



**UNIVERSIDAD LAICA VICENTE ROCAFUERTE
DE GUAYAQUIL**

**FACULTAD DE INGENIERÍA, INDUSTRIA Y CONSTRUCCIÓN
CARRERA DE INGENIERÍA CIVIL**

**PROYECTO DE INVESTIGACIÓN
PREVIO A LA OBTENCIÓN DEL TÍTULO DE
INGENIERO CIVIL**

TEMA

**ANÁLISIS DE FACTIBILIDAD TÉCNICA PARA EL MEJORAMIENTO
DEL CAMINO VECINAL, DESDE LA AVENIDA 45 N-O HASTA
EL CHORRILLO CON SUELO CEMENTO**

TUTOR

MSC. ROBERTO DAVID VALLEJO CAMPOS

AUTORES

CARLOS AUGUSTO BERNAL YANEZ

ROBINSON MARCELO MOLINA MEDINA

GUAYAQUIL

2023



Presidencia
de la República
del Ecuador



Plan Nacional
de Ciencia, Tecnología,
Innovación y Saberes



SENESCYT
Secretaría Nacional de Educación Superior, Ciencia,
Tecnología e Innovación

REPOSITORIO NACIONAL EN CIENCIA Y TECNOLOGÍA

FICHA DE REGISTRO DE TESIS

TÍTULO Y SUBTÍTULO:

Análisis de factibilidad técnica para el mejoramiento del camino vecinal, desde la avenida 45 N-O hasta el chorrillo con suelo cemento.

AUTOR/ES:

Carlos Augusto Bernal
Yanez

Robinson Marcelo Molina
Medina

REVISORES O TUTORES:

Msc. Roberto David Vallejo Campos

INSTITUCIÓN:

Universidad Laica Vicente
Rocafuerte de Guayaquil

Grado obtenido:

Tercer Nivel

FACULTAD:

INGENIERÍA, INDUSTRIA
Y
CONSTRUCCIÓN

CARRERA:

INGENIERÍA CIVIL

FECHA DE PUBLICACIÓN:

2023

N. DE PAGES:

88

ÁREAS TEMÁTICAS: Arquitectura y Construcción

PALABRAS CLAVE: Ingeniería Vial, Asfalto, Tecnología, Construcción, Diseño

RESUMEN:		
<p>La presente tesis se enfoca en el análisis de factibilidad técnica para el mejoramiento del camino vecinal, desde la avenida 45 N-O hasta el chorrillo. El objetivo principal es mejorar la vía rural mediante el uso de suelo cemento y aumentar el CBR (California Bearing Ratio). Los estudios de suelo realizados arrojaron un CBR actual de 6.85, lo cual indica una necesidad de mejoramiento en la infraestructura de la vía. Se propone la construcción de una capa de base de suelo cemento para aumentar la resistencia y durabilidad de la vía, así como la mejora en el acceso y seguridad para los usuarios del camino vecinal.</p>		
N. DE REGISTRO (en base de datos):	N. DE CLASIFICACIÓN:	
DIRECCIÓN URL (tesis en la web):		
ADJUNTO PDF:	<input checked="" type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/> NO
CONTACTO CON AUTOR/ES:	Teléfono:	E-mail:
Bernal Yanez Carlos Augusto	0995696905 0990777870	cbernal@ulvr.edu.ec rmolinam@ulvr.edu.ec
Molina Medina Robinson Marcelo		
CONTACTO EN LA INSTITUCIÓN:	<p>Mgr. Ing. Milton Andrade Laborde Teléfono: (04)259 6500 Ext. 241 E-mail: mandradel@ulvr.edu.ec</p> <p>Mgr. Ing. Alexis Valle Benítez Teléfono: (04)259 6500 Ext. 242 E-mail: avalleb@ulvr.edu.ec</p>	

CERTIFICADO DE ORIGINALIDAD ACADÉMICA

ANÁLISIS DE FACTIBILIDAD TÉCNICA PARA EL MEJORAMIENTO DEL CAMINO VECINAL, DESDE LA AVENIDA 45 N-O HASTA EL CHORRILLO CON SUELO CEMENTO

INFORME DE ORIGINALIDAD

9 %	9 %	0 %	5 %
INDICE DE SIMILITUD	FUENTES DE INTERNET	PUBLICACIONES	TRABAJOS DEL ESTUDIANTE

FUENTES PRIMARIAS

1	uniandes.edu.ec Fuente de Internet	3 %
2	Submitted to Universidad Laica Vicente Rocafuerte de Guayaquil Trabajo del estudiante	3 %
3	repositorio.espe.edu.ec:8080 Fuente de Internet	1 %
4	Submitted to Universidad Científica del Sur Trabajo del estudiante	1 %
5	dialnet.unirioja.es Fuente de Internet	1 %
6	Submitted to Webster University Trabajo del estudiante	1 %
7	repositorio.ulvr.edu.ec Fuente de Internet	1 %

Excluir citas

Activo

Excluir coincidencias < 1%

Excluir bibliografía

Activo

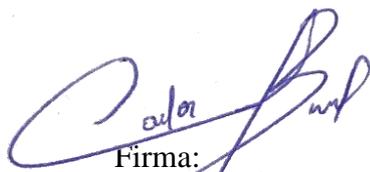


DECLARACIÓN DE AUTORÍA Y CESIÓN DE DERECHOS PATRIMONIALES

El(Los) estudiante(s) egresado(s) CARLOS AUGUSTO BERNAL YANEZ Y ROBINSON MARCELO MOLINA MEDINA, declara (mos) bajo juramento, que la autoría del presente proyecto de investigación, ANÁLISIS DE FACTIBILIDAD TÉCNICA PARA EL MEJORAMIENTO DEL CAMINO VECINAL, DESDE LA AVENIDA 45 N-O HASTA EL CHORRILLO CON SUELO CEMENTO, corresponde totalmente a el(los) suscrito(s) y me (nos) responsabilizo (amos) con los criterios y opiniones científicas que en el mismo se declaran, como producto de la investigación realizada.

De la misma forma, cedo (emos) los derechos patrimoniales y de titularidad a la Universidad Laica VICENTE ROCAFUERTE de Guayaquil, según lo establece la normativa vigente.

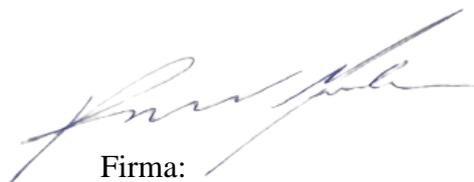
Autor(es)



Firma:

CARLOS AUGUSTO BERNAL YANEZ

0931665764



Firma:

ROBINSON MARCELO MOLINA MEDINA

0923666218

CERTIFICACIÓN DE ACEPTACIÓN DEL TUTOR

En mi calidad de Tutor del Proyecto de Investigación ANÁLISIS DE FACTIBILIDAD TÉCNICA PARA EL MEJORAMIENTO DEL CAMINO VECINAL, DESDE LA AVENIDA 45 N-O HASTA EL CHORRILLO CON SUELO CEMENTO, designado(a) por el Consejo Directivo de la Facultad de **INGENIERÍA, INDUSTRIA Y CONSTRUCCIÓN** de la Universidad Laica VICENTE ROCAFUERTE de Guayaquil.

CERTIFICO:

Haber dirigido, revisado y aprobado en todas sus partes el Proyecto de Investigación titulado: ANÁLISIS DE FACTIBILIDAD TÉCNICA PARA EL MEJORAMIENTO DEL CAMINO VECINAL, DESDE LA AVENIDA 45 N-O HASTA EL CHORRILLO CON SUELO CEMENTO, presentado por los estudiantes CARLOS AUGUSTO BERNAL YANEZ Y ROBINSON MARCELO MOLINA MEDINA como requisito previo, para optar al Título de INGENIERO CIVIL, encontrándose apto para su sustentación.

Firma:



ING. CIVIL ROBERTO DAVID VALLEJO CAMPOS MSC.

C.C. 0603791591

AGRADECIMIENTO

Autor: Carlos Augusto Bernal Yanez

Quiero agradecer a Dios por permitirme alcanzar este logro y estar siempre presente en los momentos difíciles.

A mi familia, especialmente a mis padres, por su amor incondicional y apoyo constante. A mis profesores y mentores por su orientación y compartir sus conocimientos.

A mis amigos y compañeros de trabajo por su camaradería y apoyo. A todas las personas que contribuyeron a mi carrera, les estoy profundamente agradecido.

Autor: Robinson Marcelo Molina Medina

Agradezco a Dios por darme la sabiduría y la fuerza para poder cumplir este objetivo. Agradezco a mi familia por su apoyo y compañía en cada paso del camino. Agradezco a mis compañeros de estudio en especial a mi compañero de tesis por su colaboración y amistad. Y finalmente, agradezco a mis profesores por su orientación y guía en el proceso de investigación.

DEDICATORIA

Autor: Carlos Augusto Bernal Yanez

Dedico esta tesis a Dios, por su guía y sabiduría, a mi familia, en especial a mi padre Juan Carlos Bernal Duque, mi madre Ana Elizabeth Yanez Flores, mi hermana Alexandra Estefania Bernal Yanez, por su amor y apoyo incondicional a lo largo de todo este proceso. Sin su ayuda, no habría podido llegar hasta aquí.

Autor: Robinson Marcelo Molina Medina

Dedico esta tesis a mis padres, por su amor incondicional y por creer en mí desde el primer día. Gracias por ser mi pilar en los momentos difíciles y por celebrar conmigo en los logros alcanzados. Sin su apoyo constante, esto no hubiera sido posible. Los quiero con todo mi corazón.

ÍNDICE GENERAL

INTRODUCCIÓN	1
CAPÍTULO I	2
DISEÑO DE LA INVESTIGACIÓN	2
1.1 Tema:.....	2
1.2 Planteamiento del Problema:.....	2
1.3 Formulación del Problema:	2
1.4 Objetivo General	2
1.5 Objetivos Específicos.....	3
1.6 Hipótesis.....	3
1.7 Línea de Investigación Institucional/Facultad.....	3
CAPÍTULO II.....	4
MARCO TEÓRICO.....	4
2.1 Marco Teórico:.....	4
2.1.1 Antecedentes	4
2.1.2 Volumen de tráfico.....	4
2.1.3 Aforo	5
2.1.4 Clasificación de vehículos.....	5
2.1.5 Volúmenes de tráfico promedio diario.....	7
2.1.6 Tráfico promedio diario semanal	7
2.1.7 Tráfico promedio diario mensual	7
2.1.8 Transito promedio diario anual	7
2.1.9 Parámetros de Diseño.....	8
2.1.10 Clasificación Nacional de la Red Vial	9
2.1.11 Suelo.....	10
2.1.12 Clasificación del Suelo.....	10

2.1.13	Tipos de Suelo	10
2.1.14	Principales propiedades de los suelos.....	11
2.1.15	Ensayo Granulométrico.....	12
2.1.16	Ensayo Límite Líquido y Plástico	16
2.1.17	Ensayo de CBR	20
2.1.18	Metodología	21
2.1.19	Agua	22
2.1.20	Suelo-Cemento.....	22
2.1.21	Estabilización de suelos	22
2.1.22	Suelos Aptos para Mezclas Suelo-Cemento.....	22
2.1.23	Requerimientos típicos de cemento por tipos de suelo, según ACI 230	23
2.1.24	Categoría de Pavimentos según Holcim.....	24
2.1.25	Diseño de Suelo – Cemento Método de la Portland Cement Association (PCA)	24
2.2	Marco Legal:	26
2.2.1	Norma Nacional	26
2.2.2	Ley sistema nacional de infraestructura vial transporte terrestre.....	26
2.2.3	Ley orgánica de la educación superior.....	26
2.2.4	Reglamentos de la Universidad Laica Vicente Rocafuerte	27
2.2.5	Ministerio de transporte y obras públicas MOP - 001-F 2002 (Especificaciones generales especificaciones generales para la construcción de caminos y puentes)	28
2.2.6	Normativas de ensayos de suelo a estudiar	28
2.2.7	Normativas de Suelo Cemento.....	28
2.2.8	Normativa para Diseño de Pavimento.....	28
CAPÍTULO III.....		29
METODOLOGÍA DE LA INVESTIGACIÓN		29
3.1	Enfoque de la investigación: (cuantitativo, cualitativo o mixto)	29

3.2	Alcance de la investigación: (Exploratorio, descriptivo o correlacional)	29
3.3	Técnica e instrumentos para obtener los datos:	29
3.4	Población y muestra	29
3.4.1	Población.....	29
3.4.2	Muestra.....	29
3.4.3	Aforo vehicular	31
3.4.4	Levantamiento topográfico	34
3.4.5	Estudio de suelo	35
3.5	Presentación y análisis de resultados	36
3.5.1	Levantamiento topográfico	36
3.5.2	Trafico Promedio Diario Anual.....	38
3.5.3	Estudios de suelo.....	40
3.5.4	Diseño capa de mejoramiento	42
3.6	Propuesta	43
3.6.1	Diseño de Mejoramiento con suelo-cemento	43
	CONCLUSIONES	46
	RECOMENDACIONES	47
	REFERENCIAS BIBLIOGRÁFICAS.....	48
	ANEXOS	52

ÍNDICE DE TABLAS

Tabla 1:	Líneas de investigación institucional ULVR.....	3
Tabla 2:	Clasificación de vehículos	5
Tabla 3:	Pesos y dimensiones “tipos de vehículos motorizados remolques y semirremolques”	6
Tabla 5:	<i>Niveles de confiabilidad sugeridos</i>	8
Tabla 6:	Clasificación funcional de las vías en base al TPDA	9
Tabla 7:	Clasificación de las partículas del suelo	10

Tabla 8: Tipos de suelo.....	10
Tabla 9: Equipos para Ensayo de Granulometría	12
Tabla 10: Serie de Tamices usados para el ensayo por tamizado según la Norma ASTMD-422	12
Tabla 11: Masa mínima de la porción de suelo retenida en tamiz 4.....	13
Tabla 12: Equipos para Ensayo Límite Líquido	16
Tabla 13: Equipos para Ensayo Límite Plástico	18
Tabla 14: Relación entre el potencial de hinchamiento y el índice de plasticidad Según Seed, Woodward y Luddgren, 1962	19
Tabla 15: Relación entre el grado de expansión y el límite líquido según Dakshanamurthy y Raman (1973)	20
Tabla 16: Distribución granulométrica de suelos aptos para suelo–cemento.....	23
Tabla 17: Requisitos típicos de cemento para varios tipos de suelo.....	23
Tabla 18: Catálogo de Estructuras de Pavimento	24
Tabla 19: Relaciones entre Tipos de Suelos y Valores de Soporte	25
Tabla 20: Aforo Vehicular del Chorrillo	32
Tabla 21: Datos Topográficos de la Vía	34
Tabla 22: Levantamiento Topográfico de la Vía de Estudio	37
Tabla 23: Trafico Promedio Diario Anual de la Vía	38
Tabla 24: Cálculo de TPDA.....	39
Tabla 25: Granulometría.....	40
Tabla 26: Límites de Atterberg.....	41
Tabla 27: California Bearing Ratio.....	41
Tabla 28: Trafico Futuro.....	42
Tabla 29: Factor de Carga Equivalente.....	42
Tabla 30: Relaciones entre Tipos de Suelos y Valores de Soporte.....	43

ÍNDICE DE FIGURAS

Figura 1: Carta para diseño de espesores para suelo-cemento granular	25
Figura 2: Esquema Metodológico.....	30
Figura 3: Estación de Aforo.....	31
Figura 4: Formato TPDA.....	32
Figura 5: Perfil de Suelo Vía de estudio.....	35

Figura 6: Calicata de la vía	35
Figura 7: Vía de Estudio.....	36
Figura 8: Corte Longitudinal de la Vía de Estudio.....	38
Figura 9: Curva Granulométrica de la Subrasante.....	41
Figura 10: Carta para diseño de espesores para suelo-cemento granular.....	44
Figura 11: Diseño de Mejoramiento aplicado a la Vía de Estudio.....	45

ÍNDICE DE ANEXOS

Anexo 1: Aforo Vehicular	52
Anexo 2: Levantamiento Topográfico.....	67
Anexo 3: Estudios de Suelo.....	68

INTRODUCCIÓN

El suelo es un recurso natural esencial para el desarrollo económico y social de las zonas rurales. Sin un suelo adecuado, las vías rurales no pueden ser construidas ni mantenidas.

Los caminos en zonas rurales son esenciales para garantizar el acceso a servicios básicos como educación, salud y servicios públicos. Sin embargo, en muchas áreas rurales, los caminos no están bien mantenidos, lo que dificulta el acceso a estos servicios. Esto es especialmente cierto en áreas remotas donde los recursos para el mantenimiento de las vías son limitados.

La vía desde la avenida 45 N-O hasta el chorrillo es un ejemplo de cómo la falta de mantenimiento de los caminos vecinales puede tener un impacto negativo en una comunidad. A pesar de su importancia para el acceso a servicios esenciales y para el transporte de bienes y servicios, la vía no ha sido adecuadamente mantenida. Esto ha llevado a un deterioro del camino y a la dificultad para transitarlo, especialmente en temporadas de lluvia.

Mejorar las vías en zonas rurales afectadas por el temporal invernal es crucial para garantizar la seguridad y el bienestar de las comunidades rurales. Durante el invierno, las vías pueden sufrir daños significativos, lo que puede tener un impacto negativo en la economía local. Es por ello el presente proyecto de grado tiene como objetivo el análisis de factibilidad técnica del mejoramiento de la vía desde la avenida 45 N-O hasta el chorrillo con suelo cemento, el cual proporcionaría una superficie de tránsito más segura y estable, capaz de ser más resistente a las condiciones climáticas extremas.

