



UNIVERSIDAD POLITÉCNICA SALESIANA

SEDE GUAYAQUIL

CARRERA DE INGENIERÍA CIVIL

DISEÑO GEOMÉTRICO Y ESTRUCTURAL DE LA CARRETERA DEL RECINTO

CUATRO MANGAS, MOCACHE - ECUADOR

Trabajo de titulación previo a la obtención del

Título de Ingeniero Civil

AUTOR: ADOLFO GUSTAVO LOOR IBARRA

TUTOR: ING. FAUSTO FRANCISCO CABRERA MORÁN, MSc.

Guayaquil - Ecuador

2025-2026

**CERTIFICADO DE RESPONSABILIDAD Y AUTORÍA DEL TRABAJO DE
TITULACIÓN**

Yo, Adolfo Gustavo Loor Ibarra con documento de identificación N° 1204707739 manifiesto que:

Soy el autor y responsable del presente trabajo; y, autorizo a que sin fines de lucro la Universidad Politécnica Salesiana pueda usar, difundir, reproducir o publicar de manera total o parcial el presente trabajo de titulación.

Guayaquil, 15 de enero del año 2026

Atentamente,



Adolfo Gustavo Loor Ibarra
1204707739

**CERTIFICADO DE CESIÓN DE DERECHOS DE AUTOR DEL TRABAJO DE
TITULACIÓN A LA UNIVERSIDAD POLITÉCNICA SALESIANA**

Yo, Adolfo Gustavo Loor Ibarra con documento de identificación N° 1204707739, expreso mi voluntad y por medio del presente documento cedo a la Universidad Politécnica Salesiana la titularidad sobre los derechos patrimoniales en virtud de que soy autor del Proyecto técnico: “DISEÑO GEOMÉTRICO Y ESTRUCTURAL DE LA CARRETERA DEL RECINTO CUATRO MANGAS, MOCACHE - ECUADOR”, el cual ha sido desarrollado para optar por el título de: Ingeniero Civil, en la Universidad Politécnica Salesiana, quedando la Universidad facultada para ejercer plenamente los derechos cedidos anteriormente.

En concordancia con lo manifestado, suscribo este documento en el momento que hago la entrega del trabajo final en formato impreso y digital a la Biblioteca de la Universidad Politécnica Salesiana.

Guayaquil, 15 de enero del año 2026

Atentamente,



Adolfo Gustavo Loor Ibarra
1204707739

CERTIFICADO DE DIRECCIÓN DEL TRABAJO DE TITULACIÓN

Yo, Fausto Franciso Cabrera Morán con documento de identificación N° 0919755272, docente de la Universidad Politécnica Salesiana, declaro que bajo mi tutoría fue desarrollado el trabajo de titulación: DISEÑO GEOMÉTRICO Y ESTRUCTURAL DE LA CARRETERA DEL RECINTO CUATRO MANGAS, MOCACHE - ECUADOR, realizado por Adolfo Gustavo Loor Ibarra con documento de identificación N° 1204707739, obteniendo como resultado final el trabajo de titulación bajo la opción Proyecto Técnico que cumple con todos los requisitos determinados por la Universidad Politécnica Salesiana.

Guayaquil, 15 de enero del año 2026

Atentamente,



Ing. Fausto Franciso Cabrera Morán, MSc.
(0919755272)

Dedicatoria

Con profundo cariño dedico este trabajo de titulación a mis hijos: Melania Loor, Lisette Loor y Ciro Loor, quienes siempre me han apoyado y alentado para convertir mis metas en realidades.

Adolfo Gustavo Loor Ibarra

Agradecimiento

Agradezco a Dios y a mi familia por el
aliento que siempre me han ofrecido y la fe en mí
para realizar cada proyecto a Melania Loor,
Lisette Loor y Ciro Loor.

Adolfo Gustavo Loor Ibarra

Resumen

Esta tesis desarrolla el diseño geométrico y estructural de la carretera del recinto Cuatro Mangas (Mocache, Ecuador) para mejorar transitabilidad, seguridad y durabilidad bajo normativa vigente. Los objetivos específicos fueron: (a) diagnosticar el estado actual mediante registro fotográfico; (b) registrar el TPDA en el tramo 0+000–0+946,021; y (c) elaborar el diseño horizontal y vertical de la referida vía rural. La metodología incluyó levantamiento de campo, conteos clasificados, procesamiento en Civil 3D y verificación normativa MTOP/INEN; el dimensionamiento estructural se formuló con criterios CBR/AASHTO-93 a 20 años (referencial). Los conteos confirmaron una vía de bajo volumen con predominio de motocicletas y livianos. El diseño resultante fija V_p 25 km/h, radios y peraltes conforme a norma, y una sección transversal de 6,0 m de calzada con bermas de 0,60 m. Se propone, como solución típica, carpeta asfáltica 5 cm sobre base 15 cm y subbase 20 cm, compatible con la demanda observada y el CBR representativo. Se entregan planos, metrados y presupuesto referencial. Se concluye que la propuesta cumple los objetivos y respalda la hipótesis: eleva el nivel de servicio y reduce costos de conservación frente a la condición actual, bajo ejecución y mantenimiento acordes a especificaciones.

Palabras Clave: diseño geométrico; diseño estructural; pavimento flexible; vía rural; AASHTO-93.

Abstract

This thesis presents the geometric and structural design of the road in Cuatro Mangas (Mocache, Ecuador) to enhance trafficability, safety, and durability under current standards. The specific objectives were: (a) assess the existing condition with a photographic survey; (b) record the AADT (TPDA) for chainage 0+000–0+946.021; and (c) produce the horizontal and vertical design. Methods comprised field surveys, classified counts, Civil 3D modeling, and MTOP/INEN compliance checks; pavement sizing was outlined using CBR/AASHTO-93 criteria for a 20-year horizon (referential). Counts confirmed a low-volume road dominated by motorcycles and light vehicles. The final design adopts 25 km/h design speed, normative radii and superelevation, and a 6.0 m carriageway with 0.60 m shoulders. A typical structure is proposed: 5 cm asphalt wearing course over 15 cm base and 20 cm subbase, consistent with observed demand and representative CBR. Plans, quantities, and a referential budget are provided. Results show the proposal meets the objectives and supports the hypothesis: it improves level of service and lowers maintenance costs relative to current conditions, assuming proper construction and routine–periodic upkeep.

Keywords: geometric design; horizontal design; flexible pavement; rural road; AASHTO-93.

ÍNDICE DE CONTENIDO

INTRODUCCIÓN.....	1
PROBLEMA.....	2
OBJETIVOS: GENERAL Y ESPECÍFICOS	10
Objetivo general	10
Objetivos específicos.....	10
Hipótesis	10
MARCO TEÓRICO-REFERENCIAL	11
Revisión de la literatura.....	11
Fundamentos teóricos.....	11
<i>Vía</i>	11
<i>Diseño geométrico</i>	12
<i>Diseño estructural</i>	13
<i>Pavimento</i>	15
<i>Pavimento flexible</i>	16
<i>Seguridad vial y accesibilidad</i>	18
<i>Durabilidad: proyección técnica y sostenibilidad</i>	18
<i>Factores geotécnicos</i>	19
<i>Conectividad rural y desarrollo socioeconómico</i>	20
Normativas y regulaciones	21
<i>Norma nacional aplicable</i>	21
<i>Regulación y planificación territorial del GAD Municipal de Mocache</i>	22
<i>Clasificación por Capacidad (Función del TPDA)</i>	23
<i>Clasificación según desempeño de las Carreteras</i>	24
<i>Clasificación Funcional por importancia en la red vial</i>	28
Parámetros de diseño para vías rurales.....	28

<i>Criterios geométricos</i>	28
<i>Parámetros estructurales</i>	29
Ensayos de laboratorio.....	32
Humedad natural.....	33
Límite de Atterberg.....	34
Granulometría	36
Ensayo Proctor.....	36
Ensayo California Bearing Ratio (CBR).....	37
MARCO METODOLÓGICO	39
Tipo de estudio	39
Modalidad de obtención de datos	40
Recolección de información	41
Medición del terreno.....	41
Instrumentos topográficos	41
Procesamiento y análisis.....	42
Herramientas de diseño	42
Criterios de diseño	42
Solución técnica propuesta	43
RESULTADOS.....	44
Análisis del estado actual de la carretera de Cuatro Mangas mediante registro fotográfico y levantamiento de campo	44
Registro el volumen del Tráfico Promedio Anual (TPDA) desde la abscisa 0+000 a la 0+946,021 del recinto Cuatro Mangas	81
Propuesta de Diseño horizontal y vertical desde la abscisa 0+000 a la 0+946.021 del recinto Cuatro Mangas.....	92
CRONOGRAMA	98
PRESUPUESTO	103

CONCLUSIONES	105
RECOMENDACIONES	106
REFERENCIAS BIBLIOGRÁFICAS	107
ANEXOS.....	114
Anexo 1: Toma de muestras in situ	114
Anexo 2: Ensayos de laboratorio.....	115
Anexo 3: Registro fotográfico del estado de la vía en estudio	152
Anexo 4: Conteo vehicular	154
Anexo 5: Día con más afluencia vehicular en el Recinto Cuatro Mangas	182
Anexo 6: Lectura topográfica	186
Anexo 7: Propuesta de diseño geométrico y estructural de la carretera del recinto Cuatro Mangas (Cantón Mocache, Ecuador)	196

Índice de tablas

Tabla1. Clasificación funcional de las vías en base al TPDA.....	24
Tabla2. Conteo vehicular abscisa 0+100 en el Recinto Cuatro Mangas durante los días 20 al 26 de octubre de 2025	83
Tabla3. Volumen de tráfico en el día con mayor afluencia vehicular (viernes 24/10/2025) en el Recinto Cuatro Mangas.....	85
Tabla4. Factor de ajuste mensual	87
Tabla5. Determinación del factor de ajuste diario y el factor de expansión.	88
Tabla6. Composición vehicular del tráfico actual en la carretera del Recinto Cuatro Mangas	89
Tabla7. Tráfico asignado en el sector Cuatro Mangas	90
Tabla8. Tasas de crecimiento vehicular en Cuatro Mangas.....	91
Tabla9. Proyección del conteo vehicular en el Recinto Cuatro Mangas para 20 años.....	91
Tabla10. Diseño geométrico de la carretera en estudio.....	93
Tabla11. Plantilla de Cálculo Estructural de Pavimento (AASHTO 93).....	95
Tabla12. Cálculo y asignación de las capas para el proyecto de la carretera del recinto Cuatro Mangas, Mocache – Ecuador	96
Tabla13. Cronograma para la ejecución del proyecto	98
Tabla14. Actividades principales por cada fase del proyecto y productos entregables	100
Tabla15. Cronograma del proyecto de diseño geométrico y estructural del recinto Cuatro Mangas, Mocache – Ecuador.	102
Tabla16. Presupuesto del Diseño geométrico y estructural del recinto Cuatro Mangas, Mocache - Ecuador	103

Índice de figuras

Figura1. Localización geográfica del tramo de vía en estudio entre los recintos Cuatro Mangas, en la provincia de Los Ríos.....	7
Figura2. Camino Agrícola/Forestal.....	25
Figura3. Camino Básico.....	25
Figura4. Carretera Convencional Básica.....	26
Figura5. Carretera de mediana capacidad	26
Figura6. Vías de Alta Capacidad Interurbana	27
Figura7. Vías de Alta Capacidad Urbana o Periurbana	27
Figura8. Límite de Atterberg.....	34
Figura9. Toma de muestras in situ.	38
Figura10. Contenido de humedad de la calicata C1 obtenida a una profundidad de 0,00 a 0,30 m.....	45
Figura11. Contenido de humedad de la muestra C1 obtenida a una profundidad de 0,30 a 0,72 m.....	45
Figura12. Contenido de humedad de la muestra C1 obtenida a una profundidad de 0,72 a 1,50 m.....	46
Figura13. Contenido de humedad de la muestra obtenida en el punto C2 a una profundidad de 0,00 a 0,25 m.....	47
Figura14. Contenido de humedad de la muestra obtenida en el punto C2 a una profundidad de 0,25 a 0,63 m.....	48
Figura15. Contenido de humedad de la muestra obtenida en el punto C2 a una profundidad de 0,63 a 1,50 m.....	49
Figura16. Granulometría de la muestra C1 a una profundidad de 0,00 a 0,30 m.	50
Figura17. Curva granulométrica de la muestra C1 obtenida a una profundidad de 0,00 a 0,30 m.....	51
Figura18. Granulometría de la muestra C2 a una profundidad de 0,00 a 0,25 m.	52
Figura19. Curva granulométrica de la muestra C2 obtenida a una profundidad de 0,00 a 0,25 m.....	53
Figura20. Granulometría de la muestra C1, obtenida a una profundidad de 0,30 a 0,72 m. .	54
Figura21. Curva granulométrica de la muestra C1 obtenida a una profundidad de 0,30 a 0,72 m.....	55

Figura22. Granulometría de la muestra C2, obtenida a una profundidad de 0,25 a 0,63 m. .	56
Figura23. Curva granulométrica de la muestra C2, obtenida a una profundidad de 0,25 a 0,63 m.....	57
Figura24. Granulometría de la muestra C1, obtenida a una profundidad de 0,72 a 1,50 m....	58
Figura25. Curva granulométrica de la muestra C1, obtenida a una profundidad de 0,72 a 1,50 m.....	59
Figura26. Granulometría de la muestra C2, obtenida a una profundidad de 0,63 a 1,50 m. .	60
Figura27. Curva granulométrica de la muestra C2, obtenida a una profundidad de 0,63 a 1,50 m.....	61
Figura28. Ensayo de gravedad específica de las calicatas C1–C2 obtenidas a una profundidad de 0,00 a 0,30 m.	62
Figura29. Ensayo de gravedad específica de las calicatas C1–C2 obtenidas a una profundidad de 0,30 a 0,72 m.	63
Figura30. Ensayo de gravedad específica de las calicatas C1–C2 obtenidas a una profundidad de 0,72 a 1,50 m.	64
Figura31. Ensayo de Límites de Atterberg realizado a la muestra obtenida a una profundidad de 0,00 a 0,30 m.	65
Figura32. Ensayo de Límites de Atterberg realizado a la muestra obtenida a una profundidad de 0,30 a 0,72 m.	66
Figura33. Ensayo de Límites de Atterberg realizado a la muestra obtenida a una profundidad de 0,72 a 1,50 m.	68
Figura34. Ensayo de Proctor modificado para la muestra obtenida a una profundidad de 0,00 a 0,30 m.....	69
Figura35. Ensayo de Proctor modificado para la muestra obtenida a una profundidad de 0,30 a 0,72 m.....	70
Figura36. Ensayo de Proctor modificado para la muestra obtenida a una profundidad de 0,72 a 1,50 m.....	71
Figura37. C.B.R. determinada en la muestra obtenida a una profundidad de 0,00 a 0,30 m.	73
Figura38. C.B.R. determinada en la muestra obtenida a una profundidad de 0,30 a 0,72 m.	76
Figura39. C.B.R. determinada en la muestra obtenida a una profundidad de 0,72 a 1,50 m..	79
Figura40. Formato para el conteo vehicular.	82

Figura41. Volumen del tránsito de vehículos en la carretera del Recinto Cuatro Mangas (Periodo: 20-26 de octubre de 2025).....	84
Figura42. Planimetría general del diseño geométrico de la carretera del Recinto Cuatro Mangas, Mocache - Ecuador.....	93
Figura43. Cuadro de construcción.	94
Figura44. Planimetría y perfil de la carretera del Recinto Cuatro Mangas, Mocache - Ecuador.	94
Figura45. Sección típica de la sección transversal de la carretera en estudio.....	95

INTRODUCCIÓN

En los ámbitos rurales, la movilidad determina el acceso a servicios, mercados y oportunidades. Contar con un camino confiable reduce tiempos de traslado, disminuye costos logísticos y aporta seguridad a las personas y a la circulación de mercancías. Bajo esta premisa, la infraestructura vial deja de ser un fin en sí mismo y se convierte en un medio para integrar social y económicamente a las comunidades.

En el corredor rural del recinto Cuatro Mangas, del Cantón Mocache, la ausencia de un camino diseñado técnicamente o su estado precario limita la movilidad cotidiana de personas y carga, y condiciona el acceso a servicios esenciales. Durante la época lluviosa se registran interrupciones por encharcamientos, pérdida de capacidad portante y afectaciones en pasos de agua, lo que incrementa tiempos y costos de viaje, dificulta el traslado de productos agrícolas y compromete la atención de emergencias.

Esta situación obedece a una brecha histórica de planificación e inversión en la red de quinta orden: el tramo desde la abscisa 0+000 a la 0+946.021 carece de parámetros geométricos y estructurales definidos, no cuenta con drenaje funcional a lo largo de la faja vial y presenta trazos que no respetan visibilidades ni pendientes admisibles. La afectación no es solo operativa. El deterioro recurrente de la rasante y la inexistencia de obras de protección aceleran los ciclos de mantenimiento, elevan el costo de operación vehicular y profundizan el aislamiento estacional de los recintos.

El problema a resolver consiste en sustituir la circulación por un camino de tierra/lastre sin estándar por una vía rural con diseño geométrico y estructural acorde a normativa, con drenaje y seguridad vial, capaz de asegurar transitabilidad todo el año, durabilidad y reducción de costos de operación para los usuarios.

PROBLEMA

Inexistencia del diseño geométrico y estructural de la carretera del Recinto Cuatro Mangas, del Cantón Mocache.

Planteamiento del problema

El tramo de la abscisa 0+000 a la 0+946.021 que conecta los recintos Cuatro Mangas (cantón Mocache, Ecuador) carece de una vía diseñada con parámetros técnicos. El camino actual presenta trazados irregulares, plataforma insuficiente y superficie no estabilizada, por lo que no garantiza condiciones mínimas de seguridad, comodidad ni continuidad operativa. Aunque el sector se ubica próximo a la carretera Mocache–Jauneche, la conexión efectiva no se materializa por la falta de un enlace técnicamente definido.

Esta situación incide de forma directa en la movilidad cotidiana: mayores tiempos y costos de viaje para personas y carga, dificultad de circulación en época lluviosa y afectación de actividades productivas de los recintos aledaños. Así mismo, en la época del verano el material particulado que afecta a las personas del sector. El área de influencia involucra a aproximadamente 23 000 habitantes de Cuatro Mangas y sectores próximos.

La importancia de este proyecto técnico y del problema que aborda radica en su carácter transversal: no se trata solo de construir un camino, sino de articular social y económicamente a comunidades rurales. A continuación, se describen factores considerados en el planteamiento de este proyecto.

En primer lugar, se considera el potencial impacto en el desarrollo socioeconómico de las comunidades involucradas. La provincia de Los Ríos es eminentemente agrícola; de hecho, alrededor del 48% de su población vive en el campo y depende de actividades agropecuarias. En el Cantón Mocache, directamente beneficiado por la propuesta de diseño vial, una gran cantidad de habitantes sostienen economías familiares basadas en la agricultura, contribuyendo

a la producción de maíz, cacao, banano, entre otros cultivos típicos de la zona.

Sin una carretera en buen estado, los agricultores enfrentan dificultades para sacar sus cosechas a los mercados; el transporte es más lento, costoso e incluso riesgoso en época de lluvias, lo que merma la competitividad de sus productos y sus ingresos familiares. Esta situación limita la rentabilidad agrícola y los incentivos de inversión o la diversificación económica en el sector (Gobierno de Los Ríos, 2024).

En este contexto, el problema adquiere importancia general no solo para los moradores de Cuatro Mangas, sino también para el cantón Mocache y zonas aledañas: mejorar esta conexión impulsaría el comercio local, dinamizaría la economía rural y contribuiría al abastecimiento de productos agrícolas en la región.

Como segundo factor de interés para plantear este proyecto, se toma en cuenta el mejoramiento del acceso a servicios sociales básicos. La ausencia de vías transitables incide en la calidad de vida de la población. Por ejemplo, dificulta el acceso a centros educativos: gran cantidad de estudiantes de estos recintos recorren caminos en malas condiciones para llegar a escuelas o colegios en la cabecera cantonal u otras parroquias.

Adicionalmente, se compromete el acceso de la población a otros servicios como los de salud: ante emergencias médicas, una ambulancia o vehículo tardan mucho más en llegar por caminos en mal estado, comprometiendo la atención oportuna. Recuérdese que el 80% del cantón Mocache es rural y, antes de contar con ambulancia propia, desde junio de 2025, era bastante difícil trasladar a pacientes en caso de emergencia, debido a las distancias y caminos deficientes (GAD Mocache, 2025).

El problema vial planteado afecta directamente el bienestar social: facilita o limita el acceso de los habitantes a servicios básicos, sobre todo en condiciones meteorológicas específicas. Durante el invierno, por ejemplo, el aislamiento de estas comunidades se agudiza;

mejoras parciales han demostrado que incluso un lastrado ayuda a mantener la movilidad básica en esa época del año. Sin embargo, una solución integral y permanente, con un diseño geométrico y estructural correcto, garantizará una accesibilidad segura y continua.

En tercer lugar se estima la importancia estratégica de una futura red vial rural. Según planes viales provinciales, el cantón Mocache, donde se hallan Cuatro Mangas posee una red vial rural mayoritariamente sin pavimentar: de alrededor de 290 km de caminos rurales, solo unos 15 km están asfaltados (principalmente las vías principales recientemente construidas). Esto significa que más del 94% de los caminos de la zona son de lastre o tierra.

En este contexto, la vía en estudio es de importancia estratégica: conectaría a varios recintos rurales con la vía asfaltada Mocache–Jauneche, integrándolos al circuito comercial y de servicios de la región. Actualmente, la carencia de esta conexión implica que los sectores agrícolas locales no puedan aprovechar plenamente las ventajas de tener una carretera principal cercana.

Al respecto, debe destacarse que en planes gubernamentales reconocen las carreteras como eje fundamental para el desarrollo de la provincia, precisamente porque unen a las zonas productivas con los mercados y servicios. De hecho, se han ejecutado asfaltados en tramos vecinos (Gobierno de Los Ríos, 2024, p. 6).

La contribución de este proyecto consiste en la propuesta del diseño geométrico y estructural de la carretera del recinto Cuatro Mangas, con estándares de un camino de primer orden (alineamientos horizontales y verticales seguros, estructura de pavimento adecuada, drenaje, señalización básica, etc.). Esto proporcionará un plan constructivo detallado que las autoridades locales podrán implementar cuando dispongan de los recursos, reduciendo así los tiempos de gestión.

Como último factor de incidencia en el problema sobre el cual se base este proyecto

sobresale el compromiso de múltiples actores e instituciones. Si bien los principales afectados son los residentes de los recintos y sectores aledaños (como La Norma, Peñafiel de en Medio, Guarumal entre otros) que utilizan este corredor para integrarse al resto de la provincia, de manera indirecta, instituciones locales y provinciales también tienen interés en mejorar la conectividad de sus comunidades.

En la provincia de Los Ríos se han priorizado planes de construcción y mantenimiento de caminos vecinales productivos. De ahí que el *Plan de Desarrollo Vial Integral de Los Ríos* (Gobierno de Los Ríos, 2024), recalca que la vialidad está íntimamente ligada al desarrollo social y al bienestar de las comunidades, facilitando el acceso a educación y salud y reduciendo brechas urbano-rurales. Este problema local, por tanto, se enmarca en una problemática mayor reconocida a nivel provincial y nacional: el rezago de la infraestructura vial rural y sus consecuencias socioeconómicas negativas.

Diseñar técnicamente una solución vial que sienta las bases para resolver el problema expuesto contribuirá a dotar a estos recintos de una carretera bien diseñada (geométrica y estructuralmente), facilitará su integración a la red vial principal. Se beneficiará principalmente a las familias del recinto Cuatro Mangas, que verán mejorada su calidad de vida al poder trasladarse con seguridad en cualquier época del año.

Por otra parte, los agricultores obtendrán mejores precios y menores costos logísticos al transportar su producción; los estudiantes y trabajadores ahorrarán tiempo y riesgo en sus desplazamientos diarios; y en emergencias, los auxilios llegarán con mayor rapidez. Es decir, este trabajo responde a necesidades reales y urgentes de la población, alineándose con políticas públicas de equidad territorial, y sus alcances se proyectan en beneficios tangibles para los sectores agrícola, educativo, sanitario y económico de la localidad.

Formulación del problema

¿Cómo debe diseñarse geométrica y estructuralmente la carretera del recinto Cuatro Mangas, conectada a la vía Mocache–Jauneche, para garantizar transitabilidad segura todo el año, durabilidad y reducción de costos de operación, considerando el tránsito proyectado y las condiciones geotécnicas locales, cumpliendo la normativa vigente?

Delimitación del estudio

a) Delimitación geográfica (espacial):

El presente proyecto se circunscribe a la provincia de Los Ríos, en el noroeste ecuatoriano, el cantón Mocache. El tramo de estudio inicia en el Recinto Cuatro Mangas, el cual se conecta a la vía principal Mocache.

La carretera Mocache–Jauneche actúa como conector mayor de la zona, enlazando el cantón Mocache. Por tanto, la vía objeto de diseño servirá de eje alimentador que une a Cuatro Mangas y otros recintos intermedios con dicha arteria principal. La zona de influencia directa abarca comunidades como La Norma y Peñafiel de en Medio, Guarumal (situadas entre Cuatro Mangas), así como sectores adyacentes que actualmente utilizan caminos veraneros para acceder a la vía Mocache–Jauneche.

En términos de coordenadas geográficas, el tramo se localiza aproximadamente entre los 1°10' de latitud Sur y 79°34' de longitud Oeste, en la cuenca baja del río Mocache. La franja vial a diseñar recorrerá terrenos mayoritariamente planos o con suaves ondulaciones, típicos de la región litoral montuvia, con uso de suelo predominantemente agrícola (cultivos de ciclo corto y pastizales), y pequeños esteros (véase la Figura 1), aspectos que serán tomados en cuenta en el diseño.

Figura 1.

Localización geográfica del tramo de vía en estudio entre los recintos Cuatro Mangas, en la provincia de Los Ríos.



Fuente. Imagen obtenida de Google Earth, 2025.

b) Delimitación temporal

El estudio se enfoca en la situación actual de la problemática vial y proyecta sus soluciones a un horizonte de diseño técnico de mediano plazo (20 años), conforme a normativas de ingeniería vial. Se toman en cuenta datos recientes de tráfico, clima y desarrollo socioeconómico, así como proyecciones de crecimiento poblacional y vehicular de la zona para asegurar que el diseño geométrico y estructural propuesto atienda las necesidades presentes y futuras.

El proyecto comprende la etapa de diagnóstico en 2025, recopilando información histórica de la vía (incluidos registros de mantenimientos temporales realizados en años previos), y la etapa de diseño en el periodo 2025-2026, con la formulación de planos, perfiles y especificaciones técnicas para su construcción. No se incluyen en este trabajo la ejecución física de la obra ni el seguimiento post-construcción, pero sí se dejarán lineamientos para un

plan de mantenimiento vial sostenible a lo largo de la vida útil proyectada.

Debe destacarse que en la línea de tiempo histórica se delimita la descripción a los eventos relevantes de los últimos 10 años que hayan influido en el estado actual del camino (por ejemplo, temporadas invernales extraordinarias, intervenciones de emergencia por parte de autoridades, etc.), ya que ese periodo reciente proporciona el contexto más útil para el diseño.

c) Delimitación sectorial

Esta investigación se enmarca en el sector de infraestructura vial rural y la ingeniería de caminos. Es un trabajo de titulación de la carrera de Ingeniería Civil, con énfasis en el diseño geométrico (trazado horizontal y vertical) y el diseño estructural (pavimento y obras de drenaje) de la vía.

No obstante, dado su enfoque integrador, el proyecto incorpora de manera operativa factores de los sectores agrícola, transporte rural y desarrollo social como condicionantes de diseño y criterios de evaluación. En el plano agrícola busca registrar calendarios de cosecha, volúmenes y requerimientos de carga sensibles a la estacionalidad, para dimensionar la sección, la estructura de pavimento y el plan de drenaje ante picos de operación en época lluviosa.

En transporte rural se propone medir frecuencias, modos predominantes, composición vehicular, tiempos y costos de viaje, insumos para el tránsito de diseño (AADT/ESAL) y la matriz multicriterio de selección de alternativas.

En desarrollo social se observan accesibilidad a educación y salud, atención de emergencias, días de incomunicación y siniestralidad, con indicadores verificables (p. ej., minutos por trayecto en verano/invierno, días de cierre, costo/ton·km, pérdidas por retraso, tiempos de respuesta).

En términos académicos, el proyecto se circunscribe a las disciplinas de ingeniería de transporte, geotecnia, topografía y gestión de proyectos (transforma un problema técnico en un

paquete de diseño ejecutable y gobernable por las entidades competentes); además, considera normas ambientales y de seguridad vial pertinentes durante el diseño (p. ej., respetar derechos de vía, minimizar impacto en drenajes naturales, etc.), manteniéndose dentro de los parámetros sectoriales propios de un proyecto vial de carácter local.

d) Delimitación institucional

En el plano normativo, el diseño se alinea a los estándares nacionales: MTOP para el diseño geométrico y la estructura de pavimentos en caminos de bajo volumen. Para proyectar la futura ejecución del diseño vial se prevé utilizar recursos del gobierno central o programas específicos, considerando los requisitos sectoriales (ambientales, de seguridad vial y de accesibilidad universal) aplicables.

En cuanto a la delimitación institucional académica, el proyecto se realiza bajo la tutela de la Universidad Politécnica Salesiana del Ecuador, acorde con los lineamientos metodológicos y éticos que la carrera de Ingeniería Civil exige para trabajos de titulación.

OBJETIVOS: GENERAL Y ESPECÍFICOS

Objetivo general

Diseñar la carretera del recinto Cuatro Mangas para asegurar la transitabilidad y durabilidad, en cumplimiento de la normativa vigente.

Objetivos específicos

1. Analizar el estado de la carretera actual del recinto Cuatro Mangas, mediante registros fotográficos.
2. Registrar el volumen del Tráfico Promedio Anual (TPDA) desde la abscisa 0+000 a la 0+946,021 del recinto Cuatro Mangas.
3. Elaborar el diseño horizontal y vertical desde la abscisa 0+000 a la 0+946,021 del recinto Cuatro Mangas.

Hipótesis

El proyecto de diseño vial geométrico y estructural propuesto para la carretera del recinto Cuatro Mangas mejora la seguridad vial, la transitabilidad y durabilidad, cumpliendo las normas vigentes de MTOP y el INEN, las referencias metodológicas de AASHTO-93 y las verificaciones en Civil 3D y reduciendo los costos de mantenimiento en un tiempo de 20 años.

MARCO TEÓRICO-REFERENCIAL

Revisión de la literatura

La literatura reciente subraya que la infraestructura vial rural es un elemento clave para el desarrollo socioeconómico de comunidades agrícolas. En general, caminos adecuados facilitan la movilidad de personas y mercancías, reducen costos de transporte y mejoran el acceso a servicios básicos (salud, educación, etc.) (Carvajal et al., 2025). Por su parte, Kaiser y Barstow (2022) concluyen que la mejora y extensión de la red de carreteras rurales “trae beneficios significativos a los pobladores rurales” (p. 21).

Sin embargo, estos estudios también advierten que los efectos positivos dependen del contexto: la falta de mantenimiento y de políticas complementarias (educación, capacitación técnica) puede limitar el impacto de la inversión vial. En concordancia, Li et al. (2024) destacan que la infraestructura vial favorece el alivio de la pobreza y la integración territorial, si bien exigen enfoques sostenibles e integrales.

Al alinear todos los criterios expuestos en las recientes investigaciones consultadas se considera que mejorar la conectividad vial rural tiende a dinamizar las economías locales, facilitando el comercio de productos agrícolas y reduciendo la desigualdad entre zonas conectadas y aisladas.

Fundamentos teóricos

Vía

Se denomina vía a la infraestructura terrestre destinada al tránsito y a la conectividad entre asentamientos, concebida y construida con parámetros geométricos y estructurales definidos para asegurar circulación segura y eficiente. En la normativa ecuatoriana, carretera o camino se consideran tipos de vía pública. Específicamente el camino se describe como vía

pública rural usada para el tránsito general y la carretera como vía pública destinada al tráfico general (Sarango & Vázquez, 2024).

Tales definiciones sirven de base para clasificar los corredores según su función y jerarquía. Una vía integra elementos funcionales y estructurales que, en conjunto, permiten el servicio de transporte: plataforma (zona destinada al tránsito), calzada y carriles (superficie de rodadura), bermas/banquinas, y componentes de la sección transversal como cunetas y taludes; a estos se añaden obras y dispositivos complementarios (señalización, defensas) (Suntaxi & Suntaxi, 2025)

Diseño geométrico

El diseño geométrico define la forma física del camino (alineamientos horizontales y verticales, sección transversal, radios de curva, pendientes y peraltes) para lograr trazados cómodos, seguros y acordes a la velocidad de operación prevista (Jara, 2023).

Las normas técnicas como las *Normas de Diseño Geométrico de Carreteras*, del MTOP (2003), o manuales internacionales como AASHTO (American Association of State Highway and Transportation Officials) establecen los parámetros que garantizan la seguridad vial y la comodidad en la circulación. Por ejemplo, un buen diseño geométrico mejora la seguridad de los usuarios bajo variadas condiciones climáticas, proporciona comodidad en el tránsito y reduce los costos de transporte (especialmente del transporte público).

La revisión bibliográfica coincide en que el diseño geométrico de una vía rural debe orientarse a maximizar la transitabilidad segura, minimizando accidentes y permitiendo la circulación continua, aun en época de lluvias intensas. En caminos de jerarquía terciaria (como el caso de Cuatro Mangas), las normas técnicas (MTOP, AASHTO) exigen radio mínimo en curvas, peralte adecuado y pendientes limitadas según la topografía.

Estas características buscan garantizar visibilidad suficiente y mitigar fuerzas

centrífugas en curvas. Aunque no existen estudios locales citados sobre geometría rural específica, es de conocimiento que las curvas mal diseñadas o pendientes excesivas elevan la siniestralidad en vías secundarias. Por ello, la investigación contempla criterios técnicos de alineamientos y secciones transversales que respeten la velocidad de diseño y las recomendaciones normativas.

Diseño estructural

El diseño estructural define el espesor y la configuración de capas (subrasante mejorada, subbase, base y rodadura) necesarios para que la vía soporte, sin fallas prematuras, las cargas repetidas del tránsito durante un horizonte de diseño, dadas las propiedades mecánicas del suelo y las condiciones de operación.

En la práctica ecuatoriana, las vías rurales se resuelven mayoritariamente con pavimentos flexibles, por su adaptabilidad a suelos variables, facilidad constructiva y costo competitivo en corredores de bajo y medio volumen de tránsito (Barrera & Lupercio, 2024). En contextos rurales, son de uso extendido dos tipos de métodos de diseño estructural:

- Método CBR (*California Bearing Ratio*) para bajo volumen de tránsito (LVR): relaciona el CBR de la subrasante y los ejes equivalentes con el espesor total requerido de la estructura. Guías recientes para LVR recomiendan CBR mínimo de subrasante de 5% y tablas de dimensionamiento que ajustan espesores por tránsito y calidad de materiales; constituyen una referencia clara cuando no se dispone de ensayos avanzados (Venkat & Viswanadh, 2021).
- AASHTO 1993: adoptado en numerosos estudios nacionales, que calcula el Número Estructural (SN) a partir de coeficientes estructurales de capas y factores de drenaje, usando como insumos los ESAL de diseño, confiabilidad y servicio inicial/final. Tesis ecuatorianas recientes documentan su aplicación y validación para vías

rurales, con resultados coherentes para suelos de baja a media capacidad portante (Paccha, 2022).

Ambos enfoques son compatibles y, bien aplicados, ofrecen alternativas viables de diseño para corredores rurales como Cuatro Mangas. Como variables esenciales del diseño estructural se destacan:

- Tránsito de diseño (ESAL): se determina a partir del AADT clasificado, factores de crecimiento y factores de equivalencia por tipo de eje. Es la carga acumulada que “consume” la vida útil y condiciona el espesor total. Estudios locales muestran su uso estándar en dimensionamiento para redes cantonales (Cabrera & Morocho, 2025; Bacuilima & Paucar, 2024).
- Capacidad de soporte del suelo (CBR / MR): el CBR de subrasante define la rigidez de apoyo. Para LVR, algunas guías recomiendan no diseñar por debajo de $CBR \approx 5\%$ y estabilizar o incrementar espesores cuando sea inferior.
- Configuración de capas y materiales: la solución típica rural combina subbase y base granular con rodadura en tratamiento superficial doble (TSD) o carpeta asfáltica delgada; la selección depende de ESAL, CBR y mantenibilidad. Casos ecuatorianos recientes reportan desempeños adecuados con estas tipologías (Barrera & Lupercio, 2024).
- Factores de confiabilidad y servicio (AASHTO 93): ajustan el espesor para cubrir la variabilidad de tránsito y materiales (Paccha, 2022).
- Condición de drenaje en el desempeño estructural: sin abordar hidráulica de detalle, el diseño estructural considera coeficientes de drenaje que penalizan capas granulares cuando la humedad operativa es desfavorable, pues la pérdida de módulo acelera deterioros. Este tratamiento está formalizado en AASHTO 93 y se cita en

tesis recientes de la UPS (Cabrera & Morocho, 2025; Bacuilima & Paucar, 2024).

En LVR, el método CBR (2021) entrega espesores mínimos por combinación ESAL–CBR, con énfasis en: subrasante \geq CBR 5% (o estabilizada); bases granulares con calidad verificable; y rodadura acorde con la demanda (TSD o mezcla asfáltica). En volúmenes de tránsito mayores o cuando se requiere control explícito de confiabilidad, la vía se dimensiona por AASHTO 93, reportando SN, espesores por capa y ajustes por drenaje.

Pavimento

En ingeniería vial, pavimento es el conjunto de capas construidas sobre el terreno natural (subrasante) cuya finalidad es soportar y distribuir las cargas del tránsito, ofrecer una superficie de rodadura segura y confortable, y proteger al suelo de fundación para que la vía funcione durante su vida de diseño. Se define como un sistema estructural formado, de arriba hacia abajo, por la rodadura (tratamiento superficial, carpeta asfáltica o losa, según el caso), la base y subbase granulares (o estabilizadas), y la subrasante, que puede requerir mejora cuando su capacidad de soporte es baja. Desde el punto de vista funcional y estructural, el pavimento:

- Distribuye esfuerzos: recibe las cargas repetidas de los ejes vehiculares y las reparte para que el esfuerzo que llega al suelo sea tolerable, evitando fallas prematuras.
- Proporciona servicio: entrega regularidad (comodidad de marcha), adherencia (textura y fricción) y seguridad en maniobras y frenado.
- Limita deformaciones: las capas granulares y/o estabilizadas ayudan a controlar ahuellamiento, fisuración por fatiga y asentamientos.
- Restringe humedad: reduce el ingreso de agua hacia capas inferiores, lo que preserva la capacidad resistente del sistema.
- Facilita conservación: permite aplicar mantenimiento rutinario y periódico (bacheo, sellos, rejuvenecimiento) para sostener el nivel de servicio.

Por su material y comportamiento, se reconocen tres tipos:

- Pavimento flexible: rodadura con ligante asfáltico sobre capas granulares; es habitual en vías rurales por su adaptabilidad y costo competitivo.
- Pavimento rígido: losa de concreto hidráulico que trabaja como placa; se usa cuando se requiere alta durabilidad y baja deformación.
- Pavimento semirrígido o compuesto: combina capas granulares/estabilizadas con rodaduras asfálticas más delgadas o soluciones mixtas.

La literatura técnica señala que el pavimento debe diseñarse considerando factores como el volumen vehicular futuro, las características del suelo y del clima (Jara, 2023). Para el proyecto Cuatro Mangas, el enfoque es un pavimento flexible con capas granulares y rodadura asfáltica o tratamiento superficial, dimensionado según el tránsito previsto y la capacidad de la subrasante.

Pavimento flexible

Se entiende por pavimento flexible al sistema de capas construido sobre la subrasante donde la rodadura con ligante asfáltico trabaja en conjunto con capas granulares (base y subbase) y, si hace falta, con una subrasante mejorada, para recibir las cargas repetidas de los ejes y distribuir los esfuerzos hasta niveles admisibles para el terreno natural.

Su comportamiento es predominantemente elástico-viscoso: la mayor parte de la rigidez proviene de la combinación de espesores y calidad de materiales, y su desempeño depende de un buen control de compactación y humedad. En corredores rurales de bajo y medio volumen de tránsito, esta tipología se valora por su adaptabilidad, facilidad constructiva y de mantenimiento. Como componentes del pavimento flexible se hallan:

- La base granular: capa estructural inmediatamente inferior a la rodadura asfáltica en pavimentos flexibles. Está formada por agregados seleccionados y compactados que

aportan capacidad portante y rigidez al conjunto. Su función principal es expandir el área de carga transmitida por las ruedas, reducir las tensiones que alcanzan a la subbase/subrasante y limitar deformaciones permanentes (ahuellamiento y asentamientos diferidos).

- La subbase granular: se dispone bajo la base y cumple una doble misión: económica y técnica. Desde lo económico, permite lograr el espesor estructural requerido utilizando un material granular de menor costo que el de base. Desde lo técnico, sirve de transición entre la base y la subrasante, contribuye a homogeneizar el apoyo, mitiga cambios volumétricos cuando existen suelos expansivos y ayuda a controlar la humedad operativa del sistema. En suelos con baja capacidad de soporte, la subbase incrementa el espesor efectivo y reduce la demanda de deformación sobre la subrasante.
- La carpeta asfáltica: compuesta por una mezcla de agregados pétreos y ligante asfáltico dosificados y compactados para formar la superficie de rodadura. Además de su rol estructural, provee regularidad, textura y adherencia para la seguridad en frenado y maniobras, y actúa como barrera parcial al ingreso de agua hacia las capas inferiores.

Según la demanda de tránsito y la estrategia de conservación, en vías rurales se emplean desde tratamientos superficiales (sellos o TSD) hasta mezclas en caliente de espesor reducido, siempre compatibles con la base y subbase proyectadas.

Se diseña un pavimento flexible en capas (subrasante, subbase, base y rodadura) que soporte las cargas vehiculares esperadas. La investigación emplea estudios geotécnicos (por ejemplo, ensayos CBR del suelo) y análisis de tráfico a 20 años para definir espesores adecuados (Román et al., 2024).

Además, una estructura de pavimento bien planificada maximiza la durabilidad y reduce costos de mantenimiento y operación a largo plazo. En la práctica, estudios recientes en Ecuador han obtenido diseños de pavimento flexibles adaptados a suelos locales (con valores CBR bajos) que garantizan una vida útil acorde a la normativa vigente (Cabrera & Morocho, 2025; Bacuilima & Paucar, 2024).

Seguridad vial y accesibilidad

El diseño vial seguro es otro pilar teórico de esta investigación. La revisión literaria sostiene que la geometría de la vía (curvas amplias, pendientes moderadas, peraltes adecuados) y elementos como señalización, aceleradores de velocidad y drenaje, reducen accidentes. En zonas rurales lluviosas, garantizar la transitabilidad continua implica evitar encharcamientos y lodos: así, el diseño incorpora drenajes y materiales permeables que permiten la circulación aun en invierno.

Un camino bien diseñado proporciona “seguridad de los usuarios al momento de su tránsito bajo condiciones climáticas variadas” y comodidad de manejo, contribuyendo a la reducción de situaciones de riesgo (Jara, 2023, p. 1). La bibliografía reciente insiste en enfoques multidisciplinarios: el diseño geométrico óptimo debe vincularse con criterios ambientales y sociales para asegurar un transporte rural eficiente e inclusivo (Bravo et al., 2025).

Durabilidad: proyección técnica y sostenibilidad

La durabilidad de una vía se define como su capacidad para mantener condiciones funcionales y estructurales adecuadas durante su vida útil proyectada, sin requerir intervenciones costosas o frecuentes. Esta vida útil depende de varios factores: el diseño estructural del pavimento, el tipo y calidad de los materiales empleados, las condiciones climáticas, la efectividad del drenaje y la carga real del tráfico durante la operación.

El MTOP (2012) establece que el diseño de pavimentos flexibles debe proyectarse a un

horizonte mínimo de 20 años, tomando como base el tránsito diario medio anual (TDMA) y el crecimiento proyectado. Para garantizar esa durabilidad, es esencial considerar soluciones estructurales adaptadas al entorno geotécnico, como refuerzo de subrasantes débiles, uso de capas granulares estabilizadas, o aplicación de geotextiles en zonas saturadas.

Estudios recientes indican que el diseño deficiente de caminos rurales en Ecuador ha ocasionado rehabilitaciones prematuras y altos costos de mantenimiento (Jara & Peralta, 2025). Por tanto, un diseño técnico robusto, que considere el uso de materiales adecuados y drenajes funcionales, reduce la probabilidad de fallas estructurales (como baches, huellas o deformaciones plásticas) y alarga los ciclos de intervención.

Interrelación costo-beneficio y durabilidad. Ambas variables, costo-beneficio y durabilidad están intrínsecamente relacionadas: un diseño que prioriza la durabilidad puede tener un costo inicial mayor, pero genera beneficios netos más altos al reducir los costos acumulados de mantenimiento y rehabilitación. Asimismo, una vía más duradera incrementa la disponibilidad del servicio durante todo el año, lo cual se traduce en continuidad productiva, acceso constante a servicios y menor vulnerabilidad territorial.

Para evaluar esa relación, es común utilizar indicadores como el Valor Actual Neto (VAN), la Tasa Interna de Retorno (TIR) y el Índice de Rentabilidad, que permiten cuantificar los retornos sociales y económicos del proyecto en relación con su inversión inicial. En el caso de caminos rurales, también se aplican matrices multicriterio que incluyen aspectos sociales y ambientales.

Factores geotécnicos

Los factores geotécnicos del terreno son determinantes en el diseño vial. En zonas agrícolas y planas como Cuatro Mangas, el tipo de suelo y la topografía influyen en la elección de materiales y en la necesidad de reforzar la vía. Por ejemplo, estudios muestran que en suelos

con baja capacidad portante (CBR reducido) se requieren espesores mayores de subbase y base para evitar deformaciones (Maylle & Avila, 2023; Massenlli & Paiva, 2019).

Así mismo, los ciclos de lluvia intensos demandan un diseño de drenaje adecuado; la falta de drenaje acelera el deterioro. En ese sentido, la teoría de ingeniería indica que integrar cunetas, alcantarillas y pendientes de coronamiento es esencial para mantener la transitabilidad todo el año. Las fuentes revisadas enfatizan que las condiciones del suelo deben evaluarse en el diagnóstico inicial y traducirse en soluciones de drenaje y selección de materiales apropiados.

Conectividad rural y desarrollo socioeconómico

La infraestructura vial rural no solo responde a criterios técnicos, sino que es un motor de desarrollo social y económico. Diversas fuentes señalan que las vías rurales integran comunidades aisladas, mejoran el acceso a mercados y servicios básicos, y reducen la pobreza rural (CAF, 2023). En América Latina, por ejemplo, más del 40% de la población rural vive en zonas sin acceso a carreteras permanentes, lo que limita gravemente su acceso a educación y salud.

En el informe sobre el impacto del Proyecto CAF, que impulsa el Banco de Desarrollo de América Latina y el Caribe, se insiste en el valor de invertir en caminos rurales con vistas a reducir significativamente los tiempos y costos de transporte de productos agrícolas, estimular el comercio local y generar empleo (CAF, 2023).

