los recursos naturales y del ambiente y el desarrollo integral de la persona humana (Artículo 2°)

Ley N° 27308 - Ley Forestal y de Fauna Silvestre (15/07/2000)

Esta Ley sirve para preservar y velar por el cuidado de las diversas especies de flora y fauna silvestre definiéndolos a cada uno de ellos y sus componentes. A demás en el artículo 3° establece que el estado promueve el manejo de los recursos forestales y de fauna silvestre en el territorio nacional, como elemento fundamental para garantizar su desarrollo sostenible, con la activa participación de los sectores sociales y económicos del país. Asimismo, fomenta la conciencia nacional sobre el manejo responsable de las cuencas, bosques y fauna silvestre.

Ley N° 27314 - Ley General de Residuos Sólidos (20/07/2000)

Esta Norma establece como objeto: derechos, obligaciones, atribuciones y responsabilidades de la sociedad en su conjunto, para asegurar una gestión y manejo de los residuos sólidos, sanitaria y ambientalmente adecuada, con sujeción a los principios de minimización, prevención de riesgos ambientales y protección de la salud y el

bienestar de la persona humana. Asimismo, el Artículo 31° menciona que el manejo de residuos

sólidos es parte integrante de la Evaluación de Impacto Ambiental (EIA) y los Programas de Adecuación y Manejo Ambiental (PAMA).

Ley N° 28245 - Ley Marco del Sistema Nacional de Gestión Ambiental -SNGA (04/06/2004)

La presente ley tiene por Finalidad orientar, integrar, coordinar, supervisar, evaluar y garantizar la aplicación de las políticas, planes, programas y acciones destinados a la protección del ambiente y contribuir a la conservación y aprovechamiento sostenible de los recursos naturales (artículo 2°). Además, establece como objetivo el mejoramiento continuo de la calidad de vida de las personas, mediante la protección y recuperación del ambiente y el aprovechamiento sostenible de los recursos naturales, garantizando la existencia de ecosistemas viables y funcionales en el largo plazo (Artículo 4°)

Ley N° 27446 - Ley del Sistema Nacional de Evaluación del Impacto Ambiental (23/04/2001)

Esta Ley, tiene por finalidad la creación del Sistema de Evaluación del Impacto Ambiental, como un sistema único y coordinado de identificación, prevención, supervisión, control y corrección anticipada de los impactos ambientales negativos derivados de las acciones humanas expresadas por medio de proyectos de inversión (Artículo 1°). Según su reglamento de esta Ley; se requiere de certificación ambiental todo proyecto nuevo. También requieren de dicha certificación la ampliación, la relocalización, la modificación y la diversificación de las operaciones de un proyecto en curso, así como el desarrollo de investigaciones, prospecciones, obras y actividades. Previo al otorgamiento de concesiones de servicios o de infraestructura que incluyan el desarrollo de proyectos (Artículo 3°). Además, este reglamento considera que la

evaluación de impacto ambiental es un instrumento de gestión ambiental de carácter preventivo, que contribuye a hacer más eficiente la planeación de las actuaciones y la toma de decisiones. Debe ser utilizada por los titulares y por las autoridades competentes para determinar la viabilidad ambiental y contribuir a la mayor eficiencia de los proyectos (Artículo 4°)

Decreto Ley N° 29338 - Ley de Recursos Hídricos (30/03/2009)

La presente Ley regula el uso y gestión de los recursos hídricos que comprende el agua superficial, subterránea, continental y los bienes asociados a ésta y tiene por finalidad regular el uso y gestión integrada del agua, la actuación del estado y los particulares en dicha gestión, así como en los bienes asociados a ésta. Además, el Artículo 83° estipula que está prohibido verter sustancias contaminantes y residuos de cualquier tipo en el agua y en los bienes asociados a ésta que representen riesgos significativos según los criterios de toxicidad, persistencia o bioacumulación.

Ley N° 27783 - Ley de Bases de la Descentralización (21/07/2002)

Esta Ley tiene como Objetivos a nivel ambiental: a) Ordenamiento territorial y del entorno ambiental, desde los enfoques de la sostenibilidad del desarrollo, b) Gestión sostenible de los recursos naturales y mejoramiento de la calidad ambiental y c) Coordinación y concertación interinstitucional y participación ciudadana en todos los niveles del Sistema Nacional de Gestión Ambiental. El artículo 18° menciona que La planificación y promoción del desarrollo debe propender y optimizar las inversiones con iniciativa privada, la inversión pública con participación de la comunidad y la competitividad a todo nivel y el artículo 45° establece que las obras de carácter local de cualesquier naturaleza, compete a cada municipalidad, provincial o distrital, en sus fases de autorización, ejecución, supervisión y control, e incluye la obligación de reponer las vías o servicios afectados. Los organismos públicos de nivel nacional o regional que

presupuesten obras de alcance local, están obligados a convenir su ejecución con las municipalidades respectivas.

Ley N° 27972 - Ley Orgánica de Municipalidades

El Artículo X establece que los Gobiernos Locales promueven el desarrollo local, para viabilizar el crecimiento económico, la justicia social y la sostenibilidad ambiental. La presente Ley orgánica establece normas, sobre la creación, origen, naturaleza, autonomía, organización, finalidad, tipos, competencias, clasificación y régimen económico de las municipalidades, también sobre la relación entre ellas y con las demás organizaciones del estado y las privadas, así como los mecanismos de participación ciudadana y los regímenes especiales de las municipalidades. El Artículo 73° establece que las Municipalidades, tomando en cuenta su condición de municipalidad provincial o distrital, asumen las competencias y ejercen las funciones específicas con carácter exclusivo y compartido en las materias siguientes: Organización del espacio físico y uso del suelo, servicios públicos locales, protección y conservación del ambiente, desarrollo y economía local, participación vecinal, servicios sociales locales, prevención rehabilitación y lucha contra el consumo de drogas.

Ley N° 28296 - Ley General del Patrimonio Cultural de la Nación (22/07/2004)

El Artículo 22° Establece que toda obra pública o privada de edificación nueva, remodelación, restauración, ampliación, refacción, acondicionamiento, demolición, puesta en valor o cualquier otra que involucre un bien inmueble integrante del Patrimonio Cultural de la Nación, requiere para su ejecución de la autorización previa del Instituto Nacional de Cultura; la licencia municipal es nula si carece de autorización, quedando El Instituto Nacional de Cultura facultado para disponer la paralización y lo demolición de la obra no autorizada, y se ejecutarán por la vía coactiva y todo gasto que se irroge será asumido por los infractores. En los casos en que se compruebe la destrucción o alteración

de un inmueble sometido al régimen que prevé esta Ley, los organismos competentes darán cuenta al Ministerio Público para que inicie la acción penal correspondiente.

Ley N° 27293 - Ley de Sistema Nacional de Inversión Pública (26/07/2000)

La presente Ley crea el Sistema Nacional de Inversión Pública, con la finalidad de optimizar el uso de los Recursos Públicos destinados a la inversión, mediante el establecimiento de principios, procesos, metodologías y normas técnicas relacionados con las diversas fases de los proyectos de inversión (Artículo 1°); y se rige por los principios de economía, priorización y eficiencia durante las fases del Proyecto de Inversión Pública. Asimismo, reconoce la importancia del mantenimiento oportuno de la inversión - ejecutada.

Reglamento de Acondicionamiento Territorial y Desarrollo Urbano (06/10/2003)

El presente Reglamento constituye el marco normativo nacional para los procedimientos que deben seguir las municipalidades en el ejercicio de sus competencias en materia de planeamiento y gestión de acondicionamiento territorial y desarrollo urbano; a fin de garantizar:

- a. La ocupación racional y sostenible del territorio.
- b. La armonía entre el ejercicio del derecho de propiedad y el interés social.
- c. La coordinación de los diferentes niveles de gobierno nacional, regional y local para facilitar la participación del sector privado.
- d. La distribución equitativa de los beneficios y cargas que se deriven del uso del suelo.
- e. La seguridad y estabilidad jurídica para la inversión inmobiliaria.

Así mismo en el Artículo 15° menciona que corresponde a las Municipalidades Distritales ejecutar las acciones de promoción y control dirigidas al cumplimiento del Plan de Desarrollo Urbano.

Ley N° 29090 - Ley de Regulación de Habilitaciones Urbanas y de Edificaciones.
(21/09/2007)

Artículo 4.- Actores y responsabilidades: menciona que los actores son las personas naturales o jurídicas, y entidades públicas que intervienen en los procesos de habilitación urbana y de edificación, siendo uno de ellos Las municipalidades que tienen competencia para la aprobación de proyectos de habilitación urbana y de edificación, de conformidad con lo dispuesto en la Ley N° 27972, Ley Orgánica de Municipalidades.

Seguridad ocupacional.

Normas Nacionales:

- Reglamento de seguridad industrial OS – 42F.
- Reglamento de promoción industrial.
- Norma técnica de edificación E. 120 – seguridad en la construcción.
- Reglamento de seguridad e higiene ocupacional del subsector electricidad.

4. DESCRIPCIÓN DEL PROYECTO

a) Ubicación

- Calle: Exequiel Montoya
- Distrito: Chota
- Provincia: Chota
- Departamento: Cajamarca

b) Situación actual

La calle actualmente se encuentra en funcionamiento, pero brinda un servicio no adecuado para la transitabilidad tanto peatonal y vehicular.

El presente proyecto se origina a raíz de los constantes pedidos de los vecinos y autoridades del pasaje, a las entidades públicas con la finalidad de dar una pronta solución

al problema por la que atraviesa la población de que este sector al no contar con una infraestructura adecuada para transitar tanto vehicular y peatonal.

Con la finalidad de solucionar el problema identificado de ha planteado desarrollar el proyecto.

c) Características técnicas de la ejecución

Lo más resaltante que contempla el proyecto a ejecutar es:

- Obras provisionales y trabajos preliminares.

Comprende la instalación de un almacén.

- Movimiento de tierras.

Comprende el corte de material a nivel de sub rasante con maquinaria

- Conformación de sub base y base

Comprende capas de mejoramiento a la sub rasante con material granular debidamente compactadas.

- Pavimento rígido

Comprende la colocación o vaciado de concreto hidráulico en la sección de vía considerada.

- Obras complementarias

Comprende la construcción de veredas, sardineles, cunetas, etc.

5. CARACTERÍSTICAS SOCIO AMBIENTALES DEL ÁREA DE INFLUENCIA

a. Área de influencia del proyecto

El proyecto se desarrollará en la Ciudad de Chota y el área de influencia ambiental identificada está conformada por dos áreas bien definidas: el Área de Influencia Directa (AID), que constituye la zona aledaña a la vía proyectada en la cual las actividades de construcción afectaran directamente los ecosistemas existentes dentro de su ámbito; y la

otra, más alejada, que corresponde al Área de Influencia Indirecta (AII), donde los efectos de la obra sobre el entorno se ejercen en forma inducida. En estas áreas se ha realizado la identificación de posibles impactos ambientales y se plantea medidas de mitigación adecuadas para tomarlas en cuenta durante la ejecución del proyecto.

b. Medio físico

Por las múltiples características topográficas y fisiográficas con que cuenta el lugar donde se desarrollará el proyecto se presenta un clima templado, clasificado según el Servicio Nacional de Meteorología e Hidrológica - SENAMHI, con precipitaciones durante los meses de diciembre a abril.

Con respecto a las características geológicas, el terreno donde se proyectará la vía es una zona ondulada. La configuración topografía de esta zona es ondulada y sus desniveles se encuentran comprendidos entre los 2307.50 y 2315.50 m.s.n.m.

6. METODOLOGÍA APLICADA PARA IDENTIFICACIÓN DE IMPACTOS AMBIENTALES

La identificación de los impactos y sus magnitudes nos permite determinar las medidas de mitigación necesarias para evitar o minimizar cualquier efecto negativo al ambiente.

La metodología de identificación de impacto ambiental empleada en este caso será la Evaluación cualitativa.

Los criterios que se tomaron en cuenta en la identificación de los impactos son los siguientes:

Tabla 66*Criterios para Identificación de Impactos Potenciales*

Criterio	Característica
Extensión Geográfica	Área geográfica de influencia del impacto
In situ (IS)	50 metros a la redonda del área
Local (L)	Área de influencia en el todo el Distrito
Magnitud	Intensidad del Impacto sobre el factor ambiental
Baja (B)	Intensidad ligera
Media (M)	Intensidad moderada
Alta (A)	Intensidad elevada
Dirección	Carácter del impacto sobre el factor ambiental evaluado
Impacto Beneficioso (B)	Beneficio neto sobre el factor ambiental sin proyecto
Impacto adverso (A)	Pérdida neta sobre el factor ambiental sin proyecto

Se emplearon matrices elaboradas con los criterios anteriormente mencionados, versus las partidas de la ejecución del proyecto. Las matrices sirven para identificar los impactos potenciales, los que serán moderados con las medidas de mitigación propuestas.

7. IMPACTOS AMBIENTALES POTENCIALES IDENTIFICADOS**A. MEDIO FISICO:**

Los recursos específicos tomados en cuenta incluyen:

a) Calidad del Aire:

El proyecto presenta los siguientes impactos negativos en su fase de construcción:

- Movimiento de tierras: Generación de polvo y partículas finas, que se dispersarán por el aire, ocasionando molestias a los vecinos, trabajadores, entre otros.
- Contaminación: por empleo de materiales de construcción, tales como cemento, que también ocasiona la generación de polvo en el aire.

b) Generación de Ruidos:

El proyecto presenta los siguientes impactos negativos en su fase de construcción:

- Incremento de los niveles de ruido: Por la operación de maquinaria en un radio de 50 metros.

c) Alteración y Contaminación de Suelos

El impacto negativo que se genera durante la fase de construcción, será principalmente en:

- Movimiento de Tierras: Riesgo de derrame de aceites y combustibles de las maquinarias y generación de material excedente debido a cortes y rellenos.

B. MEDIO SOCIOECONOMICO:

Los recursos específicos tomados en cuenta incluyen:

a) Calidad de Vida:

El proyecto impactará de manera positiva, por cuanto:

- Mejora las vías de circulación peatonal y vehicular.
- Proporciona áreas verdes y zonas de esparcimiento.
- Mejora la calidad de vida de la población de la localidad beneficiaria.
- Incremento de plazas laborales referente a la mano de obra no calificado principalmente.

b) Bienestar Social:

El proyecto impactará de manera positiva, por cuanto:

- Proporciona áreas verdes y zonas de esparcimiento,
- Incremento de las plazas de trabajo en el sector construcción (obreros o peones, oficiales, almacenero, guardianes, etc.).

C. MEDIO DE INTERES HUMANO:

Los recursos específicos tomados en cuenta incluyen:

a) Desarrollo Urbanístico:

El proyecto tiene un impacto positivo en cuanto al desarrollo la Ciudad de Chota, por cuanto:

- Mejora la calidad de vida de los pobladores al contar con el servicio de transitabilidad adecuado que toda comunidad desea tener.
- Otorga a la población un nivel de transitabilidad adecuado, conectando con la ciudad de una manera más rápida, segura y con comodidad.
- De acuerdo al planteamiento del proyecto se estará recuperando áreas verdes y zonas de esparcimiento, que ayudan al Desarrollo Urbano integral.

8. PLAN DE MANEJO AMBIENTAL

La mitigación de impactos solamente se referirá a la moderación de impactos negativos o adversos identificados en las matrices.

Tabla 67

Medidas de Mitigación de Impactos Ambientales

Impacto	Medidas de mitigación
Generación de polvo	Riego con agua en los lugares donde se genera más polvo.
Generación de Ruidos	Los ruidos no serán molestos a más de 50 metros de radio.
Generación de Material de demolición	El acarreo del material de demolición se eliminará de acuerdo a lo especificado en la partida: Trabajos Preliminares en el punto Eliminación de Material de demolición, en botaderos que cuenten con autorización de la comunidad. El material proveniente de cortes y rellenos se eliminará de acuerdo a la partida:
Movimiento de Tierras	Movimiento de Tierras, se vigilará y controlará que los abastecimientos de combustible y mantenimiento de equipos y maquinarias con grasas, aceites o similares; se realicen en lugares adecuados y evitando además que se produzca contaminación del suelo con estos insumos.

Se recomienda además el uso de equipo elemental de protección personal, como zapatos de seguridad, guantes, lentes de seguridad, chalecos y cascos.

Los trabajadores deberán cumplir con normas elementales de seguridad e higiene.

*** Costos de la mitigación de impactos**

La mitigación de impactos no supone un costo adicional al presupuesto del proyecto, porque están incluidos en la Fase de CONSTRUCCIÓN, siendo estas mitigaciones parte complementaria del desarrollo correcto de cada partida.

9. ANÁLISIS COSTO – BENEFICIO

El proyecto beneficia a los vecinos del Jr. Exequiel Montoya de la ciudad de Chota.

Los beneficios netos del proyecto se podrán observar una vez el proyecto comience a funcionar, se podrá observar además una mejora de los índices de mejora vial

10. CONCLUSIONES

El Estudio de Impacto Ambiental (EIA) del presente proyecto ha permitido llegar a las siguientes conclusiones:

Se determinó que los impactos ambientales potenciales de mayor significancia son los positivos y se producirán principalmente en la etapa de funcionamiento de las obras proyectadas, mediante el mejoramiento de las condiciones de transitabilidad tanto peatonal y vehicular, contribuyendo al desarrollo social de la localidad, mejorando de esta manera su calidad de vida.

Se determinó que los impactos ambientales potencialmente adversos, no obstante ser en su mayoría de moderada y baja significancia ambiental tales como: Generación de polvo, generación de ruidos, pues se trata de obras en las cuales es inevitable estos aspectos; pero, no dejan de ser de cuidado, por lo que deben ser manejados adecuadamente a fin de prevenir su ocurrencia o reducir su magnitud. La probable ocurrencia de la mayor parte de estos impactos está asociada a las etapas de construcción y abandono, entendiéndose por esta última al término del proceso constructivo de las obras.

La mitigación de estos impactos no supone un costo adicional al presupuesto del proyecto, porque están incluidos en la Fase de CONSTRUCCIÓN siendo parte complementaria del desarrollo correcto de cada partida.

El proyecto es viable desde el punto de vista ambiental, económico, humano y sanitario, por lo que está enmarcado dentro de un desarrollo sostenible para la ciudad de Chota – Cajamarca.

11. RECOMENDACIONES

Respecto al manejo de lubricantes y aceites se deben tener en cuenta las siguientes recomendaciones:

- Se deberá capacitar al personal encargado.
- Se deberá utilizar los recipientes adecuados.
- Se deberá proteger el área donde se realizarán estos cambios y colocar letreros en zonas de peligro.


12. ANEXOS

- Matriz de identificación de impactos.

Tabla 68 Matriz de Identificación de Impactos

Estudio de impacto ambiental			Fase	Construcción						Operación y mantenimiento		
			Acciones impactantes	A) obras provisionales, trabajos preliminares, seguridad y salud	B) pavimentos (corte, nivelación, rellenos y apisonados y eliminación de material)	C) pavimentos (concreto hidráulico y colocación de adoquinado)	D) construcción de cunetas de concreto (excavación, elaboración de concreto)	E) señalización (pintura en pavimento y señales verticales)	F) accesorios(postes)	A) ocupación espacial	B) mantenimiento	
Matriz de evaluación												
Nivel cualitativo												
Factores ambientales afectados												
MEDIO FÍSICO	INERTE	1.- Aire	A)Calidad de Aire	•	•	•	•					
			b) Polvo y Humos	•	•	•	•	•				
			c) Nivel de Ruido	•	•	•	•		•			
		2.- Suelos	a)Relieve y Topografía		•	•	•					
			b) Contaminación	•	•	•	•			•		
			c)Capacidad Agrológica									
	3.- Agua	a) Aguas Superficiales										
		4.- Procesos	a) Drenaje Superficial									
	b) Compactación y Asiento		•	•	•							
	BIÓTICO	1. Flora	a) Cubierta Vegetal									
			b) Cultivos	•								
		2.- Fauna	a) Diversidad de Especies	•	•	•				•		
			b) Hábitats Faunísticos	•						•		
		3.- Procesos	a) Movilidad de Especies	•	•	•				•		
b) Pautas de Comportamiento			•	•	•				•			
PERCEPTUAL	1.- Paisaje intrínseco	a) Calidad Paisajística	•		•		•	•	•			
		2.- Intervisibilidad	a) Potencial de Vistas	•		•		•	•			
	b) Incidencia Visual		•		•		•	•				
	MEDIO SOCIO ECONÓMICO	POBLACIÓN	1.- Estructura de Ocupación	a) Empleo	•	•	•	•	•	•		•
2.- Sectores de actividad				a) Estilos de Vida							•	
			b) Salud y Seguridad							•	•	
			c) Calidad de Vida							•	•	

Anexo D. Especificaciones técnicas de las partidas de construcción del pavimento

 <p>UNIVERSIDAD NACIONAL AUTÓNOMA DE CHOTA ¡ UN SUEÑO HECHO REALIDAD !</p>	<p>ESPECIFICACIONES TÉCNICAS GENERALES DE LA CONSTRUCCIÓN</p>
--	--

02 PAVIMENTACIÓN

02.02 ESTRUCTURA DE PAVIMENTO RÍGIDO

02.02.01 PERFILADO Y COMPACTACION DE SUBRASANTE

Descripción

Esta partida consiste en la nivelación y compactación del terreno natural o subrasante para adecuarlo como soporte **del pavimento rígido**.

Materiales

Suelo existente

Agua para humedecimiento

Procedimiento de ejecución

Preparación del área: Limpieza del terreno de todo material vegetal y escombros.

Perfilado: Nivelación del terreno mediante maquinaria adecuada (motoniveladora).

Humedecimiento: Aplicación de agua para alcanzar el contenido óptimo de humedad.

Compactación: Compactación con rodillo vibratorio hasta alcanzar la densidad requerida según las especificaciones técnicas.

Medición

Se mide en metros cuadrados (m²) de área perfilada y compactada.

Base de pago

Será pagado de acuerdo al precio unitario por metro cuadrado (m²).

02.02.02 MEJORAMIENTO DE SUB RASANTE CON OVER E=0.30 M

Descripción

Este trabajo incluye la colocación de una capa de material granular (over) sobre la subrasante existente para mejorar sus características de soporte.

Materiales

- Material granular (over)

Procedimiento de ejecución

1. **Preparación de la subrasante:** Nivelación y compactación preliminar.
2. **Colocación de over:** Distribución uniforme del material granular en un espesor de 0.30 m.
3. **Humedecimiento:** Aplicación de agua si es necesario para la compactación.
4. **Compactación:** Compactación del material granular con equipo adecuado hasta alcanzar la densidad requerida.

Medición

Se mide en metros cuadrados (m²) del área mejorada con over de espesor 0.30 m.

Base de pago

Será pagado de acuerdo al precio unitario por metro cuadrado (m²).

02.02.03 CONFORMACION DE BASE GRANULAR E=0.25m

Descripción:

Los trabajos comprendidos en esta partida consisten en la ejecución de una capa de material granular que se colocará encima de la sub-rasante y de conformidad con los alineamientos, rasantes y secciones transversales indicadas en los planos.

Materiales:

El material deberá consistir de un suelo granular que en opinión del Supervisor llene los requisitos especificados en los planos, o en las disposiciones especiales. Se eliminarán a

mano toda piedra mayor de 2/3 del espesor de la capa a ser colocada o serán trituradas hasta obtener el tamaño máximo requerido.

El material para la sub base deberá ser de una calidad tal que puedan compactarse rápidamente y de acuerdo a los requisitos y especificaciones, deben ser del tipo A, B, C, D (ver Tabla N° 1, en base a requisitos de granulometría.)

Tampoco se permitirá terrones de arcilla plástica o material orgánico; el material deberá presentar en lo posible una granulometría lisa y continua bien gradada. Todos los materiales que no tengan buenas características se rechazarán.

○ **Características:**

El material deberá cumplir con las siguientes características físicas - químicas y mecánicas:

- ✓ Límite Líquido (ASTM-D-4318) : Máximo 25%
- ✓ Índice Plástico : Máximo 6%
- ✓ Equivalente de Arena (ASTM-D-2419): Máximo 30%
- ✓ Abrasión (ASTM-C-131): Máximo 50%

○ **Granulometría:**

El material cumplirá los requisitos de granulometría siguientes:

- ✓ Partículas chatas y alargadas (ASTM-D-4791): Máx. 25%
- ✓ Valor Relativo de Soporte C.B.R. 4 días inmersión en agua: Mínimo 80%
- ✓ Sales Solubles Totales: Máximo 1%
- ✓ Porcentajes de Compactación del Próctor Modificado: Mínimo 100%
- ✓ Variación del Contenido Óptimo de Humedad del Próctor Modificado: +/- 1.5%

Procedimiento de Ejecución:

○ **Colocación y Extendido:**

Todo material de la capa de base será colocado en una superficie debidamente preparada y será compactada en una capa de 20 cm de espesor final compactado.

El material colocado será esparcido en una capa uniforme y sin segregación del tamaño, hasta tal espesor suelto, teniendo en cuenta una tolerancia, que después de ser compactada tenga el espesor requerido. Se efectuará el extendido con equipo mecánico apropiado, o desde vehículos en movimiento, equipados de manera que sea esparcido en hilera, si el equipo así lo requiere. Cuando se necesite más de una capa se aplicará para cada una de ellas el procedimiento de construcción descrito.

- **Mezcla:**

Después de haberse esparcido el material, será completamente mezclado por medio de cuchilla en toda la profundidad de la capa, llevándola alternadamente hacia el centro y hacia la orilla de la calzada, con motoniveladora de cuchilla con un peso mínimo de 3 ton con cuchilla mínima de 2.5 m y una distancia entre ejes no menor de 4.5 m. Sin embargo, puede usarse mezcladoras móviles que serán aprobadas por el Supervisor.

Se regará el material durante la mezcla cuando sea necesario o cuando así lo ordene la Supervisión.

Cuando la mezcla esté uniforme será otra vez esparcida y perfilada hasta obtener la sección transversal que se muestra en los planos. La adición de agua puede efectuarse en planta o en campo siempre y cuando la humedad de compactación se encuentre entre los rangos establecidos.

- **Compactación:**

Inmediatamente después de terminada la distribución y el emparejamiento del material, cada capa de ésta deberá compactarse en su ancho total por medio de rodillos vibratorios lisos con un peso mínimo de 8 ton. Cada 400 m de material medido después de compactado deberá ser sometido a por lo menos una hora de rodillado continuo.

Dicho rodillado deberá progresar gradualmente desde los costados hacia el centro, en sentido paralelo al eje del camino y deberá continuar así hasta que toda la superficie haya recibido el tratamiento.

Cualquier irregularidad o depresión que surja durante la compactación deberá corregirse aflojando el material en estos sitios y agregando o quitando material hasta que la superficie resulte pareja y uniforme.

A lo largo de las curvas y en todos los sitios no accesibles al rodillo, el material de base deberá compactarse íntegramente mediante el empleo de apisonadores mecánicos.

El material será tratado con motoniveladora y rodillo, hasta que haya obtenido una superficie lisa y pareja.

La cantidad de cilindrado y apisonado arriba indicada se considerará mínima necesaria para obtener una compactación mínima adecuada.

Durante el proceso constructivo, el Supervisor deberá realizar ensayos de control de densidad de campo de acuerdo con el método ASTM-D-1556, efectuando una prueba cada 50 m conformados, en caso de que la densidad (del pasante del tamiz 2”) resulte inferior al 100% de la densidad máxima determinada en el Laboratorio en el ensayo ASTM-1557, el Contratista deberá volver a apisonar hasta obtener la densidad deseada.

Se pueden utilizar otros tipos de ensayos para determinar la densidad en obra, a efectos de un control adicional, después de que se hayan obtenido los valores de densidad.

- **Exigencias de Espesor:**

El espesor de la Sub-Base terminada no deberá diferir en más de 1.25 cm de lo indicado en los planos, inmediatamente después de la compactación final. El espesor deberá medirse en uno o más puntos cada 100 m (no mayor.) Las mediciones deberán hacerse por medio de las perforaciones de ensayo u otros métodos aprobados.

Los puntos de medición deberán ser seleccionados por el Supervisor en lugares tomados al azar, de tal manera que se evite una distribución regular de los mismos, a medida que la obra continúe sin desviación en cuanto a espesor, más allá de las tolerancias permitidas, el intervalo entre los ensayos podrá alargarse, a criterio del Supervisor llegando a un máximo de 300 m con ensayos ocasionales efectuados a distancias más cortas. Cuando una medición señale una variación del espesor registrado en los planos, mayor que la admitida por la tolerancia, se harán mediciones adicionales a distancias aproximadas de 10 m hasta que se compruebe que el espesor se encuentra dentro de los límites autorizados.

Cualquier zona que se desvíe de la tolerancia admitida deberá corregirse removiendo o agregando material según sea necesario, conformando y compactando luego dicha zona en forma específica. Las perforaciones de los agujeros para determinar el espesor y la operación de su relleno con materiales adecuadamente compactados, deberán efectuarse por parte del Contratista, bajo la vigilancia del Supervisor.

- **Requisitos de la Capa Superior:**

Cuando se efectúe el ensayo por medio de una plantilla de comprobación del coronamiento del camino, que tenga la forma del perfil tipo de obra previsto en los planos, y se aplique una regla de 3.00 m en ángulo recto y paralelo, respectivamente, al eje de la calzada, la separación entre la superficie y cada regla de ensayo entre cualquiera de los contactos efectuados con la superficie, no deberá exceder en ningún caso 1.25 cm para la plantilla de coronamiento o de 1.00 cm para la regla.

Medición:

El trabajo realizado, se medirá en metros cuadrados (m²) en su posición original, y totalmente terminado.

Base de Pago:

Los trabajos comprendidos en este ítem serán pagados al precio unitario de la partida

02.02.04 CONCRETO F'C=210 KG/CM2 PARA PAVIMENTO RÍGIDO

E=0.20M

Descripción

Esta partida incluye la colocación de una losa de concreto con resistencia de 210 kg/cm² y espesor de 0.20 m para pavimento rígido.

Materiales

- Concreto premezclado F'c=210 kg/cm²
- Agua
- Aditivos (si se requiere)

Procedimiento de ejecución

1. **Preparación de la sub base:** Verificación y limpieza de la superficie.
2. **Colocación de concreto:** Vertido y distribución uniforme del concreto.
3. **Vibrado:** Vibrado para eliminar vacíos y mejorar la compactación.
4. **Nivelación y acabado:** Alisado de la superficie del concreto.
5. **Curado:** Aplicación de métodos de curado para mantener la humedad y evitar fisuras.

Medición

Se mide en metros cuadrados (m²) de pavimento rígido de espesor 0.20 m.

Base de pago

Será pagado de acuerdo al precio unitario por metro cuadrado (m²).

02.02.05 ENCOFRADO Y DESENCOFRADO DE LOSA DE PAVIMENTO

Descripción

Esta partida se refiere a la instalación y remoción del encofrado utilizado para moldear la losa de pavimento.

Materiales

- Tableros de madera o metal
- Clavos y tornillos
- Desmoldante

Procedimiento de ejecución

1. **Instalación de encofrado:** Colocación y ajuste de tableros de encofrado en las dimensiones especificadas.
2. **Aseguramiento del encofrado:** Verificación de la estabilidad y alineación del encofrado.
3. **Aplicación de desmoldante:** Aplicación de desmoldante en las superficies del encofrado.
4. **Vertido de concreto:** Realización del vertido del concreto.
5. **Desencofrado:** Remoción del encofrado una vez que el concreto haya alcanzado la resistencia adecuada.

Medición

Se mide en metros cuadrados (m²) de área encofrada y desencofrada.

Base de pago

Será pagado de acuerdo al precio unitario por metro cuadrado (m²).

02.02.06 BARRAS DE AMARRE Ø 1/2" x 0.76 m @ 0.76 m EN JUNTAS LONGITUDINALES

Descripción

Incluye la instalación de barras de amarre en juntas longitudinales del pavimento.

Materiales

- Barras de acero Ø 1/2"

Procedimiento de ejecución

1. **Corte de barras:** Cortar las barras de acero a la longitud especificada (0.76 m).
2. **Colocación de barras:** Colocación de las barras en las juntas longitudinales con la separación especificada (0.76 m).
3. **Aseguramiento:** Asegurar las barras en su posición durante el vertido del concreto.

Medición

Se mide en kilogramos (kg) de barras de acero instaladas.

Base de pago

Será pagado de acuerdo al precio unitario por kilogramo (kg).

02.02.07 DOWELLS Ø 1" x 0.45 M @ 0.30 M

Descripción

Esta partida se refiere a la colocación de dowells en las juntas del pavimento para permitir el movimiento horizontal.

Materiales

- Barras de acero Ø 1"

Procedimiento de ejecución

1. **Corte de dowells:** Corte de las barras de acero a la longitud especificada (0.45 m).