CAPÍTULO I

DISEÑO DE LA INVESTIGACIÓN

1.1 Tema:

Análisis de factibilidad técnica para el mejoramiento del camino vecinal, desde la avenida 45 N-O hasta el chorrillo con suelo cemento.

1.2 Planteamiento del Problema:

En Ecuador, existe una notable falta de viabilidad sostenible en las zonas rurales, especialmente durante el temporal invernal debido a la falta de mantenimiento adecuado en los caminos. Esto representa un gran problema para las comunidades rurales, ya que su única vía de comunicación se ve gravemente afectada, lo que dificulta la movilidad y el transporte.

Un ejemplo de esto es la comuna rural El Chorrillo, ubicada en la ciudad de Guayaquil. El camino principal de esta comuna, que conecta la Avenida 45 N-O con el centro del recinto, sufre graves daños durante el invierno debido al tráfico de vehículos pesados y livianos. Esta vía es el único acceso para los residentes de la comuna, y su deterioro afecta significativamente la vida cotidiana de la comunidad.

Además de afectar la movilidad de los moradores, esto también tiene un impacto económico negativo. Los agricultores y productores locales dependen del transporte de sus productos para venderlos y obtener ingresos, el deterioro de los caminos dificulta el transporte de sus productos a los mercados y puntos de venta. Además, el desgaste de la vía también dificulta el acceso a servicios básicos, como la atención médica y la educación.

1.3 Formulación del Problema:

¿Es factible aplicar la técnica de Mejoramiento con Suelo Cemento para acrecentar las condiciones de vialidad en la zona?

1.4 Objetivo General

Analizar la factibilidad técnica para el mejoramiento del camino vecinal, desde la avenida 45 N-O hasta el chorrillo con suelo cemento.

1.5 Objetivos Específicos

- Establecer el tráfico promedio diario anual del camino vecinal, que empieza en la Avenida 45 N-O hasta El Chorrillo.
- Clasificar el tipo de suelo de la subrasante del camino vecinal, que empieza en la Avenida 45 N-O hasta El Chorrillo.
- Establecer los parámetros de Diseño que se podrían aplicar para el mejoramiento del camino vecinal, desde la avenida 45 N-O hasta el chorrillo con suelo cemento.

1.6 Hipótesis

El mejoramiento del camino vecinal con suelo cemento, desde la avenida 45 N-O hasta el chorrillo es factible desde el punto de vista técnico.

1.7 Línea de Investigación Institucional/Facultad.

Tabla 1: Líneas de investigación institucional ULVR

DOMINIO:	LÍNEA:	SUBLÍNEA:
Urbanismo y ordenamiento territorial aplicando tecnología de construcción eco-amigable, industria y desarrollo de energías renovables	Territorio, medio ambiente y materiales innovadores para la construcción.	Materiales de construcción

Fuente: (ULVR, 2019)

CAPÍTULO II

MARCO TEÓRICO

2.1 Marco Teórico:

2.1.1 Antecedentes

En el proyecto "Estabilización con suelo-cemento de una carretera de cuarto orden en la 'Ruta del Cacao' (Guayas, Ecuador)", se buscó encontrar la menor cantidad de cemento necesaria para un diseño adecuado de la carretera. Se realizaron ensayos con diferentes dosificaciones de cemento, comparando los resultados con la metodología de diseño PCA para mezclas suelo-cemento. Se seleccionó una dosificación del 6% de cemento que cumplía con las especificaciones de resistencia y estabilidad, especificaciones establecidas en resistencia a la compresión simple mayor a 24,5 kg/cm². Además, se establecieron una estructura vial conformada por una subrasante, un material de mejoramiento de 15 cm y un suelo estabilizado con cemento de 25 cm de espesor. El costo de la alternativa fue de 272.256,65 \$ y es respetuosa con el medio ambiente ya que utiliza materiales in situ. (Bucheli & Sarmiento, 2021)

En el proyecto "Diseño del suelo-cemento y su aplicación como material de sitio para la construcción del camino vecinal del recinto Zapán" elaborado por Cevallos y de la Cruz y respaldado por la Universidad Laica Vicente Rocafuerte de Guayaquil en Ecuador en el año 2021. Su objetivo fue proponer el diseño de suelo cemento como método de estabilización para el camino vecinal del recinto Zapan en el cantón Samborondón. Uno de los principales aportes de esta tesis es la conclusión a la que se llegó al utilizar diferentes dosificaciones de cemento del 2%, 6% y 8% se logró aumentar la resistencia del suelo en un 16.72%, 17.50% y 20% respectivamente, obteniendo una resistencia de 26.99 kg/cm², 32.18 kg/cm² y 40.48 Kg/cm². Esto mejoro significativamente la resistencia del suelo. (Cevallos & Cruz, 2021)

2.1.2 Volumen de tráfico

Según (Pacuri Chirinos & Llanos Astete, 2020) “es el número de automotores que circulan por una estructura vial durante un tiempo determinado “vehículos por unidad de tiempo””.

2.1.3 Aforo

Es el método por el cual se realiza el conteo de los automotores, para obtener una estimación de volumen dentro de un sistema vial en un lapso determinado. (Ortega, 2013). Dentro de este proceso se debe resaltar las características de los automotores, como lo son; peso, tamaño y número de ejes.

2.1.4 Clasificación de vehículos

Según (Ministerio De Transporte y Obras Publicas, 2013), se consideran a los siguientes tipos vehículos de diseño:

Tabla 2: Clasificación de vehículos

Tipos de vehículos		
Livianos (A)	Motocicletas (A1)	Automóviles (A2)
Buses (B)	Buses	Busetas
Camiones (C)	Dos ejes (C-1) Tres ejes (C-2)	≥ 4 ejes (C-3)
Remolques (R)	Tráiler	Dolly

Fuente: (Ministerio De Transporte y Obras Publicas, 2013)

Los distintivos tipos de vehículos presentados en la tabla 2 presentan características como lo son (peso, número de ejes, altura, longitud, ancho y radio de giro) por las cuales también se los puede diferenciar y tipificar, tal como se muestra en la tabla 3 y 4.

Tabla 3: Pesos y dimensiones “tipos de vehículos motorizados remolques y semirremolques”

TIPO	DISTRIBUCIÓN MÁXIMA DE CARGA POR EJE	DESCRIPCIÓN	PESO MÁXIMO PERMITIDO (Ton.)	LONGITUDES MÁXIMAS PERMITIDAS (metros)		
				Largo	Ancho	Alto
2 D			7	5,00	2,60	3,00
2DA			10	7,50	2,60	3,50
2DB			18	12,20	2,60	4,10
3-A			27	12,20	2,60	4,10
4-C			31	12,20	2,60	4,10
4-0 octopus			32	12,20	2,60	4,10
V2DB			18	12,20	2,60	4,10
V3A			27	12,20	2,60	4,10
VZS			27	12,20	2,60	4,10
T2			18	8,50	2,60	4,10
T3			27	8,50	2,60	4,10
S3			24	13,00	2,60	4,10
S2			20	13,00	2,60	4,10
S1			11	13,00	2,60	4,10
R2			22	10,00	2,60	4,10
R3			31	10,00	2,60	4,10
B1			11	10,00	2,60	4,10
B2			20	10,00	2,60	4,10
B3			24	10,00	2,60	4,10

Fuente: (Ministerio De Transporte y Obras Publicas, 2013)

2.1.5 Volúmenes de tráfico promedio diario

El volumen de tráfico promedio diario (TPD) denota el número de vehículos que circulan por una infraestructura vial por un tiempo determinado (día, semana, mes, año).

$$\mathbf{TPD} = \frac{N}{1 \text{ día} < T < 1 \text{ año}}$$

Donde:

N= número de vehículos

T= Periodo de tiempo (Gordillo & Fernandez, 2018)

2.1.6 Tráfico promedio diario semanal

El TPDS representa al número promedio de vehículos que pasan por una infraestructura vial durante una semana.

$$\mathbf{TPDS} = \frac{TS}{7} \text{ veh/día}$$

Donde:

TS: tráfico semanal (Gordillo & Fernandez, 2018)

2.1.7 Tráfico promedio diario mensual

El TPDM representa al número promedio de vehículos que pasan por una infraestructura vial durante un mes.

$$\mathbf{TPDM} = \frac{TM}{30} \text{ veh/día}$$

Donde:

TM: Tráfico mensual (Gordillo & Fernandez, 2018)

2.1.8 Transito promedio diario anual

El TPDA representa al número total de vehículos que pasan por una infraestructura vial durante un año dividido para 365 días y si el año es bisiesto 366, es decir es el promedio diario de vehículos en un año.

$$TPDA = \frac{TA}{365}$$

Donde:

TA= Transito anual (Ministerio De Transporte y Obras Publicas, 2013)

2.1.9 Parámetros de Diseño

2.1.9.1 Confiabilidad (R)

Según los criterios fijados por la AASHTO, el valor de este factor depende del grado de importancia de la carretera, de acuerdo con la tabla

Tabla 4: Niveles de confiabilidad sugeridos

Clasificación	Nivel de Confiabilidad Recomendado	
	Urbana	Rural
Autopistas Interestatales y otras	85 - 99,99	80 - 99,99
Arterias Colectoras	80 - 99	75 - 95
Colectoras de Tránsitos	80 - 95	75 - 95
Carreteras Locales	50 - 80	50 - 80

Fuente:

(Fonseca, 2002)

2.1.9.2 Error Estándar Combinado (So)

El error estándar combinado (So) es un indicador estadístico utilizado para medir la precisión de una serie de mediciones. Según el rango establecido, el valor utilizado para este parámetro estará entre 0.40 y 0.45. (American Association of state Highway Transportation Officials (AASHTO), 1993)

2.1.9.3 Índice de Serviciabilidad (Δ PSI)

Es un factor utilizado para medir la calidad de la superficie de una carretera. Este parámetro se utiliza para evaluar cómo se desempeña la carretera en términos de seguridad, comodidad y eficiencia del tráfico. El valor de Δ PSI se basa en una serie de mediciones de la superficie de la carretera, como la rugosidad, la estabilidad y el agua en la superficie. El objetivo es tener un índice de serviciabilidad alto, lo que indica que la carretera se está desempeñando bien en estos aspectos. (American Association of state Highway Transportation Officials (AASHTO), 1993)

2.1.9.4 Distribución de Trafico

La distribución de tráfico se refiere a la forma en que los vehículos se distribuyen en una vía en términos de peso y velocidad. Esto es utilizado para determinar las cargas y las necesidades de diseño para una carretera o puente específico. (American Association of state Highway Transportation Officials (AASHTO), 1993)

2.1.9.5 Período de Diseño

Es el período de tiempo durante el cual se espera que una estructura cumpla con los requisitos de serviciabilidad y seguridad establecidos. Este período de tiempo puede variar dependiendo de la aplicación específica de la estructura y puede ser determinado mediante un análisis de la vida útil de la estructura y las condiciones ambientales a las que estará expuesta. Es importante tener en cuenta que el período de diseño debe ser lo suficientemente largo para garantizar que la estructura cumpla con los requisitos durante su vida útil prevista. (American Association of state Highway Transportation Officials (AASHTO), 1993)

2.1.10 Clasificación Nacional de la Red Vial

2.1.10.1 Clasificación en función del TPDA

Según (Ministerio De Transporte y Obras Publicas, 2013) “la estructura vial del país de este siglo, se ha clasificado a las carreteras de acuerdo con el volumen de tráfico que procesa o que se estima procesará en el año horizonte o de diseño”.

Tabla 5: Clasificación funcional de las vías en base al TPDA

Clasificación funcional de las vías en base al TPDA				
DESCRIPCIÓN	Clasificación funcional	Trafico Promedio Diario Anual (TPDA)		
		Límite inferior	Límite superior	
Autopista	AP2	80000	120000	
	AP1	50000	80000	
Autovía o carretera	AV2	26000	50000	
Multicarril	AV1	8000	26000	
Carretera de 2 carriles	C1	1000	8000	
	C2	500	1000	
	C3	0	500	

C1: Equivale a carreteras de media capacidad

C2: Equivale a carreteras convencionales básica y camino básico

C3: Camino agrícola/ forestal

Fuente: (Ministerio De Transporte y Obras Publicas, 2013)

2.1.11 Suelo

El suelo es un material no estructurado compuesto de distintos componentes sólidos, incluyendo gases o líquidos. El tamaño de las partículas que se consideran suelo no es fijo, pero determina su función específica. (García, 2019)

2.1.12 Clasificación del Suelo

La distribución del tamaño de las partículas en el suelo se refiere al porcentaje de minerales presentes en cada fracción, determinado al separar las partículas minerales en dos grupos mutuamente excluyentes. Aunque las características de los suelos de grano grueso y fino varían significativamente, no existe una clara división en ningún tamaño de partícula. Sin embargo, para fines prácticos, se han establecido algunas restricciones. Por lo general, en los suelos, se dividen al menos en tres categorías, conocidas como arena, limo y arcilla. Los métodos utilizados para medir la distribución del tamaño de las partículas incluyen análisis del tamaño de las partículas y análisis mecánico. Muchos de estos métodos se basan en la velocidad a la que las partículas del suelo caen a través del agua, que aumenta con su diámetro, o en la combinación de esta propiedad y el uso de tamices para separar las partículas gruesas. (Rucks, García, Kaplán, León, & Hill, 2004)

Tabla 6: Clasificación de las partículas del suelo

Fracción del Suelo	SISTEMA DEL DEPTO. DE AGRICULTURA DE EE. UU.	SISTEMA INTERNACIONAL
	Diámetros límites en mm.	Diámetros límites en mm.
Arena muy gruesa	2.00 - 1.00	
Arena gruesa	1.00 - 0.50	2.00 - 0.20
Arena Media	0.50 - 0.25	
Arena fina	0.25 - 0.10	0.20 - 0.002
Arena muy fina	0.10 - 0.05	
Limos	0.05 - 0.002	0.02 - 0.002
Arcilla	Menos de 0.002	Menos de 0.002

Fuente: (Rucks, García, Kaplán, León, & Hill, 2004)

2.1.13 Tipos de Suelo

Tabla 7: Tipos de suelo

Tipo de suelo	Clasificación SUCS	Clasificación AASHTO	Descripción
Suelo	GW	A - 1 - a	Grava bien agradada

gravoso	GP	A - 1 - b	Grava pobremente gradada
	GM	A - 1 - a	Grava limosa
	GC	A - 1 - b	Grava arcillosa
Suelo arenoso	SW	A - 3	Arena bien agradada
	SP	A - 3	Arena pobremente agradada
	SM	A - 2 - 4	Arena limosa
	SC	A - 2 - 6	Arena arcillosa
Suelo limoarcilloso	MH	A - 5	Limo de mediana y alta plasticidad
baja plasticidad	CH	A - 7 - 6	Arcilla de mediana y alta plasticidad
Suelos orgánicos	OH	A - 6	Limo y arcillas orgánicas de mediana y alta plasticidad
	PT	Turba	Suelo de alto contenido orgánico. No apto para estabilizar

Fuente: (Holcim Ecuador S.A., 2022)

2.1.14 Principales propiedades de los suelos

Estabilidad volumétrica: Obtener suelos con volúmenes estables, independientemente de la carga aplicada o de factores externos como el agua o el secado, es importante para evitar problemas como el levantamiento del pavimento, el vuelco de pilotes, roturas de tuberías, asentamientos de paredes e inestabilidad de taludes causados por cambios en la humedad. (García, 2019)

Resistencia mecánica: La resistencia mecánica del suelo es la responsable de mantener la estabilidad de la estructura o pendiente que soporta. (García, 2019)

Permeabilidad: La permeabilidad del suelo es la habilidad de este para permitir el paso de líquidos. Una baja permeabilidad puede causar aumentos en la presión de los poros y deslizamientos de tierra. Por otro lado, el flujo de agua a través de suelos de baja permeabilidad cohesiva puede resultar en la formación de tuberías, erosión interna del suelo y arrastre de materiales sólidos. (García, 2019)

Durabilidad: Es la capacidad del suelo de soportar y resistir las condiciones ambientales y los procesos de degradación es esencial para su estabilidad y funcionalidad. La meteorización, la erosión y el desgaste pueden tener un impacto negativo en la integridad del suelo como elemento estructural y funcional. (García, 2019)

Compresibilidad: La propiedad del suelo de alterar su volumen debido a la aplicación de cargas se conoce como compresibilidad. Esta característica puede tener un impacto en la capacidad del suelo para permitir que el agua penetre en él, en la interacción entre las partículas del suelo y en la resistencia del suelo a la cortadura. Los suelos con baja compresibilidad pueden ser propensos a sufrir movimientos debido a estos cambios en el volumen. (García, 2019)

2.1.15 Ensayo Granulométrico

Este procedimiento se emplea principalmente para evaluar la calidad de los materiales utilizados como agregados en el concreto o para otros fines. Los resultados obtenidos se utilizan para determinar si el tamaño de las partículas cumple con las especificaciones requeridas y proporcionan la información necesaria para controlar la producción de diferentes tipos de agregados y mezclas que contienen áridos. Además, la información también se puede utilizar para establecer relaciones para estimar la porosidad y la disposición de las partículas. (INEN, 2011)

2.1.15.1 Equipos

Tabla 8: Equipos para Ensayo de Granulometría

EQUIPOS PARA ENSAYO GRANULOMETRICO	
Juego de Tamices	
Horno: Que mantenga temperaturas constantes de 110 +- 5 °C.	
Recipientes para muestras.	
Balanza con precisión de 0,01g	
Balanza con precisión de 0,1g	
Cepillo, brocha	

Fuente: (Solis, 2017)

Tabla 9: Serie de Tamices usados para el ensayo por tamizado según la Norma ASTM D-422

3" (75.0 mm)	N° 4 (4.75 mm)
2" (50.0 mm)	N° 10 (2.00 mm)
1 ½" (37.5 mm)	N° 20 (0.850mm)
1" (25.0 mm)	N° 30 (0.600mm)
¾" (19.0 mm)	N° 40 (0.425mm)
1/2" (12.5 mm)	N° 60 (0.250mm)
3/8" (9.5 mm)	N° 100 (0.150mm)
1/4" (6.3 mm)	N°200 (0.075mm)

Fuente: (Solis, 2017)

2.1.15.2 Muestra del Ensayo

Se tamizará dos muestras:

- Muestra que pasa por el tamiz N°4 (2mm) 100 a 150 gramos aproximadamente.
- La cantidad de material retenido por el tamiz N°4 (2mm) varía según el tamaño de las partículas, para un diámetro máximo de partícula de 9.5mm se espera una masa de aproximadamente 500 gramos, y para un diámetro máximo de partícula de 76mm se espera una masa de aproximadamente 5000 gramos. (Solis, 2017)

Tabla 10: Masa mínima de la porción de suelo retenida en tamiz 4

Diámetro nominal de partículas más grandes pulg (mm)	Porción aproximada de masa mínima en gramos.
3/8(9.5mm)	500
3/4(19mm)	1000
1(25.4mm)	2000
1 1/2(38.1mm)	3000
2(50.8mm)	4000
3(76.2mm)	5000

Fuente: (Solis, 2017)

2.1.15.3 Procedimiento de Ensayo

- Para obtener una muestra representativa, se debe mezclar el material hasta lograr una homogeneidad, luego dividir la muestra en cuatro fragmentos de igual tamaño. De estos fragmentos, se tomarán dos y se volverán a mezclar. Este proceso debe repetirse hasta obtener la cantidad requerida de muestra.
- Una vez que se ha obtenido una muestra representativa por medio del cuarteo, se debe pesar y colocar en el horno durante 24 horas.
- Una vez que la muestra ha sido secada y enfriada se debe tomar la cantidad especificada de material según lo indicado en la tabla N°4.
- Una vez completado el proceso anterior, se procederá a lavar la muestra. La muestra se divide en porciones y se coloca en un recipiente, se lavan los materiales gruesos bajo el grifo para protegerlos, y luego se lavan los materiales finos a través del tamiz N° 200 hasta que el agua que sale del tamiz sea clara.