Concretamente, un análisis de caso en Ecuador concluye que una carretera nueva es “fundamental para el desarrollo socioeconómico y la conectividad territorial” de las zonas rurales (Arellano & Guevara, 2025, p. 43). Además, las evidencias sugieren que, al mejorar la accesibilidad, aumenta la asistencia escolar y la productividad agrícola, cerrando brechas urbano-rurales (Monge & Garrido, 2020).

En el contexto de Mocache, el diseño de la vía Cuatro Mangas atiende directamente

estas necesidades: al mejorar el acceso a la carretera Mocache, se promueve el desarrollo de las economías agrícolas locales y el bienestar comunitario.

Normativas y regulaciones

El diseño geométrico y estructural de vías rurales en el Ecuador debe alinearse con un conjunto de normativas técnicas, legales y administrativas de orden nacional, provincial y cantonal. Estas regulaciones garantizan que los proyectos viales cumplan con parámetros de seguridad, durabilidad, eficiencia y sostenibilidad, especialmente en territorios de alta vulnerabilidad climática y social como las zonas rurales del cantón Mocache.

Norma nacional aplicable

A nivel nacional, la normativa técnica más relevante es la emitida por el Ministerio de Transporte y Obras Públicas, especialmente el “Manual de Diseño Geométrico de Carreteras” (MTO, 2003), que establece los criterios y parámetros que deben cumplir los trazados viales según su categoría funcional.

Para el caso del tramo Cuatro Mangas, catalogado como camino rural de quinta orden o C3, dicho manual prescribe los radios mínimos de curva, pendientes máximas permitidas, anchos de calzada, visibilidad de parada y sobrepaso, y otros elementos geométricos adaptados a las condiciones topográficas y de tránsito esperado. Asimismo, establece lineamientos para el diseño de intersecciones, bermas y obras complementarias.

En cuanto al diseño estructural del pavimento, el MTO también proporciona *Especificaciones Generales para Construcción de Caminos y Puentes* (MTO, 2013), que se basa en métodos empíricos como el CBR (California Bearing Ratio), utilizando la información de tránsito proyectado (en ejes equivalentes) y la resistencia del suelo de fundación. Este documento es clave para determinar los espesores adecuados de subrasante, subbase, base y carpeta asfáltica o tratamiento superficial bituminoso, de acuerdo con el tipo de vía y el clima

predominante.

Complementariamente, el Instituto Ecuatoriano de Normalización (INEN) ha desarrollado normas técnicas relacionadas, entre ellas la NTE INEN 004, sobre señalización vial horizontal y vertical, y las NTE INEN 1042-1, 1042-2, 1042-3 y 1042-4, sobre materiales y control de calidad en construcción vial (INEN, 2021). Estas normas son obligatorias en proyectos financiados con fondos públicos y garantizan que se mantenga la coherencia técnica entre obras ejecutadas por distintos niveles de gobierno.

Desde el punto de vista jurídico-administrativo, el Código Orgánico de Organización Territorial, Autonomía y Descentralización (COOTAD), en sus artículos 54 y 263, establece que la planificación, construcción y mantenimiento de la red vial rural (de cuarto orden) es una competencia exclusiva de los Gobiernos Autónomos Descentralizados Provinciales (GADP).

En este caso, corresponde a la Prefectura de Los Ríos ejecutar obras como la que se diseña en el presente proyecto técnico, siempre que cuenten con estudios aprobados y coordinación interinstitucional. No obstante, el GAD Municipal de Mocache, como autoridad cantonal, también tiene la facultad de participar en el desarrollo vial mediante convenios de cooperación y financiamiento compartido, especialmente en caminos rurales que conectan recintos con cabeceras parroquiales o cantonales (Asamblea Nacional, 2015).

Regulación y planificación territorial del GAD Municipal de Mocache

El Plan de Desarrollo y Ordenamiento Territorial (PDOT) del cantón Mocache 2024–2027 constituye el principal instrumento de planificación del nivel municipal. En este documento se identifican como prioridades estratégicas la mejora de la infraestructura vial rural, la conectividad productiva y la reducción del aislamiento territorial.

De manera específica, el PDOT reconoce que “más del 90% de la red vial cantonal es camino vecinal, lo cual dificulta el acceso a servicios, movilidad de la producción y

conectividad de los recintos rurales con el centro urbano” (GAD Mocache, 2024, p. 53). Por tanto, la intervención técnica propuesta en la carretera del recinto Cuatro Mangas está alineada con los objetivos estratégicos cantonales.

Además, el PDOT identifica al recinto Cuatro Mangas como uno de los sectores que presentan condiciones de alta ruralidad y problemas de accesibilidad vehicular en temporada invernal, lo cual justifica la inclusión de este tramo en programas de inversión vial. El GAD Mocache también cuenta con un registro de solicitudes comunitarias, en el cual consta la demanda de obras viales por parte de moradores de Cuatro Mangas y sectores cercanos. En este sentido, el diseño que se plantea puede ser utilizado por el GAD para gestionar recursos ante la Prefectura de Los Ríos o para incluir la obra en el presupuesto participativo municipal.

Clasificación por Capacidad (Función del TPDA)

Para que las carreteras del país sean mejores y más seguras, se ha planteado esta nueva organización basada en las estadísticas de tráfico del MTOP, el registro de accidentes y el aumento de autos en el país. Al revisar esta información, destaca que varias vías ya pasaron el límite de los 80,000 vehículos de TPDA, lo cual se refleja en la frecuencia de los siniestros de tránsito. También es clave notar que, en los últimos 14 años, la cantidad de vehículos ha crecido a un ritmo sostenido del 6% cada año.

Con el fin de modernizar la red vial de este siglo, las carreteras ahora se clasifican dependiendo del volumen de tráfico que manejan (Tabla 1). Esta organización no solo toma en cuenta el tráfico actual, sino que también proyecta cuántos autos circularán en los próximos años para asegurar que el TPDA futuro no colapse las vías. (Ministerio de Transporte y Obras Públicas del Ecuador, 2013).

Tabla1.*Clasificación funcional de las vías en base al TPDA*

Descripción	Clasificación Funcional	Tráfico Promedio Diario Anual (TPDA _d) al año de horizonte	
		Límite Inferior	Límite Superior
Autopista	AP2	80000	120000
	AP1	50000	80000
Autovía o Carretera Multicarril	AV2	26000	50000
	AV1	8000	26000
Carretera de 2 carriles	C1	1000	8000
	C2	500	1000
	C3	0	500

Fuente: (Ministerio de Transporte y Obra Públicas del Ecuador, 2013)

Leyendas:

TPDA: Tráfico Promedio Diario Anual

TPDA_d: TPDA correspondiente al año proyectado o años de diseño

C1: Equivale a carretera de mediana capacidad

C2: Equivale a carretera convencional básica y camino básico

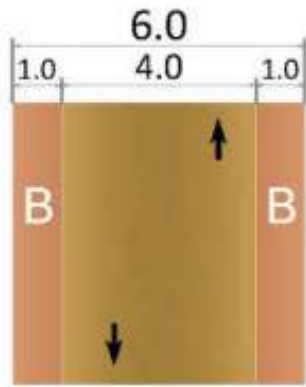
C3: Camino agrícola / forestal

Clasificación según desempeño de las Carreteras

De acuerdo con las pautas del PEM (Plan Estratégico de Movilidad), se ha creado una lista para clasificar las carreteras según su nivel de rendimiento y eficiencia (véanse las figuras 2 a la 7) (Ministerio de Transporte y Obra Públicas del Ecuador, 2013)

Figura2.

Camino Agrícola/Forestal

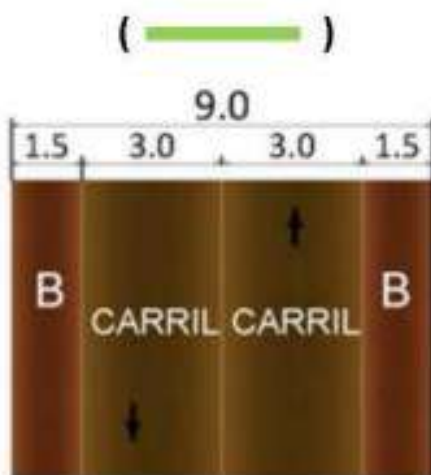


Velocidad de Proyecto: 40 km/h
Pendiente máxima: 16%

Fuente: (Ministerio de Transporte y Obra Públicas del Ecuador, 2013)

Figura3.

Camino Básico



Velocidad de Proyecto: 60 km/h
Pendiente máxima: 14%

Fuente: Ministerio de Transporte y Obra Públicas del Ecuador (2013).

Figura4.

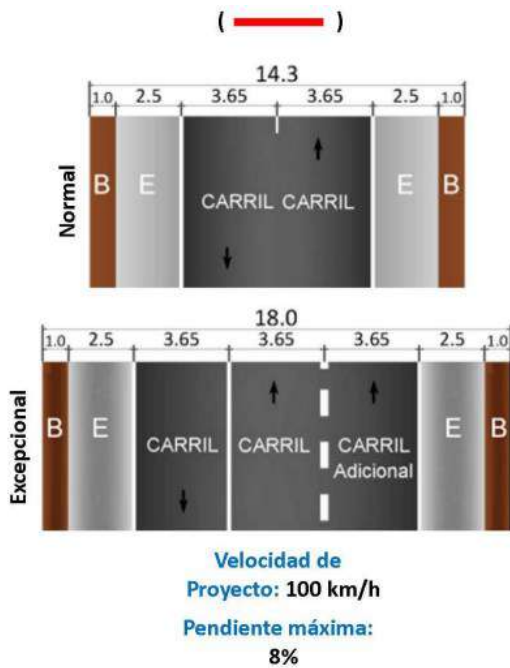
Carretera Convencional Básica



Fuente: Ministerio de Transporte y Obra Públicas del Ecuador (2013).

Figura5.

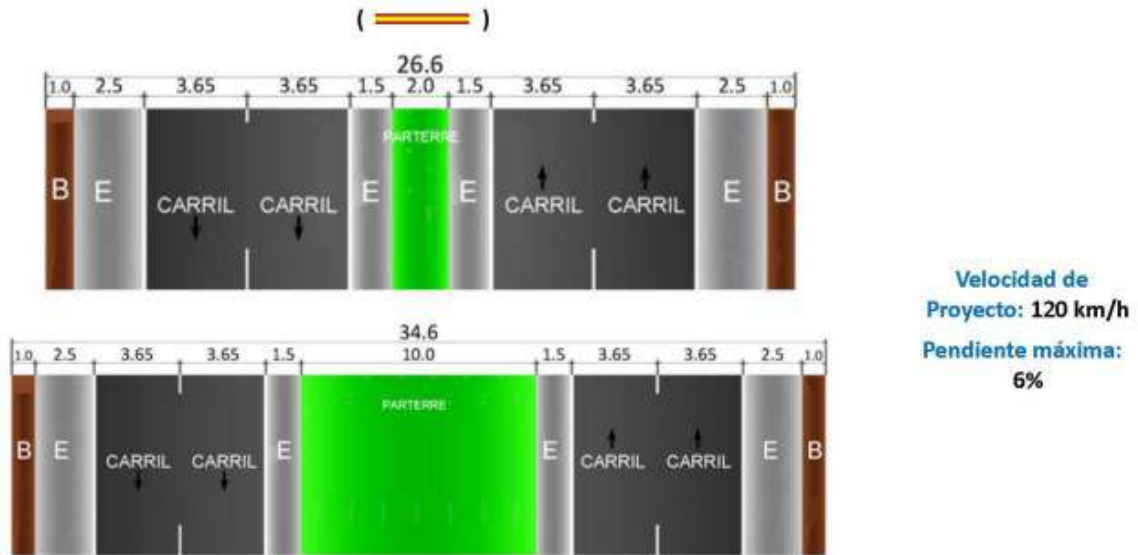
Carretera de mediana capacidad



Fuente: Ministerio de Transporte y Obra Públicas del Ecuador (2013).

Figura6.

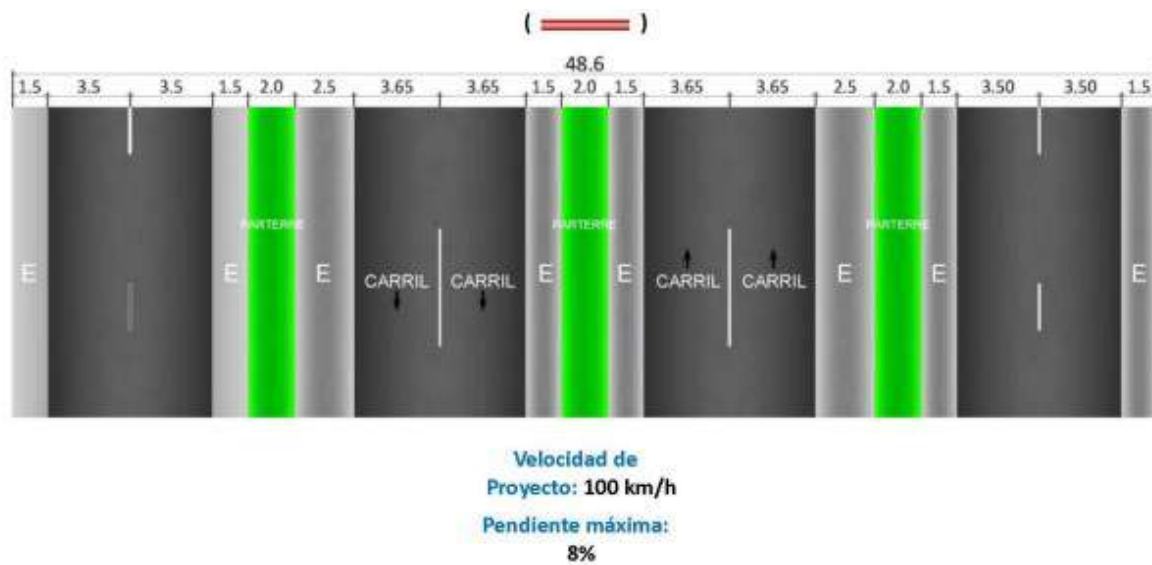
Vías de Alta Capacidad Interurbana



Fuente: Ministerio de Transporte y Obras Públicas del Ecuador (2013).

Figura7.

Vías de Alta Capacidad Urbana o Periurbana



Fuente: Ministerio de Transporte y Obras Públicas del Ecuador (2013).

Clasificación Funcional por importancia en la red vial

En la parte superior están los Corredores Arteriales, que son las rutas principales y de mayor nivel. Su función es unir puntos clave como capitales y puertos, permitiendo que el tráfico de larga distancia se mueva rápido y sin interrupciones. Gracias a su diseño, estas vías pueden soportar un TPDA muy elevado de forma segura.

Después encontramos las Vías Colectoras, que tienen una importancia media. Estas carreteras actúan como el enlace que "recoge" a los vehículos que vienen de las regiones o del campo y los dirige hacia las rutas principales. Son esenciales para que el tránsito regional se organice antes de llegar a las vías más grandes.

Finalmente, están los Caminos Vecinales. Estas son las rutas más básicas y locales que conectan directamente con la vida rural. Su objetivo es facilitar el día a día de los pueblos, permitiendo que los productos agrícolas salgan a la venta y que los turistas lleguen a lugares específicos. Aunque son caminos más sencillos, son el punto de partida para que cualquier persona en el campo pueda integrarse a la red vial nacional. (Ministerio de Transporte y Obras Públicas del Ecuador, 2013)

Parámetros de diseño para vías rurales

El diseño geométrico y estructural de una carretera, como la proyectada en el recinto Cuatro Mangas, en el Cantón Mocache, debe cumplir con criterios técnicos establecidos en manuales normativos nacionales, complementados por estándares internacionales reconocidos por su aplicación en contextos rurales similares. Estos parámetros permiten garantizar la funcionalidad, seguridad y durabilidad de la infraestructura, así como su adaptación a las condiciones topográficas, geotécnicas y climáticas locales.

Criterios geométricos

El *Manual de Diseño Geométrico de Carreteras* (MTOPE, 2003) es el principal

instrumento normativo nacional que regula los parámetros geométricos en vías de bajo volumen de tránsito, como es el caso de caminos vecinales o rurales. De acuerdo con esta normativa, para una vía de jerarquía funcional terciaria o de cuarto orden, los parámetros mínimos de diseño son los siguientes:

- Velocidad de diseño: 30–50 km/h, dependiendo de la topografía (plana, ondulada o montañosa).
- Ancho de calzada: mínimo de 3,00 m por carril; para vías bidireccionales, 6,00 m.
- Berma o espaldón: mínimo de 0,50 m por lado.
- Pendiente longitudinal máxima: 8% para topografía ondulada, hasta 12% en zonas montañosas con restricciones.
- Radio mínimo de curva horizontal: 35 m (para velocidad de diseño de 30 km/h) con peralte adecuado.
- Peralte máximo: 6–8%, según condiciones de adherencia.
- Distancia de visibilidad de parada: mínimo 40 m (para 30 km/h).

Estos parámetros buscan equilibrar la seguridad vial con la adaptabilidad del trazo a la geografía local, minimizando movimientos de tierra excesivos y costos de construcción. La selección de cada parámetro debe partir del diagnóstico técnico y el levantamiento topográfico del corredor vial.

Parámetros estructurales

El diseño estructural del pavimento debe basarse en el método CBR o en metodologías internacionales como AASHTO (American Association of State Highway and Transportation Officials), adaptadas al contexto local. En Ecuador, el MTOP establece una vida útil proyectada de 20 años para pavimentos flexibles rurales. Los parámetros clave son:

- Tránsito de diseño: en ejes equivalentes acumulados, según el tránsito diario medio

anual (TDMA) y la tasa de crecimiento esperada. En Ecuador, el MTOP emplea la siguiente fórmula para estimarlo:

$$N = \frac{365 \cdot P \cdot F \cdot V}{100}$$

Donde:

N = número de ejes equivalentes acumulados durante el período de diseño;

P = tránsito promedio diario inicial de vehículos pesados (camiones, buses);

F = factor de crecimiento anual del tránsito;

V = horizonte de diseño en años (usualmente 20 años).

Este valor permite determinar el espesor total de la estructura del pavimento, considerando la capacidad portante del terreno y la resistencia de los materiales.

- CBR de subrasante: al menos 5% para caminos rurales básicos; si es inferior, se debe estabilizar la subrasante o aumentar el espesor de capas superiores. Durante el diseño se evalúa el volumen de corte y relleno para la conformación de la rasante.

Se aplica la fórmula del volumen de sección trapezoidal:

$$V = \frac{(A^1 + A^2)}{2} \cdot L$$

Donde:

V = volumen entre dos secciones (m³).

A¹, A² = áreas de corte o relleno en cada sección (m²).

L = distancia entre secciones (m).

Este volumen es esencial para calcular los costos de movimiento de tierras, estabilización de taludes y compactación.

- Espesor mínimo de capa de rodadura (carpeta asfáltica o tratamiento superficial doble): 5–6 cm.

- Espesor mínimo de base granular: 15–20 cm.
- Espesor mínimo de subbase granular: 15–20 cm.
- Coeficiente estructural de capas (según AASHTO): se consideran valores típicos de 0,14 para subbase, 0,20 para base y 0,44 para capa asfáltica. Para evaluar el desempeño estructural de las capas del pavimento, puede utilizarse la fórmula adaptada del método AASHTO, que relaciona los espesores y coeficientes estructurales de cada capa:

$$SN = a_1 \cdot D_1 + a_2 \cdot D_2 \cdot m_2 + a_3 \cdot D_3 \cdot m_3$$

Donde:

SN = índice estructural total requerido.

D_1, D_2, D_3 = espesores de las capas (carpeta, base, subbase).

a_1, a_2, a_3 = coeficientes estructurales de cada material (ej. 0.44 para carpeta asfáltica).

m_2, m_3 = coeficientes de drenaje (entre 0.80 y 1.20 según condiciones hídricas).

Este cálculo permite validar si la estructura propuesta soportará las cargas del tránsito sin fallas prematuras.

La selección de espesores y materiales dependerá del estudio de suelos, la capacidad de soporte (CBR), el nivel freático y las condiciones de drenaje. La durabilidad de la estructura está directamente relacionada con la calidad de los materiales, el espesor total de diseño y la efectividad del drenaje longitudinal y transversal.

Integración de estándares internacionales

La normativa ecuatoriana se complementa con guías internacionales, entre ellas el Green Book de AASHTO, que define criterios geométricos para caminos rurales de bajo volumen vehicular (Low Volume Roads, LVR). Estos criterios permiten mayor flexibilidad en

la aplicación de parámetros, adaptándose a presupuestos limitados y restricciones geográficas, siempre que se garantice la seguridad vial. Por ejemplo, AASHTO propone para LVR:

- Calzadas de 5,0 a 6,0 m de ancho.
- Radios de curva desde 30 m: El diseño geométrico contempla la seguridad del usuario en curvas. El radio mínimo de curva horizontal se calcula mediante:

$$R = \frac{V^2}{127 \cdot (e + f)}$$

Donde:

R = radio mínimo (m).

V = velocidad de diseño (km/h).

e = peralte expresado en fracción (ej. 6% = 0.06).

f = coeficiente de fricción lateral (0.12 a 0.16).

Este valor se selecciona para garantizar que el vehículo mantenga adherencia en curvas, especialmente bajo condiciones de lluvia o escaso mantenimiento.

- Velocidades operativas entre 20 y 50 km/h.
- Pavimentos con tratamientos bituminosos sencillos en zonas con tráfico agrícola.

Estos estándares pueden ser utilizados como referencia técnica complementaria cuando el contexto del terreno o del presupuesto requiere ajustes razonables dentro de los márgenes de seguridad.

Ensayos de laboratorio

Se realizan ensayos de laboratorio o estudios de suelo para describir y detallar en qué condiciones se encuentra el terreno antes de ejecutar cualquier tipo de proyecto, ya sea estructural, vial o sanitario. En este caso, nuestra propuesta consiste en un diseño vial para la carretera del recinto Cuatro Mangas (Mocache, Ecuador), donde se realizaron calicatas con una

profundidad de 1.00 m. Al realizar el estudio de suelo, obtendremos la información necesaria para el análisis y diseño adecuados, cumpliendo así con los parámetros requeridos por el proyecto.

Las muestras obtenidas *in situ* (véase Anexo 1) fueron sometidas a la variedad de ensayos (véase Anexo 2) que se detallan a continuación:

- Humedad natural.
- Límites de Atterbeg incluye: Límite Líquido (LL), Límite Plástico (LP) y el Índice de Plasticidad (IP).
- Granulometría.
- Ensayo Proctor.
- C.B.R.

Humedad natural

Referencias: ASTM D 2216-71

Una de las pruebas más recurrentes en la caracterización de suelos es la determinación de su contenido de humedad. Este valor se obtiene al comparar el peso del agua presente en la muestra original frente al peso de la misma una vez que ha sido secada totalmente en un horno (Terrerros & Moreno, 1995).

Instrumentos:

- Balanza
- Horno
- Espátula
- Recipientes

El contenido de humedad se expresa en porcentaje y se lo calcula de la siguiente manera:

$$w = \frac{W_w}{W_s} \times 100$$

Donde:

w : es el contenido de humedad (%)

W_w : Peso del agua contenida en la muestra

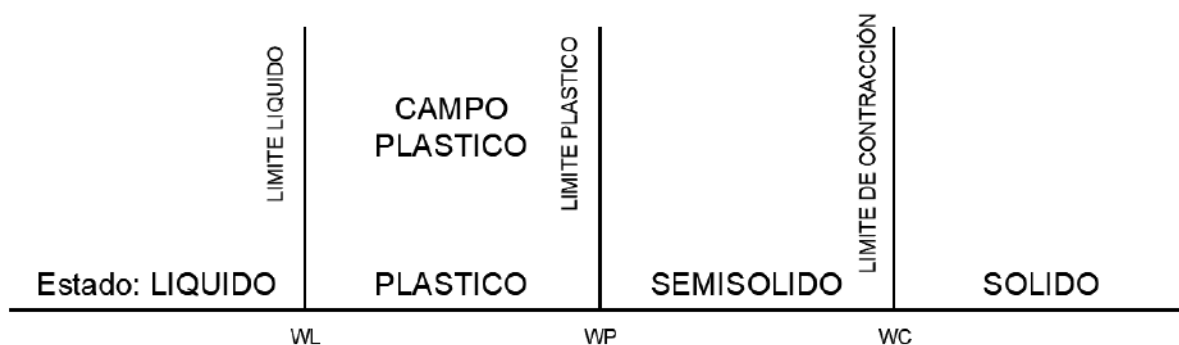
W_s : Peso de la muestra seca al salir del horno.

Límite de Atterberg

Los límites de Atterberg (Figura 8), también conocidos como límites de consistencia, se utilizan para describir la firmeza del suelo y la cohesión entre sus partículas. Estos parámetros permiten evaluar qué tanta resistencia ofrece el material ante fuerzas externas que intentan alterar o deformar su estructura original (Terreros & Moreno, 1995).

Figura 8.

Límite de Atterberg.



Fuente: Terreros & Moreno, 1995.

Límite líquido

Referencia: AASHTO T-89T68; ASTM DM 23-66

El Límite Líquido (W_L) se define como el porcentaje de humedad exacto en el que un suelo cambia su comportamiento de un estado plástico a uno líquido. En términos prácticos, representa el punto en el que el suelo pierde su consistencia y comienza a fluir como un fluido

viscoso ante la aplicación de ciertas fuerzas (Terreros & Moreno, 1995).

Se expresa de la siguiente forma:

$$W_L = w \left(\frac{N}{25} \right)^{0.121}$$

Donde:

N : número de golpes

w : humedad correspondiente a N .

Límite plástico

De acuerdo con la normativa ASTM D-4318, el Límite Plástico representa la frontera convencional de humedad entre el estado plástico y el semisólido. Su obtención consiste en manipular la muestra hasta crear hilos o cilindros delgados de aproximadamente 3 mm de espesor; el límite se alcanza justo en el momento en que estos ya no pueden mantener su cohesión y empiezan a fragmentarse (Terreros & Moreno, 1995).

Índice de plasticidad

El Índice de Plasticidad (I_p) se define como el rango de humedad en el cual un suelo mantiene un comportamiento plástico, calculándose mediante la diferencia numérica entre el límite líquido y el límite plástico. Este valor es un indicador directo del grado de plasticidad de la muestra: a mayor magnitud del índice, mayor será la plasticidad del material. Por el contrario, si el I_p es igual a cero, se concluye que el suelo carece de propiedades plásticas (Terreros & Moreno, 1995).

Se presenta la ecuación de esta manera:

$$I_p = W_L - W_P$$

Donde:

I_p : Índice de plasticidad del suelo (%).

W_L : Límite líquido (%).

W_p : Límite plástico (%).

Granulometría

El análisis granulométrico tiene como objetivo principal la desintegración y clasificación de las partículas de un suelo según su dimensión. Esta técnica es fundamental para categorizar suelos de grano grueso y verificar si el material cumple con los estándares técnicos requeridos.

Dependiendo del tamaño de las partículas, el estudio se divide en dos métodos: el tamizado por vía seca para fracciones grandes y medianas, y el análisis por vía húmeda para partículas finas. Este último se fundamenta en la velocidad de sedimentación del material en un medio líquido, realizando mediciones precisas mientras los granos se depositan en el fondo (Terreros & Moreno, 1995).

Ensayo Proctor

La compactación se define como el proceso de densificación del suelo mediante el uso de energía mecánica. Este fenómeno logra incrementar la densidad del material al reducir el volumen de aire presente en sus vacíos, mientras se mantiene un contenido de humedad prácticamente estable.

El propósito fundamental de compactar el suelo es optimizar sus propiedades mecánicas, logrando los siguientes beneficios:

- Mayor capacidad de soporte: Se incrementa la resistencia al corte, mejorando la estabilidad de terraplenes y la capacidad de carga para pavimentos y cimentaciones.
- Control de deformaciones: Se reducen los asentamientos futuros al disminuir la compresibilidad del material.
- Optimización de la estructura: Se reduce el índice de vacíos del suelo.
- Estabilidad volumétrica: Se mitiga el riesgo de expansión o contracción excesiva

del material.

Metodología: Ensayo Proctor Estándar:

Para determinar el grado de compactación, es necesario calcular la densidad seca, la cual depende directamente de la energía mecánica aplicada y de la cantidad de agua en el suelo. En el laboratorio, estas relaciones se establecen mediante los ensayos Proctor Estándar o Modificado; para los fines de este proyecto, se ha seleccionado el Ensayo Proctor Estándar.

Procedimiento del Ensayo:

El método consiste en colocar la muestra de suelo con un nivel de humedad específico en un molde de dimensiones normalizadas. El proceso se realiza en tres capas, aplicando a cada una de ellas 25 o 56 golpes mediante un pisón de 24.4 N (5.5 lbf) que cae desde una altura de 306 mm (12 pulg).

Este esfuerzo genera una energía de compactación cercana a los $600kN \cdot m/m^3$. Una vez finalizado el proceso, se calcula el peso unitario seco. Este procedimiento se repite varias veces variando el contenido de humedad para construir una curva de compactación. A partir de este gráfico, se identifican los dos valores más importantes para el control en obra:

- Contenido de humedad óptimo: El porcentaje de agua ideal para el suelo.
- Densidad seca máxima: El mayor grado de compactación alcanzable con esa energía (Terrerros y Moreno, 1995).

Ensayo California Bearing Ratio (CBR)

El objetivo de este ensayo es determinar la resistencia al corte de un suelo bajo condiciones de humedad y densidad controladas (Figura 9). En otras palabras, determina el índice de resistencia al esfuerzo cortante del terreno (Terrerros & Moreno, 1995).

Figura9.

Toma de muestras in situ.



Fuente. Autor.

MARCO METODOLÓGICO

Tipo de estudio

El trabajo se plantea como un estudio aplicado, descriptivo y no experimental, con enfoque cuantitativo–cualitativo. Es aplicado porque desarrolla una solución técnica concreta: el diseño geométrico y estructural de una carretera, al problema de transitabilidad, durabilidad y costos de operación. Es descriptivo porque caracteriza el corredor (topografía, geotecnia y tránsito) sin manipular variables, y no experimental porque no introduce tratamientos; modela y compara alternativas de diseño bajo la normativa vigente.

Esta definición metodológica se alinea con el problema de investigación y habilita el cumplimiento secuencial de los objetivos específicos (OE): diagnóstico del corredor (OE1), generación y evaluación de alternativas (OE2) y diseño integral de la solución (OE3). Desde el enfoque metodológico, se trata como un estudio de caso que involucra trabajo de campo y análisis documental, con el objetivo de caracterizar la situación actual y evaluar alternativas de mejora. Es decir, se adopta un enfoque sistemático para describir el fenómeno y guiar el diseño de la solución técnica propuesta.

El análisis costo-beneficio (ACB) en el contexto vial es una herramienta que permite comparar el valor monetario de los beneficios esperados frente a los costos totales de inversión, operación y mantenimiento de la infraestructura. Este análisis se aplica con el fin de optimizar el uso de recursos públicos y garantizar que las obras produzcan mejoras reales en la calidad de vida de los usuarios y en la productividad del territorio intervenido.

Según Lavado y Sánchez (2021), en caminos rurales los beneficios más relevantes incluyen: disminución de tiempos de viaje, reducción de costos de operación vehicular, menor deterioro de vehículos, aumento del acceso a servicios (educación, salud), y fortalecimiento del comercio local, especialmente en sectores agrícolas. A nivel técnico, un ACB positivo respalda

la pertinencia de ejecutar una obra, aun si su inversión inicial es elevada, siempre que genere retornos sociales sostenibles en el tiempo.

En vías rurales de bajo volumen de tránsito, el beneficio no se mide únicamente en términos financieros directos, sino también mediante externalidades sociales como el incremento en la asistencia escolar, reducción de aislamiento territorial o aumento en la resiliencia frente a emergencias. De hecho, varios estudios en Ecuador han demostrado que obras viales con escaso tránsito han mejorado significativamente las condiciones de vida y productividad de los recintos intervenidos (Granda, 2021).

En este proyecto, el análisis costo–beneficio se aplicará comparando el escenario sin proyecto (camino actual) con las dos alternativas de rodadura (TSD y carpeta delgada), en un horizonte de 20 años. Los costos considerarán la inversión referencial de construcción y el mantenimiento (rutinario y periódico) consistente con el diseño estructural; los beneficios se monetizarán a partir de ítems medidos en la encuesta a habitantes de los recintos beneficiados (véase en el apartado 3.5 el modelo de encuesta).

Con los datos obtenidos se podrá calcular VAN, TIR e índice B/C para cada alternativa; además, se ejecutarán pruebas (demanda, precios, descuento, mantenimiento) para verificar los resultados y respaldar la decisión técnica de diseño que maximiza la transitabilidad, durabilidad y eficiencia de costos en el contexto rural del tramo Cuatro Managas.

Modalidad de obtención de datos

La obtención de datos combinará fuentes primarias y secundarias. En campo se ejecutan levantamientos topográficos, reconocimientos geotécnicos, y aforos de tránsito. Como parte de la revisión bibliográfica-documental se compilan ortofotos, cartografía base, series climáticas e IDF locales, inventarios de la red vial, y la normativa técnica (MTOPI, INEN), así como criterios internacionales (AASHTO para vías de bajo volumen).

Esta integración asegura coherencia normativa y pertinencia local en la definición de parámetros de diseño. De este modo, se obtienen datos primarios (observaciones directas, mediciones del terreno) y datos secundarios (documentos oficiales, manuales de diseño, estudios similares). Este enfoque mixto permite contrastar la realidad medida en terreno con los referentes teóricos y normativos existentes, además de garantizar una base confiable para el análisis.

Recolección de información

El componente topográfico levanta una red de control, eje preliminar, perfiles longitudinales y secciones transversales densificadas (cada 20–25 m en rectas y 10–15 m en curvas), además del inventario de drenajes y puntos críticos de inundación/erosión. El componente geotécnico incluye calicatas (1,5–2,0 m), muestreo para granulometría, límites de Atterberg, Proctor y CBR, y sondeos DCP para perfilar la capacidad portante *in situ*.

Asimismo, el componente de tránsito levanta aforos clasificados (≥ 12 –16 h) en días laborables y fin de semana, aplicando factores de expansión a AADT y factores de carga para estimar ejes equivalentes (ESAL).

Medición del terreno

La medición se estructuró en dos fases:

- Primero, reconocimiento y colocación de benchmarks para control horizontal y vertical, georreferenciados con GNSS/RTK.
- Segundo, levantamiento planialtimétrico del eje y faja de derecho de vía, con detalle de obras de fábrica, accesos, pasos de agua y taludes; se obtendrán DTM/MDT, perfiles y secciones tipo.

Instrumentos topográficos

Se empleó el dron fotogramétrico para obtener datos planimétricos detallados de la

zona (ortomosaico y nubes de puntos sobre zonas abiertas); y, para geotecnia, DCP, herramientas de calicata y kits de muestreo. Esta combinación garantizó precisión posicional y de cotas para el diseño geométrico y para el análisis de movimientos de tierra.

Procesamiento y análisis

Los datos topográficos se ajustaron y depuraron antes de generar DTM/MDT, alineamientos, perfiles, secciones y volúmenes de corte–relleno. Los ensayos geotécnicos definieron la clasificación SUCS, curvas de compactación y CBR de diseño (con factores de humedad y variabilidad). En tránsito se calcularon AADT y ESAL (por factores equivalentes), y se proyectó el crecimiento para un horizonte de 20 años.

Para la evaluación de alternativas se aplicaron criterios técnicos–económico–socioambientales con ponderaciones explícitas (p. ej., 0,35 desempeño técnico; 0,30 costo del ciclo de vida; 0,20 beneficio social; 0,15 ambiente), justificando la selección de la opción óptima de diseño. Paralelamente, se estimaron beneficios (reducción de tiempos y costos de operación vehicular) y se elaboró un análisis costo–beneficio (VAN/TIR/Índice de rentabilidad) comparando escenario base vs. proyecto.

Herramientas de diseño

El procesamiento se realizó con AutoCAD Civil 3D (DTM, alineamientos, perfiles y secciones), QGIS/ArcGIS (análisis espacial, microcuencas y mapas temáticos), planillas AASHTO/MTOP para pavimentos.

Criterios de diseño

El diseño siguió la normativa nacional (MTOP, INEN) y criterios AASHTO para Low-Volume Roads como referencia complementaria. Se adoptó la velocidad de proyecto 30–50 km/h según relieve y función, anchos de calzada 5,5–6,0 m con bermas $\geq 0,50$ m, pendientes y radios conforme a tabla normativa, peraltes y visibilidades reglamentarias.

La estructura de pavimento flexible se dimensionó con CBR de subrasante, ESAL de diseño, coeficientes estructurales y factores de drenaje, verificando espesores mínimos y desempeño frente a la estacionalidad de lluvias. El drenaje consideró pendientes transversales 2–3 %, cunetas para T=10 años (o superior si el riesgo lo exige), alcantarillas dimensionadas con verificación hidráulica y protecciones (enrocado/gaviones) en puntos críticos.

Se incorporaron dispositivos de seguridad vial (señalización horizontal/vertical INEN, defensas en taludes, mejoramiento de bermas y accesos) y un plan de mantenimiento rutinario y periódico para preservar la vida útil y la transitabilidad anual.

Solución técnica propuesta

A priori se compararon tres familias de sección, coherentes con el contexto rural y la normativa: (1) Tratamiento Superficial Doble (TSD) sobre base y subbase granular; (2) Carpeta asfáltica delgada (5–6 cm) sobre base granular; y (3) estabilización de subrasante (cal/cemento) combinada con TSD. La selección final se realizó por desempeño estructural, costo del ciclo de vida y aceptabilidad social, asegurando transitabilidad todo el año, durabilidad y reducción de costos de operación.

El entregable final incluyó planta y perfil, secciones tipo, metrados y presupuesto referencial, especificaciones técnicas, cumpliendo los objetivos específicos y dando respuesta directa al problema de investigación.

RESULTADOS

Este capítulo presenta los principales hallazgos del estudio y explica cómo cada uno permitió cumplir los objetivos específicos planteados para el tramo 0+000–0+946,021 del recinto Cuatro Mangas.

Análisis del estado actual de la carretera de Cuatro Mangas mediante registro fotográfico y levantamiento de campo

El levantamiento de campo y el registro fotográfico georreferenciado evidenciaron una plataforma no estabilizada, con ancho variable y presencia intermitente de bermas; se observaron tramos con pendientes locales y alineamientos que limitan la comodidad de marcha. La señalización es prácticamente inexistente y la superficie presenta irregularidades propias de un camino rural de bajo mantenimiento (véase Anexo 3).

Estos insumos permitieron identificar puntos críticos para la propuesta de corrección geométrica (mejoras de radios/rasante y regularización de la sección transversal) y fundamentaron la selección de una velocidad de proyecto conservadora conforme a la norma ecuatoriana.

Contenido de humedad

En la muestra obtenida en el punto C1, a una profundidad de 0,00 a 0,30 m, se determinó un contenido de humedad promedio de 1,90% a partir de tres ensayos. El ensayo 2 presentó el menor contenido de humedad con 0,75%, mientras que el ensayo 1 registró el mayor con 2,55% (el ensayo 3 fue de 2,41%, como se aprecia en la Figura 10).

Figura10.

Contenido de humedad de la calicata C1 obtenida a una profundidad de 0,00 a 0,30 m.

ENSAYO: CONTENIDO DE HUMEDAD ASTM D2216		CALICATA: <u> C1 </u> PROF. DE LA MUESTRA: <u> 0,00 - 0,30 </u>		
DESCRIPCIÓN	CONTENIDO DE HUMEDAD MUESTRA ALTERADA			
N° de Ensayo	1	2	3	
N° de la Tara	GL-01	GL-02	GL-03	
Peso de la Tara	113,00	109,90	115,10	
Peso de Tara + Muestra Húmeda	398,90	392,00	387,60	
Peso de Tara + Muestra Seca	391,80	389,90	381,20	
Peso del Agua	7,10	2,10	6,40	
Peso del Suelo Seco	278,80	280,00	266,10	
Contenido de Humedad Parcial	2,55	0,75	2,41	
Contenido de Humedad promedio	1,90			
OBSERVACIONES:				

En la muestra obtenida en el punto C1, a una profundidad de 0,30 a 0,72 m, se determinó un contenido de humedad promedio de 19,37 % a partir de tres ensayos. El ensayo 1 presentó el menor contenido de humedad con 18,86 %, mientras que el ensayo 3 registró el mayor con 20,17% (el ensayo 2 fue de 19,08 %). Véase la figura 11.

Figura11.

Contenido de humedad de la muestra C1 obtenida a una profundidad de 0,30 a 0,72 m.

ENSAYO: CONTENIDO DE HUMEDAD ASTM D2216		CALICATA: <u> C1 </u> PROF. DE LA MUESTRA: <u> 0,72 - 1,50 m </u>		
DESCRIPCIÓN	CONTENIDO DE HUMEDAD MUESTRA ALTERADA			
N° de Ensayo	1	2	3	
N° de la Tara	GL-01	GL-02	GL-03	
Peso de la Tara	264,50	258,40	262,90	
Peso de Tara + Muestra Húmeda	624,90	658,30	631,30	
Peso de Tara + Muestra Seca	548,80	576,40	553,10	
Peso del Agua	76,10	81,90	78,20	
Peso del Suelo Seco	284,30	318,00	290,20	
Contenido de Humedad Parcial	26,77	25,75	26,95	
Contenido de Humedad promedio	26,49			
OBSERVACIONES:				

En la muestra obtenida en el punto C1, a una profundidad de 0,72 a 1,50 m, como se observa en la figura 12, se determinó un contenido de humedad promedio de 26,49% a partir de tres ensayos. El ensayo 2 presentó el menor contenido de humedad con 25,75%, mientras que el ensayo 3 registró el mayor con 26,95% (el ensayo 1 fue de 26,77%).

Figura12.

Contenido de humedad de la muestra C1 obtenida a una profundidad de 0,72 a 1,50 m.

ENSAYO: CONTENIDO DE HUMEDAD ASTM D2216		CALICATA: <u> C1 </u> PROF. DE LA MUESTRA: <u> 0,72 - 1,50 m </u>		
DESCRIPCIÓN		CONTENIDO DE HUMEDAD MUESTRA ALTERADA		
N° de Ensayo		1	2	3
N° de la Tara		GL-01	GL-02	GL-03
Peso de la Tara	gr	264,50	258,40	262,90
Peso de Tara + Muestra Húmeda	gr	624,90	658,30	631,30
Peso de Tara + Muestra Seca	gr	548,80	576,40	553,10
Peso del Agua	Nw (gr)	76,10	81,90	78,20
Peso del Suelo Seco	Ws (gr)	284,30	318,00	290,20
Contenido de Humedad Parcial	W (%)	26,77	25,75	26,95
Contenido de Humedad promedio	W _{prom} [%]	26,49		
OBSERVACIONES:				

En la muestra obtenida en el punto C2, a una profundidad de 0,00 a 0,25 m, se determinó un contenido de humedad promedio de 2,82% a partir de tres ensayos (véase Figura 13). El ensayo 2 presentó el menor contenido de humedad con 1,42%, mientras que el ensayo 3 registró el mayor con 5,04% (el ensayo 1 fue de 1,99%).

Figura13.

Contenido de humedad de la muestra obtenida en el punto C2 a una profundidad de 0,00 a 0,25 m.

ENSAYO: CONTENIDO DE HUMEDAD ASTM D2216		CALICATA: C2 PROF. DE LA MUESTRA: 0,00 - 0,25 m		
DESCRIPCIÓN		CONTENIDO DE HUMEDAD MUESTRA ALTERADA		
Nº de Ensayo		1	2	3
Nº de la Tara		GL-01	GL-02	GL-03
Peso de la Tara	gr	111,00	113,10	114,20
Peso de Tara + Muestra Húmeda	gr	388,20	382,80	385,10
Peso de Tara + Muestra Seca	gr	382,80	379,02	372,10
Peso del Agua	Nw (gr)	5,40	3,78	13,00
Peso del Suelo Seco	Ws (gr)	271,80	265,92	257,90
Contenido de Humedad Parcial	W (%)	1,99	1,42	5,04
Contenido de Humedad promedio	W _{prom} [%]	2,82		
OBSERVACIONES:				

Como puede observarse en la figura 14, en la muestra obtenida en el punto C2, a una profundidad de 0,25 a 0,63 m, se determinó un contenido de humedad promedio de 18,64% a partir de tres ensayos. El ensayo 2 presentó el menor contenido de humedad con 16,16%, mientras que el ensayo 3 registró el mayor con 23,38% (el ensayo 1 fue de 16,39%).

Figura14.

Contenido de humedad de la muestra obtenida en el punto C2 a una profundidad de 0,25 a 0,63 m.

ENSAYO: CONTENIDO DE HUMEDAD ASTM D2216		CALICATA: <u> C2 </u> PROF. DE LA MUESTRA: <u> 0,25 - 0,63 m </u>		
DESCRIPCIÓN	CONTENIDO DE HUMEDAD MUESTRA ALTERADA			
N° de Ensayo	1	2	3	
N° de la Tara	GL01	GL02	GL03	
Peso de la Tara	gr	115,20	111,20	114,40
Peso de Tara + Muestra Húmeda	gr	483,10	491,40	499,10
Peso de Tara + Muestra Seca	gr	431,30	438,50	426,20
Peso del Agua	Nw (gr)	51,80	52,90	72,90
Peso del Suelo Seco	Ws (gr)	316,10	327,30	311,80
Contenido de Humedad Parcial	W (%)	16,39	16,16	23,38
Contenido de Humedad promedio	Wprom [%]	18,64		
OBSERVACIONES:				

En la muestra obtenida en el punto C2, a una profundidad de 0,63 a 1,50 m (véase la figura 15), se determinó un contenido de humedad promedio de 31,37% a partir de tres ensayos. El ensayo 2 presentó el menor contenido de humedad con 31,07%, mientras que el ensayo 1 registró el mayor con 31,87% (el ensayo 3 fue de 31,16%).

Figura 15.

Contenido de humedad de la muestra obtenida en el punto C2 a una profundidad de 0,63 a 1,50 m

ENSAYO:		CONTENIDO DE HUMEDAD ASTM D2216			CALICATA: <u> C2 </u>
					PROF. DE LA MUESTRA: <u> 0,63 - 1,50 m </u>
DESCRIPCIÓN		CONTENIDO DE HUMEDAD MUESTRA ALTERADA			
N° de Ensayo		1	2	3	
N° de la Tara		GL01	GL02	GL03	
Peso de la Tara	gr	112,80	113,80	262,90	
Peso de Tara + Muestra Húmeda	gr	392,90	418,80	606,80	
Peso de Tara + Muestra Seca	gr	325,20	346,50	525,10	
Peso del Agua	Nw (gr)	67,70	72,30	81,70	
Peso del Suelo Seco	Ws (gr)	212,40	232,70	262,20	
Contenido de Humedad Parcial	W (%)	31,87	31,07	31,16	
Contenido de Humedad promedio	W_{prom} [%]	31,37			
OBSERVACIONES:					

Granulometría

En la muestra obtenida en el punto C1, a una profundidad de 0,00 a 0,30 m, se obtuvo un peso total de muestra de 1762,40 g. La distribución granulométrica indica un material compuesto principalmente por gravas (51,23%) y arenas (47,74%), con un contenido muy bajo de finos (1,03%). Los parámetros granulométricos dan un coeficiente de uniformidad (C_u) = 51,02 y un coeficiente de curvatura (C_c) = 0,60 (Figura 16). Con estos resultados, la muestra se clasifica como GP según SUCS y como A-1-a según AASHTO (Figura 17).

Figura16.

Granulometría de la muestra C1 a una profundidad de 0,00 a 0,30 m.