2. **Colocación de dowells:** Instalación de los dowells en las juntas con la separación especificada (0.30 m).
3. **Alineación:** Asegurar que los dowells queden alineados correctamente para permitir el movimiento del pavimento.

Medición

Se mide en kilogramos (kg) de dowells instalados.

Base de pago

Será pagado de acuerdo al precio unitario por kilogramo (kg).

02.02.08 TUBERIA PVC 1 1/4" APOYO MOVIL EN JUNTAS TRANVERSALES

Descripción

Consiste en la instalación de tubería de PVC en las juntas transversales del pavimento para permitir movimientos controlados.

Materiales

- Tubería de PVC de 1 1/4"

Procedimiento de ejecución

1. **Corte de tubería:** Corte de la tubería de PVC a la longitud especificada.
2. **Colocación de tubería:** Instalación de la tubería en las juntas transversales.
3. **Aseguramiento:** Verificación de la correcta colocación para permitir el movimiento controlado.

Medición

Se mide en metros lineales (m) de tubería instalada.

Base de pago

Será pagado de acuerdo al precio unitario por metro lineal (m).

02.02.09 CANASTILLA PASAJUNTAS DE ACERO CORRUGADO DIAM. 1/4"

Descripción

Incluye la fabricación e instalación de canastillas pasajuntas de acero corrugado para reforzar las juntas del pavimento.

Materiales

- Acero corrugado Ø 1/4"

Procedimiento de ejecución

1. **Fabricación de canastillas:** Conformación de las canastillas con el acero corrugado.
2. **Instalación de canastillas:** Colocación de las canastillas en las juntas del pavimento.
3. **Aseguramiento:** Verificación de la correcta posición y fijación de las canastillas.

Medición

Se mide en kilogramos (kg) de canastillas instaladas.

Base de pago

Será pagado de acuerdo al precio unitario por kilogramo (kg).

02.02.10 JUNTA DE DILATACIÓN CON MEZCLA ASFÁLTICAS E=1"

Descripción: Instalación de juntas de dilatación con mezcla asfáltica de 1 pulgada de espesor para permitir la expansión y contracción del pavimento sin causar daños.

Materiales:

- Mezcla asfáltica específica para juntas.
- Separadores de juntas.

Procedimiento de ejecución:

1. **Preparación:** Se limpia la superficie donde se colocará la junta.

2. **Colocación de separadores:** Se instalan separadores de juntas a intervalos especificados.
3. **Aplicación de mezcla asfáltica:** Se aplica la mezcla asfáltica en la junta asegurándose de que tenga un espesor uniforme de 1 pulgada.
4. **Compactación:** Se compacta la mezcla asfáltica para asegurar su adherencia y durabilidad.

Medición: Se mide en metros lineales (m) de junta de dilatación instalada.

Base de pago: Se pagará según el precio unitario por metro lineal (m) de junta de dilatación instalada, de acuerdo al contrato.

02.02.11 JUNTA DE AISLAMIENTO CON MEZCLA ASFALTICAS E=3/4"

Descripción: Instalación de juntas de aislamiento con mezcla asfáltica de 3/4 de pulgada de espesor para separar el pavimento de otras estructuras y permitir el movimiento independiente.

Materiales:

- Mezcla asfáltica específica para juntas.
- Separadores de juntas.

Procedimiento de ejecución:

1. **Preparación:** Se limpia la superficie donde se colocará la junta.
2. **Colocación de separadores:** Se instalan separadores de juntas a intervalos especificados.
3. **Aplicación de mezcla asfáltica:** Se aplica la mezcla asfáltica en la junta asegurándose de que tenga un espesor uniforme de 3/4 de pulgada.
4. **Compactación:** Se compacta la mezcla asfáltica para asegurar su adherencia y durabilidad.

Medición: Se mide en metros lineales (m) de junta de aislamiento instalada.

Base de pago: Se pagará según el precio unitario por metro lineal (m) de junta de aislamiento instalada, de acuerdo al contrato.

02.02.12 ASERRADO INICIAL DE JUNTAS DE CONTRACCION E=3mm

Descripción: Aserrado inicial de juntas de contracción con un espesor de 3 mm en el pavimento para controlar el agrietamiento debido a la contracción del concreto.

Materiales:

- Sierra de corte con disco diamantado.

Procedimiento de ejecución:

1. **Marcado:** Se marca la ubicación de las juntas de contracción según las especificaciones del proyecto.
2. **Aserrado:** Se realiza el aserrado del pavimento a una profundidad y espesor de 3 mm utilizando una sierra de corte con disco diamantado.
3. **Limpieza:** Se limpia la junta cortada para eliminar restos de polvo y escombros.

Medición: Se mide en metros lineales (m) de junta de contracción aserrada.

Base de pago: Se pagará según el precio unitario por metro lineal (m) de junta de contracción aserrada, de acuerdo al contrato.

02.02.13 ASERRADO FINAL DE JUNTAS DE CONTRACCION E=6mm

Descripción: Aserrado final de juntas de contracción con un espesor de 6 mm para permitir el movimiento del pavimento sin causar agrietamientos.

Materiales:

- Sierra de corte con disco diamantado.

Procedimiento de ejecución:

1. **Marcado:** Se marca la ubicación de las juntas de contracción según las especificaciones del proyecto.

2. **Aserrado:** Se realiza el aserrado del pavimento a una profundidad y espesor de 6 mm utilizando una sierra de corte con disco diamantado.
3. **Limpieza:** Se limpia la junta cortada para eliminar restos de polvo y escombros.

Medición: Se mide en metros lineales (m) de junta de contracción aserrada.

Base de pago: Se pagará según el precio unitario por metro lineal (m) de junta de contracción aserrada, de acuerdo al contrato.

02.02.14 SELLADOR ELASTOMERICO EN JUNTA DE CONTRACCIÓN E=6mm

Descripción: Aplicación de sellador elastomérico en juntas de contracción de 6 mm para sellar las juntas y prevenir la entrada de agua y escombros.

Materiales:

- Sellador elastomérico.
- Pistola aplicadora de sellador.

Procedimiento de ejecución:

1. **Limpieza:** Se limpia la junta de contracción para asegurar que esté libre de polvo y escombros.
2. **Aplicación del sellador:** Se aplica el sellador elastomérico en la junta utilizando una pistola aplicadora, asegurándose de llenar completamente la junta.
3. **Alisado:** Se alisa la superficie del sellador para asegurar una aplicación uniforme y un buen acabado.

Medición: Se mide en metros lineales (m) de junta de contracción sellada.

Base de pago: Se pagará según el precio unitario por metro lineal (m) de junta de contracción sellada, de acuerdo al contrato.

02.02.15 CURADO DE CONCRETO CON ADITIVO

Descripción: Aplicación de un aditivo de curado sobre la superficie del concreto para evitar la pérdida rápida de humedad y asegurar un fraguado adecuado.

Materiales:

- Aditivo de curado.
- Pulverizador o equipo de aplicación adecuado.

Procedimiento de ejecución:

1. **Preparación:** Se limpia la superficie del concreto para eliminar cualquier impureza.
2. **Aplicación del aditivo:** Se aplica el aditivo de curado uniformemente sobre la superficie del concreto utilizando un pulverizador o equipo de aplicación adecuado.
3. **Verificación:** Se asegura que toda la superficie del concreto esté cubierta con el aditivo para garantizar un curado adecuado.

Medición: Se mide en metros cuadrados (m²) de superficie de concreto curada.

Base de pago: Se pagará según el precio unitario por metro cuadrado (m²) de superficie de concreto curada, de acuerdo al contrato.

Anexo E. Mejoramiento del suelo con Over



MEJORAMIENTO DEL SUELO CON OVER

DETERMINACIÓN DEL MÓDULO DE REACCIÓN EFECTIVO DE LA SUBRASANTE

1) METODO AASHTO

DATOS DEL SUELO DE FUNDACION: CBR = 2.58 %

Si CBR ≤ 10 $K = 2.55 + 52.5 \text{ LOG (CBR)}$ (Guzmán y Patiño, 2018, p.30)

Si CBR > 10 $K = 46 + 9.08 (\text{LOG (CBR)})^4.34$ (Guzmán y Patiño, 2018, p.30)

K = 24.16 Mpa/m

MODULO DE REACCION DE LA SUBRASANTE (K) = 24.16 Mpa/m

1.1.- Módulo de Reacción de la Subrasante (K)

Conocido también con el nombre de COEFICIENTE DE BALASTRO, expresa la resistencia del suelo de la subrasante a ser penetrado por efecto de la penetración de las losas.

Del ábaco: RELACION ENTRE EL VALOR DE SOPORTE DE CALIFORNIA C.B.R. Y EL MODULO DE REACCION DE LA SUBRASANTE K, tenemos que para un:

C.B.R. = 2.58 → K = 2.42 kg/cm³

Por efecto de la Subbase y Base Granular, el Coeficiente de Balastro, sufrirá una variación, la que será determinada en la Tabla siguiente:

VALOR K (Kg/cm ³)	VALOR DE K DE SUBRASANTE INCREMENTADA						
	10 cm	15 cm	20 cm	22.5 cm	25 cm	30 cm	35 cm
1.4	1.82	2.1	2.29	2.38	2.61	3.08	3.55
2.8	3.64	3.92	4.29	4.48	4.76	5.32	5.88
5.6	6.16	6.47	7.2	7.56	8.03	8.96	9.89
8.4	8.96	9.24	9.99	10.36	10.92	12.04	13.16

Considerando: Subbase e = 30 cm

Extrapolando tenemos

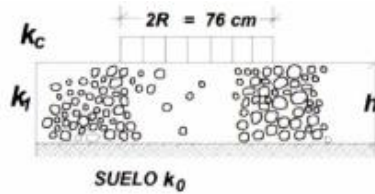
K (kg/cm ³)	e	=	0.3
1.40			3.08
2.42			K
2.80			5.32



MEJORAMIENTO DEL SUELO CON OVER

$$K = ((5.32 * (1.4 - 2.42) - 3.08 * (2.8 - 2.42)) / (1.4 - 2.8))$$

$$K = 4.71 \text{ Kg/cm}^3 \longrightarrow 46.99 \text{ Mpa/m}$$



$$K_c = [1 + (h/38)^2 \times (K_1/K_0)^{2/3}]^{0.5} \times K_0$$

- K1 (kg/cm³) : Coeficiente de reacción de la sub base granular
- KC (kg/cm³) : Coeficiente de reacción combinado
- K0 (kg/cm³) : Coeficiente de reacción de la subrasante
- h : Espesor de la subbase granular

Fuente: (MTC, 2014)

Manual de carreteras. Suelos, geología y geotecnia. Sección Suelos y pavimentos

$$K_c = \left[1 + (h/38)^2 \times (k_1/k_0)^{2/3} \right]^{0.5} \times k_0$$

Kc (kg/cm ³)=	4.71	≅	4.72	CUMPLE	
CBR (kg/cm ²)	Capacidad de soporte del Over				100.00
K1 (Mpa/m):	Coeficiente de reacción de la subbase granular				229.89
K1 (kg/cm ³):	Coeficiente de reacción de la subbase granular				23.04
Kc (Mpa/m):	Coeficiente de reacción combinado				46.99
Kc (kg/cm ³):	Coeficiente de reacción combinado				4.71
K0 (Mpa/m):	Coeficiente de reacción de la subrasante				24.16
K0 (kg/cm ³):	Coeficiente de reacción de la subrasante				2.42
h (cm):	Espesor de la subbase granular				30

Si CBR ≤ 10 Potencia(10;(K -2.55)/52.5)=CBR (Guzmán y Patiño, 2018, p.30)

Si CBR > 10 Potencia(10; Raíz((K-46) /9.08,4.34))= CBR (Guzmán y Patiño, 2018, p.30)

$$(K -2.55)/52.5 = 0.84648$$

$$CBR = 7.02 \%$$

Anexo F. Diseño del pavimento

Anexo F.1. Diseño del pavimento rígido



TESIS "EVALUACIÓN TÉCNICA Y ECONÓMICA DE LAS ALTERNATIVAS DE PAVIMENTACIÓN PARA EL JR. EXEQUIEL MONTOYA, UTILIZANDO EL MÉTODO ASSHTO-93, CHOTA - 2023"



DISEÑO DE PAVIMENTO RIGIDO METODO ASSHTO-93

PARÁMETROS DE DISEÑO

PERIODO DE DISEÑO	20 Años
TC. VEHICULOS DE PASAJEROS	1.57%
TC. VEHICULOS DE CARGA PBI	2.60%
TIPO DE VIA	CALLES URBANAS
FC DE CONCRETO	210 Kg/cm ²
CBR DE SUB-RASANTE	2.58%
CBR DE BASE	80.00%
CBR DE SUB BASE	40.00%
VEHÍCULO DE DISEÑO	Camión C2

VER TC DE CARGA (PBI)

VER CARGAS DE VEHICULOS

VARIABLES DE DISEÑO

CBR DE DISEÑO

CBR -100%	
CALICALA N° 1	2.60%
CALICALA N° 2	2.58%
CBR DE DISEÑO	2.58%

VARIABLES DE TIEMPO

Se considerará dos variables: periodo de analisis y vida util del pavimento.

para efectos de diseño se considera el periodo de vida útil, mientras que el periodo de analisis se utiliza para la comparación de alternativas de diseño, es decir, para el análisis económico del proyecto:

CLASIFICACION DE LA VIA	PERIODO DE ANALISIS
Urbana de alto volumen de tráfico	30 - 50
Rural de alto volumen de tráfico	20 - 50
Pavimentada de bajo volumen de tráfico	15 - 25
No pavimentada de bajo volumen de tráfico	10 - 20

TRÁNSITO

En el metodo AASHTO los pavimentos se proyectan para que estos resistan determinado número de cargas durante su vida útil. El transitio esta compuesto por vehículos de diferente peso y número de ejes que producen diferentes tensiones y deformaciones en el pavimento, lo cuál origina distintas fallas en éste. Para tener en cuentas esta diferencia, el tránsito se transforma a un número de cargas por eje simple equivalente de 18 kips (80 kN) ó ESAL (Equivalent Single Axle Load), de tal manera que el efecto dañino de cualquier eje pueda ser representado por un número de cargas por eje simple.

Relación de Cargas por Eje para determinar Ejes Equivalentes (EE) Para Pavimentos rígidos

Tipo de Eje	Eje Equivalente (EE8.2 tn)
Eje Simple de ruedas simples (EES1)	$EES1 = [P / 6.6]^{4.1}$
Eje Simple de ruedas dobles (EES2)	$EES2 = [P / 8.2]^{4.1}$
Eje Tandem (1 eje ruedas dobles + 1 eje rueda simple) (EETA1)	$EETA1 = [P / 13.0]^{4.1}$
Eje Tandem (2 ejes de ruedas dobles) (EETA2)	$EETA2 = [P / 13.3]^{4.1}$
Ejes Tridem (2 ejes ruedas dobles + 1 eje rueda simple) (EETR1)	$EETR1 = [P / 16.6]^{4.0}$
Ejes Tridem (3 ejes de ruedas dobles) (EETR2)	$EETR2 = [P / 17.5]^{4.0}$

Fuente: Elaboración Propia, en base a correlaciones con los valores de las Tablas del apéndice D de la Guía AASHTO'93

Calculo de cargas por eje según tipos de vehiculos

TIPO DE VEHÍCULOS	CARGA DE EJE DELANTERO	CARGA DE EJE POSTERIOR 1	CARGA DE EJE POSTERIOR 2	FC EJE 1	FC EJE 2	FC EJE 3	TOTAL Fvp
vehiculos menores	1.00 Tn	1.00 Tn		0.00087			0.001
camion de dos ejes c2	7.00 Tn	10.00 Tn		1.273	2.256		3.529
omnibus de pasajeros b2	7.00 Tn	10.00 Tn		1.273	2.256		3.529
omnibus de pasajeros b3-1	7.00 Tn	16.00 Tn		1.273	2.343		3.616
camion de carga tres ejes c3	7.00 Tn	18.00 Tn		1.273	3.458		4.731



DISEÑO DE PAVIMENTO RIGIDO METODO ASHHTO-93

Factores de Distribución Direccional y de Carril para determinar el Tránsito en el Carril de diseño

Nº DE CALZADAS	Nº DE SENTIDOS	Nº DE CARRILES POR SENTIDO	FD	FC
1 calzada (para IMDa total de la calzada)	1.00	1.00	1.00	1.00
	1.00	2.00	1.00	0.80
	1.00	3.00	1.00	0.60
	1.00	4.00	1.00	0.50
	2.00	1.00	0.50	1.00
	2.00	2.00	0.50	0.80
2 calzadas con separador central (para IMDa total de las dos calzadas)	2.00	1.00	0.50	1.00
	2.00	2.00	0.50	0.80
	2.00	3.00	0.50	0.60
	2.00	4.00	0.50	0.50

Fuente: Elaboración Propia, en base a datos de la Guía AASHTO'93

El Ingeniero Responsable para los pavimentos flexibles y semirrígidos tomará en cuenta, para el cálculo de EE, un factor de ajuste por presión de neumáticos, de tal manera de computar el efecto adicional de deterioro que producen las presiones de los neumáticos sobre el pavimento flexible o semirrígido. Para el caso de afirmados y pavimentos rígidos el factor de ajuste por presión de neumáticos será igual 1.0.

Para el cálculo del Número de Repeticiones de Ejes Equivalentes de 8.2 tn, en el periodo de diseño, se usará la siguiente expresión por tipo de vehículo; el resultado final será la sumatoria de los diferentes tipos de vehículos pesados considerados: de diseño, se usará la siguiente expresión por tipo de vehículo; el resultado final será la Para el cálculo del Número de Repeticiones de Ejes Equivalentes de 8.2 tn, en el periodo sumatoria de los diferentes tipos de vehículos pesados considerados:

$$N_{rep} \text{ de EE}_{8.2 \text{ tn}} = \sum [EE_{\text{día-carril}} \times F_{ca} \times 365]$$

EE_{día-carril} = Ejes Equivalentes por cada tipo de vehículo pesado, por día para el carril de diseño. Resulta del IMD por cada tipo de vehículo pesado, por el Factor Direccional, por el Factor Carril de diseño, por el Factor Vehículo Pesado del tipo seleccionado y por el Factor de Presión de neumáticos.

Para cada tipo de vehículo pesado, se aplica la siguiente relación:

$$EE_{\text{día-carril}} = IMD_{pi} \times F_d \times F_c \times F_{vpi} \times F_{pi}$$

TIPO DE VEHÍCULOS	IMDa	FD	FC	FVP	FP	Edía-carril
vehiculos menores	1048.00	0.50	1.00	0.001	1.00	0.46
camion de dos ejes c2	51.00	0.50	1.00	3.529	1.00	89.99
omnibus de pasajeros b2	28.00	0.50	1.00	3.529	1.00	49.41
omnibus de pasajeros b3-1	0.00	0.50	1.00	3.616	1.00	0
camion de carga tres ejes c3	21.00	0.50	1.00	4.731	1.00	49.68

Calculo de las tasas de crecimiento según periodo de diseño

La tasa anual de crecimiento del tránsito se define en correlación con la dinámica de crecimiento socio-económico. Normalmente se asocia la tasa de crecimiento del tránsito de vehículos de pasajeros con la tasa anual de crecimiento poblacional; y la tasa de crecimiento del tránsito de vehículos de carga con la tasa anual del crecimiento de la economía expresada como el Producto Bruto Interno (PBI).

Normalmente las tasas de crecimiento del tráfico varían entre 2% y 6%.



TESIS "EVALUACIÓN TÉCNICA Y ECONÓMICA DE LAS ALTERNATIVAS DE PAVIMENTACIÓN PARA EL JR. EXEQUIEL MONTOYA, UTILIZANDO EL MÉTODO ASSHTO-93, CHOTA - 2023"



DISEÑO DE PAVIMENTO RIGIDO METODO ASHTO-93

Factores de Crecimiento Acumulado (Fca)
Para el Cálculo de Número de Repeticiones de EE

CALCULO DE LA TASA DE CRECIMIENTO ANUAL PARA VEHÍCULOS DE PASAJEROS

PERÍODO DE DISEÑO EN AÑOS	TASA DE CRECIMIENTO ANUAL			
	PORCENTAJE (r)			
(n)	1.57 %	4.00 %	5.00 %	10.00 %
1	1.00	1.00	1.00	1.00
2	2.02	2.04	2.05	2.10
3	3.05	3.12	3.15	3.31
4	4.10	4.25	4.31	4.64
5	5.16	5.42	5.53	6.11
6	6.24	6.63	6.80	7.72
7	7.34	7.90	8.14	9.49
8	8.45	9.21	9.55	11.44
9	9.59	10.58	11.03	13.58
10	10.74	12.01	12.58	15.94
15	16.77	20.02	21.58	31.77
20	23.29	29.78	33.07	57.27
25	30.33	41.65	47.73	98.35
30	37.95	56.08	66.44	164.49
50	75.10	152.67	209.35	1163.91

Fuente: Tabla D-20 AASHTO Guide for Design of Pavement Structures 1993

CALCULO DE LA TASA DE CRECIMIENTO ANUAL PARA VEHÍCULOS DE CARGA

PERÍODO DE DISEÑO EN AÑOS	TASA DE CRECIMIENTO ANUAL			
	PORCENTAJE (r)			
(n)	2.60 %	4.00 %	5.00 %	10.00 %
1	1.00	1.00	1.00	1.00
2	2.03	2.01	2.03	2.03
3	3.08	3.06	3.08	3.08
4	4.16	4.19	4.16	4.16
5	5.27	5.43	5.27	5.27
6	6.40	6.85	6.40	6.40
7	7.57	8.50	7.57	7.57
8	8.77	10.47	8.77	8.77
9	10.00	12.90	10.00	10.00
10	11.25	15.94	11.25	11.25
15	18.06	35.10	18.06	18.06
20	25.80	147.69	25.80	25.80
25	34.60	1199.49	34.60	34.60
30	44.61	21489.05	44.61	44.61
50	100.34	229342254.98	100.34	100.34

Fuente: Tabla D-20 AASHTO Guide for Design of Pavement Structures 1993

TIPO DE VEHÍCULOS	IMDa	EE _{dia-carril}	FCA	DIAS POR AÑO	PARCIAL
vehículos menores	1048.00	0.46	23.29	365	3910.0
camion de dos ejes c2	51.00	89.99	25.80	365	847436.0
omnibus de pasajeros b2	28.00	49.41	23.29	365	420027.0
omnibus de pasajeros b3-1	0.00	0	23.29	365	0.0
camion de carga tres ejes c3	21.00	49.68	25.80	365	467837.0
				Nrep de EE 8.2 ton	1739210



DISEÑO DE PAVIMENTO RIGIDO METODO ASHHTO-93

Número de Repeticiones Acumuladas de Ejes Equivalentes de 8.2t, en el Carril de Diseño Para Pavimentos Flexibles, Semi-rígidos y Rígidos

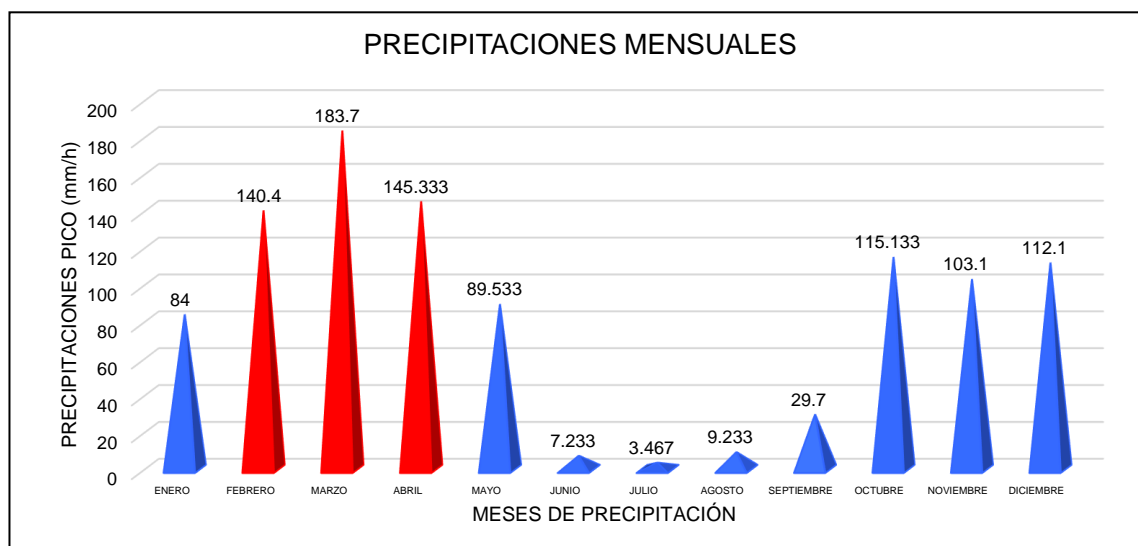
CATEGORIA	RANGO DE TRÁFICO PESADO EXPRESADO EN EE		TIPO DE TRÁFICO EXPRESADO EN EE
BAJO VOLUMEN DE TRÁNSITO DE 150,001 A 1'000,000 EE	De 150001	A 300000	TP1
	De 300001	A 500000	TP2
	De 500001	A 750000	TP3
	De 750001	A 1000000	TP4
CAMINOS QUE TIENEN UN TRAFICO COMPRENDIDO ENTRE 1'000,000 Y 30'000,000 EE	De 1000001	A 1500000	TP5
	De 1500001	A 3000000	TP6
	De 3000001	A 5000000	TP7
	De 5000001	A 7500000	TP8
	De 7500001	A 10000000	TP9
	De 10000001	A 12500000	TP10
	De 12500001	A 15000000	TP11
	De 15000001	A 20000000	TP12
	De 20000001	A 25000000	TP13
	De 25000001	A 30000000	TP14

Fuente: Elaboración Propia

EL CLIMA

Dos son los factores considerados en esta sección de Suelos y Pavimentos del Manual, que influyen en el diseño y comportamiento del pavimento: la temperatura y las precipitaciones de lluvia o sus similares como son las precipitaciones de nevadas escasas. En el territorio peruano se distinguen tres Regiones Naturales: la Costa de clima mediatizado y sin lluvias, la Sierra de temperaturas más marcadas en mínimos y máximos con lluvias moderadas; y la Selva, de naturaleza tropical con temperaturas bastante altas y lluvias muy fuertes. Una subregión en la costa norte es calurosa por ser parte de la zona ecuatorial y en el caso peruano con esporádicas presencias de lluvias tropicales cuando se presenta el Fenómeno del Niño.

PRECIPITACIÓN PROMEDIO ESTACION DE CHOTA



Fuente: Elaboración Propia con referencia de SENAMHI DE CHOTA - LAJAS

DIAS LLUVIOSOS

AÑO	FEBRERO	MARZO	ABRIL
2017	8	4	9
2018	3	4	7
2019	9	6	8

PROMEDIO	6
MESES	3
ANUAL	365
%	4.93%



DISEÑO DE PAVIMENTO RIGIDO METODO ASHHTO-93

COEFICIENTE DE DRENAJE (C_d)

El proceso mediante el cual el agua de infiltración superficial o agua de filtración subterránea es removida de los suelos y rocas por medios naturales o artificiales, se llama drenaje. El drenaje es uno de los factores más importantes en el diseño de pavimentos.

C_d	Tiempo transcurrido para que el suelo libere el 50% de su agua libre	Porcentaje de tiempo en que la estructura del pavimento esta expuesto a niveles de humedad cercanas a la saturación			
		< 1%	1 - 5%	5 - 25%	>25%
CALIFICACIÓN					
EXCELENTE	2 horas	1.25 - 1.20	1.20 - 1.15	1.15 - 1.10	1.10
BUENO	1 día	1.20 - 1.15	1.15 - 1.10	1.10 - 1.00	1.00
REGULAR	1 semana	1.15 - 1.10	1.10 - 1.00	1.00 - 0.90	0.90
MALO	1 mes	1.10 - 1.00	1.00 - 0.90	0.90 - 0.80	0.80
MUY MALO	Nunca	1.00 - 0.90	0.90 - 0.80	0.80 - 0.70	0.70

FACTOR DE CONFIABILIDAD (R)

Tiene que ver con el uso esperado de la carretera. Así, para carreteras principales el nivel de confiabilidad es alto, ya que un subdimensionamiento del espesor del pavimento traerá como consecuencia que éste alcance los niveles mínimos de serviciabilidad antes de lo previsto, debido al rápido deterioro que experimentará la estructura. En la siguiente tabla se dan niveles de confiabilidad aconsejados por la AASHTO.

TIPO DE TRÁFICO EXPRESADO EN EE	RANGO DE TRÁFICO PESADO EXPRESADO EN EE		NIVEL DE CONFIABILIDAD
TP1	De 150001	A 300000	70%
TP2	De 300001	A 500000	75%
TP3	De 500001	A 750000	80%
TP4	De 750001	A 1000000	80%
TP5	De 1000001	A 1500000	85%
TP6	De 1500001	A 3000000	85%
TP7	De 3000001	A 5000000	85%
TP8	De 5000001	A 7500000	90%
TP9	De 7500001	A 10000000	90%
TP10	De 10000001	A 12500000	90%
TP11	De 12500001	A 15000000	90%
TP12	De 15000001	A 20000000	90%
TP13	De 20000001	A 25000000	90%
TP14	De 25000001	A 30000000	90%

Fuente: Elaboración Propia, en base a datos de la Guía AASHTO'93

PROBABILIDAD (Z_R)

Es el valor "Z" (Área bajo la curva de distribución normal correspondiente a la curva estandarizada para una confiabilidad "R")

$$Z_R = -1.0364$$

DESVIACIÓN ESTANDAR (S_o)

La desviación estándar es la desviación de la población de valores obtenidos por AASHTO que involucra la variabilidad inherente a los materiales y a su proceso constructivo. En la siguiente tabla se muestran valores para la desviación estándar.

CONDICION DE DISEÑO	DESVIACIÓN ESTANDAR	
	PAV. RÍGIDO	PAV. FLEXIBLE
Variación en la predicción del comportamiento del pavimento sin errores en el tránsito.	0.30	0.40
Variación en la predicción del comportamiento del pavimento con errores en el tránsito.	0.40	0.50

Fuente: Elaboración Propia, en base a datos de la Guía AASHTO'93

El rango típico sugerido por AASHTO esta comprendido entre $0.30 < S_o < 0.40$, en el presente Manual se recomienda un $S_o = 0.35$.



DISEÑO DE PAVIMENTO RIGIDO METODO ASHHTO-93

Índice de Serviciabilidad Inicial (Pi)
 Índice de Serviciabilidad Final o Terminal (Pt)
 Diferencial de Serviciabilidad
 Según Rango de Tráfico

TIPO DE TRÁFICO EXPRESADO EN EE	RANGO DE TRÁFICO PESADO EXPRESADO EN EE		INDICE DE SERVICIABILIDAD INICIAL (PI)	INDICE DE SERVICIABILIDAD FINAL O TERMINAL (PT)
TP1	De 150001	A 300000	4.10	2.00
TP2	De 300001	A 500000	4.10	2.00
TP3	De 500001	A 750000	4.10	2.00
TP4	De 750001	A 1000000	4.10	2.00
TP5	De 1000001	A 1500000	4.30	2.50
TP6	De 1500001	A 3000000	4.30	2.50
TP7	De 3000001	A 5000000	4.30	2.50
TP8	De 5000001	A 7500000	4.30	2.50
TP9	De 7500001	A 10000000	4.30	2.50
TP10	De 10000001	A 12500000	4.30	2.50
TP11	De 12500001	A 15000000	4.30	2.50
TP12	De 15000001	A 20000000	4.50	3.00
TP13	De 20000001	A 25000000	4.50	3.00
TP14	De 25000001	A 30000000	4.50	3.00

Fuente: Elaboración Propia, en base a datos de la Guía AASHTO'93

Δ PSI	1.80
--------------	------

MODULO DE REACCION DE LA SUBRASANTE (k)

Mejoramiento de la subrasante

En el Manual de suelos, geología, geotecnia y pavimento se especifica que el CBR del suelo para obras viales no debe tener un CBR menor a 6%, por lo que se optó por realizar el mejoramiento de este con Over, se ha planteado el mejoramiento con 35 cm de over obteniendo un CBR de 8.89%, de acuerdo al anexo respectivo de cálculo.

CBR DE DISEÑO

CBR -100%	
CBR inicial	2.58%
Over (altura)	30 cm
CBR DE DISEÑO	7.02%

Nota: para mayor detalle ver anexo acerca de mejoramiento del suelo.