- No será necesario lavar la muestra si al someter una pequeña cantidad de la muestra húmeda al horno y luego al romper un terrón con los dedos, se observa que los finos se desintegran.
- Después de lavar la muestra a través de la malla N° 200, el material retenido debe ser colocado en el horno para secarse durante 24 horas. Una vez que la muestra se ha enfriado, se pesa para obtener el peso lavado seco de la muestra.
- Se procederá a tamizar utilizando los tamices especificados en la tabla N° 4.
- Se separan las fracciones de la muestra que quedan retenidas en el tamiz N°4 y se pesan con precisión de 0.1g, asegurando que el error máximo en la sumatoria de los pesos retenidos sea del 1% del peso seco lavado de la muestra inicial.
- Se toma una segunda muestra del ensayo que pasa el tamiz N°4, y se separa por cuarteo, 115 gramos para suelos arenosos y 65 gramos para suelos arcillosos y limosos.
- Se mezcla la muestra con 250 ml de agua en un recipiente cilíndrico, y se le agrega opcionalmente 125 ml de hexametáfosfato. Se deja reposar durante 12 horas.
- Se agita la mezcla con un agitador metálico por un minuto, y se vacía en el tamiz 200 para lavar la muestra hasta que el agua que sale sea clara.
- Se deposita la muestra en un recipiente y se utiliza agua destilada para vaciarla completamente.
- Se lleva la muestra al horno a una temperatura de 110 +- 5 °C hasta obtener una masa constante, y luego se enfría a temperatura ambiente.
- Se tamiza la muestra utilizando una serie de tamices (4, 10, 20, 30, 40, 60, 100, 200) y se pesan los materiales retenidos con una balanza de precisión de 0.01g.
- Para partículas menores de 0.02mm o que pasen el tamiz 200, se realiza un ensayo granulométrico por hidrómetro. (Solis, 2017)

2.1.15.4 Fórmulas

–

$$\% \text{ Retenido} = \frac{W_{\text{malla}} \cdot 100}{W_i}$$

W_{malla} = Peso retenido por la malla.

W_i = Peso lavado seco de la muestra. (Solis, 2017)

- Fórmulas de interpolación

$$DX = DS - \frac{(\%PS - 10)(DS - DI)}{\%PS - \%PI}$$

DX=Diámetro incógnita (D10, D30, D60)

DS=Diámetro de la malla superior.

DI=Diámetro de la malla inferior.

%PS=Porcentaje que pasa por la malla superior.

%PI=Porcentaje que pasa por la malla inferior. (Solis, 2017)

- Coeficiente de uniformidad.

$$Cu = \frac{D60}{D10}$$

Donde:

D10=Diámetro efectivo Representa el diámetro de la partícula que corresponde al 10% en la curva granulométrica. Es decir 10% de las partículas son más finas que D10 y 90% más gruesas que D10. D60=Diámetro de la partícula para el cual el 60% de las partículas son menores que ese diámetro. (Solis, 2017)

- Coeficiente de curvatura.

$$Cc = \frac{(D30)^2}{D10 \times D60}$$

- Un material bien graduado cumple:

$Cu > 6$ $1 \leq Cc \leq 3$ SW (arena bien gradada)

$Cu > 4$ $1 \leq Cc \leq 3$ GW (grava bien gradada)

Cuando el coeficiente de uniformidad (Cu) es menor que los valores indicados están mal graduados y el diámetro de sus partículas son prácticamente uniformes. (Solis, 2017)

2.1.16 Ensayo Límite Líquido y Plástico

2.1.16.1 Límite Líquido

Es el punto en el cual el suelo se comporta como un material plástico. A esta humedad, el suelo se encuentra en un estado cercano a convertirse en un fluido viscoso debido a las modificaciones en sus propiedades mecánicas y en su capacidad de ser moldeado. (Solis, 2017)

2.1.16.2 Límite Plástico

Es el punto en el cual se considera que el suelo se comporta como un material no plástico. Los suelos plásticos tienen una resistencia muy baja pero definida al esfuerzo de corte en este punto, generalmente de 25 g/cm², según los estándares de Atterberg. La cohesión del suelo en este punto es prácticamente nula. (Solis, 2017)

2.1.16.3 Ensayo Límite Líquido

2.1.16.3.1 Equipo

Tabla 11: Equipos para Ensayo Límite Líquido

Equipos para Ensayo Límite Líquido
Copa de Casagrande
Ranurador tipo ASTM, o plano.
Balanza: con aproximación de 0,01 g. Tamiz N° 40 y bandeja.
Mortero, pocillos, taras.
Probeta graduada, para proveer cantidades controladas de agua.
Horno: Que mantenga temperaturas constantes de 110 +/- 5 °C

Fuente: (Solis, 2017)

2.1.16.3.2 Muestra

- Es recomendable secar el suelo al aire libre antes de pasarlo a través del tamiz No. 40, ya que el secado al horno puede alterar los valores reales de los límites líquidos y plásticos del suelo.
- Para preparar la muestra se procede a disgregarla con un mortero y luego se tamiza a través del tamiz N° 40.
- Para realizar el ensayo de límite líquido se pesa 100 gramos del material que ha pasado a través del tamiz N° 40. (Solis, 2017)

2.1.16.3.3 Procedimiento del Ensayo Límite Líquido

- Calibrar la altura de la máquina de Casagrande en 1 centímetro mediante el uso del extremo superior del ranurador ASTM que tiene una forma de dado de 1 centímetro de altura y 13 milímetros de longitud, que también se utilizará para calibrar la longitud de cierre de la muestra después de los respectivos golpes.
- Preparar una mezcla homogénea y pastosa de 100 gramos de suelo y entre 10 y 20 mililitros de agua destilada, agregando más agua si es necesario hasta obtener una mezcla homogénea.
- Colocar una pequeña cantidad de la mezcla en la cazuela con un espesor de 1 centímetro en su parte más profunda, emparejando la muestra con una espátula.
- Utilizar el ranurador para cortar la muestra y darle una curvatura si se está utilizando el ranurador ASTM.
- Cerrar la abertura en su parte más profunda en 13mm en longitud, aplicando para ello los respectivos golpes a una velocidad de 2 golpes por segundo.
- Tomar tres muestras para contenido de humedad cerrando la abertura de 13mm en su parte más profunda en tres series de golpes recomendadas de 15-25 golpes, 20-25 golpes, 25-35 golpes respectivamente.
- Calcular el contenido de humedad de las tres muestras y ubicarlas en una gráfica semilogarítmica del número de golpes (escala logarítmica) contra el contenido de humedad (escala aritmética).
- Unir con una recta los tres puntos y el número de 25 golpes se interceptará en la recta con el contenido de humedad que representa el límite líquido. (Solis, 2017)

2.1.16.4 Ensayo Límite Plástico

2.1.16.4.1 Equipo

Tabla 12: Equipos para Ensayo Límite Plástico

Equipos para Ensayo Límite Plástico
Balanza: con aproximación de 0,01 g.
Horno: Que mantenga temperaturas constantes de 110 +/- 5 °C.
Taras, vasija de evaporación.
Placa de vidrio esmerilada.
Espátula.
Calibrador o pie de rey

Fuente: (Solis, 2017)

2.1.16.4.2 Muestra

Para realizar el ensayo de límite líquido se utilizará aproximadamente 15 gramos de la muestra preparada. (Solis, 2017)

2.1.16.4.3 Procedimiento del Ensayo Límite Plástico

- Tomar 1,5-2 gramos de la muestra preparada.
- Formar un rollo con diámetro uniforme de 3,2 milímetros sobre una placa de vidrio.
- Revisar si el rollo se cuartea o desmorona.
- Si no se cuartea, rejuntar la masa para formar una esfera y volver a formar el rollo de 3,2 mm.
- Una vez que el rollo se cuarte, se considera que se ha alcanzado el límite plástico.
- Colocar los rollos en una tara previamente pesada.
- Registrar el peso de la tara más la muestra para determinar su contenido de humedad.
- Colocar aproximadamente 5 gramos de muestra en cada tara. (Solis, 2017)

2.1.16.4.4 Formulas

- Contenido de humedad para las muestras.

$$\omega \% = \frac{W_{\text{agua}}}{W_{\text{suelo seco}}} \times 100$$

W%= contenido de humedad

Wagua= peso de agua

Wsuelo seco= peso de suelo seco

- Límite plástico

$$\omega P = \frac{\omega 1 + \omega 2 + \dots \omega n}{n}$$

WP=límite plástico

W1+W2+...Wn= contenido de humedad de las muestras

n= número de contenidos de humedad

- Índice de Plasticidad

$$IP = LL - LP$$

IP= índice de plasticidad

LL= límite líquido

LP= límite plástico (Solis, 2017)

2.1.16.4.5 Consideraciones

Tabla 13: Relación entre el potencial de hinchamiento y el índice de plasticidad Según Seed, Woodward y Luddgren, 1962

Índice plástico	Potencial de hinchamiento
0-15	bajo
10-35	medio
20-55	alto
35 o más	muy alto

Fuente: (Solis, 2017)

Tabla 14: Relación entre el grado de expansión y el límite líquido según Dakshanamurthy y Raman (1973)

Límite líquido (%)	Grado de Expansión
0-20	No hay hinchamiento
20-35	Bajo hinchamiento
35-50	Hinchamiento medio
50-70	Alto hinchamiento
70-90	Hinchamiento muy alto
Mayor que 90	Hinchamiento extra alto

Fuente: (Solis, 2017)

2.1.17 Ensayo de CBR

El ensayo de CBR es una evaluación de la resistencia al corte de un suelo en condiciones específicas de densidad y humedad. También se puede aplicar en muestras in situ del suelo. El objetivo es determinar la calidad relativa de capas de suelo como subrasante, sub-base y base. (Angamarca S, 2013 citado en Cruz & Cevallos, 2021)

El ensayo CBR (California Bearing Ratio) se utiliza para medir la resistencia al corte del suelo en condiciones controladas de densidad y humedad. Esto permite evaluar la calidad del suelo para su uso en la construcción de carreteras, diseño de cimentaciones y otras aplicaciones de ingeniería. Es comúnmente utilizado en conjunto con otros métodos de ensayo del suelo, como el ensayo de penetración estándar (SPT) para obtener una comprensión más completa de las propiedades del suelo.

2.1.17.1 Determinación de CBR

El ensayo CBR es una medida de la resistencia al corte del suelo, se realiza mediante la comparación entre la carga necesaria para penetrar una cierta profundidad en una muestra de suelo comprimida a una humedad y densidad específicas, con un área de 19.4 cm², con la carga unitaria aplicada. Este método es ampliamente utilizado en la construcción de carreteras, diseño de cimentaciones y otras aplicaciones de ingeniería. A menudo se combina con otros ensayos del suelo para obtener una comprensión más completa de las propiedades del suelo. (Fernandez M, 2015 citado en Cruz & Cevallos, 2021)

2.1.17.2 Equipos

- Un equipo especializado para aplicar una fuerza controlada sobre un émbolo cilíndrico mientras se empuja hacia el suelo y medir la cantidad de fuerza necesaria para lograr una tasa específica de penetración.
- Una muestra estándar, a menudo piedra triturada de caliza, para calibrar la máquina de ensayo CBR y garantizar que tenga un valor CBR conocido y sea del mismo tamaño y forma que las muestras de suelo que se están probando.
- Una muestra representativa del suelo en el sitio donde se realiza el ensayo, que no ha sido alterada ni compactada.
- Un émbolo cilíndrico del mismo tamaño y forma que la muestra estándar.
- Herramientas de medición, como una regla o calibrador para medir las dimensiones de las muestras de suelo y material de referencia y una balanza o báscula para medir su peso. (ASTM , 2021)

2.1.18 Metodología

- Tomar una muestra representativa del suelo del lugar donde se realizará la prueba. Se debe asegurar que la muestra no ha sido alterada o compactada.
- Medir el contenido de humedad de la muestra de suelo antes de la prueba. Esto se puede hacer pesando la muestra antes y después de secarla en un horno a una temperatura específica.
- Obtener una muestra del material de referencia estándar, como piedra triturada de caliza, y prepararlo para la prueba. Debe estar calibrado adecuadamente mediante la medición de las dimensiones y peso del material de referencia.
- Colocar la muestra de suelo en la máquina de prueba CBR y aplicar una fuerza controlada al émbolo cilíndrico mientras se empuja hacia el suelo. Medir la fuerza necesaria para lograr una tasa especificada de penetración y anotar los resultados.
- Calcular el valor CBR dividiendo la fuerza necesaria para lograr la penetración especificada en la muestra de suelo por la fuerza necesaria para lograr la misma penetración en el material de referencia.
- Comparar el valor CBR con valores conocidos para diferentes tipos de suelo para determinar la aptitud del suelo para la aplicación prevista. Es posible que también sea necesario realizar pruebas adicionales para obtener una comprensión más completa de las propiedades del suelo. (ASTM , 2021)

2.1.19 Agua

El agua es esencial en la producción del hormigón, ya que es el medio por el cual el cemento experimenta una reacción química que le da las propiedades de fraguado y endurecimiento. Al mezclar el cemento, agua y agregados, se forma un sólido único. El agua se puede dividir en dos categorías: el agua de mezclado, que se utiliza en la preparación inicial del hormigón, y el agua de curado, que se utiliza para mantener la humedad en el hormigón durante su proceso de endurecimiento. (Quintero, 2017)

2.1.20 Suelo-Cemento

Se compone de una combinación de agua, cemento Portland y distintos tamaños de partículas del suelo. Su objetivo principal es alcanzar un nivel adecuado de resistencia, durabilidad y otras características importantes para las estructuras de construcción.