ENSAYO:	
GRANULOMETRÍA	
ASTM D422	

CALICATA: C1
 PROF. DE LA MUESTRA: 0,00 - 0,30

TAMIZ	ABERTURA [mm]	PESO RETENIDO [g]	%RETENIDO	%ACUMULADO	
				RETENIDO	PASANTE
3"	75	-	-	-	100,00
2(1/2)"	63,5	-	-	-	100,00
2"	50,8	-	-	-	100,00
1(1/2)"	38,1	149,70	8,49	8,49	91,51
1"	25,4	30,60	1,74	10,23	89,77
3/4"	19	101,40	5,75	15,98	84,02
1/2"	12,7	271,90	15,43	31,41	68,59
3/8"	9,5	119,90	6,80	38,21	61,79
N° 4	4,75	229,40	13,02	51,23	48,77
N° 8	2,38	153,10	8,69	59,92	40,08
N° 10	2	39,40	2,24	62,15	37,85
N° 12	1,7	26,10	1,48	63,63	36,37
N° 20	0,85	129,90	7,37	71,01	28,99
N° 30	0,59	58,10	3,30	74,30	25,70
N° 40	0,425	61,10	3,47	77,77	22,23
N° 50	0,297	57,40	3,26	81,03	18,97
N° 60	0,25	50,70	2,88	83,90	16,10
N° 80	0,18	78,60	4,46	88,36	11,64
N° 100	0,15	85,90	4,87	93,24	6,76
N° 200	0,075	101,10	5,74	98,97	1,03
FONDO		18,10	1,03	100,00	
TOTAL		1762,40	100		

CARACTERÍSTICAS GRANULOMÉTRICAS

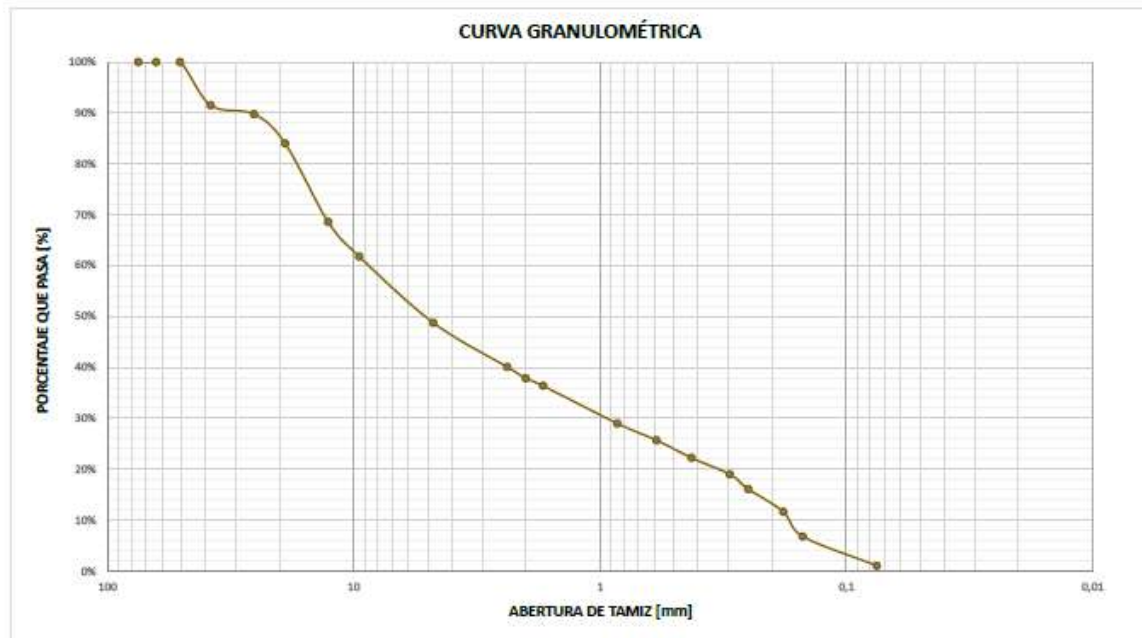
Diámetro correspondiente al 10% $D_{10} = 0,17$ mm
 Diámetro correspondiente al 30% $D_{30} = 0,93$ mm
 Diámetro correspondiente al 60% $D_{60} = 8,64$ mm

Coefficiente de uniformidad $C_u = 51,02$
 Coeficiente de curvatura o gradación $C_c = 0,60$

Porcentaje de gravas % Gravas = 51,23
 Porcentaje de finos % Finos = 1,03
 Porcentaje de arenas % Arenas = 47,74

Figura 17.

Curva granulométrica de la muestra C1 obtenida a una profundidad de 0,00 a 0,30 m.



CLASIFICACIÓN POR SUCS
GP

CLASIFICACIÓN POR AASHTO
A-1-a

En la muestra obtenida en el punto C2, a una profundidad de 0,00 a 0,25 m, se obtuvo un peso total de muestra de 2032,10 g. La distribución granulométrica muestra un material compuesto principalmente por gravas (68,89%), seguido de arenas (27,10%) y un bajo contenido de finos (4,00%) (Figura 18). Además, se obtuvo un coeficiente de uniformidad (C_u) = 40,21 y un coeficiente de curvatura (C_c) = 1,75 (Figura 19).

Figura18.

Granulometría de la muestra C2 a una profundidad de 0,00 a 0,25 m.

ENSAYO: GRANULOMETRÍA ASTM D422
--

CALICATA: C2
 PROF. DE LA MUESTRA: 0,00 - 0,25 m

TAMIZ	ABERTURA [mm]	PESO RETENIDO [gr]	%RETENIDO	%ACUMULADO	
				RETENIDO	PASANTE
3"	75	-	-	-	100,00
2(1/2)"	63,5	-	-	-	100,00
2"	50,8	-	-	-	100,00
1(1/2)"	38,1	160,00	7,87	7,87	92,13
1"	25,4	280,00	13,78	21,65	78,35
3/4"	19	330,00	16,24	37,89	62,11
1/2"	12,7	260,00	12,79	50,69	49,31
3/8"	9,5	210,00	10,33	61,02	38,98
N° 4	4,75	160,00	7,87	68,89	31,11
N° 8	2,38	62,70	3,09	71,98	28,02
N° 10	2	55,70	2,74	74,72	25,28
N° 12	1,7	48,70	2,40	77,12	22,88
N° 20	0,85	111,40	5,48	82,60	17,40
N° 30	0,59	104,50	5,14	87,74	12,26
N° 40	0,425	52,20	2,57	90,31	9,69
N° 50	0,297	38,30	1,88	92,20	7,80
N° 60	0,25	27,90	1,37	93,57	6,43
N° 80	0,18	20,90	1,03	94,60	5,40
N° 100	0,15	15,30	0,75	95,35	4,65
N° 200	0,075	13,20	0,65	96,00	4,00
FONDO		81,30	4,00	100,00	
TOTAL		2032,1	100		

CARACTERÍSTICAS GRANULOMÉTRICAS

Diámetro correspondiente al 10% $D_{10} = 0,44$ mm

Diámetro correspondiente al 30% $D_{30} = 3,71$ mm

Diámetro correspondiente al 60% $D_{60} = 17,78$ mm

Coefficiente de uniformidad $C_u = 40,21$

Coefficiente de curvatura o gradación $C_c = 1,75$

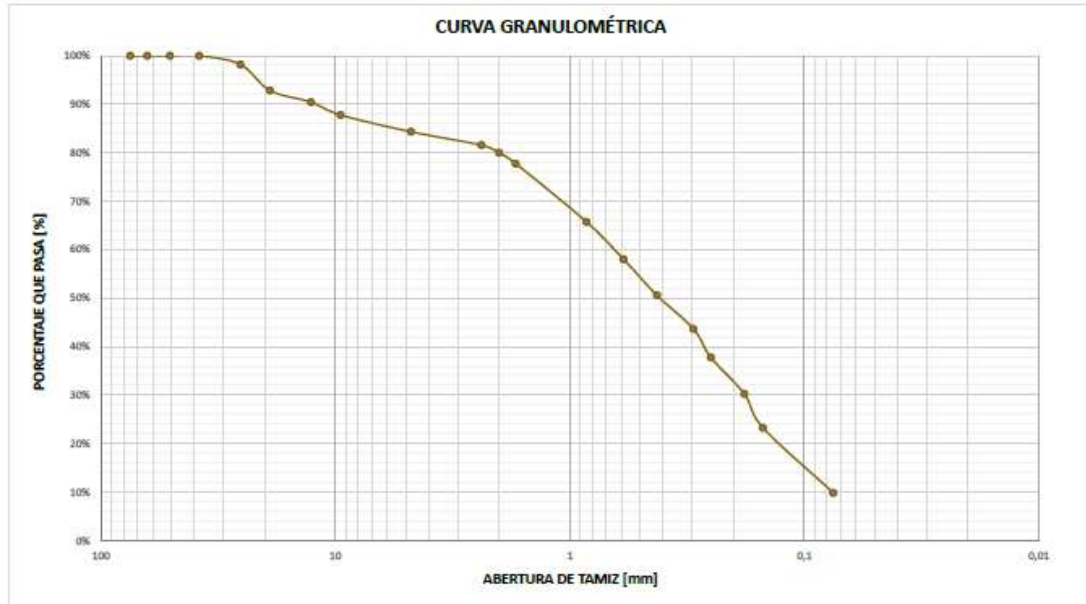
Porcentaje de gravas % Gravas = 68,89

Porcentaje de finos % Finos = 4,00

Porcentaje de arenas % Arenas = 27,10

Figura19.

Curva granulométrica de la muestra C2 obtenida a una profundidad de 0,00 a 0,25 m.



En la muestra obtenida en el punto C1, a una profundidad de 0,30 a 0,72 m, se obtuvo un peso total de muestra de 1414,98 g. La distribución granulométrica indica un material compuesto principalmente por arenas (74,48%), con presencia menor de gravas (15,69%) y un contenido de finos de 9,83% (Figura 20). Además, se obtuvo un coeficiente de uniformidad (C_u) = 8,55 y un coeficiente de curvatura (C_c) = 0,65 (Figura 21).

Figura20.

Granulometría de la muestra C1, obtenida a una profundidad de 0,30 a 0,72 m.

ENSAYO:	
GRANULOMETRÍA	
ASTM D422	

CALICATA: C1
 PROF. DE LA MUESTRA: 0,30 - 0,72

TAMIZ	ABERTURA [mm]	PESO RETENIDO [g]	%RETENIDO	%ACUMULADO	
				RETENIDO	PASANTE
3"	75	-	-	-	100,00
2(1/2)"	63,5	-	-	-	100,00
2"	50,8	-	-	-	100,00
1(1/2)"	38,1	-	-	-	100,00
1"	25,4	25,50	1,80	1,80	98,20
3/4"	19	76,00	5,37	7,17	92,83
1/2"	12,7	33,80	2,39	9,56	90,44
3/8"	9,5	37,50	2,65	12,21	87,79
Nº 4	4,75	49,20	3,48	15,69	84,31
Nº 8	2,38	38,80	2,74	18,43	81,57
Nº 10	2	22,10	1,56	19,99	80,01
Nº 12	1,7	31,90	2,25	22,25	77,75
Nº 20	0,85	169,70	11,99	34,24	65,76
Nº 30	0,59	109,10	7,71	41,95	58,05
Nº 40	0,425	105,10	7,43	49,38	50,62
Nº 50	0,297	98,10	6,93	56,31	43,69
Nº 60	0,25	83,40	5,89	62,21	37,79
Nº 80	0,18	106,48	7,53	69,73	30,27
Nº 100	0,15	98,70	6,98	76,71	23,29
Nº 200	0,075	190,50	13,46	90,17	9,83
FONDO		139,10	9,83	100,00	
TOTAL		1414,98	100		

CARACTERÍSTICAS GRANULOMÉTRICAS

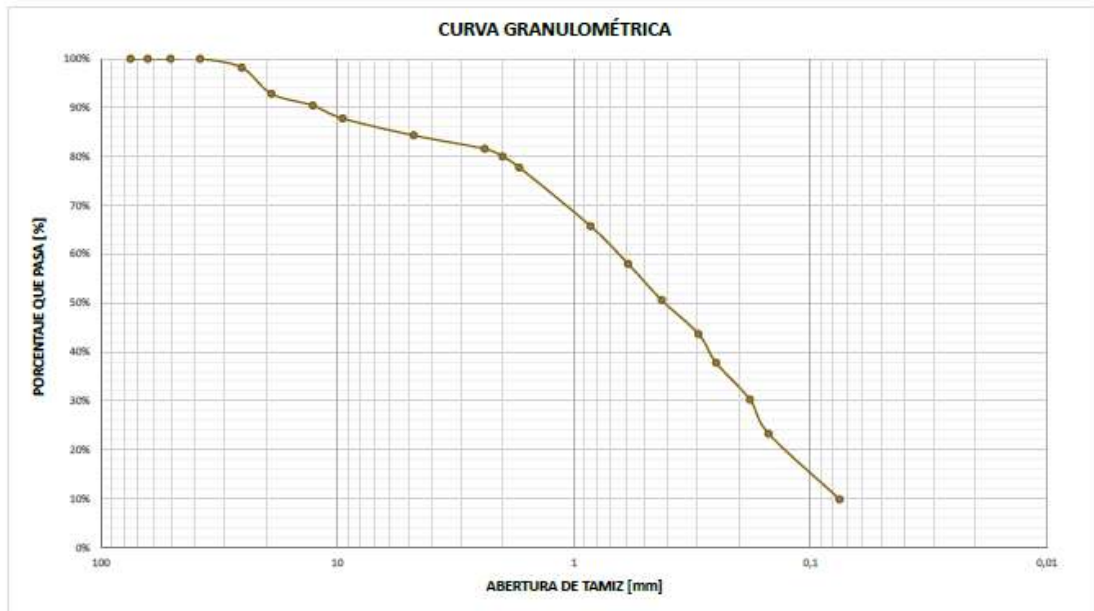
Diámetro correspondiente al 10% $D_{10} = 0,08$ mm
 Diámetro correspondiente al 30% $D_{30} = 0,18$ mm
 Diámetro correspondiente al 60% $D_{60} = 0,65$ mm

Coefficiente de uniformidad $C_u = 8,55$
 Coeficiente de curvatura o gradación $C_c = 0,65$

Porcentaje de gravas % Gravas = 15,69
 Porcentaje de finos % Finos = 9,83
 Porcentaje de arenas % Arenas = 74,48

Figura21.

Curva granulométrica de la muestra C1 obtenida a una profundidad de 0,30 a 0,72 m.



En la muestra obtenida en el punto C2, a una profundidad de 0,25 a 0,63 m, se obtuvo un peso total de muestra de 1821,30 g. La distribución granulométrica indica un material compuesto principalmente por arenas (76,01%), con presencia menor de gravas (16,20%) y un contenido de finos de 7,79% (Figura 22). Además, se obtuvo un coeficiente de uniformidad (C_u) = 7,72 y un coeficiente de curvatura (C_c) = 0,92 (Figura 23).

Figura22.

Granulometría de la muestra C2, obtenida a una profundidad de 0,25 a 0,63 m.

ENSAYO: GRANULOMETRÍA ASTM D422
--

CALICATA: C2
 PROF. DE LA MUESTRA: 0,25 - 0,63 m

TAMIZ	ABERTURA [mm]	PESO RETENIDO [g]	%RETENIDO	%ACUMULADO	
				RETENIDO	PASANTE
3"	75	-	-	-	100,00
2(1/2)"	63,5	-	-	-	100,00
2"	50,8	-	-	-	100,00
1(1/2)"	38,1	-	-	-	100,00
1"	25,4	40,00	2,20	2,20	97,80
3/4"	19	70,00	3,84	6,04	93,96
1/2"	12,7	75,00	4,12	10,16	89,84
3/8"	9,5	60,00	3,29	13,45	86,55
Nº 4	4,75	50,00	2,75	16,20	83,80
Nº 8	2,38	120,00	6,59	22,79	77,21
Nº 10	2	80,00	4,39	27,18	72,82
Nº 12	1,7	51,80	2,84	30,02	69,98
Nº 20	0,85	227,50	12,49	42,51	57,49
Nº 30	0,59	309,80	17,01	59,52	40,48
Nº 40	0,425	118,00	6,48	66,00	34,00
Nº 50	0,297	111,80	6,14	72,14	27,86
Nº 60	0,25	65,30	3,59	75,73	24,27
Nº 80	0,18	110,00	6,04	81,77	18,23
Nº 100	0,15	136,90	7,52	89,28	10,72
Nº 200	0,075	53,30	2,93	92,21	7,79
FONDO		141,90	7,79	100,00	
TOTAL		1821,3	100		

CARACTERÍSTICAS GRANULOMÉTRICAS

Diámetro correspondiente al 10% $D_{10} = 0,13$ mm
 Diámetro correspondiente al 30% $D_{30} = 0,34$ mm
 Diámetro correspondiente al 60% $D_{60} = 0,98$ mm

Coeficiente de uniformidad $C_u = 7,72$
 Coeficiente de curvatura o gradación $C_c = 0,92$

Porcentaje de gravas % Gravas = 16,20
 Porcentaje de finos % Finos = 7,79
 Porcentaje de arenas % Arenas = 76,01

Figura23.

Curva granulométrica de la muestra C2, obtenida a una profundidad de 0,25 a 0,63 m.



En la muestra obtenida en el punto C1, a una profundidad de 0,72 a 1,50 m, se obtuvo un peso total de muestra de 1681,00 g. La distribución granulométrica indica un material compuesto principalmente por arenas (77,52%), con presencia menor de gravas (14,85%) y un contenido de finos de 7,63% (Figura 24). Además, se obtuvo un coeficiente de uniformidad (C_u) = 6,58 y un coeficiente de curvatura (C_c) = 0,86 (Figura 25).

Figura24.

Granulometría de la muestra C1, obtenida a una profundidad de 0,72 a 1,50 m.

<p>ENSAYO:</p> <p>GRANULOMETRÍA</p> <p>ASTM D422</p>

CALICATA: C1
 PROF. DE LA MUESTRA: 0,72 - 1,50 m

TAMIZ	ABERTURA [mm]	PESO RETENIDO [gr]	%RETENIDO	%ACUMULADO	
				RETENIDO	PASANTE
3"	75	-	-	-	100,00
2(1/2)"	63,5	-	-	-	100,00
2"	50,8	-	-	-	100,00
1(1/2)"	38,1	106,80	6,35	6,35	93,65
1"	25,4	-	-	6,35	93,65
3/4"	19	39,70	2,36	8,72	91,28
1/2"	12,7	35,10	2,09	10,80	89,20
3/8"	9,5	18,80	1,12	11,92	88,08
N° 4	4,75	49,20	2,93	14,85	85,15
N° 8	2,38	34,60	2,06	16,91	83,09
N° 10	2	13,10	0,78	17,69	82,31
N° 12	1,7	13,30	0,79	18,48	81,52
N° 20	0,85	202,00	12,02	30,49	69,51
N° 30	0,59	148,90	8,86	39,35	60,65
N° 40	0,425	139,80	8,32	47,67	52,33
N° 50	0,297	147,50	8,77	56,44	43,56
N° 60	0,25	135,40	8,05	64,50	35,50
N° 80	0,18	163,70	9,74	74,24	25,76
N° 100	0,15	125,00	7,44	81,67	18,33
N° 200	0,075	179,80	10,70	92,37	7,63
FONDO		128,30	7,63	100,00	
TOTAL		1681,00	100		

CARACTERÍSTICAS GRANULOMÉTRICAS

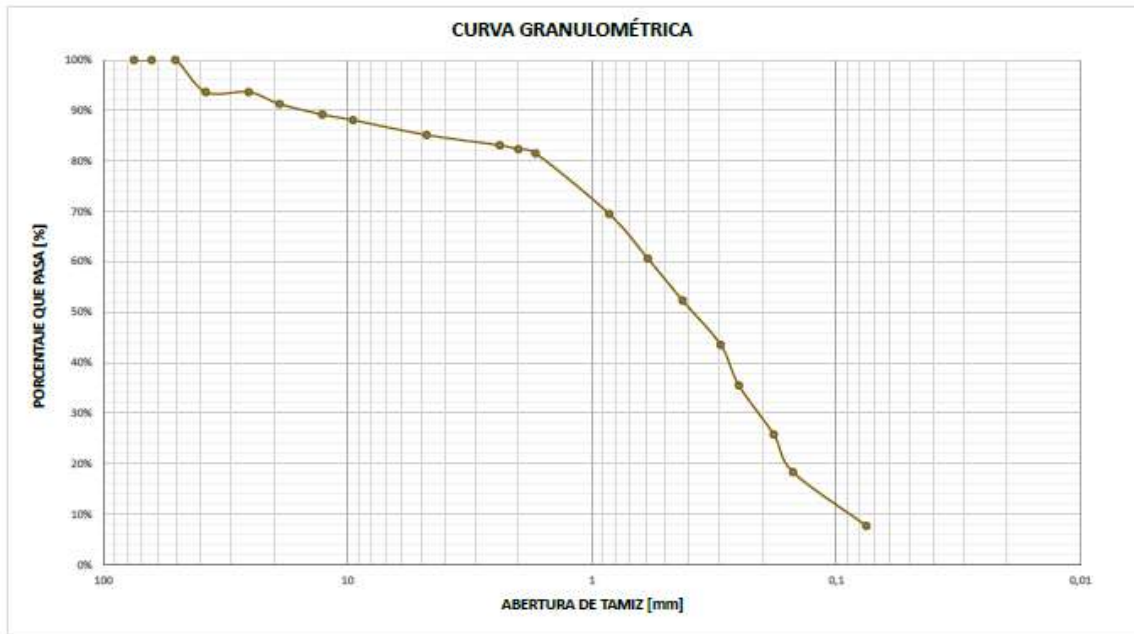
Diámetro correspondiente al 10% $D_{10} = 0,09$ mm
 Diámetro correspondiente al 30% $D_{30} = 0,21$ mm
 Diámetro correspondiente al 60% $D_{60} = 0,58$ mm

Coefficiente de uniformidad $C_u = 6,58$
 Coeficiente de curvatura o gradación $C_c = 0,86$

Porcentaje de gravas % Gravas = 14,85
 Porcentaje de finos % Finos = 7,63
 Porcentaje de arenas % Arenas = 77,52

Figura25.

Curva granulométrica de la muestra C1, obtenida a una profundidad de 0,72 a 1,50 m.



En la muestra obtenida en el punto C2, a una profundidad de 0,63 a 1,50 m, se obtuvo un peso total de muestra de 2117,30 g. La distribución granulométrica indica un material compuesto principalmente por arenas (79,60%), con presencia menor de gravas (10,40%) y un contenido de finos de 9,99% (Figura 26). Además, se obtuvo un coeficiente de uniformidad (C_u) = 8,29 y un coeficiente de curvatura (C_c) = 0,79 (Figura 27).

Figura26.

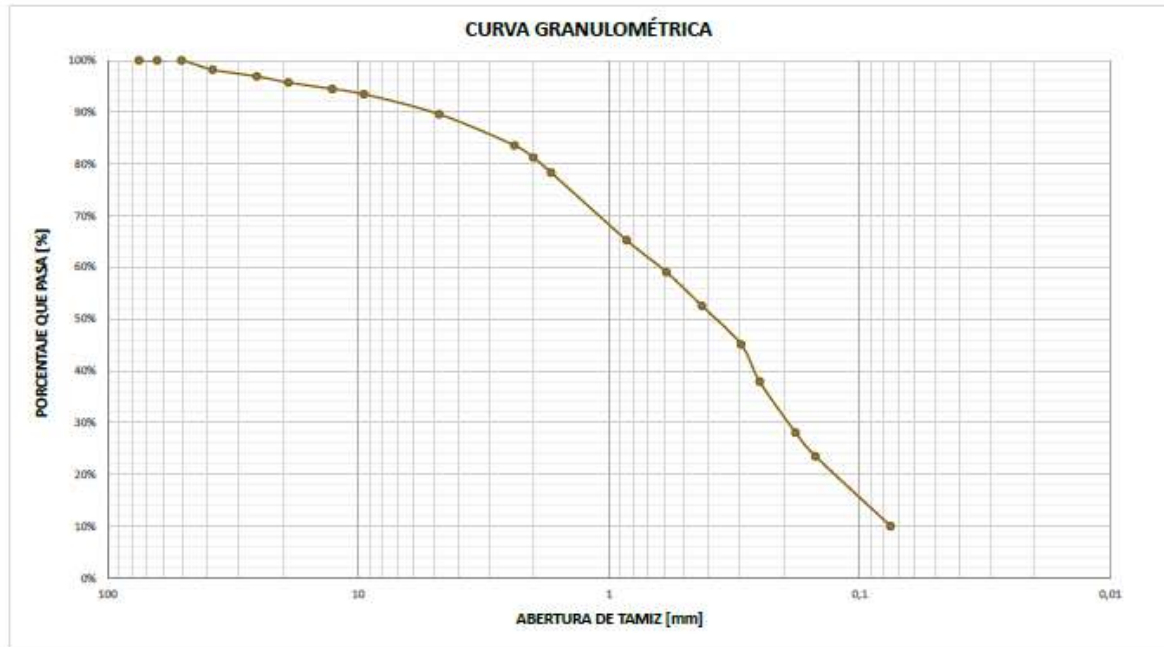
Granulometría de la muestra C2, obtenida a una profundidad de 0,63 a 1,50 m.

ENSAYO: GRANULOMETRÍA ASTM D422					
CALICATA: <u> C2 </u> PROF. DE LA MUESTRA: <u> 0,63 - 1,50 m </u>					
TAMIZ	ABERTURA [mm]	PESO RETENIDO [g]	%RETENIDO	%ACUMULADO	
				RETENIDO	PASANTE
3"	75	-	-	-	100,00
2(1/2)"	63,5	-	-	-	100,00
2"	50,8	-	-	-	100,00
1(1/2)"	38,1	38,10	1,80	1,80	98,20
1"	25,4	27,40	1,29	3,09	96,91
3/4"	19	25,10	1,19	4,28	95,72
1/2"	12,7	26,10	1,23	5,51	94,49
3/8"	9,5	21,40	1,01	6,52	93,48
Nº 4	4,75	82,20	3,88	10,40	89,60
Nº 8	2,38	127,40	6,02	16,42	83,58
Nº 10	2	49,60	2,34	18,76	81,24
Nº 12	1,7	61,70	2,91	21,68	78,32
Nº 20	0,85	276,30	13,05	34,73	65,27
Nº 30	0,59	130,30	6,15	40,88	59,12
Nº 40	0,425	138,90	6,56	47,44	52,56
Nº 50	0,297	157,30	7,43	54,87	45,13
Nº 60	0,25	152,60	7,21	62,08	37,92
Nº 80	0,18	208,10	9,83	71,91	28,09
Nº 100	0,15	96,60	4,56	76,47	23,53
Nº 200	0,075	286,60	13,54	90,01	9,99
FONDO		211,60	9,99	100,00	
TOTAL		2117,3	100		

CARACTERÍSTICAS GRANULOMÉTRICAS	
Diámetro correspondiente al 10%	D ₁₀ = 0,08 mm
Diámetro correspondiente al 30%	D ₃₀ = 0,19 mm
Diámetro correspondiente al 60%	D ₆₀ = 0,62 mm
Coefficiente de uniformidad	C _u = 8,29
Coefficiente de curvatura o gradación	C _c = 0,79
Porcentaje de gravas	% Gravas = 10,40
Porcentaje de finos	% Finos = 9,99
Porcentaje de arenas	% Arenas = 79,60

Figura27.

Curva granulométrica de la muestra C2, obtenida a una profundidad de 0,63 a 1,50 m.



Ensayo de gravedad específica

En el ensayo de Gravedad Específica (ASTM D854 – Picnómetro) para la muestra correspondiente a las calicatas C1–C2 a una profundidad de 0,00 a 0,30 m (suelo clasificado como grava mal gradada), se realizaron tres determinaciones (GL01, GL02 y GL03). Como resultado, la gravedad específica corregida a 20°C ($G_{s(20)}$) presentó un promedio de 3,379, con un valor mínimo de 3,328 en el ensayo 2 y un valor máximo de 3,424 en el ensayo 1 (el ensayo 3 registró 3,386) (Figura 28).

Figura28.

Ensayo de gravedad específica de las calicatas C1–C2 obtenidas a una profundidad de 0,00 a 0,30 m.

ENSAYO: GRAVEDAD ESPECIFICA ASTM D854		CALICATA : C1 - C2 PROF. DE LA MUESTRA : 0,00 - 0,30 CLASIFICACIÓN DEL SUELO : Grava mal gradada		
---	--	---	--	--

DESCRIPCIÓN	GRAVEDAD ESPECIFICA DE SOLIDOS - PICNÓMETRO			
	1	2	3	
N° de Ensayo	1	2	3	
N° Muestra o Picnómetro	GL01	GL02	GL03	
Preparación del Ensayo				
Masa promedio del picnómetro	Mp (gr)	200,60	196,80	203,60
Masa del picnómetro + agua, calib.	Mpw,c (gr)	698,50	694,50	701,50
Temperatura de calibración	Tc (°C)	25,9	26,0	25,8
Densidad de masa del agua, calib.	pw,c (gr/mL)	0,99681	0,99679	0,99684
Volumen del picnómetro	Vp (mL)	499,49	499,30	499,48
Procedimiento Operativo				
Masa promedio del picnómetro	Mp (gr)	200,60	196,80	203,60
Método de aplicación para selección de muestra		MÉTODO A	MÉTODO A	MÉTODO A
Masa del picnómetro + agua + suelo	Mpw,t (gr)	769,00	764,40	772,00
Temperatura de ensayo	Tt (°C)	23,4	23,2	23,5
Densidad de masa del agua ensayada	pw,t (gr/mL)	0,99745	0,99749	0,99742
Masa del suelo seco	Ms (gr)	99,10	99,40	99,60
Masa del picnómetro + agua	Mpw,t (gr)	698,82	694,85	701,79
Gravedad específica de suelo	Gt (gr/cm³)	3,427	3,330	3,389
Factor de corrección por temperatura	k	0,99924	0,99929	0,99921
Gravedad específica de suelos	G ₂₀ (gr/cm³)	3,424	3,328	3,386
Gravedad específica promedio	G ₂₀ (gr/cm³)	3,379		
Observaciones:				

En el ensayo de Gravedad Específica (ASTM D854 – Picnómetro) para la muestra correspondiente a las calicatas C1–C2 a una profundidad de 0,30 a 0,72 m (suelo clasificado como arena mal gradada con limo), se realizaron tres determinaciones (GL01, GL02 y GL03). Como resultado, la gravedad específica corregida a 20°C (G_{s(20)}) presentó un promedio de 2,608, con un valor mínimo de 2,465 en el ensayo 3 y un valor máximo de 2,752 en el ensayo 1 (el ensayo 2 registró 2,609) (Figura 29).

Figura29.

Ensayo de gravedad específica de las calicatas C1–C2 obtenidas a una profundidad de 0,30 a 0,72 m.

ENSAYO: GRAVEDAD ESPECIFICA ASTM D854		CALICATA : C1 - C2 PROF. DE LA MUESTRA : 0,30 - 0,72 CLASIFICACIÓN DEL SUELO : Arena mal gradada con limo	
---	--	--	--

DESCRIPCIÓN	GRAVEDAD ESPECIFICA DE SOLIDOS - PICNÓMETRO			
	1	2	3	
N° de Ensayo	1	2	3	
N° Muestra o Picnómetro	GL01	GL02	GL03	
Preparación del Ensayo				
Masa promedio del picnómetro	M _p (gr)	202,10	200,50	198,90
Masa del picnómetro + agua, calib.	M _{pw,c} (gr)	702,60	704,90	698,30
Temperatura de calibración	T _c (°C)	24,2	24,1	24,3
Densidad de masa del agua, calib.	ρ _{w,c} (gr/mL)	0,99725	0,99727	0,99723
Volumen del picnómetro	V _p (mL)	501,88	505,78	500,79
Procedimiento Operativo				
Masa promedio del picnómetro	M _p (gr)	202,10	200,50	198,90
Método de aplicación para selección de muestra		MÉTODO A	MÉTODO A	MÉTODO A
Masa del picnómetro + agua + suelo	M _{pw,t} (gr)	753,40	755,50	746,90
Temperatura de ensayo	T _t (°C)	23,3	23,0	23,1
Densidad de masa del agua ensayada	ρ _{w,t} (gr/mL)	0,99745	0,99754	0,99752
Masa del suelo seco	M _s (gr)	79,60	81,80	81,50
Masa del picnómetro + agua	M _{pw,t} (gr)	702,70	705,04	698,45
Gravedad específica de suelo	G _t (gr/cm ³)	2,754	2,610	2,466
Factor de corrección por temperatura	k	0,99926	0,99933	0,99931
Gravedad específica de suelos	G ₂₀ (gr/cm ³)	2,752	2,609	2,465
Gravedad específica promedio	G ₂₀ (gr/cm ³)	2,608		
Observaciones:				

Véase en la figura 30 que en el ensayo de Gravedad Específica (ASTM D854 – Picnómetro) para la muestra correspondiente a las calicatas C1–C2 a una profundidad de 0,72 a 1,50 m (suelo clasificado como arena mal gradada con arcilla), se realizaron tres determinaciones (GL01, GL02 y GL03). Como resultado, la gravedad específica corregida a 20°C (G_{s(20)}) presentó un promedio de 2,655, con un valor mínimo de 2,496 en el ensayo 3 y un valor máximo de 2,904 en el ensayo 1 (el ensayo 2 registró 2,564).

Figura30.

Ensayo de gravedad especifica de las calicatas C1-C2 obtenidas a una profundidad de 0,72 a 1,50 m.

ENSAYO: GRAVEDAD ESPECIFICA ASTM D854		CALICATA : C1 - C2 PROF. DE LA MUESTRA : 0,72 - 1,50 m CLASIFICACIÓN DEL SUELO : Arena mal gradada con arcilla		
DESCRIPCIÓN	GRAVEDAD ESPECIFICA DE SOLIDOS - PICNÓMETRO			
Nº de Ensayo	1	2	3	
Nº Muestra o Picnómetro	GL01	GL02	GL03	
Preparación del Ensayo				
Masa promedio del picnómetro	Mp (gr)	201,10	149,90	200,80
Masa del picnómetro + agua, calib.	Mpw,c (gr)	699,50	649,90	698,90
Temperatura de calibración	Tc (°C)	23,8	24,2	24,6
Densidad de masa del agua, calib.	pw,c (gr/mL)	0,99735	0,99725	0,99715
Volumen del picnómetro	Vp (mL)	499,72	501,38	499,52
Procedimiento Operativo				
Masa promedio del picnómetro	Mp (gr)	201,10	149,90	200,80
Método de aplicación para selección de muestra		MÉTODO A	MÉTODO A	MÉTODO A
Masa del picnómetro + agua + suelo	Mpw,t (gr)	752,20	701,10	748,60
Temperatura de ensayo	Tt (°C)	23,0	23,2	23,2
Densidad de masa del agua ensayada	pw,t (gr/mL)	0,99754	0,99749	0,99749
Masa del suelo seco	Ms (gr)	80,20	83,70	82,60
Masa del picnómetro + agua	Mpw,t (gr)	699,59	650,02	699,07
Gravedad especifica de suelo	Gt (gr/cm³)	2,906	2,566	2,498
Factor de corrección por temperatura	k	0,99933	0,99929	0,99929
Gravedad especifica de suelos	G ₂₀ (gr/cm³)	2,904	2,564	2,496
Gravedad especifica promedio	G ₂₀ (gr/cm³)	2,655		
Observaciones:				

Límites de Atterberg

El ensayo para esta muestra genera una conclusión de No Plástico en Límite Líquido y Límite Plástico (Figura 31).

Figura31.

Ensayo de Límites de Atterberg realizado a la muestra obtenida a una profundidad de 0,00 a 0,30 m.

ENSAYO: LIMITES DE ATTERBERG ASTM D 4318	CALICATA : <u> C1 - C2 </u> PROF. DE LA MUESTRA : <u> 0,00 - 0,30 m </u>
--	---

DESCRIPCIÓN	LÍMITE LÍQUIDO		
Nº de Ensayo	1	2	3
Nº de capsula	M1-1	M1-2	M1-3
Peso de capsula <i>gr</i>	NP	NP	NP
Peso de capsula + Muestra húmeda <i>gr</i>	NP	NP	NP
Peso de capsula + Muestra seca <i>gr</i>	NP	NP	NP
Peso del Agua <i>Ww (gr)</i>	NP	NP	NP
Peso de Muestra Seca <i>Ws (gr)</i>	NP	NP	NP
Contenido de Humedad Parcial <i>W (%)</i>	NP	NP	NP
Nº de Golpes	NP	NP	NP
Contenido de Humedad promedio <i>Wprom (%)</i>	NP		

LÍMITE LÍQUIDO

Límite Líquido: LL = %

Usando la ecuación logarítmica

y = ln(x) +

WL = NP %

WP = NP %

IP = NP %

Símbolo de la carta de plasticidad

Observaciones: No fue posible determinar el Límite Líquido debido a que la muestra no presenta plasticidad, conforme ASTM D4318.

DESCRIPCIÓN	LÍMITE PLÁSTICO		
Nº de Ensayo	1	2	3
Nº de capsula	M1-1	M1-2	M1-3
Peso de capsula <i>gr</i>	NP	NP	NP
Peso de capsula + Muestra húmeda <i>gr</i>	NP	NP	NP
Peso de capsula + Muestra seca <i>gr</i>	NP	NP	NP
Peso del Agua <i>Ww (gr)</i>	NP	NP	NP
Peso de Muestra Seca <i>Ws (gr)</i>	NP	NP	NP
Contenido de Humedad Parcial <i>W (%)</i>	NP	NP	NP
Contenido de Humedad promedio <i>Wprom (%)</i>	NP		

Límite Plástico: LP = %

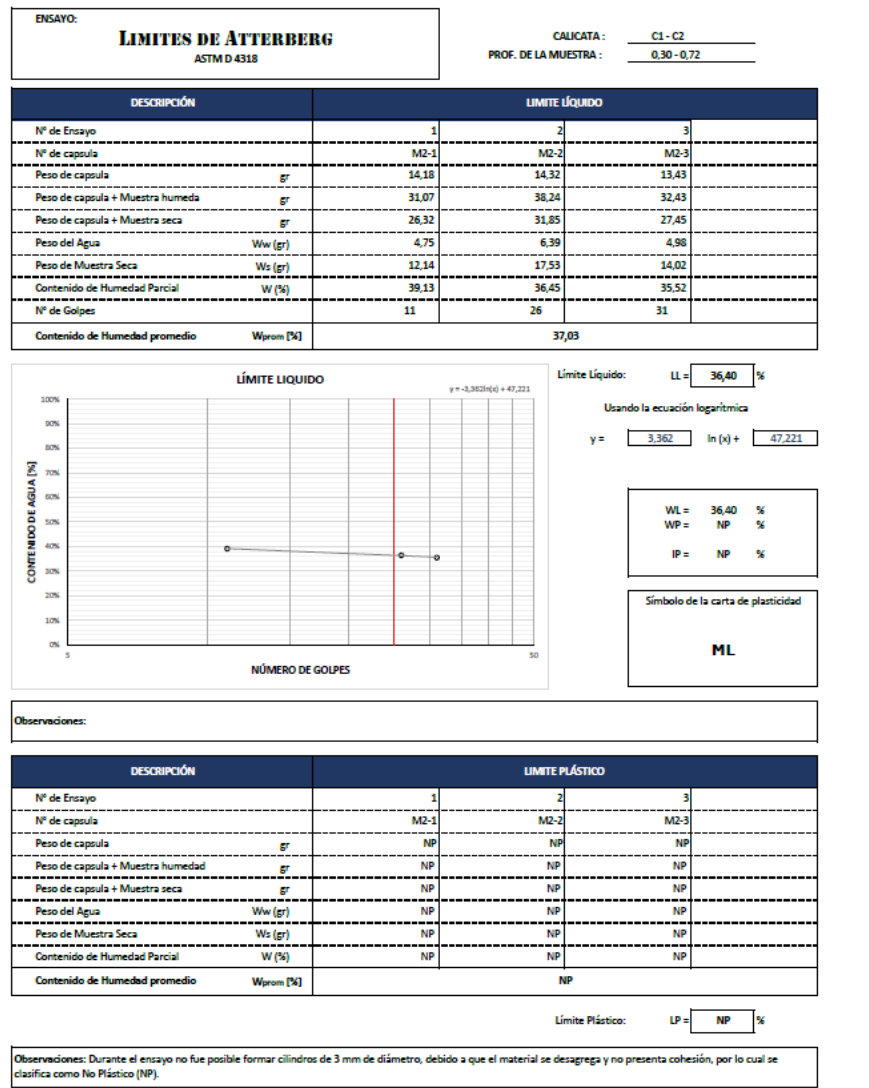
Observaciones: Durante el ensayo no fue posible formar cilindros de 3 mm de diámetro, debido a que el material se desagrega y no presenta cohesión, por lo cual se clasifica como No Plástico (NP).

Nota: El material ensayado no presenta límites de Atterberg definidos, debido a su naturaleza granular y al bajo contenido de finos (1.03 % pasa el tamiz N#200). En consecuencia, el Límite Líquido, Límite Plástico e Índice de Plasticidad se reportan como No Plástico (NP), de acuerdo con ASTM D4318.

En el ensayo de Límites de Atterberg (ASTM D4318) para la muestra correspondiente a las calicatas C1–C2, a una profundidad de 0,30 a 0,72 m, se realizaron tres determinaciones para el Límite Líquido (con 11, 26 y 31 golpes). Con los resultados obtenidos, el Límite Líquido (LL) es de 36,40%; los contenidos de humedad parciales fueron 39,13%, 36,45% y 35,52%, siendo el mayor el del ensayo 1 (39,13%) y el menor el del ensayo 3 (35,52%), con un promedio de 37,03% (Figura 32).

Figura32.

Ensayo de Límites de Atterberg realizado a la muestra obtenida a una profundidad de 0,30 a 0,72 m.

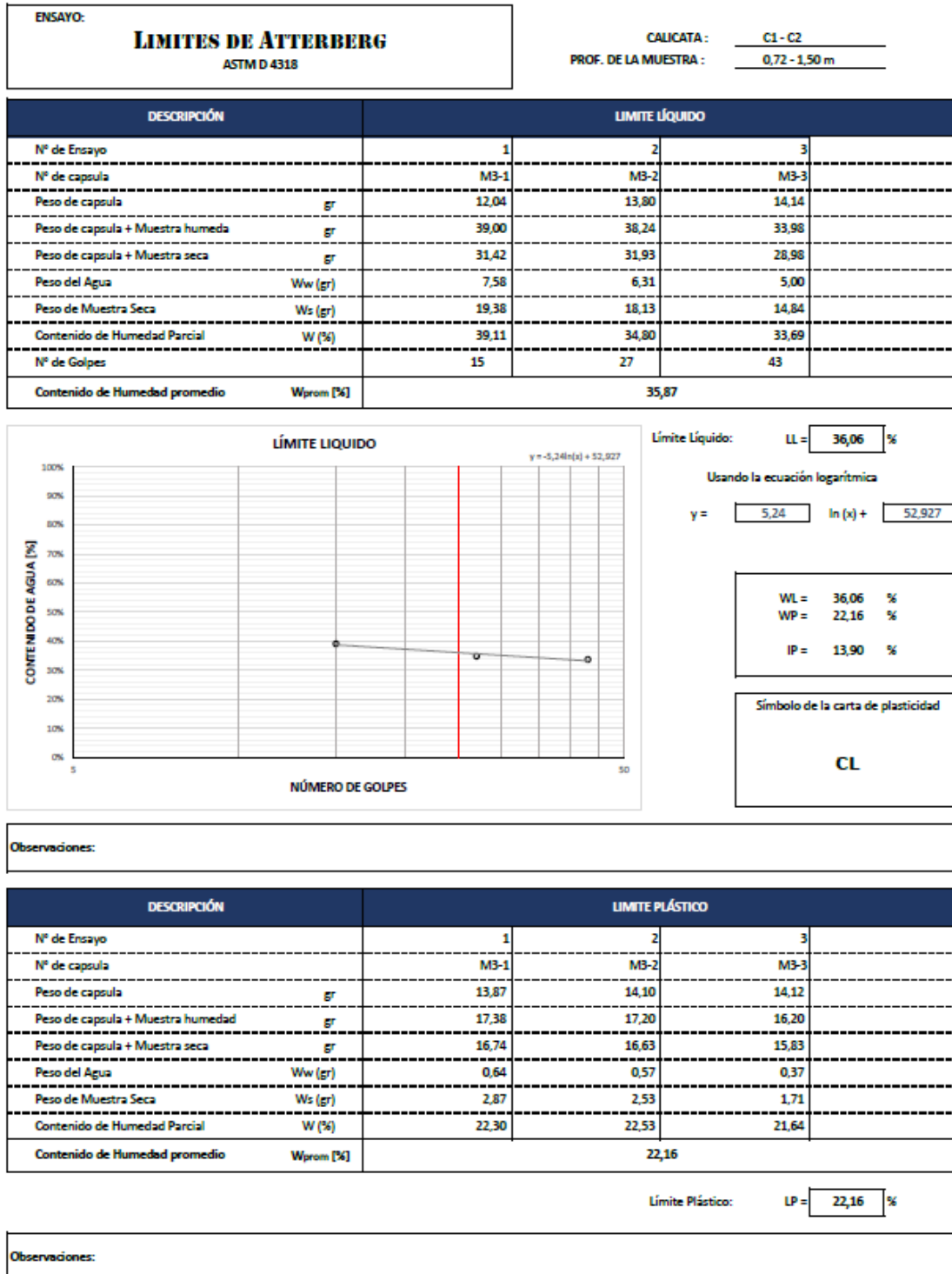


En el ensayo de Límites de Atterberg (ASTM D4318) para la muestra correspondiente a las calicatas C1–C2, a una profundidad de 0,72 a 1,50 m, se realizaron tres determinaciones para el Límite Líquido (con 15, 27 y 43 golpes). Con los resultados obtenidos, el Límite Líquido (LL) es de 36,06%; los contenidos de humedad parciales fueron 39,11%, 34,80% y 33,69%, siendo el mayor el del ensayo 1 (39,11%) y el menor el del ensayo 3 (33,69%), con un promedio de 35,87% (Figura 33).

Para el Límite Plástico (LP) se obtuvieron contenidos de humedad parciales de 22,30%, 22,53% y 21,64%, con un promedio (LP) de 22,16%. En consecuencia, el Índice de Plasticidad (IP) es 13,90% y el símbolo de clasificación en la carta de plasticidad corresponde a CL.

Figura33.

Ensayo de Límites de Atterberg realizado a la muestra obtenida a una profundidad de 0,72 a 1,50 m.