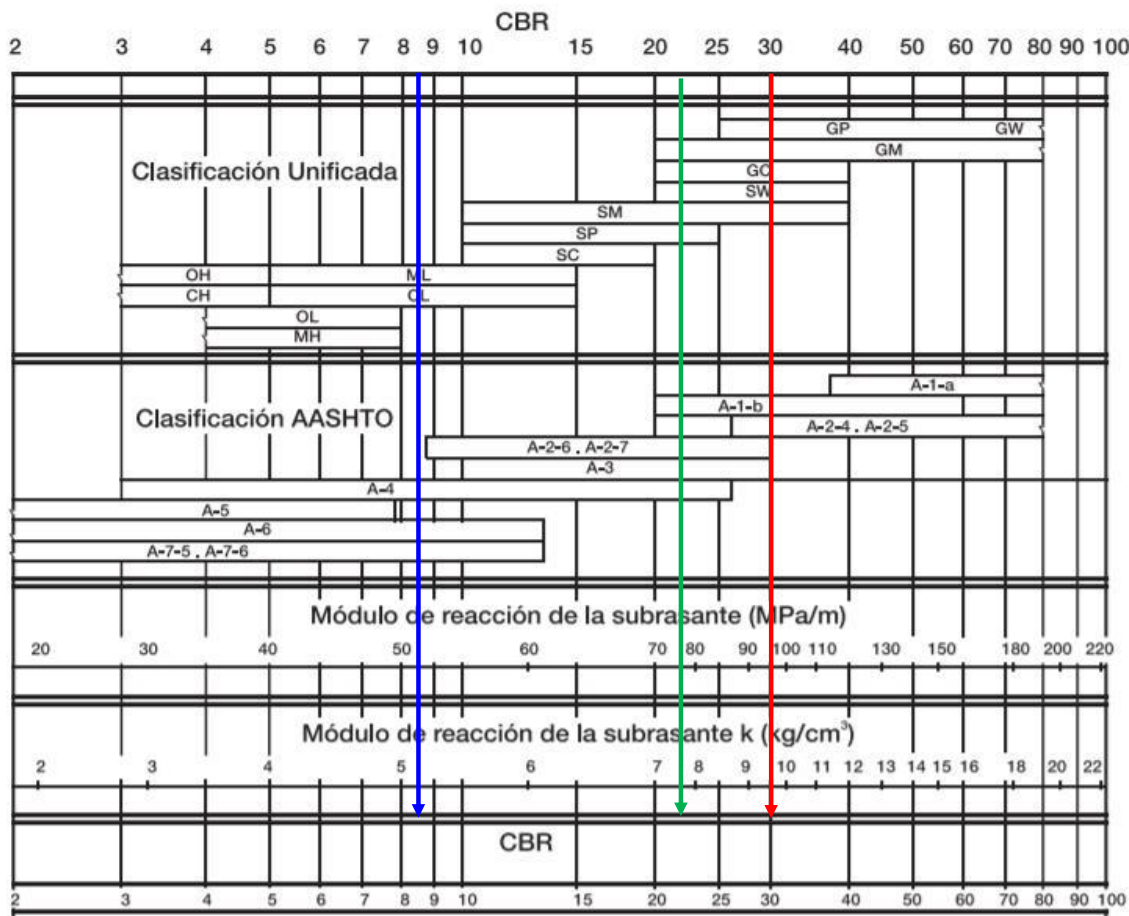
El suelo y el efecto de las capas de apoyo (Kc)

El parámetro que caracteriza al tipo de subrasante es el módulo de reacción de la subrasante (K). Adicionalmente se contempla una mejora en el nivel de soporte de la subrasante con la colocación de capas intermedias granulares o tratadas, efecto que mejora las condiciones de apoyo y puede llegar a reducir el espesor calculado de concreto. Esta mejora se introduce con el módulo de reacción combinado (Kc). El ensayo para determinar el módulo de reacción de la subrasante, llamado también ensayo de placa, tiene por objetivo determinar la presión que se debe ejercer para lograr una cierta deformación, que para este caso es de 13 mm. El ensayo está normado en ASTM D – 1196 y AASHTO T – 222. Las unidades de K son Mpa / m. No obstante, para el presente Manual se utilizará la alternativa que da AASHTO de utilizar correlaciones directas que permiten obtener el coeficiente de reacción k en función de la clasificación de suelos y el CBR; para el efecto se presenta la siguiente figura.



DISEÑO DE PAVIMENTO RIGIDO METODO ASSHTO-93

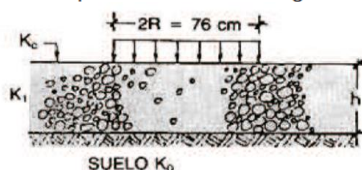
Correlación CBR y Módulo de Reacción de la Subrasante



Correlación aproximada entre la clasificación de los suelos y los diferentes ensayos
Manual Portland Cement Association: Subgrades and subbases for concrete pavements-Skokie. PCA 1971

$$K_C = [1 + (h/38)^2 \times (K_1/K_0)^{2/3}]^{0.5} \times K_0$$

- K1 (kg/cm³) : Coeficiente de reacción de la sub base granular
- KC (kg/cm³) : Coeficiente de reacción combinado
- K0 (kg/cm³) : Coeficiente de reacción de la subrasante
- h : Espesor de la subbase granular



C.B.R. = 2.580% ---> K = 2.42

Por efecto de la Base Granular, el Coeficiente de Balastro, sufrirá una variación, la que será determinada en la Tabla siguiente:

VALOR K (Kg/cm³)	VALOR DE K DE SUBRASANTE INCREMENTADA					
	10	15	20	22.5	30	35
1.4	1.82	2.1	2.29	2.38	3.08	3.55
2.8	3.64	3.92	4.29	4.48	5.32	5.88
5.6	6.16	6.47	7.2	7.56	8.96	9.89
8.4	8.96	9.24	9.99	10.36	12.04	13.16

Considerando:

Mejoramiento
Interpolando tenemos:

e= 30.00 cm

1.4	3.08
2.42	K
2.8	5.32



DISEÑO DE PAVIMENTO RIGIDO METODO ASSHTO-93

$$K = ((5.32 * (1.4 - 2.42)) - 3.08 * (2.8 - 2.42)) / (1.4 - 2.8)$$

$$K = 4.710 \text{ Kg/cm}^3$$

$$\text{C.B.R.} = 2.580\% \rightarrow K = 4.710$$

Por efecto de la Base Granular, el Coeficiente de Balastro, sufrirá una variación, la que será determinada en la Tabla siguiente:

VALOR K (Kg/cm ³)	VALOR DE K DE SUBRASANTE INCREMENTADA				
	10	15	20	22.5	30
1.4	1.82	2.1	2.29	2.38	3.08
2.8	3.64	3.92	4.29	4.48	5.32
5.6	6.16	6.47	7.2	7.56	8.96
8.4	8.96	9.24	9.99	10.36	12.04

Considerando:

Sub base
Interpolando tenemos:

$$e = 20.00 \text{ cm}$$

2.8	4.29
4.710	K
5.6	7.2

$$K = ((7.2 * (2.8 - 4.71)) - 4.29 * (5.6 - 4.71)) / (2.8 - 5.6)$$

$$K = 6.280 \text{ Kg/cm}^3$$

RANGO DE TRÁFICO PESADO EXPRESADO EN EE	ENSAYO NORMA	REQUERIMIENTO (CBR MÍN)
<15000000	MTC E 132	40.00%
>15000000	MTC E 132	60.00%

DESCRIPC	COEF.	MÓDULO CBR (100%)	k (kg/cm ³)	k (Mpa)
COEF. COMB.	KC	13.96%	6.28	62.80
COEF. SUBRASANTE	K0	7.02%	4.71	47.10
COEF. BASE	K1	100.00%	23.04	230.40

CÁLCULO DEL ESPESOR (H) DE LA BASE

H	KC (Nominal)	KC (Calculado)
20 cm	6.28 kg/cm ³	6.32 kg/cm ³

VALOR ASUMIDO PARA BASE $e = 0.20\text{m}$

MÓDULO DE ROTURA DEL CONCRETO

Es un parámetro muy importante como variable de entrada para el diseño de pavimentos rígidos, ya que va a controlar el agrietamiento por fatiga del pavimento, originado por las cargas repetitivas de camiones. Se le conoce también como resistencia a la tracción del concreto por flexión.

Estimación a través de la resistencia a la compresión del concreto

De acuerdo al número de ejes equivalentes, la resistencia del concreto será: **210 kg/cm²**

$$M_R = a(f'_c)^{0.5}, \quad 1.99 < a < 3.18$$

$$M_R = 36.2 \text{ kg/cm}^2 = 3.55 \text{ MPa}$$



DISEÑO DE PAVIMENTO RIGIDO METODO ASSHTO-93

MÓDULO DE ELASTICIDAD DEL CONCRETO (E_c)

Es un parámetro que indica la rigidez y la capacidad de distribuir cargas que tiene una losa de pavimento. Es la relación entre la tensión y la deformación. Las deflexiones, curvaturas y tensiones están directamente relacionadas con el módulo de elasticidad del concreto. En los pavimentos de concreto armado continuo, el módulo de elasticidad junto con el coeficiente de expansión térmica y el de contracción del concreto, son los que rigen el estado de tensiones en la armadura. Para concreto de peso normal, el Instituto del Concreto Americano sugirió:

$$f'_c = 210 \text{ kg/cm}^2 = 2981 \text{ psi}$$

$$E_c = 57000(f'_c)^{0.5} = 3112116 \text{ psi} = 21457 \text{ Mpa}$$

MÓDULO DE TRANSFERENCIA DE CARGA (J)

Las cargas de tránsito deben ser transmitidas de una manera eficiente de una losa a la siguiente para minimizar las deflexiones en las juntas. Las deflexiones excesivas producen bombeo de la subbase y posteriormente rotura de la losa de concreto.

TIPO DE BERMA	MÓDULO DE TRANSFERENCIA DE CARGA			
	GRANUAR O ASFALTICA		CONCRETO HIDRÁULICO	
VALORES J	CON PASADORE	SIN PASADORES	CON PASADORE	SIN PASADORES
	2.7	3.8-4.4	2.80	3.80

Fuente: Elaboración Propia, en base a datos de la Guía AASHTO'93

CÁLCULO DEL ESPESOR DE PAVIMENTO

$$\log_{10} W_{82} = Z_R S_o + 7.35 \log_{10}(D - 25.4) - 10.39 + \frac{\log_{10} \left(\frac{\Delta PSI}{4.5 - 1.5} \right)}{1 + \frac{1.25(10^{19})}{(D + 25.4)^{8.46}}} + (4.22 - 0.32 P_t) * \log_{10} \left(\frac{M_r C_d (0.09 D^{0.75} - 1.132)}{1.51 * J \left(0.09 D^{0.75} - \frac{7.38}{\left(\frac{E_c}{K} \right)^{0.25}} \right)} \right)$$

W82 = Tránsito estimado para el periodo de vida util en ejes equivalentes (ESALs)

ZR = factor de desviación normal (ZR)

So = Desviación Estandar de todas las variables

Δ PSI = Pérdida de serviciabilidad prevista en el diseño

Pt = serviciabilidad final

Mr = Módulo de rotura del concreto (psi)

J = Coeficiente de transferencia de cargas

Cd = Coeficiente de drenaje

Ec = Módulo de elasticidad del concreto (Mpa)

Kc = Módulo efectivo de reacción de la subrasante (Mpa/m)

W82 = 1739210 Tn

ZR = -1.0364

So = 0.35

Δ PSI = 1.80

Pt = 2.50

Mr = 3.55 Mpa

J = 2.8

Cd = 1.0

Ec = 21457.30 Mpa

Kc = 62.8 Mpa

6.24

-0.36

6.6

Asumimos

D = Espesor de Pavimento en mm

200.0

$$\log_{10} W_{82} = Z_R S_o + 7.35 \log_{10}(D + 25.4) - 10.39 + \frac{\log_{10} \left(\frac{\Delta PSI}{4.5 - 1.5} \right)}{1 + \frac{1.25(10^{19})}{(D + 25.4)^{8.46}}} + (4.22 - 0.32 P_t) * \log_{10} \left(\frac{M_r C_d (0.09 D^{0.75} - 1.132)}{1.51 * J \left(0.09 D^{0.75} - \frac{7.38}{\left(\frac{E_c}{K} \right)^{0.25}} \right)} \right)$$

$$6.240352 = 6.541 - 0.19204191 + 3.42 \times 0.0875635$$

$$6.240352 = 6.541 - 0.19204191 + 0.299467279$$

$$6.240352 = 6.64888$$



TESIS "EVALUACIÓN TÉCNICA Y ECONÓMICA DE LAS ALTERNATIVAS DE PAVIMENTACIÓN PARA EL JR. EXEQUIEL MONTOYA, UTILIZANDO EL MÉTODO ASSHTO-93, CHOTA - 2023"

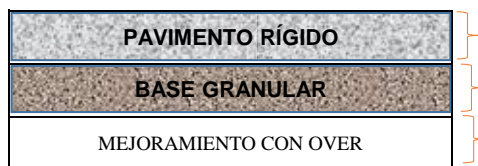


DISEÑO DE PAVIMENTO RIGIDO METODO ASHHTO-93

APLICANDO Y RESOLVIENDO LA FORMULA DE ASSHTO-93 PARA EL CALCULO DE ESPESOR DE PAVIMENTO SE TIENE:

ESPESOR	N18 NOMINAL	N18 CALCULADO
200.00 mm	6.240	6.649

DETALLE DE PAVIMENTO



SE CONSIDERA

0.200 m

0.20m

0.30 m



DETERMINACIÓN DEL MÓDULO DE REACCIÓN EFECTIVO DE LA SUBRASANTE

2) METODO AASHTO

DATOS DEL SUELO DE FUNDACION: CBR = 7.02 %

Si CBR <= 10 K = 2.55 + 52.5 LOG (CBR) (Guzmán y Patiño, 2018, p.30)

Si CBR > 10 K = 46 + 9.08 (LOG (CBR))^4.34 (Guzmán y Patiño, 2018, p.30)

K = 46.98 Mpa/m

MODULO DE REACCION DE LA SUBRASANTE (K) = 46.98 Mpa/m

2.1.- Módulo de Reacción de la Subrasante (K)

Conocido también con el nombre de COEFICIENTE DE BALASTRO, expresa la resistencia del suelo de la subrasante a ser penetrado por efecto de la penetración de las losas.

Del ábaco: RELACION ENTRE EL VALOR DE SOPORTE DE CALIFORNIA C.B.R. Y EL MODULO DE REACCION DE LA SUBRASANTE K, tenemos que para un:

$$C.B.R. = 7.02 \rightarrow K = 4.71 \text{ kg/cm}^3$$

Por efecto de la Subbase y Base Granular, el Coeficiente de Balastro, sufrirá una variación, la que será determinada en la Tabla siguiente:

VALOR K (Kg/cm³)	VALOR DE K DE SUBRASANTE INCREMENTADA				
	10 cm	15 cm	20 cm	22.5 cm	30 cm
1.4	1.82	2.1	2.29	2.38	3.08
2.8	3.64	3.92	4.29	4.48	5.32
5.6	6.16	6.47	7.2	7.56	8.96
8.4	8.96	9.24	9.99	10.36	12.04

Considerando: Subbase e = 20 cm

Extrapolando tenemos

K (kg/cm³)	e	=	0.2
2.80			4.29
4.71			K
5.60			7.2

$$K = ((7.2 * (2.8 - 4.71) - 4.29 * (5.6 - 4.71)) / (2.8 - 5.6))$$

$$K = 6.28 \text{ Kg/cm}^3 \rightarrow 62.65 \text{ Mpa/m}$$

$$K_c = \left[1 + \left(\frac{h}{38} \right)^2 \times \left(\frac{k_1}{k_0} \right)^{2/3} \right]^{0.5} \times k_0$$

$$K_c \text{ (kg/cm}^3\text{)} = 6.28 \cong 6.32 \text{ CUMPLE}$$

CBR (kg/cm²) Capacidad de soporte de la base 100.00

K1 (Mpa/m): Coeficiente de reacción de la base granular 229.89

K1 (kg/cm³): Coeficiente de reacción de la base granular 23.04

Kc (Mpa/m): Coeficiente de reacción combinado 62.65

Kc (kg/cm³): Coeficiente de reacción combinado 6.28

K0 (Mpa/m): Coeficiente de reacción de la subrasante 46.98

K0 (kg/cm³): Coeficiente de reacción de la subrasante 4.71

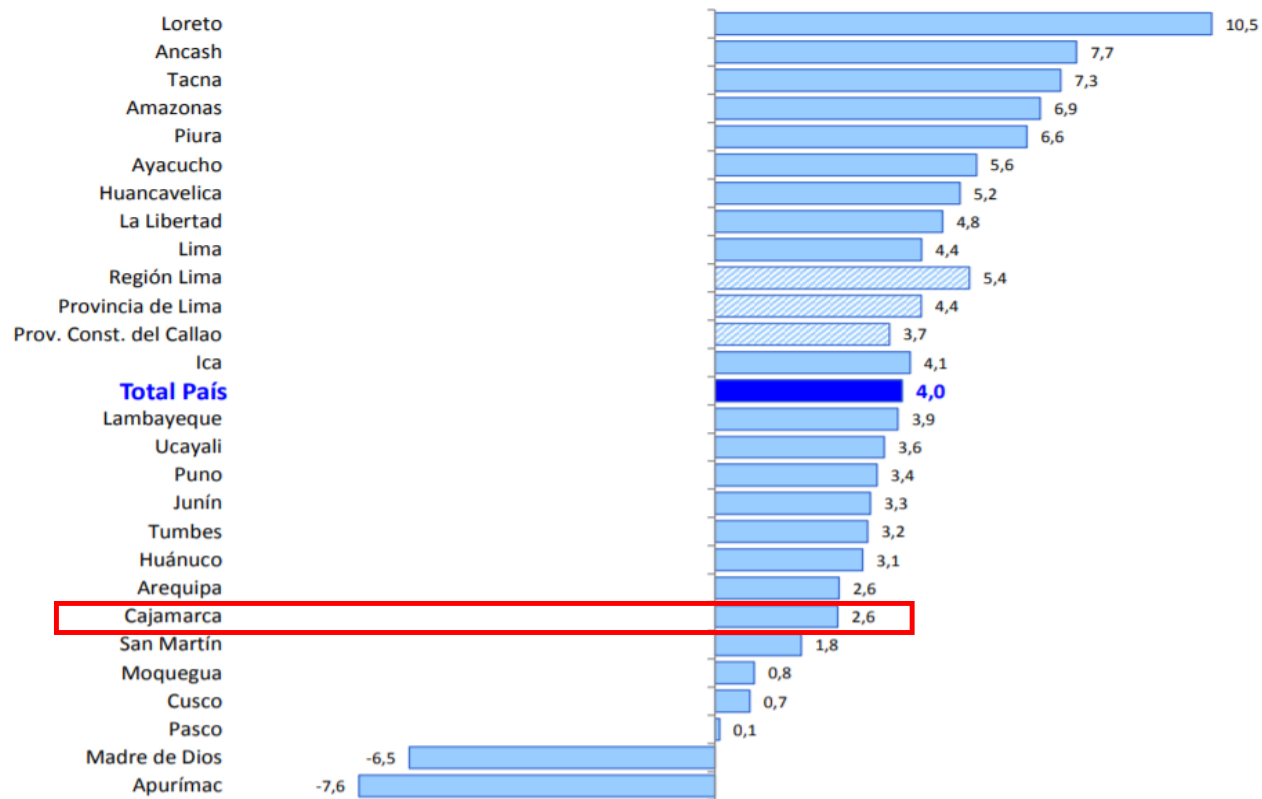
h (cm): Espesor de la subbase granular 20

$$(K - 2.55) / 52.5 = 1.14476 \text{ CBR} = 13.96 \%$$

PRODUCTO BRUTO INTERNO, SEGÚN DEPARTAMENTOS: 2018

(Variación porcentual^{1/} anual)

REGRESAR



^{1/}Corresponde a la variación porcentual del índice de volumen físico

Fuente: Instituto Nacional de Estadística e Informática

TESIS "EVALUACIÓN TÉCNICA Y ECONÓMICA DE LAS ALTERNATIVAS DE PAVIMENTACION PARA EL JR. EXEQUIEL MONTOYA, UTILIZANDO EL MÉTODO ASSHTO-93, CHOTA - 2023"

DISEÑO DE VEREDAS

DIMENSION DE LA VEREDA

La Norma CE 010 considera a las veredas como pavimentos especiales y recomienda utilizar los siguientes cuadros

	TIPO DE HABILITACION			
	VIVIENDA	COMERCIAL	INDUSTRIAL	ESPECIAL
VIAS LOCALES PRINCIPALES				
ACERAS O VEREDAS	1.80-2.40-3.00	3	2.40-3.00	3
ESTACIONAMIENTO	2.20-3.00	3	3	3.00-6.00
CALZADAS O PISTAS	3.00-3.30-3.60	3.30-3.60	3.6	3.30-3.60
VIAS LOCALES SECUNDARIAS				
ACERAS O VEREDAS	0.90 A 1.2	2.4	1.8	1.80-2.40
ESTACIONAMIENTO	1.8	5.4	3	2.20-5.40
CALZADAS O PISTAS	2.7	3	3.6	3

Fuente: Norma GH.020 - Componentes de diseño urbano, 2010.

- » De acuerdo a la tabla y al plano catastral (Ver sección típica en plano de calzadas proyectadas) se diseñará con **1.20m de ancho de vereda para el los jirones principales y 1.20m para los jr. Secundarios.**

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

*El concreto asfáltico debe ser hecho preferentemente con mezcla en caliente. Donde el proyecto considere mezclas en frío, estas deben ser hechas con asfalto emulsificado.

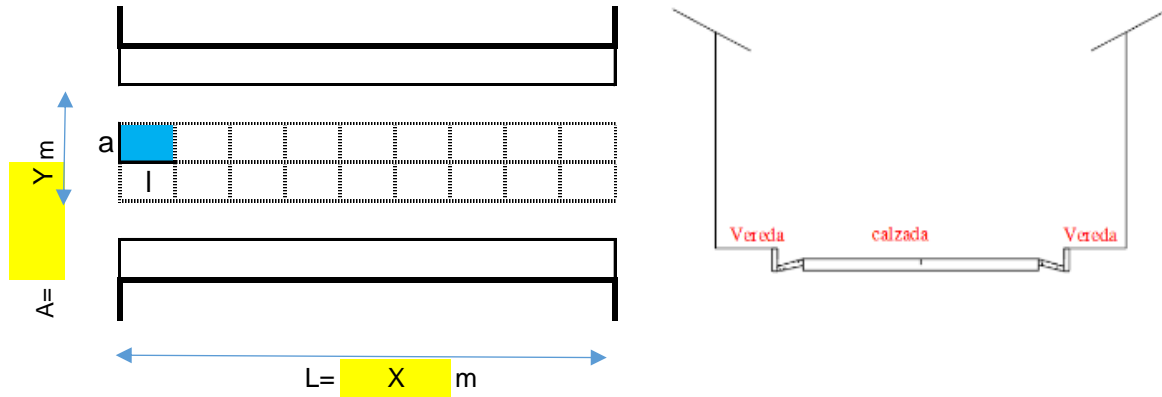
** N.R: No Recomendable

Fuente: Norma CE 010 Pavimentos Urbanos, 2010.

Para el proyecto se diseñará con:

- » **Espesor de la capa de rodadura = 20 cm** » **Material = 175 kg/cm²**

DISEÑO DE JUNTAS



Diseño de juntas transversales de contracción:

Según la Norma CE 010 Las juntas de contracción alivian los esfuerzos que ocurren cuando la losa se contrae; y los esfuerzos de torsión y alabeo causados por diferenciales de temperatura y de humedad dentro de la losa. Las juntas de contracción se construyen formándolas con el concreto al estado fresco o aserrándolas después de que el concreto ha fraguado.

TABLA2 Espaciamiento de Juntas recomendado para pavimentos de concreto simple

Espesores de Pavimento mm (in).	espaciamiento de juntas* (m)
125 (5)	3,00 - 3,80
150 (6)	3,70 - 4,60
175 (7)	4,30 - 4,60
200 (8) mas	4,60

* Puede variar si la experiencia local así lo indica; depende del clima y de las propiedades del concreto

Fuente: Norma CE 010, 2012

Según la Norma CE 010 la necesidad del uso de dowels en las juntas transversales de contracción depende del servicio al que estará sometido el pavimento. Los dowels no se requieren en pavimentos residenciales o en calles con tráfico ligero.

TABLA 1: Tamaño de paños

Descripción	Juntas de contracción	
	Medida	con o sin dowels
Tamaño de paños de losa sin refuerzo	≤ 4.5 m	SIN DOWELS
tamaño de paños de losa con refuerzo simple	4.5 - 6.5	CON DOWELS

Fuente: Guía AASHTO "Diseño de Estructuras de Pavimentos, 1993"

Según AASHTO 93, el tamaño de las losas determina en cierta forma la disposición de las juntas transversales y las juntas longitudinales. La longitud de la losa no debe ser mayor a 1.25 veces el ancho y que no sea mayor a 4.50 m. En zonas de altura mayores a 3000 msnm se recomienda que las losas sean cuadradas o en todo caso, losas cortas conservando el espesor definido.

Formula sin Dowels:

$$0.80 < \frac{l}{a} < 1.25 \quad ; \quad l \leq 4.50 \text{ (Condición)}$$

Condición:

$$0.80 < \frac{l}{a} < 1.25 \quad ;$$

$$0.8x a < l < 1.25x a$$

Datos:

$$A = Y \text{ m} \rightarrow a = A/2 = Z \text{ m}$$

$$L = X \text{ m}$$

$$l = ? \text{ m}$$

Reemplazando en

$$0.8 \times Z < l < 1.25 \times Z$$

$$D < l < E$$

De acuerdo a las condiciones establecidas, se asigna una longitud para el paño:

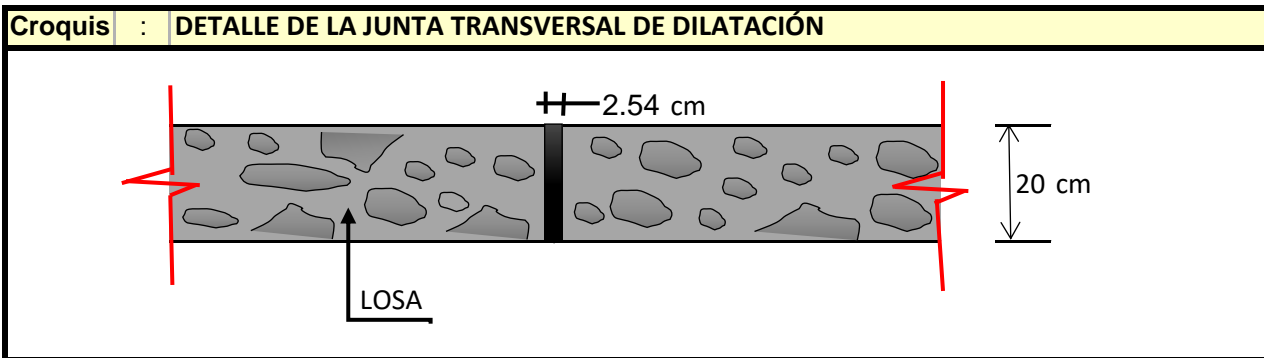
l = 3.00 m En este caso si se colocara Dowels cada 3.5 m

Diseño de juntas transversales de dilatación:

Croquis de junta transversal de dilatación

dimensiones: Espesor de Losa (e) = **20.00** cm

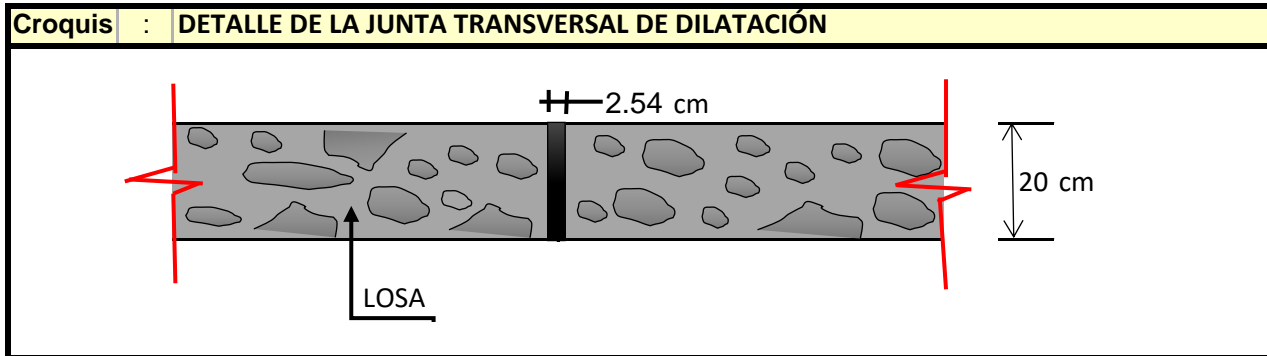
 Ancho de Junta (1") = 2.54 cm



Diseño de juntas transversales de contracción:

Croquis de junta transversal de dilatación

dimensiones: Espesor de Losa (e) = **20.00** cm
 Ancho de Junta (1") = 2.54 cm



Anexo F.2. Diseño de elementos de transferencia de cargas y juntas

HOJA DE CALCULO: DISEÑO DE DOWELS

1. CALCULO DEL AREA DE ACERO PARA DOWELS

A) CALCULO DEL ACERO LONGITUDINAL

$$A_s = \frac{\gamma_c h L' f_a}{f_s}$$

γ_c = peso específico del concreto (2400 Kg/m3)

h = espesor de la losa

L' = Ancho de la losa en pulgadas

f_a = coeficiente promedio de fricción entre la losa y la subrasante se asume 1.5

f_s = esfuerzo permisible en el acero

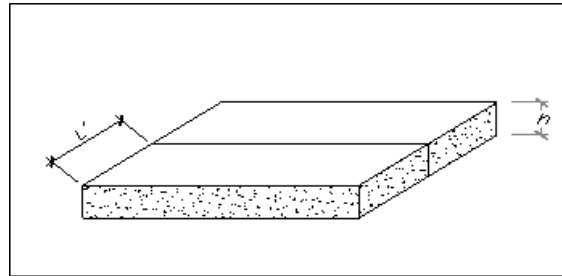
γ_c = 0.0868 lb/pulg3

h = 20.00 cm = 8 pulg

L' = 3.00 m = 118 pulg

f_a = 1.5

f_s = 27000 psi (lb/pulg2)



$A_s = \frac{\gamma_c h L' f_a}{f_s} = 0.004484676$ pulg2/pulg

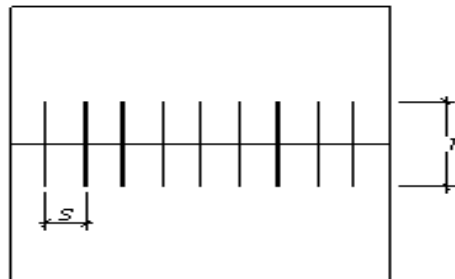
A.1) SEPARACIÓN ENTRE BARRAS

Diametro a usar 1/2 pulg se tiene un area de 0.20 in2

separación de la barra (S) = $\frac{0.20}{0.004485} = 43.7823$ pulg

S = 111.21 cm

Separacion a usar : S = 112 cm



A.2) LONGITUD DE LA BARRA

$$t = 0.5x \left(\frac{f_s d}{u} \right) + K$$

u = esfuerzo permisible del acero para la adherencia 350 psi

d = diametro de la barra 1/2 pulg

K = 3 pulg (compensar deslizamiento)

HOJA DE CALCULO: DISEÑO DE DOWELS

$t = 22.29 \text{ pul} = 56.6 \text{ cm}$

Longitud a usar : **L= 60 cm**

A.3) SEGÚN NORMA TENEMOS

Diámetros y Longitudes recomendados en Barras de Amarre

ESPESOR DE LOSA (MM)	TAMAÑO DE VARILLA (CM) DIAM. X LONG.	DISTANCIA DE LA JUNTA AL EXTREMO LIBRE	
		3.00 M	3.60 M
150	1.27 x 66	@ 76 cm	@ 76 cm
160	1.27 x 69	@ 76 cm	@ 76 cm
170	1.27 x 70	@ 76 cm	@ 76 cm
180	1.27 x 71	@ 76 cm	@ 76 cm
190	1.27 x 74	@ 76 cm	@ 76 cm
200	1.27 x 76	@ 76 cm	@ 76 cm

Para Losa E= 20 cm

Tenemos:

Diametro: $d = 1/2 \text{ pul} @$ **76 cm**

Longitud a usar : **L= 76 cm**

USAREMOS: $d = 1/2 \text{ pul} @$ **70 cm** (OK)

L= 75 cm (OK)

Por lo tanto consideraremos este segundo criterio.