Existen dos opciones para la elaboración de este diseño, ambas dependiendo de la ubicación en la que se lleve a cabo la mezcla; puede hacerse directamente en el lugar o en un laboratorio. (Quintero, 2017)

2.1.21 Estabilización de suelos

La mejora de las características del suelo se logra mediante el uso de un aglomerante, como la cal o el cemento, para que sea apto para su uso. (Quintero, 2017)

Los objetivos directos que se obtienen suelen ser:

- Mejorar las propiedades del suelo mediante la adición de un aglomerante, lo que permite su uso en diversas aplicaciones.
- Aumentar la resistencia de los suelos a la erosión, heladas y otros factores climáticos mediante la reducción de su sensibilidad al agua.
- Hacer que los terrenos difíciles de transitar sean accesibles.
- Obtener una base estable para apoyar la construcción y contribuir estructuralmente al mismo. (Quintero, 2017)

2.1.22 Suelos Aptos para Mezclas Suelo-Cemento

Es importante seleccionar cuidadosamente los suelos para utilizarlos en la producción de suelo cemento, ya que su calidad y composición pueden afectar significativamente a las propiedades finales del producto. Se deben tener en cuenta factores como la granulometría, la

humedad, la estabilidad química, la plasticidad y la presencia de contaminantes. Es importante seguir los procedimientos recomendados para garantizar una mezcla homogénea y una adecuada resistencia y durabilidad del suelo cemento. (Corral, 2008)

Tabla 15: Distribución granulométrica de suelos aptos para suelo-cemento

Tamiz	% que pasado
3 pulg.	100
No. 4	100 - 50
No. 40	100 - 15
No. 200	50 - 10

Fuente: (Corral, 2008)

2.1.23 Requerimientos típicos de cemento por tipos de suelo, según ACI 230

Tabla 16: Requisitos típicos de cemento para varios tipos de suelo

Clasificación de suelos AASHTO	Clasificación de suelos ASTM	Rango típico de requisitos de cemento, porcentaje por peso	Contenido típico de cemento para la prueba de humedad-densidad (ASTM D558), porcentaje de peso	Contenidos típicos de cemento para pruebas de durabilidad (ASTM D559 y D506), porcentaje en peso
A-1-a	GW, GP, GM, SW, SP, SM	3 a 5	5	3 - 5 - 7
A-1-b	GM, GP, SM, SP	5 a 8	6	4 - 6 - 8
A-2	GM, GC, SM, SC	5 a 9	7	5 - 7 - 9
A-3	SP	7 a 11	9	7 - 9 - 11
A-4	CL, ML	7 a 12	10	8 - 10 - 12
A-5	ML, MH, CH	8 a 13	10	8 - 10 - 12
A-6	CL, CH	9 a 15	12	10 - 12 - 14
A-7	MH, CH	10 a 16	13	11 - 13 - 15

Fuente: (ACI Committee 230, 2009)

2.1.24 Categoría de Pavimentos según Holcim

Tabla 17: Catálogo de Estructuras de Pavimento

Categoría de Subrasante		Categoría de tráfico											
		Liviano (50.000 ESAL's)			Medio (500.000 ESAL's)			Pesado (5'000.000 ESAL's)			Muy pesado (25'000.000 ESAL's)		
		AASHTO 93	Mecanicista		AASHTO 93	Mecanicista		AASHTO 93	Mecanicista		AASHTO 93	Mecanicista	
			Sierra	Costa		Sierra	Costa		Sierra	Costa		Sierra	Costa
Subrasante muy débil (Mr: 25 MPa) CBR 5%	CA - 5.0cm	TBS	TBS	CA - 10.0cm	CA - 6.0cm	CA - 6.0cm	CA - 16.0cm	CA - 7.0cm	CA - 7.0cm	CA - 23.0cm	CA - 10.0cm	CA - 9.0cm	
	BAG - 15.0cm	BSC - 39.5cm	BSC - 39.5cm	BAG - 25.0cm	BAEC - 25.0cm	BAEC - 23.0cm	BAG - 25.0cm	BAEC - 27.0cm	BAEC - 27.0cm	BAG - 30.0cm	BAEC - 27.0cm	BAEC - 27.0cm	
	SB - 15.0cm			SB - 26.0cm	SB - 25.0cm	SB - 25.0cm	SB - 25.0cm	SB - 30.0cm	SB - 30.0cm	SB - 30.0cm	SB - 30.0cm	SB - 30.0cm	
							ME - 30.0cm			ME - 30.0cm			
Subrasante débil (Mr: 50 MPa) CBR 5 - 10%	CA - 5.0cm	TBS	TBS	CA - 10.0cm	CA - 4.0cm	CA - 4.0cm	CA - 16.0cm	CA - 7.0cm	CA - 7.0cm	CA - 23.0cm	CA - 10.0cm	CA - 9.0cm	
	BAG - 18.0cm	BSC - 36.0cm	BSC - 36.0cm	BAG - 25.0cm	BAEC - 24.0cm	BAEC - 24.0cm	BAG - 20.0cm	BAEC - 25.0cm	BAEC - 25.0cm	BAG - 25.0cm	BAEC - 25.0cm	BAEC - 25.0cm	
					SB - 15.0cm	SB - 15.0cm	SB - 25.0cm	SB - 25.0cm	SB - 25.0cm	SB - 28.0cm	SB - 20.0cm	SB - 20.0cm	
Subrasante adecuada (Mr: 75 MPa) CBR 10 - 15%	CA - 9.0cm	TBS	TBS	CA - 10.0cm	CA - 4.0cm	CA - 4.0cm	CA - 16.0cm	CA - 7.0cm	CA - 6.0cm	CA - 23.0cm	CA - 10.0cm	CA - 9.0cm	
		BSC - 33.5cm	BSC - 33.5cm	BAG - 15.0cm	BAEC - 25.0cm	BAEC - 25.0cm	BAG - 25.0cm	BAEC - 24.0cm	BAEC - 24.0cm	BAG - 30.0cm	BAEC - 25.0cm	BAEC - 25.0cm	
								SB - 20.0cm	SB - 20.0cm				
Subrasante resistente (Mr: 90 MPa) CBR > 15%	CA - 8.0cm	TBS	TBS	CA - 10.0cm	CA - 5.0cm	CA - 5.0cm	CA - 16.0cm	CA - 7.0cm	CA - 6.0cm	CA - 23.0cm	CA - 10.0cm	CA - 9.0cm	
		BSC - 32.5cm	BSC - 32.5cm	BAG - 15.0cm	BAEC - 22.0cm	BAEC - 22.0cm	BAG - 20.0cm	BAEC - 24.0cm	BAEC - 24.0cm	BAG - 25.0cm	BAEC - 24.0cm	BAEC - 24.0cm	

CA: Carpeta asfáltica	BSC: Base de Suelo Cemento MOP Sección 404.6 - fc 18 kg/cm ²
TBS: Tratamiento bituminoso superficial	BAEC: Base de Agregados Estabilizada con Cemento MOP Sección 404.2 - fc 25 kg/cm ²
BAG: Base granular	ME: Mejoramiento de subrasante
SB: Sub-base granular	MOP-001-F 2002 Especificaciones generales para la construcción de caminos y puentes BSC y BAEC siguiendo la clasificación del MOP - 001 F2002

Centro de Innovación Holcim

Fuente: (Holcim Ecuador S.A., 2022)

2.1.25 Diseño de Suelo – Cemento Método de la Portland Cement Association (PCA)

Este método se basa en la relación entre la densidad de la mezcla suelo-cemento, el contenido de cemento y el CBR (California Bearing Ratio) de la mezcla.

El método PCA se divide en tres etapas: diseño, construcción y control. En la etapa de diseño se establecen los requisitos para el proyecto, se determina la densidad óptima de la mezcla suelo-cemento y se calcula el contenido de cemento necesario para lograr el CBR deseado.

Tabla 18: Relaciones entre Tipos de Suelos y Valores de Soporte

Tipo de Suelo	Resistencia del Suelo	Rango de CBR* (%)	Rango del Valor R**	Rango del Módulo k(lb/pulg3)
Suelos de grano fino en los cuales predominan los tamaños de partículas de limo y arcilla.	Baja	3 a 6	8 a 27	100-150
Arenas pobremente graduadas y suelos que son predominantemente arenosos con cantidades moderadas de limo y arcilla.	Media	6 a 10	27 a 45	150-200
Suelos gravosos, arenas bien graduadas, y mezclas de arenas y gravas, relativamente libres de finos plástico	Alta	Mas de 10	50 o mas	200 o mas

Fuente: (Portland Cement Association)

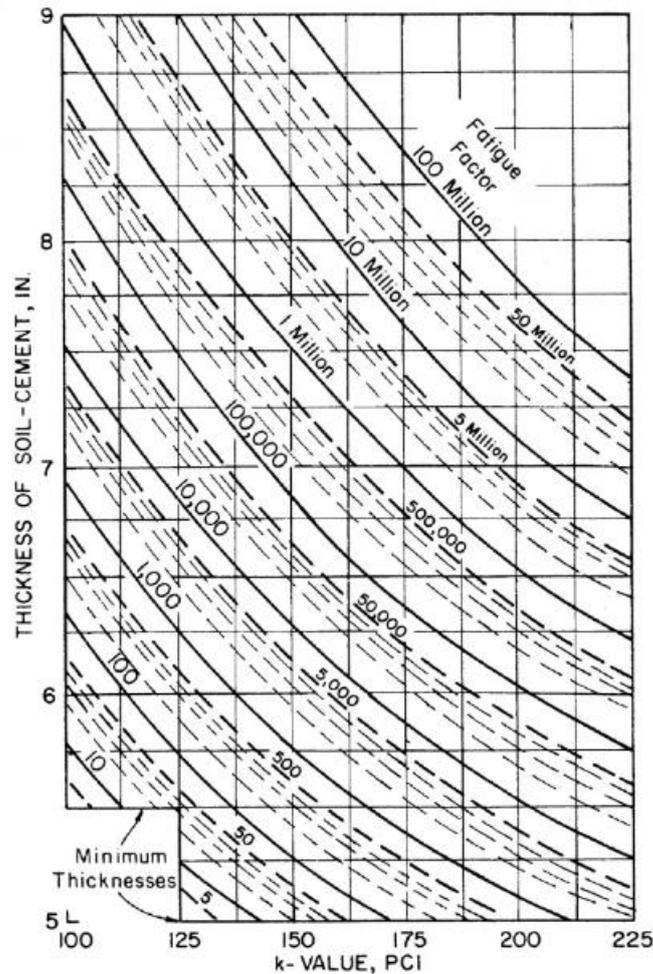


Figura 1: Carta para diseño de espesores para suelo-cemento granular.

Fuente: (Portland Cement Association)

2.2 Marco Legal:

2.2.1 Norma Nacional

Constitución de la República del Ecuador (República del Ecuador, 2008)

Art. 375.- El Estado, en todos sus niveles de gobierno, garantizará el derecho al hábitat y a la vivienda digna, para lo cual:

8. Garantizará y protegerá el acceso público a las playas de mar y riberas de ríos, lagos y lagunas, y la existencia de vías perpendiculares de acceso

2.2.2 Ley sistema nacional de infraestructura vial transporte terrestre

Art. 8.- Red vial cantonal urbana. Se entiende por red vial cantonal urbana, cuya competencia está a cargo de los gobiernos autónomos descentralizados municipales o metropolitanos, al conjunto de vías que conforman la zona urbana del cantón, la cabecera parroquial rural y aquellas vías que, de conformidad con cada planificación municipal, estén ubicadas en zonas de expansión urbana. Dado que la conectividad y movilidad es de carácter estratégico, cuando una vía de la red vial nacional, regional o provincial atraviese una zona urbana, la jurisdicción y competencia sobre el eje vial, pertenecerá al gobierno central, regional o provincial, según el caso. (República del Ecuador, 2017)

2.2.3 Ley orgánica de la educación superior

Art. 5.- De los estudiantes regulares de las instituciones del sistema de educación superior. - Se entiende por estudiantes regulares aquellos estudiantes que se matriculen en por lo menos el sesenta por ciento de todas las materias o créditos que permite su malla curricular en cada período, ciclo o nivel académico. Las instituciones del sistema de educación superior reportarán periódicamente la información de sus estudiantes en los formatos establecidos por la SENESCYT, la misma que formará parte del Sistema Nacional de Información de la Educación Superior del Ecuador, SNIESE. Los formatos establecidos por la SENESCYT contemplarán entre otros aspectos los siguientes: número de postulantes inscritos, números de estudiantes matriculados, número de créditos tomados, horas de asistencia, cumplimiento de las obligaciones académicas. Las instituciones de educación superior reportarán obligatoriamente a la SENESCYT dicha información al cierre de cada periodo de matrículas. (Decreto Ejecutivo 865, 2011)

2.2.4 Reglamentos de la Universidad Laica Vicente Rocafuerte

- **Art. 14.-** Valores éticos en el proceso de aprendizaje. - Los(as) Profesores(as) y Profesores(as) Investigadores de la Universidad Laica Vicente Rocafuerte de Guayaquil incorporarán el enfoque de perfiles y diseños curriculares por competencias profesionales, fortaleciendo en ellas el componente de los valores éticos mediante la educación y práctica de los valores declarados durante el proceso de aprendizaje.
- **Art. 17.-** Responsabilidad ética de los estudiantes.- Los estudiantes de la Universidad Laica Vicente Rocafuerte de Guayaquil asumirán una posición crítica, creativa, emprendedora, responsable, entusiasta, desinteresada, asociativa y solidaria en el proceso de enseñanza-aprendizaje participando de igual modo en la expansión humanista-universalista de la educación superior; y deben hacerlo así: a) En forma responsable y organizada con charlas, seminarios, mesas redondas, encuentros, congresos y otros mecanismos con la finalidad de conocer y analizar a profundidad los derechos, deberes y responsabilidades que les asisten como tales; b) A través de sus organismos colegiados mediante la aplicación disciplinada de los derechos y obligaciones estipulados en los instrumentos legales de la institución superior; c) Considerando que sus actitudes contribuyen a que la comunidad universitaria en su conjunto asuma de manera corresponsable los derechos, deberes y responsabilidades que les asisten en la universidad con respecto a la colectividad; d) Considerando que la educación está orientada fundamentalmente al saber conocer, saber hacer y saber vivir en comunidad (UNESCO), de manera que se haga realidad la Misión y Visión de la Universidad Laica Vicente Rocafuerte De Guayaquil y su Marco Filosófico, en el cual están expresados las cualidades y valores que se pretende se formen en cada uno; e) Colaborando en la creación de un ambiente educativo sano, donde prevalezca la elevación de la calidad de proceso de enseñanza-aprendizaje; el crecimiento personal, la justicia y la búsqueda permanente de la verdad; y f) Destacando en todas sus actividades tanto académicas, extracurriculares, 15Reglamento General culturales y sociales: la honradez, tanto en lo afectivo, en lo material, .en lo intelectual y en el manejo adecuado de información gráfica, escrita y otros aspectos que son parte de la propiedad intelectual.
- **Art. 18.-** Derechos de los estudiantes. - Son derechos de los estudiantes, los establecidos en el Estatuto de la Universidad Laica Vicente Rocafuerte de Guayaquil, Código de Ética, Reglamentos, Instructivos, Normas Académicas y Administrativas de la Universidad Laica Vicente Rocafuerte de Guayaquil, así como:

- a) Recibir clases regularmente en un ambiente de puntualidad, disciplina, respeto y cordialidad;
- b) La sesión de clases no efectuada por un profesor(a) debe ser recuperada. Recibir una justa calificación por sus actividades académicas;
- c) Solicitar la recalificación de las evaluaciones exponiendo fundamentadamente los puntos de su reclamo con los documentos que lo sustenten;
- d) Usar las diversas dependencias y servicios universitarios según los reglamentos correspondientes;
- e) Ingresar al Programa de Becas y pensión diferenciada siempre y cuando cumplan con los requisitos establecidos en el capítulo que corresponde al de Bienestar Estudiantil. (Universidad Laica VICENTE ROCAFUERTE de Guayaquil, 2019)

2.2.5 *Ministerio de transporte y obras públicas MOP - 001-F 2002 (Especificaciones generales especificaciones generales para la construcción de caminos y puentes)*

- SECCION 402. MEJORAMIENTO DE LA SUBRASANTE
- SECCION 815 CAPA DE BASE ESTABILIZADA (Ministerio de transporte y obras públicas, 2002)

2.2.6 *Normativas de ensayos de suelo a estudiar*

- Granulométrico **A.S.T.M. D 422 – 63**
- Límite Líquido, Límite Plástico **A.S.T.M. D 4318**
- CBR **A.S.T.M. D1883 – 21**

2.2.7 *Normativas de Suelo Cemento*

ACI 230.1R-09

2.2.8 *Normativa para Diseño de Pavimento*

AASHTO 93

CAPÍTULO III

METODOLOGÍA DE LA INVESTIGACIÓN

3.1 Enfoque de la investigación: (cuantitativo, cualitativo o mixto)

La presente investigación se la realizará con un enfoque cuantitativo, ya que se realizarán estudios de laboratorio y de campo, para determinar las propiedades físicas del suelo existente para generar un diseño del suelo - cemento en la Avenida 45 N-O hasta El Chorrillo, en base a valores numéricos basados en la estadística. A su vez se establece como método predominante al deductivo ya que este viene arraigado al enfoque escogido.

3.2 Alcance de la investigación: (Exploratorio, descriptivo o correlacional)

La presente investigación se la cataloga como descriptiva, ya que se busca describir parámetros existentes en la vía desde la av.45 N-O hasta El Chorrillo como los son el TPDA, características del suelos y orografía de la misma.

3.3 Técnica e instrumentos para obtener los datos:

Se utilizó como Técnica ensayo de laboratorio y como instrumento se usaron ensayos.

3.4 Población y muestra

3.4.1 Población

La población elegida comprende a los habitantes del Chorrillo y a los transeúntes que utilizan la vía desde la av.45 N-O hasta El Chorrillo.

3.4.2 Muestra

Esquema Metodológico

ANÁLISIS DE FACTIBILIDAD TÉCNICA PARA EL MEJORAMIENTO DEL CAMINO VECINAL, DESDE LA AVENIDA 45 N-O HASTA EL CHORRILLO CON SUELO CEMENTO.



Figura 2: Esquema Metodológico
Elaborado por: (Bernal & Molina, 2023)

3.4.3 Aforo vehicular

Se realizó un aforo vehicular en dos direcciones de manera manual en la vía que inicia en Avenida 45 N-O hasta El Chorrillo, con el fin de medir el volumen de tráfico que pasa por la misma. Para ello se determinó un punto estratégico ubicado en la abscisa 1+000 (ilustración #1). Se aforó en intervalos de 15 minutos, en horas de alta demanda como lo son: 6:30 am a 9:30 am- 12:00pm a 15:00pm- 17:00 pm a 19:00 pm, es decir 8 horas diarias durante 7 días continuos.



Figura 3: Estación de Aforo
Fuente: (Google Earth, 2023)

3.4.3.1 Formato para la recolección de datos en aforo

Se realizó un formato para recolectar y ordenar los datos obtenidos en campo, categorizando los diferentes tipos de vehículos acorde a las normativas del Ministerio de Transporte y Obras Públicas (MTOP).