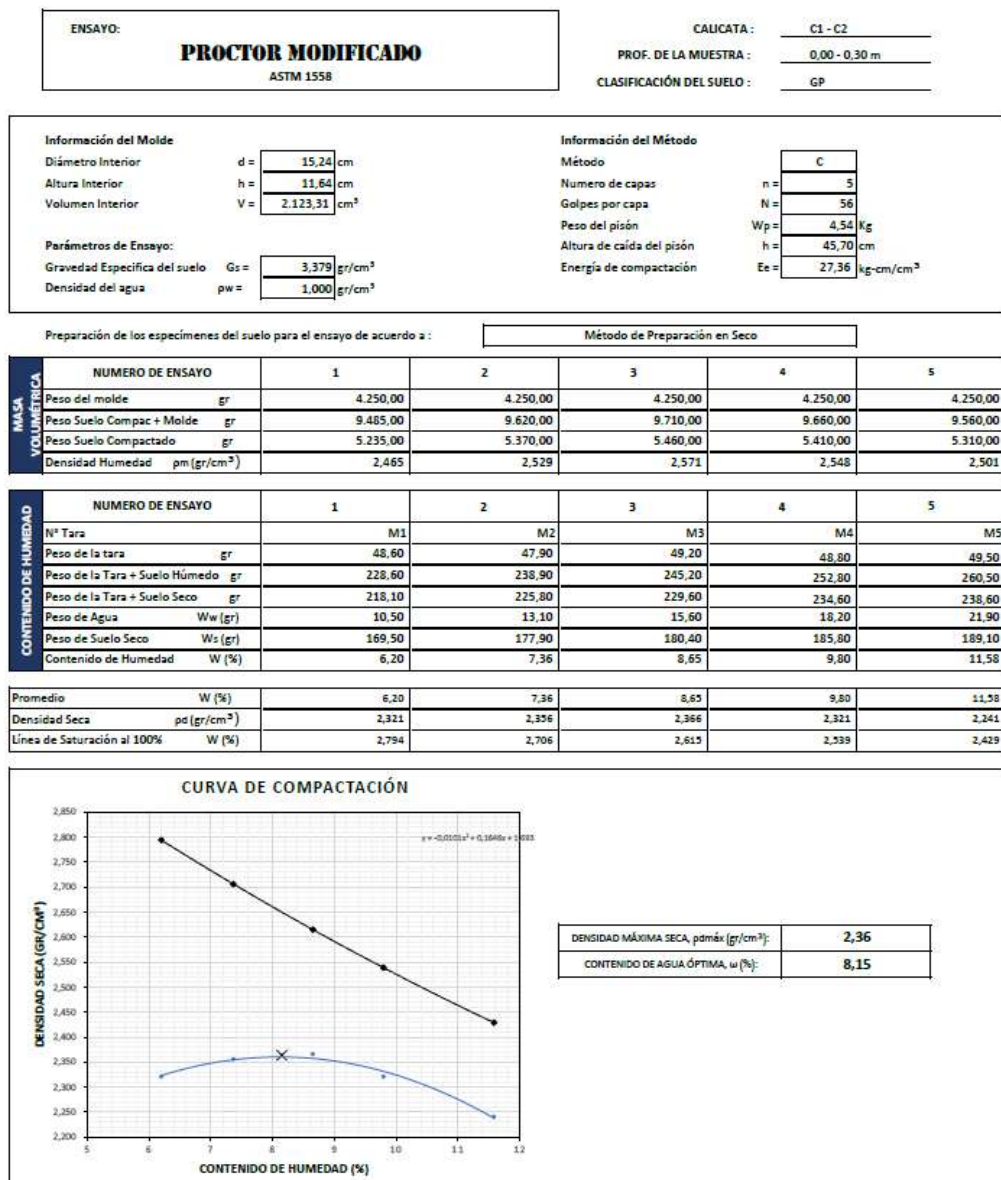


Ensayo de Proctor

En el ensayo Proctor Modificado (ASTM D1557) para la muestra correspondiente a las calicatas C1–C2, a una profundidad de 0,00 a 0,30 m (suelo clasificado como GP), se realizaron cinco puntos de compactación con contenidos de humedad de 6,20%, 7,36%, 8,65%, 9,80% y 11,58%. A partir de la curva de compactación, se determinó una densidad seca máxima (ρ_d máx) de 2,36 g/cm³ y un contenido de humedad óptimo (w ópt) de 8,15% (Figura 34).

Figura34.

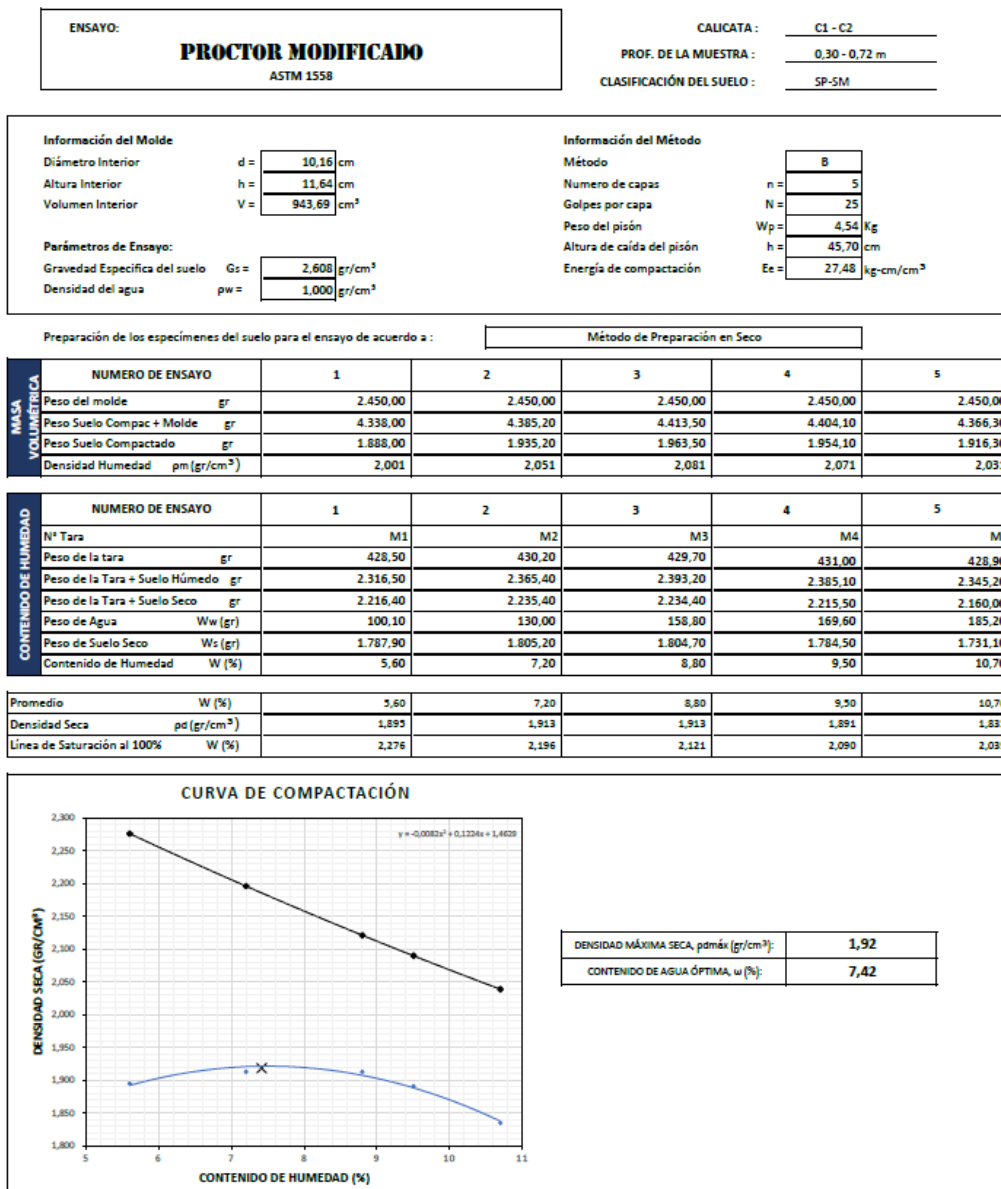
Ensayo de Proctor modificado para la muestra obtenida a una profundidad de 0,00 a 0,30 m.



En el ensayo Proctor Modificado (ASTM D1557) para la muestra correspondiente a las calicatas C1–C2, a una profundidad de 0,30 a 0,72 m (suelo clasificado como SP-SM), se realizaron cinco puntos de compactación con contenidos de humedad de 5,60%, 7,20%, 8,80%, 9,50% y 10,70%. A partir de la curva de compactación, se determinó una densidad seca máxima (ρ_d máx) de 1,92 g/cm³ y un contenido de humedad óptimo (w ópt) de 7,42% (Figura 35).

Figura35.

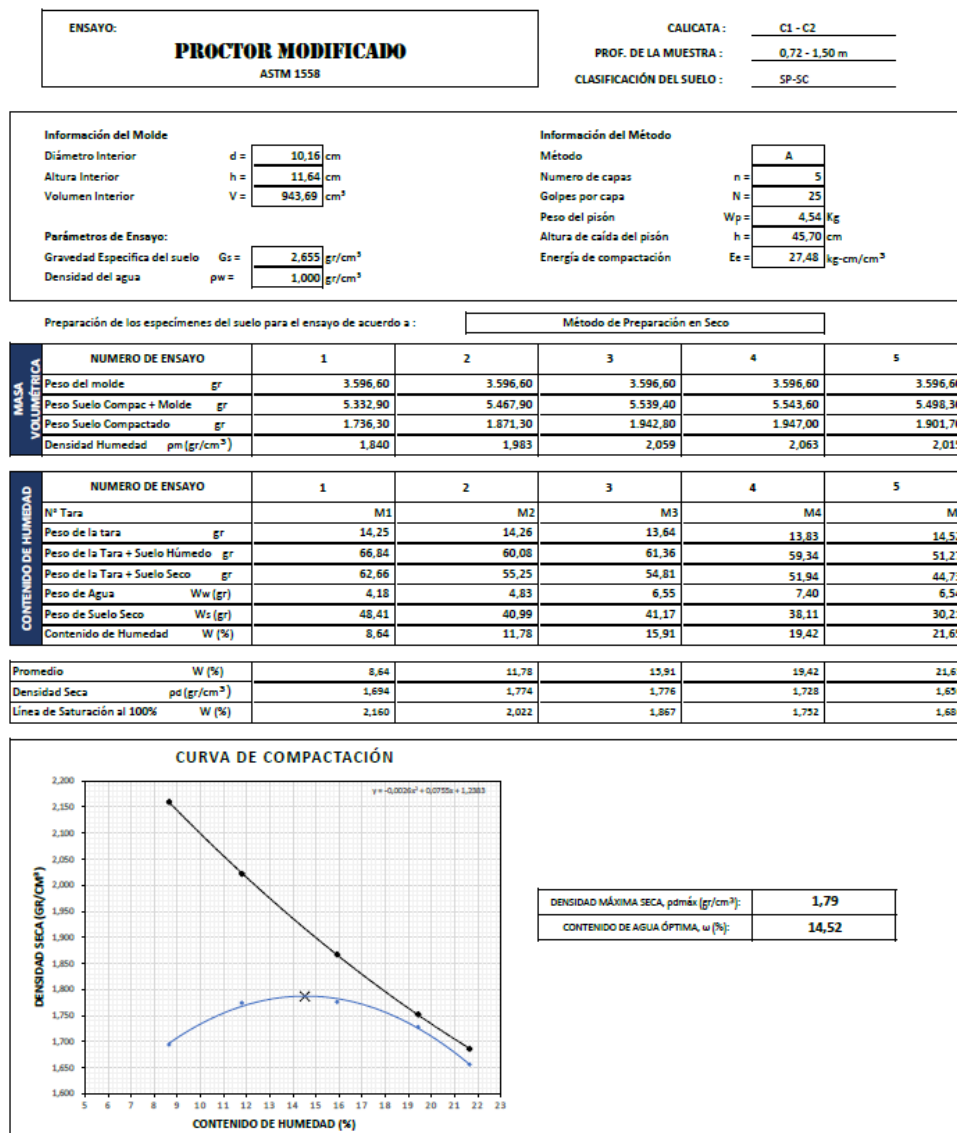
Ensayo de Proctor modificado para la muestra obtenida a una profundidad de 0,30 a 0,72 m.



En el ensayo Proctor Modificado (ASTM D1557) para la muestra correspondiente a las calicatas C1–C2, a una profundidad de 0,72 a 1,50 m (suelo clasificado como SP-SC), se realizaron cinco puntos de compactación con contenidos de humedad de 8,64%, 11,78%, 15,91%, 19,42% y 21,65%. A partir de la curva de compactación, se determinó una densidad seca máxima (ρ_d máx) de 1,79 g/cm³ y un contenido de humedad óptimo (w ópt) de 14,52% (Figura 36).

Figura36.

Ensayo de Proctor modificado para la muestra obtenida a una profundidad de 0,72 a 1,50 m.



Relación de Soporte California

En el ensayo de Relación de Soporte California – CBR (ASTM D1883) para la muestra correspondiente a las calicatas C1–C2, a una profundidad de 0,00 a 0,30 m, se ensayaron tres especímenes compactados en molde con 5 capas, variando la energía de compactación a 10, 25 y 56 golpes por capa (CBR-10, CBR-25 y CBR-56). El ensayo se ejecutó con el contenido de agua óptimo del Proctor de 8,15% y una densidad seca máxima Proctor de 2,36 g/cm³ como referencia.

Durante la compactación, se obtuvieron densidades secas compactadas de 1,548; 1,573 y 1,606 g/cm³ (para 10, 25 y 56 golpes, respectivamente), observándose un incremento de densidad con mayor esfuerzo. La expansión registrada durante el remojo fue baja en los tres casos (del orden de décimas de milímetro), indicando un comportamiento con poca hinchazón. Finalmente, según la hoja de resultados, se adoptó un CBR de diseño de 85% (Figura 37).

Figura37.

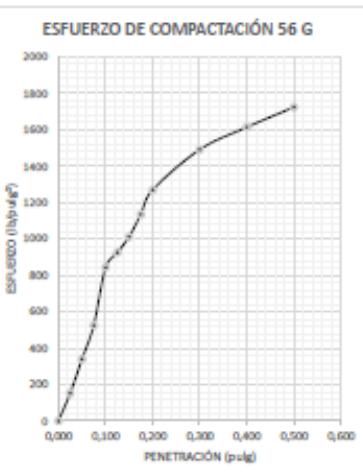
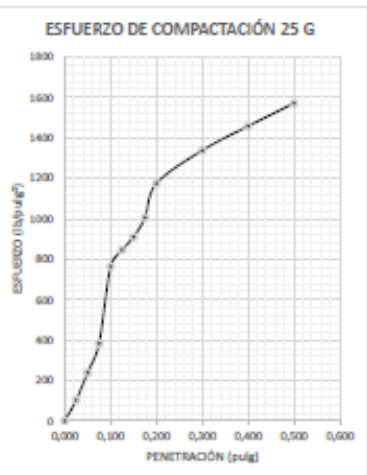
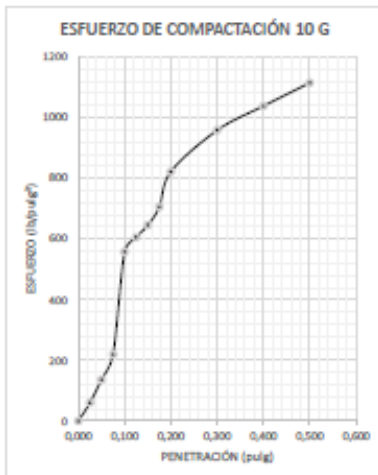
C.B.R. determinada en la muestra obtenida a una profundidad de 0,00 a 0,30 m.

ENSAYO: RELACIÓN SOPORTE CALIFORNIA CBR ASTM D 1883		CALICATA : C1 - C2 PROF. DE LA MUESTRA : 0,00 - 0,30 m		
Contenido de agua optima según ensayo Proctor Peso unitario o Densidad seco máximo de Proctor		Wopt = 8,15 % pdmax = 2,36 gr/cm ³		
DESCRIPCIÓN		COMPACTACIÓN		
N° de ensayo		1	2	3
N° de molde		GL1	GL2	GL3
Numero de capas		5	5	5
Numero de golpes por capa		10	25	56
Información del molde				
Diámetro interno del molde	d (cm)	15,23	15,22	15,24
Altura del molde	hm (cm)	17,84	17,81	17,89
Espesor del disco espaciador	e (cm)	6,17	6,21	6,15
Volumen del molde	V (cm ³)	2.125,99	2.110,46	2.141,55
Ensayo de compactación				
Contenido de agua optima - Corregido	Wopt (%)	8,15	8,15	8,15
Masa del molde de compactación	(gr)	6.820,00	6.820,00	6.820,00
Masa del molde + suelo húmedo	(gr)	10.420,00	10.470,00	10.510,00
Masa de suelo húmedo	gr	3.600,00	3.650,00	3.690,00
Densidad húmeda compactado	n (gr/cm ³)	1,693	1,729	1,723
Ensayo de humedad				
N° de la Tara		CBR - 10	CBR - 25	CBR - 56
Masa de la tara	gr	52,40	51,80	53,10
Masa de la tara + muestra húmeda	gr	412,40	425,80	438,10
Masa de la tara + muestra seca	gr	381,60	391,90	412,00
Masa del agua	Ww (gr)	30,80	33,90	26,10
Masa de muestra seco	Ws (gr)	329,20	340,10	358,90
Contenido de Humedad	W (%)	9,36	9,97	7,27
Densidad seca compactado	n (gr/cm ³)	1,548	1,573	1,606

EXPANSIÓN											
Fecha	Hora	Tiempo	Dial	Expansión		Dial	Expansión		Dial	Expansión	
				mm	%		mm	%		mm	%
15/12/2025	12:00	0	0,00	0,00		0,00	0,00		0,00	0,00	
16/12/2025	12:00	24h	0,02	0,02	0,14	0,00	0,13	0,00	0,13	0,00	
17/12/2025	12:00	48h	0,08	0,08	0,20	0,09	0,19	0,00	0,19	0,00	
18/12/2025	12:00	72h	0,10	0,10	0,24	0,11	0,23	0,08	0,23	0,08	
19/12/2025	12:00	96h	0,14	0,14	0,12	0,27	0,15	0,13	0,26	0,12	0,10

PISTÓN	
Diámetro:	1,936 pulg
Área:	3,00 pulg ²

PENETRACIÓN											
Penetración		Carga Estándar	Molde	GL1	10	Molde	GL2	25	Molde	GL3	56
pulg.	mm	lb/pulg ²	Lectura Lbf	Esfuerzo PSI s/c	Esfuerzo PSI c	Lectura Lbf	Esfuerzo PSI s/c	Esfuerzo PSI c	Lectura Lbf	Esfuerzo PSI s/c	Esfuerzo PSI c
0,000	0,000		0	0		0	0		0	0	
0,025	0,635		180,00	59,90		310	103,17		460	153,08	
0,050	1,270		410,00	136,44		720	239,61		1020	339,45	
0,075	1,905		660,00	215,64		1150	382,71		1580	525,81	
0,100	2,540	1000	1675,00	557,43		2293	763,09		2535	843,63	
0,125	3,175		1820,00	605,68		2540	845,29		2780	925,16	
0,150	3,810		1940,00	645,62		2734	909,85		3042	1012,35	
0,175	4,445		2120,00	705,52		3020	1005,03		3410	1134,82	
0,200	5,080	1500	2469,00	821,66		3527	1173,76		3814	1269,27	
0,300	7,620	1900	2880,00	958,44		4020	1337,82		4480	1480,91	
0,400	10,160	2300	3120,00	1038,31		4380	1457,63		4850	1614,04	
0,500	12,700	2600	3350,00	1114,85		4720	1570,78		5180	1723,86	
% CBR (0,1") =			55,74			76,31			84,36		
% CBR (0,2") =			54,78			78,25			84,62		



DESCRIPCIÓN	ESFUERZOS E ÍNDICE DE CBR CORREGIDOS		
	10	25	56
Numero de golpes por capa	10	25	56
Esfuerzos corregidos			
Esfuerzo corregido para 0,1" lb/pulg ²	557,43	763,09	843,63
Esfuerzo corregido para 0,2" lb/pulg ²	821,66	1173,76	1269,27
Índice de CBR corregidos			
CBR corregido para 0,1" %	56	76	84
CBR corregido para 0,2" %	53	78	85
Densidad seca compactada pd (gr/cm ³)	1,548	1,573	1,606

CBR Adoptado: 85%

En el ensayo de Relación de Soporte California – CBR (ASTM D1883) para la muestra correspondiente a las calicatas C1–C2, a una profundidad de 0,30 a 0,72 m, se ensayaron tres especímenes compactados en molde con 5 capas, variando la energía de compactación a 10, 25 y 56 golpes por capa (CBR-10, CBR-25 y CBR-56). El ensayo se desarrolló con el contenido de agua óptimo del Proctor de 7,42% y una densidad seca máxima Proctor de 1,92 g/cm³ como referencia.

Durante la preparación y compactación se obtuvieron densidades secas compactadas de 1,192; 1,287 y 1,598 g/cm³ (para 10, 25 y 56 golpes, respectivamente), evidenciando mayor densificación con mayor esfuerzo. En el remojo, la expansión fue baja, con valores finales aproximados de 0,25% (10 golpes), 0,23% (25 golpes) y 0,22% (56 golpes). Finalmente, según la hoja de resultados (CBR corregidos), se adoptó un CBR de diseño de 10% (Figura 38).

Figura38.

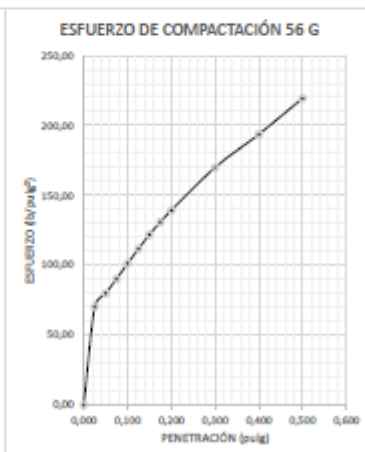
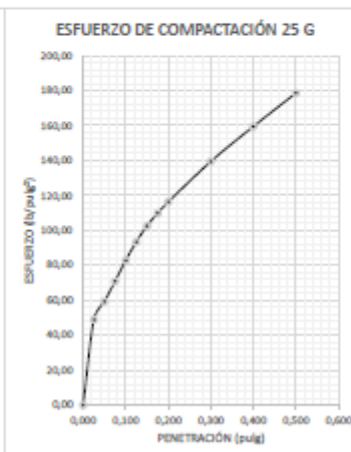
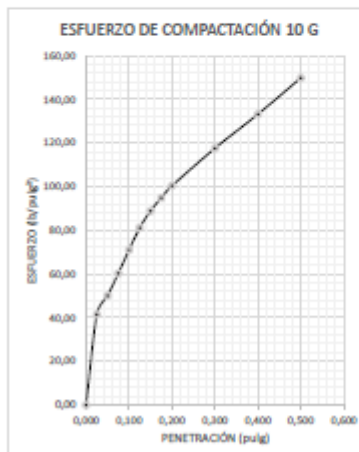
C.B.R. determinada en la muestra obtenida a una profundidad de 0,30 a 0,72 m.

ENSAYO: RELACIÓN SOPORTE CALIFORNIA CBR ASTM D 1883		CALICATA : <u> C1 - C2 </u> PROF. DE LA MUESTRA : <u> 0,30 - 0,72 m </u>		
Contenido de agua óptima según ensayo Proctor Peso unitario o Densidad seco máximo de Proctor		W _{opt} = <u> 7,42 </u> % ρ _{dmax} = <u> 1,92 </u> gr/cm ³		
DESCRIPCIÓN		COMPACTACIÓN		
Nº de ensayo		1	2	3
Nº de molde		GL1	GL2	GL3
Numero de capas		5	5	5
Numero de golpes por capa		10	25	56
Información del molde				
Diámetro interno del molde	d (cm)	15,24	15,23	15,23
Altura del molde	hm (cm)	17,80	17,82	17,83
Espesor del disco espaciador	e (cm)	6,17	6,21	6,15
Volumen del molde	V (cm ³)	2.121,48	2.115,06	2.127,81
Ensayo de compactación				
Contenido de agua óptima - Corregido	W _{opt} (%)	7,42	7,42	7,42
Masa del molde de compactación	(gr)	8.026,50	7.909,50	7.976,50
Masa del molde + suelo húmedo	(gr)	11.634,10	11.695,30	11.906,70
Masa de suelo húmedo	g	3.607,60	3.785,80	3.930,20
Densidad húmeda compactado	n (gr/cm ³)	1,701	1,790	1,847
Ensayo de humedad				
Nº de la Tara		CBR - 10	CBR - 25	CBR - 56
Masa de la tara	g	13,81	14,48	13,90
Masa de la tara + muestra húmeda	g	68,96	82,12	61,31
Masa de la tara + muestra seca	g	52,48	63,11	54,92
Masa del agua	Ww (gr)	16,48	19,01	6,39
Masa de muestra seco	Ws (gr)	38,67	48,63	41,02
Contenido de Humedad	W (%)	42,62	39,09	15,58
Densidad seca compactado	n (gr/cm ³)	1,192	1,287	1,598

EXPANSIÓN											
Fecha	Hora	Tiempo	Dial	Expansión		Dial	Expansión		Dial	Expansión	
				mm	%		mm	%		mm	%
15/12/2023	12:00	0	0	0,00		0	0,00		0	0,00	
16/12/2023	12:00	24h	0,12	0,14		0,14	0,14		0,13	0,13	
17/12/2023	12:00	48h	0,18	0,22		0,2	0,20		0,19	0,19	
18/12/2023	12:00	72h	0,22	0,25		0,24	0,24		0,23	0,23	
19/12/2023	12:00	96h	0,25	0,29	0,25	0,27	0,27	0,23	0,26	0,26	0,22

PISTÓN	
Diámetro:	1,956 pulg
Área:	3,00 pulg ²

PENETRACIÓN												
Penetración		Carga Estándar	Molde	GL1		10	GL2		25	GL3		56
pulg.	mm	lb/pulg ²	Lectura Lbf	Esfuerzo PSI s/c	Esfuerzo PSI c	Lectura Lbf	Esfuerzo PSI s/c	Esfuerzo PSI c	Lectura Lbf	Esfuerzo PSI s/c	Esfuerzo PSI c	
0,000	0,000		0,00	0,00		0,00	0,00		0,00	0,00		
0,025	0,635		124,49	41,43		146,58	48,78		211,22	70,29		
0,050	1,270		150,47	50,08		178,07	59,26		239,91	79,84		
0,075	1,905		181,00	60,24		212,61	70,73		271,07	90,21		
0,100	2,540	1000	213,36	71,00		248,75	82,78		303,75	101,09		
0,125	3,175		243,79	81,13		280,42	93,32		335,55	111,67		
0,150	3,810		266,95	88,84		308,06	102,52		365,97	121,79		
0,175	4,445		284,93	94,82		329,67	109,71		392,90	130,75		
0,200	5,080	1500	301,45	100,32		349,15	116,19		418,39	139,24		
0,300	7,620	1900	353,11	117,51		418,72	139,35		510,19	168,79		
0,400	10,160	2300	400,02	133,12		478,89	159,37		581,62	193,56		
0,500	12,700	2600	449,96	149,74		536,37	178,50		658,94	219,29		
% CBR (0,1") =			7,10			8,28			10,11			
% CBR (0,2") =			6,69			7,75			9,28			



DESCRIPCIÓN	ESFUERZOS E ÍNDICE DE CBR CORREGIDOS		
	10	25	56
Numero de golpes por capa	10	25	56
Esfuerzos corregidos			
Esfuerzo corregido para 0,1" lb/pulg ²	71,00	82,78	101,09
Esfuerzo corregido para 0,2" lb/pulg ²	100,32	116,19	139,24
Índice de CBR corregidos			
CBR corregido para 0,1" %	7	8	10
CBR corregido para 0,2" %	7	8	9
Densidad seca compactada pd (gr/cm ³)	1,192	1,287	1,398

CBR Adoptado: 10%

En el ensayo de Relación de Soporte California – CBR (ASTM D1883) para la muestra correspondiente a las calicatas C1–C2, a una profundidad de 0,72 a 1,50 m, se ensayaron tres especímenes compactados en molde con 5 capas, variando la energía de compactación a 10, 25 y 56 golpes por capa (CBR-10, CBR-25 y CBR-56). El ensayo se desarrolló con el contenido de agua óptimo del Proctor de 14,52% y una densidad seca máxima Proctor de 1,79 g/cm³ como referencia.

Durante la compactación se obtuvieron densidades secas compactadas de 1,294; 1,433 y 1,814 g/cm³ (para 10, 25 y 56 golpes, respectivamente), observándose un aumento de densidad al incrementar el esfuerzo de compactación. En el remojo, la expansión final fue moderada a baja, con valores aproximados de 0,63% (10 golpes), 0,41% (25 golpes) y 0,34% (56 golpes). Finalmente, según la hoja de resultados (CBR corregidos), se adoptó un CBR de diseño de 7 % (Figura 39).

Figura39.

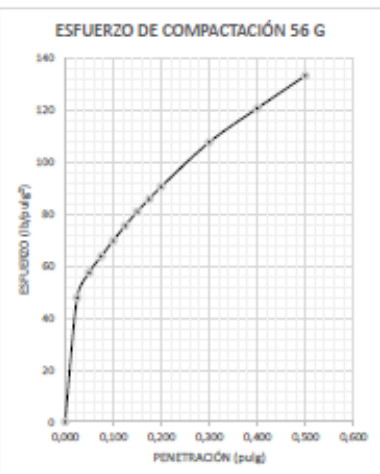
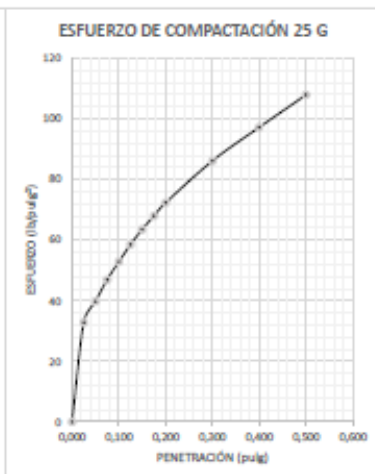
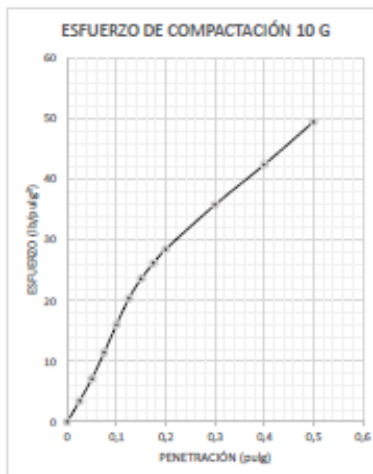
C.B.R. determinada en la muestra obtenida a una profundidad de 0,72 a 1,50 m.

ENSAYO: RELACIÓN SOPORTE CALIFORNIA CBR ASTM D 1883		CALICATA : <u> C1 - C2 </u> PROF. DE LA MUESTRA : <u> 0,72 - 1,50 m </u>		
Contenido de agua óptima según ensayo Proctor Peso unitario o Densidad seco máximo de Proctor		W _{opt} = <u> 14,52 </u> % p _{dmax} = <u> 1,79 </u> gr/cm ³		
DESCRIPCIÓN		COMPACTACIÓN		
Nº de ensayo		1	2	3
Nº de molde		GL1	GL2	GL3
Numero de capas		5	5	5
Numero de golpes por capa		10	25	56
Información del molde				
Diámetro interno del molde	d (cm)	15,22	15,22	15,24
Altura del molde	hm (cm)	17,84	17,81	17,89
Espesor del disco espaciador	e (cm)	6,17	6,21	6,15
Volumen del molde	V (cm ³)	2.123,20	2.110,46	2.141,55
Ensayo de compactación				
Contenido de agua óptima - Corregido	W _{opt} (%)	14,52	14,52	14,52
Masa del molde de compactación	(gr)	8.018,00	7.900,10	7.919,60
Masa del molde + suelo húmedo	(gr)	11.705,70	11.874,10	12.055,40
Masa de suelo húmedo	g _f	3.687,70	3.974,00	4.135,80
Densidad húmeda compactado	n (gr/cm ³)	1,737	1,883	1,931
Ensayo de humedad				
Nº de la Tara		CBR - 10	CBR - 25	CBR - 56
Masa de la tara	g _t	13,62	14,42	14,13
Masa de la tara + muestra húmeda	g _f	84,72	77,68	74,50
Masa de la tara + muestra seca	g _s	66,61	62,55	70,84
Masa del agua	W _w (gr)	18,11	15,13	3,66
Masa de muestra seco	W _s (gr)	52,99	48,13	56,71
Contenido de Humedad	W (%)	34,18	31,44	6,45
Densidad seca compactado	n (gr/cm ³)	1,294	1,433	1,814

EXPANSIÓN											
Fecha	Hora	Tiempo	Dial	Expansión		Dial	Expansión		Dial	Expansión	
				mm	%		mm	%		mm	%
15/12/2025	12:00	0	0	0,56		0	0,00		0	0,00	
16/12/2025	12:00	24h	0,12	0,58		0,14	0,35		0,13	0,26	
17/12/2025	12:00	48h	0,18	0,62		0,2	0,38		0,19	0,29	
18/12/2025	12:00	72h	0,22	0,65		0,24	0,43		0,23	0,35	
19/12/2025	12:00	96h	0,25	0,74	0,63	0,27	0,48	0,41	0,26	0,40	0,34

PISTÓN		
Diámetro:	1,956	pulg
Área:	3,00	pulg ²

PENETRACIÓN											
Penetración		Carga Estándar	Molde	GL1	10	Molde	GL2	25	Molde	GL3	56
pulg.	mm	lb/pulg ²	Lectura Lbf	Esfuerzo PSI a/c	Esfuerzo PSI c	Lectura Lbf	Esfuerzo PSI a/c	Esfuerzo PSI c	Lectura Lbf	Esfuerzo PSI a/c	Esfuerzo PSI c
0,000	0,000		0	0		0	0		0	0	
0,025	0,635		61,10	20,33		98,54	32,79		143,9	47,89	
0,050	1,270		77,16	25,68		119,54	39,78		172,69	57,47	
0,075	1,905		91,95	30,60		140,94	46,90		191,4	63,70	
0,100	2,540	1000	105,21	35,01		158,61	52,85		209,64	69,77	
0,125	3,175		117,70	39,17		175,83	58,31		226,93	75,32	
0,150	3,810		129,56	43,12		190,86	63,52		243,33	80,98	
0,175	4,445		139,88	46,55		204,25	67,97		257,81	85,80	
0,200	5,080	1500	149,54	49,90		217,3	72,32		272,21	90,59	
0,300	7,620	1900	182,38	60,69		258,84	86,14		323,46	107,64	
0,400	10,160	2300	208,24	69,30		292,14	97,22		362,72	120,71	
0,500	12,700	2600	234,56	78,06		324,28	107,92		400,51	133,29	
% CBR (0,1") =				3,50		% CBR (0,1") =				5,29	
% CBR (0,2") =				3,33		% CBR (0,2") =				4,82	
										6,98	
										6,04	



DESCRIPCIÓN		ESFUERZOS E ÍNDICE DE CBR CORREGIDOS		
Numero de golpes por capa		10	23	36
Esfuerzos corregidos				
Esfuerzo corregido para 0,1"	lb/pulg ²	33,01	52,83	69,77
Esfuerzo corregido para 0,2"	lb/pulg ²	49,90	72,32	90,39
Índice de CBR corregidos				
CBR corregido para 0,1"	%	4	5	7
CBR corregido para 0,2"	%	3	5	6
Densidad seca compactada	pd (g/cm ³)	1,294	1,433	1,814

CBR Adoptado: 7%


Registro el volumen del Tráfico Promedio Anual (TPDA) desde la abscisa 0+000 a la 0+946,021 del recinto Cuatro Mangas

Conteo de tráfico vehicular

Esta actividad se realizó con el fin de obtener la numeración de vehículos que transitaban en un sector o área específica. Los datos fueron tomados de forma manual, se empleó el formato de conteo como se muestra la Figura 40. El objetivo del conteo de tráfico vehicular fue relacionar dos o más carreteras y asociar las rutas más utilizadas por los pobladores de dicho sector.

Figura40.

Formato para el conteo vehicular.

 UNIVERSIDAD POLITÉCNICA SALESIANA ECUADOR				CONTEO VEHICULAR MANUAL		Ubicación: Dirección del Transito: Día:		Fecha: Clima: Encuestador:	
HORA	LIVIANOS			BUSES		CAMIONES			
	MOTOS	AUTOMÓVIL	CAMIONETA	MICROBUS	BUS	LIVIANO	PESADO		

Fuente: Universidad Politécnica Salesiana del Ecuador.

Tráfico Promedio Diario Anual (TPDA)

En la Tabla 2 y la figura 41 se muestra la cantidad de vehículos que se movilizaron a diario por la carretera del recinto Cuatro Mangas desde el 20 hasta el 26 de octubre del 2025. La estación para realizar el conteo vehicular se colocó en la abscisa 0+100.

Tabla2.

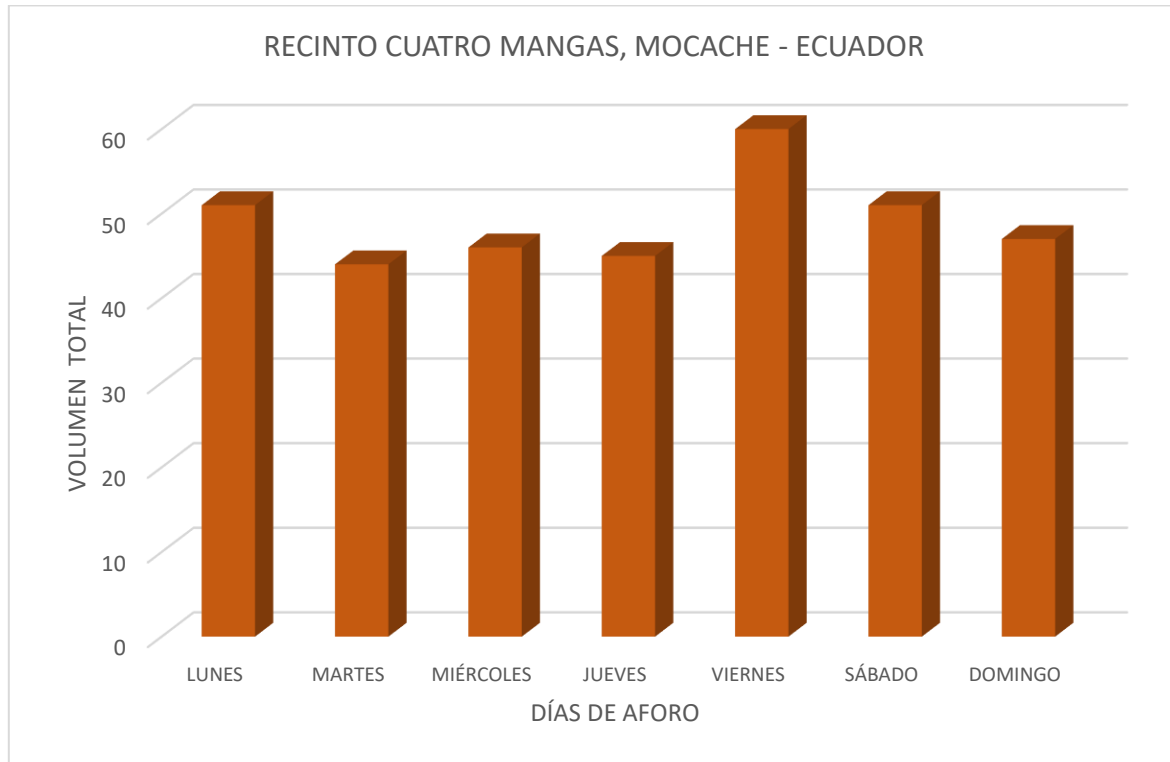
Conteo vehicular abscisa 0+100 en el Recinto Cuatro Mangas durante los días 20 al 26 de octubre de 2025

HORAS		LUN	MAR	MIÉ	JUE	VIE	SÁB	DOM
6:00	7:00	7	6	6	6	6	6	4
7:00	8:00	3	5	1	2	6	1	4
8:00	9:00	3	2	5	6	6	3	5
9:00	10:00	6	5	4	3	7	6	4
10:00	11:00	4	4	4	5	2	6	5
11:00	12:00	3	3	7	3	4	3	3
12:00	13:00	11	1	2	3	3	0	1
13:00	14:00	6	4	6	5	7	6	5
14:00	15:00	3	4	3	4	5	3	4
15:00	16:00	3	3	3	3	5	3	3
16:00	17:00	0	0	0	1	1	2	3
17:00	18:00	0	3	1	1	2	6	2
18:00	19:00	2	4	2	2	4	3	2
19:00	20:00	0	0	2	1	2	3	2
VOLUMEN TOTAL		51	44	46	45	60	51	47

Fuente: Datos recolectados por el autor.

Figura41.

Volumen del tránsito de vehículos en la carretera del Recinto Cuatro Mangas (Periodo: 20-26 de octubre de 2025).



Fuente: Datos recolectados por el autor.

El aforo diario sumó 60 vehículos: motos 30 (50 %), automóviles 12 (20 %), camionetas 13 (21,7 %) y camiones pesados 5 (8,3 %); no se registraron microbuses, buses ni camiones livianos. Los picos horarios se observaron en 09:00–10:00 y 13:00–14:00 (ambos con 7 veh/h); los horarios de menos tránsito fueron 10:00–11:00 (2 veh/h) y 16:00–17:00 (1 veh/h) (véase Anexo 4).

La tabla 3 muestra el comportamiento del volumen de tráfico en el día de mayor afluencia vehicular (véanse los detalles del registro en el Anexo 5), insumo base para la proyección de demanda (TPDA/AADT) y para la clasificación del corredor como vía de bajo volumen.

Tabla3.

Volumen de tráfico en el día con mayor afluencia vehicular (viernes 24/10/2025) en el Recinto Cuatro Mangas

HORAS		LIVIANOS			BUSES		CAMIONES	
		Motos	Automóvil	Camioneta	Microbús	Bus	Liviano	Pesado
6:00	7:00	3	1	1				1
7:00	8:00	4		1				1
8:00	9:00	3	1	2				
9:00	10:00	3	2	2				
10:00	11:00	1		1				
11:00	12:00	2		1				1
12:00	13:00	1	1					1
13:00	14:00	2	3	1				1
14:00	15:00	2	2	1				
15:00	16:00	3	1	1				
16:00	17:00	1						
17:00	18:00	1		1				
18:00	19:00	2	1	1				
19:00	20:00	2						
VOLUMEN		30	12	13	0	0	0	5
TOTAL		30		25		0		5

Fuente: Datos recolectados por el autor.

El predominio de medios de transporte livianos y la presencia esporádica de pesados confirmó el bajo volumen del tramo y orientó varias decisiones de diseño: velocidad de proyecto conservadora, sección de dos carriles con bermas y pavimento flexible (TSD o carpeta delgada) que se dimensiona para la demanda obtenida.

Cálculo del tránsito promedio diario semanal (TPDS)

$$T.P.D.S. = \frac{5}{7} \sum \frac{Dn}{m} + \frac{2}{7} \sum \frac{De}{m}$$

Donde:

Dn = Días entre semana (Lunes, Martes, Miércoles, Jueves, Viernes)

De = Fines de semana/feriados (Sábado, Domingo)

m = Número de días en que se realizó el conteo

$$T.P.D.S. = \left(\frac{5}{7}\right) \left(\frac{246}{5}\right) + \left(\frac{2}{7}\right) \left(\frac{98}{2}\right)$$

$$T.P.D.S. = 49 \text{ veh/día en ambos sentidos}$$

Factor de ajuste mensual o factor de estacionalidad mensual (Fm)

El factor se determinó por el mes en que se realizó el conteo de vehículos. El factor a considerar para el mes de octubre es 0.931 (véase la tabla 4).

Tabla4.

Factor de ajuste mensual

Mes	Factor
Enero	1.07
Febrero	1.132
Marzo	1.085
Abril	1.093
Mayo	1.012
Junio	1.034
Julio	1.982
Agosto	0.974
Septiembre	0.923
Octubre	0.931
Noviembre	0.953
Diciembre	0.878

Fuente: MTOP, 2003.

Factor de ajuste diario

Con el conteo de la semana se obtuvieron los resultados del factor de ajuste diario (véase la tabla 5). La ecuación quedó de la siguiente manera:

$$Fd = \frac{TPDS}{TD}$$

Tabla5.

Determinación del factor de ajuste diario y el factor de expansión.

Días	Fecha	Conteo diario TD=(Veh/Día)	Factor Diario TPDS/TD
Lunes	20/10/2025	51	0,96
Martes	21/10/2025	44	1,12
Miércoles	22/10/2025	46	1,07
Jueves	23/10/2025	45	1,09
Viernes	24/10/2025	60	0,82
Sábado	25/10/2025	51	0,96
Domingo	26/10/2025	47	1,05
	Total	344	1,01
	TPDS	49	

Fuente: Datos recolectados y calculados por el autor.

El factor diario de los días en que se realizó el conteo fue de 1.01. Por lo tanto, el cálculo del TPDA se obtuvo mediante la siguiente expresión:

$$TPDA = TPDS (Fm)(Fd)$$

$$TPDA = 49 (0.931)(1.01)$$

$$TPDA \text{ existente} = 46 \text{ veh. mixtos/días/ambos sentidos.}$$

Tráfico asignado

Se analizaron los rumbos actuales para estimar de qué manera podría modificarse la cantidad de vehículos que circularán durante un lapso determinado.

$$\text{Tráfico asignado} = TPDA \text{ existente} + TG$$

Expresado:

TG: tráfico generado, se obtiene del 25% del TPDA existente

$$TG = (0.25)(46)$$

$$TG = 12 \text{ veh. mixtos/día/ambos sentidos}$$

Una vez conseguido el producto de la multiplicación dada, se realizó la proyección para 20 años:

$$\text{Tráfico asignado} = 46 + 12$$

$$\text{Tráfico asignado} = 58 \text{ veh. mixtos/día/ambos sentidos}$$

Las tablas 6 y 7 evidencian la composición vehicular del tráfico actual y el tráfico asignado.

Tabla6.

Composición vehicular del tráfico actual en la carretera del Recinto Cuatro Mangas

Tipo de vehículo	Número	%
Motos	30	50,00
Livianos	25	42,00
Buses	0	0,00
Pesados	5	8,00
Total	60	100,00

Fuente: Datos recolectados y calculados por el autor.

Tabla7.

Tráfico asignado en el sector Cuatro Mangas

Tipo de vehículo	Número	%
Motos	29	50,00
Livianos	24	41,00
Buses	0	0,00
Pesados	5	9,00
Total	58	100,00

Fuente: Datos recolectados y calculados por el autor.

Tráfico proyectado o tráfico futuro

Se proyecta el tráfico para un lapso de tiempo de 20 años usando la siguiente expresión:

$$Tf = Ta(1 + i)^n$$

Donde:

Tf = tráfico futuro o proyectado

Ta = tráfico actual

i = tasa de crecimiento vehicular

n = número de años para la cual se estima el diseño

En este caso se usa la tabla de crecimiento vehicular establecido por el Ministerio de Transporte y Obras Públicas (MTOPE), que se detalla en la tabla 8.

Tabla8.*Tasas de crecimiento vehicular en Cuatro Mangas*

Tasas de crecimiento	Livianos	Buses	Camiones
2010-2020	3,75	1,99	2,24
2020-2030	3,37	1,8	2,02
2030-2040	3,06	1,63	1,84

Fuente: MTOP, 2013.

A continuación, se muestra la proyección para un periodo de 20 años (véase la tabla 9).

Tabla9.*Proyección del conteo vehicular en el Recinto Cuatro Mangas para 20 años*

Año	n	Tipo de vehículo				
		Crecimiento %	Livianos	Crecimiento %	Pesados	Total
2025	0	3,37	53	2,02	5	58
2026	1	3,37	55	2,02	5	60
2027	2	3,37	57	2,02	5	62
2028	3	3,37	59	2,02	5	64
2029	4	3,37	61	2,02	5	66
2030	5	3,37	63	2,02	5	68
2031	6	3,06	65	1,84	5	70
2032	7	3,06	67	1,84	5	72
2033	8	3,06	69	1,84	5	74
2034	9	3,06	71	1,84	5	76

Año	n	Tipo de vehículo				
		Crecimiento %	Livianos	Crecimiento %	Pesados	Total
2035	10	3,06	73	1,84	5	78
2036	11	3,06	75	1,84	5	80
2037	12	3,06	77	1,84	5	82
2038	13	3,06	79	1,84	5	84
2039	14	3,06	81	1,84	5	86
2040	15	3,06	83	1,84	5	88
2041	16	3,06	86	1,84	5	91
2042	17	3,06	89	1,84	5	94
2043	18	3,06	92	1,84	5	97
2044	19	3,06	95	1,84	5	100
2045	20	3,06	98	1,84	5	103

Fuente: Datos calculados por el autor.