B) CALCULO DEL ACERO TRANSVERSAL

Consideraremos lo recomendado por el Manual de Carreteras: Suelos, Geología, Geotecnia y Pavimentos Seccion: Suelos y Pavimentos

Diámetros y Longitudes recomendados en pasadores

RANGO DE ESPESOR DE LOSA (MM)	DIAMETRO		LONGITUD DEL PASADOR O DOWELLS (MM)	SEPARACIÓN ENTRE PASADORES (MM)
	MM	PULGADA		
150 - 200	25	1"	410	300
200 - 300	32	1 ¼"	460	300
300 - 430	38	1 ½"	510	380

USAREMOS: $d = 1 \text{ pul} @$ **30 cm** (OK)

L= 45 cm (OK)

Anexo F.3. Diseño del pavimento flexible



DISEÑO DE PAVIMENTO FLEXIBLE METODO ASHTO-93

DATOS

CARACTERÍSTICAS:

TIPO DE VÍA	PAVIMENTO URBANOS
TIPO DE PAVIMENTO	FLEXIBLE- ASFALTO EN CALIENTE
TIPO DE TRATAMIENTO	Carpeta asfáltica en caliente
PERIODO DE DISEÑO	20 AÑOS

1) TRÁNSITO

Relación de Cargas por Eje para determinar Ejes Equivalentes (EE) Para Afirmados, Pavimentos Flexibles y Semirrígidos

Tipo de Eje	Eje Equivalente
Eje Simple de ruedas simples (EES1)	$EES1 = [P / 6.6]^{4.0}$
Eje Simple de ruedas dobles (EES2)	$EES2 = [P / 8.2]^{4.0}$
Eje Tandem (1 eje ruedas dobles + 1 eje rueda simple) (EETA1)	$EETA1 = [P / 14.8]^{4.0}$
Eje Tandem (2 ejes de ruedas dobles) (EETA2)	$EETA2 = [P / 15.1]^{4.0}$
Ejes Tridem (2 ejes ruedas dobles + 1 eje rueda simple) (EETR1)	$EETR1 = [P / 20.7]^{3.9}$
Ejes Tridem (3 ejes de ruedas dobles) (EETR2)	$EETR2 = [P / 21.8]^{3.9}$

Fuente: Elaboración Propia, en base a correlaciones con los valores de las Tablas del apéndice D de la Guía AASHTO'93

Calculo de cargas por eje según tipos de vehiculos

TIPO DE VEHÍCULOS	CARGA DE EJE DELANTERO	CARGA DE EJE POSTERIOR 1	FC EJE 1	FC EJE 2	TOTAL Fvp
vehiculos menores	1.00 Tn	1.00 Tn	0.001		0.001
camion de dos ejes c2	7.00 Tn	10.00 Tn	1.265	2.212	3.477
omnibus de pasajeros b2	7.00 Tn	10.00 Tn	1.265	2.212	3.477
omnibus de pasajeros b3-1	7.00 Tn	16.00 Tn	1.265	1.366	2.631
camion de carga tres ejes c3	7.00 Tn	18.00 Tn	1.265	2.019	3.284

Factores de Distribución Direccional y de Carril para determinar el Tránsito en el Carril de diseño

Nº DE CALZADAS	Nº DE SENTIDOS	Nº DE CARRILES POR SENTIDO	FD	FC
1 calzada (para IMDa total de la calzada)	1.00	1.00	1.00	1.00
	1.00	2.00	1.00	0.80
	1.00	3.00	1.00	0.60
	1.00	4.00	1.00	0.50
	2.00	1.00	0.50	1.00
	2.00	2.00	0.50	0.80
2 calzadas con separador central (para IMDa)	2.00	1.00	0.50	1.00
	2.00	2.00	0.50	0.80
	2.00	3.00	0.50	0.60
	2.00	4.00	0.50	0.50

Fuente: Elaboración Propia, en base a datos de la Guía AASHTO'93

Para el cálculo del Número de Repeticiones de Ejes Equivalentes de 8.2 tn, en el periodo de diseño, se usará la siguiente expresión por tipo de vehículo; el resultado final será la sumatoria de los diferentes tipos de vehículos pesados considerados: de diseño, se usará la siguiente expresión por tipo de vehículo; el resultado final será la Para el cálculo del Número de Repeticiones de Ejes Equivalentes de 8.2 tn, en el periodo sumatoria de los diferentes tipos de vehículos pesados considerados:

$N_{rep} \text{ de EE}_{8.2 \text{ tn}} = \sum [EE_{\text{día-carril}} \times F_{ca} \times 365]$
$EE_{\text{día-carril}} = IMD_{pi} \times F_d \times F_c \times F_{vp_i} \times F_{p_i}$

TIPO DE VEHÍCULOS	IMDa	FD	FC	FVP	FP	EEdia-carril
vehiculos menores	1048.00	0.50	1.00	0.001	1.00	0.55
camion de dos ejes c2	51.00	0.50	1.00	3.477	1.00	88.66
omnibus de pasajeros b2	28.00	0.50	1.00	3.477	1.00	48.68
omnibus de pasajeros b3-1	0.00	0.50	1.00	2.631	1.00	0
camion de carga tres ejes c3	21.00	0.50	1.00	3.284	1.00	34.48

Calculo de las tasas de crecimiento según periodo de diseño

$$T_n = T_0 * (1 + r)^n$$

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

Donde:
 Tn = Tránsito proyectado al año "n" en veh/día
 T0 = Tránsito actual (año base) en veh/día
 n = Periodo de diseño 20 años
 r = tasa anual de crecimiento de tránsito

Tasa de Crecimiento por región en %

r _{vp} =	1.57%
r _{vc} =	2.60%

Fca= 23.28 (para vehículos de pasajeros)

Fca= 25.80 (para vehículos de carga)

TIPO DE VEHÍCULOS	IMDa	EEdia-carril	FCA	DIAS POR AÑO	PARCIAL
vehiculos menores	1048.00	0.550	23.28	365	4674.0
camion de dos ejes c2	51.00	88.660	25.80	365	835020.0
omnibus de pasajeros b2	28.00	48.680	23.28	365	413710.0
omnibus de pasajeros b3-1	0.00	0.000	23.28	365	0.0
camion de carga tres ejes c3	21.00	34.480	25.80	365	324741.0
Nrep de EE 8.2 ton					1578145
ESALS =					1.58E+06

Número de Repeticiones Acumuladas de Ejes Equivalentes de 8.2t, en el Carril de Diseño Para Pavimentos Flexibles

CATEGORIA	RANGO DE TRÁFICO PESADO		TIPO DE TRÁFICO
BAJO VOLUMEN DE TRÁNSITO DE 150,001 A 1'000,000 EE	De 150001	A 300000	TP1
	De 300001	A 500000	TP2
	De 500001	A 750000	TP3
	De 750001	A 1000000	TP4
CAMINOS QUE TIENEN UN TRAFICO COMPRENDIDO ENTRE 1'000,000 Y 30'000,000 EE	De 1000001	A 1500000	TP5
	De 1500001	A 3000000	TP6
	De 3000001	A 5000000	TP7
	De 5000001	A 7500000	TP8
	De 7500001	A 10000000	TP9
	De 10000001	A 12500000	TP10
	De 12500001	A 15000000	TP11
	De 15000001	A 20000000	TP12

2. CONFIABILIDAD (R)

TIPO DE TRÁFICO EXPRESADO EN EE	RANGO DE TRÁFICO PESADO EXPRESADO EN EE		NIVEL DE CONFIABILIDAD
TP1	De 150001	A 300000	70%
TP2	De 300001	A 500000	75%
TP3	De 500001	A 750000	80%
TP4	De 750001	A 1000000	80%
TP5	De 1000001	A 1500000	85%
TP6	De 1500001	A 3000000	85%
TP7	De 3000001	A 5000000	85%
TP8	De 5000001	A 7500000	90%
TP9	De 7500001	A 10000000	90%
TP10	De 10000001	A 12500000	90%
TP11	De 12500001	A 15000000	90%
TP12	De 15000001	A 20000000	90%

Fuente: Elaboración Propia, en base a datos de la Guía AASHTO'93

3. PROBABILIDAD (Zr)

-1.036

7. OBTENCIÓN DEL NUMERO ESTRUCTURAL (SN)

$$\begin{aligned}
 W_{18} &= 1.58E+06 \\
 R &= 85\% \\
 Z_r &= -1.036 \\
 S_o &= 0.45 \\
 M_r &= 10530 \text{ PSI} \\
 \Delta \text{PSI} &= 1.5
 \end{aligned}$$

$$\log_{10} W_{18} = Z_r * S_o + 9.36 * \log_{10}(SN + 1) - 0.2 + \frac{\log_{10} \left[\frac{\Delta \text{PSI}}{4.2 - 1.5} \right]}{0.4 + \left[\frac{1094}{(SN + 1)^{5.19}} \right]} + 2.32 * \log_{10} M_r - 8.07$$

* Para Pavimentos Flexibles

SEGÚN EL MONOGRAMA PARA PAVIMENTOS FLEXIBLES SE OBTIENE EL NUMERO ESTRUCTURAL DE DISEÑO

$$SN_3 = 3.25$$

$$6.20 =$$

$$6.22$$

8. SELECCIÓN DE LOS ESPESORES DE CAPA

$$SN = a_1 m_1 D_1 + a_2 m_2 D_2 + a_3 m_3 D_3$$

a1,a2,a3

coeficiente de capa representativos de la superficie, base y sub base

m1,m2,m3

coeficientes del drenaje para las capas de superficie, base y sub base

D1,D2,D3

espesores reales (en cm) de la superficie capa base y sub base

8.1. COEFICIENTES DE CAPA (ai):

Capa superficial de concreto asfáltico (a1):

$$a_1 = 0.17$$

Capa de base granular (a2):

$$a_2 = 0.249 * \log(E_{BS}) - 0.977$$

Base granular CBR 80%

$$a_2 = 0.052$$

Capa de sub-base granular (a3):

$$a_3 = 0.227 * \log(E_{BS}) - 0.839$$

Subbase granular CBR 40%

$$a_3 = 0.047$$

8.2. COEFICIENTES DEL DRENAJE (mi):

CALIDAD DEL DRENAJE	% DEL TIEMPO QUE LA ESTRUCTURA DEL PAVIMENTO ESTÁ EXPUESTA A NIVELES DE HUMEDAD CERCANOS A LA			
	<1	1-5	5-25	>25
Excelente	1.4-1.35	1.35-1.30	1.30-1.20	1.2
Bueno	1.35-1.25	1.25-1.15	1.15-1.00	1
Regular	1.25-1.15	1.15-1.05	1.05-0.80	0.8
Pobre	1.15-1.05	1.05-0.8	0.80-0.60	0.6
Muy pobre	1.05-0.95	0.95-0.75	0.75-0.40	0.4

se considera el tiempo de remoción de agua en 1 día, el cual corresponde a un drenaje de buena calidad; con este dato se ingresa al cuadro, y considerando un tiempo de exposición a la humedad de la estructura en 25% de un año, se obtiene los valores de m2 y m3 estarán entre 1.15-1.00, por lo tanto:

$$\begin{aligned}
 m_1 &= 1 \\
 m_2 \text{ y } m_3 &= 1.1
 \end{aligned}$$

valor corresponde al del asfalto
calculado del cuadro anterior

8.3. ESPESORES (Di):

TRAFICO ESALS	CONCRETO ASFALTICO (PUL)	BASE DE AGREGADOS (PUL)
MENOS DE 50,000	1.0 (o tratamiento superficial)	4
50,001-150,000	2	4
150,000-500,000	2.5	4
500,001-2'000,000	3	6
2'000,000-7'000,000	3.5	6
MAYOR QUE 7'000,000	4	6

Utilizando el Cuadro, y con un ESAL's= 1.58E+06

Espesor mínimo de concreto asfáltico= 3 " 7.62

Espesor mínimo de BGNT= 6 " 15.24

Además: MR= 10530 PSI

8.4. CÁLCULO DE ESPESORES

* De la ecuación:

$$SN = a_1 m_1 D_1 + a_2 m_2 D_2 + a_3 m_3 D_3$$

reemplazamos los valores antes obtenidos:

D1	8	a1	0.17	m1	1
D2	20	a2	0.052	m2	1.1
D3	15	a3	0.047	m3	1.1

SN 3.28

SN Req=	3.25
SN Resultante=	3.28

SN resul > SN req

De acuerdo a los resultados elegimos los siguientes valores:

CAPAS	Espesor planteado
	en cm
Carpeta Asfáltica	8.00
Base Granular	20.00
Sub-Base Granular	15.00
Mejoramiento con Over	30.00
Total	73.00

Anexo F.4. Diseño del pavimento adoquinado



DISEÑO DE PAVIMENTO SEMIRRIGIDO METODO ASSHTO-93 y Método ICPI

CARACTERÍSTICAS:

TIPO DE VÍA	PAVIMENTO URBANOS
TIPO DE PAVIMENTO	PAVIMENTO SEMIRRIGIDO CON ADOQUINES DE CONCRETO
PERIODO DE DISEÑO	20 AÑOS

a. Aspectos ambientales

No hay problema en el aspecto ambiental, debido a que no se tiene temperaturas frías bajo 0° C conjuntamente con humedad, pues este aspecto tiene efectos negativos.

b. Tráfico expresado en ejes equivalentes

**Relación de Cargas por Eje para determinar Ejes Equivalentes (EE)
Para Afirmados, Pavimentos Flexibles y Semirrígidos**

Tipo de Eje	Eje Equivalente
Eje Simple de ruedas simples (EES1)	$EES1 = [P / 6.6]^{4.0}$
Eje Simple de ruedas dobles (EES2)	$EES2 = [P / 8.2]^{4.0}$
Eje Tandem (1 eje ruedas dobles + 1 eje rueda simple) (EETA1)	$EETA1 = [P / 14.8]^{4.0}$
Eje Tandem (2 ejes de ruedas dobles) (EETA2)	$EETA2 = [P / 15.1]^{4.0}$
Ejes Tridem (2 ejes ruedas dobles + 1 eje rueda simple) (EETR1)	$EETR1 = [P / 20.7]^{3.9}$
Ejes Tridem (3 ejes de ruedas dobles) (EETR2)	$EETR2 = [P / 21.8]^{3.9}$

Fuente: Elaboración Propia, en base a correlaciones con los valores de las Tablas del apéndice D de la Guía AASHTO'93

Calculo de cargas por eje según tipos de vehiculos

TIPO DE VEHÍCULOS	CARGA DE EJE DELANTERO	CARGA DE EJE POSTERIOR 1	FC EJE 1	FC EJE 2	TOTAL Fvp
vehiculos menores	1.00 Tn	1.00 Tn	0.001		0.001
camion de dos ejes c2	7.00 Tn	10.00 Tn	1.265	2.212	3.477
omnibus de pasajeros b2	7.00 Tn	10.00 Tn	1.265	2.212	3.477
omnibus de pasajeros b3-1	7.00 Tn	16.00 Tn	1.265	1.366	2.631
camion de carga tres ejes c3	7.00 Tn	18.00 Tn	1.265	2.019	3.284

Factores de Distribución Direccional y de Carril para determinar el Tránsito en el Carril de diseño

N° DE CALZADAS	N° DE SENTIDOS	N° DE CARRILES POR SENTIDO	FD	FC
1 calzada (para IMDa total de la calzada)	1.00	1.00	1.00	1.00
	1.00	2.00	1.00	0.80
	1.00	3.00	1.00	0.60
	1.00	4.00	1.00	0.50
	2.00	1.00	0.50	1.00
2 calzadas con separador central (para IMDa total de las dos calzadas)	2.00	2.00	0.50	0.80
	2.00	1.00	0.50	1.00
	2.00	2.00	0.50	0.80
	2.00	3.00	0.50	0.60
	2.00	4.00	0.50	0.50

Fuente: Elaboración Propia, en base a datos de la Guía AASHTO'93

Para el cálculo del Número de Repeticiones de Ejes Equivalentes de 8.2 tn, en el periodo de diseño, se usará la siguiente expresión por tipo de vehículo; el resultado final será la sumatoria de los diferentes tipos de vehículos pesados considerados: de diseño, se usará la siguiente expresión por tipo de vehículo; el resultado final será la Para el cálculo del Número de Repeticiones de Ejes Equivalentes de 8.2 tn, en el periodo sumatoria de los diferentes tipos de vehículos pesados considerados:

$$Nrep\ de\ EE_{8.2\ tn} = \sum [EE_{dia-carril} \times Fca \times 365]$$

$$EE_{dia-carril} = IMD_{pi} \times Fd \times Fc \times Fv_{pi} \times F_{pi}$$

TIPO DE VEHÍCULOS	IMDa	FD	FC	FVP	FP	EE _{dia-carril}
vehiculos menores	1048.00	0.50	1.00	0.001	1.00	0.55
camion de dos ejes c2	51.00	0.50	1.00	3.477	1.00	88.66
omnibus de pasajeros b2	28.00	0.50	1.00	3.477	1.00	48.68
omnibus de pasajeros b3-1	0.00	0.50	1.00	2.631	1.00	0
camion de carga tres ejes c3	21.00	0.50	1.00	3.284	1.00	34.48

Calculo de las tasas de crecimiento según periodo de diseño

$$T_n = T_0 * (1 + r)^n$$

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

Donde:
 Tn = Tránsito proyectado al año "n" en veh/día
 T0 = Tránsito actual (año base) en veh/día
 n = Periodo de diseño 20 años
 r = tasa anual de crecimiento de tránsito



DISÑO DE PAVIMENTO SEMIRRIGIDO METODO ASSHTO-93 y Método ICPI

Tasa de Crecimiento por región en %

$r_{vp} =$	1.57%
$r_{vc} =$	2.60%

Fca=	23.28	(para vehículos de pasajeros)
Fca=	25.80	(para vehículos de carga)

TIPO DE VEHÍCULOS	IMDa	EE _{dia-carril}	FCA	DIAS POR AÑO	PARCIAL
vehiculos menores	1048.00	0.550	23.28	365	4674.0
camion de dos ejes c2	51.00	88.660	25.80	365	835020.0
omnibus de pasajeros b2	28.00	48.680	23.28	365	413710.0
omnibus de pasajeros b3-1	0.00	0.000	23.28	365	0.0
camion de carga tres ejes c3	21.00	34.480	25.80	365	324741.0
Nrep de EE 8.2 ton					1578145
ESALS =					1.58E+06

TIPO DE VEHÍCULOS	RANGO DE TRÁFICO PESADO EXPRESADO EN EE	
Nivel I	De 10000	A 150000
Nivel II	De 150001	A 7000000
Nivel III	De 7000001	A 15000000

c. Características de la Subrasante

Categorías de Subrasante

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

Fuente: Elaboración propia

Como el suelo presenta un CBR inicial de 2.58% y este de acuerdo al MTC (2014) debe ser mayor a 6%, se propuso su mejoramiento alcanzando un CBR de 7%, al mejorarlo con 35 cm de Over, por lo que el CBR actual de la subrasante sería 7%.

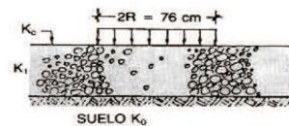
**Mejoramiento de la subrasante
CBR DE DISEÑO**

CBR -100%	
CBR inicial	2.58%
Over (altura)	30 cm
CBR DE DISEÑO	7.02%

Nota: para mayor detalle ver anexo acerca de mejoramiento del suelo.

$$K_c = [1 + (h/38)^2 \times (K_1/K_0)^{2/3}]^{0.5} \times K_0$$

- K1 (kg/cm³) : Coeficiente de reacción de la sub base granular
- KC (kg/cm³) : Coeficiente de reacción combinado
- K0 (kg/cm³) : Coeficiente de reacción de la subrasante
- h : Espesor de la subbase granular



C.B.R. = 2.580% ---> K = 2.42

Por efecto de la Base Granular, el Coeficiente de Balastro, sufrirá una variación, la que será determinada en la Tabla siguiente:

VALOR K (Kg/cm ³)	VALOR DE K DE SUBRASANTE INCREMENTADA					
	10	15	20	22.5	30	35
1.4	1.82	2.1	2.29	2.38	3.08	3.55
2.8	3.64	3.92	4.29	4.48	5.32	5.88
5.6	6.16	6.47	7.2	7.56	8.96	9.89
8.4	8.96	9.24	9.99	10.36	12.04	13.16

Considerando:

Mejoramiento

e= 30.00 cm

Interpolando tenemos:

1.4	3.08
2.42	K
2.8	5.32

$$K = ((5.32 * (1.4 - 2.42) - 3.08 * (2.8 - 2.42)) / (1.4 - 2.8))$$

K = 4.710 Kg/cm³



DISEÑO DE PAVIMENTO SEMIRRIGIDO METODO ASSHTO-93 y Método ICPI

c. Espesores Mínimos

Valores recomendados de Espesores Mínimos de Adoquin de Concreto y Cama de Arena

Ejes equivalentes acumulados		Capa Superficial	Cama de Arena
≤ 150,000		Adoquin de Concreto: 60mm	40 mm
150,001	7,500,000	Adoquin de Concreto: 80mm	40 mm
7,500,001	15'000,000	Adoquin de Concreto: 100mm	40 mm

Fuente: Elaboración Propia, Adaptación del ICPI (Interlocking Concrete Pavement Institute)

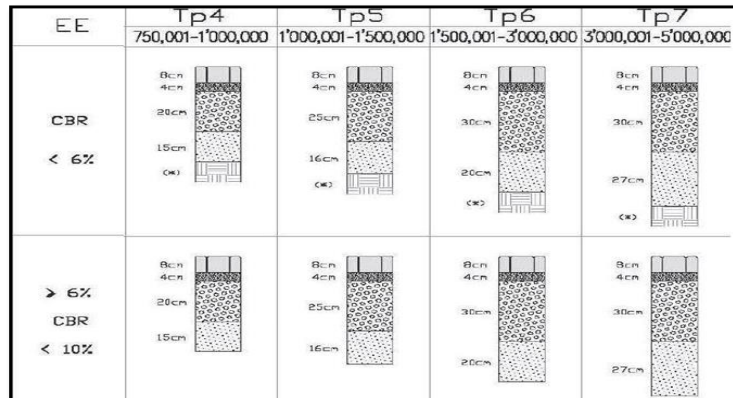


d. Espesores Resultantes

AVENIDAS - CALLES		Subrasante Estabilizada	PAVIMENTO ADOQUINADO				
			Subrasante	Sub Base	Base	Cama de Arena	Adoquín
Abelardo Quiñones, Demetrio Acosta Chávez, Diego Ferre	CBR 2.58%	Over	30.00	15	20	4	10
	Tráfico 1.58E+06	Con Aditivo CON- AID	25	15	20	4	10
		Con geomalla	25	15	20	4	10

De acuerdo a los resultados elegimos los siguientes valores:

CAPAS	Espesor en cm
Adoquín	10.00
Cama de arena	4.00
Base granular	20.00
Sub base granular	15.00
Mejoramiento con Over	30.00
Total	79.00



Anexo G. Diseño de sardineles y veredas

Respecto al diseño de los Sardineles se considera cargas de empujes pasivos y activos que sufre la estructura del sardinel con el propósito de proporcionar soporte lateral y seguridad.

La estabilidad se debe principalmente a su peso propio y al del material que se encuentra directamente sobre su base.

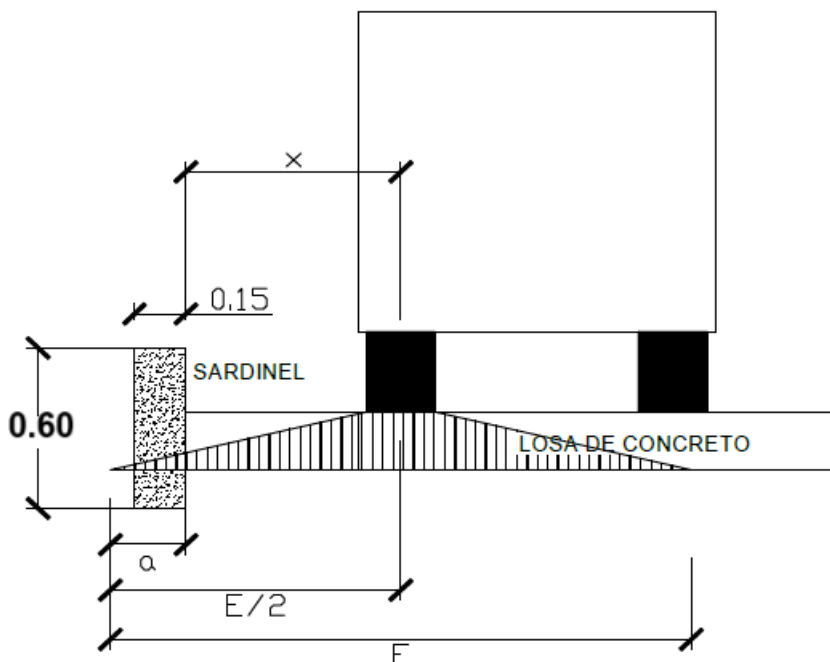
La falla que sufre estos tipos de estructuras es comúnmente la falla por volteo.

Cabe mencionar que el esfuerzo por empuje activos es mínimo que no inciden en el diseño del sardinel, de manera significativa, por los espesores de los estratos que cuenta, y como se tiene un estrato de suelo estabilizado evitando desbordes laterales.

En caso contrario el mayor factor para que estos elementos falles es por la acción del vehículo o carga vehicular al acercamiento a estos elementos, todo ello parte del momento que no es adsorbido por la losa del pavimento cuando la rueda se encuentra cerca.

Figura 74

Carga de Diseño, Actuante en el Sardinel



Dónde:

E: Ancho efectivo, Es el ancho de losa sobre la cual actúa la carga del vehículo específicamente de la rueda del camión o semi tráiler.

$$E = 1.219 + 0.06 \times L$$

Considerando que $E \leq 2.13m$.

Reemplazando en la Ecuación anterior se tiene lo siguiente.

$$E = 1.219 + 0.06 \times 4.5 = 1.5 \text{ m} \leq 2.13$$

L: la Luz efectiva de la losa del pavimento, $L=4.5m$.

x: Acercamiento permitido de la rueda al sardinel.

a: distancia de incidencia de las cargas;

$$a = 0.50E - x$$

Entonces se tiene de la Ecuación

$$a = 0.50 \times 1.50 - 0.20 = 0.55 \text{ m}$$

En la aplicación de sobre más significativo es la carga de un vehículo tipo semi tráiler:

Figura 75

Peso Máximo por Eje (Pt)

Conjunto de eje(s)	Nomenclatura	Simbología	N° de Neumáticos	GRAFICO	Peso máximo por eje(s) (t)
Simple	1RS		02		7
Simple	1RD		04		11
Doble	2RD		08		18
Triple	1RS+2RD		10		23

Se tiene del cuadro anterior que de un eje triple $P = 2.3\text{tn}$ por llanta.

Dónde:

$$P' = P(0.5E - x)/E$$

P' = Carga de diseño en el sardinel.

se tiene.

$$P' = \frac{2,300(0.5 \times 1.5 - 0.20)}{1.5} = 843.33 \text{ kg}$$

Peso propio del elemento, peso específico del concreto es $2,400\text{kg/m}^3$

$$P' = 2,400 \times 0.15 \times 0.50 = 180 \text{ kg}$$

De la estabilidad del sardinel en función a las cargas más incidentes en estos elementos, para lo cual se tiene el cuadro para el cálculo de momentos.

Tabla 69

Distribución de Cargas Actuantes

	Pi (kg)	Brazo de giro (m)	Momento (kg.m)
P'	843.33	0.15	126.45
P_1	180.00	0.075	13.50
Total	1023.33	0.1575	139.99

Entonces el momento $M_u = 139.99 \text{ kg m} = 1.39\text{kg cm}$.

Entonces se identifica el valor de la fuerza cortante. $V_u = 1,023.33 \text{ kg}$

Mediante el diseño por fuerza cortante.

Resistencia ultima al cortante del concreto.

$$V_c = 0.53\sqrt{f'c(bd)}$$

Reemplazando en la ecuación anterior se tiene lo siguiente.

$$V_c = 0.53\sqrt{175(15 \times 100)} = 10,516.86 \text{ kg}$$

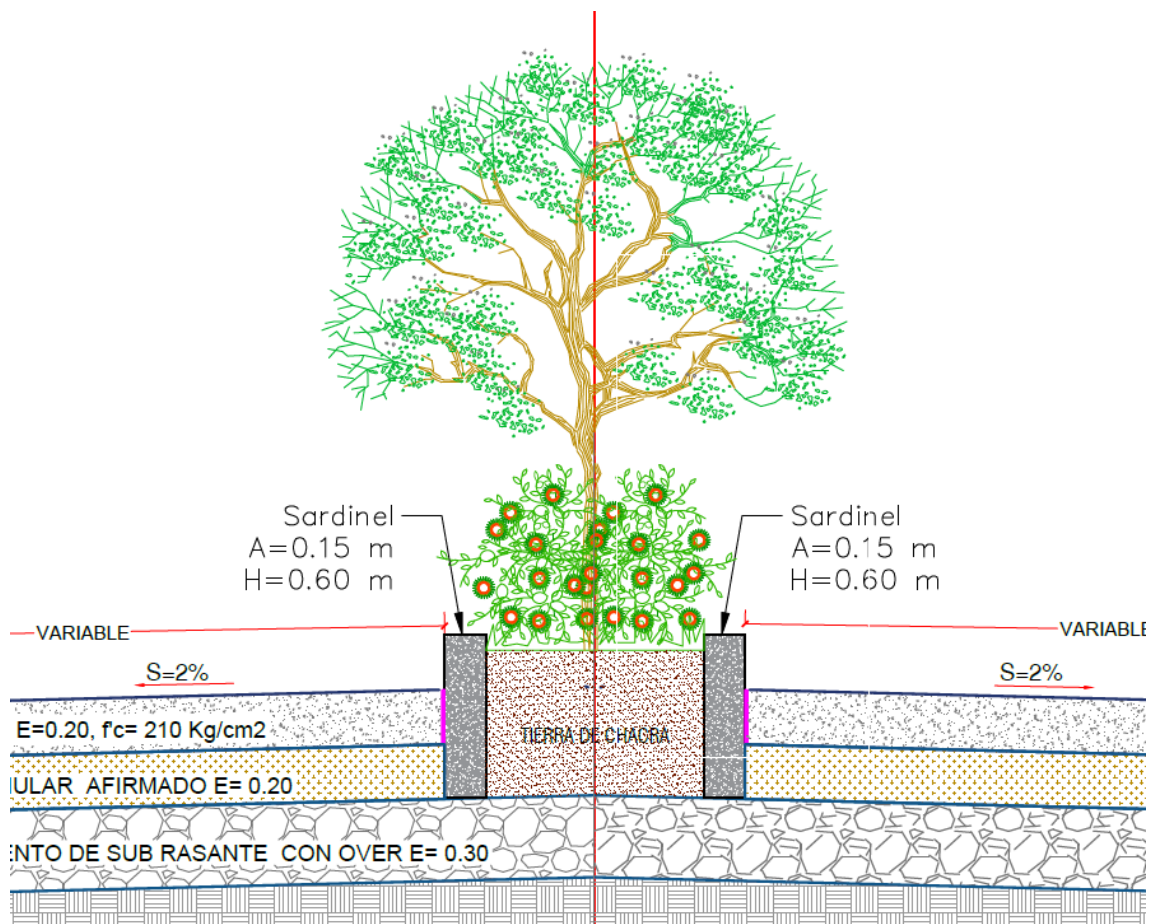
De donde el valor de $V_u \leq V_c$ implica que no requiere más refuerzo, como considerar acero en el espesor de sardinel analizado.

DISEÑO

Se tiene una Vereda de ancho de 1 m a 1.50m con sardineles de ancho 0.15 m con una resistencia del concreto $f'c = 175 \text{ kg/cm}^2$, De acuerdo a la E.010 Pavimentos urbanos, Cap. 4 Diseño Estructural de Pavimentos Urbanos.