ULVR		NOMBRE DE PROYECTO: Vía 45 N-O hasta El Chorrillo					REVISION 0				
		AFOROS VEHICULARES									
Fecha (D.M.A): _____		Estación de Aforo: _____					<input type="checkbox"/> <input type="checkbox"/> <input type="checkbox"/> <input type="checkbox"/> <input type="checkbox"/> <input type="checkbox"/>				
Condición Climática: _____		Movimientos Aforados : _____									
Aforador: _____		Hora de Inicio : _____			Hoja _____ de _____					Hora Final : _____	
Coordinador: _____											
PERIODO	TOTAL	AUTOS 	BUSETA 	2D 	2DA 	2DB 	3-A 	4C 	Motos 		

Figura 4: Formato TPDA
Elaborado por: (Bernal & Molina, 2023)

3.4.3.2 Datos obtenidos de Aforo

Producto del aforo realizado en la vía desde la Avenida 45 N-O hasta el chorrillo el mes de diciembre los días del 11 al 17, se determinó un volumen de tráfico de 630 vehículos/semana, a su vez se puede decir que en promedio circulan alrededor de 90 vehículos diarios sobre la estructura vial existente.

Tabla 19: Aforo Vehicular del Chorrillo

Fecha (DD/MM/AA)	Sentido	Hora de Inicio	Hora Fin	# Vehículos	# Vehículos Total /Día
domingo 11/12/22	NORTE- SUR	06:30	09:30	10	58
		12:00	15:00	10	
	SUR- NORTE	17:00	19:00	7	
		06:30	09:30	14	

		12:00	15:00	9	
		17:00	19:00	8	
lunes 12/12/22		06:30	09:30	26	111
	NORTE- SUR	12:00	15:00	22	
		17:00	19:00	21	
		06:30	09:30	15	
	SUR- NORTE	12:00	15:00	15	
		17:00	19:00	12	
martes 13/12/22		06:30	09:30	16	85
	NORTE- SUR	12:00	15:00	15	
		17:00	19:00	13	
		06:30	09:30	14	
	SUR- NORTE	12:00	15:00	18	
		17:00	19:00	9	
miércoles 14/12/22		06:30	09:30	18	108
	NORTE- SUR	12:00	15:00	20	
		17:00	19:00	17	
		06:30	09:30	20	
	SUR- NORTE	12:00	15:00	19	
		17:00	19:00	14	
jueves 15/12/22		06:30	09:30	19	103
	NORTE- SUR	12:00	15:00	21	
		17:00	19:00	15	
		06:30	09:30	19	
	SUR- NORTE	12:00	15:00	20	
		17:00	19:00	9	
viernes 16/12/22		06:30	09:30	20	101
	NORTE- SUR	12:00	15:00	18	
		17:00	19:00	13	
		06:30	09:30	16	
	SUR- NORTE	12:00	15:00	21	
		17:00	19:00	13	
sábado 17/12/22		06:30	09:30	12	64
	NORTE- SUR	12:00	15:00	13	
		17:00	19:00	11	
		06:30	09:30	11	
	SUR- NORTE	12:00	15:00	11	
		17:00	19:00	6	
TOTAL				630	630

Elaborado por: (Bernal & Molina, 2023)

3.4.4 Levantamiento topográfico

Se realizó un levantamiento topográfico en una sección de 500 m de la vía, la cual se tomó como abscisa 0+000 al inicio desde la avenida 45 N-O. Con el fin de conocer el estado de esta según su caracterización orográfica. A su vez se midió el ancho de la calzada.

Tabla 20: Datos Topográficos de la Vía

Vista Atrás	Vista Adelante			H+I	COTA CAMBIO (M)	Cota (M)		
	Izquierda	Centro	Derecha			Izquierda	Centro	Derecha
+0.335				100.335	100			
	+0.387	+0.442	+0.342			99.948	99.893	99.993
	+2.601	+2.574	+2.595			97.734	97.761	97.740
	+2.914	+2.875	+2.864			97.421	97.460	97.471
	+3.074	+3.045	+3.125			97.261	97.290	97.210
	+3.205	+3.232	+0.335			97.130	97.103	100.000
	+3.273	+3.311	+3.423			97.062	97.024	96.912
	+3.402	+3.545	+3.623			96.933	96.790	96.712
+1.318				98.251	96.933			
	+1.545	+1.555	+1.685			96.706	96.696	96.566
	+1.945	+1.622	+1.593			96.306	96.629	96.658
	+2.150	+2.070	+2.390			96.101	96.181	95.861
	+2.380	+2.330	+2.550			95.871	95.921	95.701
	+2.375	+2.320	+2.470			95.876	95.931	95.781
+1.585				97.366	95.781			
	+1.585	+1.480	+1.520			95.781	95.886	95.846
	+1.245	+1.181	+1.170			96.121	96.185	96.196
	+0.110	+0.225	+0.225			97.256	97.141	97.141
+5.030				102.171	97.141			
	+2.890	+2.912	+2.885			99.281	99.259	99.286
	+0.890	+1.000	+1.015			101.281	101.171	101.156
+3.455				104.611	101.156			
	+1.750	+1.702	+1.553			102.861	102.909	103.058
	+1.890	+1.725	+1.610			102.721	102.886	103.001
	+2.135	+2.050	+2.025			102.476	102.561	102.586
	+2.760	+2.570	+2.480			101.851	102.041	102.131
	+3.300	+3.220	+3.190			101.311	101.391	101.421
+0.112				101.423	101.311			
	+0.989	+1.163	+1.152			100.434	100.260	100.271
	+1.855	+1.795	+1.865			99.568	99.628	99.558
	+2.801	+2.781	+2.969			98.622	98.642	98.454
	+3.557	+3.489	+3.521			97.866	97.934	97.902
	+3.491	+3.409	+3.455			97.932	98.014	97.968

Elaborado por: (Bernal & Molina, 2023)

3.4.5 Estudio de suelo

Se realizó una calicata con una profundidad de 1.5 m, para visualizar y medir los diferentes estratos del suelo presente en la vía 45 N-O hasta El Chorrillo. Por lo cual se logró identificar 3 tipos de estratos, de 0 a 50 cm de profundidad se observó material de mejoramiento cascajo, de 50 cm a 1 metro arcilla con una tonalidad oscura, de 1 metro a 1.5 metros limo (figura 4 y 5).

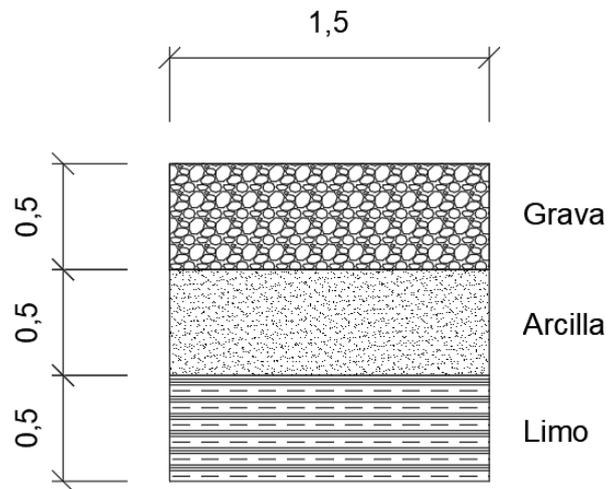


Figura 5: Perfil de Suelo Vía de estudio
Elaborado por: (Bernal & Molina, 2023)



Figura 6: Calicata de la vía
Elaborado por: (Bernal & Molina, 2023)

3.5 Presentación y análisis de resultados

3.5.1 Levantamiento topográfico

Se realizó la representación orográfica por medio de un corte longitudinal (aplicado al centro de la vía), por lo cual se pudo clasificar como vía con relieve accidentado según su inclinación máxima que se encuentra entre 15% y 20%, tal como lo dispone el Ministerio de Transporte y Obras Públicas.

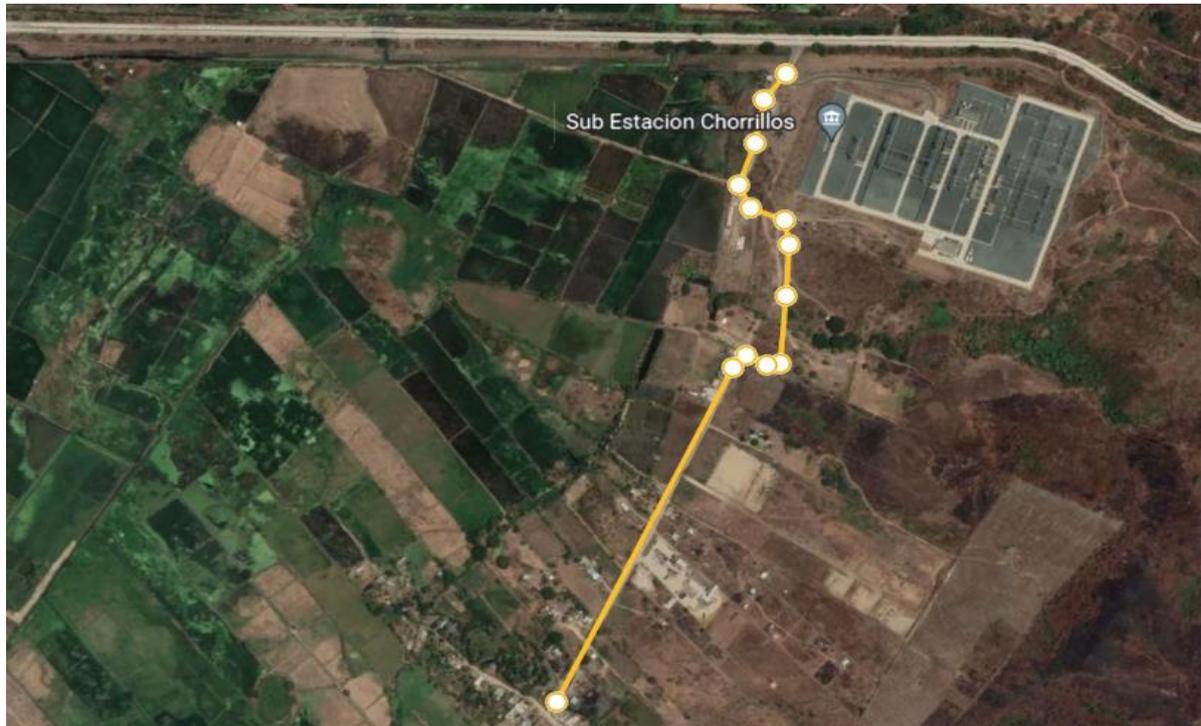


Figura 7: *Vía de Estudio*
Fuente: (Google Earth, 2023)

Tabla 21: Levantamiento Topográfico de la Vía de Estudio

Abscisa	Cota	Pendiente
0+000	99.893	-10.66%
0+020	97.761	-1.51%
0+040	97.46	-0.85%
0+060	97.29	-0.94%
0+080	97.103	-0.39%
0+100	97.024	-1.17%
0+120	96.79	-0.47%
0+140	96.696	-0.33%
0+160	96.629	-2.24%
0+180	96.181	-1.30%
0+200	95.921	0.20%
0+205	95.931	-0.30%
0+220	95.886	1.50%
0+240	96.185	4.78%
0+260	97.141	10.59%
0+280	99.259	9.56%
0+300	101.171	8.69%
0+320	102.909	-0.12%
0+340	102.886	-1.62%
0+360	102.561	-2.60%
0+380	102.041	-3.25%
0+400	101.391	-5.66%
0+420	100.26	-3.16%
0+440	99.628	-4.93%
0+460	98.642	-3.54%
0+480	97.934	0.40%
0+500	98.014	19.60%

Elaborado por: (Bernal & Molina, 2023)

CORTE LONGITUDINAL EL CHORRILLO

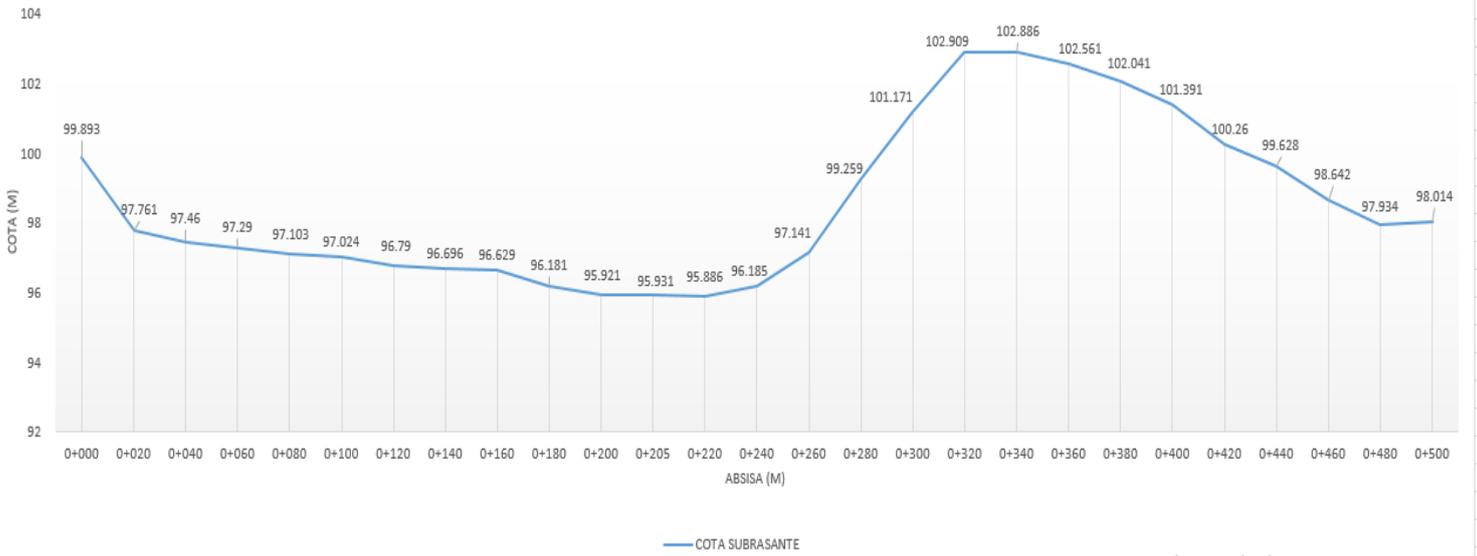


Figura 8: Corte Longitudinal de la Vía de Estudio
Elaborado por: (Bernal & Molina, 2023)

3.5.2 Trafico Promedio Diario Anual

Una vez procesada la información obtenida en el aforo realizado en la vía desde la avenida 45 N hasta El Chorrillo, se procedió a calcular el Tráfico Promedio Diario Anual (TPDA). Se consideró que el sitio de estudio no presentaba variaciones mensuales del volumen de tráfico debido a la ausencia de zonas turísticas y conexiones viales importantes en la zona, lo cual no afecta significativamente en el cálculo.

Tabla 22: Trafico Promedio Diario Anual de la Vía

Fecha (DD/MM/AA)	Automóvil	Moto	Bus	Camión 2D	Camión 2DB	Camión 3A	Camión 4C	# Vehículos	# Vehículos total /día
domingo 11/12/22	3	4	0	1	1	1	0	10	58
	4	2	0	2	0	1	1	10	
	2	1	0	1	2	1	0	7	
	5	5	0	3	1	0	0	14	
	2	3	0	2	0	2	0	9	
lunes 12/12/22	3	2	0	1	2	0	0	8	111
	5	7	1	2	5	4	2	26	
	6	3	1	4	4	3	1	22	
	8	5	0	3	3	2	0	21	
	3	5	1	3	2	1	0	15	
martes 13/12/22	2	4	1	2	4	1	1	15	85
	5	2	0	2	2	1	0	12	
	6	4	1	1	3	1	0	16	
	5	3	1	0	2	3	1	15	
	2	7	0	2	1	1	0	13	
miércoles 14/12/22	3	5	1	1	4	0	0	14	108
	4	6	1	1	3	2	1	18	
	3	4	0	1	1	0	0	9	
	4	5	1	2	3	3	0	18	
miércoles 14/12/22	5	4	1	3	4	2	1	20	108
	3	6	0	2	2	3	1	17	
	4	7	1	3	4	1	0	20	
	2	4	1	2	5	4	1	19	

	3	6	0	1	3	1	0	14	
	4	5	1	2	2	3	2	19	
jueves 15/12/22	3	6	1	3	3	4	1	21	103
	5	4	0	2	1	3	0	15	
	2	7	1	1	2	5	1	19	
	4	4	1	1	3	4	3	20	
	3	3	0	0	0	3	0	9	
	4	6	1	0	2	5	2	20	
viernes 16/12/22	3	4	1	2	4	3	1	18	101
	2	5	0	1	1	4	0	13	
	3	3	1	1	4	3	1	16	
	5	5	1	2	3	5	0	21	
	1	7	0	0	2	3	0	13	
	3	4	0	2	2	1	0	12	
sábado 17/12/22	2	6	0	0	2	2	1	13	64
	1	8	0	1	1	0	0	11	
	4	5	0	0	0	2	0	11	
	2	6	0	1	1	0	1	11	
	1	5	0	0	0	0	0	6	
TOTAL	144	197	20	64	94	88	23	630	630
TPDS	21	28	3	9	13	13	3	90	90
% TPDS	23%	31%	3%	10%	14%	14%	3%	100%	100%

Elaborado por: (Bernal & Molina, 2023)

Tabla 23: Cálculo de TPDA

CALCULO TPDA	
PARAMETROS	AV 45 N-O Hasta El Chorrillo
N	365
N	7
K (95 % de confiabilidad)	1.96
TPDS	90
n-1	6
S	21.53
O	8.07
A	15.81
TPDS + A	106
TPDS – A	74
TPDA	106

Elaborado por: (Bernal & Molina, 2023)

3.5.3 Estudios de suelo

Mediante estudios de laboratorio, se clasificó y determinaron las características del suelo de la vía. Según la metodología SUCS, se presentó un suelo GC (grava arcillosa), con un índice de plasticidad (IP) de 18. Además, su contenido de humedad se encuentra entre el 6.85% y 9.65%, con una compactación del 95% y 100% respectivamente.