Propuesta de Diseño horizontal y vertical desde la abscisa 0+000 a la 0+946.021 del recinto Cuatro Mangas

Diseño Geométrico de la carretera

Diseño Horizontal

La realización del diseño horizontal se rige por los siguientes parámetros: velocidad de diseño, velocidad de circulación y distancia de visibilidad.

En la tabla 10 se detalla la caracterización de la carretera del Recinto Cuatro Mangas, Mocache – Ecuador.

Tabla10.

Diseño geométrico de la carretera en estudio

Carretera	Ancho (m)	Longitud (m)	Cota min. (m)	Cota may. (m)
Recinto Cuatro	7,85	946,021	69,226	76,480

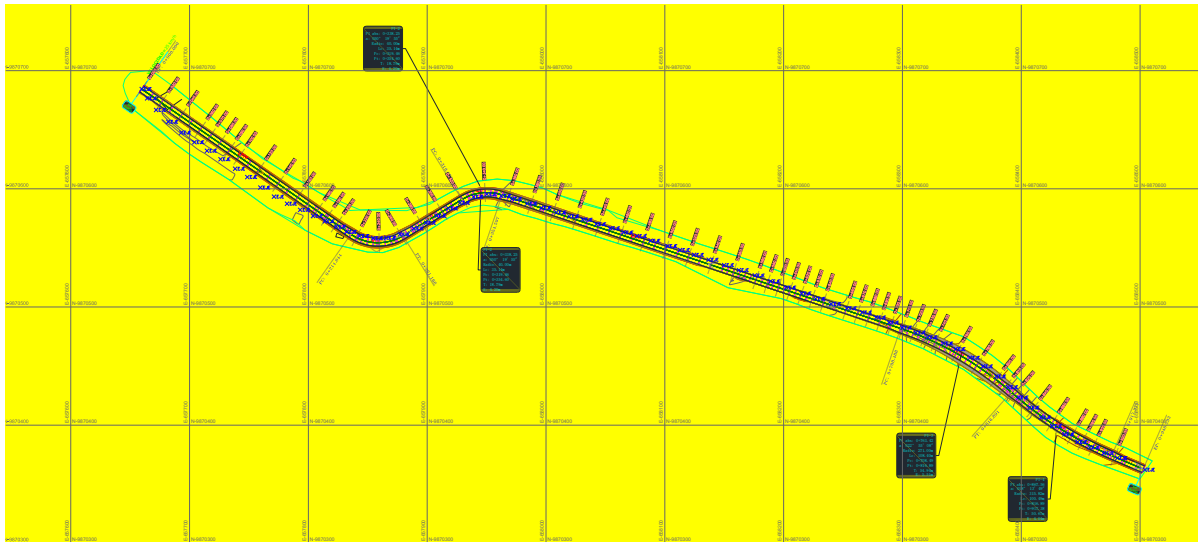
Mangas (ambos
sentidos)

Fuente: Elaborada por el autor.

En la figura 42 se puede visualizar la forma y características topográficas del diseño geométrico de la carretera en planta, perfil y secciones típicas; en el anexo 6 se adjunta el documento en su formato original para una mejor apreciación.

Figura42.

Planimetría general del diseño geométrico de la carretera del Recinto Cuatro Mangas, Mocache - Ecuador.



Fuente: Elaboración del autor.

La figura 43 (en formato de tabla) muestra datos de curvas y del alineamiento horizontal de la carretera diseñada.

Figura43.

Cuadro de construcción.

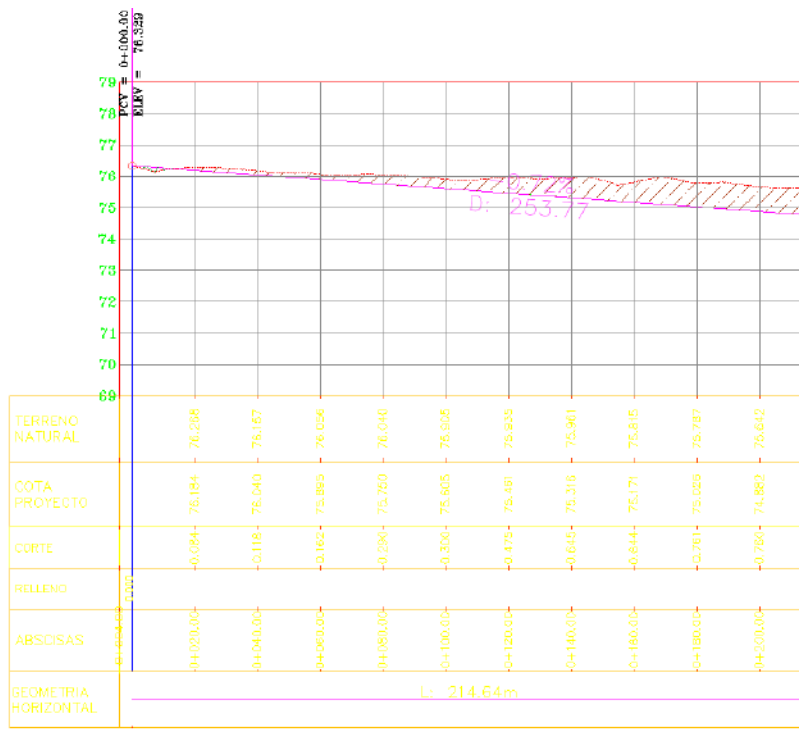
DATOS DE CURVAS										GEOMETRIA ALINEAMIENTO HORIZONTAL			
Curva #	ESTACION INICIAL (PC o EC)	ESTACION FINAL (PT o CE)	PI	Zc	Gc	Rc	SI o Ste	Le	Ec	TANG#	ESTACION INICIAL (Pin, PI, PST o PT)	ESTACION FINAL (Pi, PC o Pfin)	LONGITUD TANGENTE (m)
01	0+214.644	0+281.189	ABSC: 0+243.539 E: 82789.130 N: 9870344.458	96.6370	38.6479	40.00	26.294	48.02	7.87	11	ABSC=0+000.000 E=82789.130 N=9870344.458	ABSC=0+214.644 E=82789.130 N=9870344.458	214.644m
02	0+319.459	0+354.637	ABSC: 0+338.253 E: 82789.130 N: 9870344.458	99.3321	28.6479	40.00	18.794	35.14	4.20	12	ABSC=0+297.166 E=82789.130 N=9870344.458	ABSC=0+319.459 E=82789.130 N=9870344.458	58.283m
03	0+706.455	0+816.361	ABSC: 0+763.424 E: 82789.130 N: 9870344.458	22.9185	4.2285	271.00	54.936	106.45	5.51	13	ABSC=0+594.197 E=82789.130 N=9870344.458	ABSC=0+706.455 E=82789.130 N=9870344.458	353.631m
04	0+816.891	0+917.377	ABSC: 0+867.292 E: 82789.130 N: 9870344.458	18.2303	3.8294	315.80	60.871	100.49	4.04	14	ABSC=0+817.377 E=82789.130 N=9870344.458	ABSC=0+816.891 E=82789.130 N=9870344.458	29.916m

Fuente: Datos calculados por el autor.

La carretera en estudio cuenta con una velocidad de diseño de 25km/h, definiendo el TPDA para su respectiva característica de la vía. La figura 44 muestra la planimetría y el perfil longitudinal de la abscisa 0+000 a la 0+214.64 de la carretera del recinto Cuatro Mangas.

Figura44.

Planimetría y perfil de la carretera del Recinto Cuatro Mangas, Mocache - Ecuador.



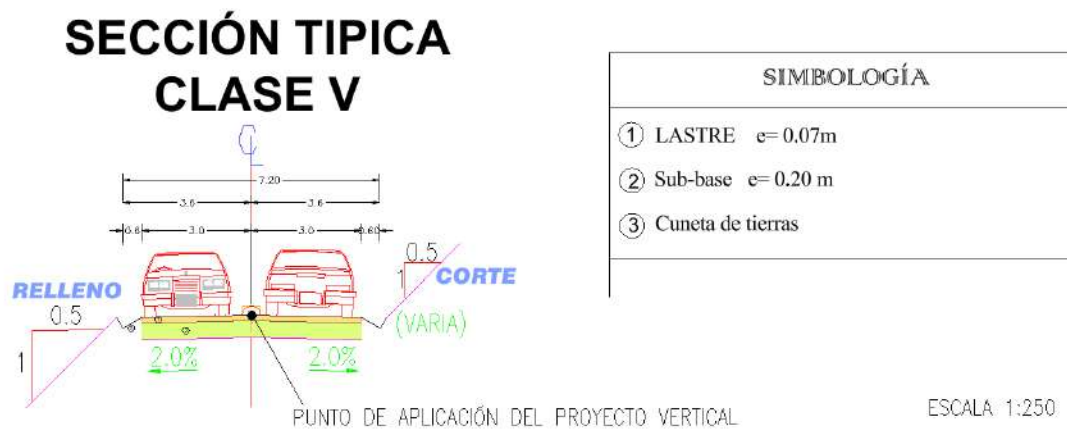
Fuente: Elaborado por el autor.

Sección transversal: Propuesta

La figura 45 muestra la sección transversal de la carretera del recinto Cuatro Mangas, Mocache – Ecuador.

Figura45.

Sección típica de la sección transversal de la carretera en estudio.



Fuente: Diseño confeccionado por el autor.

Diseño de pavimento flexible

Método AASHTO 93

A continuación se presenta la tabla 11, que simula una hoja de cálculo para el diseño estructural, asumiendo valores de entrada típicos para una vía urbana clasificada como de 5°.

Tabla11.

Plantilla de Cálculo Estructural de Pavimento (AASHTO 93)

Parámetro	Símbolo	Valor Típico	Unidad	Observaciones
AASHTO 93		Asumido		
Tránsito (ESAL)	W18	5.1x10 ⁴	ESAL	Estimación para 10-20 años de diseño y TDM≈8,000
Confiabilidad	R	75	%	Típico para vías colectoras urbanas (V4)

Parámetro	Símbolo	Valor Típico	Unidad	Observaciones
AASHTO 93				
		Asumido		
Desviación Estándar	So	0,45	-	Pavimento flexible, buena calidad de control
Índice de Servicio Inicial	po	4,2	-	Condición "Muy Buena" (pavimento nuevo o reconstruido)
Índice de Servicio Final	pt	2,0	-	Umbral para reconstrucción
Pérdida de Servicio	Δ PSI	2,2	-	po-pt
Módulo de Resiliencia Subrasante	MR	15.000	psi	Asumido (CBR≈6%)
Número Estructural Requerido	SN	≈1,8	-	Obtenido del nomograma AASHTO

Fuente: Plantilla elaborada por el autor.

Asignación de Capas y Cálculos del SN

Asignación de capas y cálculo del SN utilizando el SN requerido (≈3.0), la estructura final se calcula encontrando el espesor (D_i) para cada capa usando la ecuación:

$$SN = a_1 \cdot D_1 + a_2 \cdot D_2 \cdot m_2 + a_3 \cdot D_3 \cdot m_3$$

En la tabla 12 se presentan los detalles del cálculo y la asignación de las capas para el proyecto de diseño.

Tabla12.

Cálculo y asignación de las capas para el proyecto de la carretera del recinto Cuatro Mangas, Mocache – Ecuador

Capa	Coefficiente Estructural (ai)	Coef. de Drenaje (mi)	Espesor Propuesto (Di)	Contribución al SN
Carpeta Asfáltica (D1)	0,44	1	5.0 cm (≈ 2 in)	$0.44 \times 2.0 \approx 0.88$
Base Granular (D2)	0,14	0,9	15.0 cm (≈ 6 in)	$0.14 \times 6.0 \approx 0.84$
Subbase Granular (D3)	0,11	0,8	20.0 cm (≈ 8 in)	$0.11 \times 8.0 \approx 0.88$
SN Estructural				
Calculado	-	-	-	≈ 2.60

Fuente: Plantilla elaborada por el autor.

Estructura del pavimento propuesta

Carpeta Asfáltica: 5.00 cm

Base Granular: 15.00 cm

Subbase Granular: 20.00 cm

CRONOGRAMA

A continuación, se presentan los cronogramas y las actividades que estructuraron la ejecución del proyecto, en aras de lograr los objetivos específicos planteados antes. El plan de trabajo se organizó por fases secuenciales (línea base, evaluación de alternativas y diseño) con tareas de control y resultados para entregar (p. ej., diagnóstico del corredor, registros de tráfico vehicular y paquete de diseño geométrico–estructural).

El cronograma que se presenta en la tabla 13 indica el orden de ejecución del proyecto (p. ej., actividades para el desarrollo del presente informe), en cada etapa. En la tabla 14, para cada bloque o fase se especifican actividades resumidas, insumos, controles y productos esperados, garantizando trazabilidad entre lo programado y los resultados. Con ello se aseguró que el proyecto avanzara de forma ordenada desde el diagnóstico hasta la definición de la solución de diseño, pasando por la selección técnica–económica, y que los tiempos y recursos se utilicen con eficacia.

Tabla 13.

Cronograma para la ejecución del proyecto

N°	Actividad	TIEMPO (SEMANAS)										
		OCTUBRE		NOVIEMBRE				DICIEMBRE			ENERO	
		SEM 1	SEM 2	SEM 3	SEM 4	SEM 5	SEM 6	SEM 7	SEM 8	SEM 9	SEM 10	SEM 11
1	Selección del tema de estudio.											
2	Presentación del problema y su respectiva justificación.											
3	Establecimiento de los objetivos del proyecto.											
4	Determinación de los límites y del alcance del											

N°	Actividad	TIEMPO (SEMANAS)										
		OCTUBRE			NOVIEMBRE				DICIEMBRE			ENERO
		SEM 1	SEM 2	SEM 3	SEM 4	SEM 5	SEM 6	SEM 7	SEM 8	SEM 9	SEM 10	SEM 11
	proyecto.											
5	Recolección y análisis de información bibliográfica.											
6	Desarrollo del sustento teórico.											
7	Diseño del enfoque metodológico.											
8	Organización de las actividades de trabajo en campo.											
9	Registro fotográfico de área de estudio.											
10	Detección y clasificación de las distintas fallas.											
11	Elaboración de los resultados.											
12	Formulación de conclusiones y recomendaciones.											
13	Revisión en conjunto al tutor y aplicación de correcciones.											
14	Entrega de la versión final del proyecto.											
15	Presentación y defensa de la tesis.											

Nota: Elaboración del autor.

Tabla 14.*Actividades principales por cada fase del proyecto y productos entregables*

Fase	Actividades principales	Entregables
Selección del tema en estudio (Semana 1)	Determinación del problema principal, reconocimiento de las partes a evaluar y verificación de la importancia del análisis.	Documento con el tema seleccionado y su justificación preliminar.
Presentación del problema y su respectiva justificación (Semana 1)	Elaboración del problema principal y sus derivados, junto con la revisión de los antecedentes del deterioro de la carretera en estudio. Aplicación de 220 encuestas a pobladores, productores/transportistas del recinto Cuatro Mangas.	Informe del planteamiento del problema, causas, efectos y justificación. Formato de encuestas.
Establecimiento de los objetivos del proyecto (Semana 1)	Establecimiento del objetivo principal y los objetivos específicos, en coherencia con el enfoque metodológico.	Documento con objetivo general y objetivos específicos correctamente formulados.
Determinación de los límites y del alcance del proyecto (Semana 2)	Determinación del alcance del estudio, el área de aplicación, los métodos a emplear y el nivel de detalle requerido.	Informe del alcance, delimitación del área y nivel de detalle del estudio.
Recolección y análisis de información bibliográfica (Semanas 2-5)	Revisión de normativas técnicas (AASHTO, MTOP, INEN), estudios existentes.	Matriz o resumen bibliográfico y normativa revisada (AASHTO, MTOP, INEN)
Desarrollo del sustento teórico (Semanas 2-3)	Desarrollo de conceptos sobre pavimentos flexibles.	Capítulo del marco teórico completo y revisado.

Fase	Actividades principales	Entregables
Diseño del enfoque metodológico (Semanas 3-4)	Definición del enfoque metodológico, tipo de investigación, población y muestra, así como las variables e instrumentos utilizados.	Documento del enfoque metodológico (tipo de estudio, población, muestra, instrumentos, procedimientos).
Organización de las actividades de trabajo en campo (Semana 4)	Gestión de permisos, planificación de rutas de vuelo, toma de niveles, identificación de zonas seguras.	Planos: planta y perfil, secciones, detalles Memoria de diseño geométrico y estructural
Registro fotográfico de área de estudio (Semana 5)	Adquisición de imágenes aéreas mediante dron.	Carpeta organizada con imágenes aéreas y evidencia fotográfica del tramo.
Detección y clasificación de las distintas fallas (Semanas 6-7)	Categorización de las fallas o del estado del tramo conforme a las normas INEN y MTOP.	Informe de clasificación de fallas según Normas INEN/MTOP.
Elaboración de resultados (Semana 8)	Elaboración de tablas y gráficos, realización de análisis comparativos y redacción de la interpretación técnica.	Tablas, gráficos y análisis comparativos de los resultados obtenidos.
Formulación de conclusiones y recomendaciones (Semanas 8-9)	Conclusiones y recomendaciones formuladas en concordancia con los objetivos y los resultados obtenidos.	Documento con conclusiones y recomendaciones finales.
Revisión en conjunto con el tutor y realización de correcciones (Semanas 1-10)	Correcciones técnicas, mejoras en la metodología y verificación final del trabajo.	Versión corregida del proyecto según observaciones del tutor.

Nota: Elaboración del autor.

En la tabla 15 se muestra el cronograma del diseño geométrico y estructural de la carretera hacia el Recinto Cuatro Mangas.

Tabla15.

Cronograma del proyecto de diseño geométrico y estructural del recinto Cuatro Mangas, Mocache – Ecuador

N°	Descripción del rubro	Tiempo (meses)													
		1er mes		2do mes		3er mes		4to mes							
		1	2	3	4	1	2	3	4	1	2				
1	Levantamiento topográfico	■													
2	Desbroce y limpieza		■	■	■	■									
3	Replanteo y nivelación con equipo topográfico			■	■	■	■								
4	Excavación con máquina				■	■	■	■							
5	Desalojo de materiales de excavación.					■	■	■	■						
6	Acabado de obra básica						■	■	■	■					
7	Base Clase I incluye transporte							■	■	■	■				
8	Sub-base Clase I incluye transporte								■	■	■	■			
9	Imprimación asfáltica RC-250 (rata 1,50 lt/m ²)									■	■	■	■		
10	Capa de rodadura asfalto e= 7,5cm										■	■	■	■	
11	Excavación y relleno de estructuras menores					■	■								
12	Excavación cunetas					■	■								
13	Hormigón Simple f _c =210kg/cm ² . Incluye encofrado.						■	■	■	■					
14	Hierro estructural F _y 4200 kg/cm ²							■	■	■	■				
15	Pintura de tráfico amarilla.														■
16	Pintura de tráfico blanca.														■

Nota: Elaboración del autor.

PRESUPUESTO

La tabla 16 muestra el presupuesto para elaborar el diseño horizontal y vertical desde la abscisa 0+000 a la 0+946,021 del recinto Cuatro Mangas.

Tabla 16.

Presupuesto del Diseño geométrico y estructural del recinto Cuatro Mangas, Mocache - Ecuador

N°	Descripción del rubro	Unidad	Cantidad	Precio Unitario	Precio Total
Obras preliminares					\$ 27.041,06
1	Levantamiento topográfico	m ²	6811,35	\$ 0,05	\$ 340,57
2	Desbroce y limpieza	m ²	6811,35	\$ 1,58	\$ 10.761,93
3	Replanteo y nivelación con equipo topográfico	m ²	6811,35	\$ 2,34	\$ 15.938,56
Movimiento de tierra					\$ 33.608,91
4	Excavación a máquina	m ³	2894,82	\$ 6,30	\$ 18.237,39
5	Desalojo de materiales de excavación.	m ³	2894,82	\$ 5,31	\$ 15.371,52
Estructura del pavimento					\$ 139.608,86
6	Acabado de obra básica	m ²	6811,35	\$ 0,96	\$ 6.538,90
7	Base Clase I incluye transporte	m ³	1362,27	\$ 15,47	\$ 21.074,32
8	Sub-base Clase I incluye transporte	m ³	1021,70	\$ 12,95	\$ 13.231,05
9	Imprimación asfáltica RC-250 (rata 1,50 lt/m ²)	m ²	6811,35	\$ 2,11	\$ 14.371,95
10	Capa de rodadura asfalto e= 7,5cm	m ²	6811,35	\$ 12,39	\$ 84.392,64
Obras de drenaje menor					\$ 3.646,99
11	Excavación y relleno de estructuras menores	m ³	20,00	\$ 37,59	\$ 751,80
12	Excavación cunetas	m ³	473,01	\$ 2,47	\$ 1.168,34
13	Hormigón Simple f _c =210kg/cm ² .	m ³	5,00	\$149,37	\$ 746,85

N°	Descripción del rubro	Unidad	Cantidad	Precio Unitario	Precio Total
	Incluye encofrado.				
14	Hierro estructural Fy 4200 kg/cm2	kg	500,00	\$ 1,96	\$ 980,00
	Señalización horizontal				\$ 832,50
15	Pintura de tráfico amarilla.	ml	946,02	\$ 0,44	\$ 416,25
16	Pintura de tráfico blanca.	ml	946,02	\$ 0,44	\$ 416,25
			TOTAL		\$ 204.738,32

Nota: Elaboración del autor.

CONCLUSIONES

Se diseñó la carretera del recinto Cuatro Mangas en cumplimiento de la normativa vigente del MTOP, asegurando la transitabilidad y durabilidad con un período de diseño de 20 años, obteniendo así una vía de pavimento flexible con radios mínimos y máximos, peraltes, pendientes, así como otros elementos indicados en las normas.

Se analizó el estado actual de la carretera mediante registros fotográficos y se diagnosticó un estado pésimo debido a condiciones climáticas, factores externos, tránsito de carros pesados que provocaron un deterioro progresivo de la vía (véanse los registros fotográficos en el Anexo 3), lo cual determinó la necesidad de realizar el diseño geométrico y estructural.

Se registró el volumen del Tráfico Promedio Anual (TPDA) desde la abscisa 0+000 a la 0+946,021 del recinto Cuatro Mangas obteniendo unos valores de 49 vehículos por día en ambos sentidos, con una proyección a 20 años de tráfico de 103 vehículos diarios, lo que nos permite obtener una vía tipo 5.

Se elaboró el diseño horizontal y vertical desde la abscisa 0+000 a la 0+946,021 del recinto Cuatro Mangas, considerando los radios mínimos, máximos elementos principales como peraltes y otros, garantizando el cumplimiento de la normativa vigente y la transitabilidad y durabilidad de la propuesta de vía. Cabe indicar que la clasificación de la vía no requiere el tratamiento que se le está dando, pero de una manera preventiva se hizo el diseño del pavimento flexible, el mismo que se adjunta con espesor de base de 15.00 cm, subbase de 20.00 cm, mejoramiento de 2.52 y carpeta de rodadura de 5.00 cm.

RECOMENDACIONES

1. Resulta necesario validar canteras, logística de acarreo y disponibilidad de planta; exigir compactaciones ≥ 95 % Proctor en capas granulares y control de densidad en la carpeta asfáltica; además de documentar tolerancias de obra y pruebas de aceptación por tramo.
2. Con los ESAL y CBR obtenidos se recomienda cerrar la alternativa de rodadura (TSD o carpeta delgada) mediante criterio de costo del ciclo de vida y mantenibilidad local, para luego incorporar la solución seleccionada a los planos y especificaciones finales.
3. Se propone complementar la demarcación horizontal con señalización vertical básica (reglamentarias y preventivas) y dispositivos de bajo costo en puntos de visibilidad limitada o radios reducidos; así como actualizar el plan de señalización si cambian los accesos o las interferencias.
4. Se recomienda establecer un plan de conservación rutinaria (bacheo menor, sellos, limpieza operativa) y periódica (rejuvenecimiento o sellos superficiales) con indicadores de seguimiento: IRI, ahuellamiento y días de intransitabilidad.

REFERENCIAS BIBLIOGRÁFICAS

- Arellano Ortiz, J. L., & Guevara Robalino, J. J. (2025). Strategic plan for the rehabilitation of the Yee-Vuelta Larga Road in Esmeraldas, Ecuador. *Conciencia Digital*, 8(3.1), 40-61. <https://doi.org/10.33262/concienciadigital.v8i3.1.3503>
- Asamblea Nacional del Ecuador. (2015). *Código Orgánico de Organización Territorial, Autonomía y Descentralización*. https://www.defensa.gob.ec/wp-content/uploads/downloads/2016/01/dic15_CODIGO-ORGANICO-DE-ORGANIZACION-TERRITORIAL-COOTAD.pdf
- Barrera Peralta, J. L. & Lupercio Méndez, M. I. (2024). Diseño geométrico y estructural de pavimento de la vía San Cristóbal - Malima de la abscisa 0+000 hasta la abscisa 2+900 km, perteneciente al Cantón Paute Provincia del Azuay [Trabajo de titulación previo la obtención del título de Ingeniero Civil]. Universidad Politécnica Salesiana. Repositorio UPS. <https://dspace.ups.edu.ec/bitstream/123456789/26963/1/UPS-CT011173.pdf>
- Bravo Macías, S., Lino Calle, V., Carvajal Rivadeneira, D. & Baque Barrera, G. (2025). *Análisis del diseño geométrico de vías: revisión y tendencias actuales en la literatura académica*. <https://repositorio.saberec5.com.ec/index.php/saberec/catalog/book/23>
- Bacuilima, P. & Paucar, H. (2024). *Diseño geométrico y estructural de la vía Girón Curiquingue de la abscisa 10+700 hasta la abscisa 12+840 km, perteneciente al Cantón Girón, Provincia de Azuay*. [Trabajo de titulación previo la obtención del título de Ingeniero Civil]. Universidad Politécnica Salesiana. Repositorio UPS. <https://dspace.ups.edu.ec/handle/123456789/28347>
- Cabrera Tapia, E. M. & Morocho Rodas, E. M. (2025). Diseño geométrico y estructural de la vía La Ramada – Río Curiquingue, “De la abscisa 2+300 A La 4+600”, entre los Cantones Girón y Nabón de la Provincia del Azuay. [Trabajo de titulación bajo opción

- Proyecto técnico de Ingeniería Civil]. Universidad Politécnica Salesiana. Repositorio UPS. <https://dspace.ups.edu.ec/handle/123456789/29752>
- Carvajal Rivadeneira, D. D., Cobos Lucio, D. A., Cañarte Baque, G. A., Zamora Bailón, A. R., & Regalado Jalca, J. J. (2025). Análisis de la infraestructura vial y su impacto en la movilidad y desarrollo económico en la comunidad de Sancán, cantón Jipijapa. *Revista Científica INGENIAR: Ingeniería, Tecnología E Investigación*, 8(15), 784-801. <https://journalingeniar.org/index.php/ingeniar/article/view/355>
- Corporación Andina de Fomento (CAF). (2023). *Carreteras hacia el desarrollo*. Banco de Desarrollo de América Latina y el Caribe. <https://www.caf.com/media/4663671/impacto-caf-carreteras-informe-completo.pdf>
- Gobierno Autónomo Descentralizado Municipal del Cantón Mocache. (GAD Mocache). (2024). *Actualización del Plan de Desarrollo y Ordenamiento Territorial del Cantón Mocache 2024-2027*. <https://drive.google.com/file/d/1gOODmt7gsAIHuHYmkUDAR9nJ1qK2wW6R/view>
- Gobierno Autónomo Descentralizado Municipal del Cantón Palenque (GAD Palenque) (2021). *Alineación del Plan de Desarrollo y Ordenamiento Territorial del GAD Cantonal de Palenque al Nuevo Plan Nacional de Desarrollo 2021-2025*. https://palenque.gob.ec/wp-admin/admin-ajax.php?action=download_file
- Gobierno Autónomo Descentralizado Municipal del Cantón San Jacinto de Buena Fe. (GAD Buena Fe). (2025). *Actualización del Plan de Desarrollo y Ordenamiento Territorial del Cantón San Jacinto de Buena Fe 2023-2027*. <https://buenafe.gob.ec/wp-content/uploads/2025/01/ORDENANZA-ACTUALIZACION-PDOT-1.pdf>
- Gobierno de Los Ríos. (2024). *Plan de Desarrollo Vial Integral de la Provincia de Los Ríos*. <https://www.congope.gob.ec/wp-content/uploads/2024/08/Los-Rios-plan-vial->

[integral.pdf](#)

Granda Castillo, V. H. (2021). *Relación costo-beneficio en la construcción de vías rurales en Riobamba, mediante base estabilizada con cemento*. [Proyecto de Investigación previo a la obtención del título de Ingeniero Civil]. Universidad Nacional de Chimborazo, Ecuador. Repositorio Dspace.

<http://dspace.unach.edu.ec/bitstream/51000/7491/3/7.%20TESIS%20-%20Victor%20H.%20Granda%20C..pdf>

Instituto Ecuatoriano de Normalización (INEN). (2011). *Reglamento Técnico Ecuatoriano (RTE INEN 004). Señalización Vial*. INEN. https://www.mit.gob.ec/wp-content/uploads/downloads/2015/04/LOTAIP2015_reglamento-tecnico-ecuadoriano-rte-inen-004-1-2011.pdf

Instituto Ecuatoriano de Normalización (INEN). (2021). *Reglamento Técnico Ecuatoriano (RTE INEN 1042-1). Recubrimientos para demarcación vial. Parte 1: Pinturas acrílicas y alquídicas. Requisitos*. INEN. <http://apps.normalizacion.gob.ec/descarga/>

Instituto Ecuatoriano de Normalización (INEN). (2021). *Reglamento Técnico Ecuatoriano (RTE INEN 1042-2). Recubrimientos para demarcación vial. Parte 2: termoplásticos, plásticos en frío y cintas preformadas. Requisitos*. INEN. <http://apps.normalizacion.gob.ec/descarga/>

Instituto Ecuatoriano de Normalización (INEN). (2021). *Reglamento Técnico Ecuatoriano (RTE INEN 1042-3). Recubrimientos para demarcación vial. Parte 3: elementos retrorreflectivos. Requisitos*. INEN. <http://apps.normalizacion.gob.ec/descarga/>

Instituto Ecuatoriano de Normalización (INEN). (2021). *Reglamento Técnico Ecuatoriano (RTE INEN 1042-4). Recubrimientos para demarcación vial. Parte 4: sistemas retrorreflectivos. Requisitos*. INEN. <http://apps.normalizacion.gob.ec/descarga/>

- Jara Castro, O. A. & Peralta Pérez, A L. (2025). *Características físicas, mecánicas e hidráulicas evaluadas en el pavimento articulado en la cabecera cantonal de Sucúa, provincia de Morona Santiago*. [Proyecto de Investigación previo a la obtención del título de Ingeniero Civil]. Universidad Nacional de Chimborazo, Ecuador. Repositorio Dspace. <http://dspace.unach.edu.ec/bitstream/51000/15676/1/Jara%20C.%20Oscar%20A.%20Peralta%20P.%20Angela%20L.%20%282025%29%20Caracter%20f%20f%C3%ADsticas%20mec%C3%A1nicas%20e%20hidr%C3%A1ulicas%20evaluadas%20en%20el%20pavimento%20articulado....pdf>
- Jara Gómez, L. G. (2023). *Diseño geométrico y de pavimento de la Vía Crs Turi – San Pedro de Hierba Buena, en la Parroquia Turi, Cantón Cuenca*. [Trabajo de titulación previo a la obtención del título de Ingeniero Civil]. Universidad Politécnica Salesiana, Ecuador. Repositorio Dspace. <https://dspace.ups.edu.ec/bitstream/123456789/26084/1/UPS-CT010899.pdf>
- Kaiser, N., & Barstow, C. K. (2022). Rural Transportation Infrastructure in Low- and Middle-Income Countries: A Review of Impacts, Implications, and Interventions. *Sustainability*, 14(4), 21-49. <https://doi.org/10.3390/su14042149>
- Lavado Enriquez, J. M. & Sánchez Dávila, K. (2021). Procesos de gestión de los proyectos de inversión de infraestructura vial en los gobiernos regionales: un caso del gobierno regional de San Martín – Perú. *Revista Ciencia Latina*, <https://ciencialatina.org/index.php/cienciala/article/view/772/1056>
- Li, Q., Lv, S., Cui, J., Hou, D., Liu, Y., & Li, W. (2024). Sustainability Constraints on Rural Road Infrastructure. *Sustainability*, 16(16), 7066. <https://doi.org/10.3390/su16167066>
- Lwanga, S. K. & Lemeshow, S (1993). *Sample size determination in health studies: a practical manual*. World Health Organization (WHO). <https://lib.umku.ac.id/wp->

content/uploads/2022/06/Sample-size-determination-in-health-studies-a-practical-manual.pdf

Massenlli, G. S. R., & Paiva, C. E. L. D. (2019). Influencia de la deflexión superficial en pavimentos flexibles con subrasante de baja resistencia. *Ingeniare. Revista Chilena de Ingeniería*, 27(4), 613–624. <https://doi.org/10.4067/S0718-33052019000400613>

Maylle Paima, A., & Avila Tarma, P. E. (2023). Elaboración de un diseño de mezcla para la estabilización de un suelo con emulsión asfáltica tipo CSS-1h y pavimento asfáltico reciclado (RAP) basado en el procedimiento de Marshall modificado. *Infraestructura Vial*, 25(44), 1–17. <https://doi.org/10.15517/iv.v25i44.53441>

Ministerio de Transporte y Obras Públicas (MTO) del Ecuador. (2013). *Especificaciones Generales para Construcción de Caminos y Puentes*. NORMA ECUATORIANA VIAL NEVI-12 – MTO. Subsecretaría de Infraestructura del Transporte. https://www.mit.gov.ec/wp-content/uploads/downloads/2013/12/01-12-2013_Manual_NEVI-12_VOLUMEN_3.pdf

Ministerio de Transporte y Obras Públicas (MTO) del Ecuador. (2003) *Normas de Diseño Geométrico de Carreteras*. <https://es.scribd.com/doc/64165603/Normas-de-Diseño-Geometrico-2003>

Molina, M. (2024). La polisemia de Q. Q de Cochran. *Revista Electrónica AnestesiaR*, 16(11). <https://doi.org/10.30445/rear.v16i11.1290>

Monge Aparicio, A. F. & Garrido Márquez, C. D. (2020). *Impacto de la infraestructura vial sobre la educación rural*. [Trabajo de suficiencia profesional presentado para optar por el Título profesional de Licenciado en Economía]. Universidad del Pacífico, Lima, Perú.

Repositorio Universidad del Pacífico. <https://repositorio.up.edu.pe/backend/api/core/bitstreams/9bb6f94f-a062-4e30-b78b->

[6876c1fc5643/content#:~:text=mejoras%20en%20la%20infraestructura%20vial,analizar%20esta%20relaci%C3%B3n%20para%20el/](https://doi.org/10.26434/chemrxiv-2022-6876c)

- Paccha Alegria, K. J. (2022). *Análisis de los pavimentos flexibles en la cimentación de su estructura*. [Tesis de para optar por el Título profesional de Ingeniero Civil]. Universidad Técnica de Machala. Repositorio UT Machala. <https://repositorio.utmachala.edu.ec/bitstream/48000/18722/1/ECFIC-2022-IC-DE00030.pdf>
- Román Rodas, P. A., Solórzano Villegas, L., Guillen Morales, F. H., & Orejuela Mendoza, I. (2024). Análisis técnico de infraestructura vial rural: Evaluación estructural y propuesta de diseño para el acceso al recinto El Secal, Ecuador. *Arandu UTIC*, 11(2), 2315–2327. <https://doi.org/10.69639/arandu.v11i2.421>
- Sarango Saca, M. P. & Vázquez Gallegos, J. A. (2024). Diseño geométrico y estructural de la vía Girón Curiquingue de la abscisa 6+420 hasta la abscisa 8+560 km, perteneciente al Cantón Girón, provincia de Azuay. [Trabajo de titulación previo a la obtención del título de Ingeniero Civil]. Universidad Politécnica Salesiana, Ecuador. Repositorio Dspace. <https://dspace.ups.edu.ec/bitstream/123456789/27366/1/UPS-CT011323.pdf>
- Suntaxi Loachamin, M. P. & Suntaxi Suntaxi, D. A. (2025). Mejoramiento vial en 2,26 km de longitud de la calle “De Los Nísperos” en la Parroquia Amaguaña, Cantón Quito, Provincia Pichincha. [Trabajo de titulación previo a la obtención del título de Ingeniero Civil]. Universidad Politécnica Salesiana, Ecuador. Repositorio Dspace. <https://dspace.ups.edu.ec/bitstream/123456789/29871/1/TTS2169.pdf>
- Terreros de Varela, C. & Moreno Lituma, V. (1995). *Mecánica de suelos. Laboratorio*. Universidad de Guayaquil.
- Venkat, S. & Viswanadh, G. (2021). Flexible pavement design of district road. *E3S Web Conf.*

Volume 309. <https://doi.org/10.1051/e3sconf/202130901210>

ANEXOS

Anexo 1: Toma de muestras in situ



Anexo 2: Ensayos de laboratorio



Ensayo Granulometría



C.B.R.



Contenido de humedad y límites de Atterberg

Estudios de suelo

	LABORATORIO DE SUELOS	Codigo: UPS-LAB-2025
	CARRERA DE INGENIERÍA CIVIL	Versión 01
		Página 1 de 1
OBRA/PROYECTO: DISEÑO GEOMÉTRICO Y ESTRUCTURAL DE LA CARRETERA DEL RECINTO CUATRO MANGAS, MOCACHE-ECUADOR.		
CIUDAD:	GUAYAQUIL	FECHA DE ENSAYO: 10/11/2025
LOCALIZACIÓN:	CAMPUS MARIA AUXILIADORA VÍA LA COSTA KM 19	FECHA EMISIÓN: 15/11/2025

ENSAYO: CONTENIDO DE HUMEDAD ASTM D2216

CALICATA: C2
PROF. DE LA MUESTRA: 0,00 - 0,25 m

DESCRIPCIÓN	CONTENIDO DE HUMEDAD MUESTRA ALTERADA		
N° de Ensayo	1	2	3
N° de la Tara	GL-01	GL-02	GL-03
Peso de la Tara	111,00	113,10	114,20
Peso de Tara + Muestra Húmeda	388,20	382,80	385,10
Peso de Tara + Muestra Seca	382,80	379,02	372,10
Peso del Agua	5,40	3,78	13,00
Peso del Suelo Seco	271,80	265,92	257,90
Contenido de Humedad Parcial	1,99	1,42	5,04
Contenido de Humedad promedio	2,82		
OBSERVACIONES:			

ENSAYO: CONTENIDO DE HUMEDAD ASTM D2216

CALICATA: C2
PROF. DE LA MUESTRA: 0,25 - 0,63 m

DESCRIPCIÓN	CONTENIDO DE HUMEDAD MUESTRA ALTERADA		
N° de Ensayo	1	2	3
N° de la Tara	GL01	GL02	GL03
Peso de la Tara	115,20	111,20	114,40
Peso de Tara + Muestra Húmeda	483,10	491,40	499,10
Peso de Tara + Muestra Seca	431,30	438,50	426,20
Peso del Agua	51,80	52,90	72,90
Peso del Suelo Seco	316,10	327,30	311,80
Contenido de Humedad Parcial	16,39	16,16	23,38
Contenido de Humedad promedio	18,64		
OBSERVACIONES:			

ING. JORGE JOEL MORAN PINCAY

ENSAYO:

CONTENIDO DE HUMEDAD
ASTM D2216

CALICATA: C1

PROF. DE LA MUESTRA: 0,72 - 1,50 m

DESCRIPCIÓN	CONTENIDO DE HUMEDAD MUESTRA ALTERADA		
	1	2	3
N° de Ensayo	1	2	3
N° de la Tara	GL-01	GL-02	GL-03
Peso de la Tara gr	264,50	258,40	262,90
Peso de Tara + Muestra Húmeda gr	624,90	658,30	631,30
Peso de Tara + Muestra Seca gr	548,80	576,40	553,10
Peso del Agua Ww (gr)	76,10	81,90	78,20
Peso del Suelo Seco Ws (gr)	284,30	318,00	290,20
Contenido de Humedad Parcial W (%)	26,77	25,75	26,95
Contenido de Humedad promedio Wprom [%]	26,49		
OBSERVACIONES:			

OBRA/PROYECTO: DISEÑO GEOMÉTRICO Y ESTRUCTURAL DE LA CARRETERA DEL RECINTO CUATRO MANGAS, MOCACHE-ECUADOR.

CIUDAD: GUAYAQUIL

FECHA DE ENSAYO: 10/11/2025

LOCALIZACIÓN: CAMPUS MARIA AUXILIADORA VÍA LA COSTA KM 19

FECHA EMISIÓN: 15/11/2025

ENSAYO:

CONTENIDO DE HUMEDAD

ASTM D2216

CALICATA: C1

PROF. DE LA MUESTRA: 0,00 - 0,30

DESCRIPCIÓN	CONTENIDO DE HUMEDAD MUESTRA ALTERADA		
N° de Ensayo	1	2	3
N° de la Tara	GL-01	GL-02	GL-03
Peso de la Tara gr	113,00	109,90	115,10
Peso de Tara + Muestra Húmeda gr	398,90	392,00	387,50
Peso de Tara + Muestra Seca gr	391,80	389,90	381,20
Peso del Agua Ww (gr)	7,10	2,10	6,40
Peso del Suelo Seco Ws (gr)	278,80	280,00	266,10
Contenido de Humedad Parcial W (%)	2,55	0,75	2,41
Contenido de Humedad promedio Wprom [%]	1,90		

OBSERVACIONES:

ENSAYO:

CONTENIDO DE HUMEDAD

ASTM D2216

CALICATA: C1

PROF. DE LA MUESTRA: 0,30 - 0,72

DESCRIPCIÓN	CONTENIDO DE HUMEDAD MUESTRA ALTERADA		
N° de Ensayo	1	2	3
N° de la Tara	GL-01	GL-02	GL-03
Peso de la Tara gr	264,50	258,40	262,90
Peso de Tara + Muestra Húmeda gr	715,20	705,30	721,00
Peso de Tara + Muestra Seca gr	643,70	633,70	644,10
Peso del Agua Ww (gr)	71,50	71,60	76,90
Peso del Suelo Seco Ws (gr)	379,20	375,30	381,20
Contenido de Humedad Parcial W (%)	18,86	19,08	20,17
Contenido de Humedad promedio Wprom [%]	19,37		

OBSERVACIONES:

ENSAYO:

CONTENIDO DE HUMEDAD
ASTM D2216

CALICATA: C2

PROF. DE LA MUESTRA: 0,63 - 1,50 m

DESCRIPCIÓN	CONTENIDO DE HUMEDAD MUESTRA ALTERADA		
N° de Ensayo	1	2	3
N° de la Tara	GL01	GL02	GL03
Peso de la Tara <i>gr</i>	112,80	113,80	262,90
Peso de Tara + Muestra Húmeda <i>gr</i>	392,90	418,80	606,80
Peso de Tara + Muestra Seca <i>gr</i>	325,20	346,50	525,10
Peso del Agua <i>Mw (gr)</i>	67,70	72,30	81,70
Peso del Suelo Seco <i>Ws (gr)</i>	212,40	232,70	262,20
Contenido de Humedad Parcial <i>W (%)</i>	31,87	31,07	31,16
Contenido de Humedad promedio <i>W_{prom} [%]</i>	31,37		
OBSERVACIONES:			

ING. JORGE JOEL MORAN PINCAY

OBRA/PROYECTO: DISEÑO GEOMÉTRICO Y ESTRUCTURAL DE LA CARRETERA DEL RECINTO CUATRO MANGAS, MOCACHE-ECUADOR.