Figura 76

Modelo de Sardinela para la Obra de Pavimentación



Anexo H. Diseño de cunetas

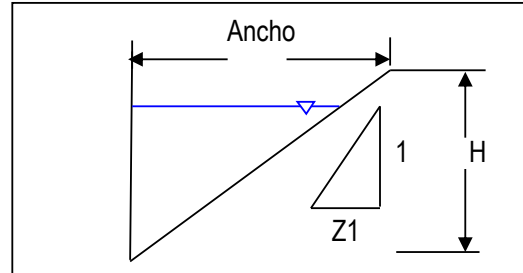
CÁLCULO HIDRÁULICO DE CUNETAS EN PAVIMENTO RÍGIDO

"Evaluación técnica y económica de las alternativas de pavimentación para el Jr. Exequiel
 PROYECTO: Montoya, utilizando el método AASHTO-93, Chota – 2023"

UBICACIÓN: CHOTA - CHOTA - CAJAMARCA

Datos:

Z1	1.20 m
Z2	0.00 m
H	0.25 m
Ancho	0.30 m



Revestimiento de Cuneta:

n = 0.014 Concreto

A_{hidráulica}: 0.15
 P_{mojado}: 0.64
 R_{hidráulico}: 0.23

$$V = \frac{R^{2/3} \times S^{1/2}}{\eta}$$

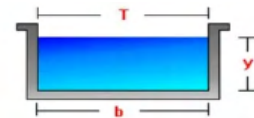
$$Q = \frac{A \times R^{2/3} \times S^{1/2}}{\eta}$$

CALCULO DE LA CAPACIDAD DE LAS CUNETAS TRIÁNGULARES

	Pendiente %	Q cuneta (m3/s)	Velocidad (V)
C1	0.25	0.204	1.36

Datos:

Y	0.25 m
B	0.30 m
T	0.30 m



Revestimiento de Cuneta:

n = 0.014 Concreto

A_{hidráulica}: 0.75
 P_{mojado}: 0.80
 R_{hidráulico}: 0.94

$$V = \frac{R^{2/3} \times S^{1/2}}{\eta}$$

$$Q = \frac{A \times R^{2/3} \times S^{1/2}}{\eta}$$

CALCULO DE LA CAPACIDAD DE LAS CUNETAS RECTANGULARES

	Pendiente %	Q cuneta (m3/s)	Velocidad (V)
C1	0.25	2.57	1.36

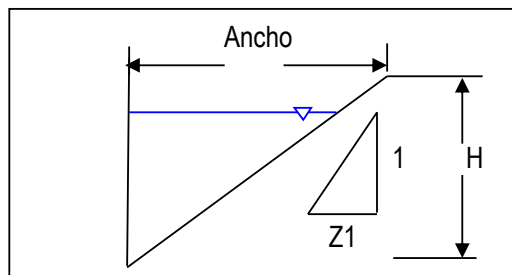
CÁLCULO HIDRÁULICO DE CUNETAS EN PAVIMENTO FLEXIBLE

PROYECTO: "Evaluación técnica y económica de las alternativas de pavimentación para el Jr. Exequiel Montoya, utilizando el método AASHTO-93, Chota – 2023"

UBICACIÓN: CHOTA - CHOTA - CAJAMARCA

Datos:

Z1	1.20 m
Z2	0.00 m
H	0.25 m
Ancho	0.30 m



Revestimiento de Cuneta:

n = 0.016 Asfalto

A_{hidráulica}: 0.15

P_{mojado}: 0.64

R_{hidráulico}: 0.23

$$V = \frac{R^{2/3} \times S^{1/2}}{\eta}$$

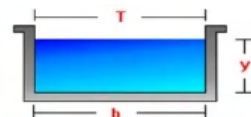
$$Q = \frac{A \times R^{2/3} \times S^{1/2}}{\eta}$$

CÁLCULO DE LA CAPACIDAD DE LAS CUNETAS TRIÁNGULARES

	Pendiente %	Q cuneta (m3/s)	Velocidad (V)
C1	0.25	0.178	1.19

Datos:

Y	0.25 m
B	0.30 m
T	0.30 m



Revestimiento de Cuneta:

n = 0.014 Concreto

A_{hidráulica}: 0.75

P_{mojado}: 0.80

R_{hidráulico}: 0.94

$$V = \frac{R^{2/3} \times S^{1/2}}{\eta}$$

$$Q = \frac{A \times R^{2/3} \times S^{1/2}}{\eta}$$

CÁLCULO DE LA CAPACIDAD DE LAS CUNETAS RECTANGULARES

	Pendiente %	Q cuneta (m3/s)	Velocidad (V)
C1	0.25	2.25	1.19

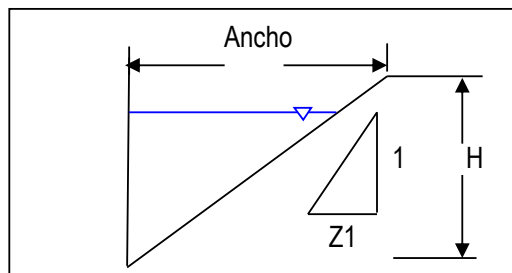
CÁLCULO HIDRÁULICO DE CUNETAS EN PAVIMENTO ADOQUINADO

PROYECTO: "Evaluación técnica y económica de las alternativas de pavimentación para el Jr. Exequiel Montoya, utilizando el método AASHTO-93, Chota – 2023"

UBICACIÓN: CHOTA - CHOTA - CAJAMARCA

Datos:

Z1	1.20 m
Z2	0.00 m
H	0.25 m
Ancho	0.30 m



Revestimiento de Cuneta:

n = 0.015 Adoquinado

A_{hidráulica}: 0.15

P_{mojado}: 0.64

R_{hidráulico}: 0.23

$$V = \frac{R^{2/3} \times S^{1/2}}{\eta}$$

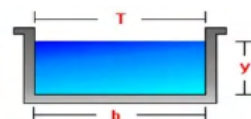
$$Q = \frac{A \times R^{2/3} \times S^{1/2}}{\eta}$$

CALCULO DE LA CAPACIDAD DE LAS CUNETAS TRIÁNGULARES

	Pendiente %	Q cuneta (m3/s)	Velocidad (V)
C1	0.25	0.190	1.27

Datos:

Y	0.25 m
B	0.30 m
T	0.30 m



Revestimiento de Cuneta:

n = 0.014 Concreto

A_{hidráulica}: 0.75

P_{mojado}: 0.80

R_{hidráulico}: 0.94

$$V = \frac{R^{2/3} \times S^{1/2}}{\eta}$$

$$Q = \frac{A \times R^{2/3} \times S^{1/2}}{\eta}$$

CALCULO DE LA CAPACIDAD DE LAS CUNETAS RECTANGULARES

	Pendiente %	Q cuneta (m3/s)	Velocidad (V)
C1	0.25	2.39	1.27

Anexo I. Planilla de metrados



Tesis

METRADOS PAVIMENTO ADOQUINADO

"EVALUACIÓN TÉCNICA Y ECONÓMICA DE LAS ALTERNATIVAS DE PAVIMENTACION PARA EL JR. EXEQUIEL MONTOYA, UTILIZANDO EL MÉTODO ASSHTO-93, CHOTA - 2023"

Sub Presupuesto

01 - PAVIMENTOS

Pavimento

PAVIMENTO ADOQUINADO

02	PAVIMENTACION							
02.02	ESTRUCTURA DE PAVIMENTO ADOQUINADO							
02.02.01	PERFILADO Y COMPACTACION DE SUB RASANTE					Total :		8064.30 M2
	Descripción	N Estr.	N Elem	Area	Largo	Ancho	Alto	Parcial
	Jr. Exequiel Montoya	1.00	1.00	8064.30				8064.30
02.02.02	MEJORAMIENTO DE SUB RASANTE CON OVER E=0.30m					Total :		8064.30 M2
	Descripción	N Estr.	N Elem	Area	Largo	Ancho	Alto	Parcial
	Jr. Exequiel Montoya	1.00	1.00	8064.30				8064.30
02.02.03	CONFORMACION DE SUB BASE GRANULAR E=0.15m					Total :		8064.30 M2
	Descripción	N Estr.	N Elem	Area	Largo	Ancho	Alto	Parcial
	Jr. Exequiel Montoya	1.00	1.00	8064.30				8064.30
02.02.04	CONFORMACION DE BASE GRANULAR E=0.20m					Total :		8064.30 M2
	Descripción	N Estr.	N Elem	Area	Largo	Ancho	Alto	Parcial
	Jr. Exequiel Montoya	1.00	1.00	8064.30				8064.30
02.02.05	COLOCACIÓN DE CAMADE ARENA E=0.04m					Total :		8064.30 M2
	Descripción	N Estr.	N Elem	Area	Largo	Ancho	Alto	Parcial
	Jr. Exequiel Montoya	1.00	1.00	8064.30				8064.30
02.02.06	SUMINISTRO Y COLOCACIÓN DE ADOQUIN VEHICULAR					Total :		8064.30 M2
	Descripción	N Estr.	N Elem	Area	Largo	Ancho	Alto	Parcial
	Jr. Exequiel Montoya	1.00	1.00	8064.30				8064.30
02.02.07	JUNTA DE DILATACIÓN CON MEZCLA ASFALTICAS E=1"					Total :		541.52 M
	Descripción	N Estr.	N Elem	Area	Largo	Ancho	Alto	Parcial
	Pavimento							
	- Junta longitudinal							
	tramo medio		1.00		405.37			405.37
	- Junta transversal							
	Juntas Transversales totales		1.00		136.15			136.15
02.02.08	JUNTA DE DILATACIÓN CON MEZCLA ASFALTICAS E=3/4"					Total :		281.17 M
	Descripción	N Estr.	N Elem	Area	Largo	Ancho	Alto	Parcial
	Pavimento							
	- Junta longitudinal							
	tramo izquierdo		1.00		134.31			134.31
	tramo derecho		1.00		146.86			146.86



Tesis

METRADOS PAVIMENTO ADOQUINADO

"EVALUACIÓN TÉCNICA Y ECONÓMICA DE LAS ALTERNATIVAS DE PAVIMENTACION PARA EL JR. EXEQUIEL MONTOYA, UTILIZANDO EL MÉTODO ASSHTO-93, CHOTA - 2023"

Sub Presupuesto

01 - PAVIMENTOS

Pavimento

PAVIMENTO ADOQUINADO

02.02.09	SELLADOR ELASTOMERICO EN JUNTA DE CONTRACCIÓN E=6mm				Total :		281.17 M	
Descripción		N Estr.	N Elem	Area	Largo	Ancho	Alto	Parcial
Descripción								
Junta			1.00		281.17			281.17
02.02.10	CURADO DE CONCRETO				Total :		8064.30 M2	
Descripción		N Estr.	N Elem	Area	Largo	Ancho	Alto	Parcial
Area de curado		1	1	8064.30				8064.30

RESUMEN DE METRADOS

02	PAVIMENTACION	Und	Metrado
02.02	ESTRUCTURA DE PAVIMENTO ADOQUINADO		
02.02.01	PERFILADO Y COMPACTACION DE SUB RASANTE	m2	8064.30 M2
02.02.02	MEJORAMIENTO DE SUB RASANTE CON OVER E=0.30m	m2	8064.30 M2
02.02.03	CONFORMACION DE SUB BASE GRANULAR E=0.15m	m2	8064.30 M2
02.02.04	CONFORMACION DE BASE GRANULAR E=0.20m	m2	8064.30 M2
02.02.05	COLOCACIÓN DE CAMA DE ARENA E= 0.04 m	m2	8064.30 M2
02.02.06	SUMINISTRO Y COLOCACIÓN DE ADOQUIN VEHICULAR (20x10x8 cm)	m2	8064.30 M2
02.02.07	JUNTAS DE DILATACIÓN CON MEZCLA ASFALTICA E=1"	m2	541.52 KG
02.02.08	JUNTA DE AISLAMIENTO CON MEZCLA ASFALTICA E=3/4"	m2	281.17 KG
02.02.09	SELLADOR ELASTOMERICO EN JUNTA DE CONTRACCIÓN E= 6mm	m2	281.17 KG
02.02.10	CURADO DE CONCRETO CON ADITIVO	m2	8064.30 KG



Tesis

METRADOS PAVIMENTO FLEXIBLE

"EVALUACIÓN TÉCNICA Y ECONÓMICA DE LAS ALTERNATIVAS DE PAVIMENTACION PARA EL JR. EXEQUIEL MONTOYA, UTILIZANDO EL MÉTODO ASSHTO-93, CHOTA - 2023"

Sub Presupuesto

01 - PAVIMENTOS

Pavimento

PAVIMENTO FLEXIBLE

02	PAVIMENTACION							
02.02	ESTRUCTURA DE PAVIMENTO FLEXIBLE							
02.02.01	PERFILADO Y COMPACTACION DE SUB RASANTE					Total :		8064.30 M2
	Descripción	N Estr.	N Elem	Area	Largo	Ancho	Alto	Parcial
	Jr. Exequiel Montoya	1.00	1.00	8064.30				8064.30
02.02.02	MEJORAMIENTO DE SUB RASANTE CON OVER E=0.30m					Total :		8064.30 M2
	Descripción	N Estr.	N Elem	Area	Largo	Ancho	Alto	Parcial
	Jr. Exequiel Montoya	1.00	1.00	8064.30				8064.30
02.02.03	CONFORMACION DE SUB BASE GRANULAR E=0.15m					Total :		8064.30 M2
	Descripción	N Estr.	N Elem	Area	Largo	Ancho	Alto	Parcial
	Jr. Exequiel Montoya	1.00	1.00	8064.30				8064.30
02.02.04	CONFORMACION DE BASE GRANULAR E=0.20m					Total :		8064.30 M2
	Descripción	N Estr.	N Elem	Area	Largo	Ancho	Alto	Parcial
	Jr. Exequiel Montoya	1.00	1.00	8064.30				8064.30
02.02.05	IMPRIMACION ASFALTICA					Total :		8064.30 M2
	Descripción	N Estr.	N Elem	Area	Largo	Ancho	Alto	Parcial
	Jr. Exequiel Montoya	1.00	1.00	8064.30				8064.30
02.02.06	PAVIMENTO ASFALTICO EN CALIENTE					Total :		8064.30 M2
	Descripción	N Estr.	N Elem	Area	Largo	Ancho	Alto	Parcial
	Jr. Exequiel Montoya	1.00	1.00	8064.30				8064.30
02.02.07	CEMENTO ASFALTICO PEN 85-100					Total :		255.89 kg
	Descripción	N Estr.	N Elem	Area	Largo	Ancho	Alto	Parcial
	Jr. Exequiel Montoya	1.00	1.00		255.89			255.89
02.02.08	ASFALTO DILUIDO MC-30					Total :		255.89 kg
	Descripción	N Estr.	N Elem	Area	Largo	Ancho	Alto	Parcial
	Jr. Exequiel Montoya	1.00	1.00		255.89			255.89
02.02.09	FILLER MINERAL (CAL HIDRATADA)					Total :		255.89 kg
	Descripción	N Estr.	N Elem	Area	Largo	Ancho	Alto	Parcial
	Jr. Exequiel Montoya	1.00	1.00		255.89			255.89
02.02.10	ADITIVO MEJORADOR DE ADHERENCIA					Total :		255.89 kg
	Descripción	N Estr.	N Elem	Area	Largo	Ancho	Alto	Parcial
	Jr. Exequiel Montoya	1.00	1.00		255.89			255.89



Tesis

METRADOS PAVIMENTO FLEXIBLE

"EVALUACIÓN TÉCNICA Y ECONÓMICA DE LAS ALTERNATIVAS DE PAVIMENTACION PARA EL JR. EXEQUIEL MONTOYA, UTILIZANDO EL MÉTODO ASSHTO-93, CHOTA - 2023"

Sub Presupuesto **01 - PAVIMENTOS**
Pavimento **PAVIMENTO FLEXIBLE**

RESUMEN DE METRADOS

02	PAVIMENTACION	Und	Metrado
02.02	ESTRUCTURA DE PAVIMENTO FLEXIBLE		
02.02.01	PERFILADO Y COMPACTACION DE SUB RASANTE	m2	8064.30 M2
02.02.02	MEJORAMIENTO DE SUB RASANTE CON OVER E=0.30m	m2	8064.30 M2
02.02.03	CONFORMACION DE SUB BASE GRANULAR E=0.15m	m2	8064.30 M2
02.02.04	CONFORMACION DE BASE GRANULAR E=0.20m	m2	8064.30 M2
02.02.05	IMPRIMACION ASFALTICA	m2	8064.30 M2
02.02.06	PAVIMENTO ASFALTICO EN CALIENTE	m2	8064.30 M2
02.02.07	CEMENTO ASFALTICO PEN 85-100	kg	255.89 KG
02.02.08	ASFALTO DILUIDO MC-30	kg	255.89 KG
02.02.09	FILLER MINERAL (CAL HIDRATADA)	kg	255.89 KG
02.02.10	ADITIVO MEJORADOR DE ADHERENCIA	kg	255.89 KG



Tesis

METRADOS PAVIMENTO RÍGIDO

"EVALUACIÓN TÉCNICA Y ECONÓMICA DE LAS ALTERNATIVAS DE PAVIMENTACION PARA EL JR. EXEQUIEL MONTOYA, UTILIZANDO EL MÉTODO ASSHTO-93, CHOTA - 2023"

Sub Presupuesto

01 - PAVIMENTOS

Pavimento

PAVIMENTO RÍGIDO

02	PAVIMENTACION							
02.02	ESTRUCTURA DE PAVIMENTO RÍGIDO							
02.02.01	PERFILADO Y COMPACTACION DE SUB RASANTE					Total :		8064.30 M2
	Descripción	N Estr.	N Elem	Area	Largo	Ancho	Alto	Parcial
	Jr. Exequiel Montoya	1.00	1.00	8064.30				8064.30
02.02.02	MEJORAMIENTO DE SUB RASANTE CON OVER E=0.30m					Total :		8064.30 M2
	Descripción	N Estr.	N Elem	Area	Largo	Ancho	Alto	Parcial
	Jr. Exequiel Montoya	1.00	1.00	8064.30				8064.30
02.02.03	CONFORMACION DE BASE GRANULAR E=0.20m					Total :		8064.30 M2
	Descripción	N Estr.	N Elem	Area	Largo	Ancho	Alto	Parcial
	Jr. Exequiel Montoya	1.00	1.00	8064.30				8064.30
02.02.04	CONCRETO F'C=210 KG/CM2 PARA PAVIMENTO RÍGIDO E=0.20M					Total :		8064.30 M2
	Descripción	N Estr.	N Elem	Area	Largo	Ancho	Alto	Parcial
	Jr. Exequiel Montoya	1.00	1.00	8064.30				8064.30
02.02.05	ENCOFRADO Y DESENCOFRADO DE LOSA DE PAVIMENTO					Total :		658.15 M2
	Descripción	N Estr.	N Elem	Area	Largo	Ancho	Alto	Parcial
	Jr. Exequiel Montoya							
	- Junta longitudinal							
	tramo izquierdo		1.00		537.24		0.20	107.45
	tramo medio 01		1.00		477.48		0.20	95.50
	tramo medio 02		1.00		631.44		0.20	126.29
	tramo medio 03		1.00		512.56		0.20	102.51
	tramo derecho		1.00		587.44		0.20	117.49
	- Junta transversal							
	Juntas Transversales totales		1.00		544.60		0.20	108.92
02.02.06	BARRAS DE AMARRE Ø 1/2" x 0.76 m @ 0.76 m EN JUNTAS LONGITUDINA					Total :		1612.11 KG
	Descripción	Ø	N Estr.	N Elem	L Varilla	L Total	Peso/m	Parcial
	Pasadores longitudinales							
	Jr. Exequiel Montoya	1/2"	1.00	2,134.00	0.76	1621.84	0.99	1612.11



Tesis

METRADOS PAVIMENTO RÍGIDO

"EVALUACIÓN TÉCNICA Y ECONÓMICA DE LAS ALTERNATIVAS DE PAVIMENTACION PARA EL JR. EXEQUIEL MONTOYA, UTILIZANDO EL MÉTODO ASSHTO-93, CHOTA - 2023"

Sub Presupuesto

01 - PAVIMENTOS

Pavimento

PAVIMENTO RÍGIDO

02.02.07	DOWELLS Ø 1" x 0.45 M @ 0.30 M					Total :		6296.81 KG
Descripción		Ø	N Estr.	N Elem	L Varilla	L Total	Peso/m	Parcial
Jr. Exequiel Montoya		1"	1.00	3522	0.45	1584.90	3.97	6296.81
02.02.08	TUBERIA PVC 1 1/4" APOYO MOVIL EN JUNTAS TRANVERSALES					Total :		792.45 M
Descripción		N Estr.	N Elem	Area	Largo	Ancho	Alto	Parcial
En Juntas Transversales de Dilatacion y Contracción		1.00	3522		0.225			792.45
02.02.09	CANASTILLA PASAJUNTAS DE ACERO CORRUGADO DIAM. 1/4"					Total :		1488.05 KG
Descripción		Ø	N Estr.	N Elem	L Varilla	L Total	Peso/m	Parcial
En Juntas Transversales de Dilatacion y Contracción		1/4"	1.00	3522.00	1.600	5,635.20	0.25	1408.80
Anclaje h=0.15		1/4"	1.00	2113.20	0.150	316.98	0.25	79.25
02.02.10	JUNTA DE DILATACIÓN CON MEZCLA ASFALTICAS E=1"					Total :		2166.08 M
Descripción		N Estr.	N Elem	Area	Largo	Ancho	Alto	Parcial
Jr. Exequiel Montoya								
- Junta longitudinal								
tramo medio			1.00		1621.48			1621.48
- Junta transversal								
Juntas Transversales totales			1.00		544.60			544.60
02.02.11	JUNTA DE DILATACIÓN CON MEZCLA ASFALTICAS E=3/4"					Total :		1124.68 M
Descripción		N Estr.	N Elem	Area	Largo	Ancho	Alto	Parcial
Jr. Exequiel Montoya								
- Junta longitudinal								
tramo izquierdo			1.00		537.24			537.24
tramo derecho			1.00		587.44			587.44
02.02.12	ASERRADO INICIAL DE JUNTAS DE CONTRACCION E=3mm					Total :		511.78 M
Descripción		N Estr.	N Elem	Area	Largo	Ancho	Alto	Parcial
Jr. Exequiel Montoya		1.00	1.00		511.78			511.78
02.02.13	ASERRADO FINAL DE JUNTAS DE CONTRACCION E=6mm					Total :		511.78 M
Descripción		N Estr.	N Elem	Area	Largo	Ancho	Alto	Parcial
Jr. Exequiel Montoya			1.00		511.78			511.78



Tesis

METRADOS PAVIMENTO RÍGIDO

"EVALUACIÓN TÉCNICA Y ECONÓMICA DE LAS ALTERNATIVAS DE PAVIMENTACION PARA EL JR. EXEQUIEL MONTOYA, UTILIZANDO EL MÉTODO ASSHTO-93, CHOTA - 2023"

Sub Presupuesto

01 - PAVIMENTOS

Pavimento

PAVIMENTO RÍGIDO

02.02.14	SELLADOR ELASTOMERICO EN JUNTA DE CONTRACCIÓN E=6mm					Total :		511.78 M
Descripción		N Estr.	N Elem	Area	Largo	Ancho	Alto	Parcial
Jr. Exequiel Montoya								
Junta			1.00		511.78			511.78
02.02.15	CURADO DE CONCRETO					Total :		8064.30 M2
Descripción		N Estr.	N Elem	Area	Largo	Ancho	Alto	Parcial
Area de curado		1	1	8064.30				8064.30

RESUMEN DE METRADOS

02	PAVIMENTACION	Und	Metrado
02.02	ESTRUCTURA DE PAVIMENTO RÍGIDO		
02.02.01	PERFILADO Y COMPACTACION DE SUB RASANTE	m2	8064.30 M2
02.02.02	MEJORAMIENTO DE SUB RASANTE CON OVER E=0.30m	m2	8064.30 M2
02.02.03	CONFORMACION DE BASE GRANULAR E=0.20m	m2	8064.30 M2
02.02.04	CONCRETO F'C=210 KG/CM2 PARA PAVIMENTO RÍGIDO E=0.20M	m2	8064.30 M2
02.02.05	ENCOFRADO Y DESENCOFRADO DE LOSA DE PAVIMENTO	m2	658.15 M2
02.02.06	BARRAS DE AMARRE Ø 1/2" x 0.76 m @ 0.76 m EN JUNTAS LONGITUDINALE	kg	1612.11 KG
02.02.07	DOWELLS Ø 1" x 0.45 M @ 0.30 M	kg	6296.81 KG
02.02.08	TUBERIA PVC 1 1/4" APOYO MOVIL EN JUNTAS TRANVERSALES	m	792.45 M
02.02.09	CANASTILLA PASAJUNTAS DE ACERO CORRUGADO DIAM. 1/4"	kg	1488.05 KG
02.02.10	JUNTA DE DILATACIÓN CON MEZCLA ASFALTICAS E=1"	m	2166.08 M
02.02.11	JUNTA DE DILATACIÓN CON MEZCLA ASFALTICAS E=3/4"	m	1124.68 M
02.02.12	ASERRADO INICIAL DE JUNTAS DE CONTRACCION E=3mm	m	511.78 M
02.02.13	ASERRADO FINAL DE JUNTAS DE CONTRACCION E=6mm	m	511.78 M
02.02.14	SELLADOR ELASTOMERICO EN JUNTA DE CONTRACCIÓN E=6mm	m	511.78 M
02.02.15	CURADO DE CONCRETO	m2	8064.30 M2

Anexo J. Análisis de costos unitarios

02.02. ESTRUCTURA DE PAVIMENTO FLEXIBLE

Partida:	02.02.01	PERFILADO Y COMPACTACIÓN DE SUBRASANTE	Rendimiento:			1000 m2/día
Código	Descripción insumo	Unidad	Cuadrilla	Cantidad	Precio S/.	Parcial S/.
Mano de obra						
47 00007	OPERARIO	HH	2	0.0160	10.59	0.17
47 00009	PEÓN	HH	4	0.0320	7.475	0.24
						0.41
Equipos						
37 00004	HERRAMIENTAS MANUALES	%MO		3.0000	0.409	0.012
49 08353	CAMION CISTERNA (2,000 glns)	HM	1	0.0080	135.590	1.085
49 00351	MOTONIVELADORA DE 125 HP	HM	1	0.0080	271.180	2.169
49 00366	RODILLO LISO VIBR AUTOP 101-135HP 10-12T	HM	1	0.0080	220.340	1.763
						5.029
Costo unitario por m2:						5.438
Partida:	02.02.02	MEJORAMIENTO DE SUB RASANTE CON OVER E=0.3 m	Rendimiento:			800 m2/día
Código	Descripción insumo	Unidad	Cuadrilla	Cantidad	Precio S/.	Parcial S/.
Mano de obra						
47 00007	OPERARIO	HH	1	0.0100	10.59	0.106
47 00009	PEÓN	HH	4	0.0400	7.475	0.299
						0.405
Materiales						
05 08354	MATERIAL GRANULAR (OVER)	m3		0.46	55.090	25.066
						25.066
Equipos						
37 00004	HERRAMIENTAS MANUALES	%MO		3.0000	0.405	0.012
49 01350	CARGADOR S/LLANTAS 125-155 HP 3 YD3	HM	1	0.0100	262.710	2.627
49 00351	MOTONIVELADORA DE 125 HP	HM	1	0.0100	271.180	2.712
49 00366	RODILLO LISO VIBR AUTOP 101-135HP 10-12T	HM	1	0.0100	220.340	2.203
						7.554
Costo unitario por m2:						33.025
Partida:	02.02.03	CONFORMACIÓN DE SUBBASE GRANULAR E= 0.15 m	Rendimiento:			800 m2/día
Código	Descripción insumo	Unidad	Cuadrilla	Cantidad	Precio S/.	Parcial S/.
Mano de obra						
47 00007	OPERARIO	HH	1	0.0100	10.59	0.106
47 00009	PEÓN	HH	4	0.0400	7.475	0.299
						0.405
Materiales						
05 03180	MATERIAL CLASIFICADO PARA SUBBASE GRANULAR	m3		0.27	25.000	6.750
30 00002	AGUA PUESTA EN OBRA	m3		0.05	16.950	0.797
						7.547
Equipos						
37 00004	HERRAMIENTAS MANUALES	%MO		3.0000	0.405	0.012
49 08353	CAMION CISTERNA (2,000 glns)	HM	1	0.0100	135.590	1.356
49 00351	MOTONIVELADORA DE 125 HP	HM	1	0.0100	271.180	2.712
49 00366	RODILLO LISO VIBR AUTOP 101-135HP 10-12T	HM	1	0.0100	220.340	2.203
						6.283
Costo unitario por m2:						14.235
Partida:	02.02.04	CONFORMACIÓN DE BASE GRANULAR E= 0.20 m	Rendimiento:			800 m2/día
Código	Descripción insumo	Unidad	Cuadrilla	Cantidad	Precio S/.	Parcial S/.
Mano de obra						
47 00007	OPERARIO	HH	1	0.0100	10.59	0.106
47 00009	PEÓN	HH	4	0.0400	7.475	0.299
						0.405

Materiales

05 03180	MATERIAL CLASIFICADO PARA BASE GRANULAR	m3		0.27	60.000	16.200
30 00002	AGUA PUESTA EN OBRA	m3		0.05	16.950	0.797
						16.997

Equipos

37 00004	HERRAMIENTAS MANUALES	%MO		3.0000	0.405	0.012
49 08353	CAMION CISTERNA (2,000 glns)	HM	1	0.0100	135.590	1.356
49 00351	MOTONIVELADORA DE 125 HP	HM	1	0.0100	271.180	2.712
49 00366	RODILLO LISO VIBR AUTOP 101-135HP 10-12T	HM	1	0.0100	220.340	2.203
						6.283

Costo unitario por m2: 23.685

Partida:	02.02.05	IMPRIMACION ASFALTICA			Rendimiento:	4500 m2/día
----------	----------	-----------------------	--	--	--------------	-------------

Código	Descripción insumo	Unidad	Cuadrilla	Cantidad	Precio S/.	Parcial S/.
Mano de obra						
47 00007	OPERARIO	HH	1	0.0018	10.59	0.019
47 00009	PEÓN	HH	6	0.0107	7.475	0.080
						0.099

Materiales

05 03180	ARENA ZARANDEADA	m3		0.0045	84.740	0.381
						0.381

Equipos

37 00004	HERRAMIENTAS MANUALES	%MO		3.0000	0.099	0.003
49 07002	COMPRESORA NEUMATICA 250-330 PCM, 87 HP	HM	1	0.0018	67.170	0.119
49 04004	MINICARGADOR 70 HP	HM	2	0.0036	48.820	0.174
49 00004	CAMION IMPRIMADOR DE 1800 GLS	HM	1	0.0018	133.750	0.238
						0.534

Costo unitario por m2: 1.014

Partida:	02.02.06	PAVIMENTO ASFALTICO EN CALIENTE			Rendimiento:	538 m3/día
----------	----------	---------------------------------	--	--	--------------	------------

Código	Descripción insumo	Unidad	Cuadrilla	Cantidad	Precio S/.	Parcial S/.
Mano de obra						
47 00007	OPERARIO	HH	1	0.0149	10.59	0.157
47 00008	OFICIAL	HH	1	0.0149	9.98	0.148
47 00009	PEÓN	HH	6	0.0892	7.475	0.667
						0.973

Materiales

05 03070	PREPARACION MEZCLA ASFALTICA	m3		1.30	72.500	94.250
						94.250

Equipos

37 00004	HERRAMIENTAS MANUALES	%MO		3.0000	0.973	0.029
49 05024	RODILLO TANDEM VIBRATORIO AUTOPROPULSADO	HM	1	0.0149	72.260	1.074
49 05025	RODILLO NEUMATICO AUTOPROP 135 HP 9-26 TON	HM	1	0.0149	102.890	1.530
49 05028	PAVIMENTADORA SOBRE ORUGAS 105 HP 10-16	HM	1	0.0149	108.890	1.619
6024	PLANTA DE ASFALTO EN CALIENTE 60-115 ton/h	HM	1	0.0100	525.470	5.255
						9.508

Costo unitario por m2: 104.73

Partida:	02.02.07	CEMENTO ASFALTICO PEN 85 - 100			Rendimiento:	1 kg/día
----------	----------	--------------------------------	--	--	--------------	----------

Código	Descripción insumo	Unidad	Cuadrilla	Cantidad	Precio S/.	Parcial S/.
Materiales						
02 00008	CEMENTO ASFALTICO PEN 85-100	kg		1.00	2.040	2.040
						2.040

Costo unitario por m2: 2.040

Partida:	02.02.08	ASFALTO DILUIDO MC-30			Rendimiento:	1 kg/día
----------	----------	-----------------------	--	--	--------------	----------

Código	Descripción insumo	Unidad	Cuadrilla	Cantidad	Precio S/.	Parcial S/.
Materiales						
02 00001	ASFALTO DILUIDO MC-30	kg		1.00	2.170	2.170
						2.170

						Costo unitario por m2: 2.170	
Partida:	02.02.09	FILLER MINERAL (CAL HIDRATADA)			Rendimiento:	1 kg/día	
Código	Descripción insumo		Unidad	Cuadrilla	Cantidad	Precio S/.	Parcial S/.
	Materiales						
02 00021	FILLER		kg		1.00	0.750	0.750
							0.750
							Costo unitario por m2: 0.750
Partida:	02.02.10	ADITIVO MEJORADOR DE ADHERENCIA			Rendimiento:	1 kg/día	
Código	Descripción insumo		Unidad	Cuadrilla	Cantidad	Precio S/.	Parcial S/.
	Materiales						
02 00018	ADITIVO MEJORADOR DE ADHERENCIA		kg		1.00	16.240	16.240
							16.240
							Costo unitario por m2: 16.240