3.5.3.1 Granulometría de la Subrasante

Tabla 24: Granulometría

Diámetro (mm)	Tara	% Pasante acumulado
100	4"	100
75	3"	90.40
50	2"	80.20
38.1	1½"	76.10
25	1"	71.10
19	¾"	66.60
12.5	½"	59.00
9.5	⅜"	55.10
4.75	No.4	46.80
2.36	Nº.8	40.50
2	Nº.10	39.20
1.18	Nº.16	36.10
0.85	Nº.20	34.10
0.6	Nº.30	31.70
0.425	Nº.40	30.20
0.3	Nº.50	28.40
0.25	Nº.60	27.40
0.15	Nº.100	24.30
0.075	Nº.200	21.50

Elaborado por: (Bernal & Molina, 2023)

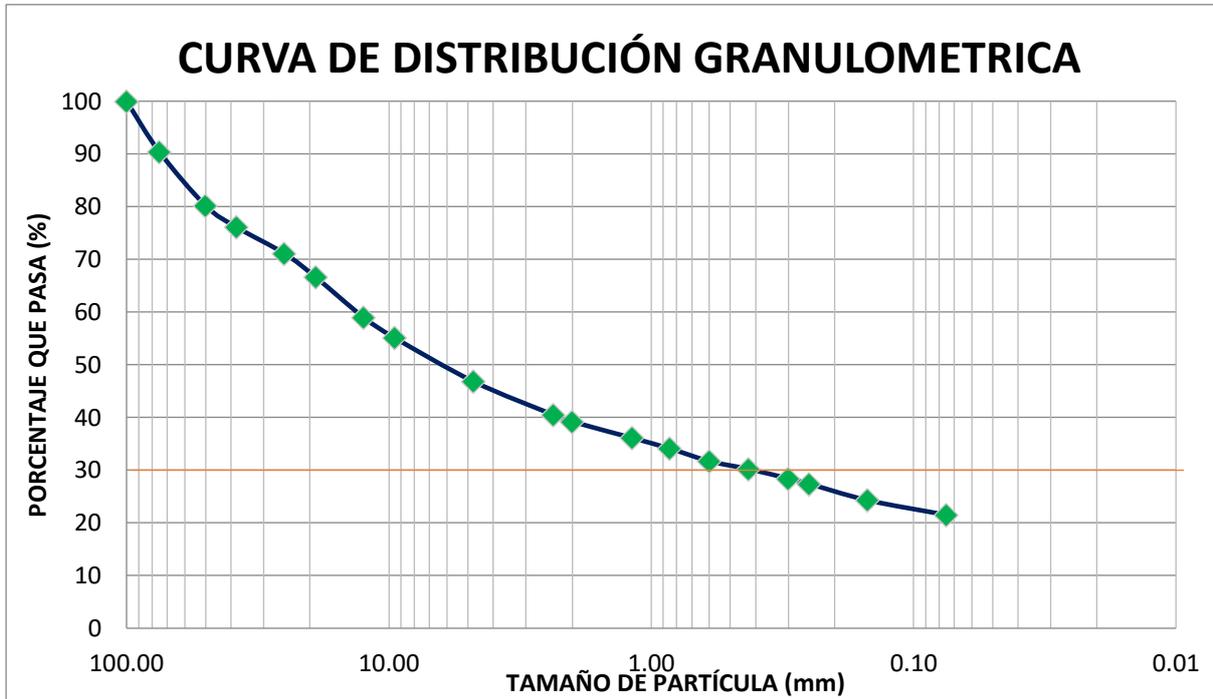


Figura 9: Curva Granulométrica de la Subrasante
 Elaborado por: (Bernal & Molina, 2023)

3.5.3.2 Límites de Atterberg

Tabla 25: Límites de Atterberg

Límites de Atterberg	
LL	38
LP	20
IP	18

Elaborado por: (Bernal & Molina, 2023)

3.5.3.3 Determinación del CBR

Tabla 26: California Bearing Ratio

Determinación del CBR	
C.B.R 95%	6.85
C.B.R 100%	9.65

Elaborado por: (Bernal & Molina, 2023)

3.5.4 Diseño capa de mejoramiento

La vía se diseñó para el parque automotor proyectado en 10 años, ya que se sabe que la demanda de vehículos crece con el tiempo. Además, se determinó el número de ejes equivalentes con respecto a camiones de 8.2 toneladas que pasarán sobre la calzada en los 10 años de diseño.

3.5.4.1 Trafico futuro

Tabla 27: Trafico Futuro

Tipo de Vehículo	TPDA0	PORCENTAJE	TPDA F
Automóvil	25	23.3	30
Moto	33	31.1	40
Bus	3	3.3	4
Camión 2D	11	10.1	13
Camión 2DB	16	14.9	19
Camión 3-A	15	14	18
Camión 4C	3	3.3	4
Total	106	100	129

Elaborado por: (Bernal & Molina, 2023)

3.5.4.2 Factor de carga equivalente

Tabla 28: Factor de Carga Equivalente

TIPO DE VEHICULO	C. TOTAL (T)	C EJE TOTAL (T)	TIPO DE EJE	FACTOR CARGA EQUIVALENTE	PORCENTAJE	FCE* EJE
Camión 2D	7	3	SIMPLE-SIMPLE	0.0427	10.1	0.0043
		4	SIMPLE-SIMPLE	0.1349	10.1	0.0136
Camión 2DB	18	7	SIMPLE- SIMPLE	1.2654	14.9	0.1885
		11	SIMPLE-DOBLE	3.2383	14.9	0.4825
Camión 3A	27	7	SIMPLE-SIMPLE	1.2654	14	0.1772
		20	TANDEM	3.1605	14	0.4425
Camión 4C	31	7	SIMPLE- SIMPLE	1.2654	3.3	0.0418

Elaborado por: (Bernal & Molina, 2023)

3.5.4.3 Número de ejes equivalentes

Periodo de diseño (n): 10 años

Dt= doble vía/ un carril por dirección – dos contadores de tráfico

$$N(8.2 T) = \left(\frac{TPDA_o + TPDA_f}{2} \right) * 365 * Dt * n * FCE$$

$$N(8.2 T) = \left(\frac{106 + 129}{2} \right) * 365 * 1 * 10 * 1.3895$$

$$N(8.2 T) = 595922 \text{ Ejes}$$

3.6 Propuesta

3.6.1 Diseño de Mejoramiento con suelo-cemento

Siguiendo las recomendaciones y tablas del PCA (Portland Cement Association) se diseñó un espesor de capa de pavimento de suelo-cemento, con los estudios y datos obtenidos en la vía como lo son (número de ejes equivalentes y CBR).

3.6.1.1 Resistencia del suelo

Para el diseño se escogió el CBR al 95% de compactación el cual es de 6.85% ya que en obra la posibilidad de alcanzar valores mayores al 95% es utópico. Clasificando, así como un suelo de resistencia media, basado en los criterios de la tabla #30.

Tabla 29: Relaciones entre Tipos de Suelos y Valores de Soporte

Tipo de Suelo	Resistencia del Suelo	Rango de CBR* (%)	Rango del Valor R**	Rango del Módulo k(lb/pulg ³)
Suelos de grano fino en los cuales predominan los tamaños de partículas de limo y arcilla.	Baja	3 a 6	8 a 27	100-150
Arenas pobremente graduadas y suelos que son predominantemente arenosos con cantidades moderadas de limo y arcilla.	Media	6 a 10	27 a 45	150-200

Suelos gravosos, arenas bien graduadas,
y mezclas de arenas y gravas,
relativamente libres de finos plástico

Alta

Mas de 10

50 o mas

200 o mas

Fuente: (Portland Cement Association)

3.6.1.2 Diseño espesor de suelo- cemento

Como se observa en la figura #10 relacionando el número de ejes equivalentes que atraviesan la vía, con el rango del módulo según el tipo de suelo de esta. Se determine un espesor de capa de suelo cemento en pulgadas el cual fue redondeado a su ½ inmediato superior según aconseja la norma del PCA.

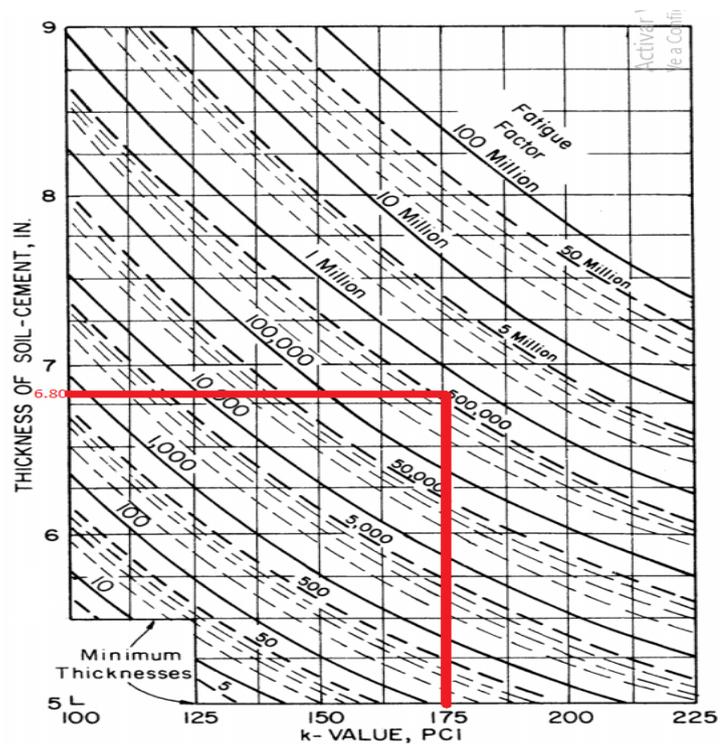


Figura 10: Carta para diseño de espesores para suelo-cemento granular.

Fuente: (Portland Cement Association)

Basado en los criterios mencionados e utilizando la Carta de Diseño de espesores para suelo cemento granular, nos arrojó que el espesor de capa de suelo cemento debería ser de: 7 pulgadas, es decir 18 cm.

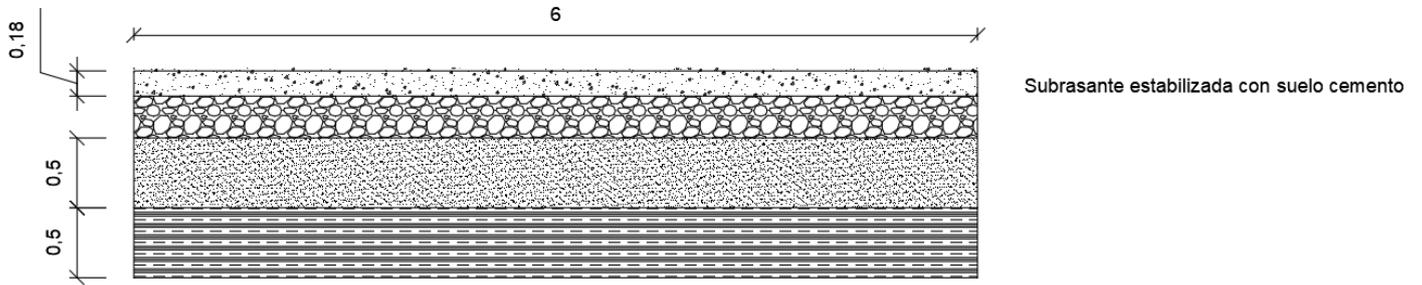


Figura 11: Diseño de Mejoramiento aplicado a la Vía de Estudio
Elaborado por: (Bernal & Molina, 2023)

CONCLUSIONES

- La vía que va desde la avenida 45 N-O hasta El Chorrillo presenta un tráfico promedio diario anual (TPDA) de 106 vehículos en el año 2022, compuesto por: Automóvil (23%), Moto (31.1%), Busetas (3.3%), Camión 2D (10.1%), Camión 2DB (14.9%), Camión 3-A (14%), Camión 4C (3.3%).
- El suelo de la vía desde la avenida 45 N-O hasta El Chorrillo se clasificó según la metodología SUCS como grava arcillosa (GC). Esta clasificación cuenta con un CBR (California Bearing Ratio) del 6.85% al 95% de compactación y del 9.65% al 100%. Además, gracias a la realización de una calicata, se pudo determinar el espesor del estrato de mejoramiento existente en el sitio, el cual es de 50 cm.
- Se diseñó un espesor tentativo de suelo-cemento para la vía que va desde la avenida 45 N-O hasta El Chorrillo. El diseño se realizó para un periodo de 10 años (2032) con un incremento vehicular del 2.01%, y un número de ejes equivalentes a 8.2 toneladas de 595922 ejes. Como resultado, se especificó una capa rodadura de 7 pulgadas o 18 centímetros.

RECOMENDACIONES

- Se recomienda realizar aforos con un periodo de duración mayor, de 24 horas al día, ya que de esta manera se aproximará más al valor del tráfico promedio diario anual (TPDA) real.
- Los datos obtenidos en los estudios de suelo realizados en la vía que va desde la avenida 45 N-O hasta El Chorrillo pueden ser utilizados en futuras obras en la misma, ya que son estudios de laboratorio certificados y avalados por el laboratorio CONSTRULADESA.
- Se recomienda ajustar el espesor óptimo de la capa de suelo-cemento, con una dosificación de cemento adecuada de acuerdo con la resistencia máxima que se puede obtener con la misma, con el fin de ahorrar recursos económicos y tiempo en la obra.

REFERENCIAS BIBLIOGRÁFICAS

- ACI Committee 230. (2009). Report on Soil Cement. American Concrete Institute. Obtenido de chrome-extension://efaidnbmnnnibpcajpcglclefindmkaj/http://dl.mycivil.ir/dozanani/ACI/ACI%20230.1R-09%20Report%20on%20Soil%20Cement_MyCivil.ir.pdf
- American Association of state Highway Transportation Officials (AASHTO). (1993). AASHTO-93 Guide for design of pavement Structures. Washington D.C.: AASHTO-93.
- ASTM. (2021). ASTM D1883-21. Obtenido de Standard Test Method for California Bearing Ratio (CBR) of Laboratory-Compacted Soils: <https://www.astm.org/d1883-21.html>
- Bucheli, D., & Sarmiento, H. (2021). Estabilización con suelo-cemento de una carretera de cuarto orden en la 'Ruta del Cacao' (Guayas, Ecuador). Obtenido de <https://dialnet.unirioja.es/servlet/articulo?codigo=7880706>
- Cevallos, C., & Cruz, J. d. (2021). Diseño del suelo cemento y su aplicación como material de sitio para la construcción del camino vecinal del Recinto Zapán. Obtenido de <http://repositorio.ulvr.edu.ec/handle/44000/4277>
- Corral, J. T. (2008). El suelo-cemento como material de construcción. Santo Domingo: Ciencia y Sociedad, vol. XXXIII, núm. 4.
- Decreto Ejecutivo 865. (2011). REGLAMENTO GENERAL A LA LEY ORGANICA DE EDUCACION SUPERIOR. Obtenido de chrome-extension://efaidnbmnnnibpcajpcglclefindmkaj/https://www.ces.gob.ec/wp-content/uploads/2019/10/Reglamento-General-a-la-LOES.pdf
- Fonseca, A. M. (2002). Ingeniería de Pavimentos para carreteras. Bogotá: Ágora editores. Obtenido de chrome-extension://efaidnbmnnnibpcajpcglclefindmkaj/https://samustuto.files.wordpress.com/2014/09/ingenieric3ada-de-pavimentos-para-carreteras-tomo-i-ed-3ra-alfonso-montejo-fonseca.pdf
- García, J. R. (2019). Estudio de la Técnica de Suelo-Cemento para la Estabilización [Tesis de Ingeniería, Universidad Católica de Colombia]. Repositorio Institucional. Obtenido de

chrome-

extension://efaidnbmnnnibpcajpcglclefindmkaj/https://repository.ucatolica.edu.co/server/api/core/bitstreams/140c5ce1-5c92-4735-a9fd-69ed64b95d9e/content

Google Earth. (2023). Obtenido de

[https://earth.google.com/web/search/ESTACION+EL+CHORRILLO,+Guayaquil/@-2.03499322,-](https://earth.google.com/web/search/ESTACION+EL+CHORRILLO,+Guayaquil/@-2.03499322,-79.9784263,41.02063968a,4435.24279215d,35y,5.4472659h,0t,0r/data=CigiJgokCTy0TpyHD_y_ETprIPjjIQHAGYU39DTA5VPAIVtNjL-iGFTA)

[79.9784263,41.02063968a,4435.24279215d,35y,5.4472659h,0t,0r/data=CigiJgokCTy0TpyHD_y_ETprIPjjIQHAGYU39DTA5VPAIVtNjL-iGFTA](https://earth.google.com/web/search/ESTACION+EL+CHORRILLO,+Guayaquil/@-2.03499322,-79.9784263,41.02063968a,4435.24279215d,35y,5.4472659h,0t,0r/data=CigiJgokCTy0TpyHD_y_ETprIPjjIQHAGYU39DTA5VPAIVtNjL-iGFTA)

Gordillo, P., & Fernandez, M. (2018). DETERMINACIÓN DE LOS FACTORES DE MAYORACIÓN DEL TRÁFICO PROMEDIO DIARIO ANUAL (TPDA) PARTIENDO DE DATOS HISTORICOS DE ZONAS REPRESENTATIVAS DE LA CIUDAD DE CUENCA [Tesis de Ingeniería, Universidad de Cuenca]. Cuenca.