CIUDAD: GUAYAQUIL

FECHA DE ENSAYO: 12/11/2025

LOCALIZACIÓN: CAMPUS MARIA AUXILIADORA VIA LA COSTA KM 19

FECHA EMISIÓN: 15/11/2025

ENSAYO:

GRANULOMETRÍA

ASTM D422

CALICATA: C2

PROF. DE LA MUESTRA: 0,25 - 0,63 m

TAMIZ	ABERTURA [mm]	PESO RETENIDO [gr]	%RETENIDO	%ACUMULADO	
				RETENIDO	PASANTE
3"	75	-	-	-	100,00
2(1/2)"	63,5	-	-	-	100,00
2"	50,8	-	-	-	100,00
1(1/2)"	38,1	-	-	-	100,00
1"	25,4	40,00	2,20	2,20	97,80
3/4"	19	70,00	3,84	6,04	93,96
1/2"	12,7	75,00	4,12	10,16	89,84
3/8"	9,5	60,00	3,29	13,45	86,55
N° 4	4,75	50,00	2,75	16,20	83,80
N° 8	2,38	120,00	6,59	22,79	77,21
N° 10	2	80,00	4,39	27,18	72,82
N° 12	1,7	51,80	2,84	30,02	69,98
N° 20	0,85	227,50	12,49	42,51	57,49
N° 30	0,59	309,80	17,01	59,52	40,48
N° 40	0,425	118,00	6,48	66,00	34,00
N° 50	0,297	111,80	6,14	72,14	27,86
N° 60	0,25	65,30	3,59	75,73	24,27
N° 80	0,18	110,00	6,04	81,77	18,23
N° 100	0,15	136,90	7,52	89,28	10,72
N° 200	0,075	53,30	2,93	92,21	7,79
FONDO		141,90	7,79	100,00	
TOTAL		1821,3	100		

CARACTERÍSTICAS GRANULOMÉTRICAS

Diámetro correspondiente al 10% $D_{10} = 0,13$ mm

Diámetro correspondiente al 30% $D_{30} = 0,34$ mm

Diámetro correspondiente al 60% $D_{60} = 0,98$ mm

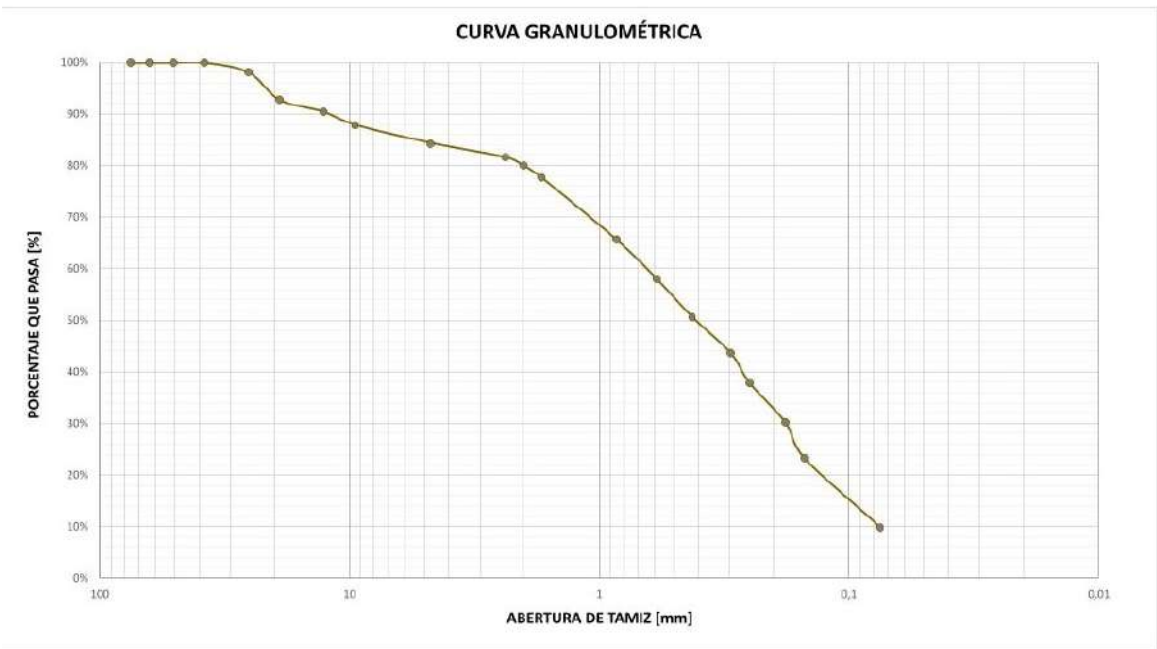
Coefficiente de uniformidad $C_u = 7,72$

Coefficiente de curvatura o gradación $C_c = 0,92$

Porcentaje de gravas % Gravas = 16,20

Porcentaje de finos % Finos = 7,79

Porcentaje de arenas % Arenas = 76,01



OBRA/PROYECTO: DISEÑO GEOMÉTRICO Y ESTRUCTURAL DE LA CARRETERA DEL RECINTO CUATRO MANGAS, MOCACHE-ECUADOR.
CIUDAD: GUAYAQUIL **FECHA DE ENSAYO:** 12/11/2025
LOCALIZACIÓN: CAMPUS MARIA AUXILIADORA VÍA LA COSTA KM 19 **FECHA EMISIÓN:** 15/11/2025

ENSAYO:

GRANULOMETRÍA
ASTM D422

CALICATA: C1
PROF. DE LA MUESTRA: 0,30 - 0,72

TAMIZ	ABERTURA [mm]	PESO RETENIDO [gr]	%RETENIDO	%ACUMULADO	
				RETENIDO	PASANTE
3"	75	-	-	-	100,00
2(1/2)"	63,5	-	-	-	100,00
2"	50,8	-	-	-	100,00
1(1/2)"	38,1	-	-	-	100,00
1"	25,4	25,50	1,80	1,80	98,20
3/4"	19	76,00	5,37	7,17	92,83
1/2"	12,7	33,80	2,39	9,56	90,44
3/8"	9,5	37,50	2,65	12,21	87,79
N° 4	4,75	49,20	3,48	15,69	84,31
N° 8	2,38	39,80	2,74	18,43	81,57
N° 10	2	22,10	1,56	19,99	80,01
N° 12	1,7	31,90	2,25	22,25	77,75
N° 20	0,85	169,70	11,99	34,24	65,76
N° 30	0,59	109,10	7,71	41,95	58,05
N° 40	0,425	105,10	7,43	49,38	50,62
N° 50	0,297	98,10	6,93	56,31	43,69
N° 60	0,25	83,40	5,89	62,21	37,79
N° 80	0,18	106,48	7,53	69,73	30,27
N° 100	0,15	98,70	6,98	76,71	23,29
N° 200	0,075	190,50	13,46	90,17	9,83
FONDO		139,10	9,83	100,00	
TOTAL		1414,98	100		

CARACTERÍSTICAS GRANULOMÉTRICAS

Diámetro correspondiente al 10% $D_{10} = 0,08$ mm

Diámetro correspondiente al 30% $D_{30} = 0,18$ mm

Diámetro correspondiente al 60% $D_{60} = 0,65$ mm

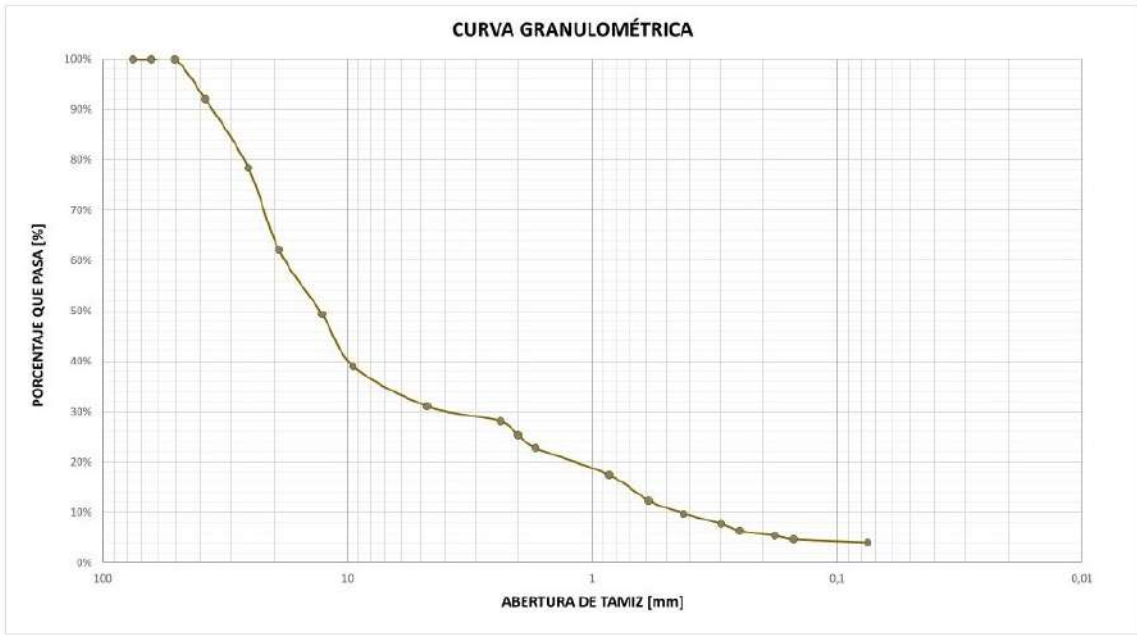
Coefficiente de uniformidad $C_u = 8,55$

Coefficiente de curvatura o gradación $C_c = 0,65$

Porcentaje de gravas % Gravas = 15,69

Porcentaje de finos % Finos = 9,83

Porcentaje de arenas % Arenas = 74,48



OBRA/PROYECTO: DISEÑO GEOMÉTRICO Y ESTRUCTURAL DE LA CARRETERA DEL RECINTO CUATRO MANGAS, MOCACHE-ECUADOR.

CIUDAD: GUAYAQUIL **FECHA DE ENSAYO:** 11/11/2025

LOCALIZACIÓN: CAMPUS MARIA AUXILIADORA VIA LA COSTA KM 19 **FECHA EMISIÓN:** 15/11/2025

ENSAYO:

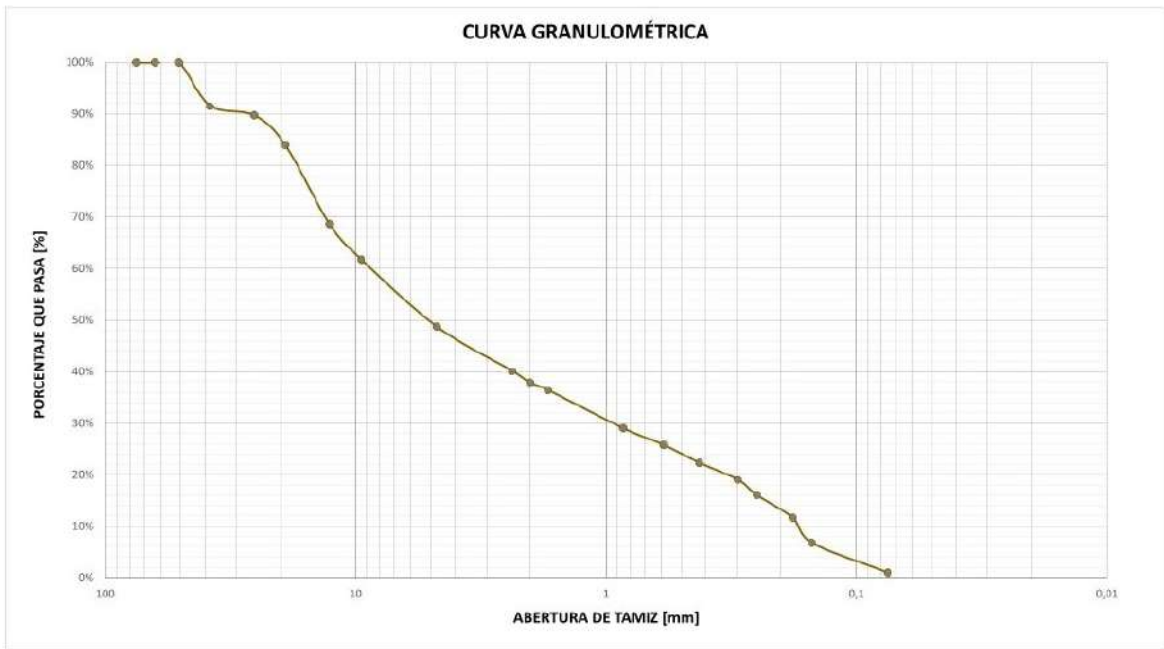
GRANULOMETRÍA
ASTM D422

CALICATA: C2
PROF. DE LA MUESTRA: 0,00 - 0,25 m

TAMIZ	ABERTURA [mm]	PESO RETENIDO [gr]	%RETENIDO	%ACUMULADO	
				RETENIDO	PASANTE
3"	75	-	-	-	100,00
2(1/2)"	63,5	-	-	-	100,00
2"	50,8	-	-	-	100,00
1(1/2)"	38,1	160,00	7,87	7,87	92,13
1"	25,4	280,00	13,78	21,65	78,35
3/4"	19	330,00	16,24	37,89	62,11
1/2"	12,7	260,00	12,79	50,69	49,31
3/8"	9,5	210,00	10,33	61,02	38,98
N° 4	4,75	160,00	7,87	68,89	31,11
N° 8	2,38	62,70	3,09	71,98	28,02
N° 10	2	55,70	2,74	74,72	25,28
N° 12	1,7	48,70	2,40	77,12	22,88
N° 20	0,85	111,40	5,48	82,60	17,40
N° 30	0,59	104,50	5,14	87,74	12,26
N° 40	0,425	52,20	2,57	90,31	9,69
N° 50	0,297	38,30	1,88	92,20	7,80
N° 60	0,25	27,90	1,37	93,57	6,43
N° 80	0,18	20,90	1,03	94,60	5,40
N° 100	0,15	15,30	0,75	95,35	4,65
N° 200	0,075	13,20	0,65	96,00	4,00
FONDO		81,30	4,00	100,00	
TOTAL		2032,1	100		

CARACTERÍSTICAS GRANULOMÉTRICAS

Diámetro correspondiente al 10%	D ₁₀ =	0,44	mm
Diámetro correspondiente al 30%	D ₃₀ =	3,71	mm
Diámetro correspondiente al 60%	D ₆₀ =	17,78	mm
Coefficiente de uniformidad	C _u =	40,21	
Coefficiente de curvatura o gradación	C _c =	1,75	
Porcentaje de gravas	% Gravas =	68,89	
Porcentaje de finos	% Finos =	4,00	
Porcentaje de arenas	% Arenas =	27,10	



CLASIFICACIÓN POR SUCS

GP

CLASIFICACIÓN POR AASHTO

A-1-a

OBRA/PROYECTO: DISEÑO GEOMÉTRICO Y ESTRUCTURAL DE LA CARRETERA DEL RECINTO CUATRO MANGAS, MOCACHE-ECUADOR.

CIUDAD: GUAYAQUIL

FECHA DE ENSAYO: 11/11/2025

LOCALIZACIÓN: CAMPUS MARIA AUXILIADORA VÍA LA COSTA KM 19

FECHA EMISIÓN: 15/11/2025

ENSAYO:

GRANULOMETRÍA
ASTM D422

CALICATA: C1

PROF. DE LA MUESTRA: 0,00 - 0,30

TAMIZ	ABERTURA [mm]	PESO RETENIDO [gr]	%RETENIDO	%ACUMULADO	
				RETENIDO	PASANTE
3"	75	-	-	-	100,00
2(1/2)"	63,5	-	-	-	100,00
2"	50,8	-	-	-	100,00
1(1/2)"	38,1	149,70	8,49	8,49	91,51
1"	25,4	30,60	1,74	10,23	89,77
3/4"	19	101,40	5,75	15,98	84,02
1/2"	12,7	271,90	15,43	31,41	68,59
3/8"	9,5	119,90	6,80	38,21	61,79
N° 4	4,75	229,40	13,02	51,23	48,77
N° 8	2,38	153,10	8,69	59,92	40,08
N° 10	2	39,40	2,24	62,15	37,85
N° 12	1,7	26,10	1,48	63,63	36,37
N° 20	0,85	129,90	7,37	71,01	28,99
N° 30	0,59	58,10	3,30	74,30	25,70
N° 40	0,425	51,10	3,47	77,77	22,23
N° 50	0,297	57,40	3,26	81,03	18,97
N° 60	0,25	50,70	2,88	83,90	16,10
N° 80	0,18	78,60	4,46	88,36	11,54
N° 100	0,15	85,90	4,87	93,24	6,76
N° 200	0,075	101,10	5,74	98,97	1,03
FONDO		18,10	1,03	100,00	
TOTAL		1762,40	100		

CARACTERÍSTICAS GRANULOMÉTRICAS

Diámetro correspondiente al 10% $D_{10} = 0,17$ mm

Diámetro correspondiente al 30% $D_{30} = 0,93$ mm

Diámetro correspondiente al 50% $D_{50} = 8,64$ mm

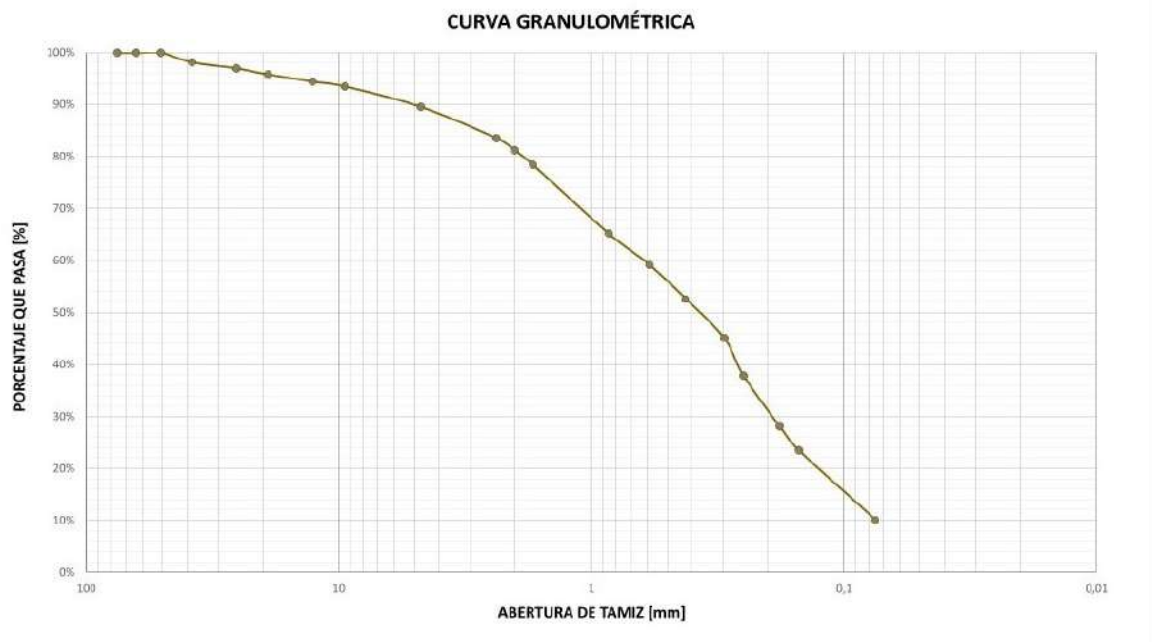
Coefficiente de uniformidad $C_u = 51,02$

Coefficiente de curvatura o gradación $C_c = 0,60$

Porcentaje de gravas % Gravas = 51,23

Porcentaje de finos % Finos = 1,03

Porcentaje de arenas % Arenas = 47,74



OBRA/PROYECTO: DISEÑO GEOMÉTRICO Y ESTRUCTURAL DE LA CARRETERA DEL RECINTO CUATRO MANGAS, MOCACHE-ECUADOR.

CIUDAD: GUAYAQUIL **FECHA DE ENSAYO:** 13/11/2025

LOCALIZACIÓN: CAMPUS MARIA AUXILIADORA VIA LA COSTA KM 19 **FECHA EMISIÓN:** 15/11/2025

ENSAYO:

GRANULOMETRÍA

ASTM D422

CALICATA: C2
PROF. DE LA MUESTRA: 0,63 - 1,50 m

TAMIZ	ABERTURA [mm]	PESO RETENIDO [gr]	%RETENIDO	%ACUMULADO	
				RETENIDO	PASANTE
3"	75	-	-	-	100,00
2(1/2)"	63,5	-	-	-	100,00
2"	50,8	-	-	-	100,00
1(1/2)"	38,1	38,10	1,80	1,80	98,20
1"	25,4	27,40	1,29	3,09	96,91
3/4"	19	25,10	1,19	4,28	95,72
1/2"	12,7	26,10	1,23	5,51	94,49
3/8"	9,5	21,40	1,01	6,52	93,48
N° 4	4,75	82,20	3,88	10,40	89,60
N° 8	2,38	127,40	6,02	16,42	83,58
N° 10	2	49,60	2,34	18,76	81,24
N° 12	1,7	61,70	2,91	21,68	78,32
N° 20	0,85	276,30	13,05	34,73	65,27
N° 30	0,59	130,30	6,15	40,88	59,12
N° 40	0,425	138,90	6,56	47,44	52,56
N° 50	0,297	157,30	7,43	54,87	45,13
N° 60	0,25	152,60	7,21	62,08	37,92
N° 80	0,18	208,10	9,83	71,91	28,09
N° 100	0,15	96,60	4,56	76,47	23,53
N° 200	0,075	286,60	13,54	90,01	9,99
FONDD		211,60	9,99	100,00	
TOTAL		2117,3	100		

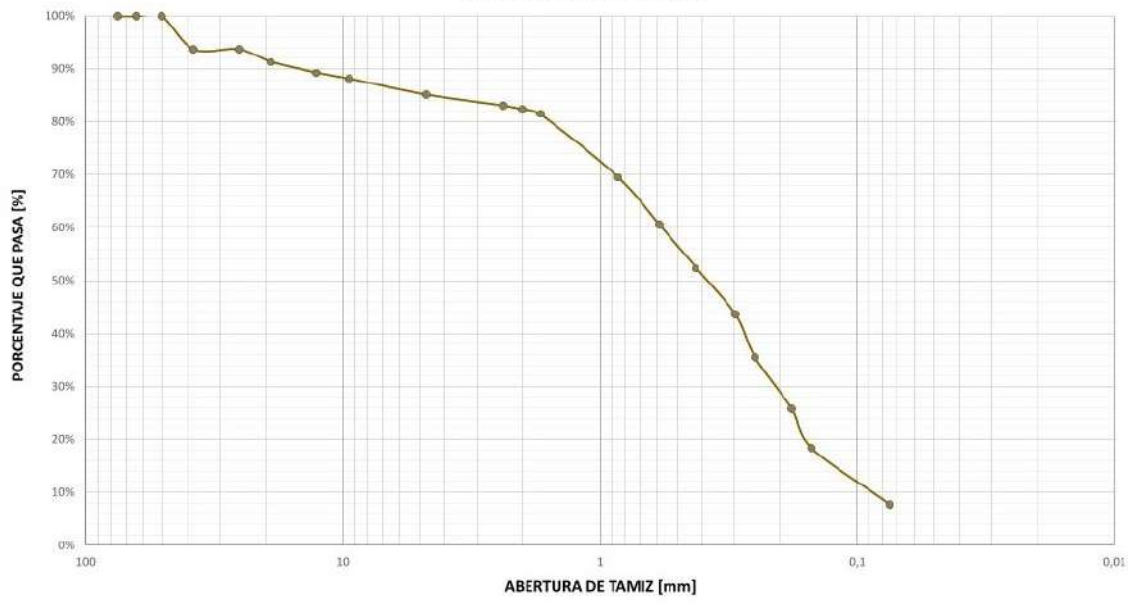
CARACTERÍSTICAS GRANULOMÉTRICAS

Diámetro correspondiente al 10% $D_{10} = 0,08$ mm
 Diámetro correspondiente al 30% $D_{30} = 0,19$ mm
 Diámetro correspondiente al 60% $D_{60} = 0,62$ mm

Coefficiente de uniformidad $C_u = 8,29$
 Coeficiente de curvatura o gradación $C_c = 0,79$

Porcentaje de gravas % Gravas = 10,40
 Porcentaje de finos % Finos = 9,99
 Porcentaje de arenas % Arenas = 79,60

CURVA GRANULOMÉTRICA



OBRA/PROYECTO: DISEÑO GEOMÉTRICO Y ESTRUCTURAL DE LA CARRETERA DEL RECINTO CUATRO MANGAS, MOCACHE-ECUADOR.

CIUDAD: GUAYAQUIL **FECHA DE ENSAYO:** 13/11/2025

LOCALIZACIÓN: CAMPUS MARIA AUXILIADORA VÍA LA COSTA KM 19 **FECHA EMISIÓN:** 15/11/2025

ENSAYO:
GRANULOMETRÍA
ASTM D422

CALICATA: C1
PROF. DE LA MUESTRA: 0,72 - 1,50 m

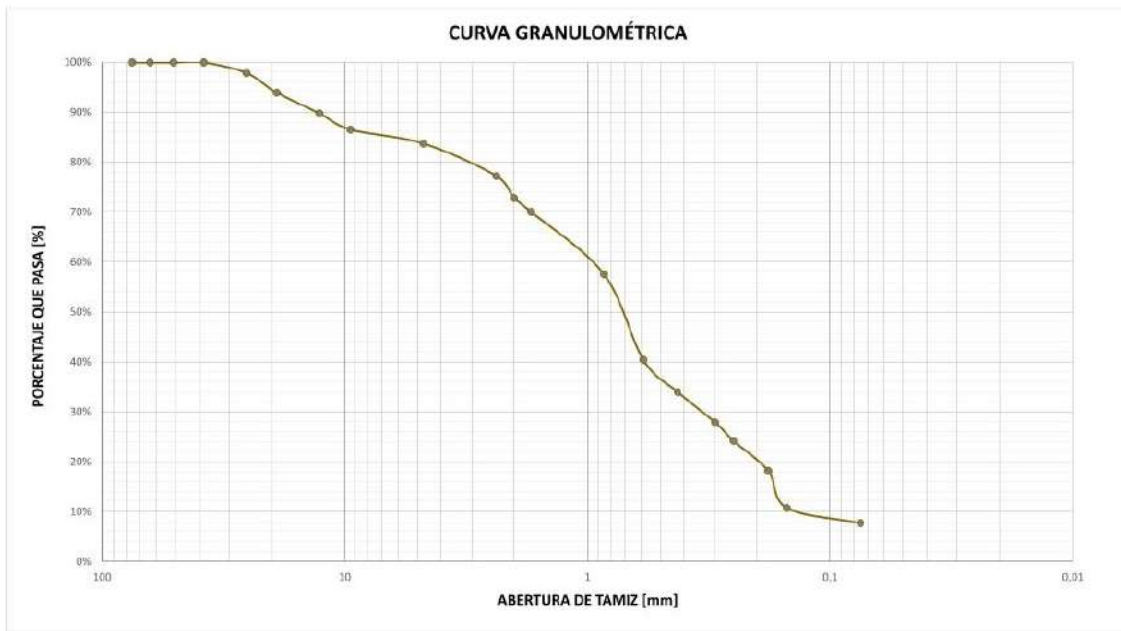
TAMIZ	ABERTURA [mm]	PESO RETENIDO [gr]	%RETENIDO	%ACUMULADO	
				RETENIDO	PASANTE
3"	75	-	-	-	100,00
2(1/2)"	63,5	-	-	-	100,00
2"	50,8	-	-	-	100,00
1(1/2)"	38,1	106,80	6,35	6,35	93,65
1"	25,4	-	-	6,35	93,65
3/4"	19	39,70	2,36	8,72	91,28
1/2"	12,7	35,10	2,09	10,80	89,20
3/8"	9,5	18,80	1,12	11,92	88,08
N° 4	4,75	49,20	2,93	14,85	85,15
N° 8	2,38	34,60	2,06	16,91	83,09
N° 10	2	13,10	0,78	17,69	82,31
N° 12	1,7	13,30	0,79	18,48	81,52
N° 20	0,85	202,00	12,02	30,49	69,51
N° 30	0,59	148,90	8,86	39,35	60,65
N° 40	0,425	139,80	8,32	47,67	52,33
N° 50	0,297	147,50	8,77	56,44	43,56
N° 60	0,25	135,40	8,05	64,50	35,50
N° 80	0,18	163,70	9,74	74,24	25,76
N° 100	0,15	125,00	7,44	81,67	18,33
N° 200	0,075	179,80	10,70	92,37	7,63
FONDO		128,30	7,63	100,00	
TOTAL		1681,00	100		

CARACTERÍSTICAS GRANULOMÉTRICAS

Diámetro correspondiente al 10% $D_{10} = 0,09$ mm
 Diámetro correspondiente al 30% $D_{30} = 0,21$ mm
 Diámetro correspondiente al 60% $D_{60} = 0,58$ mm

Coefficiente de uniformidad $C_u = 6,58$
 Coeficiente de curvatura o gradación $C_c = 0,86$

Porcentaje de gravas % Gravas = 14,85
 Porcentaje de finos % Finos = 7,63
 Porcentaje de arenas % Arenas = 77,52



ENSAYO:

GRAVEDAD ESPECIFICA
ASTM D854

CALICATA : C1 - C2

PROF. DE LA MUESTRA : 0,30 - 0,72

CLASIFICACIÓN DEL SUELO : Arena mal gradada con limo

DESCRIPCIÓN		GRAVEDAD ESPECIFICA DE SOLIDOS - PICNÓMETRO		
N° de Ensayo		1	2	3
N° Muestra o Picnómetro		GL01	GL02	GL03
Preparación del Ensayo				
Masa promedio del picnómetro	M _p (gr)	202,10	200,50	198,90
Masa del picnómetro + agua, calib.	M _{pw,c} (gr)	702,60	704,90	698,30
Temperatura de calibración	T _c (°C)	24,2	24,1	24,3
Densidad de masa del agua, calib.	ρ _{w,c} (gr/mL)	0,99725	0,99727	0,99723
Volumen del picnómetro	V _p (mL)	501,88	505,78	500,79
Procedimiento Operativo				
Masa promedio del picnómetro	M _p (gr)	202,10	200,50	198,90
Método de aplicación para selección de muestra		MÉTODO A	MÉTODO A	MÉTODO A
Masa del picnómetro + agua + suelo	M _{pw,s,t} (gr)	753,40	755,50	746,90
Temperatura de ensayo	T _t (°C)	23,3	23,0	23,1
Densidad de masa del agua ensayada	ρ _{w,t} (gr/mL)	0,99745	0,99754	0,99752
Masa del suelo seco	M _s (gr)	79,60	81,80	81,50
Masa del picnómetro + agua	M _{pw,t} (gr)	702,70	705,04	698,45
Gravedad específica de suelo	G _t (gr/cm ³)	2,754	2,610	2,466
Factor de corrección por temperatura	k	0,99926	0,99933	0,99931
Gravedad específica de suelos	G _{20°} (gr/cm ³)	2,752	2,609	2,465
Gravedad específica promedio	G _{20°} (gr/cm ³)	2,608		
Observaciones:				

OBRA/PROYECTO: DISEÑO GEOMÉTRICO Y ESTRUCTURAL DE LA CARRETERA DEL RECINTO CUATRO MANGAS, MOCACHE-ECUADOR.

CIUDAD: GUAYAQUIL

FECHA DE ENSAYO: 17/11/2025

LOCALIZACIÓN: CAMPUS MARIA AUXILIADORA VÍA LA COSTA KM 19

FECHA EMISIÓN: 22/11/2025

ENSAYO:

GRAVEDAD ESPECIFICA

ASTM D854

CALICATA: C1 - C2

PROF. DE LA MUESTRA: 0,00 - 0,30

CLASIFICACIÓN DEL SUELO: Grava mal gradada

DESCRIPCIÓN	GRAVEDAD ESPECIFICA DE SÓLIDOS - PICNÓMETRO			
	1	2	3	
Nº de Ensayo	1	2	3	
Nº Muestra o Picnómetro	GL01	GL02	GL03	
Preparación del Ensayo				
Masa promedio del picnómetro	M_D (gr)	200,60	196,80	203,60
Masa del picnómetro + agua, calib.	$M_{pw,c}$ (gr)	698,50	694,50	701,50
Temperatura de calibración	T_c (°C)	25,9	26,0	25,8
Densidad de masa del agua, calib.	$\rho_{w,c}$ (gr/mL)	0,99681	0,99679	0,99684
Volumen del picnómetro	V_p (mL)	499,49	499,30	499,48
Procedimiento Operativo				
Masa promedio del picnómetro	M_D (gr)	200,60	196,80	203,60
Método de aplicación para selección de muestra		MÉTODO A	MÉTODO A	MÉTODO A
Masa del picnómetro + agua + suelo	$M_{pws,t}$ (gr)	769,00	764,40	772,00
Temperatura de ensayo	T_t (°C)	23,4	23,2	23,5
Densidad de masa del agua ensayada	$\rho_{w,t}$ (gr/mL)	0,99745	0,99749	0,99742
Masa del suelo seco	M_s (gr)	99,10	99,40	99,60
Masa del picnómetro + agua	$M_{ow,t}$ (gr)	698,82	694,85	701,79
Gravedad específica de suelo	G_t (gr/cm ³)	3,427	3,330	3,389
Factor de corrección por temperatura	k	0,99924	0,99929	0,99921
Gravedad específica de suelos	$G_{20^{\circ}}$ (gr/cm ³)	3,424	3,328	3,386
Gravedad específica promedio	$G_{20^{\circ}}$ (gr/cm ³)		3,379	
Observaciones:				

ENSAYO:

GRAVEDAD ESPECIFICA
ASTM D854

CALICATA : C1 - C2

PROF. DE LA MUESTRA : 0,72 - 1,50 m

CLASIFICACIÓN DEL SUELO : Arena mal gradada con arcilla

DESCRIPCIÓN		GRAVEDAD ESPECIFICA DE SOLIDOS - PICNÓMETRO		
N° de Ensayo		1	2	3
N° Muestra o Picnómetro		GL01	GL02	GL03
Preparación del Ensayo				
Masa promedio del picnómetro	M _p (gr)	201,10	149,90	200,80
Masa del picnómetro + agua, calib.	M _{pw,c} (gr)	699,50	649,90	698,90
Temperatura de calibración	T _c (°C)	23,8	24,2	24,6
Densidad de masa del agua, calib.	ρ _{w,c} (gr/mL)	0,99735	0,99725	0,99715
Volumen del picnómetro	V _p (mL)	499,72	501,38	499,52
Procedimiento Operativo				
Masa promedio del picnómetro	M _p (gr)	201,10	149,90	200,80
Método de aplicación para selección de muestra		MÉTODO A	MÉTODO A	MÉTODO A
Masa del picnómetro + agua + suelo	M _{pw,s,t} (gr)	752,20	701,10	748,60
Temperatura de ensayo	T _t (°C)	23,0	23,2	23,2
Densidad de masa del agua ensayada	ρ _{w,t} (gr/mL)	0,99754	0,99749	0,99749
Masa del suelo seco	M _s (gr)	80,20	83,70	82,60
Masa del picnómetro + agua	M _{pw,t} (gr)	699,59	650,02	699,07
Gravedad específica de suelo	G _t (gr/cm ³)	2,906	2,566	2,498
Factor de corrección por temperatura	k	0,99933	0,99929	0,99929
Gravedad específica de suelos	G _{20°} (gr/cm ³)	2,904	2,564	2,496
Gravedad específica promedio	G _{20°} (gr/cm ³)	2,655		
Observaciones:				

OBRA/PROYECTO: DISEÑO GEOMETRICO Y ESTRUCTURAL DE LA CARRETERA DEL RECINTO CUATRO MANGAS, MOCACHE-ECUADOR.

CIUDAD: GUAYAQUIL

FECHA DE ENSAYO: 19/11/2025

LOCALIZACIÓN: CAMPUS MARIA AUXILIADORA VÍA LA COSTA KM 19

FECHA EMISIÓN: 22/11/2025

ENSAYO:

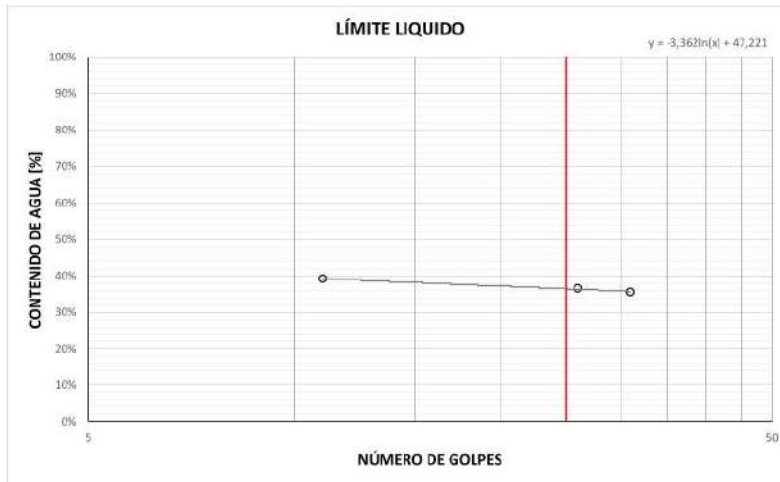
LIMITES DE ATTERBERG

ASTM D 4318

CALICATA : C1 - C2

PROF. DE LA MUESTRA : 0,30 - 0,72

DESCRIPCIÓN	LIMITE LÍQUIDO		
N° de Ensayo	1	2	3
N° de capsula	M2-1	M2-2	M2-3
Peso de capsula gr	14,18	14,32	13,43
Peso de capsula + Muestra húmeda gr	31,07	38,24	32,43
Peso de capsula + Muestra seca gr	25,32	31,85	27,45
Peso del Agua Ww (gr)	4,75	6,39	4,98
Peso de Muestra Seca Ws (gr)	12,14	17,53	14,02
Contenido de Humedad Parcial W (%)	39,13	36,45	35,52
N° de Golpes	11	26	31
Contenido de Humedad promedio Wprom [%]	37,03		



Límite Líquido: LL = **36,40** %

$y = 3,362 \ln(x) + 47,221$

WL = 36,40 %

WP = NP %

IP = NP %

Símbolo de la carta de plasticidad

ML

Observaciones:

DESCRIPCIÓN	LIMITE PLÁSTICO		
N° de Ensayo	1	2	3
N° de capsula	M2-1	M2-2	M2-3
Peso de capsula gr	NP	NP	NP
Peso de capsula + Muestra humedad gr	NP	NP	NP
Peso de capsula + Muestra seca gr	NP	NP	NP
Peso del Agua Ww (gr)	NP	NP	NP
Peso de Muestra Seca Ws (gr)	NP	NP	NP
Contenido de Humedad Parcial W (%)	NP	NP	NP
Contenido de Humedad promedio Wprom [%]	NP		

Límite Plástico: LP = **NP** %

Observaciones: Durante el ensayo no fue posible formar cilindros de 3 mm de diámetro, debido a que el material se desagrega y no presenta cohesión, por lo cual se clasifica como No Plástico (NP).

OBRA/PROYECTO: DISEÑO GEOMÉTRICO Y ESTRUCTURAL DE LA CARRETERA DEL RECINTO CUATRO MANGAS, MOCACHE-ECUADOR.

CIUDAD: GUAYAQUIL

FECHA DE ENSAYO: 18/11/2025

LOCALIZACIÓN: CAMPUS MARIA AUXILIADORA VÍA LA COSTA KM 19

FECHA EMISIÓN: 22/11/2025

ENSAYO:

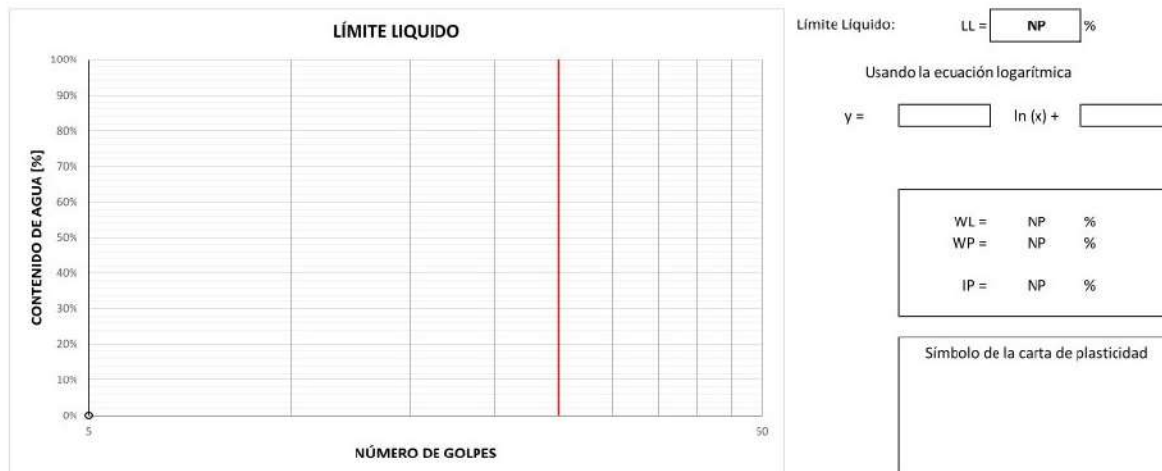
LÍMITES DE ATTERBERG

ASTM D 4318

CALICATA : C1 - C2

PROF. DE LA MUESTRA : 0,00 - 0,30 m

DESCRIPCIÓN	LÍMITE LÍQUIDO		
	1	2	3
N° de Ensayo	1		
N° de capsula	M1-1	M1-2	M1-3
Peso de capsula gr	NP	NP	NP
Peso de capsula + Muestra húmeda gr	NP	NP	NP
Peso de capsula + Muestra seca gr	NP	NP	NP
Peso del Agua W _w (gr)	NP	NP	NP
Peso de Muestra Seca W _s (gr)	NP	NP	NP
Contenido de Humedad Parcial W (%)	NP	NP	NP
N° de Golpes	NP	NP	NP
Contenido de Humedad promedio W _{prom} [%]	NP		


Observaciones: No fue posible determinar el Límite Líquido debido a que la muestra no presenta plasticidad, conforme ASTM D4318.

DESCRIPCIÓN	LÍMITE PLÁSTICO		
	1	2	3
N° de Ensayo	1		
N° de capsula	M1-1	M1-2	M1-3
Peso de capsula gr	NP	NP	NP
Peso de capsula + Muestra humedad gr	NP	NP	NP
Peso de capsula + Muestra seca gr	NP	NP	NP
Peso del Agua W _w (gr)	NP	NP	NP
Peso de Muestra Seca W _s (gr)	NP	NP	NP
Contenido de Humedad Parcial W (%)	NP	NP	NP
Contenido de Humedad promedio W _{prom} [%]	NP		

 Limite Plástico: LP = **NP** %

Observaciones: Durante el ensayo no fue posible formar cilindros de 3 mm de diámetro, debido a que el material se desagrega y no presenta cohesión, por lo cual se clasifica como No Plástico (NP).

Nota: El material ensayado no presenta límites de Atterberg definidos, debido a su naturaleza granular y al bajo contenido de finos (1.03% pasa el tamiz N°200). En consecuencia, el Límite Líquido, Limite Plástico e Índice de Plasticidad se reportan como No Plástico (NP), de acuerdo con ASTM D4318.

OBRA/PROYECTO: DISEÑO GEOMÉTRICO Y ESTRUCTURAL DE LA CARRETERA DEL RECINTO CUATRO MANGAS, MOCACHE-ECUADOR.

CIUDAD: GUAYAQUIL

FECHA DE ENSAYO: 20/11/2025

LOCALIZACIÓN: CAMPUS MARÍA AUXILIADORA VÍA LA COSTA KM 19

FECHA EMISIÓN: 22/11/2025

ENSAYO:

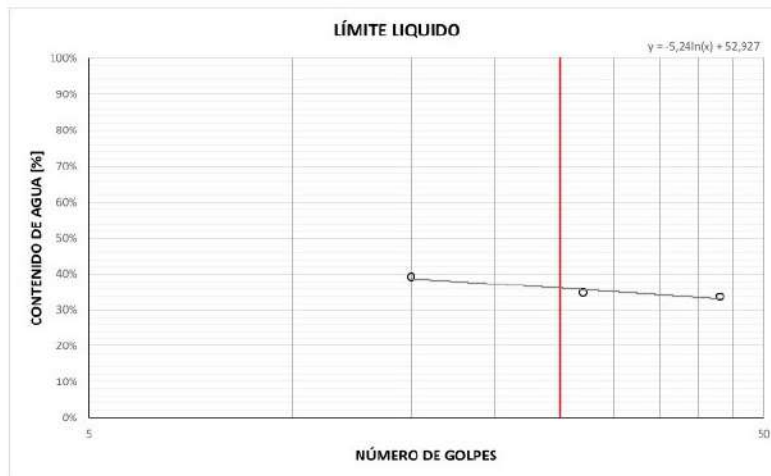
LÍMITES DE ATTERBERG

ASTM D 4318

CALICATA : C1 - C2

PROF. DE LA MUESTRA : 0,72 - 1,50 m

DESCRIPCIÓN	LÍMITE LÍQUIDO		
	1	2	3
N° de Ensayo	1	2	3
N° de capsula	M3-1	M3-2	M3-3
Peso de capsula gr	12,04	13,80	14,14
Peso de capsula + Muestra húmeda gr	39,00	38,24	33,98
Peso de capsula + Muestra seca gr	31,42	31,93	28,98
Peso del Agua Ww (gr)	7,58	6,31	5,00
Peso de Muestra Seca Ws (gr)	19,38	18,13	14,84
Contenido de Humedad Parcial W (%)	39,11	34,80	33,69
N° de Golpes	15	27	43
Contenido de Humedad promedio Wprom [%]	35,87		



Límite Líquido: LL = **35,06** %

Usando la ecuación logarítmica

$y =$ **5,24** $\ln(x) +$ **52,927**

WL = **35,06** %
WP = **22,16** %
IP = **13,90** %

Símbolo de la carta de plasticidad

CL

Observaciones:

DESCRIPCIÓN	LÍMITE PLÁSTICO		
	1	2	3
N° de Ensayo	1	2	3
N° de capsula	M3-1	M3-2	M3-3
Peso de capsula gr	13,87	14,10	14,12
Peso de capsula + Muestra humedad gr	17,38	17,20	16,20
Peso de capsula + Muestra seca gr	16,74	16,63	15,83
Peso del Agua Ww (gr)	0,64	0,57	0,37
Peso de Muestra Seca Ws (gr)	2,87	2,53	1,71
Contenido de Humedad Parcial W (%)	22,30	22,53	21,64
Contenido de Humedad promedio Wprom [%]	22,16		

Límite Plástico: LP = **22,16** %

Observaciones:

OBRA/PROYECTO: DISEÑO GEOMÉTRICO Y ESTRUCTURAL DE LA CARRETERA DEL RECINTO CUATRO MANGAS, MOCACHE-ECUADOR.

CIUDAD: GUAYAQUIL

FECHA DE ENSAYO: 9/12/2025

LOCALIZACIÓN: CAMPUS MARIA AUXILIADORA YÍA LA COSTA KM 19

FECHA EMISIÓN: 13/12/2025

ENSAYO:

PROCTOR MODIFICADO

ASTM 1558

CALICATA: C1 - C2

PROF. DE LA MUESTRA: 0.30 - 0.72 m

CLASIFICACIÓN DEL SUELO: SP-SM

Información del Molde

 Diámetro Interior $d = 10,16$ cm
 Altura Interior $h = 11,64$ cm
 Volumen Interior $V = 943,69$ cm³
Parámetros de Ensayo:

 Gravedad Específica del suelo $G_s = 2,608$ gr/cm³
 Densidad del agua $\rho_w = 1,000$ gr/cm³
Información del Método

 Método B
 Número de capas $n = 5$
 Golpes por capa $N = 25$
 Peso del pisón $W_p = 4,54$ Kg
 Altura de caída del pisón $h = 45,70$ cm
 Energía de compactación $E_e = 27,48$ kg-cm/cm³

Preparación de los especímenes del suelo para el ensayo de acuerdo a:

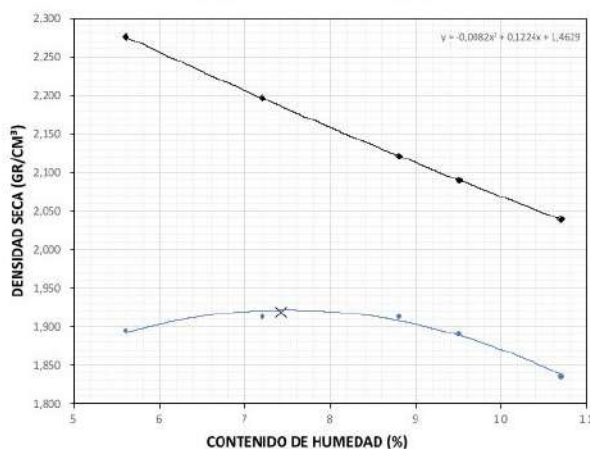
Método de Preparación en Seco

MASA VOLUMÉTRICA	NUMERO DE ENSAYO	1	2	3	4	5
	Peso del molde gr	2.450,00	2.450,00	2.450,00	2.450,00	2.450,00
Peso Suelo Compac + Molde gr	4.338,00	4.385,20	4.413,50	4.404,10	4.366,30	4.366,30
Peso Suelo Compactado gr	1.888,00	1.935,20	1.963,50	1.954,10	1.916,30	1.916,30
Densidad Humedad ρ_m (gr/cm ³)	2,001	2,051	2,081	2,071	2,031	2,031

CONTENIDO DE HUMEDAD	NUMERO DE ENSAYO	1	2	3	4	5
	N° Tara	M1	M2	M3	M4	M5
Peso de la tara gr	428,50	430,20	429,70	431,00	428,90	
Peso de la Tara + Suelo Húmedo gr	2.316,50	2.365,40	2.393,20	2.385,10	2.345,20	
Peso de la Tara + Suelo Seco gr	2.216,40	2.235,40	2.234,40	2.215,50	2.160,00	
Peso de Agua W_w (gr)	100,10	130,00	158,80	169,60	185,20	
Peso de Suelo Seco W_s (gr)	1.787,90	1.805,20	1.804,70	1.784,50	1.731,10	
Contenido de Humedad W (%)	5,60	7,20	8,80	9,50	10,70	

Promedio W (%)	5,60	7,20	8,80	9,50	10,70
Densidad Seca ρ_d (gr/cm ³)	1,895	1,913	1,913	1,891	1,835
Línea de Saturación al 100% W (%)	2,276	2,196	2,121	2,090	2,035

CURVA DE COMPACTACIÓN


 DENSIDAD MÁXIMA SECA, $\rho_{dm\acute{a}x}$ (gr/cm³): **1,92**

 CONTENIDO DE AGUA ÓPTIMA, ω (%): **7,42**

OBRA/PROYECTO: DISEÑO GEOMÉTRICO Y ESTRUCTURAL DE LA CARRETERA DEL RECINTO CUATRO MANGAS, MOCACHE-ECUADOR.