02.02. ESTRUCTURA DE PAVIMENTO RÍGIDO

Partida: 02.02.01 PERFILADO Y COMPACTACIÓN DE SUBRASANTE				Rendimiento: 1000 m2/día		
Código	Descripción insumo	Unidad	Cuadrilla	Cantidad	Precio S/.	Parcial S/.
Mano de obra						
47 00007	OPERARIO	HH	2	0.0160	10.59	0.17
47 00009	PEÓN	HH	4	0.0320	7.475	0.24
						0.41
Equipos						
37 00004	HERRAMIENTAS MANUALES	%MO		3.0000	0.409	0.012
49 08353	CAMION CISTERNA (2,000 glns)	HM	1	0.0080	135.590	1.085
49 00351	MOTONIVELADORA DE 125 HP	HM	1	0.0080	271.180	2.169
49 00366	RODILLO LISO VIBR AUTOP 101-135HP 10-12T	HM	1	0.0080	220.340	1.763
						5.029
						Costo unitario por m2: 5.438

Partida: 02.02.02 MEJORAMIENTO DE SUB RASANTE CON OVER E=0.3 m				Rendimiento: 800 m2/día		
Código	Descripción insumo	Unidad	Cuadrilla	Cantidad	Precio S/.	Parcial S/.
Mano de obra						
47 00007	OPERARIO	HH	1	0.0100	10.59	0.106
47 00009	PEÓN	HH	4	0.0400	7.475	0.299
						0.405
Materiales						
05 08354	MATERIAL GRANULAR (OVER)	m3		0.46	55.090	25.066
						25.066
Equipos						
37 00004	HERRAMIENTAS MANUALES	%MO		3.0000	0.405	0.012
49 01350	CARGADOR S/LLANTAS 125-155 HP 3 YD3	HM	1	0.0100	262.710	2.627
49 00351	MOTONIVELADORA DE 125 HP	HM	1	0.0100	271.180	2.712
49 00366	RODILLO LISO VIBR AUTOP 101-135HP 10-12T	HM	1	0.0100	220.340	2.203
						7.554
						Costo unitario por m2: 33.025

Partida: 02.02.03 CONFORMACIÓN DE BASE GRANULAR E= 0.20 m				Rendimiento: 800 m2/día		
Código	Descripción insumo	Unidad	Cuadrilla	Cantidad	Precio S/.	Parcial S/.
Mano de obra						
47 00007	OPERARIO	HH	1	0.0100	10.59	0.106
47 00009	PEÓN	HH	4	0.0400	7.475	0.299
						0.405
Materiales						
05 03180	MATERIAL CLASIFICADO PARA BASE GRANULAR	m3		0.27	60.000	16.200
30 00002	AGUA PUESTA EN OBRA	m3		0.05	16.950	0.797
						16.997
Equipos						
37 00004	HERRAMIENTAS MANUALES	%MO		3.0000	0.405	0.012
49 08353	CAMION CISTERNA (2,000 glns)	HM	1	0.0100	135.590	1.356
49 00351	MOTONIVELADORA DE 125 HP	HM	1	0.0100	271.180	2.712
49 00366	RODILLO LISO VIBR AUTOP 101-135HP 10-12T	HM	1	0.0100	220.340	2.203
						6.283
						Costo unitario por m2: 23.685

Partida: 02.02.04 CONCRETO F'C 210 KG/CM2 PARA PAVIMENTO RÍGIDO E= 0.20 r				Rendimiento: 75 m2/día		
Código	Descripción insumo	Unidad	Cuadrilla	Cantidad	Precio S/.	Parcial S/.
Mano de obra						
47 00007	OPERARIO	HH	2	0.2133	10.59	2.259
47 00008	OFICIAL	HH	2	0.2133	9.98	2.129
47 00009	PEÓN	HH	10	1.0667	7.475	7.973

47 00001	OPERADOR DE EQUIPO LIVIANO	HH	1	0.1067	9.08	0.969
						12.361
	Materiales					
05 03180	ARENA GRUESA	m3		0.10	84.740	8.813
05 07439	PIEDRA CHANCADA 1/2"	m3		0.11	84.740	8.982
21 06871	CEMENTO PORTLAND TIPO I (42.5 kg)	bol		1.95	32.000	62.272
30 00002	AGUA PUESTA EN OBRA	m3		0.04	16.950	0.631
						80.698
	Equipos					
37 00004	HERRAMIENTAS MANUALES	%MO		5.0000	12.361	0.618
49 07378	MEZCLADORA DE CONC. TAMBOR 11 P3, 22 HP	HM	1	0.1067	38.250	4.080
49 00122	VIBRADOR DE CONCRETO 4 HO 2.40"	HM	1	0.1067	22.710	2.422
						7.120
						Costo unitario por m2: 100.18

Partida:	02.02.05 ENCOFRADO Y DESENCOFRADO DE LOSA DE PAVIMENTO	Rendimiento:	16 m2/día			
Código	Descripción insumo	Unidad	Cuadrilla	Cantidad	Precio S/.	Parcial S/.
	Mano de obra					
47 00007	OPERARIO	HH	1	0.5000	10.59	5.294
47 00008	OFICIAL	HH	1	0.5000	9.98	4.990
47 00009	PEÓN	HH	1	0.5000	7.475	3.738
						14.021
	Materiales					
02 06369	ALAMBRE NEGRO N° 16	kg		0.20	5.930	1.186
02 08348	CLAVOS CON CABEZA DE 3"	kg		0.20	5.930	1.186
43 07377	ESTACAS DE MADERA	und		1.15	1.000	1.150
43 00020	MADERA TORNILLO	p2		4.50	8.050	36.225
						39.747
	Equipos					
37 00004	HERRAMIENTAS MANUALES	%MO		3.0000	14.021	0.421
						0.421
						Costo unitario por m2: 54.189

Partida:	02.02.06 BARRAS DE AMARRE Ø1/2" x 0.76 m EN JUNTAS LONGITUDINAL	Rendimiento:	250 kg/día			
Código	Descripción insumo	Unidad	Cuadrilla	Cantidad	Precio S/.	Parcial S/.
	Mano de obra					
47 00007	OPERARIO	HH	1	0.0320	10.59	0.339
47 00009	PEÓN	HH	2	0.0640	7.475	0.478
						0.817
	Materiales					
03 06859	ACERO CORRUGADO fy= 4200 kg/cm2 GRADO 60	kg		1.07	4.730	5.061
						5.061
	Equipos					
37 00004	HERRAMIENTAS MANUALES	%MO		3.0000	0.817	0.025
48 01579	CIZALLA P/CORTE DE FIERRO	HM	1	0.0320	10.170	0.325
						0.350
						Costo unitario por m2: 6.228

Partida:	02.02.07 DOWELLS Ø1" x 0.45 m @ 0.60 m	Rendimiento:	200 m2/día			
Código	Descripción insumo	Unidad	Cuadrilla	Cantidad	Precio S/.	Parcial S/.
	Mano de obra					
47 00007	OPERARIO	HH	1	0.0400	10.59	0.424
47 00008	OFICIAL	HH	2	0.0800	9.98	0.798
						1.222
	Materiales					
02 09443	ACERO LISO DE D=1"	kg		1.05	6.200	6.510
02 0848	DISCO DE CORTE DE ACERO 7"	und		0.02	42.370	0.636
						7.146
	Equipos					

37 00004 HERRAMIENTAS MANUALES	%MO			3.0000	1.222	0.037
49 08409 AMOLADORA	HM	1		0.0400	5.000	0.200
						0.237
						8.604
Costo unitario por m2:						8.604

Partida:	02.02.08	TUNERÍA PVC 1 1/4" APOYO MOVIL EN JUNTAS TRANSVERSALES			Rendimiento:	50 m2/día	
Código	Descripción insumo		Unidad	Cuadrilla	Cantidad	Precio S/.	Parcial S/.
	Mano de obra						
47 00007	OPERARIO		HH	1	0.1600	10.59	1.694
47 00009	PEÓN		HH	2	0.3200	7.475	2.392
							4.086
	Materiales						
30 07491	GRASA AMARILLA		kg		0.01	10.170	0.092
72 09444	TUBERÍA PVC SAP C-10 DE 1 1/4" X 5 m		m		1.05	2.950	3.098
							3.189
	Equipos						
37 00004	HERRAMIENTAS MANUALES		%MO		3.0000	4.086	0.123
							0.123
Costo unitario por m2:						7.398	

Partida:	02.02.09	CANASTILLA PASAJUNTAS DE ACERO CORRUGADO DIAM. 1/4"			Rendimiento:	200 m2/día	
Código	Descripción insumo		Unidad	Cuadrilla	Cantidad	Precio S/.	Parcial S/.
	Mano de obra						
47 00007	OPERARIO		HH	2	0.0800	10.59	0.847
47 00008	OFICIAL		HH	2	0.0800	9.98	0.798
							1.645
	Materiales						
02 0848	DISCO DE CORTE DE ACERO 7"		m3		0.01	42.370	0.424
03 06859	ACERO CORRUGADO fy= 4200 kg/cm2 GRADO 60		kg		1.07	4.730	5.061
30 00277	SOLDADURA		kg		0.01	13.560	0.136
							5.620
	Equipos						
37 00004	HERRAMIENTAS MANUALES		%MO		3.0000	1.645	0.049
49 07378	MEZCLADORA DE CONC. TAMBOR 11 P3, 22 HP		HM	1	0.0400	16.950	0.678
49 00122	VIBRADOR DE CONCRETO 4 HO 2.40"		HM	1	0.0400	5.000	0.200
							0.927
Costo unitario por m2:						8.193	

Partida:	02.02.10	JUNTAS DE DILATACIÓN CON MEZCLA ASFALTICA E=1"			Rendimiento:	150 m2/día	
Código	Descripción insumo		Unidad	Cuadrilla	Cantidad	Precio S/.	Parcial S/.
	Mano de obra						
47 00007	OPERARIO		HH	2	0.1067	10.59	1.129
47 00009	PEÓN		HH	3	0.1600	7.475	1.196
							2.325
	Materiales						
05 03180	ARENA GRUESA		m3		0.0035	84.740	0.297
13 00097	ASFALTO LÍQUIDO RC-250		Gln		0.15	18.640	2.796
43 07911	LEÑA		pqt		0.20	5.000	1.000
60 08357	TECNOPOR DE 2.40 X 1.20 M X 1"		pln		0.15	12.710	1.907
							5.999
	Equipos						
37 00004	HERRAMIENTAS MANUALES		%MO		3.0000	2.325	0.070
							0.070
Costo unitario por m2:						8.394	

Partida:	02.02.11	JUNTA DE AISLAMIENTO CON MEZCLA ASFALTICA E=3/4"			Rendimiento:	170 m2/día	
Código	Descripción insumo		Unidad	Cuadrilla	Cantidad	Precio S/.	Parcial S/.
	Mano de obra						
47 00008	OFICIAL		HH	1	0.0471	9.98	0.470
47 00009	PEÓN		HH	3	0.1412	7.475	1.055

1.525

Materiales

05 03180	ARENA GRUESA	m3		0.0030	84.740	0.254
13 00097	ASFALTO LÍQUIDO RC-250	Gln		0.10	18.640	1.864
30 08393	TECNOPOR DE 3/4X4X8"	pln		0.15	10.590	1.589
43 07911	LEÑA	pqt		0.20	5.000	1.000
						4.707

Equipos

37 00004	HERRAMIENTAS MANUALES	%MO		3.0000	1.525	0.046
						0.046

Costo unitario por m2: 6.277

Partida: 02.02.12 ASERRADO INICIAL DE JUNTAS DE CONTRACCIÓN E= 3mm Rendimiento: 100 m2/día

Código	Descripción insumo	Unidad	Cuadrilla	Cantidad	Precio S/.	Parcial S/.
Mano de obra						
47 00007	OPERARIO	HH	1	0.0800	10.59	0.847
47 00009	PEÓN	HH	1	0.0800	7.475	0.598
						1.445

Materiales

02 08360	DISCO DE 1/4" PARA CONCRETO	und		0.006	302.530	1.815
						1.815

Equipos

37 00004	HERRAMIENTAS MANUALES	%MO		3.0000	1.445	0.043
48 07629	CORTADORA DE CONCRETO 14"	HM	1	0.0800	15.250	1.220
						1.263

Costo unitario por m2: 4.524

Partida: 02.02.13 ASERRADO FINAL DE JUNTAS DE CONTRACCIÓN E= 6mm Rendimiento: 100 m2/día

Código	Descripción insumo	Unidad	Cuadrilla	Cantidad	Precio S/.	Parcial S/.
Mano de obra						
47 00007	OPERARIO	HH	1	0.0800	10.59	0.847
47 00009	PEÓN	HH	1	0.0800	7.475	0.598
						1.445

Materiales

02 08360	DISCO DE 1/4" PARA CONCRETO	und		0.012	302.530	3.630
						3.630

Equipos

37 00004	HERRAMIENTAS MANUALES	%MO		3.0000	1.445	0.043
48 07629	CORTADORA DE CONCRETO 14"	HM	1	0.0800	15.250	1.220
						1.263

Costo unitario por m2: 6.339

Partida: 02.02.14 SELLADOR ELASTOMERICO EN JUNTA DE CONTRACCIÓN E= 6r Rendimiento: 150 m2/día

Código	Descripción insumo	Unidad	Cuadrilla	Cantidad	Precio S/.	Parcial S/.
Mano de obra						
47 00008	OFICIAL	HH	2	0.1067	9.98	1.065
47 00009	PEÓN	HH	2	0.1067	7.475	0.797
						1.862

Materiales

30 08046	FONDO DE JUNTA DE POLIETILENO 9 mm	m		1.05	2.430	2.552
30 08359	SELLADOR ELASTOMERICO DE POLIURETANO, TUE	und		0.11	38.500	4.081
						6.633

Equipos

37 00004	HERRAMIENTAS MANUALES	%MO		3.0000	1.862	0.056
49 00346	COMPRESORA NEUMATICA 76 HP 125-175 PCM	HM	1	0.0533	55.000	2.933
						2.989

Costo unitario por m2: 11.484

Partida: 02.02.15 CURADO DE CONCRETO CON ADITIVO Rendimiento: 300 m2/día

Código	Descripción insumo	Unidad	Cuadrilla	Cantidad	Precio S/.	Parcial S/.
--------	--------------------	--------	-----------	----------	------------	-------------

Mano de obra						
47 00008	OFICIAL	HH	1	0.0267	9.98	0.266
						0.266
Materiales						
30 07912	CURADOR PARA CONCRETO	gal		0.05	22.900	1.145
						1.145
Equipos						
37 00004	HERRAMIENTAS MANUALES	%MO		3.0000	0.266	0.008
49 07350	EQUIPO PULVERIZADOR	HM	1	0.0267	10.170	0.271
						0.279
					Costo unitario por m2:	1.690

02.02. ESTRUCTURA DE PAVIMENTO ADOQUINADO

Partida:	02.02.01	PERFILADO Y COMPACTACIÓN DE SUBRASANTE	Rendimiento			1000 m2/día
Código	Descripción insumo	Unidad	Cuadrilla	Cantidad	Precio S/.	Parcial S/.
Mano de obra						
47 00007	OPERARIO	HH	2	0.0160	10.59	0.17
47 00009	PEÓN	HH	4	0.0320	7.475	0.24
						0.41
Equipos						
37 00004	HERRAMIENTAS MANUALES	%MO		3.0000	0.409	0.012
49 08353	CAMION CISTERNA (2,000 glns)	HM	1	0.0080	135.590	1.085
49 00351	MOTONIVELADORA DE 125 HP	HM	1	0.0080	271.180	2.169
49 00366	RODILLO LISO VIBR AUTOP 101-135HP 10-12T	HM	1	0.0080	220.340	1.763
						5.029
Costo unitario por m2:						5.438
Partida:	02.02.02	MEJORAMIENTO DE SUB RASANTE CON OVER E=0.3 m	Rendimiento			800 m2/día
Código	Descripción insumo	Unidad	Cuadrilla	Cantidad	Precio S/.	Parcial S/.
Mano de obra						
47 00007	OPERARIO	HH	1	0.0100	10.59	0.106
47 00009	PEÓN	HH	4	0.0400	7.475	0.299
						0.405
Materiales						
05 08354	MATERIAL GRANULAR (OVER)	m3		0.46	55.090	25.066
						25.066
Equipos						
37 00004	HERRAMIENTAS MANUALES	%MO		3.0000	0.405	0.012
49 01350	CARGADOR S/LLANTAS 125-155 HP 3 YD3	HM	1	0.0100	262.710	2.627
49 00351	MOTONIVELADORA DE 125 HP	HM	1	0.0100	271.180	2.712
49 00366	RODILLO LISO VIBR AUTOP 101-135HP 10-12T	HM	1	0.0100	220.340	2.203
						7.554
Costo unitario por m2:						33.025
Partida:	02.02.03	CONFORMACIÓN DE SUBBASE GRANULAR E= 0.15 m	Rendimiento			800 m2/día
Código	Descripción insumo	Unidad	Cuadrilla	Cantidad	Precio S/.	Parcial S/.
Mano de obra						
47 00007	OPERARIO	HH	1	0.0100	10.59	0.106
47 00009	PEÓN	HH	4	0.0400	7.475	0.299
						0.405
Materiales						
05 03180	MATERIAL CLASIFICADO PARA SUBBASE GRANULAR	m3		0.27	25.000	6.750
30 00002	AGUA PUESTA EN OBRA	m3		0.05	16.950	0.797
						7.547
Equipos						
37 00004	HERRAMIENTAS MANUALES	%MO		3.0000	0.405	0.012
49 08353	CAMION CISTERNA (2,000 glns)	HM	1	0.0100	135.590	1.356
49 00351	MOTONIVELADORA DE 125 HP	HM	1	0.0100	271.180	2.712
49 00366	RODILLO LISO VIBR AUTOP 101-135HP 10-12T	HM	1	0.0100	220.340	2.203
						6.283
Costo unitario por m2:						14.235
Partida:	02.02.04	CONFORMACIÓN DE BASE GRANULAR E= 0.20 m	Rendimiento			800 m2/día
Código	Descripción insumo	Unidad	Cuadrilla	Cantidad	Precio S/.	Parcial S/.
Mano de obra						
47 00007	OPERARIO	HH	1	0.0100	10.59	0.106
47 00009	PEÓN	HH	4	0.0400	7.475	0.299
						0.405

Materiales						
05 03180	MATERIAL CLASIFICADO PARA BASE GRANULAR	m3		0.27	60.000	16.200
30 00002	AGUA PUESTA EN OBRA	m3		0.05	16.950	0.797
						16.997

Equipos						
37 00004	HERRAMIENTAS MANUALES	%MO		3.0000	0.405	0.012
49 08353	CAMION CISTERNA (2,000 glns)	HM	1	0.0100	135.590	1.356
49 00351	MOTONIVELADORA DE 125 HP	HM	1	0.0100	271.180	2.712
49 00366	RODILLO LISO VIBR AUTOP 101-135HP 10-12T	HM	1	0.0100	220.340	2.203
						6.283
Costo unitario por m2:						23.685

Partida: **02.02.05** COLOCACIÓN DE CAMA DE ARENA E= 0.04 m Rendimientc 150 m2/día

Código	Descripción insumo	Unidad	Cuadrilla	Cantidad	Precio S/.	Parcial S/.
Mano de obra						
47 00007	OPERARIO	HH	1	0.0533	10.59	0.565
47 00009	PEÓN	HH	1	0.0533	7.475	0.399
						0.963

Materiales						
05 03180	ARENA GRUESA	m3		0.0525	84.740	4.449
30 08390	REGLA DE MADERA	p2		0.0500	4.500	0.225
30 00002	AGUA PUESTA EN OBRA	m3		0.0100	16.950	0.170
						4.843

Equipos						
37 00004	HERRAMIENTAS MANUALES	%MO		3.0000	0.963	0.029
33 00373	CORDEL	m		1.0000	0.100	0.100
						0.129
Costo unitario por m2:						5.936

Partida: **02.02.06** SUMINISTRO Y COLOCACIÓN DE ADOQUIN VEHICULAR (20x10x Rendimientc 100 m2/día

Código	Descripción insumo	Unidad	Cuadrilla	Cantidad	Precio S/.	Parcial S/.
Mano de obra						
47 00007	OPERARIO	HH	2	0.1600	10.59	1.694
47 00008	OFICIAL	HH	2	0.1600	9.98	1.597
47 00009	PEÓN	HH	4	0.3200	7.475	2.392
						5.683

Materiales						
05 03180	ARENA FINA	m3		0.05	40.000	2.000
05 07439	ADOQUINES DE CONCRETO (20x10x8cm)	m3		1.00	97.000	97.000
						99.000

Equipos						
37 00004	HERRAMIENTAS MANUALES	%MO		3.0000	5.683	0.170
49 07321	PLANCHA COMPACTADORA	HM	1	0.0800	15.000	1.200
						1.370
Costo unitario por m2:						106.053

Partida: **02.02.07** JUNTAS DE DILATACIÓN CON MEZCLA ASFALTICA E=1" Rendimientc 150 m2/día

Código	Descripción insumo	Unidad	Cuadrilla	Cantidad	Precio S/.	Parcial S/.
Mano de obra						
47 00007	OPERARIO	HH	2	0.1067	10.59	1.129
47 00009	PEÓN	HH	3	0.1600	7.475	1.196
						2.325

Materiales						
05 03180	ARENA GRUESA	m3		0.0035	84.740	0.297
13 00097	ASFALTO LÍQUIDO RC-250	Gln		0.15	18.640	2.796
43 07911	LEÑA	pqt		0.20	5.000	1.000
60 08357	TECNOPOR DE 2.40 X 1.20 M X 1"	pln		0.15	12.710	1.907
						5.999

Equipos

37 00004 HERRAMIENTAS MANUALES	%MO			3.0000	2.325	0.070
						0.070
					Costo unitario por m2:	8.394

Partida:	02.02.08 JUNTA DE AISLAMIENTO CON MEZCLA ASFALTICA E=3/4"			Rendimientc		170 m2/día
Código	Descripción insumo	Unidad	Cuadrilla	Cantidad	Precio S/.	Parcial S/.
	Mano de obra					
47 00008	OFICIAL	HH	1	0.0471	9.98	0.470
47 00009	PEÓN	HH	3	0.1412	7.475	1.055
						1.525
	Materiales					
05 03180	ARENA GRUESA	m3		0.0030	84.740	0.254
13 00097	ASFALTO LÍQUIDO RC-250	Gln		0.10	18.640	1.864
30 08393	TECNOPOR DE 3/4X4X8"	pln		0.15	10.590	1.589
43 07911	LEÑA	pqt		0.20	5.000	1.000
						4.707
	Equipos					
37 00004 HERRAMIENTAS MANUALES	%MO			3.0000	1.525	0.046
						0.046
					Costo unitario por m2:	6.277

Partida:	02.02.09 SELLADOR ELASTOMERICO EN JUNTA DE CONTRACCIÓN E= 6r			Rendimientc		150 m2/día
Código	Descripción insumo	Unidad	Cuadrilla	Cantidad	Precio S/.	Parcial S/.
	Mano de obra					
47 00008	OFICIAL	HH	2	0.1067	9.98	1.065
47 00009	PEÓN	HH	2	0.1067	7.475	0.797
						1.862
	Materiales					
30 08046	FONDO DE JUNTA DE POLIETILENO 9 mm	m		1.05	2.430	2.552
30 08359	SELLADOR ELASTOMERICO DE POLIURETANO, TUB	und		0.11	38.500	4.081
						6.633
	Equipos					
37 00004 HERRAMIENTAS MANUALES	%MO			3.0000	1.862	0.056
49 00346	COMPRESORA NEUMATICA 76 HP 125-175 PCM	HM	1	0.0533	55.000	2.933
						2.989
					Costo unitario por m2:	11.484

Partida:	02.02.10 CURADO DE CONCRETO CON ADITIVO			Rendimientc		300 m2/día
Código	Descripción insumo	Unidad	Cuadrilla	Cantidad	Precio S/.	Parcial S/.
	Mano de obra					
47 00008	OFICIAL	HH	1	0.0267	9.98	0.266
						0.266
	Materiales					
30 07912	CURADOR PARA CONCRETO	gal		0.05	22.900	1.145
						1.145
	Equipos					
37 00004 HERRAMIENTAS MANUALES	%MO			3.0000	0.266	0.008
49 07350	EQUIPO PULVERIZADOR	HM	1	0.0267	10.170	0.271
						0.279
					Costo unitario por m2:	1.690

Anexo K. Presupuesto de obra



Presupuesto del pavimento rígido

Proyecto "EVALUACIÓN TECNICA Y ECONÓMICA DE LAS ALTERNATIVAS DE PAVIMENTACION PARA EL JR. EXEQUIEL MONTOYA, UTILIZANDO EL MÉTODO ASSHTO-93, CHOTA - 2023"

Sub Presupuesto 01 - PAVIMENTACIÓN

Pavimento PAVIMENTO RÍGIDO

Item	Descripción	Unidad	Metrado	Precio	Parcial	Subtotal	Total
02	<u>PAVIMENTACIÓN</u>						1,477,302.57
02.02	ESTRUCTURA DE PAVIMENTO					1,477,302.57	
02.02.01	PERFILADO Y COMPACTACION DE SUBRASANTE	m2	8,064.30	5.44	43,851.53		
02.02.02	MEJORAMIENTO DE SUB RASANTE CON OVER E=0.35 M	m2	8,064.30	33.03	266,325.60		
02.02.03	CONFORMACION DE SUB BASE GRANULAR E=0.25m	m2	8,064.30	23.68	191,001.03		
02.02.04	CONCRETO F'C=210 KG/CM2 PARA PAVIMENTO RÍGIDO E=0.20M	m2	8,064.30	100.18	807,876.92		
02.02.05	ENCOFRADO Y DESENCOFRADO DE LOSA DE PAVIMENTO	m2	658.15	54.19	35,664.52		
02.02.06	BARRAS DE AMARRE Ø 1/2" x 0.76 m @ 0.76 m EN JUNTAS LONGITUDINALE	kg	1,612.11	6.23	10,040.63		
02.02.07	DOWELLS Ø 1" x 0.45 M @ 0.30 M	kg	6,296.81	8.60	54,178.41		
02.02.08	TUBERIA PVC 1 1/4" APOYO MOVIL EN JUNTAS TRANSVERSALES	m	792.45	7.40	5,862.24		
02.02.09	CANASTILLA PASAJUNTAS DE ACERO CORRUGADO DIAM. 1/4"	kg	1,488.05	8.19	12,191.79		
02.02.10	JUNTA DE DILATACIÓN CON MEZCLA ASFALTICAS E=1"	m	2,166.08	8.39	18,182.47		
02.02.11	JUNTA DE AISLAMIENTO CON MEZCLA ASFALTICAS E=3/4"	m	1,124.68	6.28	7,060.08		
02.02.12	ASERRADO INICIAL DE JUNTAS DE CONTRACCION E=3mm	m	511.78	4.52	2,315.05		
02.02.13	ASERRADO FINAL DE JUNTAS DE CONTRACCION E=6mm	m	511.78	6.34	3,244.03		
02.02.14	SELLADOR ELASTOMERICO EN JUNTA DE CONTRACCIÓN E=6mm	m	511.78	11.48	5,877.05		
02.02.15	CURADO DE CONCRETO CON ADITIVO	m2	8,064.30	1.69	13,631.22		

COSTO DIRECTO

1,477,302.57



Presupuesto del pavimento flexible

Proyecto "EVALUACIÓN TÉCNICA Y ECONÓMICA DE LAS ALTERNATIVAS DE PAVIMENTACION PARA EL JR. EXEQUIEL MONTOYA, UTILIZANDO EL MÉTODO ASSHTO-93, CHOTA - 2023"

Sub Presupuesto 01 - PAVIMENTACIÓN

Pavimento PAVIMENTO FLEXIBLE

Item	Descripción	Unidad	Metrado	Precio	Parcial	Subtotal	Total
02	<u>PAVIMENTACIÓN</u>						1,474,146.60
02.02	ESTRUCTURA DE PAVIMENTO					1,474,146.60	
02.02.01	PERFILADO Y COMPACTACION DE SUB RASANTE	m2	8,064.30	5.44	43,851.53		
02.02.02	MEJORAMIENTO DE SUB RASANTE CON OVER E=0.30m	m2	8,064.30	33.03	266,325.60		
02.02.03	CONFORMACION DE SUB BASE GRANULAR E=0.15m	m2	8,064.30	14.23	114,793.42		
02.02.04	CONFORMACION DE BASE GRANULAR E=0.20m	m2	8,064.30	23.68	191,001.03		
02.02.05	IMPRIMACION ASFALTICA	m2	8,064.30	1.01	8,174.10		
02.02.06	PAVIMENTO ASFALTICO EN CALIENTE	m2	8,064.30	104.73	844,576.06		
02.02.07	CEMENTO ASFALTICO PEN 85-100	kg	255.89	2.04	522.02		
02.02.08	ASFALTO DILUIDO MC-30	kg	255.89	2.17	555.28		
02.02.09	FILLER MINERAL (CAL HIDRATADA)	kg	255.89	0.75	191.92		
02.02.10	ADITIVO MEJORADOR DE ADHERENCIA	kg	255.89	16.24	4,155.65		
	COSTO DIRECTO						1,474,146.60



Presupuesto del pavimento adoquinado

Proyecto "EVALUACIÓN TECNICA Y ECONÓMICA DE LAS ALTERNATIVAS DE PAVIMENTACION PARA EL JR. EXEQUIEL MONTOYA, UTILIZANDO EL MÉTODO ASSHTO-93, CHOTA - 2023"

Sub Presupuesto **01 - PAVIMENTACIÓN**

Pavimento PAVIMENTO ADOQUINADO

Item	Descripción	Unidad	Metrado	Precio	Parcial	Subtotal	Total
02	<u>PAVIMENTACIÓN</u>						1,542,253.76
02.02	ESTRUCTURA DE PAVIMENTO					1,542,253.76	
02.02.01	PERFILADO Y COMPACTACION DE SUB RASANTE	m2	8,064.30	5.44	43,851.53		
02.02.02	MEJORAMIENTO DE SUB RASANTE CON OVER E=0.30m	m2	8,064.30	33.03	266,325.60		
02.02.03	CONFORMACION DE SUB BASE GRANULAR E=0.15m	m2	8,064.30	14.23	114,793.42		
02.02.04	CONFORMACION DE BASE GRANULAR E=0.20m	m2	8,064.30	23.68	191,001.03		
02.02.05	COLOCACIÓN DE CAMA DE ARENA E= 0.04 m	m2	8,064.30	5.94	47,866.31		
02.02.06	SUMINISTRO Y COLOCACIÓN DE ADOQUIN VEHICULAR (20x10x8 cm)	m2	8,064.30	106.05	855,245.18		
02.02.07	JUNTAS DE DILATACIÓN CON MEZCLA ASFALTICA E=1"	m2	541.52	8.39	4,545.62		
02.02.08	JUNTA DE AISLAMIENTO CON MEZCLA ASFALTICA E=3/4"	m2	281.17	6.28	1,765.02		
02.02.09	SELLADOR ELASTOMERICO EN JUNTA DE CONTRACCIÓN E= 6mm	m2	281.17	11.48	3,228.83		
02.02.10	CURADO DE CONCRETO CON ADITIVO	m2	8,064.30	1.69	13,631.22		
	COSTO DIRECTO						1,542,253.76

Anexo L. Costos de mantenimiento

PAVIMENTO FLEXIBLE

Descripción	Und.	Metrado	Precio (S/.)	Parcial (S/.)
MANTENIMIENTO RUTINARIO				10,031.99
SELLADO DE FISURAS m		806.43	5.34	4,306.34
LIMPIEZA DE MARCAS l m		8,064.30	0.71	5,725.65
MANTENIMIENTO PERIÓDICO (cada 3 años)				109,505.13
PARCHADO SUPERFICI m2		4,032.15	26.09	105,198.79
SELLADO DE FISURAS m		806.43	5.34	4,306.34
MANTENIMIENTO PERIÓDICO (cada 6 años)				214,703.92
MICROFRESADO DE CA m2		8,064.30	26.09	210,397.59
SELLADO DE FISURAS m		806.43	5.34	4,306.34
MANTENIMIENTO PERIÓDICO (cada 9 años)				162,104.53
PARCHADO SUPERFICI m2		4,032.15	26.09	105,198.79
PARCHADO SUPERFICI m2		2016.075	26.09	52,599.40
SELLADO DE FISURAS m		806.43	5.34	4,306.34
				496,345.57