Obtenido de chrome-

extension://efaidnbmnnnibpcajpcglclefindmkaj/https://dspace.ucuenca.edu.ec/bitstream/123456789/30317/1/Trabajo%20de%20Titulaci%C3%B3n.pdf

Holcim Ecuador S.A. (2022). Holcim Base Vial Tipo MH. Guayaquil, Ecuador.

INEN. (2011). INSTITUTO ECUATORIANO DE NORMALIZACIÓN. Obtenido de ÁRIDOS. ANÁLISIS GRANULOMÉTRICO EN LOS ÁRIDOS, FINO Y GRUESO:

chrome-

extension://efaidnbmnnnibpcajpcglclefindmkaj/https://www.normalizacion.gob.ec/buzon/normas/696.pdf

Ministerio de transporte y obras públicas. (2002). Ministerio de transporte y obras públicas MOP - 001-F 2002 (Especificaciones generales especificaciones generales para la construcción de caminos y puentes). Obtenido de chrome-

extension://efaidnbmnnnibpcajpcglclefindmkaj/https://www.obraspublicas.gob.ec/wp-content/uploads/downloads/2021/01/MPR_Chimborazo_Cumanda_Especificaciones-Tecnicas-MOP-001-F-2002.pdf

Ministerio De Transporte y Obras Publicas. (2013). Ministerio De Transporte y Obras Publicas. Obtenido de NORMA ECUATORIANA VIAL:

https://www.obraspublicas.gob.ec/wp-content/uploads/downloads/2013/12/01-12-2013_Manual_NEVI-12_VOLUMEN_2A.pdf

Ortega, P. C. (2013). ESTUDIOS DE FACTIBILIDAD Y DISEÑOS DEFINITIVOS DE LA VIA LAUREL-JUNQUILLAL CON UNA LONGITUD DE 10.30 KM EN EL CANTON SALITRE DE LA PROVINCIA DEL GUAYAS. Obtenido de https://www.academia.edu/35191104/ESTUDIOS_DE_FACTIBILIDAD_Y_DISE%C3%91OS_DEFINITIVOS_DE_LA_VIA_LAUREL_JUNQUILLAL_CON_UNA_LONGITUD_DE_10_30_KM_EN_EL_CANTON_SALITRE_DE_LA_PROVINCIA_DEL_GUAYAS

Pacuri Chirinos, E. R., & Llanos Astete, S. V. (2020). Estudio de tráfico de la avenida Sánchez Carrión cuadra 13, Distrito el Porvenir – 2019. Obtenido de <http://repositorio.uprit.edu.pe/handle/UPRIT/266>

Portland Cement Association . (s.f.). DISEÑO DE PAVIMENTOS SUELO-CEMENTO Método de la Portland Cement Association (PCA). Obtenido de https://www.academia.edu/30768504/DISE%C3%91O_DE_PAVIMENTOS_SUELO_CEMENTO_M%C3%A9todo_de_la_Portland_Cement_Association_PCA

Quintero, J. M. (2017). Suelo-cemento con sustitución en franja granulométrica con concreto reciclado [Tesis de Ingeniería, Universidad de La Salle]. Bogotá. Obtenido de chrome-extension://efaidnbmnnnibpajpcglclefindmkaj/https://ciencia.lasalle.edu.co/cgi/viewcontent.cgi?article=1119&context=ing_civil

República del Ecuador. (2008). Constitución de la República del Ecuador 2008. Obtenido de <chrome-extension://efaidnbmnnnibpajpcglclefindmkaj/https://www.cec-eqn.edu.ec/wp-content/uploads/2016/03/Constitucion.pdf>

República del Ecuador. (2017). Ley sistema nacional de infraestructura vial transporte terrestre. Obtenido de chrome-extension://efaidnbmnnnibpajpcglclefindmkaj/https://www.obraspublicas.gob.ec/wp-content/uploads/downloads/2022/10/LOTAIP_5_LEY-DE-INFRAESTRUCTURA.pdf

Rucks, L., García, F., Kaplán, A., León, J. P., & Hill, M. (2004). Propiedades Físicas del Suelo. Montevideo: UNIVERSIDAD DE LA REPÚBLICA. Obtenido de chrome-extension://efaidnbmnnnibpajpcglclefindmkaj/https://d1wqtxts1xzle7.cloudfront.net/36858442/Propiedades_fisicas_del_suelo-libre.pdf?1425495482=&response-content-

disposition=inline%3B+filename%3DFACULTAD_DE_AGRONOMIA_UNIVERSI
DAD_DE_LA.pdf&Expires=16

Solis, I. (2017). Diseño del Sistema de Regadio del canal Laynes del Distrito de Jayanca, Provincia Lambayeque, Región Lambayeque[Tesis de Ingeniería, Universidad Particular de Chiclayo]. Chiclayo. Obtenido de chrome-extension://efaidnbmnnnibpcajpcglclefindmkaj/http://repositorio.udch.edu.pe/bitstream/UDCH/801/1/Tesis.pdf

ULVR. (2019). Líneas de investigación institucional . Obtenido de <https://www.ulvr.edu.ec/academico/unidad-de-titulacion/proyecto-de-investigacion>

Universidad Laica VICENTE ROCAFUERTE de Guayaquil. (2019). Reglamento General de la Universidad Laica VICENTE ROCAFUERTE. Obtenido de chrome-extension://efaidnbmnnnibpcajpcglclefindmkaj/https://www.ulvr.edu.ec/static/uploads/pdf/file_1562274098.pdf

ANEXOS

Anexo 1: Aforo Vehicular



ULVR		NOMBRE DE PROYECTO: Via 48 N-O hasta El Chorrillo										Sentado : Noche - Sun		
		AHOROS VEHICULARES										REVISION 6		
Fecha (D M A) <u>11 - 12 - 22</u>		Estación de Aboro: <u>4</u>												
Condición Original: <u>Superfondo</u>		Movimientos Ahorados: _____												
Ahorador: <u>Carlos Barrios</u>		Hora de Inicio: <u>06:30</u>										Hoy <u>1</u> de <u>14</u>		
Coordinador: _____		Hora Final: <u>19:00</u>												
PERO DO	TOTAL	AUTOS	BUSETA	2D	ZDA	ZDB	3-A	4C	MOTOS					
06:30	10													
9:30	10	3	0	1	0	1	1	0	4					
12:00	10	4	0	2	0	0	1	1	2					
15:00	7	2	0	1	0	2	1	1	1					
17:00														
19:00														

ULVR

NOMBRE DE PROYECTO: Via 48 N-O hacia El Chorrillo

AFOROS VEHICULARES

Estacion de Aforo: 4

Movimientos Aforados:

Condicion Climatica: DESPELADO

Aforador: ROBINSON MOLINA

Coordinador:

Fecha (D M A): 11 - 12 - 22

Horario de Inicio: 6:30

Horario Final: 19:00

Hoja 2 de 14

SEPTIMO

S - N

REVISION 0

PERIODO	TOTAL	AUTOS	BUSETA	2D	2DA	2DB	3-A	4C	MOTOS
6:30	14	5	0	3	0	1	0	0	5
9:30	14	5	0	3	0	1	0	0	5
12:00	9	2	0	2	0	0	2	0	3
15:00	9	2	0	2	0	0	2	0	3
17:00	8	3	0	1	0	2	0	0	2
19:00	8	3	0	1	0	2	0	0	2

ULVR

NOMBRE DE PROYECTO: Vía 48 N-O hacia El Chorrillo

AHORROS VEHICULARES

2 - 5

REVISION 0

Sentados

Fecha (D/M/A) 12-12-22

Estación de Abor: #1

Condición Operativa: Desplazados

Movimientos Ahorros:

Ahorzador: Carlos Erazo

Hora de Inicio: 6:30 Hora Final: 19:00

Hoja 3 de 14

Coordinador

REVISION 0

PERO DO	TOTAL	AUTOS	BUSETA	2D	ZDA	ZDB	3-A	4C	MOTOS
6:30	26	5	1	2	0	5	4	2	7
9:30	22	6	1	4	0	4	3	1	3
12:00	21	5	0	3	0	3	2	0	5
17:00									
19:00									

ULVR **NOMBRE DE PROYECTO: Via 48 N-O hasta El Chorrillo** **SENTIDO: S-N**

AFOROS VEHICULARES **REVISION 0**

Fecha (D M A) 12-12-22 Estacion de Aforo: 4

Condicion Climatiza DESPEJADO Movimientos Aforados: _____

Aforador: ROBINSON MOLINA Hora de Inicio: 6:30 Hora Final: 19:00

Coordinador: _____ Hoja 4 de 14

PERIODO	TOTAL	AUTOS	BUSETA	2D	ZDA	ZDB	3-A	4C	MOTOS
6:30	15	XXXX		XXXX		XXXX	X		XXXXXX
9:30	15		1	3	0	2	1	0	
12:00	15	XXXX		XXXX		XXXX	X		XXXXX
15:00	15		1	2	0	4	1	1	
17:00	12	XXXX		XXXX		XXXX	X		XXXX
19:00	12		0	2	0	2	1	0	

ULVR		MOMENTO DE PROYECTO: Via 48 N-O hasta El Chorrillo							N-5		
		AFOROS VEHICULARES							REVISION 6		
Fecha (D M A)		13-12-22		Estacion de Aforo		1					
Candado Operativa		Napishoke		Ahorramientos Ahorados				Hoja 5 de 14			
Ahorador		Cortes Jimenez		Hora de Inicio		6:30		Hora Final		19:00	
Coordinador											
Periodo DO	TOTAL	AUTOS	BUSETA	2D	2DA	2DB	3-A	4C	MOTOS		
6:30	16	6	1	1	0	3	1	0	4		
9:30	15	5	1	0	0	2	3	1	3		
12:00	13	2	0	2	0	1	1	0	7		
15:00											
17:00											
19:00											

ULVR

NOMBRE DE PROYECTO: Via 48 N-O hacia El Chorrillo

AFOROS VEHICULARES

N-5

REVISION 0

Fecha (D/M/A) 6-12-99

Estacion de Aforo 1

Condicion Camioneta Despejada

Movimientos Aforados:

Aforador Carlos Jimenez

Hoja 11 de 14

Coordinador

Hora de Inicio: 6:30

Hora Final: 19:00

PERO DO	TOTAL	AUTOS	BUSETA	2D	2DA	2DB	3-A	4C	MOTOS
6:30	20	4	1	0	0	2	5	2	6
9:30	19	3	1	2	0	4	3	1	4
12:00	12	2	0	1	0	1	4	0	5
15:00									
18:00									
19:00									

ULVR		NOMBRE DE PROYECTO: Via 48 N-O hasta El Chorrillo										2-5			
		AFOROS VEHICULARES										REVISION 0			
Fecha (D.M.A)		14-12-22		Estacion de Aforo:											
Condicion Climatica:		Despluigiado		Movimientos Aforados:											
Aforador:		Carlos Bernal		Hora de Inicio: 6:30										Hora Final: 19:00	
Coordinador:				Hoja 3 de 14											
PERIODO	TOTAL	AUTOS	BUSETA	2D	2DA	ZDB	3-A	4C	MOTOS						
6:30-9:30	18	4	1	2	0	3	3	0	5						
9:30-12:00	22	5	1	3	0	4	2	1	4						
12:00-15:00	17	3	0	2	0	2	3	1	6						
15:00-17:00															
17:00-19:00															

ULVR **5-N**
 NOMBRE DE PROYECTO: Via 45 N-O hasta El Chorrillo
 AEROS VEHICULARES
 REVISION 0

Fecha (D.M.A): 14-12-22 Estación de Abor:
 Condición Climática: DESPEJADO Movimientos Aforados:
 Aforador: JOHANSON MOLINA Hoja 6 de 14
 Coordinador: Hora de Inicio: 6:30 Hora Final: 19:00

PERIODO	TOTAL	AUTOS	BUSETA	2D	ZDA	ZDB	3-A	4C	MOTOS
6:30	20	4	1	3	0	4	1	0	7
9:30	19	2	1	2	0	5	4	1	4
12:00	14	3	0	1	0	3	1	0	6
15:00									
18:00									
19:00									

ULVR

NOBARRIE DE PROYECTO: Via 48 N-40 hacia El Chorrillo

AFOROS VEHICULARES

5 - N

REVISION 6

Fecha (D M A) 15-12-22

Estacion de Aforo: 4

Condicion Operativa: DESARREGIADO

Movimientos Aforados:

Aforador: ROBINSON MOLINA

Hoja 10 de 14

Coordinador:

Hora de Inicio: 6:30

Hora Final: 19:00

PERO DO	TOTAL	AUTOS	BUSETA	2D	2DA	2DB	3-A	4C	Motos
6:30	19	2	1	1	0	2	5	1	7
9:30	20	4	1	1	0	3	4	3	11
12:00	9	3	0	0	0	0	3	0	3
15:00									
18:00									
19:00									

ULVR

NOMBRE DE PROYECTO: Via 48 N-O hacia El Chorrillo

AFORES VEHICULARES

N-5

REVISION 0

Fecha (D/M/A) 6-12-99

Estacion de Abro: 1

Condicion Operativa: Despejada

Movimientos Aforados:

Aforador: Carlos Bernal

Hoja 11 de 14

Coordinador:

Hora de Inicio: 6:30

Hora Final: 19:00

PERNO DO	TOTAL	AUTOS	BUSETA	2D	2DA	2DB	3-A	4C	MOTOS
06:30	20	4	1	0	0	2	5	2	6
09:30	10	3	1	2	0	4	3	1	4
12:00	12	2	0	1	0	1	4	0	5

ULVR 5 - N

NOMBRE DE PROYECTO: Via 48 N-O hacia El Chorrillo

AFEROS VEHICULARES

REVISION 0

Fecha (D M A) 16-12-22 Estación de Apor: 1

Condición Climática: DESPEJADO Movimientos Acorados:

Abrador: RODRIGON MOLINA Hoja 12 de 14

Coordinador: Hora de Inicio: 06:30 Hora Final: 19:00

PASAJERO	TOTAL	AUTOS	BUSETA	2D	2DA	2DB	3-A	4C	MOTOS
06:30	16	3	1	1	0	4	3	1	3
09:30	21	5	1	2	0	3	5	0	5
12:00	13	1	0	0	2	3	0	7	
15:00									
17:00									
19:00									

ULVR		NOMBRE DE PROYECTO: Via 48 N-O hacia El Chorrillo							N-5	
		AFOROS VEHICULARES							REVISION 0	
Fecha (D M A)		13-12-12		Estacion de Aboro						
Condicion Climatica		24.74.00.3		Movimientos Aforados						
Aforador		Carlos Ramirez		Hora de Inicio		06:30		Hora Final		
Coordinador								Hoja 13 de 14		
PERIODO	TOTAL	AUTOS	BUSETA	2D	ZDA	ZDB	3-A	4C	MOTOS	
06:30-09:30	12	3	0	2	0	2	1	0	4	
12:00-15:00	13	2	0	0	0	2	2	1	6	
18:00-21:00	11	1	0	1	0	1	0	0	8	

ULVR

NUMBRE DE PROYECTO: Via 45 N-O hacia El Chorrillo

S-N

AZORES VEHICULARES

REVISION 0

Fecha (D M A) 13-12-21

Estacion de Aboro: 1

Condicion Climatica: DESFESADO

Movimientos Alorados:

Alorador: JOHNSON MELINA

Hoja 14 de 14

Coordinador:

Hora de Inicio: 06:30

Hora Final: 19:00

PERNO DO	TOTAL	AUTOS	BUSETA	2D	2DA	2DB	3-A	4C	MOTOS
06:30	11	4	0	0	0	0	2	0	5
09:30	11	2	0	1	0	1	0	1	6
12:00	6	1	0	0	0	0	0	0	5
15:00									
18:00									
19:00									

Anexo 2: Levantamiento Topográfico



Anexo 3: Estudios de Suelo









CONSTRULADECA
SUELOS Y HORMIGONES S.A.