CIUDAD: GUAYAQUIL

FECHA DE ENSAYO: 8/12/2025

LOCALIZACIÓN: CAMPUS MARIA AUXILIADORA VÍA LA COSTA KM 19

FECHA EMISIÓN: 13/12/2025

ENSAYO:

PROCTOR MODIFICADO

ASTM 1558

CALICATA: C1 - C2

PROF. DE LA MUESTRA: 0,00 - 0,30 m

CLASIFICACIÓN DEL SUELO: GP

Información del Molde

 Diámetro Interior $d = 15,24$ cm
 Altura Interior $h = 11,64$ cm
 Volumen Interior $V = 2.123,31$ cm³
Parámetros de Ensayo:

 Gravedad Específica del suelo $G_s = 3,379$ gr/cm³
 Densidad del agua $\rho_w = 1,000$ gr/cm³
Información del Método

Método	C
Numero de capas	n = 5
Golpes por capa	N = 56
Peso del pisón	Wp = 4,54 Kg
Altura de caída del pisón	h = 45,70 cm
Energía de compactación	Ee = 27,36 kg-cm/cm ³

Preparación de los especímenes del suelo para el ensayo de acuerdo a :

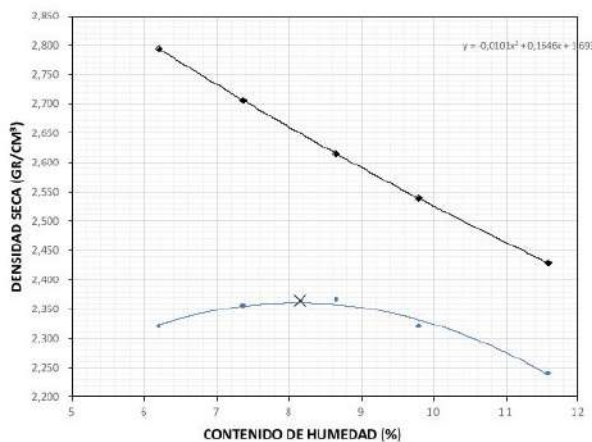
Método de Preparación en Seco

MASA VOLUMÉTRICA	NUMERO DE ENSAYO	1	2	3	4	5
	Peso del molde gr		4.250,00	4.250,00	4.250,00	4.250,00
Peso Suelo Compac + Molde gr		9.485,00	9.620,00	9.710,00	9.660,00	9.560,00
Peso Suelo Compactado gr		5.235,00	5.370,00	5.460,00	5.410,00	5.310,00
Densidad Humedad ρ_m (gr/cm ³)		2,465	2,529	2,571	2,548	2,501

CONTENIDO DE HUMEDAD	NUMERO DE ENSAYO	1	2	3	4	5
	N° Tara		M1	M2	M3	M4
Peso de la tara gr		48,60	47,90	49,20	48,80	49,50
Peso de la Tara + Suelo Húmedo gr		228,60	238,90	245,20	252,80	260,50
Peso de la Tara + Suelo Seco gr		218,10	225,80	229,60	234,60	238,60
Peso de Agua W_w (gr)		10,50	13,10	15,60	18,20	21,90
Peso de Suelo Seco W_s (gr)		169,50	177,50	180,40	185,80	189,10
Contenido de Humedad W (%)		6,20	7,36	8,65	9,80	11,58

Promedio W (%)		6,20	7,36	8,65	9,80	11,58
Densidad Seca ρ_d (gr/cm ³)		2,321	2,356	2,366	2,321	2,241
Línea de Saturación al 100% W (%)		2,794	2,706	2,615	2,539	2,429

CURVA DE COMPACTACIÓN



DENSIDAD MÁXIMA SECA, $\rho_{dm\acute{a}s}$ (gr/cm ³):	2,36
CONTENIDO DE AGUA ÓPTIMA, u (%):	8,15

OBRA/PROYECTO: DISEÑO GEOMÉTRICO Y ESTRUCTURAL DE LA CARRETERA DEL RECINTO CUATRO MANGAS, MOCACHE-ECUADOR.

CIUDAD: GUAYAQUIL

FECHA DE ENSAYO: 10/12/2025

LOCALIZACIÓN: CAMPUS MARIA AUXILIADORA VÍA LA COSTA KM 19

FECHA EMISIÓN: 13/12/2025

ENSAYO:

PROCTOR MODIFICADO

ASTM 1558

CALICATA : C1 - C2

PROF. DE LA MUESTRA : 0,72 - 1,50 m

CLASIFICACIÓN DEL SUELO : SP-SC

Información del Molde

Diámetro Interior $d = 10,16$ cm
 Altura Interior $h = 11,64$ cm
 Volumen Interior $V = 943,69$ cm³

Parámetros de Ensayo:

Gravedad Específica del suelo $G_s = 2,655$ gr/cm³
 Densidad del agua $\rho_w = 1,000$ gr/cm³

Información del Método

Método **A**
 Numero de capas $n = 5$
 Golpes por capa $N = 25$
 Peso del pisón $W_p = 4,54$ Kg
 Altura de caída del pisón $h = 45,70$ cm
 Energía de compactación $E_e = 27,48$ kg-cm/cm³

Preparación de los especímenes del suelo para el ensayo de acuerdo a :

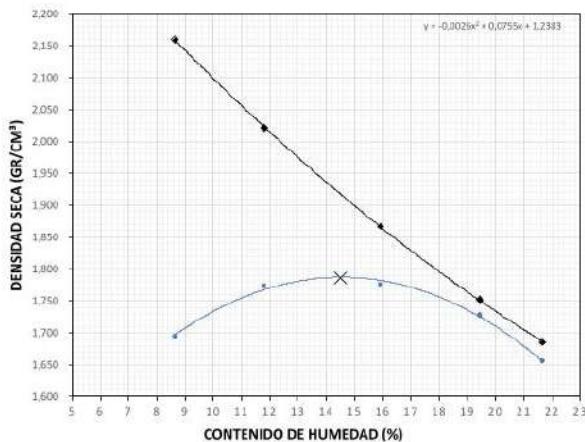
Método de Preparación en Seco

MASA VOLUMÉTRICA	NUMERO DE ENSAYO		1	2	3	4	5
	Peso del molde	gr		3.596,60	3.596,60	3.596,60	3.596,60
Peso Suelo Compac + Molde	gr		5.332,50	5.467,90	5.539,40	5.543,60	5.498,30
Peso Suelo Compactado	gr		1.736,30	1.871,30	1.942,80	1.947,00	1.901,70
Densidad Humedad	ρ_m (gr/cm ³)		1,840	1,983	2,059	2,063	2,015

CONTENIDO DE HUMEDAD	NUMERO DE ENSAYO		1	2	3	4	5
	N° Tara		M1	M2	M3	M4	M5
Peso de la tara	gr		14,25	14,26	13,64	13,83	14,52
Peso de la Tara + Suelo Húmedo	gr		66,84	60,08	61,36	59,34	51,27
Peso de la Tara + Suelo Seco	gr		62,66	55,25	54,81	51,94	44,73
Peso de Agua	W_w (gr)		4,18	4,83	6,55	7,40	6,54
Peso de Suelo Seco	W_s (gr)		48,41	40,99	41,17	38,11	30,21
Contenido de Humedad	W (%)		8,64	11,78	15,91	19,42	21,65

Promedio	W (%)		8,64	11,78	15,91	19,42	21,65
Densidad Seca	ρ_d (gr/cm ³)		1,694	1,774	1,776	1,728	1,656
Línea de Saturación al 100%	W (%)		2,160	2,022	1,867	1,752	1,686

CURVA DE COMPACTACIÓN



DENSIDAD MÁXIMA SECA, $\rho_{dm\max}$ (gr/cm ³):	1,79
CONTENIDO DE AGUA ÓPTIMA, ω (%):	14,52



LABORATORIO DE SUELOS

CARRERA DE INGENIERÍA CIVIL

Código: UPS-LAB-2025

Versión 01

Página 1 de 1

OBRA/PROYECTO:	DISEÑO GEOMÉTRICO Y ESTRUCTURAL DE LA CARRETERA DEL RECINTO CUATRO MANGAS, MOCACHE-ECUADOR		
CIUDAD:	GUAYAQUIL	FECHA DE ENSAYO:	15/12/2025
LOCALIZACIÓN:	CAMPUS MARÍA AUXILIADORA VÍA LA COSTA KM 19	FECHA EMISIÓN:	20/12/2025

ENSAYO:
RELACIÓN SOPORTE CALIFORNIA CBR
 ASTM D 1883

CALICATA : C1 -C2
PROF. DE LA MUESTRA : 0,00 - 0,30 m

Contenido de agua óptima según ensayo Proctor
 Peso unitario o Densidad seco máximo de Proctor

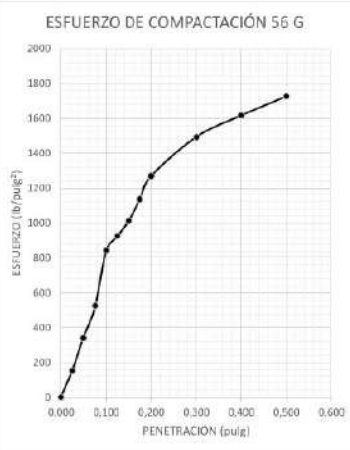
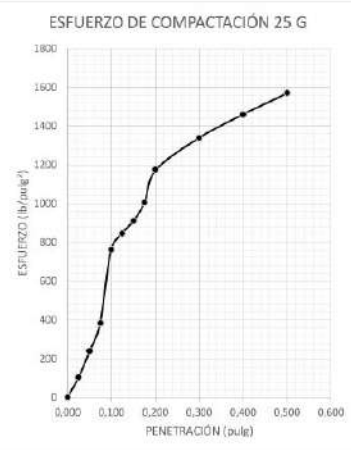
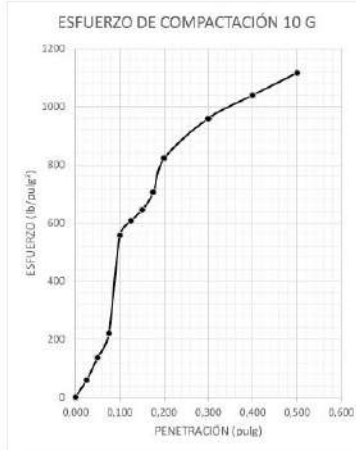
Wopt = 8,15 %
pdmax = 2,36 gr/cm³

DESCRIPCIÓN	COMPACTACIÓN			
	1	2	3	
N° de ensayo	1	2	3	
N° de molde	GL1	GL2	GL3	
Numero de capas	5	5	5	
Numero de golpes por capa	10	25	56	
Información del molde				
Diámetro interno del molde	d (cm)	15,23	15,22	15,24
Altura del molde	hm (cm)	17,84	17,81	17,89
Espesor del disco espaciador	e (cm)	6,17	6,21	6,15
Volumen del molde	V (cm ³)	2.125,99	2.110,46	2.141,55
Ensayo de compactación				
Contenido de agua óptima - Corregido	Wopt (%)	8,15	8,15	8,15
Masa del molde de compactación	(gr)	6.820,00	6.820,00	6.820,00
Masa del molde + suelo húmedo	(gr)	10.420,00	10.470,00	10.510,00
Masa de suelo húmedo	gr	3.600,00	3.650,00	3.690,00
Densidad húmeda compactado	n (gr/cm ³)	1,693	1,729	1,723
Ensayo de humedad				
N° de la Tara		CBR - 10	CBR - 25	CBR - 56
Masa de la tara	gr	52,40	51,80	53,10
Masa de la tara + muestra húmeda	gr	412,40	425,80	438,10
Masa de la tara + muestra seca	gr	381,60	391,90	412,00
Masa del agua	Ww (gr)	30,80	33,90	26,10
Masa de muestra seco	Ws (gr)	329,20	340,10	358,90
Contenido de Humedad	W (%)	9,36	9,97	7,27
Densidad seca compactado	n (gr/cm ³)	1,548	1,573	1,606

EXPANSIÓN											
Fecha	Hora	Tiempo	Dial	Expansión		Dial	Expansión		Dial	Expansión	
				mm	%		mm	%		mm	%
15/12/2025	12:00	0	0,00	0,00		0,00		0,00		0,00	
16/12/2025	12:00	24h	0,02	0,02	0,14	0,00		0,13	0,00		
17/12/2025	12:00	48h	0,08	0,08	0,20	0,09		0,19	0,00		
18/12/2025	12:00	72h	0,10	0,10	0,24	0,11		0,23	0,08		
19/12/2025	12:00	96h	0,14	0,14	0,12	0,27	0,15	0,13	0,26	0,12	0,10

PISTÓN	
Diámetro:	1,956 pulg
Área:	3,00 pulg ²

PENETRACIÓN											
Penetración		Carga Estándar	Molde	GL1	10	Molde	GL2	25	Molde	GL3	56
pulg.	mm	lb/pulg ²	Lectura Lbf	Esfuerzo PSI s/c	Esfuerzo PSI c	Lectura Lbf	Esfuerzo PSI s/c	Esfuerzo PSI c	Lectura Lbf	Esfuerzo PSI s/c	Esfuerzo PSI c
0,000	0,000		0	0		0	0		0	0	
0,025	0,635		180,00	59,90		310	103,17		460	153,08	
0,050	1,270		410,00	136,44		720	239,61		1020	339,45	
0,075	1,905		660,00	219,64		1150	382,71		1580	525,81	
0,100	2,540	1000	1675,00	557,43		2293	763,09		2535	843,63	
0,125	3,175		1820,00	605,68		2540	845,29		2780	925,16	
0,150	3,810		1940,00	645,62		2734	909,85		3042	1012,35	
0,175	4,445		2120,00	705,52		3020	1005,03		3410	1134,82	
0,200	5,080	1500	2469,00	821,66		3527	1173,76		3814	1269,27	
0,300	7,620	1900	2880,00	958,44		4020	1337,82		4480	1490,91	
0,400	10,160	2300	3120,00	1038,31		4380	1457,63		4850	1614,04	
0,500	12,700	2600	3350,00	1114,85		4720	1570,78		5180	1723,86	
% CBR (0,1") =				55,74		76,31		84,36			
% CBR (0,2") =				54,78		78,25		84,62			



DESCRIPCIÓN		ESFUERZOS E ÍNDICE DE CBR CORREGIDOS		
Numero de golpes por capa		10	25	56
Esfuerzos corregidos				
Esfuerzo corregido para 0,1"	lb/pulg ²	557,43	763,09	843,63
Esfuerzo corregido para 0,2"	lb/pulg ²	821,66	1173,76	1269,27
Índice de CBR corregidos				
CBR corregido para 0,1"	%	56	76	84
CBR corregido para 0,2"	%	55	78	85
Densidad seca compactada	pd (gr/cm ³)	1,548	1,573	1,606

CBR Adoptado: 85%

OBRA/PROYECTO:	DISEÑO GEOMÉTRICO Y ESTRUCTURAL DE LA CARRETERA DEL RECINTO CUATRO MANGAS, MOCACHE-ECUADOR		
CIUDAD:	GUAYAQUIL	FECHA DE ENSAYO:	15/12/2025
LOCALIZACIÓN:	CAMPUS MARÍA AUXILIADORA VÍA LA COSTA KM 19	FECHA EMISIÓN:	20/12/2025

ENSAYO:
RELACIÓN SOPORTE CALIFORNIA CBR
 ASTM D 1883

CALICATA : C1 - C2
PROF. DE LA MUESTRA : 0,30 - 0,72 m

Contenido de agua óptima según ensayo Proctor
 Peso unitario o Densidad seco máximo de Proctor

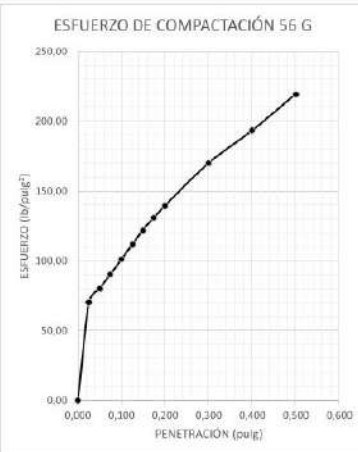
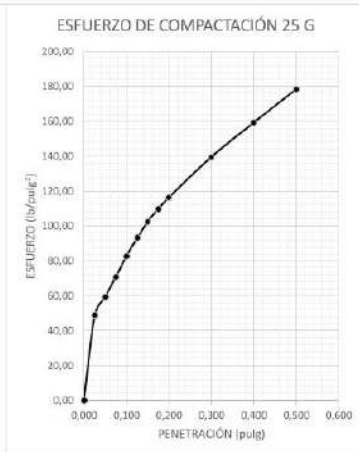
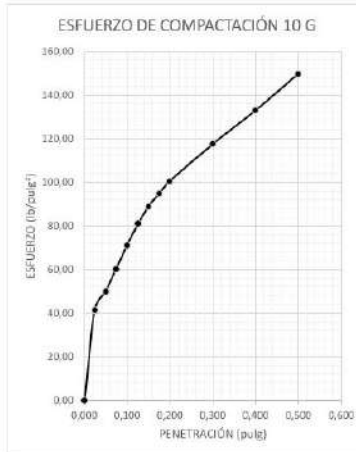
W_{opt} = 7,42 %
ρ_{dmax} = 1,92 gr/cm³

DESCRIPCIÓN	COMPACTACIÓN		
	1	2	3
N° de ensayo	1	2	3
N° de molde	GL1	GL2	GL3
Numero de capas	5	5	5
Numero de golpes por capa	10	25	56
Información del molde			
Diámetro interno del molde d (cm)	15,24	15,23	15,23
Altura del molde hm (cm)	17,80	17,82	17,83
Espesor del disco espaciador e (cm)	6,17	6,21	6,15
Volumen del molde V (cm ³)	2.121,48	2.115,06	2.127,81
Ensayo de compactación			
Contenido de agua óptima - Corregido W _{opt} (%)	7,42	7,42	7,42
Masa del molde de compactación (gr)	8.026,50	7.909,50	7.976,50
Masa del molde + suelo húmedo (gr)	11.634,10	11.695,30	11.906,70
Masa de suelo húmedo gr	3.607,60	3.785,80	3.930,20
Densidad húmeda compactado n (gr/cm ³)	1,701	1,790	1,847
Ensayo de humedad			
N° de la Tara	CBR - 10	CBR - 25	CBR - 56
Masa de la tara gr	13,81	14,48	13,90
Masa de la tara + muestra húmeda gr	68,96	82,12	61,31
Masa de la tara + muestra seca gr	52,48	63,11	54,92
Masa del agua Ww (gr)	16,48	19,01	6,39
Masa de muestra seco Ws (gr)	38,67	48,63	41,02
Contenido de Humedad W (%)	42,62	39,09	15,58
Densidad seca compactado n (gr/cm ³)	1,192	1,287	1,598

EXPANSIÓN											
Fecha	Hora	Tiempo	Dial	Expansión		Dial	Expansión		Dial	Expansión	
				mm	%		mm	%		mm	%
15/12/2025	12:00	0	0	0,00		0	0,00		0	0,00	
16/12/2025	12:00	24h	0,12	0,14		0,14	0,14		0,13	0,13	
17/12/2025	12:00	48h	0,18	0,22		0,2	0,20		0,19	0,19	
18/12/2025	12:00	72h	0,22	0,25		0,24	0,24		0,23	0,23	
19/12/2025	12:00	96h	0,25	0,29	0,25	0,27	0,27	0,23	0,26	0,26	0,22

PISTÓN	
Diámetro:	1,956 pulg
Área:	3,00 pulg ²

PENETRACIÓN											
Penetración		Carga Estándar	Molde	GL1	10	Molde	GL2	25	Molde	GL3	56
pulg.	mm	lb/pulg ²	Lectura Lbf	Esfuerzo PSI s/c	Esfuerzo PSI c	Lectura Lbf	Esfuerzo PSI s/c	Esfuerzo PSI c	Lectura Lbf	Esfuerzo PSI s/c	Esfuerzo PSI c
0,000	0,000		0,00	0,00		0,00	0,00		0,00	0,00	
0,025	0,635		124,49	41,43		146,58	48,78		211,22	70,29	
0,050	1,270		150,47	50,08		178,07	59,26		239,91	79,84	
0,075	1,905		181,00	60,24		212,61	70,75		271,07	90,21	
0,100	2,540	1000	213,36	71,00		248,75	82,78		303,75	101,09	
0,125	3,175		243,79	81,13		280,42	93,32		335,55	111,67	
0,150	3,810		266,95	88,84		308,06	102,52		365,97	121,79	
0,175	4,445		284,93	94,82		329,67	109,71		392,90	130,75	
0,200	5,080	1500	301,45	100,32		349,15	116,19		418,39	139,24	
0,300	7,620	1900	353,11	117,51		418,72	139,35		510,19	169,79	
0,400	10,160	2300	400,02	133,12		478,89	159,37		581,62	193,56	
0,500	12,700	2600	449,96	149,74		536,37	178,50		658,94	219,29	
% CBR (0,1") =			7,10			8,28			10,11		
% CBR (0,2") =			6,69			7,75			9,28		



DESCRIPCIÓN	ESFUERZOS E ÍNDICE DE CBR CORREGIDOS			
Numero de golpes por capa	10	25	56	
Esfuerzos corregidos				
Esfuerzo corregido para 0,1"	lb/puig ²	71,00	82,78	101,09
Esfuerzo corregido para 0,2"	lb/puig ²	100,32	116,19	139,24
Índice de CBR corregidos				
CBR corregido para 0,1"	%	7	8	10
CBR corregido para 0,2"	%	7	8	9
Densidad seca compactada	pd (gr/cm ³)	1,192	1,287	1,598

CBR Adoptado: 10%

OBRA/PROYECTO:	DISEÑO GEOMÉTRICO Y ESTRUCTURAL DE LA CARRETERA DEL RECINTO CUATRO MANGAS, MOCACHE-ECUADOR		
CIUDAD:	GUAYAQUIL	FECHA DE ENSAYO:	15/12/2025
LOCALIZACIÓN:	CAMPUS MARIA AUXILIADORA VÍA LA COSTA KM 19	FECHA EMISIÓN:	20/12/2025

ENSAYO:	RELACIÓN SOPORTE CALIFORNIA CBR ASTM D 1883
----------------	---

CALICATA : C1 - C2
PROF. DE LA MUESTRA : 0,72 - 1,50 m

Contenido de agua óptima según ensayo Proctor
Peso unitario o Densidad seco máximo de Proctor

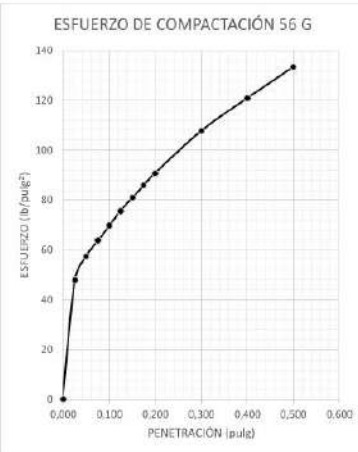
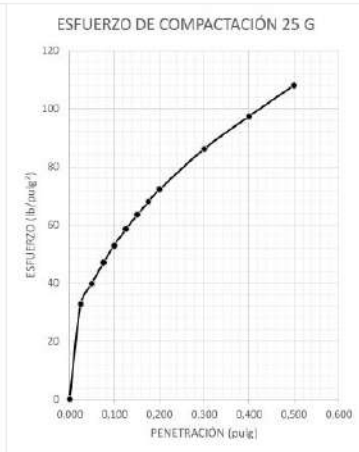
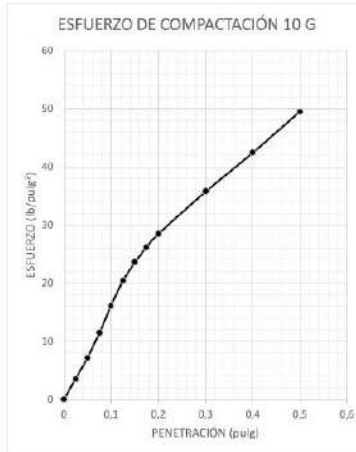
W_{opt} = 14,52 %
p_{dmax} = 1,79 gr/cm³

DESCRIPCIÓN	COMPACTACIÓN			
	1	2	3	
N° de ensayo	1	2	3	
N° de molde	GL1	GL2	GL3	
Numero de capas	5	5	5	
Numero de golpes por capa	10	25	56	
Información del molde				
Diámetro interno del molde	d (cm)	15,22	15,22	15,24
Altura del molde	hm (cm)	17,84	17,81	17,89
Espesor del disco espaciador	e (cm)	6,17	6,21	6,15
Volumen del molde	V (cm ³)	2.123,20	2.110,46	2.141,55
Ensayo de compactación				
Contenido de agua óptima - Corregido	W _{opt} (%)	14,52	14,52	14,52
Masa del molde de compactación	(gr)	8.018,00	7.900,10	7.919,60
Masa del molde + suelo húmedo	(gr)	11.705,70	11.874,10	12.055,40
Masa de suelo húmedo	gr	3.687,70	3.974,00	4.135,80
Densidad húmeda compactado	n (gr/cm ³)	1,737	1,883	1,931
Ensayo de humedad				
N° de la Tara		CBR - 10	CBR - 25	CBR - 56
Masa de la tara	gr	13,62	14,42	14,13
Masa de la tara + muestra húmeda	gr	84,72	77,68	74,50
Masa de la tara + muestra seca	gr	66,61	62,55	70,84
Masa del agua	Ww (gr)	18,11	15,13	3,66
Masa de muestra seco	Ws (gr)	52,99	48,13	56,71
Contenido de Humedad	W (%)	34,18	31,44	6,45
Densidad seca compactado	n (gr/cm ³)	1,294	1,433	1,814

EXPANSIÓN											
Fecha	Hora	Tiempo	Dial	Expansión		Dial	Expansión		Dial	Expansión	
				mm	%		mm	%		mm	%
15/12/2025	12:00	0	0	0,56		0	0,00		0	0,00	
16/12/2025	12:00	24h	0,12	0,58		0,14	0,35		0,13	0,26	
17/12/2025	12:00	48h	0,18	0,62		0,2	0,38		0,19	0,29	
18/12/2025	12:00	72h	0,22	0,65		0,24	0,43		0,23	0,35	
19/12/2025	12:00	96h	0,25	0,74	0,63	0,27	0,48	0,41	0,26	0,40	0,34

PISTÓN	
Diámetro:	1,956 pulg
Área:	3,00 pulg ²

PENETRACIÓN											
Penetración		Carga Estándar	Molde	GL1	10	Molde	GL2	25	Molde	GL3	56
pulg.	mm	lb/pulg ²	Lectura Lbf	Esfuerzo PSI s/c	Esfuerzo PSI c	Lectura Lbf	Esfuerzo PSI s/c	Esfuerzo PSI c	Lectura Lbf	Esfuerzo PSI s/c	Esfuerzo PSI c
0,000	0,000		0	0		0	0		0	0	
0,025	0,635		61,10	20,33		98,54	32,79		143,9	47,89	
0,050	1,270		77,16	25,68		119,54	39,78		172,69	57,47	
0,075	1,905		91,95	30,60		140,94	46,90		191,4	63,70	
0,100	2,540	1000	105,21	35,01		158,81	52,85		209,64	69,77	
0,125	3,175		117,70	39,17		175,83	58,51		226,93	75,52	
0,150	3,810		129,56	43,12		190,86	63,52		243,33	80,98	
0,175	4,445		139,88	46,55		204,25	67,97		257,81	85,80	
0,200	5,080	1500	149,94	49,90		217,3	72,32		272,21	90,59	
0,300	7,620	1900	182,38	60,69		258,84	86,14		323,46	107,64	
0,400	10,160	2300	208,24	69,30		292,14	97,22		362,72	120,71	
0,500	12,700	2600	234,56	78,06		324,28	107,92		400,51	133,29	
% CBR (0,1") =				3,50		5,29		6,98			
% CBR (0,2") =				3,33		4,82		6,04			



DESCRIPCIÓN	ESFUERZOS E ÍNDICE DE CBR CORREGIDOS		
Numero de golpes por capa	10	25	56
Esfuerzos corregidos			
Esfuerzo corregido para 0,1" lb/pulg ²	35,01	52,85	69,77
Esfuerzo corregido para 0,2" lb/pulg ²	49,90	72,32	90,59
Índice de CBR corregidos			
CBR corregido para 0,1" %	4	5	7
CBR corregido para 0,2" %	3	5	6
Densidad seca compactada p.d (gr/cm ³)	1,294	1,433	1,814

CBR Adoptado: 7%

Anexo 3: Registro fotográfico del estado de la vía en estudio





Anexo 4: Conteo vehicular

UNIVERSIDAD POLITÉCNICA SALESIANA ECUADOR

CONTEO VEHICULAR MANUAL

Recinto Cuatro
 Ubicación: *Mangas, Macabie*
 Dirección del Tránsito:
 Día: *Lunes*

Fecha: *20/10/2025*
 Clima:
 Encuestador: *Gustavo Jara*

HORA	LIVIANOS			BUSES			CAMIONES		
	MOTOS	AUTOMÓVIL	CAMIONETA	MICROBUS	BUS	LIVIANO	PESADO	LIVIANO	PESADO
6:00	3	1	1						2
7:00	2		1						
8:00	4		2						
9:00	1	2							1

CONTEO VEHICULAR MANUAL

Ubicación: *Quinto Surto*
Hangas, Haccache

Fecha: 20/10/2025

Clima:

Encuestador: *Carolina Forzi*

Dirección del Tránsito:

Día: *lunes*

HORA	LIVIANOS			CAMIONES		
	MOTOS	AUTOMÓVIL	CAMIONETA	MICROBUS	BUS	PESADO
10:00	3		1			
11:00	2		1			
12:00	6					1
13:00	2	3				
14:00						



CONTEO VEHICULAR MANUAL

Ubicación: *Recinto Cuatro Mungu, Macache* Fecha: *20/10/2021*
 Dirección del Tránsito: *Junin* Clima:
 Encuestador: *Bustoso Forero*

HORA	LIVIANOS			BUSES			CAMIONES				
	MOTOS	AUTOMÓVIL	CAMIONETA	MICROBUS	BUS	LIVIANO	PESADO	MICROBUS	BUS	LIVIANO	PESADO
14:00											
15:00											
15:00											
16:00											
16:00											
16:00											
17:00											
17:00											
17:00											
18:00											
18:00											



CONTEO VEHICULAR MANUAL

Ubicación: *Recinto Cuadro Mangas, Mocache*
 Dirección del Tránsito: *Día: Jueves*

Fecha: *20/10/2015*
 Clima:
 Encuestador: *Custavo Ferr*

HORA	LIVIANOS			BUSES			CAMIONES	
	MOTOS	AUTOMÓVIL	CAMIONETA	MICROBUS	BUS	LIVIANO	PESADO	
18:00								
19:00								
19:00								
20:00								

CONTEO VEHICULAR MANUAL

Recinto Cuanto
Ubicación: Mangas, Moccachue
Dirección del Tránsito:
Día: Martes

Fecha: 21/10/2015
Clima:
Encuestador: Gustavo Lopez

HORA	LIVIANOS			BUSES			CAMIONES		
	MOTOS	AUTOMÓVIL	CAMIONETA	MICROBUS	BUS	LIVIANO	PESADO		
6:00	/	/	/						
7:00	3	1	1						1
7:00	/	/	/						
8:00	5								
8:00	/	/	/						
9:00	1		1						
9:00	/	/	/						
10:00	1	2	2						

CONTEO VEHICULAR MANUAL

Ubicación: *Peñón Cuatro Manguy, Macocha*
 Fecha: *21/10/2025*
 Dirección del Tránsito: *Martes*
 Día: *Martes*
 Encuestador: *Costaño J007*

HORA	LIVIANOS			BUSES			CAMIONES		
	MOTOS	AUTOMÓVIL	CAMIONETA	MICROBUS	BUS	LIVIANO	PESADO	LIVIANO	PESADO
10:00	3		1						
11:00	2		1						
12:00									1
13:00									
14:00	2		1						

CONTEO VEHICULAR MANUAL

Recuento Cuadrado
Ubicación: *Morona, Moracha*
Fecha: *21/10/2025*
Dirección del Tránsito:
Día: *Marzo*

Clima:
Encuestador: *Gustavo Ferrer*

HORA	LIVIANOS			BUSES			CAMIONES			
	MOTOS	AUTOMÓVIL	CAMIONETA	MICROBUS	BUS	LIVIANO	PESADO			
14:00	/	/	/	/	/	/	/	/	/	/
15:00	1	2								
15:00	/	/	/	/	/	/	/	/	/	/
16:00	2		1							
16:00	/	/	/	/	/	/	/	/	/	/
17:00	/	/	/	/	/	/	/	/	/	/
17:00	/	/	/	/	/	/	/	/	/	/
18:00	1		2							
18:00	/	/	/	/	/	/	/	/	/	/

CONTEO VEHICULAR MANUAL

Recinto Cueteo
Ubicación: Hangua, Hecocha
Dirección del Tránsito:
Día: *Martes*

Fecha: *21/10/2025*
Clima:
Encuestador: *Gustavo Forc.*

HORA	LIVIANOS			BUSES			CAMIONES	
	MOTOS	AUTOMÓVIL	CAMIONETA	MICROBUS	BUS	LIVIANO	PESADO	
18:00	2	1	1					
19:00								
19:00								
20:00								

CONTEO VEHICULAR MANUAL

Recinto Cuatros
Ubicación: *Huancabamba, Hecacache*
Dirección del Tránsito:
Día: *Miércoles*

Fecha: *22/10/2025*

Clima:

Encuestador: *Guillermo Jara*

HORA	LIVIANOS			BUSES			CAMIONES							
	MOTOS	AUTOMÓVIL	CAMIONETA	MICROBUS	BUS	LIVIANO	PESADO	MOTOS	AUTOMÓVIL	CAMIONETA	MICROBUS	BUS	LIVIANO	PESADO
6:00 7:00	3	1	1											1
7:00 8:00		1												
8:00 9:00														1
9:00 10:00	1	1	2											

CONTEO VEHICULAR MANUAL

Recinto Cuatro
Ubicación: *Morona, Rocca*
Fecha: *22/10/2025*
Dirección del Tránsito: *Morona*
Clima:
Encuestador: *Castro Jara*

HORA	LIVIANOS			BUSES			CAMIONES		
	MOTOS	AUTOMÓVIL	CAMIONETA	MICROBUS	BUS	LIVIANO	PESADO	LIVIANO	PESADO
10:00	3								
11:00	4	1							1
12:00									
13:00	2								
14:00	2		1						1

CONTEO VEHICULAR MANUAL

Recinto Cucho
Ubicación: Manapa, Hecacha
Dirección del Tránsito:
Día: Miércoles

Fecha: 22/10/2025
Clima:
Encuestador: Gustavo Fort

HORA	LIVIANOS			BUSES			CAMIONES		
	MOTOS	AUTOMÓVIL	CAMIONETA	MICROBUS	BUS	LIVIANO	PESADO	LIVIANO	PESADO
14:00	1	1	1						
15:00	1	1	1						
16:00	2								
17:00	1								
18:00	1								



CONTEO VEHICULAR MANUAL

Ubicación: *Recinto Cuatro*
 Fecha: *22/10/2025*
 Dirección del Tránsito: *Huancabamba, Macacha*
 Día: *Niños*
 Encuestador: *Cristiano Forero*

HORA	LIVIANOS			BUSES			CAMIONES		
	MOTOS	AUTOMÓVIL	CAMIONETA	MICROBUS	BUS	LIVIANO	PESADO	LIVIANO	PESADO
18:00									
19:00	1	1							
19:00									
20:00	2								

CONTEO VEHICULAR MANUAL

Ubicación: *Punto Cuatro*
 Dirección del Tránsito: *Noror, Hixache*
 Día: *domingo*
 Fecha: *23/10/2025*
 Encuestador: *Gustavo Fort*

HORA	LIVIANOS			BUSES			CAMIONES		
	MOTOS	AUTOMÓVIL	CAMIONETA	MICROBUS	BUS	LIVIANO	PESADO	LIVIANO	PESADO
6:00	3	1	1						
7:00	2								
8:00	2	1	2						1
9:00	1	1	1						
10:00									



CONTEO VEHICULAR MANUAL

Ubicación: *Recinto Cuadro Mangui, Macacha*
 Fecha: *23/10/2025*
 Dirección del Tránsito: *Jenes*
 Día: *Jenes*
 Encuestador: *Gustavo Sor*

HORA	MOTOS		LIVIANOS		BUSES			CAMIONES	
	AUTOMÓVIL	CAMIONETA	MICROBUS	BUS	LIVIANO	PESADO	LIVIANO	PESADO	
10:00	3	1							1
11:00	1	1							1
12:00	2								
13:00	2								
14:00		2							



CONTEO VEHICULAR MANUAL

Ubicación: *Recinto Cuatro Mangas Hicache*
 Dirección del Tránsito: *Juven*
 Día: *Jueves*
 Fecha: *23/10/2005*
 Encuestador: *Costaño Fern*

HORA	LIVIANOS			BUSES			CAMIONES		
	MOTOS	AUTOMÓVIL	CAMIONETA	MICROBUS	BUS	LIVIANO	PESADO		
14:00	✓	✓	✓	✓	✓	✓	✓	✓	✓
15:00	1	2	1						
15:00	✓	✓	✓	✓	✓	✓	✓	✓	✓
16:00	2		1						
16:00	✓	✓	✓	✓	✓	✓	✓	✓	✓
17:00	1								
17:00	✓	✓	✓	✓	✓	✓	✓	✓	✓
18:00	1								
18:00	✓	✓	✓	✓	✓	✓	✓	✓	✓



CONTEO VEHICULAR MANUAL

Ubicación: *Recinto Cuatros*
 Dirección del Tránsito: *Monton, Macocha*
 Día: *Jueves*
 Fecha: *23/10/2025*
 Encuestador: *Gustavo Jara*

HORA	LIVIANOS				BUSES			CAMIONES	
	MOTOS	AUTOMÓVIL	CAMIONETA	MICROBUS	BUS	LIVIANO	PESADO		
18:00	1								
19:00	1	1							
19:00	1								
20:00	1								



CONTEO VEHICULAR MANUAL

Ubicación: *Recinto Ceatco*
 Dirección del Tránsito: *Mangas, Hecache*
 Día: *Viernes*
 Fecha: *24/10/2025*
 Encuestador: *Gustavo Forero*

HORA	LIVIANOS			BUSES			CAMIONES		
	MOTOS	AUTOMÓVIL	CAMIONETA	MICROBUS	BUS	LIVIANO	PESADO	LIVIANO	PESADO
6:00	3	1	1						1
7:00	4								
8:00	3	1							
9:00									
10:00	3	2	2						

CONTEO VEHICULAR MANUAL

Ubicación: *Recinto Cuatro*
Dirección del Tránsito: *Huancabamba, Hecacha*
Día: *Vie*

Fecha: *24/10/2025*
Clima:
Encuestador: *Gustavo Sora*

HORA	LIVIANOS			BUSES			CAMIONES	
	MOTOS	AUTOMÓVIL	CAMIONETA	MICROBUS	BUS	LIVIANO	PESADO	
10:00								
11:00	1		1					
11:00								
12:00	2		1				1	
12:00								
13:00	1						1	
13:00								
14:00	2		1					1
14:00								



CONTEO VEHICULAR MANUAL

Ubicación: *Recinto Cuatro Mangui, Macache*
 Fecha: *24/10/2025*
 Dirección del Tránsito: *Viamor*
 Día: *Vie*
 Encuestador: *Gustavo Jara*

HORA	LIVIANOS			BUSES			CAMIONES		
	MOTOS	AUTOMÓVIL	CAMIONETA	MICROBUS	BUS	LIVIANO	PESADO	LIVIANO	PESADO
14:00	2	2	1						
15:00	3	1	1						
16:00	1								
17:00	1								
18:00	1								

CONTEO VEHICULAR MANUAL

Ubicación: *Recinto Cuatro Mangas, Hecache*
 Fecha: *24/10/2025*
 Dirección del Tránsito: *Vigener*
 Día: *Vigener*
 Encuestador: *Gustavo Jara*

HORA	LIVIANOS			BUSES			CAMIONES		
	MOTOS	AUTOMÓVIL	CAMIONETA	MICROBUS	BUS	LIVIANO	PESADO	LIVIANO	PESADO
18:00	2	1	1						
19:00	2								
19:00	2								
20:00									



CONTEO VEHICULAR MANUAL

Ubicación: *Recinto Cuartero*
 Dirección del Tránsito: *Huancayo, Huarache*
 Día: *Sábado*
 Fecha: *25/10/2025*
 Clima:
 Encuestador: *Gustavo Jora*

HORA	LIVIANOS			BUSES			CAMIONES	
	MOTOS	AUTOMÓVIL	CAMIONETA	MICROBUS	BUS	LIVIANO	PESADO	
6:00	3	1	1				1	
7:00	1							
7:00	1							
8:00	1							
8:00	1		2					
9:00	1						1	
10:00	1	2	2				1	

CONTEO VEHICULAR MANUAL

Ubicación: *Recinto Cuatrec*
Manguar, Morache

Fecha: *25/10/2025*

Clima:

Encuestador: *Gustavo Forti*

HORA	LIVIANOS			BUSES			CAMIONES				
	MOTOS	AUTOMÓVIL	CAMIONETA	MICROBUS	BUS	LIVIANO	PESADO	MICROBUS	BUS	LIVIANO	PESADO
10:00	3	2	1								
11:00	1										1
12:00											
13:00	2	3	1								
14:00											

CONTEO VEHICULAR MANUAL

Ubicación: *Reserva Cuatro Manant, Morachi*
Dirección del Tránsito: *Escondido*
Día: *Escondido*

Fecha: *25/10/2025*
Clima:
Encuestador: *Custodio Lopez*

HORA	LIVIANOS			BUSES			CAMIONES			
	MOTOS	AUTOMÓVIL	CAMIONETA	MICROBUS	BUS	LIVIANO	PESADO	MOTOS	AUTOMÓVIL	CAMIONETA
14:00										
15:00		2								1
15:00										
16:00										1
16:00										
17:00										
17:00										
18:00										2
18:00										
18:00										
18:00										1
18:00										
18:00										
18:00										3

CONTEO VEHICULAR MANUAL

Recuento Cualeto
Ubicación: *Manguera, Macacha*
Dirección del Tránsito: *Sabando*
Día: *Sábado*

Fecha: *25/10/2015*
Clima:
Encuestador: *Gustavo Jara*

HORA	LIVIANOS			BUSES			CAMIONES	
	MOTOS	AUTOMÓVIL	CAMIONETA	MICROBUS	BUS	LIVIANO	PESADO	
18:00								
19:00	1	1	1					
19:00								
20:00	2		1					

CONTEO VEHICULAR MANUAL

Recinto: *Castro*
Ubicación: *Huancabamba, Macache*
Dirección del Tránsito: *Dominicos*
Encuestador: *Castro*

Fecha: *26/10/2015*

Clima:

Encuestador: *Castro*

HORA	LIVIANOS			BUSES			CAMIONES	
	MOTOS	AUTOMÓVIL	CAMIONETA	MICROBUS	BUS	LIVIANO	PESADO	
6:00	2	1	1					
7:00	2	1					1	
8:00	2	1						
9:00	2	1	2					
10:00	1	1	2					



CONTEO VEHICULAR MANUAL

Recuento Cuadrado
 Ubicación: *Mangas, Mocha*
 Dirección del Tránsito: *Domingo*
 Fecha: *26/10/2025*
 Clima:
 Encuestador: *Roberto J...*

HORA	LIVIANOS			BUSES			CAMIONES			
	MOTOS	AUTOMÓVIL	CAMIONETA	MICROBUS	BUS	LIVIANO	PESADO	MOTOS	AUTOMÓVIL	CAMIONETA
10:00	1									
11:00	1		1							1
11:00	1									
12:00	1		1							
12:00	1									
12:00	1									
13:00	1									
13:00	2									1
14:00	2									



CONTEO VEHICULAR MANUAL

Recinto Cuatro
 Ubicación: Mangui, Macacha
 Dirección del Tránsito:
 Día: Domingo

Fecha: 26/10/2015
 Clima:
 Encuestador: Gustavo Ferr.