PAVIMENTO RÍGIDO

Descripción	Und.	Metrado	Precio (S/.)	Parcial (S/.)
MANTENIMIENTO RUTINARIO				10,031.99
SELLADO DE FISURAS m		806.43	5.34	4,306.34
LIMPIEZA DE MARCAS l m		8,064.30	0.71	5,725.65
MANTENIMIENTO PERIÓDICO (cada 5 años)				284,056.90
RESELLADO DE JUNTA m		806.43	7.29	5,878.87
PARCHADO SUPERFICI m2		4,032.15	68.99	278,178.03
MANTENIMIENTO PERIÓDICO (cada 5 años)				89,332.28
RESELLADO DE JUNTA m		806.43	7.29	5,878.87
PARCHADO SUPERFICI m2		1,209.65	68.99	83,453.41
MICROFRESADO DE LC m2		4,032.15	12.81	51,651.84
				383,421.18

PAVIMENTO ADOQUINADO

Descripción	Und.	Metrado	Precio (S/.)	Parcial (S/.)
MANTENIMIENTO RUTINARIO				10,031.99
SELLADO DE FISURAS m		806.43	5.34	4,306.34
LIMPIEZA DE MARCAS l m		8,064.30	0.71	5,725.65
MANTENIMIENTO PERIÓDICO (cada 3 años)				109,505.13
PARCHADO SUPERFICI m2		4,032.15	26.09	105,198.79
SELLADO DE FISURAS m		806.43	5.34	4,306.34
MANTENIMIENTO PERIÓDICO (cada 6 años)				284,056.90
RESELLADO DE JUNTA m		806.43	7.29	5,878.87
PARCHADO SUPERFICI m2		4,032.15	68.99	278,178.03
MANTENIMIENTO PERIÓDICO (cada 9 años)				5,878.87
RESELLADO DE JUNTA m		806.43	7.29	5,878.87
PARCHADO SUPERFICI m2		0.00	68.99	0.00
SELLADO DE FISURAS m		806.43	5.34	4,306.34
				409,472.90

Anexo M. Análisis de costos totales del pavimento durante su vida útil

PAVIMENTO FLEXIBLE

Año		<u>Alternativa 1</u>					
		Inversion	Operación	Mantenimiento	flujo neto	CALCULO DE VAC	
0	2023	S/. 1,474,146.60			S/. 1,474,146.60	1.000	S/. 1,474,146.60
1	2024		S/. 1,003.20	S/. 10,031.99	S/. 11,035.19	0.917	S/. 10,124.03
2	2025		S/. 1,003.20	S/. 10,031.99	S/. 11,035.19	0.842	S/. 9,288.10
3	2026		S/. 10,950.51	S/. 109,505.13	S/. 120,455.64	0.772	S/. 93,013.86
4	2027		S/. 1,003.20	S/. 10,031.99	S/. 11,035.19	0.708	S/. 7,817.61
5	2028		S/. 1,003.20	S/. 10,031.99	S/. 11,035.19	0.650	S/. 7,172.12
6	2029		S/. 21,470.39	S/. 214,703.92	S/. 236,174.32	0.596	S/. 140,823.03
7	2030		S/. 1,003.20	S/. 10,031.99	S/. 11,035.19	0.547	S/. 6,036.63
8	2031		S/. 1,003.20	S/. 10,031.99	S/. 11,035.19	0.502	S/. 5,538.19
9	2032		S/. 16,210.45	S/. 162,104.53	S/. 178,314.98	0.460	S/. 82,101.17
10	2033		S/. 1,003.20	S/. 10,031.99	S/. 11,035.19	0.422	S/. 4,661.38
11	2034		S/. 1,003.20	S/. 10,031.99	S/. 11,035.19	0.388	S/. 4,276.50
12	2035		S/. 10,950.51	S/. 109,505.13	S/. 120,455.64	0.356	S/. 42,826.16
13	2036		S/. 1,003.20	S/. 10,031.99	S/. 11,035.19	0.326	S/. 3,599.44
14	2037		S/. 1,003.20	S/. 10,031.99	S/. 11,035.19	0.299	S/. 3,302.24
15	2038		S/. 21,470.39	S/. 214,703.92	S/. 236,174.32	0.275	S/. 64,838.83
16	2039		S/. 1,003.20	S/. 10,031.99	S/. 11,035.19	0.252	S/. 2,779.43
17	2040		S/. 1,003.20	S/. 10,031.99	S/. 11,035.19	0.231	S/. 2,549.94
18	2041		S/. 16,210.45	S/. 162,104.53	S/. 178,314.98	0.212	S/. 37,801.66
19	2042		S/. 1,003.20	S/. 10,031.99	S/. 11,035.19	0.194	S/. 2,146.23
20	2043		S/. 1,003.20	S/. 10,031.99	S/. 11,035.19	0.178	S/. 1,969.02
tasa de descuento		9.00%		VAC		S/. 2,006,812.15	
				CAE		S/219,839.20	
				Población		45,958.00	
				Costo/efectividad		C/E S/. 43.67	

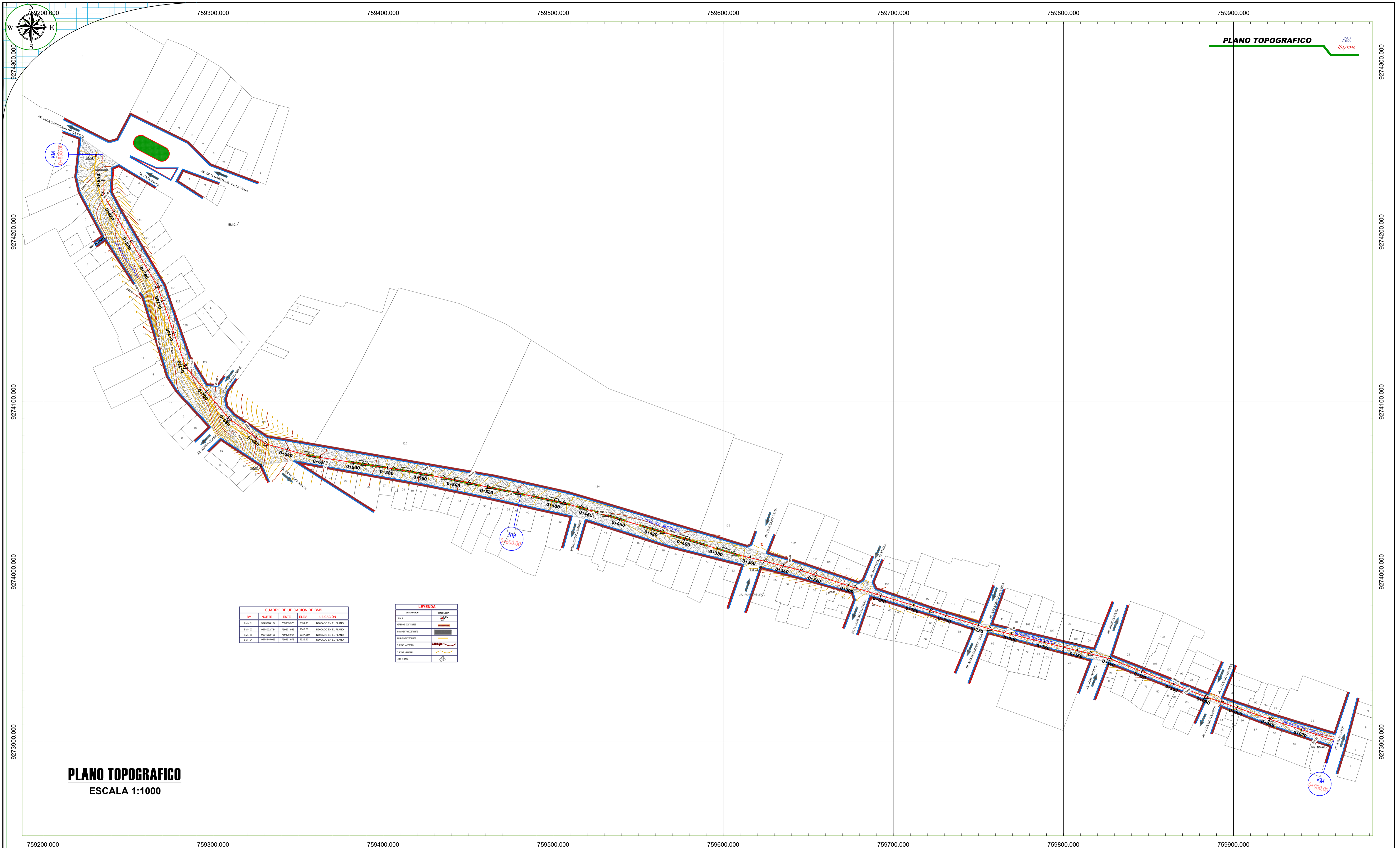
PAVIMENTO RÍGIDO

Año		Alternativa 2				
		Inversion	Operación	Mantenimiento	flujo neto	CALCULO DE VAC
0	2023	S/. 1,477,302.57			S/. 1,477,302.57	1.000
1	2024		S/. 1,003.20	S/. 10,031.99	S/. 11,035.19	0.917
2	2025		S/. 1,003.20	S/. 10,031.99	S/. 11,035.19	0.842
3	2026		S/. 1,003.20	S/. 10,031.99	S/. 11,035.19	0.772
4	2027		S/. 1,003.20	S/. 10,031.99	S/. 11,035.19	0.708
5	2028		S/. 28,405.69	S/. 284,056.90	S/. 312,462.59	0.650
6	2029		S/. 1,003.20	S/. 10,031.99	S/. 11,035.19	0.596
7	2030		S/. 1,003.20	S/. 10,031.99	S/. 11,035.19	0.547
8	2031		S/. 1,003.20	S/. 10,031.99	S/. 11,035.19	0.502
9	2032		S/. 1,003.20	S/. 10,031.99	S/. 11,035.19	0.460
10	2033		S/. 8,933.23	S/. 89,332.28	S/. 98,265.51	0.422
11	2034		S/. 1,003.20	S/. 10,031.99	S/. 11,035.19	0.388
12	2035		S/. 1,003.20	S/. 10,031.99	S/. 11,035.19	0.356
13	2036		S/. 1,003.20	S/. 10,031.99	S/. 11,035.19	0.326
14	2037		S/. 1,003.20	S/. 10,031.99	S/. 11,035.19	0.299
15	2038		S/. 28,405.69	S/. 284,056.90	S/. 312,462.59	0.275
16	2039		S/. 1,003.20	S/. 10,031.99	S/. 11,035.19	0.252
17	2040		S/. 1,003.20	S/. 10,031.99	S/. 11,035.19	0.231
18	2041		S/. 1,003.20	S/. 10,031.99	S/. 11,035.19	0.212
19	2042		S/. 1,003.20	S/. 10,031.99	S/. 11,035.19	0.194
20	2043		S/. 8,933.23	S/. 89,332.28	S/. 98,265.51	0.178
tasa de descuento		9.00%		VAC		S/. 1,909,109.82
				CAE		S/209,136.25
				Población		45,958.00
				C/E		S/. 41.54

PAVIMENTO ADOQUINADO

Año		<u>Alternativa 3</u>					
		Inversion	Operación	Mantenimiento	flujo neto	CALCULO DE VAC	
0	2023	S/. 1,542,253.76			S/. 1,542,253.76	1.000	S/. 1,542,253.76
1	2024		S/. 1,003.20	S/. 10,031.99	S/. 11,035.19	0.917	S/. 10,124.03
2	2025		S/. 1,003.20	S/. 10,031.99	S/. 11,035.19	0.842	S/. 9,288.10
3	2026		S/. 10,950.51	S/. 109,505.13	S/. 120,455.64	0.772	S/. 93,013.86
4	2027		S/. 1,003.20	S/. 10,031.99	S/. 11,035.19	0.708	S/. 7,817.61
5	2028		S/. 1,003.20	S/. 10,031.99	S/. 11,035.19	0.650	S/. 7,172.12
6	2029		S/. 28,405.69	S/. 284,056.90	S/. 312,462.59	0.596	S/. 186,311.24
7	2030		S/. 1,003.20	S/. 10,031.99	S/. 11,035.19	0.547	S/. 6,036.63
8	2031		S/. 1,003.20	S/. 10,031.99	S/. 11,035.19	0.502	S/. 5,538.19
9	2032		S/. 11,019.56	S/. 110,195.64	S/. 121,215.20	0.460	S/. 55,810.84
10	2033		S/. 1,003.20	S/. 10,031.99	S/. 11,035.19	0.422	S/. 4,661.38
11	2034		S/. 1,003.20	S/. 10,031.99	S/. 11,035.19	0.388	S/. 4,276.50
12	2035		S/. 10,950.51	S/. 109,505.13	S/. 120,455.64	0.356	S/. 42,826.16
13	2036		S/. 1,003.20	S/. 10,031.99	S/. 11,035.19	0.326	S/. 3,599.44
14	2037		S/. 1,003.20	S/. 10,031.99	S/. 11,035.19	0.299	S/. 3,302.24
15	2038		S/. 28,405.69	S/. 284,056.90	S/. 312,462.59	0.275	S/. 85,782.87
16	2039		S/. 1,003.20	S/. 10,031.99	S/. 11,035.19	0.252	S/. 2,779.43
17	2040		S/. 1,003.20	S/. 10,031.99	S/. 11,035.19	0.231	S/. 2,549.94
18	2041		S/. 11,019.56	S/. 110,195.64	S/. 121,215.20	0.212	S/. 25,696.86
19	2042		S/. 1,003.20	S/. 10,031.99	S/. 11,035.19	0.194	S/. 2,146.23
20	2043		S/. 1,003.20	S/. 10,031.99	S/. 11,035.19	0.178	S/. 1,969.02
tasa de descuento		9.00%		VAC		S/. 2,102,956.43	
				CAE		S/230,371.46	
				Población		45,958.00	
				Costo/efectividad		C/E S/. 45.76	

Anexo N. Planos



PLANO TOPOGRAFICO
ESCALA: 1/1000

PLANO TOPOGRAFICO
ESCALA 1:1000

BMS	NORTE	ESTE	ELEV.	UBICACION
BMS-01	9274200.000	7593000.000	2810.00	INDICADO EN EL PLANO
BMS-02	9274100.000	7593500.000	2847.00	INDICADO EN EL PLANO
BMS-03	9274000.000	7594000.000	2817.200	INDICADO EN EL PLANO
BMS-04	9273900.000	7594500.000	2825.00	INDICADO EN EL PLANO

EXISTENTE	LINEA SOLIDA
PROPUESTA	LINEA PUNTEADA
PROYECTO	LINEA TRAZADA
PROYECTO	LINEA TRAZADA
PROYECTO	LINEA TRAZADA
PROYECTO	LINEA TRAZADA
PROYECTO	LINEA TRAZADA
PROYECTO	LINEA TRAZADA
PROYECTO	LINEA TRAZADA



UNIVERSIDAD NACIONAL
AUTÓNOMA DE CHOTA

ESCUELA PROFESIONAL DE INGENIERÍA CIVIL

TESIS: "EVALUACIÓN TÉCNICA Y ECONÓMICA DE LAS ALTERNATIVAS DE PAVIMENTACIÓN PARA EL JR. EXEQUIE MONTROYA, UTILIZANDO EL MÉTODO AASHTO-93, CHOTA - 2023"

ASESOR:
Dr. Ing. CLAUDIA EMILIA BENAVIDEZ NÚÑEZ

DIBUJO Y DISEÑO:
CINTHIA SOLARY NÚÑEZ GAMONAL

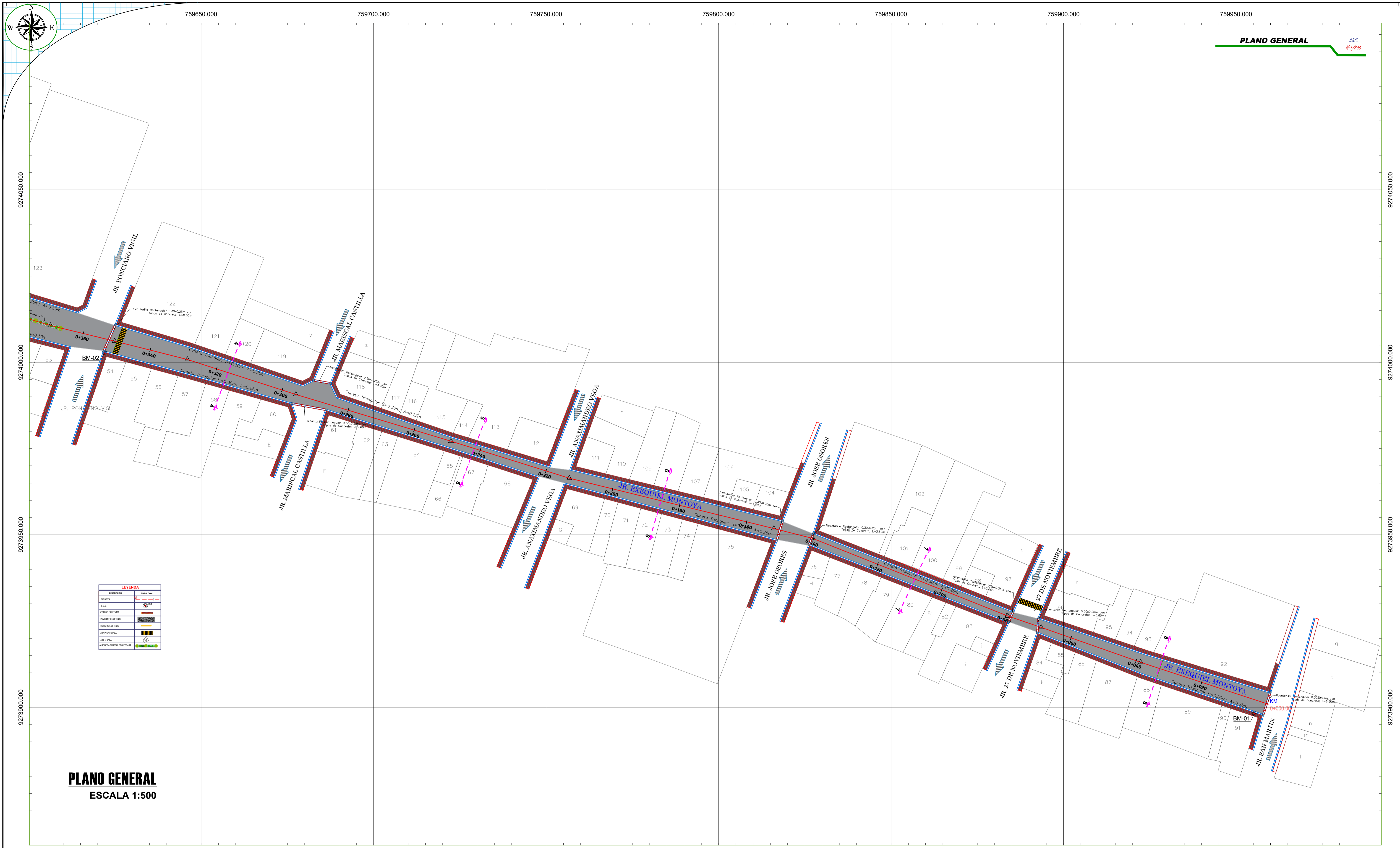
REVISAR:
APRUEBA:

PLANO:
PLANO TOPOGRAFICO

REGION: CAJAMARCA
PROVINCIA: CHOTA
DISTRITO: CHOTA

ESCALA: 1/1000
FECHA: CHOTA JULIO DEL 2024

LAMINA:
PT-01



UNIVERSIDAD NACIONAL
AUTÓNOMA DE CHOTA
ESCUELA PROFESIONAL DE INGENIERÍA CIVIL

TESIS: "EVALUACIÓN TÉCNICA Y ECONÓMICA DE LAS ALTERNATIVAS DE PAVIMENTACIÓN PARA EL JR. EXEQUIE MONTOYA, UTILIZANDO EL MÉTODO AASHTO-93, CHOTA - 2023"

ASESOR:
Dr. Ing. CLAUDIA EMILIA BENAVIDEZ NÚÑEZ

DIBUJO Y DISEÑO:
CINTHIA SOLARY NÚÑEZ GAMONAL

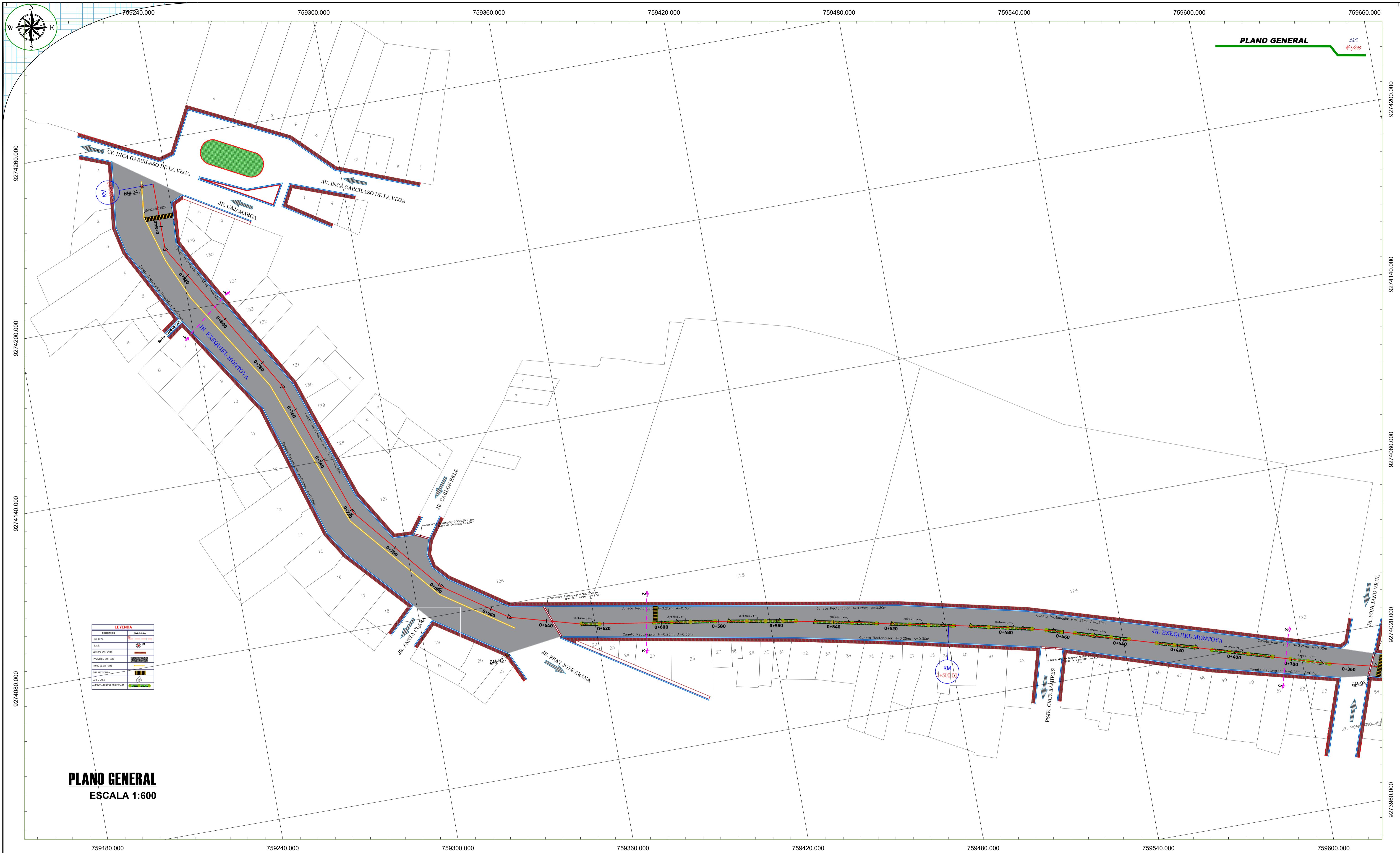
REVISÁ:
APRUEBA:

PLANO: PLANTA GENERAL
Km0+000 al km0+360

REGION: CAJAMARCA
PROVINCIA: CHOTA
DISTRITO: CHOTA

ESCALA: 1/500
FECHA: CHOTA JULIO DEL 2024

LAMINA:
PG-01



PLANO GENERAL
ESCA: 1/600

PLANO GENERAL
ESCALA 1:600

LEYENDA	
SEÑALIZACION	SEÑALIZACION
SEÑAL DE VIGILANCIA	SEÑAL DE VIGILANCIA
SEÑAL DE ADVERTENCIA	SEÑAL DE ADVERTENCIA
SEÑAL DE PROHIBICION	SEÑAL DE PROHIBICION
SEÑAL DE OBLIGACION	SEÑAL DE OBLIGACION
SEÑAL DE INFORMACION	SEÑAL DE INFORMACION
SEÑAL DE SERVICIO	SEÑAL DE SERVICIO
SEÑAL DE PELIGRO	SEÑAL DE PELIGRO
SEÑAL DE OBLIGACION DE SEÑALIZACION	SEÑAL DE OBLIGACION DE SEÑALIZACION
SEÑAL DE PROHIBICION DE SEÑALIZACION	SEÑAL DE PROHIBICION DE SEÑALIZACION
SEÑAL DE INFORMACION DE SEÑALIZACION	SEÑAL DE INFORMACION DE SEÑALIZACION
SEÑAL DE SERVICIO DE SEÑALIZACION	SEÑAL DE SERVICIO DE SEÑALIZACION
SEÑAL DE PELIGRO DE SEÑALIZACION	SEÑAL DE PELIGRO DE SEÑALIZACION



UNIVERSIDAD NACIONAL
AUTÓNOMA DE CHOTA

ESCUELA PROFESIONAL DE INGENIERÍA CIVIL

TESIS: "EVALUACIÓN TÉCNICA Y ECONÓMICA DE LAS ALTERNATIVAS DE PAVIMENTACIÓN PARA EL JR. EXEQUIE MONTOYA, UTILIZANDO EL MÉTODO AASHTO-93, CHOTA - 2023"

ASESOR:
Dr. Ing. CLAUDIA EMILIA BENAVIDEZ NÚÑEZ

DIBUJO Y DISEÑO:
CINTHIA SOLARY NÚÑEZ GAMONAL

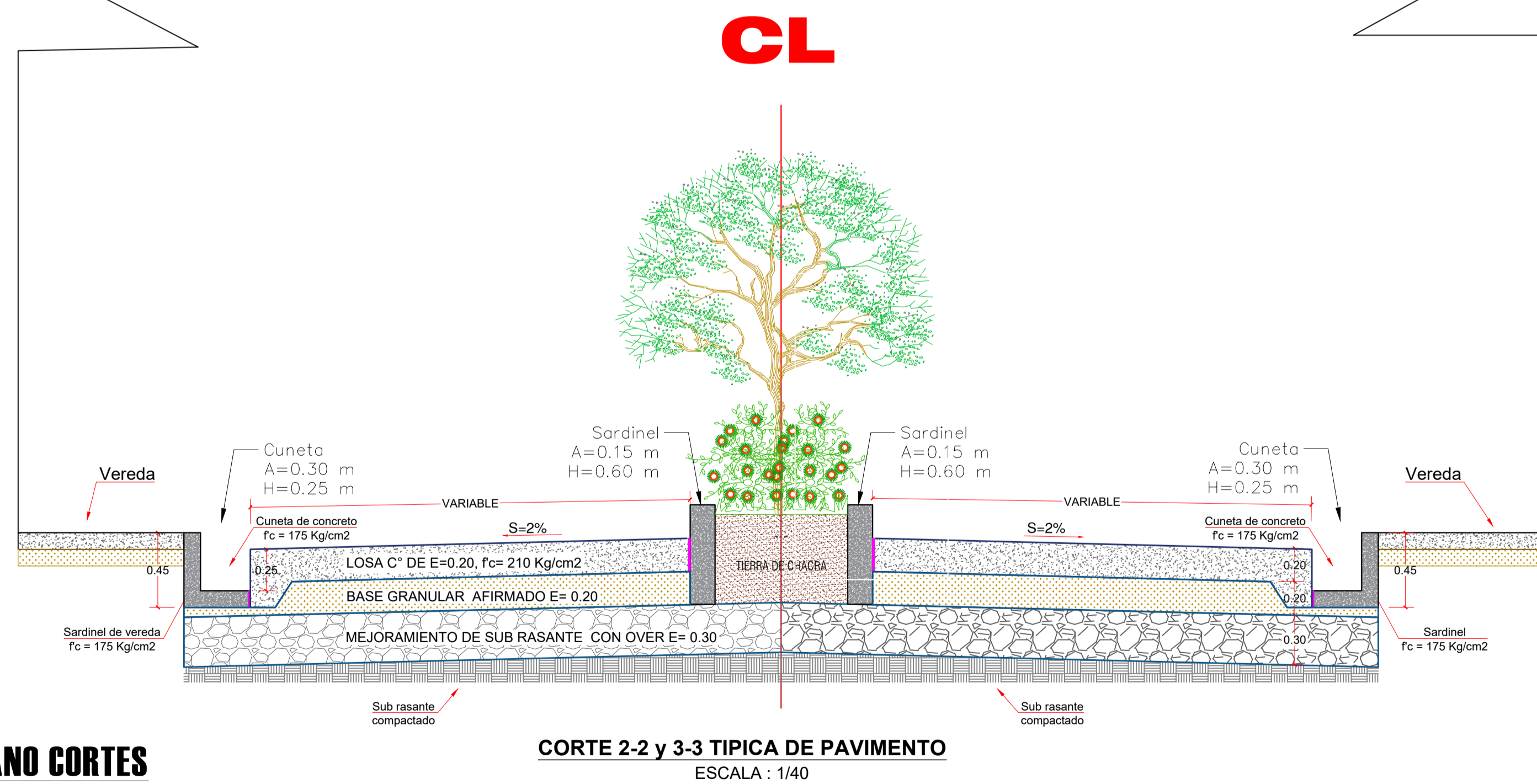
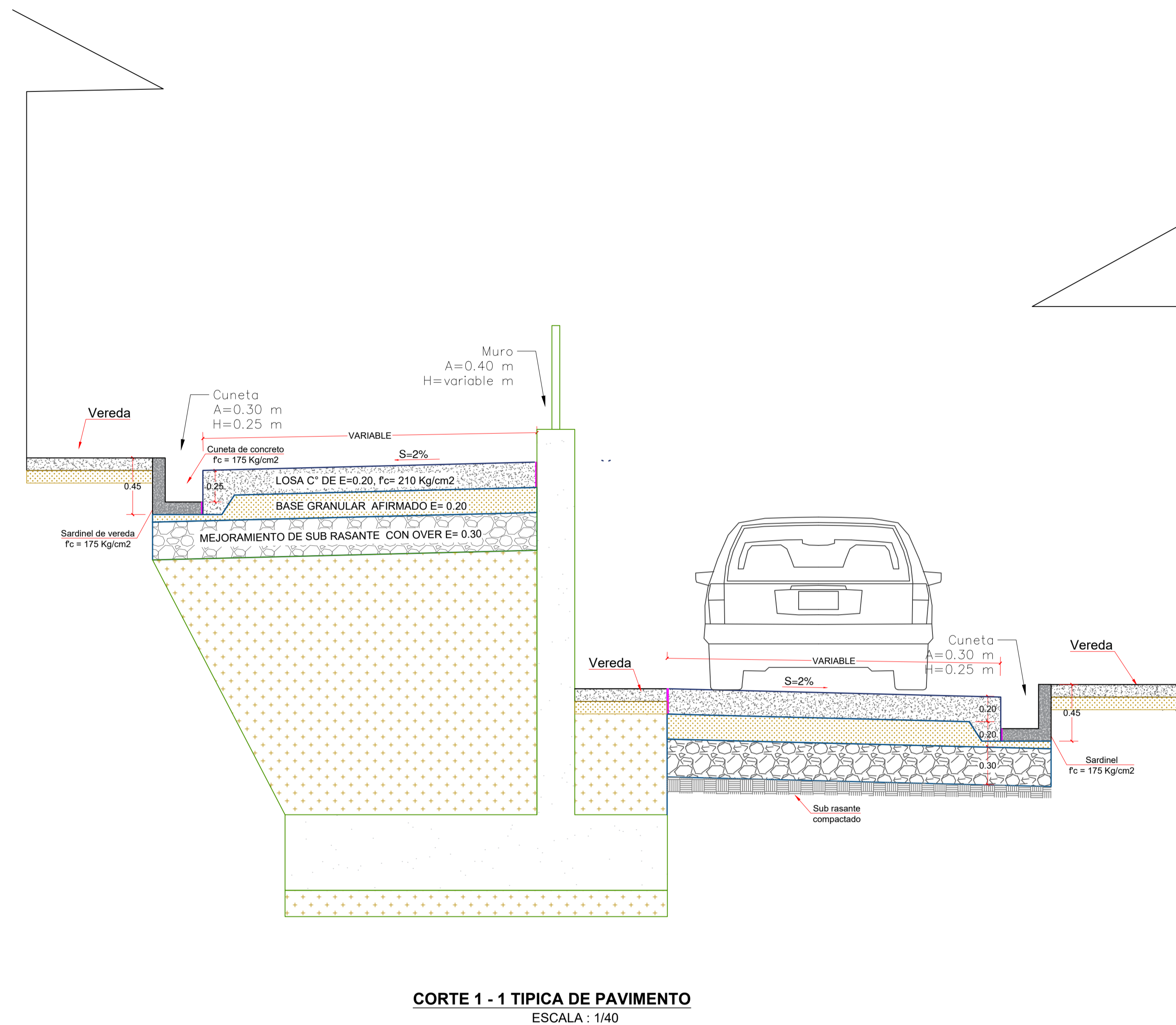
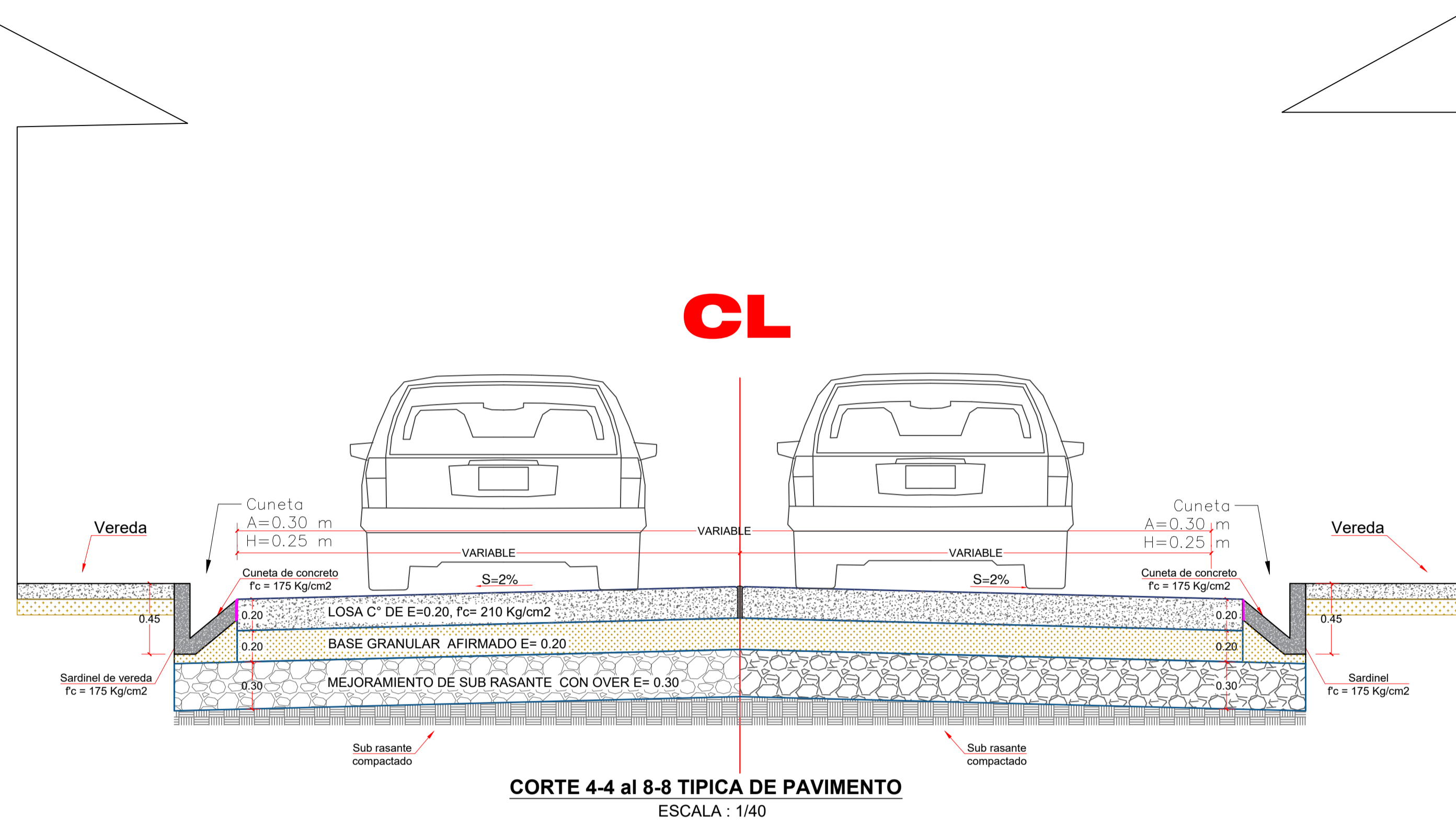
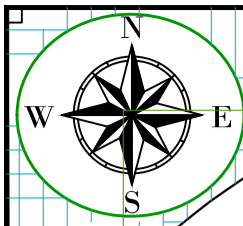
REVISAR:
APRUEBA:

PLANO:
PLANTA GENERAL
km0+360 al km0+855

REGION: CAJAMARCA
PROVINCIA: CHOTA
DISTRITO: CHOTA

ESCALA: 1/600
FECHA: CHOTA JULIO DEL 2024

LAMINA:
PG-02



PLANO CORTES
ESCALA 1:40

CORTE 2-2 y 3-3 TIPICA DE PAVIMENTO
ESCALA : 1/40



UNIVERSIDAD NACIONAL
AUTÓNOMA DE CHOTA

ESCUELA PROFESIONAL DE INGENIERÍA CIVIL

TESIS: "EVALUACIÓN TÉCNICA Y ECONÓMICA DE LAS ALTERNATIVAS DE PAVIMENTACIÓN PARA EL JR. EXEQUIE MONTROYA, UTILIZANDO EL MÉTODO AASHTO-93, CHOTA - 2023"

ASESOR:
Dr. Ing. CLAUDIA EMILIA BENAVIDEZ NÚÑEZ

DIBUJO Y DISEÑO:
CINTHIA SOLARY NÚÑEZ GAMONAL

REVISÁ:
APRUEBA:

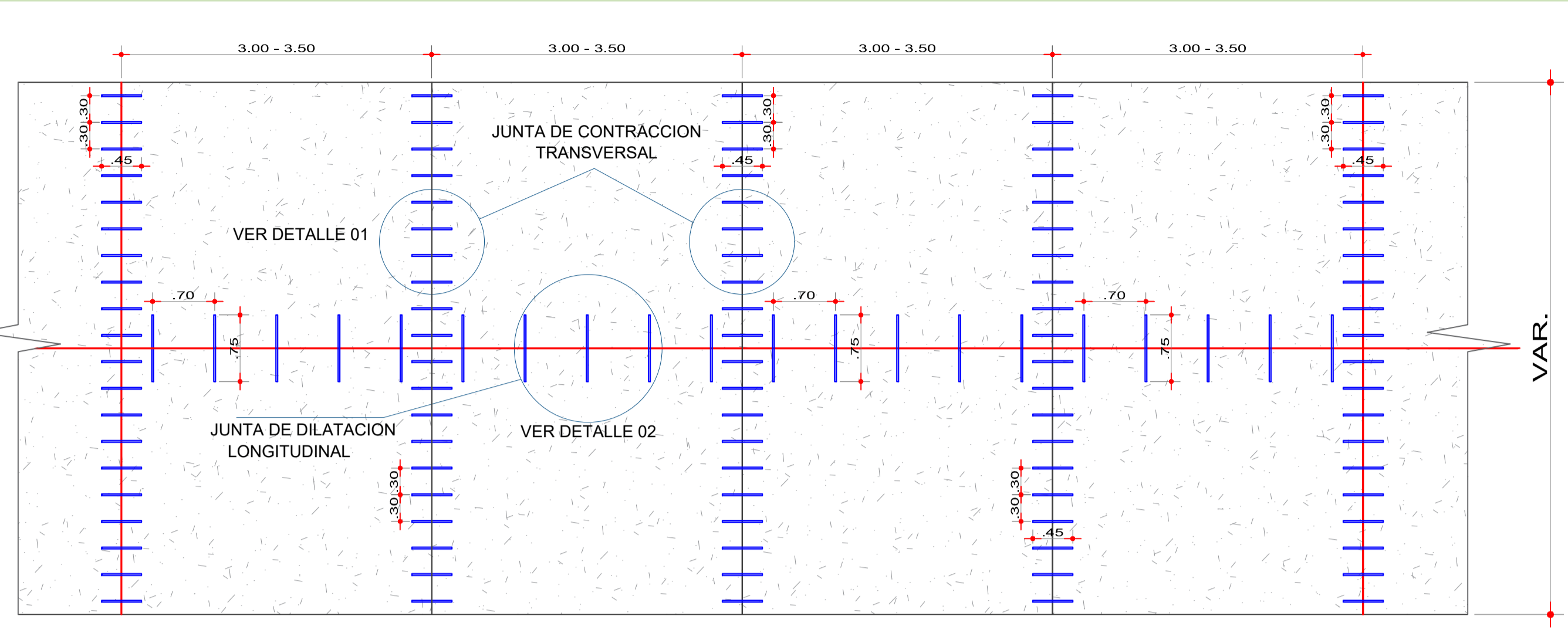
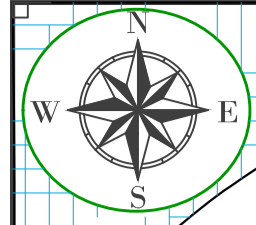
PLANO:

PLANTA CORTES

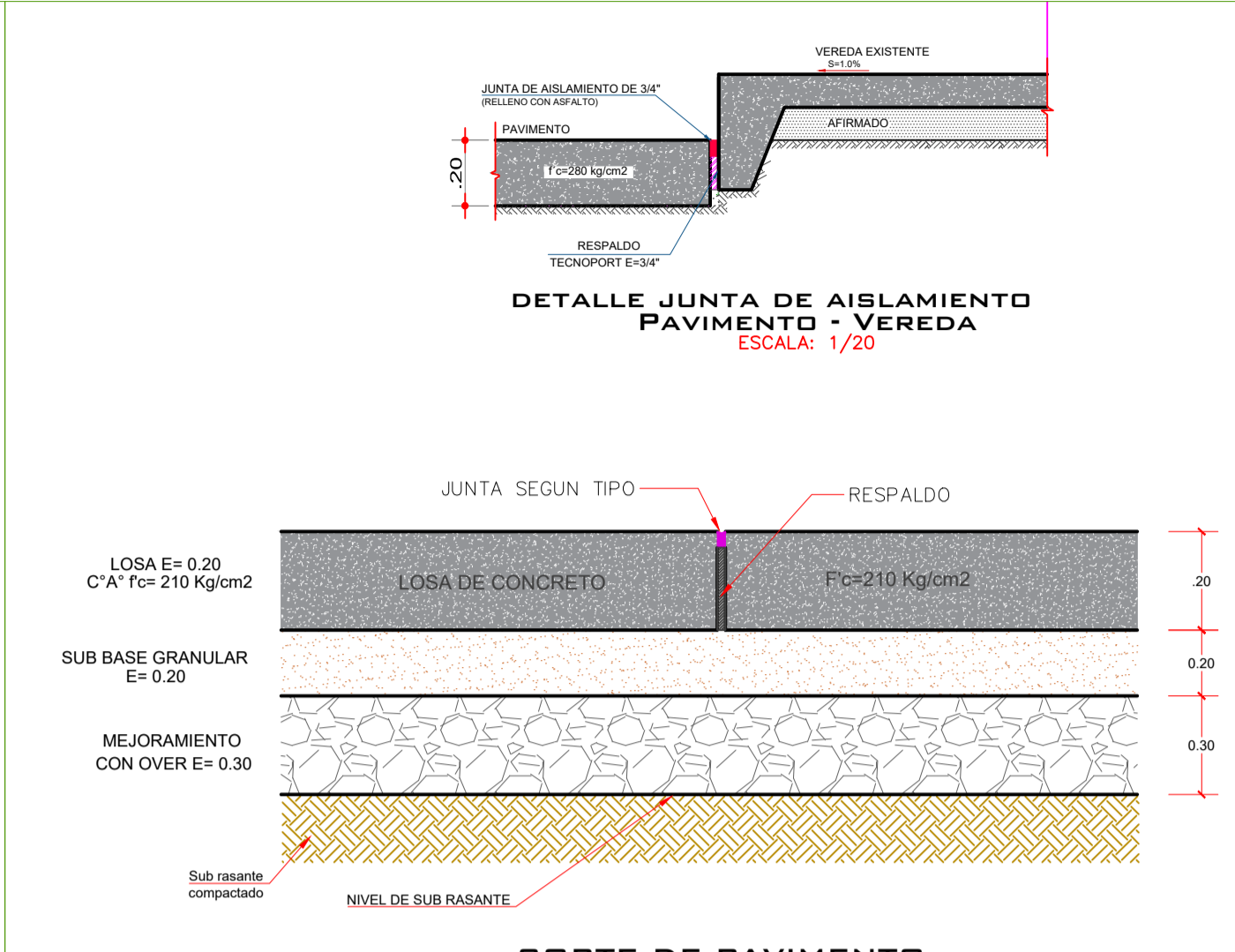
REGION: CAJAMARCA
PROVINCIA: CHOTA
DISTRITO: CHOTA

ESCALA: 1/40
FECHA: CHOTA JULIO DEL 2024

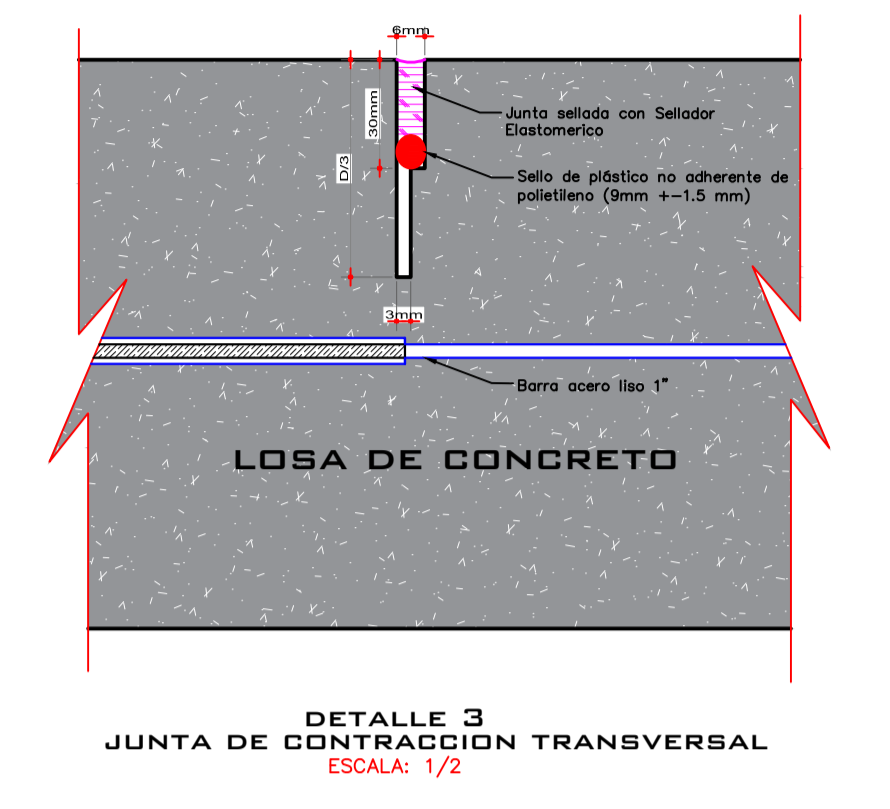
LAMINA:
PC-01



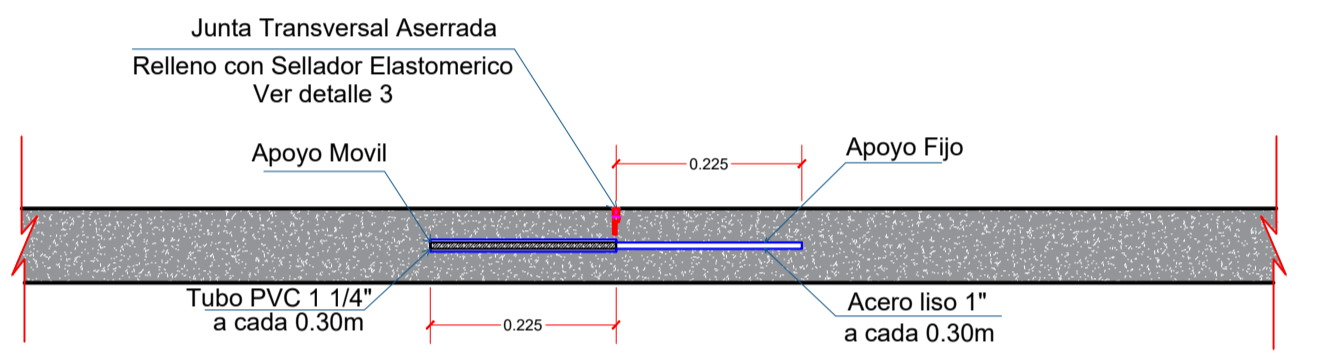
DISTRIBUTION DE JUNTAS PLANTA TÍPICA 2 CARRILES
ESCALA: 1/50



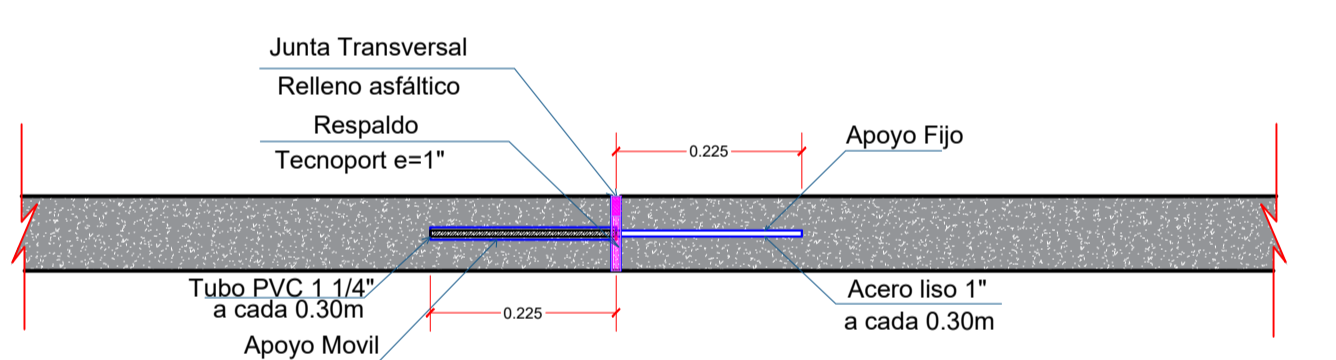
DETALLE JUNTA DE AISLAMIENTO PAVIMENTO - VEREDA
ESCALA: 1/20



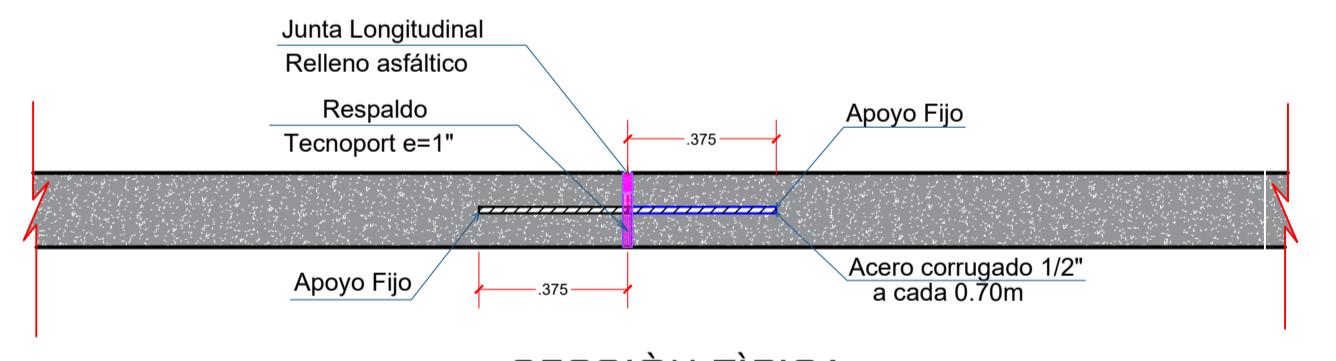
DETALLE 3 JUNTA DE CONTRACCION TRANSVERSAL
ESCALA: 1/2



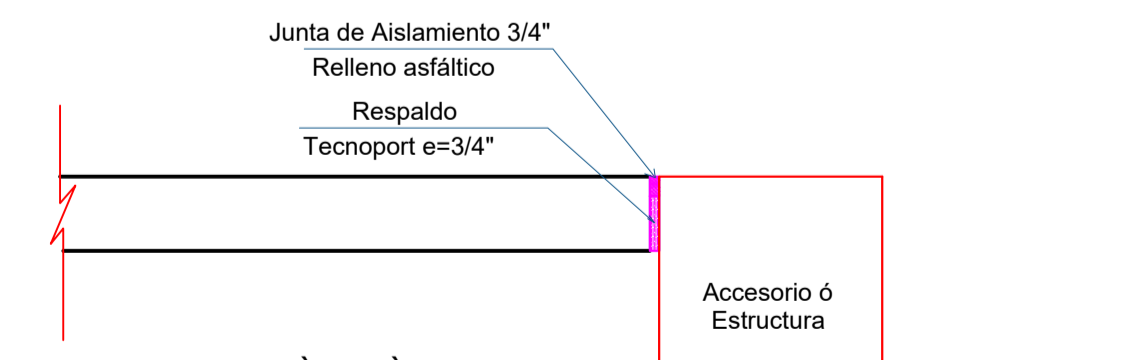
SECCIÓN TÍPICA EN JUNTA DE CONTRACCION TRANSVERSAL
ESCALA: 1/20



SECCIÓN TÍPICA EN JUNTA DE DILATACION TRANSVERSAL
ESCALA: 1/20



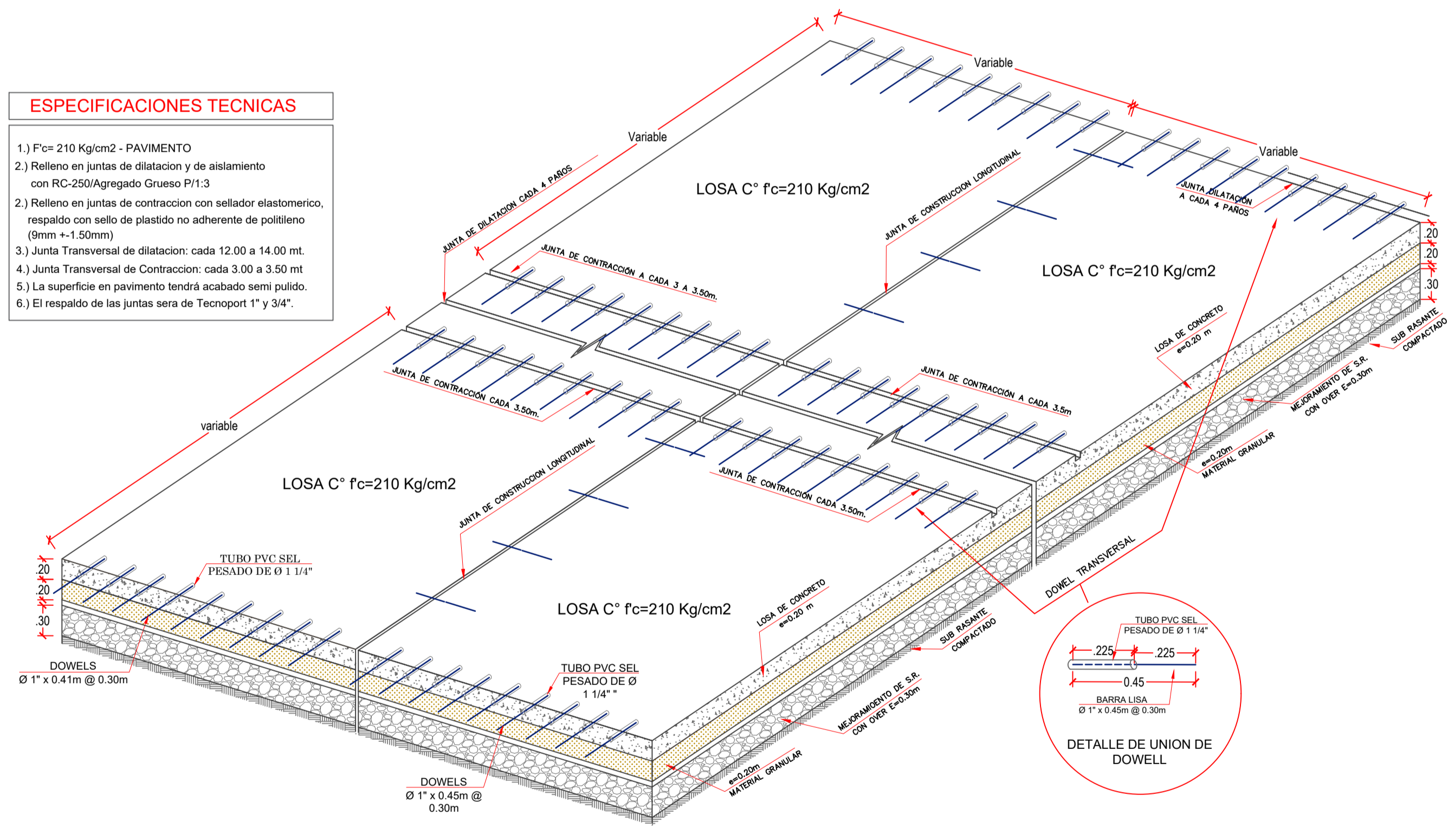
SECCIÓN TÍPICA EN JUNTA DE DILATACION LONGITUDINAL
ESCALA: 1/20



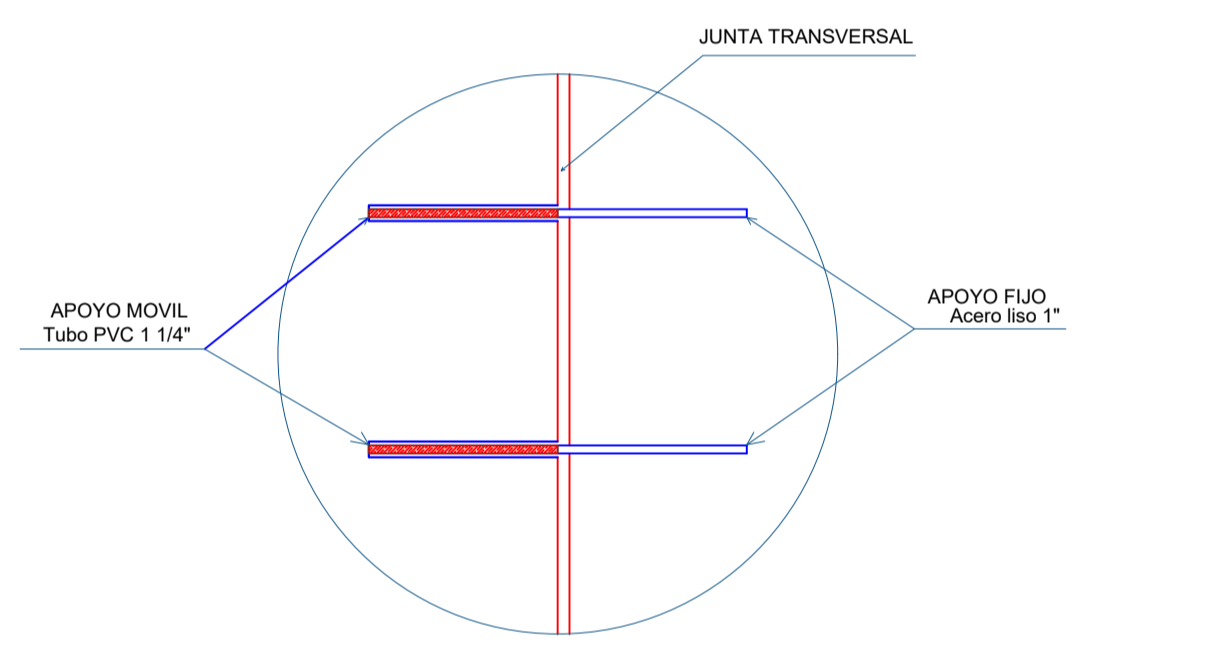
SECCIÓN TÍPICA EN JUNTA DE AISLAMIENTO
ESCALA: 1/20

ESPECIFICACIONES TECNICAS

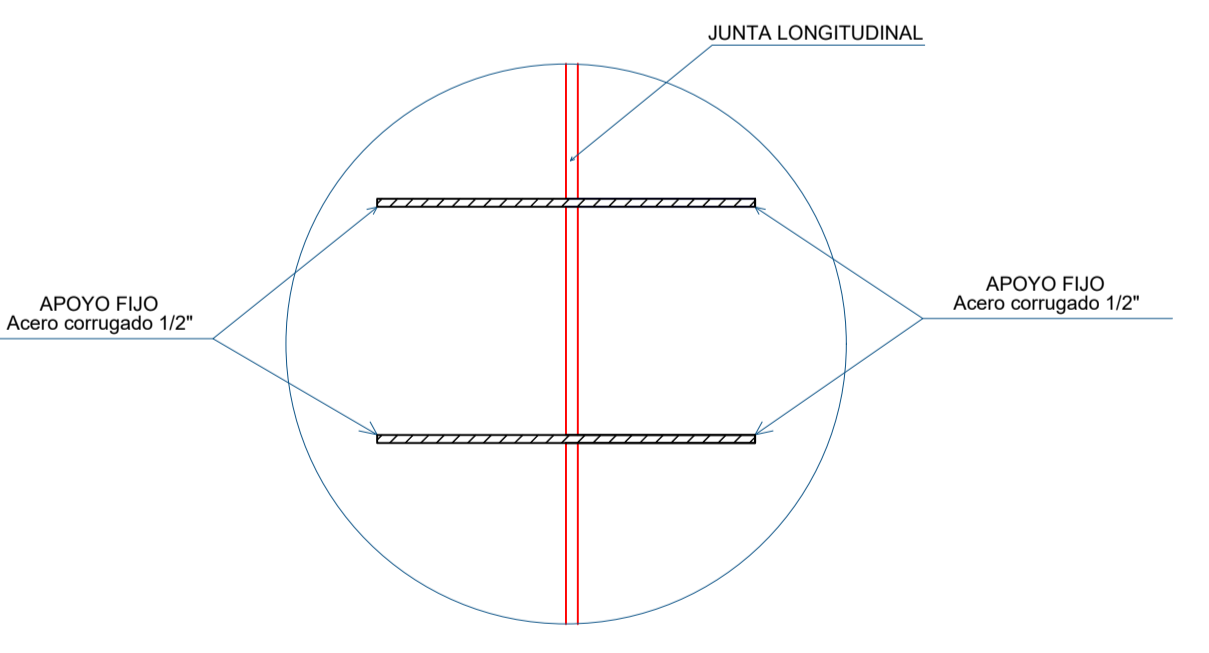
- 1.) Fc= 210 Kg/cm² - PAVIMENTO
- 2.) Relleno en juntas de dilatacion y de aislamiento con RC-250/Agregado Grueso P/1.3
- 3.) Relleno en juntas de contraccion con sellador elastomerico, respaldo con sello de plastido no adherente de polietileno (9mm +/-1.50mm)
- 4.) Junta Transversal de dilatacion: cada 12.00 a 14.00 mt.
- 5.) Junta Transversal de Contraccion: cada 3.00 a 3.50 mt
- 6.) La superficie en pavimento tendrá acabado semi pulido.
- 7.) El respaldo de las juntas sera de Tecnoport 1" y 3/4".



DETALLE DE LOSA CON UNION DOWELL
ESCALA: 1/25



DETALLE 01
ESCALA: 1/20



DETALLE 02
ESCALA: 1/20



UNIVERSIDAD NACIONAL AUTÓNOMA DE CHOTA
ESCUELA PROFESIONAL DE INGENIERÍA CIVIL

TESIS: "EVALUACIÓN TÉCNICA Y ECONÓMICA DE LAS ALTERNATIVAS DE PAVIMENTACIÓN PARA EL JR. EXEQUIE MONTOYA, UTILIZANDO EL MÉTODO AASHTO-93, CHOTA - 2023"

ASESOR: Dr. Ing. CLAUDIA EMILIA BENAVIDEZ NÚÑEZ
DIBUJO Y DISEÑO: CINTHIA SOLARY NÚÑEZ GAMONAL
REVISIÓN: APRUEBA:

PLANO: DETALLE DE JUNTAS
REGION: CAJAMARCA
PROVINCIA: CHOTA
DISTRITO: CHOTA
ESCALA: COMO SE INDICA
FECHA: CHOTA JULIO DEL 2024

LAMINA: DJ-01