Contratista : ING. CARLOS BERNAL E ING. ROBINSON MOLINA
 Solicita : ING. CARLOS BERNAL E ING. ROBINSON MOLINA
 Obra : FACILIDAD TECNICA CAMINO VECINAL AV. 45 NO HASTA EL CHORRILLO
 Fuente del material : MATERIAL DEL SITIO ABSC. 1+300
 Localiz. de la obra :
 Tipo de material : EXISTENTE GRAVA ARCILLOSA COLOR CAFÉ CLARO CON ARENA FINA.
 Profundidad :
 Fiscaliza : UNIVERSIDAD LAICA VICENTE ROCAFUERTE
 Temp. Ambiente : 23 °C
 Muestra : 1
 Fecha : 30/06/2022

ENSAYOS DE CLASIFICACIÓN GRANULOMETRÍA (ASTM D6913)				
TAMIZ INEN (ASTM)	Masa retenida parcial	Masa retenida acumulada	% Masa Retenida	% Masa Retenida Acumulada
100 mm (4")	0.0	0.0	0.0	0.0
75 mm (3")	955.5	955.5	9.6	9.6
50 mm (2")	1,007.5	1,963.0	10.2	19.8
37.5 mm (1 1/2")	409.5	2,372.5	4.1	23.9
25.0 mm (1")	494.0	2,866.5	5.0	28.9
19.0 mm (3/4")	448.5	3,315.0	4.5	33.4
12.5 mm (1/2")	754.0	4,069.0	7.6	41.0
9.5 mm (3/8")	383.5	4,452.5	3.9	44.9
4.75 mm (No 4)	825.5	5,278.0	8.3	53.2
SERIE FINA				
2.36 mm (No 6)	630.5	5,908.5	6.4	59.5
2 mm (No 10)	123.5	6,032.0	1.2	60.8
1.18 mm (No 16)	312.0	6,344.0	3.1	63.9
850 µm (No 20)	195.0	6,539.0	2.0	65.9
600 µm (No 30)	240.5	6,779.5	2.4	68.3
425 µm (No 40)	149.5	6,929.0	1.5	69.8
300 µm (No 50)	175.5	7,104.5	1.8	71.6
250 µm (No 60)	97.5	7,202.0	1.0	72.6
150 µm (No 100)	312.0	7,514.0	3.1	75.7
75 µm (No 200)	279.5	7,793.5	2.8	78.5
Fondo	2,132.0	9,925.5	21.5	100.0
Σ =	9,925.5			

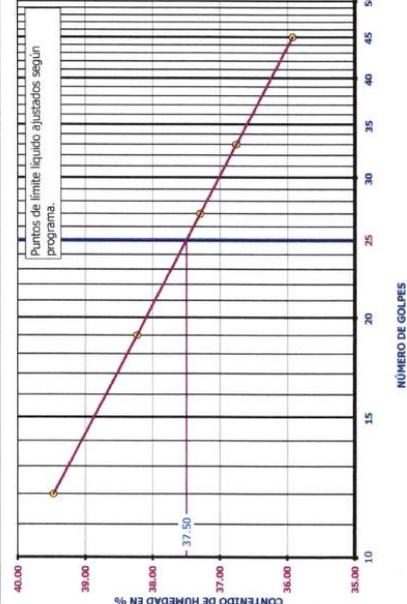
MASA INICIAL = gr.
 grava = 53.2 %
 Arena fina = 25.3 %
 Finos = 21.5 %

CONSTRULADECA
SUELOS Y HORMIGONES S.A.

José Luis Raúl Santos-Gutiérrez
PRESIDENTE

VERIFICACION DE ALTURA DE CAIDA DE COPA (1cm)
 UTILIZACION DE PLACA DE ROLADO: VIDRIO MARMOL

LÍMITES DE ATTERBERG (ASTM D4318)						
Recipiente No.	Número de golpes	Masa del recip. + suelo húm.	Masa del recipiente + suelo seco	Masa del agua	Masa del suelo seco	Contenido de agua W %
CONTENIDO DE AGUA (ASTM D2216)						
308		313.80	290.70	44.30	23.10	246.40
737		426.30	398.80	56.20	27.50	342.60
LÍMITE LÍQUIDO						
60	12	26.42	23.30	15.40	3.12	7.90
61	19	26.29	23.50	16.20	2.79	7.30
62	27	23.90	21.40	14.70	2.50	6.70
63	33	24.91	22.30	15.20	2.61	7.10
64	45	24.88	22.40	15.50	2.48	6.90
LÍMITE PLÁSTICO						
65		21.51	20.60	15.50	0.91	5.10
66		23.66	22.30	16.20	1.36	6.10
						promedio
						8.70
						20.04



CLASIFICACIÓN (ASTM D2487)
 SUCS = GC

LÍMITES DE ATTERBERG		
W	8.7	%
WL	38	%
WP	20	%
IP	18	

OBSERVACIONES

Revisión de formato: 03
 Fecha: 02/01/18



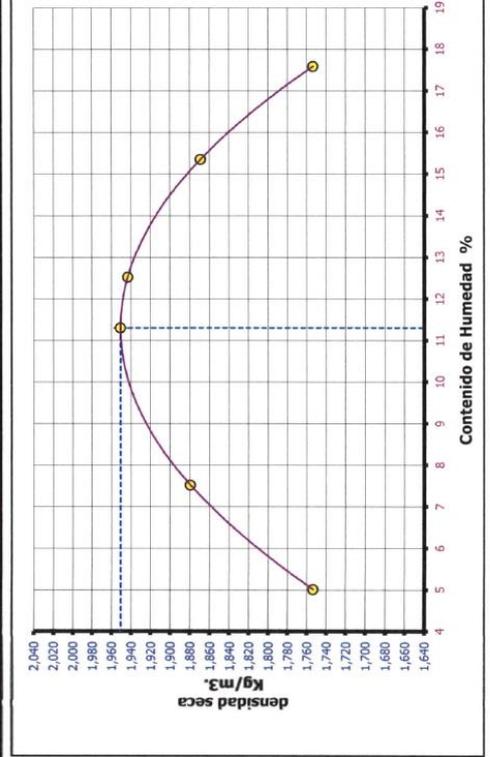
PRUEBA PROCTOR

NORMA A.S.T.M. D1557 TIPO - C

Material :	Pasante tamiz 3/4	Fecha :	diciembre 30, 2022	Muestra # :	1
Volumen del cilindro :	0.002124 m ³	Contratista :	ING. CARLOS BERNAL E ING. ROBINSON MOLINA		
Peso del cilindro :	5.850 kg.	Solicitado por :	ING. CARLOS BERNAL E ING. ROBINSON MOLINA		
Diámetro cilindro :	6.00 pulg.	Obra :	FACTIBILIDAD TECNICA CAMINO VECINAL AV. 45 NO HASTA EL CHORRILLO		
Peso del martillo :	10.00 Lbs.	Fuente material :	MATERIAL DEL SITIO ABSC. 1+300		
# de golpes por capa :	56	Localiz. Obra :			
# de capas :	5	Tipo de material :	EXISTENTE GRAVA ARCILLOSA COLOR CAFÉ CLARO CON ARENA FINA		
Altura de caída :	18 pulg.	Fiscaliza :	UNIVERSIDAD LAICA VICENTE ROCAFUERTE		

OBSERVACIÓN: MATERIAL PROPORCIONADO A ESTE LABORATORIO POR EL INTERESADO

Cantidad de Agua cm ³ .	Recipiente No.	Peso Tierra Humeda +recipiente gr.	Peso Tierra Seca + recipiente gr.	Peso del Recipiente gr.	Peso Agua gr.	Peso Seco gr.	Agua %	Peso Tierra Humeda + Cilindro Kg.	Peso Tierra Humeda W Kg.	1 + w/100	Peso de Tierra Seca WS Kg.	Densidad Seca Kg./m ³ .
H.I.	723	394.40	378.20	54.90	16.20	323.30	5.01	9.761	3.911	1.050	3.724	1,754
150	753	292.74	276.00	53.50	16.74	222.50	7.52	10.143	4.293	1.075	3.993	1,880
300	565	291.61	267.10	50.20	24.51	216.90	11.30	10.462	4.612	1.113	4.144	1,951
450	744	359.46	325.50	54.30	33.96	271.20	12.52	10.495	4.645	1.125	4.128	1,944
600	724	386.94	342.50	53.00	44.44	289.50	15.35	10.430	4.580	1.154	3.971	1,870
750	559	330.24	287.90	47.20	42.34	240.70	17.59	10.230	4.380	1.176	3.725	1,754



CONSTRULADESA
SUELOS Y HORMIGONES S.A.
Ing. Carlos Bernal Robinson
Robinson Molina

Observaciones:
PROCTOR MODIFICADO



CONSTRULADESA
SUELOS Y HORMIGONES S.A.

C.B.R.

Fecha : enero 9, 2023
Contratista : ING. CARLOS BERNAL E ING. ROBINSON MOLINA
Solicitado por : ING. CARLOS BERNAL E ING. ROBINSON MOLINA
Obra : FACTIBILIDAD TECNICA CAMINO VECINAL AV. 45 NO HASTA EL CHORRILLO
Localiz. Obra :
Fuente material : MATERIAL DEL SITIO ABSC. 1+300
Calicata : **Muestra :** 1 **Profundidad:**
Descripción : EXISTENTE GRAVA ARCILLOSA COLOR CAFÉ CLARO CON ARENA FINA
Fiscaliza : UNIVERSIDAD LAICA VICENTE ROCAFUERTE

Nº CAPAS : 5 **VOL. DEL MOLDE :** 2316 cm³ **PESO DEL MARTILLO :** 10 Lbs

Nº DE GOLPES POR CAPA :		56	25	10		
ANTES DE LA INMERSIÓN						
HUMEDAD	Nº Recipiente	737	308	529		
	Recipiente + peso humedo	361.20	273.50	310.10		
	Recipiente + peso seco	330.40	249.80	283.60		
	Recipiente	56.20	44.30	49.20		
	Agua	30.80	23.70	26.50		
	Peso seco	274.20	205.50	234.40		
	Contenido de agua (%)	w	11.23	11.53	11.31	
Nº Molde		7	22	4		
Molde + suelo humedo	P	13,681	14,195	13,301		
Molde (gr.)		8,652	9,367	8,653		
Suelo humedo	W	5,029.00	4,828.00	4,648.00		
Suelo seco =100XW/(100+w)	Ws	4,521.15	4,328.77	4,175.90		
Contenido de agua	w	11.23	11.53	11.31		
Densidad humeda		2,171.42	2,084.63	2,006.91		
Densidad seca		1,952	1,869	1,803		
DESPUÉS DE LA INMERSIÓN						
HUMEDAD	Nº Recipiente					
	Recipiente + peso humedo					
	Recipiente + peso seco					
	Recipiente					
	Agua	Ww				
Peso seco	Ws					
Contenido de agua (%)	w					
Molde + suelo humedo	P					
Molde						
Suelo humedo	W					
Suelo seco =100XW/(100+w)	Ws					
Contenido de agua	w					
Densidad humeda						
Densidad seca						
HINCHAMIENTO						
LECTURA INICIAL		0.000	0.000	0.000		
24 HORAS		0.051	0.059	0.064		
48 "		0.058	0.069	0.079		
72 "		0.064	0.074	0.091		
96 "		0.067	0.079	0.098		
DENSIDAD SECA MAXIMA	OBSERVACIONES :	ASTM D 1883				
HUMEDAD OPTIMA						
HUMEDAD NATURAL						

Revisión de formato: 01
Fecha: 04/01/18



CONSTRULADESA

SUELOS Y HORMIGONES S.A.

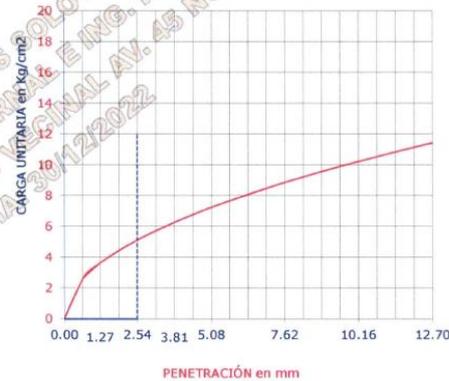
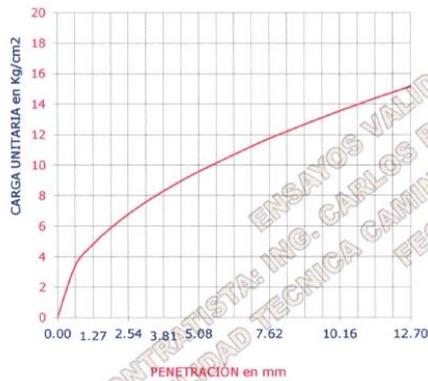
C.B.R. PENETRACIÓN

Fecha : 9 de enero de 2023
Contratista : ING. CARLOS BERNAL E ING. ROBINSON MOLINA
Solicitado por : ING. CARLOS BERNAL E ING. ROBINSON MOLINA
Obra : FACTIBILIDAD TECNICA CAMINO VECINAL AV. 45 NO HASTA EL CHORRILLO
Localiz. Obra :
Fuente material : MATERIAL DEL SITIO ABS.C. 1+300
Calicata : Muestra : 1 Profundidad:
Descripción : EXISTENTE GRAVA ARCILLOSA COLOR CAFÉ CLARO CON ARENA FINA
Fiscaliza : UNIVERSIDAD LAICA VICENTE ROCAFUERTE

ABERTURA		NÚMERO DE GOLPES POR CAPA					
		56	25	10	56	25	10
mm	pulg.	Carga de penetración en Kilogramos			Carga unitaria en Kg/cm ²		
0.64	0.025	9.88	7.46	5.54	3.40	2.57	1.90
1.27	0.050	13.92	10.51	7.80	4.79	3.62	2.68
1.91	0.075	17.07	12.89	9.56	5.88	4.44	3.29
2.54	0.100	19.69	14.86	11.03	6.78	5.12	3.80
3.18	0.125	22.03	16.63	12.34	7.58	5.72	4.25
3.81	0.150	24.11	18.21	13.51	8.30	6.26	4.65
4.45	0.175	26.06	19.68	14.60	8.97	6.77	5.02
5.08	0.200	27.84	21.02	15.60	9.58	7.23	5.37
7.62	0.300	34.10	25.75	19.10	11.73	8.86	6.57
10.16	0.400	39.38	29.73	22.06	13.55	10.23	7.59
12.70	0.500	44.03	33.24	24.66	15.15	11.44	8.49

56 Golpes

25 Golpes



C.B.R. Para 2.54 mm de penetración	Hinchamiento :
9.68%	1.34 %

C.B.R. Para 2.54 mm de penetración	Hinchamiento :
7.31%	1.58 %

10 Golpes



C.B.R. Para 2.54 mm de penetración	Hinchamiento :
5.42%	1.96 %

Observaciones : ASTM D 1883


CONSTRULADESA
 SUELOS Y HORMIGONES S.A.
 Ing. Luis René Santos Gutiérrez
 PRESIDENTE

Revisión de formato: 01
 Fecha: 04/01/18

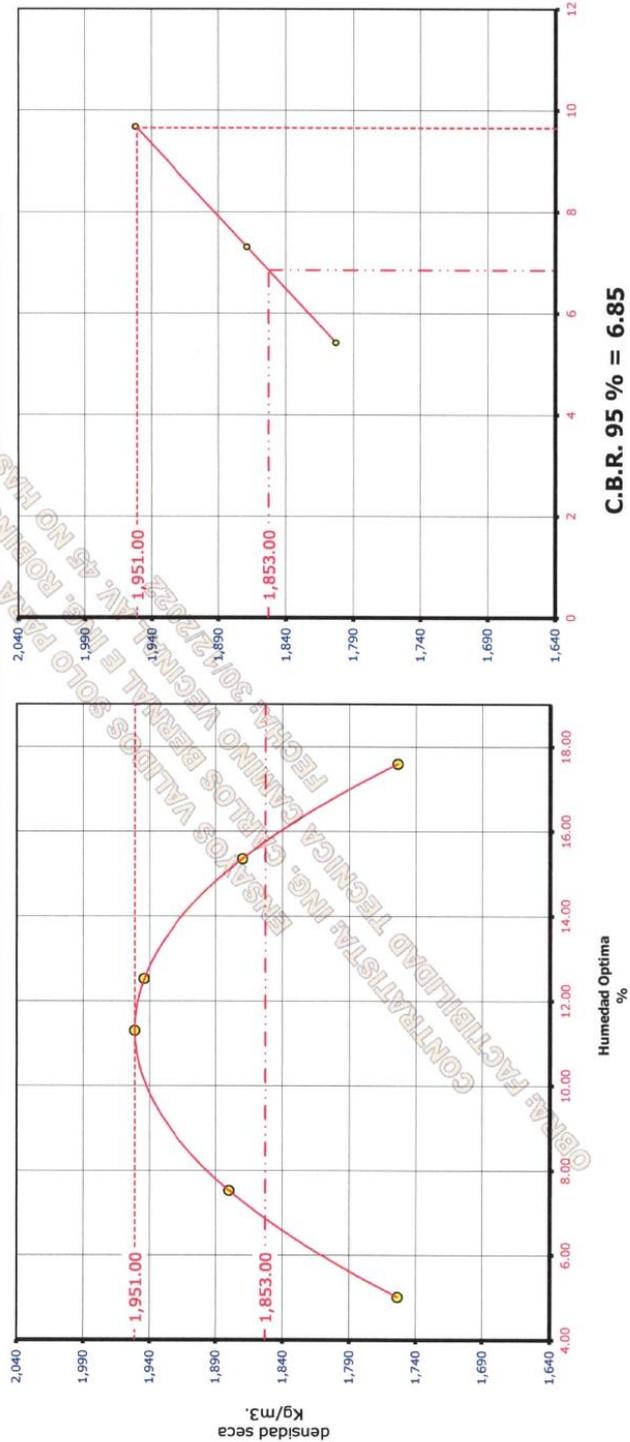


CONSTRULADESA
SUELOS Y HORMIGONES S.A.

Fecha : enero 9, 2023
 Contratista : ING. CARLOS BERNAL E ING. ROBINSON MOLINA
 Solicitado por : ING. CARLOS BERNAL E ING. ROBINSON MOLINA
 Obra : FACTIBILIDAD TÉCNICA CAMINO VECINAL AV. 45 NO HASTA EL CHORRILLO
 Localiz. Obra :
 Fuente material : MATERIAL DEL SITIO ABSC. 1+300
 Calicata : Muestra : 1 Profundidad:
 Descripción : EXISTENTE GRAVA ARCILLOSA COLOR CAFÉ CLARO CON ARENA FINA

Número de Golpes	D.S.M Kg/m ³	C.B.R. %
56	1,952	9.68
25	1,869	7.31
10	1,803	5.42
100% D.S.M. (Proctor Modificado) :		1,951 Kg/m ³
95% D.S.M. (Proctor Modificado) :		1,853 Kg/m ³

DETERMINACIÓN DEL C.B.R. (ASTM D 1883)



C.B.R. 95 % = 6.85
 C.B.R. 100 % = 9.65

Revisión de formato: 01
 Fecha: 04/01/18

CONSTRULADESA
 SUELOS Y HORMIGONES S.A.
 Ing. Luis René Santos Guffert
 PRESIDENTE