HORA	LIVIANOS			BUSES			CAMIONES		
	MOTOS	AUTOMÓVIL	CAMIONETA	MICROBUS	BUS	LIVIANO	PESADO		
14:00	1	1	1						
15:00	1	1	1						1
15:00	1	1	1						
16:00	2	1	1						
16:00	1	1	1						
17:00	1	1	1						
17:00	1	1	1						
18:00	1	1	1						



CONTEO VEHICULAR MANUAL

Ubicación: *Recinto Cuatit*
 Fecha: *26/10/2025*
 Dirección del Tránsito: *Mangua, Morache*
 Día: *Domingo*
 Encuestador: *Gustavo Ferr*

HORA	LIVIANOS			BUSES			CAMIONES			
	MOTOS	AUTOMÓVIL	CAMIONETA	MICROBUS	BUS	LIVIANO	PESADO	MOTOS	AUTOMÓVIL	CAMIONETA
18:00										
19:00	1	1								
19:00										
20:00	1									

Anexo 5: Día con más afluencia vehicular en el Recinto Cuatro Mangas

UNIVERSIDAD POLITÉCNICA SALESIANA
ECUADOR

CONTEO VEHICULAR MANUAL

Ubicación: *Recinto Cuatro Mangas, Horroche*
Fecha: *24/10/2025*
Día: *Viernes*
Encuestador: *Gustavo Fern*

HORA	LIVIANOS		BUSES		CAMIONES	
	MOTOS	AUTOMÓVIL	MICROBUS	BUS	LIVIANO	PESADO
6:00	3	1				1
7:00	4	1				
8:00	3	1				
9:00	3	2				
10:00	3	2				

CONTEO VEHICULAR MANUAL

Ubicación: *Recinto Cuatro Managua, Macachi*
Dirección del Tránsito:
Día: *VIEJES*

Fecha: *24/10/2025*
Clima:
Encuestador: *Gustavo For...*

HORA	LIVIANOS			BUSES			CAMIONES	
	MOTOS	AUTOMÓVIL	CAMIONETA	MICROBUS	BUS	LIVIANO	PESADO	
10:00	1							
11:00			1					
11:00	2							1
12:00								
12:00	1							1
13:00								
13:00								
14:00	2	3						1

CONTEO VEHICULAR MANUAL

Ubicación: *Recinto Cuatro*
 Dirección del Tránsito: *Huancabamba, Macacha*
 Día: *Viernes*
 Fecha: *24/10/2025*
 Encuestador: *Costas Jor.*

HORA	LIVIANOS			BUSES			CAMIONES				
	MOTOS	AUTOMÓVIL	CAMIONETA	MICROBUS	BUS	LIVIANO	PESADO	MICROBUS	BUS	LIVIANO	PESADO
14:00	2										
15:00	2		1								
16:00	3										
17:00	1										
18:00	1										



CONTEO VEHICULAR MANUAL

Ubicación: *Recinto Cuatro Mangas, Mocache*
 Fecha: *24/10/2025*
 Dirección del Tránsito: *Vieques*
 Día: *Vieques*
 Encuestador: *Gustavo For*

HORA	LIVIANOS			BUSES			CAMIONES		
	MOTOS	AUTOMÓVIL	CAMIONETA	MICROBUS	BUS	LIVIANO	PESADO		
18:00	2	1	1						
19:00	2								
19:00	2								
20:00	2								

Anexo 6: Lectura topográfica

PT Nom	Codigo	Norte	Este	Elevacion	Latitud	Longitud	Altitud
base_1		9760391.498	624694.515	27.414	2d10m02.5873sS	79d52m43.2367sW	27.414
BMbase		9870514.140	657813.464	75.853	1d10m16.0907sS	79d34m53.8379sW	75.853
base_2		9870514.139	657813.464	77.742	1d10m16.0907sS	79d34m53.8379sW	77.742
TN VIA		9870564.738	657822.191	75.935	1d10m14.4430sS	79d34m53.5565sW	75.935
TN VIA0		9870565.739	657822.586	75.692	1d10m14.4104sS	79d34m53.5437sW	75.692
TN VIA1		9870567.950	657823.521	75.684	1d10m14.3384sS	79d34m53.5135sW	75.684
TN VIA2		9870569.881	657824.508	75.631	1d10m14.2756sS	79d34m53.4816sW	75.631
TN VIA3		9870570.939	657825.230	75.796	1d10m14.2411sS	79d34m53.4583sW	75.796
TN VIA4		9870569.426	657812.321	75.987	1d10m14.2906sS	79d34m53.8758sW	75.987
TN VIA5		9870570.436	657812.890	75.640	1d10m14.2577sS	79d34m53.8574sW	75.640
TN VIA6		9870572.515	657813.797	75.744	1d10m14.1900sS	79d34m53.8281sW	75.744
TN VIA7		9870574.613	657814.722	75.772	1d10m14.1216sS	79d34m53.7982sW	75.772
TN VIA8		9870576.287	657815.396	75.810	1d10m14.0671sS	79d34m53.7765sW	75.810
TN VIA9		9870574.084	657802.610	75.938	1d10m14.1390sS	79d34m54.1900sW	75.938
TN VIA10		9870575.026	657803.034	75.681	1d10m14.1084sS	79d34m54.1763sW	75.681
TN VIA11		9870577.120	657803.958	75.785	1d10m14.0402sS	79d34m54.1465sW	75.785
TN VIA12		9870579.318	657805.038	75.859	1d10m13.9686sS	79d34m54.1116sW	75.859
TN VIA13		9870581.024	657805.746	75.786	1d10m13.9130sS	79d34m54.0887sW	75.786
TN VIA14		9870578.718	657791.753	76.033	1d10m13.9883sS	79d34m54.5413sW	76.033
TN VIA15		9870579.376	657792.109	75.703	1d10m13.9669sS	79d34m54.5298sW	75.703
TN VIA16		9870582.189	657793.092	75.803	1d10m13.8753sS	79d34m54.4981sW	75.803
TN VIA17		9870584.374	657794.144	75.724	1d10m13.8041sS	79d34m54.4641sW	75.724
TN VIA18		9870585.735	657795.222	75.977	1d10m13.7598sS	79d34m54.4292sW	75.977
TN VIA19		9870583.854	657780.302	75.868	1d10m13.8213sS	79d34m54.9119sW	75.868
TN VIA20		9870584.874	657780.913	75.738	1d10m13.7881sS	79d34m54.8921sW	75.738
TN VIA21		9870587.413	657782.061	75.840	1d10m13.7054sS	79d34m54.8550sW	75.840
TN VIA22		9870589.983	657783.202	75.749	1d10m13.6217sS	79d34m54.8181sW	75.749
TN VIA23		9870591.238	657783.809	75.700	1d10m13.5808sS	79d34m54.7985sW	75.700
TN VIA24		9870589.761	657768.946	75.762	1d10m13.6292sS	79d34m55.2793sW	75.762
TN VIA25		9870590.763	657769.549	75.726	1d10m13.5965sS	79d34m55.2598sW	75.726
TN VIA26		9870593.366	657771.094	75.829	1d10m13.5118sS	79d34m55.2099sW	75.829
TN VIA27		9870595.841	657772.548	75.758	1d10m13.4311sS	79d34m55.1629sW	75.758
TN VIA28		9870596.990	657773.175	75.985	1d10m13.3937sS	79d34m55.1426sW	75.985
TN VIA29		9870598.070	657757.535	75.741	1d10m13.3588sS	79d34m55.6486sW	75.741
TN VIA30		9870599.038	657758.210	75.814	1d10m13.3273sS	79d34m55.6268sW	75.814
TN VIA31		9870601.061	657759.596	75.871	1d10m13.2614sS	79d34m55.5819sW	75.871
TN VIA32		9870603.308	657761.144	75.702	1d10m13.1882sS	79d34m55.5319sW	75.702
TN VIA33		9870604.349	657761.766	75.912	1d10m13.1543sS	79d34m55.5118sW	75.912
TN VIA34		9870606.722	657746.324	75.981	1d10m13.0773sS	79d34m56.0114sW	75.981

TN VIA35		9870607.531	657746.983	75.771	1d10m13.0509sS	79d34m55.9901sW	75.771
TN VIA36		9870609.935	657748.632	75.883	1d10m12.9726sS	79d34m55.9368sW	75.883
TN VIA37		9870611.534	657749.809	75.761	1d10m12.9205sS	79d34m55.8987sW	75.761
TN VIA38		9870612.653	657750.610	75.944	1d10m12.8841sS	79d34m55.8728sW	75.944
TN VIA39		9870613.802	657735.969	76.005	1d10m12.8469sS	79d34m56.3465sW	76.005
TN VIA40		9870614.756	657736.964	75.789	1d10m12.8158sS	79d34m56.3143sW	75.789
TN VIA41		9870616.987	657738.383	75.890	1d10m12.7432sS	79d34m56.2684sW	75.890
TN VIA42		9870618.768	657739.564	75.810	1d10m12.6852sS	79d34m56.2302sW	75.810
TN VIA43		9870619.999	657740.466	75.849	1d10m12.6451sS	79d34m56.2011sW	75.849
TN VIA44		9870621.733	657724.090	76.051	1d10m12.5889sS	79d34m56.7309sW	76.051
TN VIA45		9870622.776	657724.709	75.831	1d10m12.5549sS	79d34m56.7109sW	75.831
TN VIA46		9870625.022	657726.075	75.912	1d10m12.4818sS	79d34m56.6667sW	75.912
TN VIA47		9870626.791	657727.205	75.902	1d10m12.4241sS	79d34m56.6302sW	75.902
TN VIA48		9870628.045	657727.976	76.003	1d10m12.3833sS	79d34m56.6053sW	76.003
TN VIA49		9870628.669	657712.567	76.221	1d10m12.3632sS	79d34m57.1037sW	76.221
TN VIA50		9870630.033	657713.350	75.917	1d10m12.3188sS	79d34m57.0784sW	75.917
TN VIA51		9870632.211	657714.677	75.948	1d10m12.2479sS	79d34m57.0355sW	75.948
TN VIA52		9870634.022	657715.668	75.858	1d10m12.1889sS	79d34m57.0035sW	75.858
TN VIA53		9870635.428	657716.395	76.063	1d10m12.1431sS	79d34m56.9800sW	76.063
TN VIA54		9870636.009	657701.718	76.076	1d10m12.1244sS	79d34m57.4548sW	76.076
TN VIA55		9870637.308	657702.590	75.968	1d10m12.0821sS	79d34m57.4266sW	75.968
TN VIA56		9870639.441	657704.073	76.003	1d10m12.0126sS	79d34m57.3787sW	76.003
TN VIA57		9870641.184	657705.363	75.875	1d10m11.9559sS	79d34m57.3370sW	75.875
TN VIA58		9870642.298	657706.228	76.013	1d10m11.9196sS	79d34m57.3090sW	76.013
TN VIA59		9870644.456	657690.407	76.181	1d10m11.8496sS	79d34m57.8208sW	76.181
TN VIA60		9870645.567	657691.541	75.939	1d10m11.8134sS	79d34m57.7842sW	75.939
TN VIA61		9870647.564	657693.064	76.032	1d10m11.7483sS	79d34m57.7349sW	76.032
TN VIA62		9870649.213	657694.357	75.934	1d10m11.6946sS	79d34m57.6932sW	75.934
TN VIA63		9870650.533	657695.209	76.201	1d10m11.6516sS	79d34m57.6656sW	76.201
TN VIA64		9870654.223	657679.601	76.083	1d10m11.5317sS	79d34m58.1706sW	76.083
TN VIA65		9870654.818	657680.261	75.989	1d10m11.5124sS	79d34m58.1492sW	75.989
TN VIA66		9870656.717	657682.091	76.029	1d10m11.4505sS	79d34m58.0901sW	76.029
TN VIA67		9870658.170	657683.373	75.956	1d10m11.4032sS	79d34m58.0486sW	75.956
TN VIA68		9870659.368	657684.569	76.170	1d10m11.3641sS	79d34m58.0099sW	76.170
TN VIA69		9870663.985	657669.097	76.354	1d10m11.2141sS	79d34m58.5105sW	76.354
TN VIA70		9870665.115	657670.122	76.020	1d10m11.1773sS	79d34m58.4774sW	76.020
TN VIA71		9870666.737	657671.872	76.043	1d10m11.1244sS	79d34m58.4208sW	76.043
TN VIA72		9870668.204	657673.294	76.023	1d10m11.0766sS	79d34m58.3748sW	76.023
TN VIA73		9870669.015	657674.169	76.124	1d10m11.0502sS	79d34m58.3465sW	76.124
iglesia		9870667.696	657681.237	76.262	1d10m11.0930sS	79d34m58.1179sW	76.262
iglesia 0		9870676.088	657672.266	76.264	1d10m10.8199sS	79d34m58.4082sW	76.264

TN VIA 75	9870673.263	657660.910	76.210	1d10m10.9121sS	79d34m58.7755sW	76.210
TN VIA 76	9870674.340	657661.986	76.128	1d10m10.8770sS	79d34m58.7407sW	76.128
TN VIA 77	9870676.542	657664.329	76.126	1d10m10.8053sS	79d34m58.6650sW	76.126
TN VIA 78	9870678.123	657666.330	76.086	1d10m10.7538sS	79d34m58.6003sW	76.086
TN VIA 79	9870678.722	657667.516	76.179	1d10m10.7343sS	79d34m58.5619sW	76.179
TN VIA 80	9870683.184	657665.253	76.177	1d10m10.5890sS	79d34m58.6352sW	76.177
TN VIA 81	9870683.147	657666.355	76.273	1d10m10.5902sS	79d34m58.5996sW	76.273
TN VIA 82	9870691.848	657668.629	76.504	1d10m10.3068sS	79d34m58.5261sW	76.504
TN VIA 83	9870692.580	657667.336	76.277	1d10m10.2830sS	79d34m58.5680sW	76.277
TN VIA 84	9870694.913	657671.973	76.728	1d10m10.2070sS	79d34m58.4180sW	76.728
TN VIA 85	9870695.887	657671.173	76.492	1d10m10.1753sS	79d34m58.4439sW	76.492
TN VIA 86	9870697.566	657669.727	76.545	1d10m10.1206sS	79d34m58.4907sW	76.545
TN VIA 87	9870698.952	657668.607	76.683	1d10m10.0755sS	79d34m58.5269sW	76.683
TN VIA 88	9870700.189	657667.758	76.862	1d10m10.0353sS	79d34m58.5544sW	76.862
TN VIA 89	9870697.281	657662.226	76.602	1d10m10.1300sS	79d34m58.7333sW	76.602
TN VIA 90	9870695.763	657662.732	76.562	1d10m10.1795sS	79d34m58.7169sW	76.562
TN VIA 91	9870697.164	657650.099	76.734	1d10m10.1340sS	79d34m59.1256sW	76.734
TN VIA 92	9870698.505	657650.407	76.785	1d10m10.0904sS	79d34m59.1157sW	76.785
TN VIA 93	9870695.349	657647.634	76.637	1d10m10.1932sS	79d34m59.2053sW	76.637
TN VIA 94	9870693.266	657646.294	76.517	1d10m10.2610sS	79d34m59.2487sW	76.517
TN VIA 95	9870692.517	657645.511	76.548	1d10m10.2854sS	79d34m59.2740sW	76.548
TN VIA 96	9870687.413	657644.068	76.359	1d10m10.4516sS	79d34m59.3206sW	76.359
TN VIA 97	9870686.034	657644.653	76.215	1d10m10.4965sS	79d34m59.3016sW	76.215
TN VIA 98	9870683.910	657645.293	76.236	1d10m10.5657sS	79d34m59.2809sW	76.236
TN VIA 99	9870681.875	657645.733	76.186	1d10m10.6319sS	79d34m59.2666sW	76.186
TN VIA 100	9870680.773	657645.897	76.126	1d10m10.6678sS	79d34m59.2613sW	76.126
TN VIA 101	9870685.521	657652.133	76.325	1d10m10.5131sS	79d34m59.0596sW	76.325
TN VIA 102	9870689.796	657653.545	76.421	1d10m10.3739sS	79d34m59.0140sW	76.421
TN VIA 103	9870690.551	657659.314	76.475	1d10m10.3492sS	79d34m58.8274sW	76.475
TN VIA 104	9870684.426	657659.757	76.329	1d10m10.5486sS	79d34m58.8130sW	76.329
TN VIA 105	9870559.964	657830.791	75.757	1d10m14.5983sS	79d34m53.2782sW	75.757
TN VIA 106	9870560.898	657831.245	75.664	1d10m14.5679sS	79d34m53.2635sW	75.664
TN VIA 107	9870563.501	657832.323	75.639	1d10m14.4831sS	79d34m53.2287sW	75.639
TN VIA 108	9870565.828	657833.274	75.560	1d10m14.4074sS	79d34m53.1980sW	75.560
TN VIA 109	9870566.934	657833.808	75.817	1d10m14.3713sS	79d34m53.1807sW	75.817
INGRESO CASA	9870559.503	657830.194	75.760	1d10m14.6134sS	79d34m53.2975sW	75.760
INGRESO CASA0	9870557.949	657828.907	75.731	1d10m14.6640sS	79d34m53.3391sW	75.731
INGRESO CASA1	9870559.376	657823.059	75.727	1d10m14.6176sS	79d34m53.5283sW	75.727
INGRESO CASA2	9870562.593	657824.080	75.776	1d10m14.5128sS	79d34m53.4953sW	75.776
TN VIA 111	9870556.763	657841.745	75.735	1d10m14.7024sS	79d34m52.9238sW	75.735
TN VIA 112	9870557.634	657842.316	75.543	1d10m14.6740sS	79d34m52.9053sW	75.543

TN VIA 113	9870560.070	657843.103	75.563	1d10m14.5947sS	79d34m52.8799sW	75.563
TN VIA 114	9870562.435	657843.957	75.459	1d10m14.5177sS	79d34m52.8523sW	75.459
TN VIA 115	9870563.519	657844.345	75.730	1d10m14.4824sS	79d34m52.8398sW	75.730
TN VIA 116	9870554.858	657854.092	75.790	1d10m14.7642sS	79d34m52.5243sW	75.790
TN VIA 117	9870555.785	657854.317	75.522	1d10m14.7340sS	79d34m52.5171sW	75.522
TN VIA 118	9870558.160	657854.638	75.524	1d10m14.6567sS	79d34m52.5067sW	75.524
TN VIA 119	9870560.895	657855.025	75.364	1d10m14.5676sS	79d34m52.4943sW	75.364
TN VIA 120	9870562.064	657855.029	75.707	1d10m14.5296sS	79d34m52.4941sW	75.707
TN VIA 121	9870555.118	657865.780	75.818	1d10m14.7555sS	79d34m52.1462sW	75.818
TN VIA 122	9870556.116	657865.803	75.491	1d10m14.7230sS	79d34m52.1455sW	75.491
TN VIA 123	9870558.581	657865.591	75.446	1d10m14.6428sS	79d34m52.1524sW	75.446
TN VIA 124	9870561.288	657865.296	75.334	1d10m14.5546sS	79d34m52.1620sW	75.334
TN VIA 125	9870562.333	657865.191	75.655	1d10m14.5206sS	79d34m52.1654sW	75.655
TN VIA 126	9870557.708	657877.815	75.622	1d10m14.6710sS	79d34m51.7570sW	75.622
TN VIA 127	9870558.712	657877.582	75.283	1d10m14.6383sS	79d34m51.7645sW	75.283
TN VIA 128	9870561.396	657876.992	75.264	1d10m14.5509sS	79d34m51.7836sW	75.264
TN VIA 129	9870563.915	657876.607	75.177	1d10m14.4689sS	79d34m51.7961sW	75.177
TN VIA 130	9870565.188	657876.501	75.513	1d10m14.4275sS	79d34m51.7996sW	75.513
TN VIA 131	9870562.508	657890.203	75.396	1d10m14.5145sS	79d34m51.3563sW	75.396
TN VIA 132	9870563.489	657889.875	75.134	1d10m14.4826sS	79d34m51.3669sW	75.134
TN VIA 133	9870566.478	657888.814	75.187	1d10m14.3853sS	79d34m51.4013sW	75.187
TN VIA 134	9870568.831	657887.694	75.117	1d10m14.3087sS	79d34m51.4376sW	75.117
TN VIA 135	9870569.701	657887.363	75.225	1d10m14.2804sS	79d34m51.4483sW	75.225
TN VIA 136	9870568.256	657900.451	75.168	1d10m14.3272sS	79d34m51.0249sW	75.168
TN VIA 137	9870569.208	657900.063	75.112	1d10m14.2962sS	79d34m51.0375sW	75.112
TN VIA 138	9870571.275	657899.046	75.216	1d10m14.2289sS	79d34m51.0704sW	75.216
TN VIA 139	9870573.652	657897.968	75.157	1d10m14.1516sS	79d34m51.1053sW	75.157
TN VIA 140	9870574.900	657897.261	75.193	1d10m14.1109sS	79d34m51.1282sW	75.193
TN VIA 141	9870574.163	657909.702	75.131	1d10m14.1347sS	79d34m50.7257sW	75.131
TN VIA 142	9870574.874	657909.287	75.091	1d10m14.1116sS	79d34m50.7392sW	75.091
TN VIA 143	9870577.139	657907.868	75.182	1d10m14.0379sS	79d34m50.7851sW	75.182
TN VIA 144	9870579.046	657906.944	75.139	1d10m13.9758sS	79d34m50.8150sW	75.139
TN VIA 145	9870580.316	657906.211	75.070	1d10m13.9344sS	79d34m50.8388sW	75.070
TN VIA 146	9870580.561	657919.454	75.085	1d10m13.9262sS	79d34m50.4104sW	75.085
TN VIA 147	9870581.259	657919.134	75.096	1d10m13.9035sS	79d34m50.4207sW	75.096
TN VIA 148	9870583.449	657917.801	75.171	1d10m13.8322sS	79d34m50.4639sW	75.171
TN VIA 149	9870585.246	657916.729	75.134	1d10m13.7737sS	79d34m50.4986sW	75.134
TN VIA 150	9870586.247	657916.155	75.037	1d10m13.7411sS	79d34m50.5172sW	75.037
TN VIA 151	9870585.509	657928.958	75.170	1d10m13.7650sS	79d34m50.1030sW	75.170
TN VIA 152	9870586.053	657928.724	75.116	1d10m13.7473sS	79d34m50.1106sW	75.116
TN VIA 153	9870588.225	657927.716	75.185	1d10m13.6766sS	79d34m50.1432sW	75.185

TN VIA 154	9870590.530	657926.829	75.186	1d10m13.6015sS	79d34m50.1719sW	75.186
TN VIA 155	9870590.494	657926.905	75.183	1d10m13.6027sS	79d34m50.1695sW	75.183
TN VIA 156	9870591.570	657926.437	75.150	1d10m13.5677sS	79d34m50.1846sW	75.150
TN VIA 157	9870590.304	657939.867	75.337	1d10m13.6087sS	79d34m49.7502sW	75.337
TN VIA 158	9870591.122	657939.645	75.187	1d10m13.5820sS	79d34m49.7574sW	75.187
TN VIA 159	9870593.183	657939.029	75.251	1d10m13.5149sS	79d34m49.7773sW	75.251
TN VIA 160	9870595.288	657938.179	75.332	1d10m13.4464sS	79d34m49.8049sW	75.332
TN VIA 161	9870596.573	657938.148	75.477	1d10m13.4046sS	79d34m49.8059sW	75.477
TN VIA 162	9870592.079	657949.933	75.520	1d10m13.5507sS	79d34m49.4246sW	75.520
TN VIA 163	9870593.049	657950.019	75.329	1d10m13.5191sS	79d34m49.4218sW	75.329
TN VIA 164	9870595.400	657950.227	75.479	1d10m13.4426sS	79d34m49.4151sW	75.479
TN VIA 165	9870597.453	657950.555	75.663	1d10m13.3757sS	79d34m49.4045sW	75.663
TN VIA 166	9870599.077	657950.840	75.633	1d10m13.3228sS	79d34m49.3954sW	75.633
TN VIA 167	9870590.799	657961.465	76.040	1d10m13.5922sS	79d34m49.0515sW	76.040
TN VIA 168	9870591.684	657961.789	75.628	1d10m13.5634sS	79d34m49.0410sW	75.628
TN VIA 169	9870593.967	657962.414	75.743	1d10m13.4890sS	79d34m49.0209sW	75.743
TN VIA 170	9870595.929	657962.850	75.819	1d10m13.4251sS	79d34m49.0068sW	75.819
TN VIA 171	9870597.027	657963.331	76.051	1d10m13.3894sS	79d34m48.9913sW	76.051
TN VIA 172	9870588.543	657971.072	76.118	1d10m13.6655sS	79d34m48.7407sW	76.118
TN VIA 173	9870589.227	657970.596	75.771	1d10m13.6432sS	79d34m48.7561sW	75.771
TN VIA 174	9870591.456	657971.496	75.839	1d10m13.5706sS	79d34m48.7270sW	75.839
TN VIA 175	9870592.901	657972.201	75.903	1d10m13.5236sS	79d34m48.7042sW	75.903
TN VIA 176	9870593.773	657973.755	76.204	1d10m13.4951sS	79d34m48.6540sW	76.204
TN VIA 177	9870584.029	657982.862	76.260	1d10m13.8123sS	79d34m48.3592sW	76.260
TN VIA 178	9870585.260	657983.295	75.924	1d10m13.7722sS	79d34m48.3452sW	75.924
TN VIA 179	9870587.506	657984.224	75.983	1d10m13.6990sS	79d34m48.3152sW	75.983
TN VIA 180	9870589.156	657985.047	75.928	1d10m13.6453sS	79d34m48.2886sW	75.928
TN VIA 181	9870590.028	657985.834	76.356	1d10m13.6169sS	79d34m48.2632sW	76.356
TN VIA 182	9870580.754	657994.977	76.046	1d10m13.9187sS	79d34m47.9673sW	76.046
TN VIA 183	9870581.586	657995.422	76.054	1d10m13.8916sS	79d34m47.9529sW	76.054
TN VIA 184	9870583.796	657996.185	76.087	1d10m13.8196sS	79d34m47.9283sW	76.087
TN VIA 185	9870585.345	657997.178	76.042	1d10m13.7692sS	79d34m47.8961sW	76.042
TN VIA 186	9870586.089	657998.292	76.311	1d10m13.7449sS	79d34m47.8601sW	76.311
TN VIA 187	9870576.775	658007.471	76.139	1d10m14.0480sS	79d34m47.5631sW	76.139
TN VIA 188	9870577.827	658008.037	76.049	1d10m14.0138sS	79d34m47.5447sW	76.049
TN VIA 189	9870580.003	658008.794	76.084	1d10m13.9429sS	79d34m47.5203sW	76.084
TN VIA 190	9870581.723	658009.347	76.084	1d10m13.8869sS	79d34m47.5024sW	76.084
TN VIA 191	9870582.585	658009.570	76.286	1d10m13.8588sS	79d34m47.4952sW	76.286
TN VIA 192	9870573.970	658018.560	76.035	1d10m14.1392sS	79d34m47.2043sW	76.035
TN VIA 193	9870574.786	658018.744	76.051	1d10m14.1126sS	79d34m47.1983sW	76.051
TN VIA 194	9870576.666	658019.725	76.110	1d10m14.0514sS	79d34m47.1666sW	76.110
TN VIA 195	9870578.567	658020.449	76.027	1d10m13.9895sS	79d34m47.1432sW	76.027

TN VIA 196	9870579.627	658021.006	76.405	1d10m13.9550sS	79d34m47.1252sW	76.405
TN VIA 197	9870570.636	658029.447	76.070	1d10m14.2476sS	79d34m46.8520sW	76.070
TN VIA 198	9870573.856	658030.918	76.165	1d10m14.1427sS	79d34m46.8045sW	76.165
TN VIA 199	9870575.467	658031.535	76.060	1d10m14.0902sS	79d34m46.7846sW	76.060
TN VIA 200	9870576.478	658032.056	76.303	1d10m14.0573sS	79d34m46.7677sW	76.303
TN VIA 201	9870566.913	658041.189	76.264	1d10m14.3686sS	79d34m46.4721sW	76.264
TN VIA 202	9870567.800	658041.638	76.145	1d10m14.3397sS	79d34m46.4576sW	76.145
TN VIA 203	9870570.044	658042.385	76.192	1d10m14.2666sS	79d34m46.4335sW	76.192
TN VIA 204	9870572.006	658042.997	76.103	1d10m14.2028sS	79d34m46.4137sW	76.103
TN VIA 205	9870573.296	658043.343	76.350	1d10m14.1608sS	79d34m46.4026sW	76.350
TN VIA 206	9870563.496	658052.725	76.273	1d10m14.4797sS	79d34m46.0989sW	76.273
TN VIA 207	9870564.271	658053.171	76.131	1d10m14.4544sS	79d34m46.0845sW	76.131
TN VIA 208	9870566.597	658054.001	76.192	1d10m14.3787sS	79d34m46.0577sW	76.192
TN VIA 209	9870568.458	658054.591	76.131	1d10m14.3181sS	79d34m46.0386sW	76.131
TN VIA 210	9870569.813	658054.777	76.235	1d10m14.2740sS	79d34m46.0326sW	76.235
TN VIA 211	9870559.455	658064.104	76.274	1d10m14.6111sS	79d34m45.7307sW	76.274
TN VIA 212	9870560.868	658064.561	76.304	1d10m14.5651sS	79d34m45.7160sW	76.304
TN VIA 213	9870563.085	658065.330	76.257	1d10m14.4928sS	79d34m45.6911sW	76.257
TN VIA 214	9870565.021	658065.801	76.221	1d10m14.4298sS	79d34m45.6759sW	76.221
TN VIA 215	9870566.149	658065.826	76.272	1d10m14.3931sS	79d34m45.6751sW	76.272
TN VIA 216	9870556.279	658075.231	76.354	1d10m14.7143sS	79d34m45.3707sW	76.354
TN VIA 217	9870557.371	658075.865	76.316	1d10m14.6787sS	79d34m45.3502sW	76.316
TN VIA 218	9870559.967	658076.601	76.378	1d10m14.5942sS	79d34m45.3265sW	76.378
TN VIA 219	9870561.645	658077.158	76.360	1d10m14.5395sS	79d34m45.3085sW	76.360
TN VIA 220	9870562.995	658077.600	76.545	1d10m14.4956sS	79d34m45.2942sW	76.545
TN VIA 221	9870556.035	658087.961	76.377	1d10m14.7220sS	79d34m44.9589sW	76.377
TN VIA 222	9870553.936	658086.873	76.576	1d10m14.7904sS	79d34m44.9941sW	76.576
TN VIA 223	9870552.593	658087.211	76.445	1d10m14.8341sS	79d34m44.9831sW	76.445
TN VIA 224	9870558.269	658088.549	76.272	1d10m14.6493sS	79d34m44.9399sW	76.272
TN VIA 225	9870559.638	658089.425	76.614	1d10m14.6047sS	79d34m44.9116sW	76.614
TN VIA 226	9870548.160	658100.600	76.373	1d10m14.9782sS	79d34m44.5499sW	76.373
TN VIA 227	9870548.992	658101.240	76.277	1d10m14.9511sS	79d34m44.5293sW	76.277
TN VIA 228	9870551.515	658102.230	76.327	1d10m14.8689sS	79d34m44.4973sW	76.327
TN VIA 229	9870553.739	658102.932	76.207	1d10m14.7965sS	79d34m44.4746sW	76.207
TN VIA 230	9870554.828	658103.255	76.509	1d10m14.7611sS	79d34m44.4642sW	76.509
BM2	9870522.237	658156.084	76.103	1d10m15.8214sS	79d34m42.7546sW	76.103
base_3	9870522.237	658156.085	78.165	1d10m15.8214sS	79d34m42.7546sW	78.165
TN VIA 231	9870551.071	658113.546	76.480	1d10m14.8832sS	79d34m44.1312sW	76.480
TN VIA 232	9870550.294	658113.391	76.306	1d10m14.9085sS	79d34m44.1362sW	76.306
TN VIA 233	9870548.161	658112.837	76.371	1d10m14.9780sS	79d34m44.1541sW	76.371
TN VIA 234	9870545.534	658112.184	76.307	1d10m15.0635sS	79d34m44.1752sW	76.307

TN VIA 235	9870544.321	658112.043	76.518	1d10m15.1030sS	79d34m44.1797sW	76.518
TN VIA 236	9870547.201	658125.409	76.650	1d10m15.0091sS	79d34m43.7474sW	76.650
TN VIA 237	9870546.214	658125.260	76.297	1d10m15.0412sS	79d34m43.7522sW	76.297
TN VIA 238	9870544.108	658124.608	76.353	1d10m15.1097sS	79d34m43.7732sW	76.353
TN VIA 239	9870541.496	658123.863	76.271	1d10m15.1948sS	79d34m43.7973sW	76.271
TN VIA 240	9870540.563	658123.321	76.468	1d10m15.2252sS	79d34m43.8148sW	76.468
TN VIA 241	9870543.250	658137.938	76.406	1d10m15.1375sS	79d34m43.3420sW	76.406
TN VIA 242	9870542.322	658137.657	76.314	1d10m15.1677sS	79d34m43.3511sW	76.314
TN VIA 243	9870540.006	658136.971	76.360	1d10m15.2431sS	79d34m43.3732sW	76.360
TN VIA 244	9870537.531	658136.341	76.293	1d10m15.3237sS	79d34m43.3936sW	76.293
TN VIA 245	9870536.428	658135.877	76.372	1d10m15.3596sS	79d34m43.4086sW	76.372
TN VIA 246	9870538.653	658150.978	76.531	1d10m15.2869sS	79d34m42.9201sW	76.531
TN VIA 247	9870537.823	658150.722	76.285	1d10m15.3140sS	79d34m42.9284sW	76.285
TN VIA 248	9870535.393	658149.938	76.366	1d10m15.3931sS	79d34m42.9537sW	76.366
TN VIA 249	9870532.880	658149.262	76.329	1d10m15.4749sS	79d34m42.9755sW	76.329
TN VIA 250	9870531.871	658148.878	76.260	1d10m15.5078sS	79d34m42.9879sW	76.260
TN VIA 251	9870534.943	658163.394	76.607	1d10m15.4075sS	79d34m42.5184sW	76.607
TN VIA 252	9870533.751	658163.127	76.275	1d10m15.4464sS	79d34m42.5270sW	76.275
TN VIA 253	9870531.145	658162.377	76.371	1d10m15.5312sS	79d34m42.5512sW	76.371
TN VIA 254	9870528.751	658161.583	76.292	1d10m15.6092sS	79d34m42.5769sW	76.292
TN VIA 255	9870527.757	658161.321	76.450	1d10m15.6415sS	79d34m42.5853sW	76.450
TN VIA 256	9870530.154	658176.756	76.527	1d10m15.5632sS	79d34m42.0861sW	76.527
TN VIA 257	9870529.011	658176.429	76.310	1d10m15.6005sS	79d34m42.0966sW	76.310
TN VIA 258	9870526.642	658175.726	76.391	1d10m15.6776sS	79d34m42.1193sW	76.391
TN VIA 259	9870524.112	658174.894	76.290	1d10m15.7600sS	79d34m42.1462sW	76.290
TN VIA 260	9870523.290	658174.575	76.473	1d10m15.7868sS	79d34m42.1565sW	76.473
TN VIA 261	9870525.127	658189.902	76.719	1d10m15.7267sS	79d34m41.6607sW	76.719
TN VIA 262	9870524.210	658189.705	76.319	1d10m15.7566sS	79d34m41.6671sW	76.319
TN VIA 263	9870521.732	658188.980	76.373	1d10m15.8373sS	79d34m41.6905sW	76.373
TN VIA 264	9870519.452	658188.196	76.290	1d10m15.9115sS	79d34m41.7158sW	76.290
TN VIA 265	9870517.987	658188.401	76.616	1d10m15.9592sS	79d34m41.7092sW	76.616
TN VIA 266	9870519.968	658203.369	76.609	1d10m15.8944sS	79d34m41.2250sW	76.609
TN VIA 267	9870518.899	658202.899	76.303	1d10m15.9293sS	79d34m41.2402sW	76.303
TN VIA 268	9870516.445	658202.313	76.334	1d10m16.0092sS	79d34m41.2591sW	76.334
TN VIA 269	9870514.114	658201.438	76.279	1d10m16.0851sS	79d34m41.2874sW	76.279
TN VIA 270	9870512.978	658201.033	76.547	1d10m16.1221sS	79d34m41.3005sW	76.547
TN VIA 271	9870514.903	658216.493	76.629	1d10m16.0592sS	79d34m40.8004sW	76.629
TN VIA 272	9870513.988	658216.037	76.176	1d10m16.0890sS	79d34m40.8151sW	76.176
TN VIA 273	9870511.514	658215.136	76.231	1d10m16.1695sS	79d34m40.8442sW	76.231
TN VIA 274	9870509.301	658214.283	76.220	1d10m16.2416sS	79d34m40.8718sW	76.220
TN VIA 275	9870508.534	658213.701	76.688	1d10m16.2666sS	79d34m40.8906sW	76.688
TN VIA 276	9870510.566	658228.063	76.470	1d10m16.2002sS	79d34m40.4260sW	76.470

TN VIA 277	9870509.394	658227.707	76.097	1d10m16.2383sS	79d34m40.4375sW	76.097
TN VIA 278	9870506.958	658226.883	76.111	1d10m16.3177sS	79d34m40.4641sW	76.111
TN VIA 279	9870504.785	658226.295	76.068	1d10m16.3884sS	79d34m40.4831sW	76.068
TN VIA 280	9870503.646	658226.087	76.389	1d10m16.4255sS	79d34m40.4898sW	76.389
TN VIA 281	9870505.909	658240.941	76.267	1d10m16.3516sS	79d34m40.0093sW	76.267
TN VIA 282	9870504.794	658240.514	75.810	1d10m16.3879sS	79d34m40.0231sW	75.810
TN VIA 283	9870502.548	658240.112	75.903	1d10m16.4610sS	79d34m40.0361sW	75.903
TN VIA 284	9870500.388	658239.772	75.852	1d10m16.5314sS	79d34m40.0471sW	75.852
TN VIA 285	9870499.088	658239.491	76.017	1d10m16.5737sS	79d34m40.0561sW	76.017
TN VIA 286	9870502.495	658253.883	75.876	1d10m16.4625sS	79d34m39.5906sW	75.876
TN VIA 287	9870501.138	658253.528	75.588	1d10m16.5067sS	79d34m39.6021sW	75.588
TN VIA 288	9870498.876	658253.217	75.631	1d10m16.5804sS	79d34m39.6121sW	75.631
TN VIA 289	9870496.598	658252.517	75.663	1d10m16.6546sS	79d34m39.6347sW	75.663
TN VIA 290	9870495.460	658252.114	75.978	1d10m16.6916sS	79d34m39.6477sW	75.978
TN VIA 291	9870498.819	658266.917	75.579	1d10m16.5820sS	79d34m39.1689sW	75.579
TN VIA 292	9870497.640	658266.678	75.331	1d10m16.6204sS	79d34m39.1767sW	75.331
TN VIA 293	9870495.328	658266.108	75.313	1d10m16.6957sS	79d34m39.1950sW	75.313
TN VIA 294	9870492.798	658265.485	75.233	1d10m16.7781sS	79d34m39.2152sW	75.233
TN VIA 295	9870491.301	658265.074	75.511	1d10m16.8268sS	79d34m39.2284sW	75.511
TN VIA 296	9870494.509	658278.954	75.390	1d10m16.7222sS	79d34m38.7795sW	75.390
TN VIA 297	9870493.563	658278.633	75.133	1d10m16.7530sS	79d34m38.7899sW	75.133
TN VIA 298	9870491.162	658277.845	75.075	1d10m16.8312sS	79d34m38.8153sW	75.075
TN VIA 299	9870488.819	658277.164	74.993	1d10m16.9075sS	79d34m38.8373sW	74.993
TN VIA 300	9870487.114	658276.599	75.484	1d10m16.9630sS	79d34m38.8555sW	75.484
TN VIA 301	9870490.061	658290.151	75.213	1d10m16.8668sS	79d34m38.4172sW	75.213
TN VIA 302	9870489.216	658289.793	74.769	1d10m16.8943sS	79d34m38.4288sW	74.769
TN VIA 303	9870486.788	658288.757	74.701	1d10m16.9734sS	79d34m38.4623sW	74.701
TN VIA 304	9870484.850	658288.042	74.719	1d10m17.0365sS	79d34m38.4853sW	74.719
TN VIA 305	9870483.506	658287.303	75.071	1d10m17.0803sS	79d34m38.5092sW	75.071
TN VIA 306	9870485.849	658301.344	74.618	1d10m17.0037sS	79d34m38.0550sW	74.618
TN VIA 307	9870484.782	658300.691	74.101	1d10m17.0385sS	79d34m38.0761sW	74.101
TN VIA 308	9870482.575	658299.692	74.018	1d10m17.1104sS	79d34m38.1085sW	74.018
TN VIA 309	9870480.579	658299.013	74.103	1d10m17.1754sS	79d34m38.1304sW	74.103
TN VIA 310	9870479.576	658298.373	74.555	1d10m17.2080sS	79d34m38.1511sW	74.555
TN VIA 311	9870481.403	658312.315	73.645	1d10m17.1483sS	79d34m37.7001sW	73.645
TN VIA 312	9870480.402	658312.044	72.946	1d10m17.1809sS	79d34m37.7088sW	72.946
TN VIA 313	9870478.295	658311.301	72.853	1d10m17.2495sS	79d34m37.7328sW	72.853
TN VIA 314	9870476.384	658310.601	72.866	1d10m17.3118sS	79d34m37.7554sW	72.866
TN VIA 315	9870475.478	658310.283	73.510	1d10m17.3413sS	79d34m37.7657sW	73.510
TN VIA 316	9870477.706	658322.496	72.412	1d10m17.2686sS	79d34m37.3707sW	72.412
TN VIA 317	9870476.548	658322.112	71.787	1d10m17.3062sS	79d34m37.3831sW	71.787

TN VIA 318	9870474.360	658321.330	71.672	1d10m17.3775sS	79d34m37.4083sW	71.672
TN VIA 319	9870472.169	658320.817	71.728	1d10m17.4489sS	79d34m37.4249sW	71.728
TN VIA 320	9870470.710	658320.091	73.065	1d10m17.4964sS	79d34m37.4484sW	73.065
TN VIA 321	9870472.499	658335.628	70.918	1d10m17.4379sS	79d34m36.9458sW	70.918
TN VIA 322	9870471.546	658335.107	70.451	1d10m17.4689sS	79d34m36.9626sW	70.451
TN VIA 323	9870469.102	658334.422	70.356	1d10m17.5485sS	79d34m36.9847sW	70.356
TN VIA 324	9870466.759	658333.464	70.389	1d10m17.6248sS	79d34m37.0157sW	70.389
TN VIA 325	9870464.968	658332.865	71.551	1d10m17.6831sS	79d34m37.0350sW	71.551
TN VIA 326	9870469.066	658346.671	70.030	1d10m17.5495sS	79d34m36.5885sW	70.030
TN VIA 327	9870467.080	658345.764	69.655	1d10m17.6141sS	79d34m36.6178sW	69.655
TN VIA 328	9870464.390	658344.747	69.629	1d10m17.7018sS	79d34m36.6506sW	69.629
TN VIA 329	9870463.223	658344.982	69.634	1d10m17.7397sS	79d34m36.6430sW	69.634
TN VIA 330	9870460.105	658343.676	69.912	1d10m17.8413sS	79d34m36.6852sW	69.912
TN VIA 331	9870461.011	658359.092	69.260	1d10m17.8115sS	79d34m36.1865sW	69.260
TN VIA 332	9870460.086	658358.549	69.201	1d10m17.8416sS	79d34m36.2041sW	69.201
TN VIA 333	9870457.024	658356.838	69.263	1d10m17.9414sS	79d34m36.2594sW	69.263
TN VIA 334	9870454.315	658355.333	69.211	1d10m18.0296sS	79d34m36.3080sW	69.211
TN VIA 335	9870452.963	658354.475	69.442	1d10m18.0736sS	79d34m36.3358sW	69.442
TN VIA 336	9870453.447	658370.280	69.317	1d10m18.0576sS	79d34m35.8245sW	69.317
TN VIA 337	9870452.688	658369.806	69.220	1d10m18.0823sS	79d34m35.8398sW	69.220
TN VIA 338	9870449.762	658367.867	69.278	1d10m18.1777sS	79d34m35.9025sW	69.278
TN VIA 339	9870447.052	658366.302	69.214	1d10m18.2659sS	79d34m35.9531sW	69.214
TN VIA 340	9870445.935	658365.603	69.305	1d10m18.3023sS	79d34m35.9757sW	69.305
TN VIA 341	9870444.498	658381.557	69.648	1d10m18.3488sS	79d34m35.4596sW	69.648
TN VIA 342	9870443.687	658380.798	69.406	1d10m18.3753sS	79d34m35.4841sW	69.406
TN VIA 343	9870441.202	658378.995	69.489	1d10m18.4562sS	79d34m35.5424sW	69.489
TN VIA 344	9870439.146	658377.274	69.429	1d10m18.5232sS	79d34m35.5980sW	69.429
TN VIA 345	9870438.311	658376.355	69.587	1d10m18.5503sS	79d34m35.6277sW	69.587
TN VIA 346	9870435.075	658391.470	70.888	1d10m18.6555sS	79d34m35.1387sW	70.888
TN VIA 347	9870434.083	658390.754	70.345	1d10m18.6878sS	79d34m35.1619sW	70.345
TN VIA 348	9870432.105	658389.019	70.389	1d10m18.7522sS	79d34m35.2180sW	70.389
TN VIA 349	9870430.347	658387.480	70.375	1d10m18.8095sS	79d34m35.2677sW	70.375
TN VIA 350	9870429.209	658386.558	71.310	1d10m18.8466sS	79d34m35.2976sW	71.310
TN VIA 351	9870426.540	658400.001	72.671	1d10m18.9332sS	79d34m34.8626sW	72.671
TN VIA 352	9870425.343	658399.220	71.768	1d10m18.9722sS	79d34m34.8879sW	71.768
TN VIA 353	9870423.464	658397.805	71.652	1d10m19.0334sS	79d34m34.9336sW	71.652
TN VIA 354	9870422.031	658396.695	71.766	1d10m19.0801sS	79d34m34.9695sW	71.766
TN VIA 355	9870421.032	658395.346	72.969	1d10m19.1126sS	79d34m35.0131sW	72.969
TN VIA 356	9870418.000	658409.072	74.109	1d10m19.2111sS	79d34m34.5691sW	74.109
TN VIA 357	9870416.796	658408.335	72.794	1d10m19.2504sS	79d34m34.5929sW	72.794
TN VIA 358	9870414.857	658407.007	72.891	1d10m19.3135sS	79d34m34.6358sW	
TN VIA 359	9870413.301	658405.977	72.958	1d10m19.3642sS	79d34m34.6691sW	

TN VIA 360	9870412.367	658405.335	73.597	1d10m19.3946sS	79d34m34.6899sW
TN VIA 361	9870409.768	658418.763	74.771	1d10m19.4790sS	79d34m34.2554sW
TN VIA 362	9870408.694	658417.974	73.803	1d10m19.5140sS	79d34m34.2809sW
TN VIA 363	9870406.504	658416.657	73.922	1d10m19.5853sS	79d34m34.3235sW
TN VIA 364	9870404.894	658415.490	73.981	1d10m19.6378sS	79d34m34.3612sW
TN VIA 365	9870403.810	658414.035	74.573	1d10m19.6731sS	79d34m34.4083sW
TN VIA 366	9870402.384	658427.970	74.959	1d10m19.7193sS	79d34m33.9575sW
TN VIA 367	9870401.381	658427.396	74.405	1d10m19.7520sS	79d34m33.9760sW
TN VIA 368	9870399.136	658426.084	74.480	1d10m19.8251sS	79d34m34.0184sW
TN VIA 369	9870396.971	658424.785	74.504	1d10m19.8956sS	79d34m34.0604sW
TN VIA 370	9870395.553	658423.509	74.918	1d10m19.9418sS	79d34m34.1016sW
TN VIA 371	9870395.582	658438.207	75.135	1d10m19.9406sS	79d34m33.6262sW
TN VIA 372	9870394.426	658437.396	74.656	1d10m19.9782sS	79d34m33.6524sW
TN VIA 373	9870392.250	658436.339	74.713	1d10m20.0491sS	79d34m33.6866sW
TN VIA 374	9870390.033	658435.287	74.751	1d10m20.1213sS	79d34m33.7206sW
TN VIA 375	9870388.377	658434.828	75.053	1d10m20.1753sS	79d34m33.7354sW
TN VIA 376	9870389.223	658448.766	75.231	1d10m20.1475sS	79d34m33.2845sW
TN VIA 377	9870388.312	658448.431	74.741	1d10m20.1772sS	79d34m33.2953sW
TN VIA 378	9870385.700	658447.376	74.769	1d10m20.2622sS	79d34m33.3294sW
TN VIA 379	9870383.699	658446.543	74.708	1d10m20.3274sS	79d34m33.3563sW
TN VIA 380	9870382.213	658445.734	75.043	1d10m20.3758sS	79d34m33.3825sW
TN VIA 381	9870384.337	658458.915	74.904	1d10m20.3064sS	79d34m32.9561sW
TN VIA 382	9870383.512	658458.404	74.730	1d10m20.3333sS	79d34m32.9726sW
TN VIA 383	9870381.170	658457.581	74.798	1d10m20.4095sS	79d34m32.9992sW
TN VIA 384	9870378.875	658457.071	74.758	1d10m20.4843sS	79d34m33.0157sW
TN VIA 385	9870377.468	658456.775	75.136	1d10m20.5301sS	79d34m33.0252sW
TN VIA 386	9870379.867	658470.709	75.236	1d10m20.4517sS	79d34m32.5745sW
TN VIA 387	9870378.773	658470.452	74.733	1d10m20.4874sS	79d34m32.5828sW
TN VIA 388	9870376.219	658469.619	74.831	1d10m20.5705sS	79d34m32.6097sW
TN VIA 389	9870374.168	658468.989	74.828	1d10m20.6373sS	79d34m32.6301sW
TN VIA 390	9870372.870	658468.503	75.043	1d10m20.6796sS	79d34m32.6458sW
TN VIA 391	9870372.196	658480.929	74.733	1d10m20.7013sS	79d34m32.2438sW
TN VIA 392	9870374.285	658481.823	74.684	1d10m20.6333sS	79d34m32.2149sW
TN VIA 393	9870375.492	658482.128	74.982	1d10m20.5940sS	79d34m32.2051sW
TN VIA 394	9870370.281	658480.421	74.692	1d10m20.7637sS	79d34m32.2602sW
TN VIA 395	9870369.023	658479.811	75.046	1d10m20.8047sS	79d34m32.2799sW
TN VIA 396	9870360.178	658503.181	74.539	1d10m21.0923sS	79d34m31.5238sW
TN VIA 397	9870362.282	658504.096	74.404	1d10m21.0238sS	79d34m31.4942sW
TN VIA 398	9870364.033	658505.317	74.407	1d10m20.9667sS	79d34m31.4547sW

Anexo 7: Propuesta de diseño geométrico y estructural de la carretera del recinto Cuatro Mangas (Cantón Mocache, Ecuador)

